

IHM4



28-31 Octobre 2014

Villeneuve d'Ascq, France

Annexes des actes de la 26^{ième} conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine





Association Francophone d'Interaction Homme-Machine

La Conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine (IHM) est organisée annuellement par l'AFIHM, l'Association Francophone d'Interaction Homme-Machine.

L'AFIHM a pour but principal de promouvoir le savoir et les connaissances du domaine de l'Interaction Homme-Machine et des divers domaines concourant au savoir et aux connaissances facilitant la conception, la réalisation et l'évaluation des systèmes interactifs actuels ou futurs.

L'AFIHM offre aux chercheurs et praticiens de l'IHM un lieu d'échange et de savoir sur leur domaine professionnel via :

- l'organisation et le soutien de manifestations scientifiques : conférence IHM et autres conférences francophones, forums thématiques, groupes de travail, écoles d'été et rencontres jeunes chercheurs ;
- la publication du Journal d'Interaction Personne-Système et l'édition des actes de conférences ;
- des liens et des collaborations avec diverses organisations françaises et internationales.

AFIHM
Laboratoire LIG
Équipe I1HM
BP 53
38041 Grenoble Cedex 9
France

Contact : secrtaire@afihm.org
Site Web : <http://www.afihm.org/>

Numéro de Siret : 410 093 892 00017

Table des matières

Démonstrations

| | |
|--|----|
| Les macros d'édition dans E-anim Philippe Destrumel | 1 |
| L'ordinateur portable comme instrument de musique Jonathan Aceituno, Ludovic Potier | 3 |
| HAMSTERS : un environnement d'édition et de simulation de modèles de tâches Racim Fahssi, Célia Martinie, Philippe Palanque | 5 |
| CtrlMouse et TouchCtrl: Dupliquer les Délimiteurs de Mode sur la Souris Thomas Pietrzak, Sylvain Malacria, Gilles Bailly | 7 |
| VTE : une technique de pointage à distance Maxime Guillon, François Leitner, Laurence Nigay | 8 |
| Contrôle de caméra dans une scène 3D avec la tête Thibaut Jacob, Gilles Bailly, Lecolinet Eric | 10 |
| Sélection de Commandes sur Tables Interactives Multi-Points par Identification des Doigts Alix Goguey, Géry Casiez, Pietrzak Thomas, Vogel Daniel, Roussel Nicolas | 12 |
| Kaboom: une boîte à outils pour la programmation à la volée en C/C ++ . Damien Marchal | 14 |
| Bertifier: New Interactions for Crafting Tabular Visualizations Charles Perin, Pierre Dragicevic, Jean-Daniel Fekete | 16 |

Atelier : Interfaces Homme-Machine pour l'Apprentissage humain

| | |
|--|----|
| Sonifier l'écriture pour le diagnostic précoce et la Sonifier l'écriture pour le diagnostic précoce et la rééducation de la dysgraphie parkinsonienne Jérémy Danna, Serge Pinto, Alexandre Eusebio, Jean-Luc Velay | 18 |
| Validation active de compétences : réflexions sur les outils à mettre en place Allison Combette, Enguerran Grandchamp | 24 |

| | |
|---|----|
| Etude de la faisabilité de l'évaluation de l'efficacité des mouvements de tracé du jeune apprenti-scripteur | 29 |
| T. Duval, C. Remi, L. Prevost, A. Dorville, R. Plamondon | |
| Interfaces Elève-Machine pour apprendre à partir des contextes | 38 |
| Thomas Forissier, Jacqueline Bourdeau, Sophie Fécil | |
| Audio-visual emotion recognition: A dynamic, multimodal approach | 44 |
| Jeremie Nicole, Vincent Rapp, Kevin Bailly, Lionel Prevost, Mohamed Chetouani | |
| Apprentissage et SMS : quelle utilisation des téléphones portables en contexte didactique ? | 52 |
| Frédéric Anciaux, Thomas Forissier, Antoine Delcroix | |
| Atelier : Visualisation d'information, fouille visuelle de données et nouveaux challenges en Big data, Open data, Humanités numériques | |
| La troisième voie entre données et méthodes : une approche par la visualisation des données SHS | 58 |
| Marta Severo | |
| Transformation et visualisation de données RDF à partir d'un corpus annoté de textes médiévaux latins | 63 |
| Molka Dhouib, Catherine Faron Zucker, Arnaud Zucker, Olivier Corby, Catherine Jacquemard, Isabelle Draelants, Pierre-Yves Buard | |
| Visualisation de Traces d'Exécution et Limite de Perception | 69 |
| Rémy Dautriche | |
| "Smart Content Scraping" pour la construction de réseaux d'auteurs | 71 |
| Sonia Guérin-Hamdi | |
| Cartographie des connaissances dans les humanités numériques par l'iles de mémoires – une démonstration | 76 |
| Bin Yang, Jean-Gabriel Ganascia | |
| Caractérisation du genre des auteurs dans l'écriture de romans français. | 79 |
| Adrian Tanasescu | |
| Du design de données (data design) | 81 |
| David Bihanic | |
| Visualisation d'audiothèques numériques : un tour d'horizon des modèles et des métaphores visuelles | 82 |
| Nicolas Greffard, Pascale Kuntz, Eric Languéno, Yannick Prié | |

| | |
|---|-----|
| Méthode de visualisation de regroupement statistique à relativement haute dimension | 84 |
| Jean-Charles Risch, Jean Brunet, Eddie Soulier, Francis Rousseaux | |
| Exploration virtuelle de sculptures : quelles interfaces ? | 90 |
| Marion Boudon Machuel, Fatma Bouali, Gilles Venturini | |
| Groupe de Travail : Interaction Tangible : nouvelles opportunités et paradigmes | |
| Les qualités tangibles de la lampe anthropomorphique interactive | 92 |
| Authors: Leonardo Angelini, Omar Abou Khaled, Elena Mugellini, Denis Lalane | |
| Interactions tangibles pour déficients visuels | 94 |
| Anke Brock, Julie Ducasse, Emmanuel Dubois, Christophe Jouffrais | |
| Utilisation des différentes boucles de feedbacks pour la conception d'applications à interfaces utilisateur tangibles (TUIs) | 96 |
| Clémentine Havrez, Sophie Lepreux, Christophe Kolski, Yoann Lebrun, Sylvain Haudegond | |
| Interaction tangibles pour renforcer l'aspect social des visites de musées | 98 |
| Yvan Peter | |
| Interfaces tangibles pour les arts | 99 |
| Helmuth Reiter | |
| Index des auteurs | 101 |

Les macros d'édition dans E-anim

Philippe Destrumel

94, av. de la Marquaille

31650, Saint-Orens

e-anim@orange.fr

RESUMÉ

E-anim est un éditeur pour créer des animations en Flash ou en html5. Il comporte un module, nommé Edidget, pour composer des barres-d'outils-utilisateurs (cf. la barre verticale sur la droite dans la figure 1).

Les boutons de cette barre sont programmés avec des macros d'édition. Ces macros ont été étudiées pour profiter au mieux de l'arborescence des objets de l'animation. Chaque macro est associée à un groupe. Ce groupe, ainsi que toutes les branches filles, constitue un composant autonome : le gadget.

Les gadgets peuvent s'empiler ou s'emboîter comme des poupées russes.

Des utilisateurs avaient des difficultés pour naviguer dans les sous-groupes. L'accès direct aux gadgets situés dans les sous-groupes supprime cette navigation.

Le gadget doit « faire oublier » que l'animation est composée de groupes et de sous-groupes, tout le travail s'effectue dans le groupe-racine du document.

Mots clefs

Macros d'édition ; ruban ; arborescence ; gadget ; widget ; Collection ; Style ; Flash ; html5

ACM Classification Keywords

HISTORIQUE DE CREATION DES MACROS D'EDITION DANS E-ANIM

Les objets commentaires

A l'origine, ce programme ne traitait que des objets de l'animation Flash. Pour s'orienter dans le document durant la construction de l'animation, il nous a semblé utile d'ajouter des messages d'information. Pour cela nous avons utilisé des objets-texte de l'animation. Nous avons ajouté un attribut 'commentaire' à ces objets. Ces objets en commentaire étaient simplement exclus de l'animation-Flash.

Les boutons-de-macro

Comme nous disposions d'objets commentaires, pourquoi ne pas les rendre cliquables ?



Figure 1. Gadget-horloge avec sa barre-d'outils

De par son mécanisme, E-anim permettait de placer des actions dans des objets. Pour les objets commentaires, ces actions devaient nécessairement être exécutées dans l'éditeur... Il s'agissait donc de macros d'édition. Les objets contenant une macro sont nommées : objets-macro.

Par exemple, dans la figure 3, un clic sur la plume (sous l'étiquette « FORM-LIST») suffit pour éditer le groupe du formulaire, quelle que soit sa profondeur.

Les barres-d'outils

Après les objets-macros, il était logique de créer un groupe. Ce groupe peut comporter différents types de contrôles : messages, boutons, saisies, liste...

Mélangé à l'animation, ce groupe produisait de la confusion. Il est donc masqué dans la zone de l'animation puis recopié dans une barre-d'outils externe à l'animation : figure 2, (A) et déplacé vers (B). C'est une barre-d'outils-utilisateur.

LA BARRE-D'OUTILS-UTILISATEUR

Des auteurs composent la barre d'outils, proposée aux autres utilisateurs.

La figure 1 montre un gadget-horloge réalisé par une utilisatrice de E-anim. L'auteur a conçu la barre-d'outils, sans connaissance en programmation.

Après avoir créé son horloge, elle crée un sous-groupe, puis un clic sur l'onglet du groupe pour indiquer que ce sous-groupe produit une barre d'outils. La barre (A) est apparue, vide à l'origine.

Ensuite l'auteur a ajouté des boutons, des textes ou des images (B) en utilisant les mêmes outils que ceux de l'animation elle-même. Et enfin elle place des actions dans ces objets. Ces actions reprennent les choix des menus de l'éditeur, dans l'esprit des scripts-macros.

Enfin, l'auteur remonte dans le groupe parent pour l'exporter. Ce gadget est maintenant autonome, disponible pour les autres utilisateurs.



figure 2. Groupe 'construction' de la barre-d'outils

Cet utilisateur final l'importe comme n'importe quel autre groupe. Dès qu'il sélectionne ce gadget, la barre-d'outils s'affiche, il paramètre ainsi chaque élément de son animation.

Récurtivité du mécanisme de macro-d'édition

Retournons dans le groupe-d'outils. L'auteur avait chargé une liste de boutons (C) pour importer des contrôles-personnalisables avec barre-d'outils. Ces contrôles ont été conçus par d'autres utilisateurs. Des boutons-macro s'imposent dans un groupe-macros : nous constatons que le mécanisme des macros d'édition est récursif.

Les accès directs

Comme nous l'avons dit, certains objets situés dans des sous-groupes sont sélectionnables depuis le groupe-racine. Ainsi, il est possible de sélectionner un gadget qui est composant d'un autre gadget. Depuis le groupe racine, chaque portion de l'animation, à quelque niveau de l'animation qu'il soit, pourra présenter une barre d'outils spécifique.

LES MACROS DEDIEES AUX COLLECTIONS

Les collections d'objets

Certains objets sont considérés comme des éléments d'un tableau. Ils sont réunis dans un même groupe que nous nommons 'album'. Chaque objet de ce groupe-album est nommé 'page'.

L'album est utilisé dans de nombreux composants : bouton, roll-over, case-à-cocher, diaporama, livre, bandeau de vignettes, menu déroulant, formulaire.

La tableau de bord de E-anim propose des boutons pour accéder directement à une page.

Les macros pilotent les collections

La figure 3 illustre la construction de colonne de formulaire. Chaque colonne est élément, le formulaire qui réunit toutes ces colonnes sera donc la collection. Cette barre-d'outils, conçue par un utilisateur de E-anim, ajoute, ordonne et supprime des colonnes, elle sélectionne le type de contrôle pour chacune de ces colonnes et enfin elle formalise les lectures et les écritures des valeurs de chaque colonne.

La liste déroulante présente dans cette figure constitue un second gadget-formulaire inclus dans le formulaire-principal.

Les scripts dans le run-time

L'auteur de ce formulaire a programmé, en action-script, la construction des lignes du formulaire dans le run-time. Ce script est intégré au gadget-formulaire. En associant les macros et les scripts, le gadget est un module complet et autonome.

RÔLE DE EDIDGET

Edidget se situe dans la continuité des macros d'édition. Par exemple Excel, après avoir associé les macros au programme, les associe aux documents. La suite est donc la macro associée à un composant. Edidget affiche et traite la macro associée à un nœud dans une arborescence.

Mais Edidget peut aussi être vu comme un Widget, suivant la conception de Flash, mais c'est un Widget modifiable dans l'éditeur. Ce mécanisme profite donc de toutes les fonctionnalités et de l'interface de l'éditeur. La barre-d'action est un ruban, dédié à un composant, créé par les utilisateurs.

CONCLUSION

Le mécanisme de macros-d'édition – Edidget – permet de réaliser des rubans contextuels.

C'est un jeu de construction où chaque brique pourra être, elle-même, un nouveau jeu de construction ou un outil pour réaliser cette construction.

Edidget est bâti sur des concepts informatiques simples et classiques : commentaire, collection, hiérarchie...

REMERCIEMENTS

Merci aux utilisateurs de E-anim pour leurs idées, leur travail bénévole acharné et leur soutien constant.



Figure 3. Barre d'outils dédiée à la construction de formulaire

L'ordinateur portable comme instrument de musique

Jonathan Aceituno

Inria Lille, Université Lille 1 & Poïetic
40 avenue Halley, 59650 Villeneuve d'Ascq
jonathan.aceituno@inria.fr

Ludovic Potier

Poïetic
<http://poietic.oin.name>
potier.ludovic@gmail.com

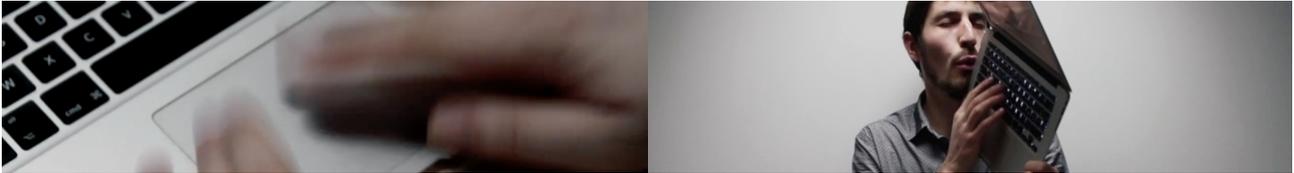


Figure 1. La *musique de bureau* consiste à utiliser l'ordinateur portable comme un instrument de musique. Par exemple, un instrument à percussion (le *tapant*, à gauche) ou à vent (le *soufflant*, à droite).

RÉSUMÉ

Dans le but de réunir tous les aspects de la performance musicale autour du même objet, l'ordinateur portable, nous repensons l'interaction avec ce dernier pour donner naissance à une pratique musicale, la *musique de bureau*. Cette démonstration montre comment il est possible de "jouer de l'ordinateur portable" comme un instrument à percussion et comme un instrument à vent.

Mots Clés

Instrument de musique numérique ; réutilisation ; ordinateur portable ; expression musicale.

ACM Classification Keywords

H.5.m. Information Interfaces and Presentation (e.g. HCI): Miscellaneous.

INTRODUCTION

Malgré l'explosion du nombre d'appareils mobiles comme les smartphones ou les tablettes, l'ordinateur portable reste encore aujourd'hui l'objet numérique mobile utilisé dans le plus grand nombre de domaines d'application et permet de réaliser le plus grand nombre de tâches dans chacun de ces domaines. Toutefois, l'utilisateur d'ordinateur portable est contraint d'explorer l'immensité des possibilités qui s'offrent à lui en utilisant un seul point, le curseur. L'entrée est multiplexée en temps [1], ce qui oblige l'utilisateur à interagir de manière séquentielle. Cette contrainte rend difficile l'exécution de certaines tâches, comme celles où la précision temporelle est critique, si bien que des outils externes doivent être utilisés pour ces tâches. Cet état de fait semble confirmer l'adage : qui trop embrasse mal étreint.

Dans le domaine de la performance musicale, la mobilité, la puissance et la flexibilité de l'ordinateur portable font

de ce dernier un outil de choix. Pour construire les processus de synthèse sonore qu'il souhaite contrôler pendant la performance, le musicien peut s'appuyer sur de nombreux environnements, comme Live¹ ou Pure data². Mais le problème cité plus haut fait que pour contrôler ces processus d'une manière proche du jeu instrumental il devra se tourner vers des interfaces de contrôle externes, ce qui limite la mobilité et l'opportunité pour l'ordinateur portable de couvrir l'ensemble du spectre de la performance musicale [11].

En dépit de ses limites apparentes, l'ordinateur portable est régulièrement utilisé dans la performance musicale, comme en témoigne le grand nombre de *laptop ensembles* actifs aujourd'hui [10]. Cependant, le contrôle est généralement fait par manipulation graphique [4] ou par *live coding* [3], et plus rarement en utilisant directement les périphériques d'entrée de l'ordinateur portable. Fiebrink et al. fournissent quelques exemples de telles interactions [7] : utiliser le clavier pour "taper" des notes de musique, glisser le doigt sur le touchpad ou souffler dans le microphone pour contrôler l'amplitude d'un son, ou bien utiliser la webcam intégrée pour contrôler des paramètres de haut niveau. Nous cherchons à aller plus loin : concevoir une pratique instrumentale, la *musique de bureau*, qui s'appuie sur une utilisation alternative cohérente des affordances de l'objet "ordinateur portable".

MUSIQUE DE BUREAU

La pratique musicale que nous souhaitons mettre en œuvre doit avoir quatre caractéristiques importantes : stabilité, richesse de contrôle, familiarité et inscription corporelle. Elle doit d'abord reposer sur une interaction stable pour permettre l'apprentissage sensorimoteur du geste instrumental et ainsi autoriser l'aisance technique (virtuosité) qui facilite l'expression [5]. Elle doit également offrir des possibilités de contrôle satisfaisantes malgré les limites des périphériques d'entrée du laptop. Elle doit aussi s'inspirer des instruments acoustiques et d'interactions familières [6] afin de minimiser le "coût d'entrée" et de favoriser le transfert bidirectionnel de compétences. Enfin, elle doit tirer parti de la physicalité de l'ordinateur portable pour

1. <http://www.ableton.com>

2. <http://www.puredata.info>

contraindre et guider le geste ainsi que pour donner des indices visuels de la performance [8], tout en prenant en compte les possibilités et les limites du corps humain. À partir de ces quatre caractéristiques, nous avons conçu deux instruments jouables sur un ordinateur portable de type MacBook : le tapant et le soufflant.

Le tapant, un instrument à percussion

Le tapant est un instrument à percussion conçu pour contrôler un processus de synthèse sonore simulant un kit de batterie à partir d'échantillons.

L'ordinateur portable est placé sur une table devant le musicien qui place les deux mains autour du touchpad de façon à pouvoir venir frapper ce dernier avec le bout des doigts (Figure 1, à gauche). La surface du touchpad est divisée en plusieurs zones représentant les différents éléments de la batterie (Figure 2, à gauche). La disposition ne dérive de celle d'une batterie acoustique (*familiarité*) qu'afin de répartir le jeu sur les deux mains et de limiter l'amplitude des déplacements (*inscription corporelle*).

Le contrôle des paramètres d'une frappe est intégral [9] par analogie avec le geste de frappe sur une batterie acoustique. Ce dernier combine excitation instantanée, modification paramétrique et sélection parallèle [2] (*richesse de contrôle*). L'énergie de la frappe sur la batterie est transmise à travers la taille de la surface de contact. L'angle de frappe normal à la surface (tap ou flick) influence le son, ce qui permet entre autres de réaliser un rimshot ou d'ouvrir plus ou moins la cymbale charleston. La position de la frappe à l'intérieur de la zone influence également le son produit d'une manière similaire à une batterie acoustique. Le glissement maintenu d'un doigt sur la surface permet de contrôler des effets de réverbération et d'écho simultanément pendant le jeu. Enfin, enfoncer les touches de combinaison comme `Ctrl` permet d'atténuer les vibrations des différentes cymbales (crash, splash et ride), mais le reste du clavier reste disponible pour d'autres tâches, par exemple contrôler l'enregistrement et le lancement de boucles.

Le soufflant, un instrument à vent

Le soufflant est un instrument à vent monophonique conçu pour contrôler un processus de synthèse sonore simulant divers saxophones et cuivres à partir d'un mélange de modélisation physique et d'échantillons.

Le musicien tient le coin inférieur droit de l'ordinateur portable avec la main gauche et dirige en face de sa bouche le microphone placé sur la tranche à gauche, tandis que sa main droite est placée au niveau des touches du clavier (Figure 1, à droite). Chaque touche du clavier représente une note qu'il est possible de jouer (Figure 2, à droite). La disposition a été conçue de manière à imiter celle des notes des quatre premières cordes d'une guitare (*familiarité*), mais également parce que sa redondance en fait un bon compromis entre économie du mouvement des mains (*inscription corporelle*) et grand nombre de notes accessibles (*richesse de contrôle*).

Les gestes instrumentaux d'excitation, modification et sélection sont répartis entre le souffle du musicien et ses deux mains (*inscription corporelle*, *richesse de contrôle*).

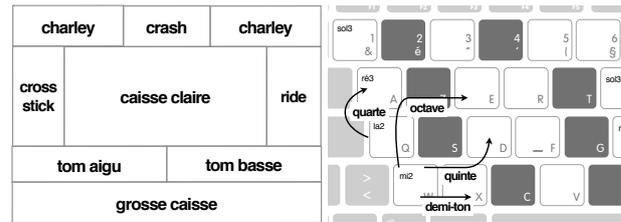


Figure 2. Disposition des éléments de batterie sur le touchpad (tapant, à gauche) et des notes sur le clavier (soufflant, à droite).

Le souffle capté par le microphone entraîne une excitation continue de l'instrument à vent sans laquelle la sélection de notes n'a aucun effet. Les doigts de la main droite se chargent de la sélection séquentielle des notes sur le clavier. Le pouce de la main droite placé sur le haut du touchpad peut effectuer des gestes de modification paramétrique relative continue permettant de réaliser des effets de vibrato et de growl. L'index ou le majeur de la main gauche qui tient l'instrument peut enfin effectuer un geste de modification structurelle sur une touche fléchée ou la touche `Shift`, ce qui entraînera l'activation d'un quasimode simulant une technique d'overblowing.

PERSPECTIVES

Nous cherchons maintenant à évaluer l'apprentissage et l'expression avec ces deux instruments de musique de bureau. Pendant plusieurs mois, nous avons suivi trois musiciens, dont un nous a accompagné pour une performance publique. Avec cette démonstration, nous souhaitons profiter du public de la conférence pour ouvrir notre évaluation aux non-musiciens et discuter des limites de notre approche.

BIBLIOGRAPHIE

1. Buxton W. There's more to interaction than meets the eye: Some issues in manual input. *User centered system design: New perspectives on human-computer interaction* 319 (1986), 337.
2. Cadoz C., Wanderley M. M., et al. Gesture-music. *Trends in gestural control of music* (2000).
3. Collins N., McLean A., Rohrerhuber J. & Ward A. Live coding in laptop performance. *Organised Sound* 8 (2003), 321–330.
4. Couturier J.-M. A model for graphical interaction applied to gestural control of sound. In Proc. *SMC '06* (2006).
5. Dobrian C. & Koppelman D. The 'e' in nime: Musical expression with new computer interfaces. In Proc. *NIME '06*, IRCAM (2006), 277–282.
6. Fels S., Gadd A. & Mulder A. Mapping transparency through metaphor: Towards more expressive musical instruments. *Org. Sound* 7, 2 (2002), 109–126.
7. Fiebrink R., Wang G. & Cook P. R. Don't forget the laptop: Using native input capabilities for expressive musical control. In Proc. *NIME '07*, ACM (2007), 164–167.
8. Gurevich M. & Cavan Fyans A. Digital musical interactions: Performer–system relationships and their perception by spectators. *Organised Sound* 16, 02 (2011), 166–175.
9. Jacob R. J. K., Sibert L. E., McFarlane D. C. & Mullen Jr. M. P. Integrality and separability of input devices. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* 1, 1 (1994), 3–26.
10. Knotts S. & Collins N. The politics of laptop ensembles: A survey of 160 laptop ensembles and their organisational structures. In Proc. *NIME '14* (2014), 191–194.
11. Malloch J., Birnbaum D., Sinyor E. & Wanderley M. M. Towards a new conceptual framework for digital musical instruments. In Proc. *DAFX '06* (2006), 49–52.

HAMSTERS : un environnement d'édition et de simulation de modèles de tâches

Racim Fahssi, Célia Martinie, Philippe Palanque

ICS-IRIT, Université Toulouse 3

118, route de Narbonne, 31062 Toulouse Cedex 9, France

{fahssi, martinie, palanque}@irit.fr

RESUME

Cet article décrit une démonstration concernant l'outil logiciel HAMSTERS (Human-centered Assessment and Modeling to Support Task Engineering for Resilient Systems). HAMSTERS est un outil logiciel de modélisation permettant d'éditer, de simuler et d'analyser des modèles de tâches basés sur la notation éponyme. HAMSTERS a été conçu et développé pour les besoins de projets de recherche industriels principalement dans les domaines de l'aéronautique et de l'espace.

Mots Clés

Outil d'édition et d'exécution de modèles de tâches.

ACM Classification Keywords

D.2.2 [Software] Design Tools and Techniques.

INTRODUCTION

HAMSTERS a pour but de fournir un support à la description et la structuration des activités utilisateur. Cet outil a été conçu et développé dans le but d'être intégré à un environnement logiciel de modélisation, prototypage et développement de systèmes interactifs [1]. Depuis, HAMSTERS a régulièrement évolué, toujours dans le but de permettre la description d'activités nombreuses et complexes menées par différents types d'utilisateurs opérants au sein de systèmes sociotechniques critiques [4] [7]. HAMSTERS se différencie des notations outillées existantes fournissant un support à la description des activités collaboratives (comme e-COMM [4] et CTTe [9]) par ses éléments de notation ainsi que par son environnement d'édition et de simulation. La notation HAMSTERS permet de raffiner les tâches interactives, les tâches humaines ainsi que les tâches collaboratives en différents sous-types [5]. L'environnement de modélisation HAMSTERS permet de lier et de simuler des modèles de tâches répartis dans plusieurs fichiers.

La démonstration proposée permet de présenter les différentes fonctionnalités de l'outil HAMSTERS et la

manière dont cet outil a été utilisé dans le cadre de différents projets industriels de R&T. En particulier, les modèles de tâches présentés dans HAMSTERS sont extraits d'études de cas issues de projets industriels de R&T (Recherche et Technologie) financés en partie par le Centre National d'Etudes Spatiales (CNES).

HAMSTERS

L'outil logiciel HAMSTERS permet d'éditer et de simuler des modèles de tâches en utilisant les différents éléments de la notation HAMSTERS. HAMSTERS offre des fonctionnalités qui permettent la gestion des tâches nombreuses et complexes, telles que le pliage/dépliage de sous arbres de tâches, les mécanismes de structuration appelés « sub models », « subroutines » et « generic components » [3] [8]. HAMSTERS a été et peut être utilisé tout au long de la conception d'un système interactif : lors des phases d'analyse des besoins, de l'analyse des activités utilisateur ainsi que lors de la spécification du système, afin de fournir un support à la conception et à l'évaluation de l'utilisabilité d'un système [2][4][7]. HAMSTERS peut également fournir un support à la formation des utilisateurs et à l'aide contextuelle lors de l'utilisation d'un système interactif [6].

MODELISATION ET EXECUTION DES TACHES DE SURVEILLANCE ET DE CONTROLE DE MISSIONS SATELLITAIRES

Durant cette partie de la démonstration, nous présentons l'outil et la manière dont un projet est structuré. Nous expliquons aussi le contexte du projet ainsi que les utilisateurs et leur situation d'activité ayant fait l'objet de la modélisation (activités de commande et contrôle de mission satellitaire). Ensuite, nous décrivons les fichiers contenus dans le projet afin de mettre en valeur les mécanismes de structuration nécessaires pour gérer le nombre important d'activités à décrire [8] [3]. La présentation détaillée d'un modèle permet de montrer : la manière de représenter les types d'activités et les relations temporelles ; la manière de représenter des objets, objets physiques, informations, connaissances, applications logicielles et périphériques requis pour exécuter des activités. Nous présentons aussi le module statistique, utilisé, entre autres, pour analyser la distribution du nombre de tâches par type sur le projet. Enfin, nous présentons l'exécution des modèles de tâches du projet (voir Figure 1) par le simulateur (en mettant en

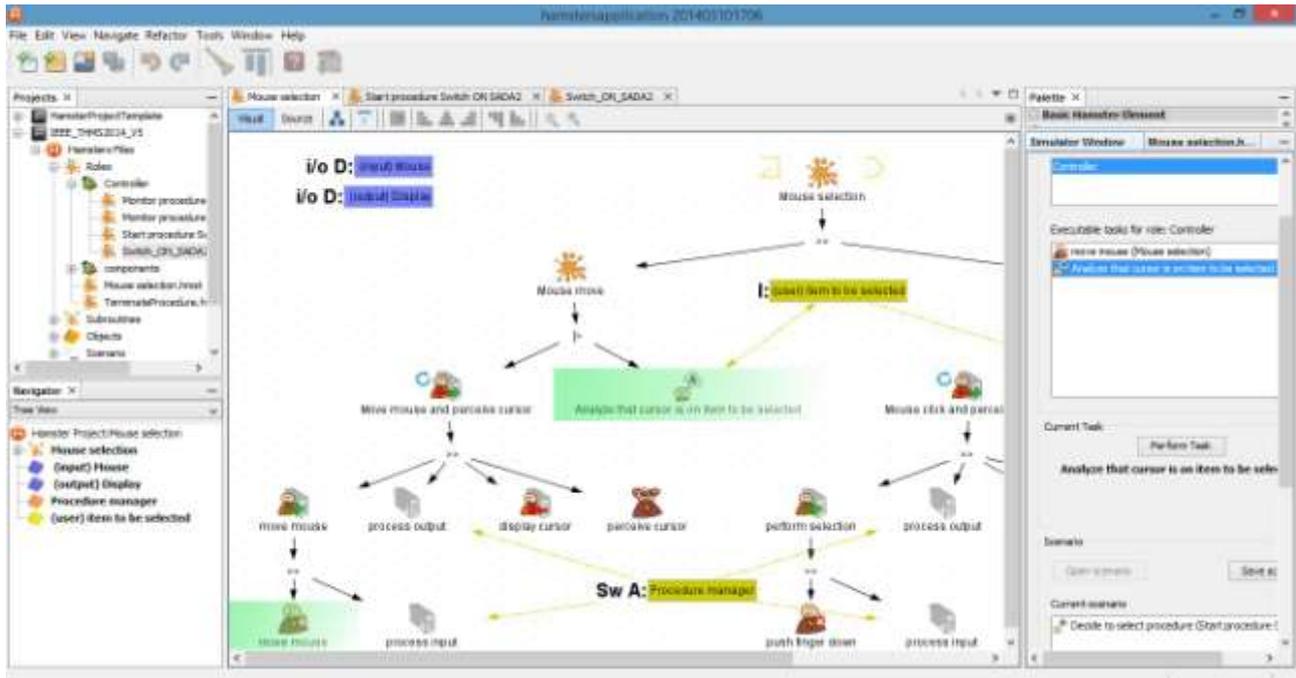


Figure 1. Simulation d'un modèle de tâches dans l'environnement HAMSTERS.

valeur sa capacité à exécuter plusieurs modèles en parallèle selon l'ordonnancement temporel).

MODELISATION ET EXECUTION DES TACHES COOPERATIVES DE GESTION DE RISQUES DE COLLISION ENTRE UN SATELLITE ET DES DEBRIS SPATIAUX

Pour la deuxième partie de la démonstration, le but est de montrer comment HAMSTERS permet de modéliser une activité de groupe. Nous commencerons par expliquer le contexte du projet ainsi que les utilisateurs et leur situation d'activité ayant fait l'objet de la modélisation (activités collaboratives entre le centre d'orbitographie opérationnel et un centre de commande et contrôle de mission satellitaire). Dans la partie navigateur de l'outil, nous présentons l'arborescence des fichiers du projet liés à cette étude de cas (rôles, ensemble de modèles par rôles...). Puis, nous présentons les modèles de la description des activités collaboratives. Ensuite, nous montrons comment s'effectue la mise en correspondance entre une tâche coopérative d'un modèle appartenant au rôle « expert centre d'orbitographie opérationnelle » et une tâche appartenant au rôle « opérateur d'une centre de commande et contrôle ». Enfin, cette partie de la démonstration se termine par l'exécution (voir Figure 1) des modèles de tâches en utilisant le simulateur de l'outil et en mettant en valeur la capacité de l'outil à exécuter plusieurs modèles de tâches appartenant à différents rôles utilisateurs.

MISE A DISPOSITION DE L'OUTIL HAMSTERS

Lors de cette démonstration, selon les demandes, l'outil pourra être manipulé par les conférenciers. Des

explications sur le téléchargement et l'installation de l'outil seront proposées.

BIBLIOGRAPHIE

1. Barboni E., Ladry J-F., Navarre D., Palanque P., Winckler M. Beyond Modelling: An Integrated Environment Supporting Co-Execution of Tasks and Systems Models. Actes de la conf. EICS '10. ACM, 143-152.
2. Fayollas C., Martinie C., Palanque P., Deleris Y., Fabre JC, Navarre D.: An Approach for Assessing the Impact of Dependability on Usability: Application to Interactive Cockpits. Actes de la conf. EDCC 2014: 198-209.
3. Forbrig P., Martinie C., Palanque P., Winckler M., Fahssi R. Rapid Task Models Development Using Sub-Models, Sub-Routines and Generic Components. In Proc. of IFIP HCSE 2014, Springer.
4. Jourde, F., Laurillau, Y., Nigay, L. e-COMM, un éditeur pour spécifier l'interaction multimodale et multiutilisateur. Actes de la conf. IHM 2010.
5. Martinie, C., Barboni, E., Navarre, D., Palanque, P., Poupard, E., Cubero-Castan, E. Multi-Models-Based Engineering of Collaborative Systems: Application to Collision Avoidance Operations for Spacecraft. Actes de la conf. EICS'14.
6. Martinie C., Palanque P., Navarre D., Winckler M., Poupard E. Model-based training: an approach supporting operability of critical interactive systems. Actes de la conf. EICS 2011: 53-62
7. Martinie, C., Palanque, P., Ragosta, M., Suján, M-A, Navarre, D., Pasquini, A: Understanding Functional Resonance through a Federation of Models: Preliminary Findings of an Avionics Case Study. Actes de la conf. SAFECOMP 2013, pp.216-227.
8. Martinie, C.; Palanque, P. Winckler, M. (2011): Structuring and Composition Mechanisms to Address Scalability Issues in Task Models. Actes de la conf. INTERACT (3) pp. 589-609.
9. Mori, G., Paternò, F., Santoro C. CTTE: Support for Developing and Analysing Task Models for Interactive System Design. IEEE Transactions on Software Engineering, vol. 28 (8) pp. 797 - 813.

CtrlMouse et TouchCtrl: Dupliquer les Délimiteurs de Mode sur la Souris

Thomas Pietrzak
Université Lille 1
thomas.pietrzak@lifl.fr

Sylvain Malacria
University College London
sylvain@malacria.fr

Gilles Bailly
CNRS, Télécom ParisTech
gilles.bailly@telecom-
paristech.fr

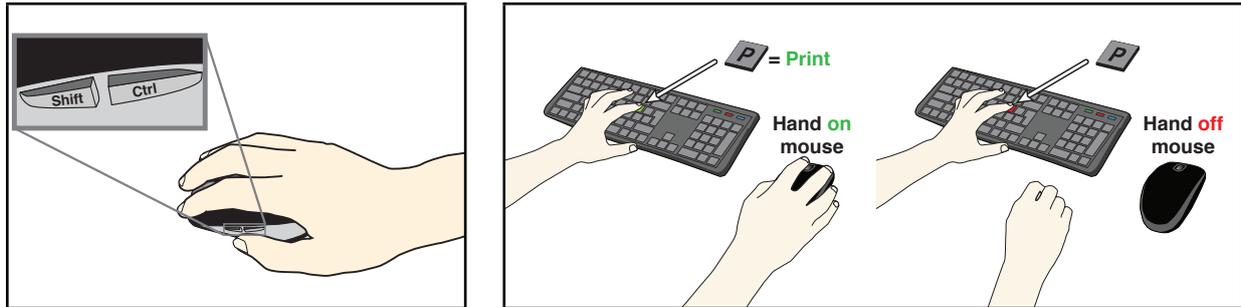


Figure 1. Gauche: CtrlMouse duplique les touches `Ctrl` et `Shift` sur la souris pour délimiter l'entrée de texte de la sélection de commandes et réduire le besoin de coordination des doigts de la main gauche. Droite : TouchCtrl déclenche automatiquement la touche `Ctrl` lorsque l'utilisateur a sa main posée sur la souris.

ABSTRACT

Les touches modificateur du clavier comme `Ctrl` ou `Cmd` (⌘) sont utilisées pour délimiter l'entrée de texte de la sélection de commandes (raccourcis claviers). Dans cet article nous étudions l'impact de la localisation de ces délimiteurs sur la performance et la charge musculaire en les dupliquant sur la souris. À cet effet, nous dérivons deux techniques d'interaction : CtrlMouse duplique les touches `Ctrl` et `Shift` en les associant aux boutons de la souris sous le pouce; TouchCtrl déclenche automatiquement la touche `Ctrl` lorsque la main est posée sur la souris. Deux expériences en laboratoire révèlent 1) que ces techniques sont d'autant plus adoptées par les utilisateurs que la tâche demande du pointage, 2) le coût temporel des modificateurs sur la sélection de commandes est de 0,21s, ce qui correspond à 11,9% du temps d'exécution et 3) le temps d'exécution avec CtrlMouse avec un ou deux modificateurs est similaire. Nous avons également déployé ces techniques pour valider de manière écologique les résultats obtenus lors des évaluations en laboratoire. Enfin, nous présentons différents scénarii applicatifs élaborés à partir de CtrlMouse et TouchCtrl.

Key Words

modificateurs, délimiteurs de mode, raccourcis clavier

ACM Classification Keywords

H.5.2 Information Interfaces and Presentation (e.g. HCI): Input devices and strategies.

DEMONSTRATION

Avec cette démonstration, le public pourra essayer deux techniques d'interaction, CtrlMouse et TouchCtrl. Ces techniques d'interaction permettent de sélectionner des raccourcis claviers.

Installation. L'installation reproduit deux environnements de travail avec deux écrans, deux claviers et deux souris pour permettre à deux personnes d'interagir en parallèle.

L'interface graphique. L'interface graphique permettra au public de voir les effets des techniques. Ils pourront rentrer du texte, pointer des éléments et sélectionner des commandes.

VTE : une technique de pointage à distance

Maxime Guillon^{1,2}, François Leitner², Laurence Nigay¹

¹ Univ. Grenoble Alpes, LIG

F-38000 Grenoble, France, CNRS, LIG

F-38000 Grenoble, France

{maxime.guillon, laurence.nigay}@imag.fr

² Aesculap SAS

1 place du Verseau,

F-38130 Échirolles, France

{maxime.guillon, francois.leitner}@bbraun.com

RESUME

Cet article présente la technique d'interaction VTE (Voronoi-based Target Expansion), pour pointer sur une cible numérique affichée sur un écran distant. VTE exploite l'espace libre entre les cibles à l'écran en partageant l'espace de l'écran en zones de grandeur optimale pour chaque cible selon une tessellation de Voronoï. Les zones sont affichées de façon statique sur l'écran et l'utilisateur peut sélectionner une cible en pointant n'importe où dans la zone correspondant à la cible. Ainsi VTE facilite le pointage en augmentant la taille des cibles dans l'espace visuel et moteur. De nombreux environnements nécessitent de pouvoir interagir avec des objets numériques sur un écran distant. Notre domaine d'application est la chirurgie augmentée.

Mots Clés

Techniques de pointage à distance ; Tessellation de Voronoï ; Expansion de cible.

ACM Classification Keywords

H.5.2 [Information interfaces and presentation]: User Interfaces— *graphical user interfaces, input devices and strategies.*

INTRODUCTION

Dans cet article, nous présentons la technique de pointage VTE, pour Voronoi-based Target Expansion [2] pour pointer sur une cible à distance. La technique a été développée avec deux technologies de pointage : le ray-casting (figure 1-a) et le pointage relatif (figure 1-b). La démonstration proposée repose sur le pointage relatif avec une kinect plus portable que la technologie ray-casting utilisée. En effet cette dernière utilise des corps-rigide(s) (rigid-bodies) munis de pastilles réfléchissantes localisées par deux caméras. Un des axes du corps-rigide est projeté virtuellement sur l'écran et agit alors comme un pointeur virtuel permettant de manipuler directement le curseur à l'écran.

Le pointage sur des cibles numériques affichées sur un écran distant est un axe de recherche très actif répondant à un besoin de plus en plus courant, que ce soit en

environnement public ou privé, domestique ou professionnel (par exemple : afficheur public, vitrine interactive, télévision, écran en bloc opératoire). Aussi de nombreuses techniques ont été proposées pour améliorer les performances de pointage [1] [4] [7]. Ces techniques se basent sur les deux paramètres de la loi de Fitts (Amplitude du mouvement et Taille de la cible [5]) ou de la loi de Fitts étendue au cas du pointage à distance (Amplitude et Taille angulaires) [3]. Ces deux paramètres sont étudiés dans le cas de l'espace visuel et/ou de l'espace moteur [1] (par exemple augmenter la taille de la cible à l'écran ou ralentir le curseur à l'approche de la cible). Dans [1], plusieurs techniques de pointage à distance basées sur le ray-casting (métaphore du rayon virtuel projeté illustrée à la figure 1-a) sont comparées pour conclure sur l'efficacité des techniques de pointage optimisant les paramètres Amplitude et Taille dans l'espace moteur.

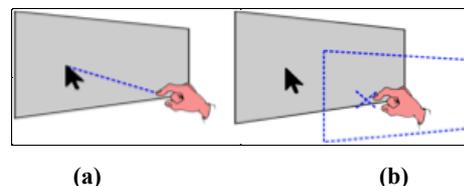


Figure 1. (a) Technologie de pointage à distance par ray-casting (b) technologie de pointage relatif [7] avec un curseur contrôlé par le mouvement de la main, par exemple avec une kinect.

VTE : UNE TECHNIQUE STATIQUE

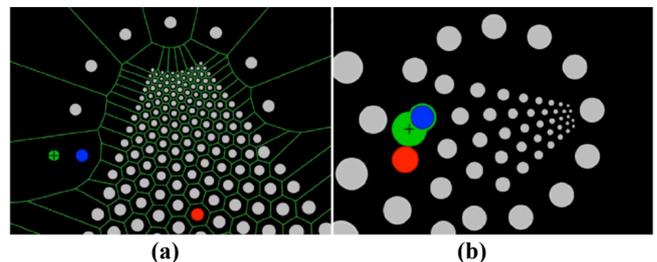


Figure 2. (a) Technique VTE (b) Technique Bubble-Ray. Le curseur est affiché en vert avec une croix, l'élément courant en bleu et la cible en rouge.

La plupart des techniques de pointage à distance sont dynamiques en fournissant un retour d'information dynamique lors de la tâche de pointage. Nous avons étudié le cas d'un retour d'information statique disponible avant et pendant le pointage. L'apport est alors de pouvoir anticiper le mouvement de pointage avant de commencer le geste en toute connaissance des

paramètres moteurs de la cible. La technique que nous proposons s'appelle VTE pour Voronoï-based Target Expansion [2]. VTE repose sur un partage de l'espace de l'écran en zones de grandeur optimale pour chaque cible, selon une tessellation de Voronoï, comme le montre la figure 1-a. Les zones de Voronoï sont délimitées par des traits verts à la figure 2-a. Ainsi VTE augmente la taille des cibles dans l'espace visuel et moteur : l'utilisateur peut sélectionner une cible en pointant n'importe où dans la zone correspondant à la cible. Les zones de Voronoï sont affichées de façon statique avant même que l'utilisateur commence le geste de pointage.

Nous avons comparé la technique VTE avec Bubble-Ray [6], une technique dynamique qui augmente la taille du curseur lors du pointage (Figure 2-b). Nous avons considéré deux technologies de pointage : Ray-casting (figure 1-a) et pointage relatif avec une Kinect (figure 1-b). L'évaluation comparative souligne des performances (rapidité et précision) meilleures avec VTE qu'avec Bubble-Ray pour les deux technologies de pointage considérées. Les résultats expérimentaux sont décrits en détail dans [2]. La démonstration proposée permet d'expérimenter les deux techniques VTE et Bubble-Ray avec une Kinect (pointage relatif figure 1-b).

DOMAINE APPLICATIF : CHIRURGIE AUGMENTEE

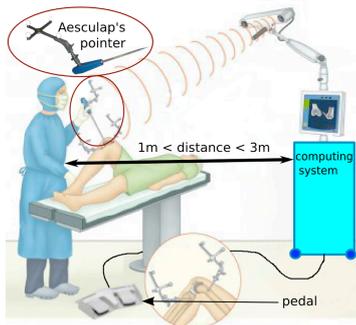


Figure 3. Système OrthoPilot® d'Aesculap d'assistance à la chirurgie orthopédique

La technique VTE est étudiée pour le cas de la chirurgie augmentée (figure 3). Les systèmes ciblés sont des systèmes de navigation. Les systèmes de navigation sont une catégorie de systèmes informatiques d'assistance à la chirurgie permettant au chirurgien d'acquérir pendant l'opération un certain nombre de mesures du patient et de pouvoir ensuite guider le geste chirurgical. Ces systèmes ne manipulent pas le patient à la place du chirurgien. Ce sont des outils de mesure et de planification, pouvant donner des mesures dynamiques, interactives et précises. Ces systèmes sont de plus en plus présents auprès des chirurgiens orthopédistes, notamment pour assister la pose de prothèses de genou (figures 3 et 4) ou de hanche, les réparations des vertèbres ou de la mâchoire. Ils utilisent la reconstruction à partir d'images IRM ou, plus souvent en chirurgie orthopédique, la modélisation des structures anatomiques via la localisation d'artefacts appelés rigid-bodies que le chirurgien fixe directement aux os du patient (figure 3). Pour interagir avec le

système le chirurgien : (1) désigne la donnée qu'elle/il souhaite régler en amenant le curseur sur l'objet graphique (ou widget) correspondant ; (2) sélectionne par un appui sur la pédale de commande ; (3) règle ensuite la valeur de la donnée en montant ou en descendant le curseur ou grâce à des appuis sur la pédale de commande qui permettent un réglage incrémental (bouton « + » et bouton « - »).

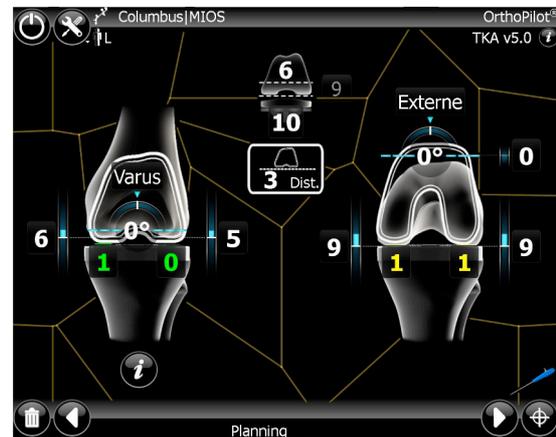


Figure 4. Écran du système OrthoPilot® d'Aesculap avec VTE : les zones de Voronoï sont affichées en vert.

Dans ce contexte applicatif, nous avons utilisé la technique VTE pour faciliter le pointage sur un objet graphique. La validation de la sélection est faite par un appui sur la pédale de commande. L'application de VTE à un écran du système de chirurgie orthopédique OrthoPilot® d'Aesculap est présentée à la figure 4. VTE a été intégré à l'application et nous planifions de mener des tests avec des professionnels du domaine et des chirurgiens. La démonstration propose d'interagir avec un écran issu de ce système de chirurgie orthopédique OrthoPilot® d'Aesculap.

BIBLIOGRAPHIE

- Balakrishnan, R. 2004. "Beating" Fitts' law: virtual enhancements for pointing facilitation. *Int. J. of Human-Computer Studies*, 61 (2004), 857-874.
- Guillon, M., Leitner, F., Nigay, L. 2014. Static Voronoi-Based Target Expansion Technique for Distant Pointing. In *Proc. AVI 2014*, ACM Press (2014), 8 pages. To appear.
- Kopper, R., Bowman, D.A., Silva, M.G., and McMahan, R.P. 2010. A human motor behavior model for distal pointing tasks. *Int. J. of Human-Computer Studies*, 68, 10 (2010), 603-615.
- Myers, B., Bhatnagar, R., Nichols, J., Peck, C.H., Kong, D., Miller, R., and Long, A.C. 2002. Interacting at a Distance: Measuring the Performance of Laser Pointers and Other Devices. In *Proc. CHI 2002*, ACM Press (2002), 33-40.
- Soukoreff, R. W., and MacKenzie, I. S. 2004. Towards a standard for pointing device evaluation, perspectives on 27 years of Fitts' law research in HCI. *Int. J. of Human-Computer Studies*, 61(2004), 751-789.
- Tse, E., Hancock, M., and Greenberg, S. 2007. Speech-Filtered Bubble Ray: Improving Target Acquisition on Display Walls. In *Proc. ICMI 2007*, ACM Press (2007), 307-314.
- Vogel, D., and Balakrishnan, R. 2005. Distant Freehand Pointing and Clicking on Very Large, High Resolution Displays. In *Proc. UIST 2005*, ACM Press (2005), 33-42.

Contrôle de caméra dans une scène 3D avec la tête

Thibaut Jacob
Télécom Paristech
46, rue Barrault 75013 Paris
thibaut.jacob@telecom-
paristech.fr

Gilles Bailly
Télécom Paristech, CNRS
LTCI
46, rue Barrault 75013 Paris
gilles.bailly@telecom-
paristech.fr

Eric Lecolinet
Télécom Paristech, GET
46, rue Barrault 75013 Paris
eric.lecolinet@telecom-
paristech.fr

RÉSUMÉ

Il est courant pour les designers 3D d'avoir à changer de point de vue lors de la manipulation d'objets 3D. Afin de diminuer le coût de ce changement de mode, nous proposons d'utiliser la tête pour contrôler différents mouvements de caméra. Nous nous intéressons principalement aux quatre mouvements de caméras suivant : pan, zoom, tilt et orbit (figure 1). Les participants pourront tester et discuter ces différents couplages (mouvement de la tête - caméra) avec les présentateurs. Une application de dessin de courbes 3D avec un Leap Motion servira de démonstrateur.

Mots Clés

Techniques d'interaction ; courbe 3D ; création de trajectoire ; manipulation de caméra

ACM Classification Keywords

H.5.m. Information Interfaces and Presentation (e.g. HCI): Miscellaneous.

INTRODUCTION

Lorsque les designers manipulent/dessinent des objets 3D, ils ont fréquemment besoin de changer le point de vue de la caméra pour éviter les problèmes d'occlusion, voir plus de détails, mieux percevoir la profondeur, etc. Plusieurs techniques d'interaction ont été proposées utilisant la souris et le clavier. Cependant, celles-ci forcent l'utilisateur à passer d'une tâche d'édition/dessin à une tâche de contrôle de la caméra. Ces transitions peuvent augmenter le temps d'exécution et diminuer l'attention de l'utilisateur.

Utiliser les mouvements de la tête pour contrôler la caméra a plusieurs avantages pour les applications 3D. En effet, cette modalité permet de paralléliser les tâches : comme la tête contrôle la caméra, les mains sont libres pour la tâche principale (manipuler des objets 3D). De plus, le couplage <mouvement de la tête - contrôle de la caméra> peut permettre d'augmenter la sensation d'immersion avec une perception plus écologique de la profondeur. Enfin, cette approche est bon marché et facile à mettre en place car elle nécessite une simple webcam.

Dans cette démonstration, nous permettons aux utilisateurs de tester plusieurs couplages <mouvement de la tête - contrôle de la caméra>. Les différents mouvements de la caméra considérés sont le : pan, zoom, tilt et orbit (figure 1) qui sont fréquemment utilisés dans les applications 3D, ainsi que le FishTank VR qui a été utilisé dans le contexte de la réalité virtuelle. Ce dernier couplage couple la position de la tête dans le monde physique, à la position de la caméra dans le monde virtuel tout en conservant le point de focus constant.

DÉMONSTRATION

Cette démonstration est composée de deux prototypes.

Le premier prototype permet au public de tester une application 3D. Ils pourront tracer des courbes en trois dimensions à main levée grâce au Leap Motion et déplacer la caméra avec des mouvements de la tête. Le couplage choisie est le FishTank VR où la position de la tête est couplée à la position de la caméra. En bougeant celle-ci, la caméra de la scène adapte le point de vue afin de donner une vision dynamique et réaliste de la scène 3D. Les bénéfices de cette approche sont une meilleure perception de la profondeur et la possibilité pour l'utilisateur d'interagir avec la scène de manière intuitive.

Le second prototype permet au public de tester et discuter différents couplages. Tout d'abord, nous invitons les participants à associer eux mêmes les mouvements de la tête à quatre contrôles de caméra. Nous permettons ensuite aux participants de tester différents couplages.

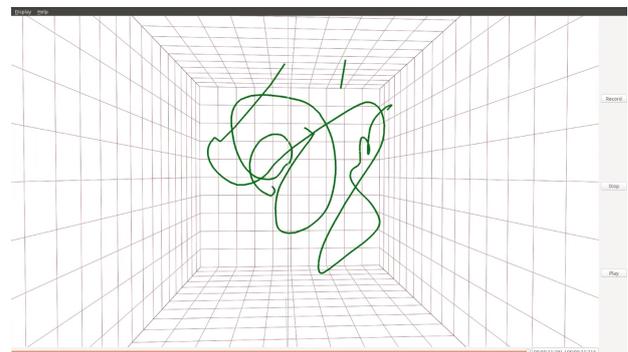


Figure 2. Prototype pour la création de courbes 3D à main levée à partir du Leap Motion

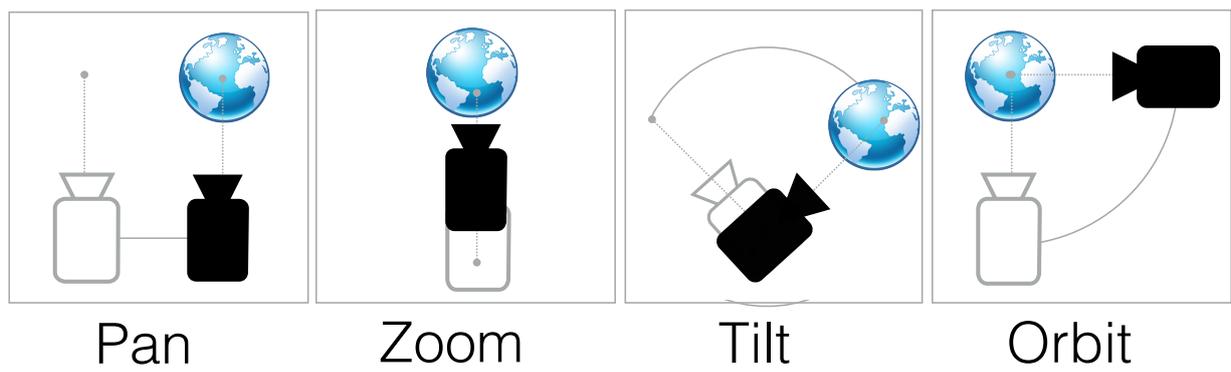


Figure 1. Mouvements classiques de caméra dans une vue 3D. On retrouve ces mouvements dans les logiciels de modélisation 3D classiques comme *Maya* ou *Blender*.

Sélection de Commandes sur Tables Interactives Multi-Points par Identification des Doigts

Alix Goguey¹, Géry Casiez², Thomas Pietrzak², Daniel Vogel³ & Nicolas Roussel¹

¹Inria Lille, ²Université Lille 1, France, ³ Université de Waterloo, Canada
 {alix.goguey, nicolas.roussel}@inria.fr, {gerly.casiez, thomas.pietrzak}@lil.fr,
 dvogel@uwaterloo.ca

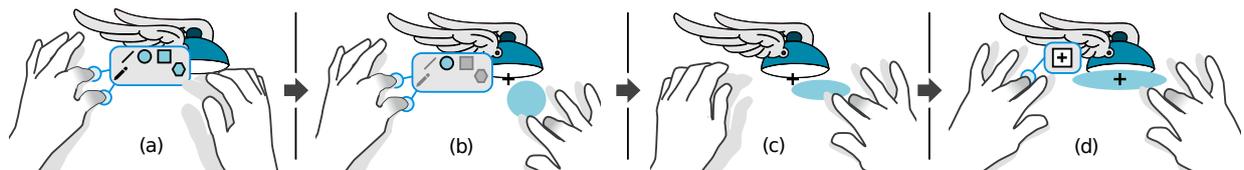


Figure 1: Illustration partielle de la logique d'Adoiraccourcix : (a) un accord de doigts de la main non dominante affiche du *feedforward* précisant les différentes commandes associées aux doigts de la main dominante, pour cet accord. Ici le pouce et l'index affichent les cinq outils de dessin associés aux doigts de la main dominante ; (b) le majeur de la main dominante sélectionne l'outil de création d'ellipses ; (c) le mouvement de la main dominante contrôle les paramètres de la commande, ici la taille et la forme de l'ellipse ; (d) un autre accord de la main non dominante définit une contrainte pour la commande en train d'être exécutée. Ici le majeur de la main non-dominante contraint la création d'ellipse suivant son centre plutôt que son coin supérieur gauche.

RÉSUMÉ

Alors que les raccourcis clavier permettent aux utilisateurs experts des interfaces WIMP d'exécuter rapidement des commandes, il existe aujourd'hui peu d'équivalents pour grands écrans tactiles multi-points. Afin de remédier à ce problème, nous avons conçu Adoiraccourcix, une technique d'interaction tirant parti de l'identification des doigts sur tables interactives, pour la sélection rapide de commandes associée au contrôle continu de paramètres de celles-ci. Après avoir présenté la logique de conception, nous illustrons Adoiraccourcix au travers d'une application de dessin vectoriel.

Mots Clés

Multi-points ; identification des doigts ; raccourcis ; sélection de commandes ; manipulation directe

ACM Classification Keywords

H.5.2 Information Interfaces and Presentation (e.g. HCI): User interfaces

INTRODUCTION

La sélection de commandes, qui permet à l'utilisateur de réaliser ses tâches en agissant sur des objets virtuels, constitue l'un des aspects essentiels des systèmes interactifs. Elle s'effectue généralement à l'aide de menus et de barres d'outils, mais aussi via des raccourcis clavier qui permettent un accès rapide et facile aux commandes les plus usuelles. Si de tels raccourcis sont communs dans les interfaces WIMP traditionnelles, il existe aujourd'hui peu d'équivalents pour l'interaction sur grands écrans multi-points.

Les boutons physiques étant rares sur les dispositifs tactiles, les concepteurs d'interfaces ont généralement recours à des boutons graphiques, à des techniques prenant en compte le nombre de doigts, les gestes effectués ou encore la temporisation, pour déclencher différentes commandes. Ces approches ne permettent cependant d'accéder qu'à un nombre relativement limité de commandes, elles occupent de la place sur l'écran et peuvent aussi poser des problèmes de performance et de fiabilité.

Pour pallier le manque de techniques d'accès rapide à un grand nombre de commandes sur les écrans tactiles ainsi que le permettent les raccourcis clavier, nous proposons Adoiraccourcix, une technique d'interaction tirant parti de l'identification des doigts en contact avec l'écran qui permet, dans une même et unique interaction, le déclenchement rapide de commandes *et* le contrôle continu des paramètres de celles-ci (Figure 1).

PROTOTYPE D'IDENTIFICATION DES DOIGTS

L'identification fiable des doigts sur une surface multi-points reste un problème technique difficile. L'utilisation d'empreintes digitales est prometteuse [1], mais n'est pas encore opérationnelle pour de grandes surfaces. La vision

par ordinateur n'est pas robuste [2, 3], à moins d'utiliser un système de marqueurs attachés sur une paire de gants [4]. Nous présentons ci-dessous le prototype que nous avons mis en place pour obtenir une identification robuste des doigts et ainsi mettre en œuvre Adoiraccourcix.

Notre prototype utilise des *GameTraks* qui sont des contrôleurs de jeu servant à l'origine à simuler des *swings* de club de golf. Cinq *GameTraks* nous permettent de repérer les positions des extrémités de dix doigts dans un espace en 3 dimensions en y attachant les bouts de chacun des fils.

Nous avons écrit une variante d'un serveur TUIO¹ en C++ et utilisant la librairie *libgametrak*². Cette implémentation établit la correspondance entre la position 3D des doigts et la position 2D des contacts sur un écran 32" 3MTM C3266PW multi-touch surface. À chaque doigt est associé une homographie pour établir cette correspondance. Ces homographies sont calculées dans une phase préalable de calibrage où des points 3D sont associés à une position 2D connue. Une fois le système mis en place, l'identification d'un doigt en contact se fait par la recherche du point 3D le plus proche. Le système génère ensuite un événement TUIO comprenant l'identité du doigt et de la main. Tout le système, ainsi que l'application de dessin vectoriel décrite par la suite, fonctionnent sur un MacBook Pro doté d'un processeur 2.5GHz Intel Core i5 et de 8Go de RAM.

L'architecture de notre système est modulaire, ce qui nous permet d'utiliser d'autres prototypes. Par exemple, nous avons aussi implémenté une identification des doigts avec un *Leap Motion*³ fixé au dessus de notre surface tactile. Le *Leap Motion* est capable de repérer l'extrémité des doigts en 3D à 100Hz. La phase de calibrage est similaire à celle précédemment décrite, mais puisque toutes les positions 3D sont données dans le même référentiel, une seule homographie est nécessaire. Cependant, comme la plupart des systèmes basés sur de la vision par ordinateur à un seul point de vue, le *Leap Motion* est sensible aux occultations, ce qui pénalise la fiabilité, même si l'utilisateur n'est plus attaché. Pour ces raisons, la démonstration suivante et les évaluations préliminaires utilisent la version à base de *GameTraks* qui est plus fiable.

APPLICATION DE DÉMONSTRATION

Afin d'expérimenter Adoiraccourcix, nous avons développé une application de dessin vectoriel dans l'esprit d'Adobe Illustrator⁴ et InkScape⁵. Ce type d'applications a d'abord l'intérêt d'être connu par beaucoup d'utilisateurs et ensuite l'avantage de posséder de nombreuses commandes afin de créer, éditer et manipuler du contenu, ce qui est intéressant pour tester notre technique.

L'application possède six modes et 26 commandes (Figure 2). Les six modes sont : un mode de *sélection* pour la manipulation d'objets (un doigt pour la translation, deux

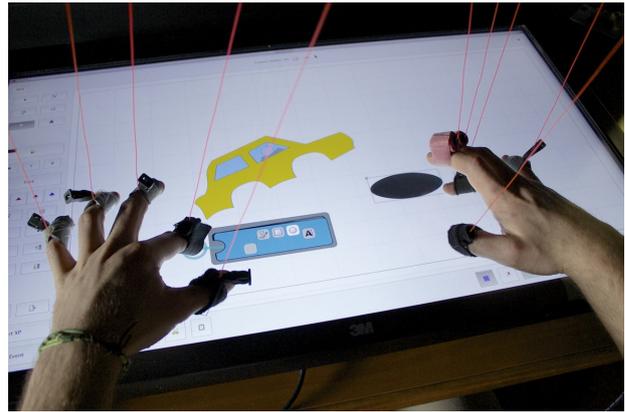


Figure 2: Notre application de dessin vectoriel intègre une GUI, mais elle peut être entièrement contrôlée grâce aux interactions Adoiraccourcix.

doigts pour le RST), un mode d'*édition* pour modifier certains attributs des objets tels que les points de contrôles, et quatre modes de *dessin* pour créer des rectangles, ellipses, courbes et du texte. Afin de comparer les interactions Adoiraccourcix avec une GUI classique, notre application possède des barres d'outils qui permettent l'accès à tous les modes et commandes. En mode expert ces barres d'outils peuvent être cachées afin d'augmenter l'espace de travail disponible à l'écran.

L'application a pour but d'illustrer Adoiraccourcix mais elle met également en œuvre des techniques d'interaction analogues à d'autres techniques de l'état de l'art [4] pour lesquelles aucun mécanisme de *feedforward* n'est disponible. Il s'agit des commandes associées à un seul doigt et des accords uni-manuels.

NOTE

Pour plus d'information sur Adoiraccourcix, veuillez vous référer au papier long accompagnant cette démonstration.

REFERENCES

1. Holz, C., and Baudisch, P. Fiberio: a touchscreen that senses fingerprints. In *Proc. UIST* (2013). ttp.
2. Kung, P., Küser, D., Schroeder, C., DeRose, T., Greenberg, D., and Kin, K. An augmented multi-touch system using hand and finger identification. In *CHI EA* (2012), 1431–1432.
3. Malik, S., Ranjan, A., and Balakrishnan, R. Interacting with large displays from a distance with vision-tracked multi-finger gestural input. In *Proc. UIST* (2005), 43–52.
4. Marquardt, N., Kiemer, J., Ledo, D., Boring, S., and Greenberg, S. Designing user-, hand-, and handpart-aware tabletop interactions with the TouchID toolkit. In *Proc. ITS* (2011), 21–30.

¹ <http://www.tuio.org/>

² <https://code.google.com/p/libgametrak/>

³ <https://www.leapmotion.com>

⁴ <http://www.adobe.com/products/illustrator.html>

⁵ <http://inkscape.org/>

Kaboom: une boîte à outils pour la programmation à la volée en C/C++ .

Damien Marchal
 Université de Lille 1/CNRS
 50 Avenue Halley
 59650 Villeneuve d'Ascq
 damien.marchal@lifl.fr

RÉSUMÉ

En tant que développeurs nous sommes des habitués du cycle édition-compilation-exécution. Pourtant même lorsqu'on développe en C/C++ d'autres approches plus interactives de la programmation sont possibles. C'est notamment le cas d'une pratique qu'on appelle programmation à la volée qui consiste à pouvoir modifier une application pendant son exécution. Lors de cette démo, nous présentons Kaboom, une boîte à outils que nous développons qui rend possible la programmation à la volée pour les développeurs C/C++ .

Mots Clés

Programmation à la volée; Développement logiciel interactif; Manipulation directe.

ACM Classification Keywords

H.5.m Information interfaces and presentation (e.g., HCI): Miscellaneous.; D.2.3 Programming environment: Interactive environment.

INTRODUCTION

Il n'est jamais aisé de quantifier la popularité d'un langage de programmation [2], cependant il ne fait aucun doute que le C et le C++ sont des langages majeurs et toujours d'actualité comme en témoignent les régulières mises-à-jours qu'ils subissent. Pourtant, bien que les langages évoluent, on peut constater que les pratiques des développeurs C/C++ continuent de s'appuyer sur un cycle de développement édition-compilation-exécution. Ce cycle, que David Ungar fait remonter aux mainframes des années 60 [6], est composé des étapes suivantes :

- édition du code source ;
- compilation ;
- liaison des symboles ;
- lancement de l'application ;
- mettre l'application dans l'état adéquat ;
- test de la modification.

Avec ce cycle est qu'il n'est pas rare que, entre la modification du code source et le test, plusieurs minutes ne ce

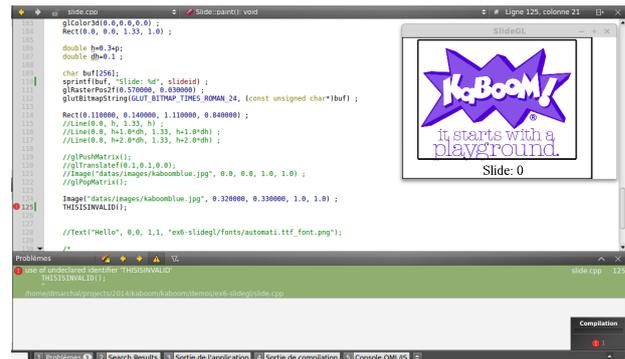


Figure 1. Développement d'une application OpenGL avec QtCreator et Kaboom. A chaque modification du fichier source l'application, en cours d'exécution, est mise à jour.

soient écoulées. Ce problème a été identifié dès les travaux sur le langage Self [7] mais c'est depuis les communications de Bret Victor [8] qu'on observe un regain d'intérêt vis à vis de pratiques de programmation plus interactive, comme la programmation à la volée, où le développeur modifie l'application pendant son exécution.

Dans cet optique nous développons Kaboom, une boîte à outils pour la programmation à la volée pour le C/C++. Avec Kaboom notre objectif est d'explorer la tâche de programmation C/C++ comme une tâche interactive finalement assez proche de la manipulation directe tout en se contraignant à ce que les outils développés : n'imposent pas de changer de langage; soient compatible avec les différents toolkits; aient un impact minimal et contrôlable sur le code de l'application.

DESCRIPTION DE KABOOM

Kaboom est une boîte à outil pour la pratique de la programmation à la volée en C/C++. Elle permet de développer incrémentalement une application alors que celle-ci s'exécute.

Kaboom propose les fonctions suivantes :

- mise à jour de l'application lors du changement du code d'une fonction ou d'une méthode ;
- éditeur intégré et widgets pour la manipulation directe des constantes sans compilation (Figure 2) ;
- contrôle explicite de la portée de la mise à jour vis à vis de l'édition de liens ;
- contrôle explicite des points de mise à jours pour éviter les interférences avec les algorithmes ;
- fonctions exécutées lors de mises à jour ;



Figure 2. Utilisation du mode "live" de Kaboom. A gauche : l'éditeur intégré permet de changer dynamiquement les variables à l'aide de widgets dédiés. A droite : l'application en cours d'exécution.

- compatibilité avec les IDEs par l'usage de messages d'erreurs au même format que les compilateurs usuels ;
- récupération d'erreur de segmentation.

L'une des règles guidant le design de Kaboom est de laisser le développeur choisir les zones à mettre à jour ce qui lui permet de contrôler l'impacte de la programmation à la volée sur les performances de son application. Pour cela nous utilisons le principe des annotations du C/C++ . Trois annotations sont définies par Kaboom : *codegen_dynamic* ; *codegen_moduledecl* ; *codegen_onreload*. Elle sont ignorées par les autres compilateurs et le code annoté reste totalement compilable avec ceux-ci. Par contre lorsque l'application est compilée avec Kaboom ces annotations activent le support de la mise à jour du code pendant l'exécution.

En plus de la recompilation à la volée et de la manipulation directe des variables il est possible d'interagir avec l'application en utilisant le code source comme un langage de script. Pour cela on utilise l'annotation *codegen_onreload*. Une fonction ainsi annoté va être exécutées à chaque mise à jour du code source, ce qui revient à disposer d'une boucle REPL [3]. Le listing 1 illustre comment cette fonction peut être utilisée pour interroger l'état de l'application et pour ajouter dynamiquement des objets à une GUI.

```

1 codegen_onreload
2 void myscripting(int param) {
3     printf("Obj Count: %d\n", getNumObject ()
4         );
5     app().addWidget(new QPushButton("Button OK")
6         );
7 }

```

Listing 1. Utilisation de l'annotation *codegen_onreload* à la manière d'une console de script

OBJECTIFS DE LA DÉMO

Dans le cadre des démos IHM 2014 nous souhaitons présenter la première version publique de Kaboom. Nous pouvons illustrer les usages de Kaboom sur différents exemples en liens avec des tâches de développement que nous réalisons dans nos laboratoires. Par exemple :

- développement d'applications graphique (OpenGL, QT, etc...);
- développement d'applications interactive et plus particulièrement écriture d'automate d'interaction ;

- utilisation de la boucle REPL et donc C/C++ comme un langage de script dynamique et facilement intégrable à une application ;
- utilisation de la programmation à la volée pour l'enseignement de la programmation à la fois par l'enseignant et par les étudiants.

En outre, Kaboom est un travail en cours auquel nous souhaitons ajouter les fonctions suivantes :

- la visualisation de l'historique de la session à la manière de [4] ;
- la modification à la volée des classes ;
- le remplacement de l'éditeur intégré par un éditeur externe à la manière de GNU Rocket [1] ;
- la manipulation directe d'une instance d'une classe à la manière de ce qu'on fait pour les constantes ;
- la sélection dans la fenêtre de l'application des objets à manipuler dans le code source ;
- la programmation de machine à états et d'automates d'interactions. En s'appuyant sur l'analyse de [5] nous souhaitons pouvoir manipuler un même automate au travers d'une représentations graphique et d'un code source, les deux représentations étant interactives et synchronisées.

Dans cet optique nous espérons pouvoir échanger lors des séances démos sur limites et les avantages de la programmation à la volée à la fois comme une forme d'interaction riche et expressive et interactive, et plus concrètement comme pratique de développement généralisable et/ou à généraliser.

BIBLIOGRAPHIE

1. Gnu rocket. <http://rocket.sourceforge.net/>.
2. Measuring programming language popularity. http://en.wikipedia.org/wiki/Measuring_programming_language_popularity and <http://langpop.com/>.
3. Read-eval-print loop. <http://en.wikipedia.org/wiki/REPL>.
4. Chevalier F., Dragicevic P., Bezerianos A. & Fekete J.-D. Using text animated transitions to support navigation in document histories. In *CHI* (2010), 683–692.
5. Conversy S. Existe-t-il une différence entre langages visuels et textuels en termes de perception ? In *IHM 2013, 25ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine*, ACM (2013).
6. Ungar D. Self and self: Principles, meta-principles and personal lesson. Talk at Stanford Colloquim: <http://youtu.be/3ka4KY7TMTU>, 2009.
7. Ungar D. & Smith R. B. Self. In Proc. *HOPL III*, ACM (2007), 9–1–9–50.
8. Victor B. Inventing on principle. <http://worrydream.com>.

Bertifier: New Interactions for Crafting Tabular Visualizations

Charles Perin
INRIA, Univ. Paris-Sud &
CNRS-LIMSI
Bat. 660, Orsay, France
charles.perin@inria.fr

Pierre Dragicevic
INRIA
Bat. 660, Orsay, France
pierre.dragicevic@inria.fr

Jean-Daniel Fekete
INRIA
Bat. 660, Orsay, France
jean-daniel.fekete@inria.fr

ABSTRACT

Bertifier is a Web app for rapidly creating tabular visualizations from spreadsheets. It directly draws from Jacques Bertin's matrix analysis method, whose goal was to "simplify without destroying" by encoding cell values visually and grouping similar rows and columns. Bertifier has the potential to bring Bertin's method to a wide audience of both technical and non-technical users, and empower them with data analysis and communication tools that were so far only accessible to a handful of specialists. www.aviz.fr/Bertifier contains additional material materials, a tutorial, and a link to the online open-source application.

Key Words

Visualization; Bertifier; Crossing; Crossets; Bertin Matrices; Tables.

ACM Classification Keywords

H.5.m. Information Interfaces and Presentation (e.g. HCI): Miscellaneous.

INTRODUCTION

Standard GUIs use only one dimension of the screen 2D space—and one dimension of the mouse—to interact with sliders, while several works take advantage of the dimension orthogonal to the sliders' axis [2, 6], that we call the orthogonal dimension. Despite the fact that crossing [1] for selecting several objects in a single gesture is well suited to the simultaneous manipulation of multiple sliders, this technique has never been applied to manipulate the orthogonal dimension of sliders. While pointing requires to target an object and press the mouse button to activate it, crossing consists of pressing the mouse button and moving the cursor in a series of graphical objects to activate them all.

Crossets [9] are beneficial for interfaces presenting objects that are *similar, aligned, and on which users often perform the same small set of actions over a range of consecutive objects*. Spreadsheet calculators for example, would benefit from Crossets to apply specific formatting/coloring to a subset of rows (or columns). Currently,

users have to select the rows on which to apply the action, then open a menu and apply the action using a selection-action-deselection cycle. Crossets can avoid the selection-deselection, and apply the action directly with continuous feedback. In this demonstration, we present Bertifier [10], an online application entirely based on crossets for crafting tabular visualization from quantitative spreadsheets.

BERTIFIER

Bertifier is an online application for crafting tabular visualizations from quantitative spreadsheets, based on Jacques Bertin's matrices analysis method [4, 5]. As detailed in [10], Bertifier remains faithful to Bertin's method while leveraging recent advances in HCI in order to provide a tool accessible to a wide range of users.

Bertifier loads any spreadsheet containing quantitative data. It allows for visually encoding cell values using various encodings (*e. g.*, barchart, circle height, and position). Moreover, as heterogeneous data implies heterogeneous visual encodings, each dimension of the table can be encoded independently. Following Bertin's method, Bertifier features formatting tools (*e. g.*, separators, rows and columns resizing) and free annotation tools to both improve the visual exploration process and the communication process. One of the main characteristics of Bertifier is the visual reordering it provides. Rows and columns can be dragged and dropped to manually reorder the table, but subsets of rows and columns can also be automatically reordered using associated crossets; as a result, Bertifier makes it possible to reorder visually numerical tables without requiring any mathematical or statistical background, as this was confirmed during a qualitative user study [10]. Finally, an export functionality allows users to export the final visualization as a vector graphic file for further modifications.

To summarize, Bertifier features the following functionalities, based on Jacques Bertin's requirements for matrices analysis:

1. allow the creation of a table from raw data
2. perform data conditioning: scale, clamp range, discretize (step), and inverse rows/columns values so they become comparable
3. select an encoding for cell values
4. present the table visually
5. reorder the rows/columns to group similar items together and move apart dissimilar ones
6. group rows/columns that form meaningful chunks
7. annotate the matrix (name groups)
8. finalize the results for communication / publication

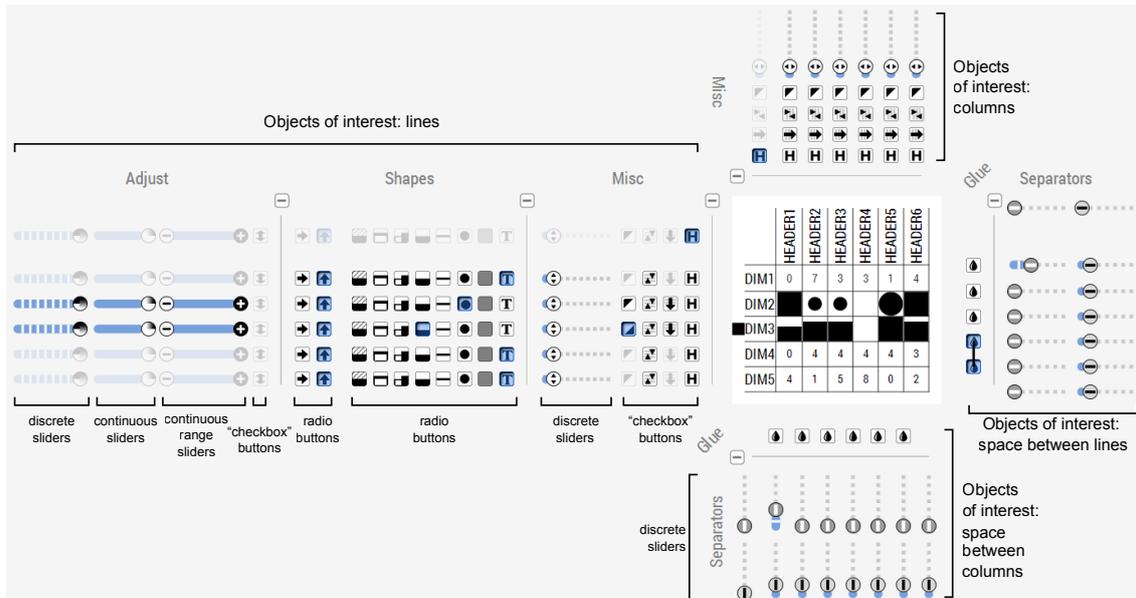


Figure 1. The Bertifier interface with crossets laid out around the table.

CROSSETS FOR BERTIFIER

In Bertifier (see Figure 1), Crossets are placed next to rows and columns, and make it possible to perform actions on arbitrary groups of adjacent rows and columns.

UI Guidelines recommend avoiding too many widgets [12]. However, the multiplication of Crossets is a strength of Bertifier. Indeed, it deals with the challenge of applying an action on several objects of interest by one unique interaction [7]. Moreover, applying actions does not require to specify the selection in advance which is made on-the-fly—as opposed to the traditional selection-action sequential approach, and the gesture’s reversibility makes the system tolerant to errors.

As Crossets are aligned with their target row or column, their spatial offset is null according to one of the two dimensions of the space. Thus, their spatial indirectness [3] is lower than widgets not designed to be aligned with the objects of interest and far from them.

The selection of objects of interest and the manipulation of values are performed in a unique gesture with immediate feedback [11, 8], and the actions are instantaneously applied to the objects of interest. Thus, Crossets minimize temporal indirectness [3] and articulatory distance [8].

Designing an entire interface involves tradeoffs, and internal consistency can conflict with the degree of compatibility [3] of some Crossets. For example, to modify the width of a column, the user has to drag the slider thumb up and down while a horizontal dragging would be more cognitively congruent.

A recognized challenge of direct manipulation interfaces is targeting invisible objects [7]. Crossets must be visible in the viewport to be reachable, which may be a problem when the table is too large (Bertifier reaches its limits for tables larger than 1000 cells), requiring to perform several gestures coupled with page scrolling. However, zooming out solves the problem in most cases.

CONCLUSION

Bertifier is a semi-automatic approach for reordering matrices based on visual reordering. Bertifier leverages recent advances in HCI—crossing interaction—to apply actions on multiple rows and columns in a single gesture, avoiding the standard selection–action sequential approach. Bertifier resurrects an ancient and forgotten method and we believe it will finally democratize Bertin’s work, while many previous attempts failed before. The tool is designed to be accessible to a wide range of users, from researchers—for communicating experimental results to school pupils—for learning by manipulation, and we believe it has a high pedagogical value. Some teachers and students from a French University already use it during a class, and we hope it is the sign of a wider adoption.

BIBLIOGRAPHY

- Accot J. & Zhai S. More than dotting the i’s — foundations for crossing-based interfaces. In *Proc. CHI '02*, ACM (2002), 73–80.
- Appert C. & Fekete J.-D. Orthozoom scroller: 1d multi-scale navigation. In *Proc. CHI '06*, ACM (2006), 21–30.
- Beaudouin-Lafon M. Instrumental interaction: An interaction model for designing post-wimp user interfaces. In *Proc. CHI '00*, ACM (2000), 446–453.
- Bertin J. *La graphique et le traitement graphique de l’information*. Nouvelle bibliothèque scientifique. Flammarion, 1975.
- Bertin J. *Graphics and Graphic Information Processing*. De Gruyter, Berlin, 1981. Translation: William J. Berg, Paul Scott.
- Fekete J. The infovis toolkit. In *INFOVIS '04* (2004), 167–174.
- Frohlich D. M. Direct manipulation and other lessons. In *Handbook of human-computer interaction (2nd ed)*, Elsevier (1997), 463–488.
- Hutchins E. L., Hollan J. D. & Norman D. A. Direct manipulation interfaces. *Hum.-Comput. Interact.* 1, 4 (1985), 311–338.
- Perin C. & Dragicevic P. Manipulation de Sliders Multiples par Franchissement. *26th French Speaking Conference on Human-Computer Interaction* (2014).
- Perin C., Dragicevic P. & Fekete J. Revisiting bertin matrices: New interactions for crafting tabular visualizations. *TVCG* (2014).
- Shneiderman B. Direct manipulation: A step beyond programming languages. *Computer* 16, 8 (1983), 57–69.
- Van Dam A. Post-wimp user interfaces. *Commun. ACM* 40, 2 (1997), 63–67.

Sonifier l'écriture pour le diagnostic précoce et la rééducation de la dysgraphie parkinsonienne

Jérémy Danna
CNRS, Aix Marseille
Université,
LNC UMR 7291,
13331, Marseille,
France
jeremy.danna@univ-
amu.fr

Serge Pinto
CNRS, Aix Marseille
Université,
LPL, UMR7309,
13100, Aix-en-
Provence, France
serge.pinto@univ-
amu.fr

Alexandre Eusebio
Aix Marseille
Université,
INT, UMR 7291,
13385, Marseille,
France
alexandre.eusebio@ap-
hm.fr

Jean-Luc Velay
CNRS, Aix Marseille
Université,
LNC UMR 7291,
13331, Marseille,
France
jean-luc.velay@univ-
amu.fr

RESUME

A l'exception du léger frottement du stylo sur la feuille, l'écriture est une activité silencieuse. Parce que la modalité auditive est disponible pendant l'écriture et parce qu'elle est particulièrement pertinente pour percevoir des différences fines au plan temporel et dynamique, nous cherchons à comprendre comment l'ajout d'informations auditives permet à un évaluateur externe, le thérapeute dans notre cas, ou au scripteur lui-même d'évaluer et d'améliorer son geste en temps réel. La sonification de certaines caractéristiques motrices de l'écriture nous permet de disposer d'un outil clinique pertinent pour faciliter l'évaluation et la rééducation de la motricité fine dans la Maladie de Parkinson.

Mots Clés

Analyse Temps-Réel, Evaluation, Tablettes Graphiques, Graphomotricité, Remédiation, Feedback auditif

ACM Classification Keywords

Experimentation, Measurement, Performance

INTRODUCTION

Les signes prédominants de la maladie de Parkinson (MP), l'akinésie, la rigidité et le tremblement, ont des conséquences sur les mouvements automatiques et volontaires. Parmi ces derniers, les troubles de l'écriture, i.e la micrographie, participent fréquemment au tableau clinique et représentent un facteur majeur de handicap hypothéquant à long terme la communication du patient. La micrographie relève d'un déficit de motricité segmentaire et constitue le terme générique usité pour décrire tous les aspects déficitaires de l'écriture dans la MP. Relativement peu étudié, ce trouble rend compte d'une écriture de faible taille, devenant de plus en plus petite à mesure que la main progresse vers la fin d'une ligne, accompagnée d'une détérioration de la clarté et de la lisibilité de l'écrit. Elle représente souvent le premier signe qui alerte le patient, mais elle n'est pas toujours aisée à mettre en évidence pour un clinicien. Pourtant, le caractère précoce de la micrographie en fait un indicateur très sensible à un stade très précoce de la MP. Dès 1817, James Parkinson a décrit dans son article princeps que les troubles

d'écriture précèdent ceux de la marche [1]. Par conséquent, analyser l'écriture peut s'avérer très précieux pour le diagnostic précoce de la maladie (voir Figure 1), ainsi que pour l'évaluation de l'efficacité thérapeutique d'un traitement, ou pour rééduquer ce geste dégradé par la pathologie. La micrographie est une caractéristique spécifique mais pas systématique de la MP. Elle est présente chez un patient sur deux environ [3]. La question est donc de savoir si d'autres caractéristiques de l'écriture parkinsonienne sont plus systématiquement présentes à un stade aussi précoce, représentant ainsi des troubles d'écriture génériquement définis sous le terme de *dysgraphie parkinsonienne* [3].

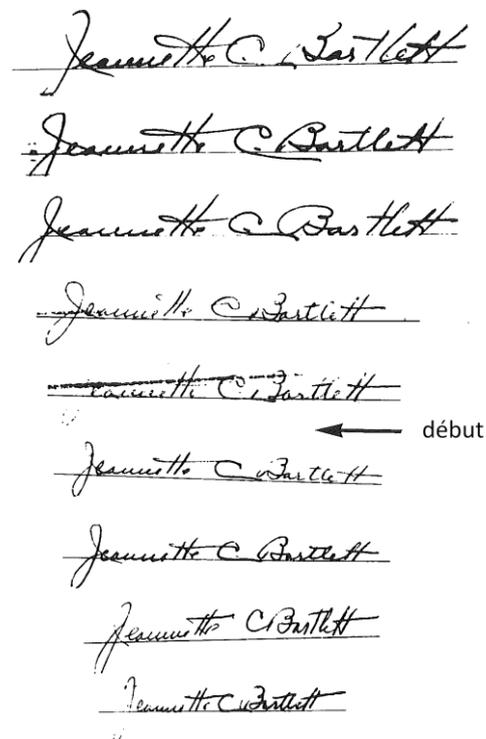


Figure 1. Signatures effectuées chaque année par une patiente parkinsonienne avant le début d'autres symptômes cliniques (les 5 premières) et après (les 4 dernières). La micrographie est apparue deux ans avant que les autres symptômes cliniques commencent (Tiré de l'étude [2]).

Intérêt des Tablettes Graphiques

Grâce aux tablettes graphiques, nous avons aujourd'hui accès, pour décrire le mouvement d'écriture, à de nouvelles variables qui étaient jusqu'à présent cachées. Ces nouvelles technologies ont permis l'élaboration de nombreux systèmes d'analyse automatique de l'écriture [4, 5]. Les implications sociétales sont nombreuses et variées (informatique légale, finalité éducative etc.). Parmi elles, le domaine médical a déjà été investigué et l'intérêt démontré, que ce soit à visée préventive ou thérapeutique [6, 7]. Concernant l'écriture d'un patient parkinsonien, de nombreux travaux ont montré qu'elle est moins « lisse », moins « mélodieuse » que celle d'un normo-scripteur [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. Par exemple, l'analyse cinématique du tracé révèle un nombre de pics de vitesse et d'accélération plus important. La pression exercée par le stylo sur le papier diffère également. Ces variables n'étaient pas mesurables jusqu'à maintenant mais, avec le développement de nouveaux outils informatiques, la situation change.

Toutes ces variables (spatiales, temporelles et dynamiques) peuvent être utilisées pour informer le thérapeute et le scripteur sur le déroulement du mouvement afin de le rééduquer. Mais comment corriger des défauts de mouvements qui ne sont pas naturellement (ou pas correctement) perçus ? Pour parvenir à cela, il faut traduire ces variables dans une modalité sensorielle qui permette d'en rendre compte. C'est tout le sens de ce projet qui vise à transformer en sons certaines variables cachées du geste d'écriture afin de les rendre perceptibles.

Réalité Audio Augmentée et 'Sonification'

La réalité augmentée désigne les applications qui intègrent en temps réel des éléments virtuels (images, sons, ...) à notre perception naturelle de la réalité. La possibilité pour l'utilisateur de percevoir en même temps l'environnement réel et les éléments fictifs différencie la réalité augmentée de la réalité virtuelle. Les systèmes dits de réalité audio augmentée visent à compléter notre perception auditive du réel en y ajoutant des éléments sonores. Parmi elles, le néologisme 'sonification' fait référence à l'utilisation de sons de synthèse comme apport d'information. C'est une problématique en forte expansion qui connaît de nombreuses applications dans des domaines divers (santé, industrie, art, ...). Nous pouvons noter l'essor des applications liées aux retours auditifs en physiothérapie [16], dans le sport d'élite [17], ou liées à l'utilisation de représentations auditives sur ordinateur pour aveugles [18].

IDENTIFIER LES VARIABLES QUI CARACTERISENT UNE ECRITURE PARKINSONNIENNE

Que doit-on sonifier ? Il faut se poser d'emblée la question des règles d'association entre les variables pertinentes du mouvement graphique et les sons choisis. Si le seul but recherché était esthétique, il n'y aurait pas

de règle *a priori*. Mais puisque nous cherchons à informer sur la qualité de l'écriture, nous avons une contrainte forte : celle de définir les variables auxquelles associer un retour sonore. Par exemple, nous savons que le son n'est pas aussi adapté que la vision pour traiter des informations spatiales. En revanche, sonifier le geste d'écriture nous paraît tout-à-fait pertinent car le son se prête parfaitement à l'expression des caractéristiques dynamiques du mouvement auxquelles l'œil est moins sensible [19].

Afin d'identifier les variables d'une écriture, nous avons procédé en deux temps. Dans un premier temps, nous avons recensé l'ensemble des variables analysées à l'aide des tablettes graphiques dans l'évaluation clinique des troubles de l'écriture manuscrite [20], à partir de 42 articles cliniques dont 7 spécifiquement centrés sur l'écriture de patients parkinsoniens. Cette revue de littérature a été accompagnée de la proposition d'une nouvelle variable cinématique pour étudier la fluidité du mouvement d'écriture (le SNvpd). Cette variable a été validée expérimentalement à partir d'écriture d'enfants dysgraphiques. La seconde étape était de déterminer parmi toutes les variables recensées celles qui sont le plus pertinentes pour évaluer la dysgraphie parkinsonienne.

D'un point de vue théorique, nous avons effectué une revue de littérature centrée sur l'écriture parkinsonienne [3]. Cette méta-analyse a questionné la pertinence de la micrographie, trouble spatial de l'écriture, au regard des troubles cinématiques du geste d'écriture ; elle a confirmé l'intérêt d'analyser le geste d'écriture en complément de l'analyse de la trace écrite. Notons également qu'elle a proposé des méthodes pour étudier l'écriture pour le diagnostic et le suivi de la MP.

D'un point de vue expérimental, nous avons déterminé une batterie de tests pour observer le changement de ces variables cinématiques et dynamiques à différents niveaux d'évolution de la maladie. Nous avons recueilli l'écriture et le graphisme de patients à deux stades d'évolution dans la maladie : un groupe de patients à un stade avancé où nous avons comparé leurs performances graphomotrices avec et sans traitement dopaminergique ('on' versus 'off' dopamine) et un groupe de patient *de novo*, en cours de diagnostic et sans traitement dopaminergique. Dans un premier temps, nous avons comparé les performances de patients parkinsoniens à un stade avancé afin de déterminer quelles variables sont le plus affectées par la pathologie [21]. Nous leur avons demandé de tracer des spirales d'Archimède, version adaptée du test actuellement utilisé par les neurologues en version papier-crayon (le *Tremor Rating Scale* [22]), dans diverses conditions expérimentales : (1) à vitesse spontanée versus aussi vite que possible, (2) avec la main droite et la main gauche, (3) en grand et en petit, et (4) avec le point de départ au centre ou à l'extérieur de la spirale.

Les résultats préliminaires de cette étude ont révélé que la pression exercée par le stylo sur la feuille (fixée sur la tablette) et la fluidité du mouvement, définie comme des fluctuations anormales de la vitesse tangentielle, sont les deux variables les plus sensibles au traitement

dopaminergique. Une analyse spectrale de ces fluctuations de vitesse permet d'étudier plus finement le tremblement parkinsonien, notamment en les repérant et en les comptabilisant dans le temps et dans l'espace (analyse en cours, voir Figure 2 pour une illustration).

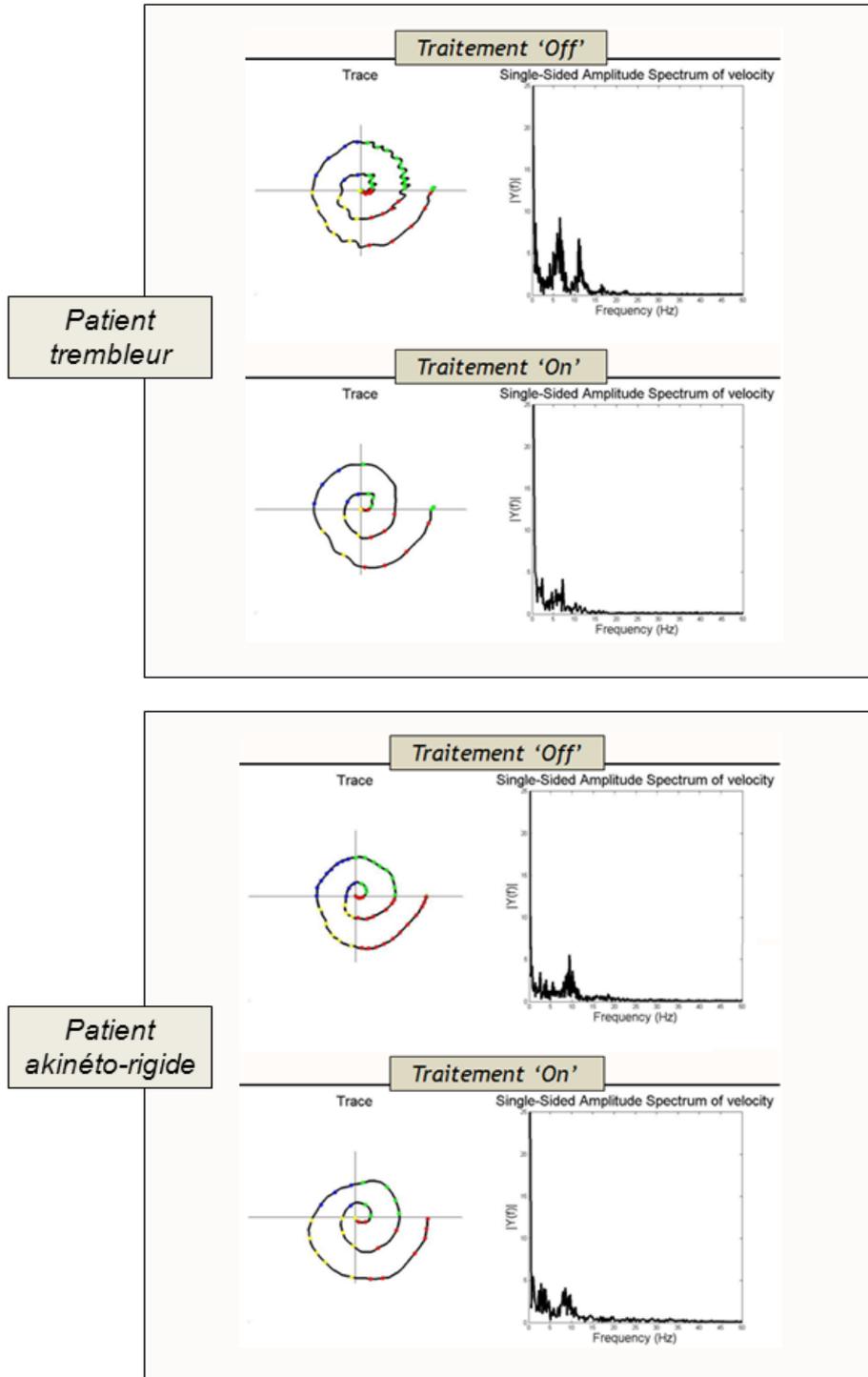


Figure 2. Illustrations de performances à partir du recueil de spirales chez un patient trembleur (en haut) et chez un patient akinéto-rigide (en bas), 'off' traitement (à gauche) et 'on' traitement (à droite). Pour chaque exemple, est représentée la trace (versant gauche) et l'amplitude du spectre du profil de vitesse (versant droit). Les fluctuations anormales de vitesse (autour de 10 Hz) sont localisées sur la trace par des points de couleurs différentes.

En conclusion, des tâches graphiques simples complétées par des analyses sophistiquées peuvent être particulièrement pertinentes pour aider le neurologue à évaluer ses patients, grâce à l'ajout de critères supplémentaires normalisés.

La question est maintenant de déterminer quels sons associer aux variables sélectionnées pour les rendre perceptibles et interprétables.

SONIFIER L'ECRIURE POUR AMELIORER SON CONTROLE

Pourquoi ?

Sonifier le geste d'écriture ne présente a priori que peu d'intérêt pour le neurologue qui préfère voir où, quand, et comment s'expriment les troubles graphomoteurs liés à la pathologie. En revanche, il est important de remédier à la difficulté de communication écrite qu'engendre la MP, à travers notamment une rééducation adaptée qui pourrait avoir un impact positif sur d'autres activités impliquant la motricité distale fine.

L'écriture est une activité silencieuse, si on excepte le léger frottement du stylo. Parce que la modalité auditive est disponible pendant l'écriture et parce qu'elle est plus efficace que la vision pour permettre la perception de différences fines au plan temporel et dynamique, utiliser des sons pour renseigner sur les mouvements semble judicieux. Jusqu'à aujourd'hui, personne n'avait envisagé d'utiliser toute la richesse des sons pour créer un feedback auditif en temps réel sur l'écriture, c'est-à-dire informant à la fois sur les aspects cinématiques (vitesse, fluidité) et dynamiques (pression). L'originalité de notre approche est d'utiliser les variables de l'écriture identifiées comme étant les plus pertinentes en les combinant d'une façon optimale et de transformer le résultat de cette combinaison en sons que le patient (et/ou le neurologue) pourra utiliser de façon à faire évoluer son écriture incorrecte vers une écriture appropriée. En d'autres termes, le scripteur pourra détecter à l'oreille si son écriture est « mélodieuse » ou « disharmonieuse » et utiliser cette « musique » de l'écriture pour l'améliorer.

En travaillant sur la nature même des sons, il est possible d'augmenter la prise d'information véhiculée par le son. Il est clairement établi que l'efficacité d'un feedback auditif dépend étroitement de l'interprétation métaphorique du son perçu [23]. Par conséquent, la sonification se doit de respecter les règles de production de l'écriture, sinon, les sons générés peuvent conduire l'auditeur à une incompréhension de la nature de l'action. La stratégie que nous avons adoptée consiste donc à créer un 'mapping' naturel et intuitif entre le son et le mouvement.

Comment ?

Comment construire ce mapping naturel entre le son et mouvement d'écriture ? En fait, si justement nous prêtons l'oreille au faible son de frottement que le stylo

fait sur la feuille, nous pouvons entendre des variations de timbre générées par l'interaction entre le stylo et la feuille. Ces sons de frottements sont amplifiés selon la granularité du support ou selon l'instrument choisi. En effet, nous nous souvenons tous du bruit de frottement de la craie sur le tableau en ardoise qui se mettait à crisser lorsque la pression n'était pas correcte. Nous étions ainsi capables de reconnaître « à l'oreille » si c'était le maître ou l'élève qui écrivait sans même le voir. Les informations sonores nous informaient donc sur la qualité de cette action (e.g. pression inappropriée de la craie) mais également, dans une certaine mesure, sur le mouvement et la forme produite par le scripteur.

Thoret et collaborateurs [24] ont testé cette hypothèse à partir de sons synthétisés de frottement asservis aux variations de vitesse du stylo dans la production de formes géométriques simples (cercles, ellipses, huit, traits, etc.). Dans une première expérience, des auditeurs devaient écouter ces sons de synthèse et les calibrer afin qu'ils évoquent des mouvements graphiques fluides et naturels. Cette première expérience a révélé que cet ajustement s'effectuait en accord avec la loi de puissance $2/3$ [25], c'est-à-dire en respectant la cinématique « biologique » sous-jacente à la production de formes géométriques. Dans une deuxième expérience, les mêmes auditeurs devaient reconnaître les formes géométriques à partir de l'écoute des sons associés à la vitesse de production de ces formes. Cette deuxième expérience a révélé que nous sommes capables de catégoriser des formes géométriques simples à partir de l'écoute du son qui change en fonction de leurs cinématiques de production, à condition que celles-ci soient suffisamment distinctes les unes des autres.

Cependant, ces résultats ne valident la sonification de mouvements biologiques que dans la production fluide de formes géométriques simples, ce qui est loin d'être le cas d'une écriture parkinsonienne. La sonification de la vitesse d'écriture est donc pertinente mais pas suffisante pour aider le scripteur à juger la qualité de son geste d'écriture. C'est pour cette raison que nous avons créé cette nouvelle variable de fluidité (le SNvpd) [20]. Cette variable marque les pics de vitesse surnuméraires, plus fréquemment présents dans une écriture peu fluide. En la sonifiant par des sons discrets, nous avons créé ce que l'on appelle une 'alarme auditive' qui renseigne sur la qualité du geste. Enfin, pour respecter la stratégie de sonification naturelle de l'écriture, nous avons associé le volume sonore à la pression exercée par le stylo sur la feuille, de sorte que les levers de stylo amenaient des moments de silence.

VALIDATIONS EXPERIMENTALES

Grâce aux travaux effectués en sonification par les acousticiens du Laboratoire de Mécanique Acoustique associés au projet [24, 26, 27], nous disposons d'une plateforme de synthèse qui transforme les variables

désirées en sons. A partir de cet outil, nous avons effectué une première expérience d'écoute d'écriture afin de valider la stratégie de sonification adoptée [28]. Quarante-huit auditeurs adultes devaient écouter un mot écrit par trois groupes de scripteurs - des adultes, des enfants bons scripteur, et des enfants mauvais scripteurs - et devaient la noter entre 0 et 20. Points importants : les auditeurs ne voyaient pas l'écriture qu'ils entendaient, ils n'avaient pas connaissance de la présence de ces trois groupes de scripteurs et, surtout, ils devaient dans un premier temps juger l'écriture sans savoir à quoi correspondaient les sons qu'ils entendaient et sans avoir de critère d'évaluation. Cette expérience a révélé que deux tiers des auditeurs ont implicitement sanctionné négativement l'écriture des enfants mauvais scripteurs et positivement celle des deux groupes de bons scripteurs. Une fois que les auditeurs prenaient connaissance de la signification des sons et des critères d'évaluation, ils ont tous noté plus négativement l'écriture des mauvais scripteurs que celles des bons scripteurs. En conclusion, la stratégie de sonification sélectionnée permet à un évaluateur externe d'être informé sur la qualité de l'écriture. L'étape suivante était de sonifier l'écriture en temps-réel pour permettre au scripteur lui-même d'entendre son écriture en cours afin d'en améliorer son contrôle.

La sonification temps-réel impose certaines contraintes. En effet, le décalage temporel entre le mouvement et le retour sonore doit être le plus faible possible car un décalage trop important peut devenir perceptible et conduire à l'effet inverse de celui escompté. Imaginons par exemple que le scripteur entende que son écriture n'est pas fluide au moment où elle l'est redevenue, cette mauvaise association entre ce qu'il fait et ce qu'il entend l'incitera à dégrader son geste au lieu de l'améliorer. Sonifier en temps-réel la vitesse tangentielle et la pression instantanée est simple, puisque ces deux variables sont immédiatement (ou presque) disponibles par la tablette graphique. Par contre, sonifier instantanément la fluidité pose un réel problème technique. Le SNvpd est calculé en soustrayant le nombre de pics de la vitesse tangentielle d'écriture filtrée à 5Hz (reflétant une cinématique fluide) du nombre de pics de la même vitesse filtrée à 10Hz (reflétant la cinématique réellement effectuée, voir [20] pour plus de détails). Le filtrage à 5 Hz requiert l'enregistrement d'un nombre de points de mesure trop important, ce qui conduit à un décalage temporel trop grand. Nous avons donc adopté une autre modélisation, par la méthode de fenêtre glissante dans le profil de vitesse à 10Hz. Pour simplifier au maximum notre propos, cette méthode consiste à construire une fenêtre temporelle de 35 ms qui s'actualise selon la fréquence d'échantillonnage, soit toutes les 5 ms dans notre cas (200 Hz). Si à l'intérieur de cette fenêtre temporelle, il y a deux accélérations nulles au lieu d'une seule, le geste est considéré comme non fluide car trop fluctuant : l'alarme auditive de perte de fluidité apparaît.

Avant de valider cette stratégie de sonification temps-réel chez le patient parkinsonien, nous l'avons testé chez l'adulte jeune tout-venant dans une tâche d'apprentissage de quatre nouveaux caractères [29]. Cette étape nous semblait nécessaire pour valider préalablement l'effet bénéfique de l'apport du feedback auditif en temps-réel sur l'écriture. Cependant, afin d'étudier cet effet sur une écriture comparable à celle d'un parkinsonien, les jeunes adultes devaient réaliser cette tâche d'apprentissage avec leur main non-dominante. Le protocole de cette expérience était de type 'pré-test/ entraînement/ post-test (à T0 et T0+24h)'. Durant la phase d'entraînement, les scripteurs écrivaient chaque nouveau caractère 16 fois. Deux des quatre caractères étaient appris avec le feedback auditif supplémentaires (contrebalancés selon les participants). Cette étude a révélé que les caractères appris avec le feedback auditif étaient produits plus rapidement (30 mm/s vs. 25 mm/s), avec une fluidité presque deux fois plus grande, que les caractères appris sans le feedback, au détriment (à court terme uniquement) d'une moins bonne précision spatiale. Cet effet concluant de la sonification de l'écriture en temps-réel chez l'adulte jeune ouvre ainsi les perspectives cliniques et rééducatives.

REMERCIEMENTS

Ce travail réalisé dans le cadre du Labex BLRI (ANR-11-LABX-0036) a bénéficié d'une aide de l'Etat gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du projet Investissements d'Avenir A*MIDEX portant la référence n° ANR-11-IDEX-0001-02, ainsi que sous le projet METASON CONTINT (ANR-10-CORD-0003).

BIBLIOGRAPHIE

1. Parkinson J. An essay on the shaking palsy. Printed by Whittingham and Rowland for Sherwood, Neely, and Jones, 1817.
2. McLennan, J.E., Nakano K., Tyler H.R. & Schwab R.S. Micrographia in Parkinson's disease. *J. Neurol. Sci.* 15, (1972), 141-152
3. Letanneux A., Danna J., Velay, J.-L., Viallet F. & Pinto S. From micrographia to Parkinson's disease dysgraphia. *Mov. Disord.* (in press).
4. Arica N. & Yarman-Vural F. An overview of character recognition focused on off-line handwriting. *IEEE T. Syst. Man. Cy.* C 31, (2001), 216-233.
5. Plamondon R. & Srihari S.N. Online and off-line handwriting recognition: a comprehensive survey. *IEEE T. Pattern Anal.* 22, (2000), 63-85.
6. Plamondon R. & O'Reilly C. & Ouellet-Plamondon C. Strokes against stroke – strokes for strides. *Pattern Recogn.* 47, (2014), 929-944.
7. O'Reilly C., Plamondon R. & Lebrun L.-H. Linking brain stroke risk factors to human movement features for the development of preventive tools. *Front. Aging Neurosci.* 6, (2014), 150. doi: 10.3389/fnagi.2014.00150
8. Caligiuri M.P., Teulings H.L., Filoteo J.V., Song D. & Lohr J.B. Quantitative measurement of handwriting in the assessment of drug-induced parkinsonism. *Hum. Mov. Sci.* 25, (2006), 510-522.

9. Rosenblum S., Samuel M., Zlotnik S., Erikh I. & Schlesinger I. Handwriting as an objective tool for Parkinson's disease diagnosis. *J. Neurol.* 260, (2013), 2357-2361.
10. Teuling H.L. & Stelmach G.E. Control of stroke size, peak acceleration, and stroke duration in Parkinsonian handwriting. *Hum. Mov. Sci.* 10, (1991), 315-334.
11. Teulings H.L., Contreras-Vidal J.L., Stelmach G.E. & Adler C.H. Parkinsonism reduces coordination of fingers, wrist, and arm in fine motor control. *Exp. Neurol.* 146, (1997), 159-170.
12. Tucha O., Mecklinger L., Thome J., Reiter A., Alders G.L., Sartor H., Naumann M. & Lange K.W.. Kinematic analysis of dopaminergic effects on skilled handwriting movements in Parkinson's disease. *J. Neural Transm* 113, (2006), 609-623.
13. Van Gemmert A.W.A., Teulings H.L., Contreras-Vidal J.L. & Stelmach G.E. Parkinson's disease and the control of size and speed in handwriting. *Neuropsychologia* 37, (1999), 685-694.
14. Van Gemmert A.W.A., Teulings H.L. & Stelmach G.E. Parkinsonian patients reduce their stroke size with increased processing demands. *Brain Cogn.* 47, (2001), 504-512.
15. Van Gemmert A.W.A., Adler C.H. & Stelmach G.E. Parkinson's disease patients undershoot target size in handwriting and similar tasks. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 74, (2003), 1502-1508.
16. Vogt K., Pirrò D., Kobenz I., Höldrich R. & Eckel G. PhysioSonic – Evaluated movement sonification as auditory feedback in physiotherapy. In Proc. 6th ICAD (2009), 103-120.
17. Konttinen N., Mononen K., Viitasalo J. & Mets T. The effects of augmented auditory feedback on psychomotor skill learning in precision shooting. *J. Sport & Exer. Psychol.* 26, (2004), 306-316.
18. Plimmer B., Reid P., Blagojevic R., Crossan A. & Brewster S. Signing on the tactile line: A multimodal system for teaching handwriting to blind children. *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* 18, (2011), 1-29.
19. Fitch W.T. & Kramer G. *Sonifying the body electric: Superiority of an auditory over a visual display in a complex, multivariate system.* In Auditory Display: Sonification, Audification and Auditory Interfaces. Reading MA: Addison-Wesley, 1994, 307-325.
20. Danna J., Paz-Villagrán V. & Velay J.-L. Signal-to-Noise velocity peaks difference: A new method for evaluating the handwriting movement fluency in children with dysgraphia. *Res. Dev. Disabil.* 34, (2013), 4375-4384.
21. Danna J., Eusebio A., Azulay J.-P., Witjas T., Pinto S. & Velay J.-L. Computerized analysis of spiral drawing in Parkinson's disease. *Movement Disorders* 29(S1), (2014), S313-S313.
22. Fahn S., Tolosa E. & Marin C. *Clinical rating scale for tremor.* In Parkinson's Disease and Movement Disorders. 2nd ed. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1993, 225-234.
23. Castiello U., Giordano B.L., Begliomini C., Ansuini C. & Grassi M. When ears drive hands: The influence of contact sound on reaching to grasp. *PLoS One* 5(8): e12240, (2010). doi:10.1371/journal.pone.0012240.
24. Thoret E., Aramaki M., Kronland-Martinet R., Velay J.-L. & Ystad S. From Sound to shape: Auditory perception of drawing movements. *J. Exp. Psychol. Hum. Percept. Perform.*, (2014), 983-994.
25. Viviani P. & Terzuolo C. Trajectory determines movement dynamics. *Neuroscience* 7, (1982), 431-437.
26. Aramaki M., Besson M., Kronland-Martinet R. & Ystad S. Controlling the perceived material in an impact sound synthesizer. *IEEE T Audio Speech* 19, (2011), 301-314.
27. Conan S., Thoret, E., Aramaki, M., Derrien, O., Gondre, C., Kronland-Martinet, R. & Ystad, S. An intuitive synthesizer of continuous interaction sounds: Rubbing, scratching and rolling. *Comput. Music J.* 38, (in press).
28. Danna J., J., Paz-Villagrán V., Gondre C., Aramaki M., Kronland-Martinet R. Ystad, S. & Velay J.-L. *Handwriting sonification for the diagnosis of dysgraphia.* In Recent Progress in Graphonomics: Learn from the Past. Japan: Tokyo University of Agriculture and Technology Press, 2013, 123-126.
29. Danna J., Fontaine M., Paz-Villagrán V., Gondre C., Thoret E., Aramaki M., Kronland-Martinet R., Ystad S. & Velay J.-L. The effect of real-time auditory feedback on learning new characters. *Hum. Mov. Sci.*, (under revision).

Validation active de compétences : réflexions sur les outils à mettre en place

Allison Combette

LAMIA

97200, Fort-de-France, Martinique

allison.combette@univ-ag.fr

Enguerran Grandchamp

LAMIA

97157, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe

enguerran.grandchamp@univ-ag.fr

RESUME

Cet article s'intéresse à la notion de compétences et à leur processus de validation en présentant les pistes de réflexion pour la mise en place d'une interface adaptée à la fois à l'apprenant, qui souhaite démontrer l'acquisition de compétences en construisant de manière personnalisée son Dossier Numérique de Compétence (DNC), et au tuteur devant valider celles-ci, en lui présentant une synthèse automatique du parcours de l'apprenant et des compétences abordées.

La construction par l'apprenant du DNC est nécessaire car il doit s'inscrire dans une démarche active lui permettant de prendre conscience de ses compétences.

La personnalisation de la démonstration de l'acquisition des compétences est quant à elle obligatoire de par la diversité des parcours universitaires et extra-universitaires possibles ayant conduit progressivement à l'acquisition de celles-ci.

Ces réflexions rejoignent celles sur l'autoévaluation mais le processus de validation différent de celui d'un enseignement par la nature des outils mis en place et la souplesse autorisée dans leur utilisation.

Mots Clés

Interface; compétences; dossier numérique; carnet de bord; parcours personnalisés; apprentissage; validation ;

ACM Classification Keywords

K.3.2 Computer and Education: Computer and Information Science Education

INTRODUCTION

Le finalité du suivi d'un ensemble de cours va bien au delà de la validation d'un diplôme et permet d'acquérir des compétences tout au long d'un cursus [1].

Dans le cadre de la démarche nationale de validation des compétences [13], l'Université des Antilles, comme toutes les autres universités, a dû réfléchir sur la manière dont ses étudiants vont concevoir le *Dossier Numérique de Compétences* (DNC) et dont ses enseignants vont l'évaluer.

Afin de faciliter la constitution et la validation du DNC nous proposons de mettre en place une interface pour les étudiants et des outils de diagnostic aux enseignants.

Dans la suite du document nous présentons la notion de compétence et son évaluation puis les outils pouvant aider à construire le DNC. Dans une dernière section nous présentons les pistes de discussion et de réflexion.

COMPETENCE

Dans le monde professionnel, les compétences sont définies par des caractéristiques individuelles ou collectives attachées au fait d'être capable de mettre en œuvre de manière efficace, dans des situations données, un ensemble de savoirs, savoirs être et savoirs faire.

Ces compétences sont respectivement acquises au travers de trois grands domaines d'apprentissage : le domaine cognitif, affectif et psychomoteur (taxonomie de bloom [3], [14]).

Un même enseignement peut permettre à un étudiant d'acquérir tout ou partie d'une compétence dans l'un ou plusieurs de ces domaines.

L'approche compétence est une manière de penser et d'organiser la formation par rapport à ses applications dans la vie sociale et professionnelle.

Un rapprochement entre le monde de l'entreprise et l'université est nécessaire pour répondre aux besoins des employeurs tout en leur apportant de nouvelles méthodes/techniques innovatrices.

Pour cela, il est nécessaire de disposer d'un référentiel de compétences auxquelles doit/peut conduire un cursus.

LES OUTILS

Une fois les compétences disciplinaires identifiées ainsi que leurs objectifs (pourquoi les acquérir ? dans quel

but ?), se pose la question des moyens de validation : Quels outils existent et peuvent être mis à la disposition des élèves, pour leur permettre de prendre conscience des compétences qu'ils ont, ou qu'ils peuvent acquérir, en vue d'une validation d'UE d'une manière immédiate et à long terme pour la poursuite de leur parcours professionnel ?

Après quelques recherches, on se rend vite compte qu'il existe pléthore de médias et outils informatiques destinés à cet usage.

Avec la démarche nationale, on trouve trois principaux outils issus de lois :

Le livret personnel de compétences (LPC Figure 1) apparaît dans la loi n° 2005-380 d'orientation et de programme pour l'avenir de l'école du 23 avril 2005 [20] et dans le décret n°2007-860 du 14 mai 2007 relatif au livret personnel de compétences [17] où l'on peut lire dans l'article D311-6 [16] : «*Le livret personnel de compétences est établi pour chaque élève selon un modèle national fixé par arrêté du ministre chargé de l'éducation nationale. Il permet à l'élève, à ses parents ou représentants légaux et aux enseignants de suivre la validation progressive des connaissances et compétences du socle commun défini par l'annexe à la section première du chapitre II du titre II du livre Ier de la partie réglementaire du code de l'éducation.*»



| Compétences | Palier 1 | Palier 2 | Palier 3 |
|---|----------|----------|----------|
| ▶ Maîtrise de la langue française | | | |
| ▶ Pratique d'une langue vivante étrangère | | | |
| ▶ Principaux éléments de mathématiques et culture scientifique et technologique | | | |
| ▶ Maîtrise des techniques usuelles de l'information et de la communication | | | |
| ▶ Culture humaniste | | | |
| ▶ Compétences sociales et civiques | | | |
| ▶ Autonomie et initiative | | | |

Figure 1. Le livret personnel de compétences [6].

Ce livret personnel de compétences a donc pour vocation de retracer les compétences que chaque élève a acquises depuis l'école jusqu'à l'entrée au lycée et ce de manière uniforme.

Le passeport orientation et information (Figure 2) apparaît dans la loi n°2009-1437 du 24 novembre 2009 relative à l'orientation et à la formation professionnelle tout au long de la vie [19]. Contrairement au livret personnel de compétence, il s'adresse aux adultes toujours en activité et favorise la mobilité professionnelle. Chaque adulte peut ainsi mieux retracer

ses formations et compétences [18], [25].

■ **Votre expérience : les moments clés de votre carrière**

Notez ici les différents moments clés de votre carrière professionnelle

| | | |
|---|--|------|
| Contexte (entreprise, association, ...) : | | de : |
| Intitulé du poste : | | à : |
| Objectifs | | |
| Ce que vous avez fait | | |
| Ce que vous avez obtenu comme résultat | | |
| Ce que vous en avez retenu | | |
| Les compétences mises en œuvre | | |

Figure 2. Exemple de passeport d'orientation et formation. [26]

Le livret de compétences [13] : mis en place entre 2009 et juin 2012 dans les collèges et lycées expérimentateurs, avait pour ambition de 'valoriser les parcours de tous les jeunes y compris ceux qui ne sont pas en situation de développer des activités hors du cadre de l'éducation formelle afin de favoriser l'égalité des chances dans les procédures d'orientation et dans la construction du parcours de formation et d'insertion du jeune' [10]. Pour cela on cherchait à 'déterminer dans quelle mesure les acquis non strictement académiques peuvent être valorisés à l'occasion de l'orientation des élèves' [11].

Il se différencie donc du livret personnel de compétences tout d'abord par le fait que ce soient des compétences extrascolaires qui sont évaluées et non des compétences scolaires et d'autre part par le fait que ce soit le jeune et non pas les enseignants qui soit en charge du livret. La fin de l'expérimentation [8] montre une insuffisance des moyens informatiques, certaines compétences difficiles à évaluer comme les compétences extrascolaires.

On trouve aussi d'autres outils non issus de loi :

Le **passeport orientation formation** est issu de la circulaire sur le 'parcours de découverte des métiers et des formations' de juillet 2008. Il est personnel et s'adresse spécifiquement aux élèves de 5ème jusqu'à la terminale. Il fera le lien entre les différentes étapes du parcours de découverte des métiers et formations. On trouve une définition complète dans l'extrait circulaire du 11 juillet 2009 : «*Le livret personnel de l'élève : un livret personnel de suivi (web classeur...), distinct du livret de connaissances et de compétences, comprend l'historique des activités, de ses expériences, des compétences et connaissances acquises tout au long de sa scolarité au regard de son parcours et de son projet, ainsi que des étapes-métiers qui lui ont été proposées. Il*

donne au parcours sa dimension individuelle qui est le fruit des activités réalisées dans le cadre des démarches éducatives liées à l'orientation ; il peut également intégrer des éléments plus personnels. »

Le **portefolio** ou portefeuille de compétences est une sorte de vitrine de son profil. On trouve comme définition : « *Le portfolio d'évaluation : il s'agit pour le propriétaire du portfolio de rassembler des éléments de preuve qui permettront l'évaluation ou la validation de l'acquisition de compétences. L'intérêt du portfolio à des fins d'évaluation réside dans le fait qu'il permet de combiner à la fois des attitudes réflexives, auto-évaluatives ainsi que la rétroaction et la concertation. En d'autres termes, ce type de portfolio permet de développer, en plus des compétences professionnelles, des compétences transversales utiles tout au long de la vie dans les domaines professionnels et personnels* » [4] Il peut être utilisé surtout dans le supérieur pour encadrer certains projets. Il fera ainsi partie intégrante du système de notation. C'est le cas pour **Mahara** (Figure 3) qui fait aussi office de réseau social.



Figure 3. Mahara, l'ePortfolio le plus utilisé dans l'éducation supérieure.

Moodle plateforme incontournable avec son module référentiel utilisé dans plus de la moitié des établissements faisant passer la certification C2i1 et C2i2e. De plus il peut intégrer Mahara.

Le **webclasseur** a été inventé par l'Onisep (L'Office national d'information sur les enseignements et les professions). Tout comme le portefeuille, il permet à l'élève ou l'adulte de répertorier tous ces travaux, acquis, etc. en vue de l'aider dans son orientation ou mobilité professionnelle.

Selon l'outil sélectionné, la manière d'évaluer sera différente. Il peut y avoir une autoévaluation de l'étudiant (comme c'est le cas avec le portfolio) ou une évaluation du tuteur (comme c'est le cas avec le livret personnel de compétence). Dans le cas d'une évaluation du tuteur on mettra tout en place pour que l'étudiant prenne conscience de ses compétences acquises et qu'il fasse la demande de validation de celles-ci.

Les fiches RNCP [8] ont été définies dans le but de présenter les objectifs d'un enseignement, les compétences disciplinaires visées et les savoir-faire.

La validation se fera selon des **Grilles d'évaluations critériées** ou rubrics [12]. Celles-ci regroupent des critères sur la qualité attendue, des indicateurs pour mesurer cette qualité, différents niveaux de maîtrise ainsi

qu'une pondération (pondération étoilée, dichotomique : oui/non, niveau d'acquisition : non acquis/en voie d'acquisition/acquis, grilles à cocher, etc.). Cela permettra de diminuer la subjectivité d'une validation. On établit ainsi une correspondance entre le résultat d'une tâche demandée et des critères de qualité, accompagnés d'une échelle avec plusieurs degrés de performance. Ici on cherche avant tout la preuve que l'étudiant a acquis la compétence visée. Pour cela on va chercher à extraire ces preuves à partir des informations qu'il a fournies.

Retranscription [2]

Les compétences doivent être retranscrites au travers des outils proposés (comme on le voit avec les grilles critériées). Cependant il y a une différenciation à faire avec l'e-learning : on ne se retrouve pas dans l'apprentissage mais dans la retransmission. De ce fait, on se retrouve un niveau au-dessus, on rejoint donc l'autoévaluation. En clair, l'étudiant peut à tout moment, grâce aux grilles, entamer une démarche de réflexion pour s'auto-évaluer. Une fois qu'il a compris à quel niveau il se situait par rapport aux objectifs d'apprentissage, il peut réajuster son propre apprentissage et sa façon d'apprendre pour atteindre les objectifs demandés de façon à valider la compétence voulue. L'étudiant est ainsi devenu acteur de sa propre réussite, d'où plus de satisfaction et motivation.

DIFFICULTE D'EVALUER UNE COMPETENCE

Une fois les compétences identifiées, il est très difficile d'arriver à évaluer leurs acquisitions. D'une part à cause du taux de rétention d'information des étudiants. En effet, on remarque que 6 mois après un cours validé, les élèves ne se souviennent plus de ce qu'ils ont appris [1]

D'autre part, à cause de la multiplicité des domaines et niveaux d'apprentissages (Figure 4)

| Apprentissage | Cognitif | Affectif | Psychomoteur |
|---------------|---------------|--------------|------------------|
| En surface | Rétention | Réception | Perception |
| Intermédiaire | Compréhension | Valorisation | Reproduction |
| En profondeur | Réflexion | Adoption | Perfectionnement |

Figure 4. Les domaines et niveaux d'apprentissages. [5]

Comment donc faire la différence entre compétences acquises (donc un savoir durable) et réussite aux examens ?

La validation du *DNC* étant réalisée par un tuteur, il doit disposer d'une synthèse du parcours de l'étudiant afin de l'apprécier au mieux.

Dans un premier temps, nous devons proposer aux équipes pédagogiques des grilles d'analyse qualitative plus fines des enseignements que la simple notation d'une épreuve en faisant ressortir la notion de compétence au travers de chaque exercice à accomplir. Il existe une grande diversité d'exercices et de mises en situation permettant d'acquérir les compétences : devoir sur table, travaux pratiques, travail individuel ou collectif, stages, oraux, rédaction de rapports, etc.

Chacun de ces exercices peut contribuer à l'acquisition d'une compétence ou permettre sa démonstration. C'est par exemple le cas d'un rapport (stage, projet, etc.) qui peut être évalué selon plusieurs points de vue :

1. Un point de vue technique : on juge le fond, le sujet traité, la pertinence de l'argumentation, etc.
2. Un point de vue présentation : le rendu visuel, le respect des règles de présentation, la clarté de l'exposé, etc.
3. Un point de vue bureautique : utilisation de styles, génération automatique de tables des matières, etc.

De même lors d'un stage par exemple, la place du stagiaire au sein de l'entreprise et ses missions au quotidien sont des indicateurs pour l'acquisition de compétences en travail collaboratif, en gestion de projets, etc.

Dans le même principe, l'analyse de toutes les communications (oral, email, etc.) peut être analysée afin de vérifier le respect des règles de politesse (savoir être).

Ces indicateurs sont donc principalement utiles pour les compétences transversales dont l'acquisition est à la fois progressive et répartie et pour lesquelles le résultat à une épreuve ne permet pas de retranscrire l'acquisition de celles-ci.

Si la validation d'un enseignement passe par un questionnement sur les notions enseignées, la validation d'une compétence passe entre autre par l'analyse croisée des résultats obtenus par l'apprenant aux différentes épreuves.

Cette démarche va plus loin que les simples fiches RNCP en établissant une correspondance entre les épreuves et les compétences.

Par ailleurs, les activités extra-universitaires permettent d'acquérir des compétences. Mais leur prise en compte dans le *DNC* est délicate et nécessite de plus amples réflexions et la définition d'un cadre spécifique.

Il faut noter qu'il s'agit ici de donner des indicateurs permettant à un tuteur de prendre une décision et non de fournir une évaluation automatique d'une compétence.

Cependant, la validation automatique d'une compétence peut être envisagée sous certaines conditions par l'application de règles basées sur les résultats obtenus. Il s'agit principalement de compétences disciplinaires ciblées sur un enseignement.

Ces indicateurs sont masqués à l'étudiant qui doit faire l'analyse de son parcours (tout au long de celui-ci). En ce sens, la construction du *DNC* peut être vue comme une autoévaluation. Cette démarche participative est nécessaire pour que celui-ci prenne conscience des compétences qu'il possède et qu'il puisse se préparer à les défendre fasse à un recruteur par exemple. En effet, la gestion des ressources humaines est basée sur une approche compétence dans le monde de l'entreprise [1].

Mais cet exercice d'autoévaluation n'est pas une tâche facile et dans le monde professionnel, un bilan de compétences est réalisé par une tierce personne car il est souvent difficile d'être conscient des compétences que l'on possède.

Cette démarche nécessite une implication plus grande des équipes pédagogiques et un travail plus régulier d'évaluation qualitative de chaque action de l'étudiant.

REMERCIEMENTS

Nous remercions la Région Martinique pour le financement de la thèse d'Allison Combette.

CONCLUSION

Les réflexions et les propositions faites dans le cadre de cet article vont être mises en place dès l'année 2014-2015 afin d'être mis en œuvre dès l'année 2015-2016 au travers notamment de la définition des nouvelles maquettes d'enseignement de l'Université des Antilles. Avant une généralisation de l'approche compétence un certain nombre d'enseignements pilotes seront mis en place. Parmi ceux-ci la validation du C2I, basée sur la notion de compétence, sera en première ligne car elle offre à la fois un public large (ouvert à toutes les licences), hétérogène (étudiants en sciences, en lettre, en staps, etc.) et des compétences transversales (travail collaboratif, etc.).

Mais comme nous l'avons vu même avec la mise en place de grilles d'évaluation critériées et avec une équipe pédagogique jouant le jeu, la validation des compétences est rarement fiable à 100%. Travailler avec l'humain est toujours un défi.

Certaines questions restent encore en suspens comme l'adaptation des outils proposés en fonction du contexte de l'étudiant (discipline, parcours, etc.) et l'équité de l'évaluation des compétences.

BIBLIOGRAPHIE

1. Association Pasc@line, Réflexion sur une approche compétences dans l'enseignement supérieur : exemple des écoles d'ingénieurs, (2010).
2. Berthiaume, D. David, J. David, T. Réduire la subjectivité lors de l'évaluation des apprentissages à l'aide d'une grille critériée : repères théoriques et applications à un enseignement interdisciplinaire, 2011, <http://ripes.revues.org/524>
3. Bloom B.S. Taxonomy of Educational Objectives, Handbook 1 : the cognitive domain. *New York: David McKay, (1956)*
4. Portfolio http://www.stef.ens-cachan.fr/annur/quentin/Quentin_OPES_2008.pdf
5. Daele, A. Berthiaume, D. L'identification et la rédaction des objectifs pédagogiques, CSE, (2009).
6. DDEC, Outils informatiques pour l'évaluation par compétence, <http://secondaire.ddec35.org/dispositifs-transversaux/college/33-socle/45-outils-informatiques-pour-levaluation-par-competence.html>
7. Education Nationale, Livret personnel de compétences, http://media.education.gouv.fr/file/27/02/7/livret_personnel_compences_149027.pdf
8. Education Nationale, L'évaluation de l'expérimentation du livret de compétences, (2010), http://www.experimentation.jeunes.gouv.fr/IMG/pdf/RF_APLC_DE_PP.pdf
9. EDUSCOL, Evaluation des compétences, article du ministère de l'éducation nationale, de l'enseignement supérieur et de la recherche
10. EDUSCOL, <http://eduscol.education.fr/cid50182/livret-competences-experimental.html>
11. EDUSCOL, Site de l'éducation nationale http://media.eduscol.education.fr/file/socle_commun/97/5/ReperesLivretcompetences_145975.pdf
12. Enseignement.be : Présentation générale des outils élaborés dans le cadre des cours généraux, www.enseignement.be
13. Houchot, A. Robine, F. Les livrets de compétences: nouveaux outils pour l'évaluation des acquis, *Rapport à monsieur le ministre de l'Éducation nationale, IGEN (Inspection générale de l'éducation nationale)*, Rapport n°2007-048, (2007)
14. Krathwohl, D.R., Bloom, B.S., & Masia, B.B. Taxonomy of Educational Objectives, Handbook 2: Affective Domain. *New York: David McKay, (1956)*
15. Le Clainche, E. Dossier numérique et évaluation des compétences. Les usages du DNC pour la formation, l'évaluation, la validation et la certification de compétences, GT C2i 1, MINES, (2012)
16. Article D311-6 du code de l'éducation, http://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?jessionid=9EF4AC364FA9CED4826E898ECBA8ACA.tpdjo09v_1?cidTexte=LEGITEXT000006071191&idArticle=LEGIARTI000006526703
17. Décret n°2007-860 du 14 mai 2007 relatif au livret personnel de compétences, <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000616100&fastPos=1&fastReqId=996722891&categorieLien=cid&oldAction=rechTexte>
18. Legifrance, (2013), <http://www.easydroit.fr/conventions-collectives/Chapitre-II-Passeport-orientation-et-formation-de-la-Formation-professionnelle/S194761.htm>
19. LOI n° 2009-1437 du 24 novembre 2009 relative à l'orientation et à la formation professionnelle tout au long de la vie , <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000021312490&fastPos=1&fastReqId=425539371&categorieLien=cid&oldAction=rechTexte>
20. Loi n° 2005-380 du 23 avril 2005 d'orientation et de programme pour l'avenir de l'école <http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000259787&fastPos=1&fastReqId=1422526903&categorieLien=cid&oldAction=rechTexte>
21. Ministère de l'éducation nationale, Le socle commun de connaissances et de compétences, (2014)
22. Ministère de l'éducation nationale, Les élèves: connaissances, compétences et parcours, Education & formation n°79, (2010)
23. Ministère de l'éducation, Livret personnel de compétences, http://media.education.gouv.fr/file/27/02/7/livret_personnel_compences_149027.pdf
24. Ministère Education Nationale, Fiches repères pour la mise en œuvre du livret personnel de compétences au collège, 2010 http://media.eduscol.education.fr/file/socle_commun/97/5/ReperesLivretcompetences_145975.pdf
25. Ministère de l'économie, de l'industrie et de l'emploi, Décret relatif aux modalités de mise en œuvre du passeport orientation et formation, <http://www.wk-rh.fr/actualites/upload/projet-decret-passeport-orientation-formation.pdf>
26. Pôle Emploi, Le passeport orientation formation, 2012, <http://www.pole-emploi.fr/candidat/le-passeport-orientation-formation-@/suarticle.jspz?id=73383>
27. Quentin, I. Le portfolio : un outil d'aide pour l'évaluation des compétences des professeurs stagiaires en IUFM, p3, (2008), http://www.stef.ens-cachan.fr/annur/quentin/Quentin_OPES_2008.pdf
28. Référentiel de compétence : <http://www.education.gouv.fr/cid73215/le-referentiel-de-competences-des-enseignants-au-bo-du-25-juillet-2013.html>
29. RNCP : <http://www.mcp.cncp.gouv.fr/>
30. Simpson E. J. The Classification of Educational Objectives in the Psychomotor Domain. *Washington, DC: Gryphon House*

Etude de la faisabilité de l'évaluation de l'efficacité des mouvements de tracé du jeune apprenti-scripteur

DUVAL T. REMI C. PREVOST L.

LAMIA

97159, Pointe-à-Pitre, Guadeloupe

tduval@etu.univ-ag.fr, cremi@univ-ag.fr, lprevost@univ-ag.fr,

DORVILLE A.

@comme @pprendre

97103, Guadeloupe

alin.dorvil@wanadoo.fr,

PLAMONDON R.

Scribens

6079, Montréal, Québec

rplamondon@polymtl.ca

RESUME

Nous définissons l'efficacité des mouvements de tracé comme la capacité à concilier des caractéristiques de rapidité, fluidité et régularité satisfaisant aux attentes des enseignements scolaires. L'équipe éducative en charge, dès l'entrée à l'école maternelle, de l'accompagnement de l'acquisition de l'écriture, ne dispose ni de moyens d'évaluation objectifs et fiables de l'efficacité des mouvements de tracé adaptés aux profils des très jeunes enfants, ni d'outils d'aide à la décision des exercices les plus appropriés pour renforcer et contrôler la progression de chaque enfant compte-tenu de son déjà-là psychomoteur notamment. Nous expliciterons en quoi les dispositifs interactifs d'entraînement graphomoteur orientés stylo sont inadaptés à constituer des aides à la décision et à l'accompagnement des acquisitions pour ces trois domaines. Nous vérifierons ensuite expérimentalement l'existence de pistes, à la fois d'un point de vue technologique et méthodologique, pour doter ces dispositifs de capacité d'évaluation de l'efficacité des mouvements de tracé du jeune apprenti-scripteur.

Mots Clés

Interaction orientée stylo ; Graphomotricité ; Analyse automatique de tracé acquis en ligne ; évaluation d'habiletés ; expérimentation ; interaction tri-partite ; efficacité des mouvements cursifs de tracé ; apprentissage de l'écriture ; apprenti-scripteur.

ACM Classification Keywords

H5.2 [User Interfaces] Input devices and strategies – Evaluation/methodology; K.3.1 [Computer Uses in Education] Computer-assisted instruction (CAI) ; [I.5.4 Application] Signal processing

INTRODUCTION

Considérons les mouvements de tracé mis en œuvre par un enfant pour répondre aux sollicitations de l'enseignant. Ces mouvements conduisent à la production écrite de formes et d'enchaînements de formes qui doivent respecter les contraintes normatives scolaires. En conformité avec les préconisations de Lurcat [12] et

les exigences du système éducatif français, ces mouvements doivent, de plus, présenter simultanément des caractéristiques de rapidité, fluidité et régularité répondant aux attentes de l'enseignant.

C'est la conjonction de ces trois critères d'efficacité qui garantit la constance de la qualité de la présentation et de la lisibilité des productions de l'écolier tout au long de ses multiples sollicitations journalières à l'écrit. Un niveau de performance insuffisant pour un ou plusieurs de ces trois critères induit à la longue de la crispation et de la fatigue. La persistance de cet état constitue une des sources d'inappétence pour les situations de productions écrites, voire orales. Elle peut à terme générer de la démotivation et un désintérêt pour les activités scolaires.

L'écriture cursive, sollicitée dans les situations d'apprentissage à l'école, est donc une compétence très complexe. L'acquisition d'un niveau de maîtrise de celle-ci qui répondra aux attentes de l'Ecole nécessite un processus d'apprentissage long et complexe [23]. Ce processus vise à la mise en place de nombres de compétences motrices, instrumentales et cognitives.

Les compétences motrices englobent la motricité fine et la motricité globale. La motricité fine est liée aux mouvements engendrés par les petits muscles des doigts et des mains qu'on utilise pour des activités telles que l'écriture, le dessin ou la manipulation d'objets. La motricité globale est liée aux mouvements qui nécessitent les grandes masses musculaires quand on court, saute... Ces deux motricités jouent un rôle primordial dans la mise en place des gestes utiles à l'apprentissage de l'écriture car, elles permettent de maîtriser les notions d'espace et de temps [2]. Les compétences motrices visent à adopter la posture adéquate, à maîtriser la coordination œil-main pour le guidage visuel de la main et la coordination des membres supérieurs.

Les compétences instrumentales font référence aux connaissances relatives à son corps, sa latéralité, la notion d'espace (plan de la feuille et limites), de perception de formes et la notion de temps (rythme, vitesse et enchaînement de tâches). Ces compétences sont d'autant plus importantes que les enfants sont appelés à passer d'une écriture lente et précise à une écriture rapide et automatique [5] ; le processus d'automatisation agissant souvent sur la forme et engendrant une régression dans la précision [22].

Les compétences cognitives sont étroitement liées aux compétences intellectuelles des enfants. Elles regroupent la capacité de l'enfant à comprendre une consigne, exécuter une situation, mémoriser des

Atelier Interfaces Homme-Machine pour l'Apprentissage humain symboles et trajectoires et être attentif.

La majorité de ces compétences doit commencer à être développées dès la maternelle. Ceci, de sorte de faire évoluer les trois critères d'efficacité qui nous intéressent suffisamment pour les besoins de l'entrée à l'école primaire. Il n'existe pas de guide prédéfini à cette fin. Il s'agit d'adapter les activités et situations d'apprentissage à chacun en fonction de son *déjà-là*, ses aptitudes de départ.

Les enseignants, malgré la formation qu'ils reçoivent, sont souvent démunis au même titre que les parents, face aux enfants qui présentent des difficultés à réaliser des mouvements de tracé efficaces. En effet, ils n'arrivent pas forcément à discerner les compétences, non acquises ou mal acquises, qui rendent impossibles la mise en place d'une écriture efficace. Rappelons qu'une telle écriture présenterait les caractéristiques de rapidité, de fluidité, de régularité tout en respectant les contraintes de forme, de procédure d'enchaînement et de bonne gestion de l'occupation de l'espace de tracé disponible. Quand bien même l'enseignant ou le parent parvient à identifier les pré-requis non encore acquis, il ne dispose pas forcément de méthode l'aidant à sélectionner rapidement les exercices à proposer. Il lui est de ce fait difficile d'établir un parcours progressif et adapté d'entraînement. Par ailleurs, il n'existe pas de données objectives et normatives sur les effets des exercices qui pourraient aider à décider de l'opportunité de répéter ou de changer de type d'exercice ou de niveau de difficulté.

Au cours des 30 dernières années, avec l'avènement de l'ère de l'informatique ubiquitaire, nombres de dispositifs ludo-éducatifs pour aider à l'apprentissage de l'écriture ont été créés. Dans ce domaine, nous nous intéressons aux dispositifs francophones interactifs d'entraînement graphomoteurs orientés stylo, que nous dénommerons dorénavant DIEGOS. Au même titre que les dispositifs classiques d'entraînement de la graphomotricité, les performances de ces DIEGOS ont fait l'objet d'évaluations, parfois comparatives. Celles-ci ont été réalisées soit par leurs usagers, soit par leurs concepteurs [17, 4, 9].

Dans cet article, les principes fondant les DIEGOS et leurs évaluations seront tout d'abord revus grâce notamment à la présentation de quatre d'entre eux. Les raisons pour lesquelles ces principes ne permettent pas aux DIEGOS de mieux répondre aux besoins d'aide à la décision, générés par l'accompagnement du processus d'acquisition d'une écriture efficace, seront alors explicitées. Ensuite, la méthodologie adoptée et certains des résultats préliminaires obtenus dans le cadre du projet « Y-a-t'il un co-pilote à bord ? » seront décrits. Nous verrons que ces résultats tendent à valider la faisabilité, grâce aux interfaces orientées stylo, de l'évaluation de l'efficacité des mouvements de tracé de très jeunes enfants. Nous terminerons par des conclusions et perspectives.

PRINCIPES ET EVALUATIONS DES DIEGOS

Il existe de nombreux dispositifs interactifs orientés stylos présentés comme ayant été conçus pour aider les enfants à apprendre à écrire. Nous nous sommes intéressés uniquement à ceux qui ont déjà fait l'objet

IHM'14, Villeneuve d'Ascq, France d'évaluations et dont l'usage, compte-tenu des types d'activités qu'ils proposent, est, à notre avis, susceptible de renforcer l'efficacité des mouvements de tracé d'enfants de 3 à 6 ans du point de vue des quatre critères : de rapidité, de fluidité, de régularité et de gestion de l'occupation de l'espace de tracé.

Les concepteurs des DIEGOS recommandent leur usage sous le contrôle d'un adulte. Celui-ci joue à la fois les rôles :

- d'évaluateur des progrès réalisés,
- d'accompagnateur de l'apprenant durant son parcours d'entraînement. A ce titre il l'aide à choisir les exercices à pratiquer (si l'enfant le souhaite) et valorise ses progrès,
- de médiateur entre la machine et l'enfant, à ce titre, en cas de difficultés rencontrées par l'enfant, il lui appartient de débloquer techniquement la situation, voire de la dédramatiser.

Certains DIEGOS possèdent des versions dites grand public ou parents et d'autres qui sont destinées aux professionnels du système éducatif ou de santé tels que les enseignants, orthophonistes et ergothérapeutes. D'autres DIEGOS sont destinés au tout-venant, sans distinguo en termes de formation à l'accompagnement de l'apprentissage et de posture socio-affective par rapport à l'apprenant.

Nous présentons ci-dessous succinctement quatre de ces dispositifs francophones pour illustrer les caractéristiques générales communes aux DIEGOS.

Présentation d'exemples francophones de DIEGOS

Télémaque est un dispositif visuo-haptique interactif d'aide à l'apprentissage de l'écriture. Son interface permet à l'utilisateur d'interagir avec le monde virtuel via le sens du toucher, en générant des signaux mécaniques (force, vibrations, mouvements). Il fut créé pour apprendre aux enfants à partir de la 3^{ème} année de maternelle (GS), soit à partir de 5 ans, à reproduire des lettres selon un modèle statique et dynamique dont les principes sont issus des travaux exposés dans [21]. Il est composé d'un stylo piloté par un bras-robot qui guide les trajectoires des enfants et applique des correctifs. Télémaque propose trois types d'exercices ayant pour objectif d'améliorer non seulement la perception visuelle des lettres mais aussi l'acte moteur qui doit être produit pour les écrire : le tracé dans un circuit, le tracé dynamique guidé par le bras robot des contours d'une lettre et la reconnaissance de lettres sans feedback visuel. Les travaux menés sur l'usage de Télémaque ont permis notamment d'observer, via la mesure du temps des mouvements de tracé et le comptage du nombre de levers de stylo, des progrès dans l'automatisation de l'écriture, d'améliorer la vitesse et la fluidité des mouvements de tracé de lettres des scripteurs de 5 ans et plus [18]. Cependant, parce-que le bras à retour d'effort Phantom est très coûteux et imposant, il est difficilement envisageable de faire de Télémaque un dispositif pédagogique aussi accessible que les stylos couramment utilisés à l'école.

Les tablettes, tactiles ou non, qui autorisent l'usage d'un stylet sont de plus en plus utilisées pour entraîner les enfants à apprendre à écrire. Dans la catégorie des

Atelier Interfaces Homme-Machine pour l'Apprentissage humain dispositifs utilisant ce type d'équipement matériel pour l'entraînement des gestes de tracé nous présentons les trois dispositifs suivants.

Le DIEGOS conçu par Jolly et Gentaz [8], consiste en une tablette tactile de type Cintiq de Wacom intégrée dans le support d'une table sur laquelle on écrit directement à l'aide d'un stylo adapté. Ce dispositif est piloté par un ordinateur. Les supports des activités pédagogiques d'entraînement du tracé de lettres sont conçus et présentés à l'aide du logiciel DidaPages. Ils intègrent des vidéos de démonstration du tracé des lettres qui permettent au scripteur de visualiser indéfiniment le tracé correct des lettres. Ces caractéristiques permettent à ce dispositif de proposer des situations interactives stimulantes qui favorisent chez l'enfant d'âge scolaire à la fois la motivation, la démarche autonome par essai-erreur de construction de scénarii d'apprentissage en bénéficiant de la possibilité d'analyse à son rythme de sa pratique de tracé en référence aux règles de tracé grâce à la possibilité de rejouer les vidéos montrant comment tracer. *Ces éléments sont a priori plus propices à la progression des enfants d'âge scolaire comme le met en évidence l'étude menée par Jolly et Gentaz.*

Scriptôt [19] est un logiciel destiné à piloter des activités pédagogiques de tracé avec un stylet sans pointe encreuse à réaliser sur un dispositif matériel tactile à encre électronique analogue à celui mis en jeu par Jolly et Gentaz. Scriptôt a été conçu pour aider les enfants de 5 à 8 ans du système scolaire québécois à apprendre à bien former, au sens des exigences de leurs enseignants, les caractères d'écriture lettres et chiffres. C'est un dispositif présenté comme autonome dans la mesure où il propose des corrections faisant intervenir des rétroactions visuelles pour indiquer les erreurs et vocales pour les énoncer pour les enfants ne sachant pas lire. Les modèles proposés et les règles de tracé de ceux-ci, de même que les types d'erreurs considérés ainsi les modalités de retour d'information sur celles-ci sont paramétrables par l'enseignant.

Toutaki est un dispositif pensé par des chercheurs de l'INRIA avec le concours d'un ergothérapeute et la société Evodia devenue depuis ScriPt & Go [20].

Bien qu'il soit optimisé pour un usage sur tablette tactile avec le doigt ou le stylet, Toutaki se prête également à un usage sur tablettes graphiques électromagnétiques, sur support papier classique avec un stylo numérique connecté à un ordinateur et sur tableau blanc interactif. Selon ses concepteurs, Toutaki est destiné à accompagner l'enfant de 3 à 8 ans dans l'apprentissage de l'écriture. A cette fin, il propose les trois types d'activités suivants :

- du dessin et du coloriage libres qui permettent à l'enfant de se familiariser à la fois avec l'environnement Toutaki d'entraînement et la forme des lettres,
- la découverte des mouvements justes de tracé isolé de chacune des lettres de l'alphabet, inspirés des pratiques en ergothérapie,
- l'exercice de tracé cursif de mots qui vise à l'apprentissage du respect des pauses naturelles indispensable à l'acquisition d'une écriture efficace ?

IHM'14, Villeneuve d'Ascq, France

Ces différents exercices peuvent être exploités de manière complémentaires au cours d'un parcours pédagogiques progressif qui doit être pensé par l'adulte accompagnateur.

Pour conclure, les différents outils présentés intègrent des activités permettant d'exercer la capacité de l'enfant à :

- reconnaître les lettres
- respecter les formes de signes alphanumériques et leur ductus lors de leur tracé
- relier les lettres cursives entre elles conformément aux normes en la matière
- bien placer les lettres et les mots dans les réglures Sèyès.

En revanche, ils ne proposent aucune activité dédiée explicitement à l'entraînement de la rapidité, de la fluidité ou de la régularité des mouvements de tracé. Il appartient donc à l'utilisateur d'identifier les aspects de la mise en œuvre de ces dispositifs qui peuvent constituer un entraînement pour chacun de ces trois critères.

Analyse des processus d'évaluation des DIEGOS

L'étude des modalités et des conclusions des évaluations de DIEGOS que nous avons pu relever nous a conduit aux constats suivants.

Les évaluations menées pour établir les performances des DIEGOS se fondent essentiellement sur des protocoles mettant en jeu des activités qui nécessitent des pré-requis en analyse (désignation, appariement, repérage de symboles alphabétiques,..), et/ou production de langage écrit (tracé dans un laps de temps de lettres isolées, de mots ou de phrases,..). Bien que les conditions d'utilisation ne mentionnent qu'une tranche d'âge pour le public cible, notons que ce premier constat induit que, pour que l'usage d'un DIEGOS soit pertinent pour accompagner un enfant, il faut que celui-ci soit déjà *entré* dans le système du langage écrit francophone en plus d'avoir un âge conforme aux conditions d'utilisation. Dans le cas contraire cet usage peut être une source supplémentaire de difficultés.

La modalité d'écriture considérée pour justifier de l'intérêt et des performances des DIEGOS est quasi-exclusivement cursive. Ceci peut s'expliquer par le fait que dans le système éducatif français l'écriture cursive est la modalité d'expression écrite sollicitée et exigée par l'école dès lors que l'enfant accède au cours préparatoire (CP) de l'école primaire.

Les informations issues des évaluations des DIEGOS ne permettent pas aux acteurs du système éducatif de comparer sur des bases claires, objectives car normées, l'apport de l'usage des divers DIEGOS pour le développement de chacun des trois critères de vitesse, fluidité et régularité par rapport à une approche non médiée par ceux-ci. Il peut donc être difficile de décider du meilleur choix de dispositif à utiliser en fonction du profil et des besoins de l'enfant.

Ce dernier constat peut s'expliquer en partie par le fait que les connaissances ainsi que les travaux expérimentaux visant à caractériser et valider des

Atelier Interfaces Homme-Machine pour l'Apprentissage humain gradations, pertinentes pour l'école, du niveau d'efficacité de l'acte moteur pour chacun de ces 3 critères sont d'autant moins nombreux que le public à considérer est jeune.

Bilan de l'étude des DIEGOS

Les possibilités offertes par ces quelques exemples d'interfaces francophones d'aide à l'apprentissage de l'écriture cursive témoignent de l'intérêt et des progrès en matière d'exploitation des modalités d'interaction orientées stylo pour l'aide à l'apprentissage de l'écriture cursive.

L'atout primordial de ces DIEGOS réside dans le couplage des possibilités de capture d'information sur l'activité de tracé et des capacités de traitement automatique. Ce couplage en fait des moyens propices à la capture et l'évaluation transparente, objective, rapide et relativement aisée d'aspects qu'il est difficile voire impossible d'appréhender pour l'humain même en observant de manière continue l'activité graphomotrice de production écrite. Il en est ainsi de la vitesse de tracé, de la pression mise en œuvre lors du déplacement du stylo pour tracer, de la fluidité et de la régularité des mouvements notamment. Ces informations sont utiles à la fois pour caractériser et suivre les progrès de l'enfant pour chaque critère qui contribue à l'émergence d'une écriture de plus en plus efficace et non plus seulement pour les critères reflétant la connaissance des contraintes normatives de l'écriture cursive et la capacité de l'enfant à les respecter. La prise en compte de ces critères qui déterminent l'efficacité des mouvements de tracé n'est cependant actuellement pas réalisée par les DIEGOS alors qu'elle pourrait aider à :

- appréhender plus finement la nature des difficultés auxquelles l'enfant peut être confronté,
- mieux calibrer et cibler les exercices d'entraînement à proposer à l'enfant.

A notre connaissance, il n'existe aucun DIEGOS qui permette d'adapter automatiquement et en temps réel :

- son comportement en termes de tâches, de niveau de complexité de ces tâches ou de parcours proposés,
- la nature des retours d'information qu'il produit au profil de ses utilisateurs, qu'il s'agisse en l'occurrence de l'adulte médiateur - enseignant ou parent - ou de l'enfant.

Nous expliquons cela par le fait que ces DIEGOS n'exploitent ni de profil générique ni ne construisent de profil individuel du processus de mise en place des compétences graphomotrices, instrumentales et cognitives mises en jeu par les scripteurs pour apprendre à écrire.

Ces outils présentent par ailleurs d'autres limites qui réduisent à notre avis leur efficacité dans une perspective d'accompagnement réellement adapté au profil de l'apprenti scripteur de 3 à 6 ans et au contexte coopératif enseignant-parent-enfant du processus de préparation à l'apprentissage de l'écriture qui est préconisé par [2]. Par exemple, pour Scriptôt, certaines contraintes peuvent surgir des rétroactions. Les rétroactions vocales « ta lettre dépasse le trottoir du haut » où « cette partie de ta lettre devrait finir plus à droite » [9] supposent que l'écriture est une forme figée

IHM'14, Villeneuve d'Ascq, France basée sur un modèle type, non personnalisable. La minutie et la précision des critères qualitatifs exigées par certaines rétroactions, peuvent engendrer une écriture lente et non fluide.

Revenons sur le constat selon lequel ces dispositifs interactifs pourtant dédiés à l'apprentissage de l'écriture chez les jeunes apprenti-scripteurs n'exploitent ni ne proposent de méthodes et de données de positionnement des performances de ces derniers du point de vue des critères de fluidité, régularité et rapidité des mouvements de tracé. Or, rappelons que Lurcat [11,12] préconise qu'avant toute initiation à l'écriture proprement dite, un des premiers objectifs à poursuivre dans le cadre de l'entraînement graphomoteur - notamment lorsqu'il s'agit des enfants de maternelle - est le renforcement des capacités relevant de ces trois aspects. En fait, dès lors que les critères de qualité visuelles (forme voire taille et positionnement par rapport aux repères figurant dans l'espace de tracé) et procédurales (ordre de tracé, localisation des points de lever par rapport aux positions de référence prédéfinies par le modèle proposé, etc) sont satisfaites, de manière analogue à ce que peut faire un médiateur humain, les DIEGOS actuels considèrent que l'activité de tracé est satisfaisante et ne sollicitent pas de nouvel essai d'un niveau d'exigence analogue ou moindre à l'apprenti-scripteur. Or, non seulement les exigences de performances à l'écrit posées notamment par l'école englobent bien plus que ces seuls critères de qualité visuelle et procédurale mais de plus, d'un point de vue didactique, selon le principe explicité dans [6], en cas d'échec de l'enfant à exécuter correctement une tâche d'un niveau de complexité donné, il convient de lui demander de nouveau de réaliser une tâche de niveau analogue ou d'un niveau de difficulté juste en deçà pour renforcer la stabilité de son niveau actuel de compétence pour l'aspect considéré.

LE PROJET «Y A-T-IL UN COPILOTE A BORD?»

Il est établi que des dimensions (degré de maturation et contexte) socio-affectives et neuromusculaires peuvent modifier la rapidité, la fluidité et la régularité des mouvements [23]. La scolarisation à l'école maternelle et les activités graphiques qui y sont classiquement proposées induisent-elles un gain significatif en termes d'efficacité des mouvements d'écriture et plus spécifiquement en termes de rapidité, de fluidité et de régularité ? Est-il possible de renforcer significativement l'éventuel gain qui peut être observé pour chacun de ces aspects à l'issue de la période de scolarisation à la maternelle ? Si oui, est-ce que le choix de méthodes d'entraînement adaptées et bien ciblées par rapport au déjà-là de l'enfant constitue un facteur d'amélioration ? Comment évaluer le déjà-là ou les acquis d'un enfant pour chacun des trois critères de rapidité, de leu fluidité et de régularité ?

Le projet «Y a-t'il un copilote à bord ?» vise à déterminer les voies et moyens opérationnels pour répondre à toutes ces questions dans le contexte du système scolaire de Guadeloupe. Une première recherche-action a débuté en 2012 avec le concours d'écoles de l'académie de Guadeloupe. Elle avait pour objet la conduite d'expérimentations en milieu scolaire

Atelier Interfaces Homme-Machine pour l'Apprentissage humain et la constitution de banques de données nécessaires aux études exploratoires à mener pour répondre aux questions précédentes. Le système d'analyse des mouvements de tracés et les types d'activités de tracé pour lesquels ceux-ci furent recueillis, les participants à l'expérimentation, les phases et protocoles expérimentaux ainsi que les modalités d'extraction des indicateurs étudiés sont décrits dans les sections suivantes.

Système d'analyse automatique des mouvements

Il comporte deux logiciels : Script-studio et Dékat'Tras. Ce système permet le calcul d'indices relevant des domaines spatio-temporels, cinématiques et dynamiques, etc. Le calcul est réalisé sur les données d'entrée du système d'analyse des mouvements qui sont acquises en temps réel grâce à une tablette Wacom Intuos IV.

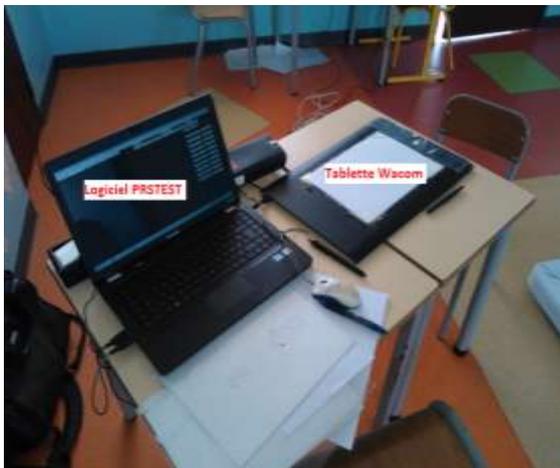


Figure 1 : configuration physique du poste d'acquisition en ligne des tracés des enfants dans l'école.

Ces données spécifient la trajectoire de la pointe du stylo sur la surface de tracé et la pression exercée par celui-ci. Elles sont échantillonnées par la tablette Wacom avec une fréquence de 200Hz puis transmises à l'ordinateur portable pilotant leur lecture et leur enregistrement en ligne dans un fichier grâce au module d'acquisition de Dékat'Tras. La figure 1 présente le dispositif matériel d'acquisition du système. Le logiciel Script-studio se fonde sur la théorie cinématique qui décrit une unité de mouvement comme l'action synergique d'un réseau neuro musculaire agoniste et antagoniste [13]. Script-studio permet l'analyse et la synthèse de l'écriture manuscrite et des signatures grâce à la mise en œuvre d'algorithmes de modélisation des mouvements de tracé. Dans le mode analyse que nous exploitons, il fournit en sortie 6*nbLog+2 valeurs numériques. Il s'agit d'une suite de nbLog 6-uples de paramètres lognormaux (t_{0i} , D_i , μ_i , σ_i , θ_{di} , θ_{fi}). Chacun de ces 6-uples décrit une des fonctions identifiées par Script-studio qui permet l'estimation sigmalo-gnormale de la vitesse tangentielle en chaque point de tracé avec une incertitude fonction de la valeur estimée en dB du rapport signal sur bruit notée SNR. Dékat'Tras permet d'acquérir des tracés en ligne au moyen de tablettes à stylo, tactiles ou non, de visualiser le tracé et son historique selon divers modes,

IHM'14, Villeneuve d'Ascq, France

d'enregistrer les données spatio-temporelles codant la localisation de la pointe du stylo ainsi que la pression exercée au cours du temps et la trace résultant du tracé sous forme d'image vectorielle, de produire des descriptions en ligne réduites du tracé à l'aide de fonction paramétriques simples (segments de droite, arcs de cercle), d'importer ou d'exporter des tracés et de convertir différents formats de fichiers et de calculer de nombreux indices.

Types d'activité de tracé

Trois types d'activités usuelles furent considérés :

- le gribouillage, un des premiers actes *naturel* de tracé du jeune enfant [10] qui n'est généralement pas utilisé par l'école. Il fut proposé aux enfants selon 5 modalités différentes (spontané, puis composés de traits droits juxtaposés puis de courbes continues à allure lente puis rapide),
- le tracé cursif (sans lever le stylo) entre deux cibles, impliquant la mise en œuvre de mouvements types (passer au-dessus, contourner, croiser, tourner au-dessus, monter, descendre, boucler, etc.) enseignés par l'école maternelle à l'enfant dès ses premières activités graphiques. Deux contraintes étaient introduites pour l'exécution de ces mouvements de tracés cursifs : ils devaient être réalisés le plus vite possible, en respectant le sens d'écriture cursive (de la gauche vers la droite) entre un point de départ et un autre d'arrivée matérialisés sur la feuille de tracé. De plus, deux distances d'écart entre les cibles étaient proposées pour l'étude de l'influence de l'amplitude des mouvements à réaliser.
- le tracé cursif dans des gabarits de lettres cursives, cette activité étant également proposée à la fois par l'école et nombre des DIEGOS. Ce type d'activité mettait en jeu des contraintes de précision et d'amplitude des mouvements grâce à deux épaisseurs et tailles des gabarits.

Des exemples de tracés résultant de ces trois types d'activité sont illustrés par la figure 2.

Participants

Les parents de soixante et onze enfants sur les cent vingt huit que compte l'école ont donné leur accord pour le recueil au moyen de la tablette graphique et la conservation pour les besoins de nos études des productions scripturales et écrites de leurs enfants. Ces enfants participants se répartissent comme suit. Vingt-cinq sont en Petite section PS. Ils ont entre 3 et 4 ans et n'ont connu qu'une année de scolarisation à l'école maternelle. Seize, âgés de 4 à 5 ans sont en Moyenne section, MS. Ils ont déjà suivi deux années de scolarité. Trente sont scolarisés en Grande section GS de maternelle et n'ont jamais redoublé. Ils sont âgés de 5 à 6 ans et ont déjà bénéficié de 3 ans d'enseignement.

Phases de l'expérimentation en milieu scolaire

Cette première expérimentation en milieu scolaire a comporté neuf phases dont les descriptions, buts, et guides sont résumés dans le tableau 1. Le protocole expérimental de la première passation sur tablette (phase 4) diffère de celui des suivantes (phases 5 et 7).

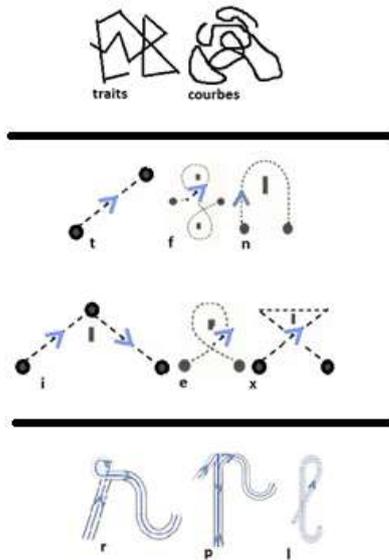


Figure 2 : illustrations des types de traces résultant des mouvements de tracé à invoquer pour chacun des types d'activité considérés. Cas du gribouillage, du tracé cursif entre 2 cibles, puis dans des gabarits, rangés du haut vers le bas séparés par des lignes horizontales.

27 élèves de GS, 17 de MS et 22 de PS ont participé au recueil de tracé sur la tablette pour la phase 4 qui s'est tenue en mars. Au final, 308 tracés ont été collectés pour l'activité gribouillage, 1280 pour l'activité d'exécution de mouvements de tracé cursifs reliant deux cibles et 336 pour celle de tracé cursif dans un gabarit. Pour l'activité d'exécution de mouvements de tracé cursifs reliant deux cibles, chacun des 6 mouvements de tracé présentés à la figure 2 devait être exécuté 3 fois pour chacune des 2 amplitudes. Lors de la phase 5 nous avons choisi de ne faire tracer que 5 enfants de chacun des 3 niveaux PS, MS et GS, identifiés comme bons scripteurs à partir des données déjà collectées. Ces enfants, ont exécuté des tracés pour chacun de 3 types d'activité sur la tablette.

Cependant pour l'activité d'exécution de mouvements de tracé cursifs reliant deux cibles, c'est la réalisation de 30 répétitions de chacun des mouvements de tracé « t » et « n » qui a été demandée à chaque enfant pour chaque amplitude considérée en lieu et place des 3 répétitions de chacun des 6 types de mouvements de tracé pour chacune des amplitudes.

Seuls 23 élèves de GS, 12 de MS et 4 de PS ont participé au recueil de tracé sur la tablette pour la phase 7 qui s'est déroulée mi-juin. Pour l'activité d'exécution de mouvements de tracé cursifs reliant deux cibles c'est la même demande que pour la phase 5 qui a été faite aux enfants.

Modalités de collecte des indicateurs étudiés

Lors de la réalisation de chaque type d'activité, il était demandé à l'enfant de commencer chacun des tracés dès l'émission d'un signal auditif de départ. Ce signal était émis de manière aléatoire par le module d'acquisition de tracé de Dékat'Tras.

| Description et but des phases | Support de tracé | Médiateur |
|--|------------------|------------|
| 1. Saisie de l'anamnèse et évaluation initiale de l'appétence et des performances en écriture et graphisme | aucun | Enseignant |
| 2. Dessins d'un bonhomme puis d'une maison à côté d'un arbre et d'un soleil dans le ciel pour le positionnement initial des aptitudes cognitives et graphomotrices de l'enfant | Papier | Enseignant |
| 3. Préparation sur la tablette aux 3 types d'activités réalisée sans feedback visuel au doigt. | aucun | Enseignant |
| 4. 1 ^{ère} passation des 3 types d'activité de tracé | Tablette | Opérateur |
| 5. 2 ^{ème} passation des 3 types d'activité de tracé | Tablette | Opérateur |
| 6. Entraînement des types de mouvements nécessaires à chacun des 3 types d'activité de tracé | aucun | Parent |
| 7. 3 ^{ème} passation des 3 types d'activité de tracé | Tablette | Opérateur |
| 8. Dessins du bonhomme puis de la maison pour le positionnement final des aptitudes cognitives et graphomotrices | Papier | Enseignant |
| 9. Evaluation finale de l'appétence et performances en écriture et graphisme. | aucun | Enseignant |

Tableau 1 : descriptifs des 9 phases de l'expérimentation

A compter du début du tracé et jusqu'à ce que l'enfant ait levé son stylo et informé l'expérimentateur de la fin de la tâche de tracé qu'il lui avait été confiée, l'ensemble des points de la trajectoire du stylo, l'état du stylo, posé ou levé, en ces points acquis par la tablette ainsi que le nombre de millisecondes écoulées et la pression exercée sur le stylo étaient à la fois affichés à l'écran pour contrôle par l'expérimentateur et enregistrés dans un fichier.

Pour chaque tracé acquis, une phase d'extraction des indicateurs était opérée grâce au système d'analyse automatique des mouvements de tracé décrit précédemment. Cette phase consistait à calculer et enregistrer les valeurs des indicateurs suivants [7] :

- le rapport signal sur bruit, SNR, mesurant la qualité de la reconstruction sigma-lognormale du tracé ;
- le nombre d'unités fondamentales de mouvement utilisé pour reconstruire le tracé nbLog ;
- la valeur de l'indicateur de fluidité du mouvement défini par le rapport SNR/nbLog ;
- la distance totale parcourue au sens neuromusculaire $\sum D_i$;
- la moyenne des temps de délai logarithmique du système neuromusculaire $\frac{\sum \mu_i}{n}$;

- la moyenne des temps de réponse logarithmique du système neuromusculaire $\frac{\sum \sigma_i}{n}$;
- t_{01} , le temps de délai logarithmique du système neuromusculaire ;
- la durée totale du tracé (en secondes) ;
- le temps de posé (en seconde) où le stylo est resté en contact avec la tablette ;
- le temps de levé (en seconde) où le stylo n'était plus en contact avec la tablette au cours du tracé ;
- la longueur totale de la trajectoire du stylo (en cm) ;
- la vitesse moyenne de déplacement du stylo sur la surface de tracé (en cm/s) ;
- la pression moyenne exercée sur le stylo
- le nombre de pics de vitesse.

ETUDE PRELIMINAIRE

Hypothèses et méthodologie

Les travaux de Bala et al. [1] ont montré que l'effet des activités proposées par l'école maternelle sur le niveau de préparation à l'entrée à l'école primaire et sur les habiletés motrices des élèves est d'autant plus important que la période de scolarisation à la maternelle a été longue. Afin de déterminer dans quelle mesure ce phénomène était vérifié pour ce qui est des aspects vitesse, fluidité et régularité reflétant le degré d'efficacité de l'écriture, nous avons entrepris des analyses statistiques préliminaires. Celles-ci furent réalisées en exploitant les tracés enregistrés lors des phases 4 et 5 de l'expérimentation. Elles visaient à :

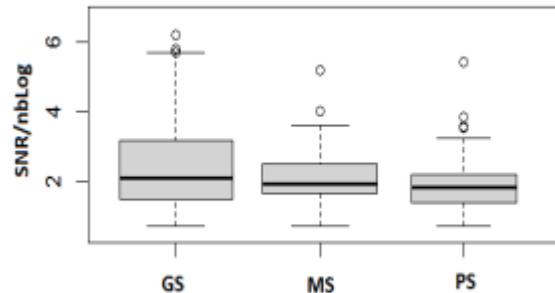
- établir l'intérêt potentiel des indicateurs dérivant de la modélisation sigma-lognormale, cette méthode n'ayant jamais été exploitée auparavant pour décrire ou analyser les tracés de scribes aussi jeunes que les enfants ayant participé à notre expérimentation ;
- identifier un jeu d'indicateurs rendant compte de la rapidité, de la fluidité et de la régularité des mouvements de tracé et à déterminer s'il permettrait de discriminer les différentes classes de scribes GS, MS et PS ;
- tenter de caractériser à la fois le niveau de difficulté et l'intérêt des nombreux exercices de tracé que comportait le protocole expérimental initial.

Pour obtenir des éléments de réponse concernant ces différents points, compte-tenu des effectifs relativement faibles de nos groupes, des tests non paramétriques de Mann-Whitney et de Kruskal Wallis ont été réalisés en utilisant les classes de scribes comme variables inter-groupes.

Enseignements issus de l'usage de Script-Studio

Les deux premières campagnes de recueil réalisées sur les tablettes lors des phases 4 et 5 nous permirent de confirmer que le modèle Sigma lognormal, employé pour synthétiser les mouvements rapides de l'adulte [15, 16], peut synthétiser les mouvements de scribes de maternelle avec une bonne qualité bien que ces derniers écrivent lentement. En effet, le SNR permettant d'évaluer la qualité des reconstructions des tracés des enfants par le modèle Sigma lognormal, indiqua que pour la première banque de données issue de la phase 4 (respectivement la seconde banque de données issue de la phase 5) 87% (respectivement

89%) des tracés sont reconstruits avec une bonne qualité ($SNR \geq 20dB$). De plus, ce modèle offre des paramètres lognormaux pouvant discriminer des classes de jeunes scribes tels que la variable SNR/nbLog qui mesure la capacité des scribes à contrôler leurs mouvements [14]. La figure 3 présente les résultats du test de Mann-Whitney et met en évidence une différence significative entre les 3 classes de scribes ($p < 0,001$). Le Test de Kruskal Wallis sur les classes comparées deux à deux, vient approfondir cette analyse. Il atteste de l'existence d'une différence significative entre GS et PS ($p < 0,001$), MS



et PS ($p = 0,013$) mais pas entre GS et MS ($p = 0,122$).

Figure 3 : répartition du SNR/nbLog pour les mouvements de tracés de type p de la 2^{ème} banque de données.

Ainsi ce modèle est donc capable de s'adapter, de modéliser et reconstruire tout type d'écriture lente et/ou rapide. Il peut être exploité pour contribuer à la recherche des caractéristiques des différents paliers intervenant dans la mise en place du programme moteur en maternelle. Ce paramètre corrobore les observations que les pédagogues s'attendent à observer dans les classes de maternelle. A savoir que plus les enfants progressent dans l'apprentissage de l'écriture, plus ils améliorent leur capacité de contrôle de leurs mouvements.

Enseignements fournis par l'usage de Dékat'Tras

Les paramètres cinématiques usuellement employés dans la littérature pour l'étude des tracés scripturaux des enfants sont automatiquement calculés par Dékat'Tras. Les tests de discrimination inter-groupes précédents ont été effectués sur la première banque de donnée et ont révélés l'existence de variables discriminantes inter-groupes (figure 4).

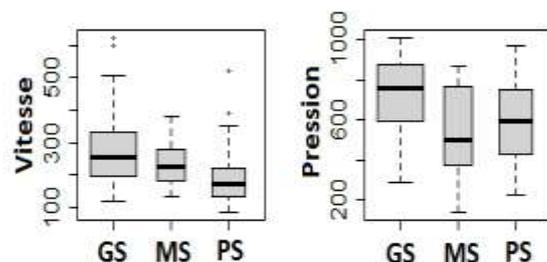


Figure 4 : répartition de la vitesse et de la pression pour les mouvements de tracés de type n de la 1^{ère} banque de données.

Atelier Interfaces Homme-Machine pour l'Apprentissage humain
Les tests de Mann Whitney révèlent une différence significative de la vitesse moyenne entre les trois Classes de scripteurs ($p < 0.001$), mais, le test de Kruskal Wallis indique que cette différence présente entre GS et PS, MS et PS ($p < 0.001$) et n'existe pas entre MS et GS ($p = 0.18$).

Dans d'autres cas, les tests de Mann Whitney révèlent une différence significative de la vitesse moyenne entre les trois classes de scripteurs ($p < 0.001$), mais, le test de Kruskal Wallis indique que cette différence présente entre GS et MS, GS et PS ($p < 0.001$) et n'existe pas entre MS et PS ($p = 0.348$).

Nous pouvons observer que, plus les enfants progressent dans leur apprentissage de l'écriture et plus rapides sont leurs productions. Les GS sont plus habiles que les MS-PS et plus aptes à maîtriser les consignes alliant vitesse et précision. La pression moyenne augmente pendant l'apprentissage. Nous émettons l'hypothèse que c'est dû à la capacité des GS à bien tenir l'outil scripteur et à leur incapacité à savoir déplacer leur outil scripteur tout en maintenant une bonne tenue de celui-ci.

Discussion

Travailler avec des enfants de maternelle nécessite beaucoup de temps pour les familiariser avec l'outil scripteur dépourvu de feedback visuel mais aussi les mettre en confiance en les encourageant même quand ils ne font pas la tâche demandée. Cette première expérimentation, bien qu'elle ne nous ait pas encore livré tous les enseignements concernant les questions posées, nous a déjà permis de constater que, pour identifier des profils de scripteur en maternelle en recueillant des tracés depuis une tablette numérique, il est préférable de recueillir un nombre important d'essais par enfant, 10 à 15 à minima. En effet, dans le cas de la phase 4 ayant fait intervenir le principe du recueil de trois essais par enfant, nous avons pu observer que les caractéristiques des productions des enfants pouvaient fortement différer de façon aléatoire. Toutefois, en considérant les tracés des classes d'individus, les données extraites sur les tracés acquis lors de la phase 4 nous ont permis d'émettre l'hypothèse qu'il existerait en maternelle deux grandes classes de scripteurs, les scripteurs de niveau PS ne maîtrisant pas leurs gestes scripturaux et les scripteurs de niveaux GS plus expérimentés dans la maîtrise de leurs gestes scripturaux. Nous émettons l'hypothèse sur la base d'une étude approfondie que nous avons menée d'indicateurs ayant trait à la régularité, la vitesse et la fluidité des mouvements que les scripteurs de niveaux MS seraient dans une phase transitoire. Certains maîtrisent des aptitudes graphomotrices de niveau GS et sont donc, de ces points de vue, d'un niveau GS. D'autres ne les maîtrisent pas et ont alors un niveau PS pour ces aptitudes liées à l'efficacité de leurs mouvements de tracé.

Les interfaces que nous utilisons nous permettent d'obtenir des indicateurs qui peuvent être utilisés pour caractériser la mise en place des capacités motrices des enfants dès la maternelle. Un travail de sélection d'un certain nombre de variables à observer pendant les acquisitions est en cours pour faire de nos hypothèses

IHM'14, Villeneuve d'Ascq, France
visant à suggérer des explications aux tendances observées, des affirmations. Ces variables relèvent des compétences instrumentales et cognitives.

En effet, des paramètres posturaux peuvent fortement influencer la mise en place de pré-requis nécessaires à l'apprentissage de l'écriture : tenue du crayon, mais aussi position du dos sur la chaise, des pieds sur le sol, de la main qui n'écrit pas sur la feuille.

La latéralité est également un facteur important car, certains enfants gauchers pendant les acquisitions écrivaient avec leurs deux mains. Même en GS, ils n'avaient pas encore choisi leur main dominante. D'autres facteurs relatifs à la compréhension de la consigne pourraient expliquer des échecs à effectuer certaines tâches des protocoles. En effet, certains enfants disaient avoir compris la consigne, et même après plusieurs explications ne pouvaient pas reproduire cette dernière quand la complexité de la tâche demandée augmentait.

Ainsi il nous faudra poser et quantifier ces paramètres supplémentaires pour les intégrer dans nos interfaces pour les banques de données à venir. Sur ces connaissances nous pourrions adapter l'interface que nous voulons créer visant à mettre en place les pré-requis à l'apprentissage de l'écriture.

CONCLUSION

Nous avons explicité pourquoi il est essentiel d'appréhender l'efficacité de l'acte moteur d'écrire non pas seulement à partir de la qualité visuelle des formes composant la trace laissée et de sa structuration spatio-temporelle mais également et surtout à partir de sa dynamique. Les 3 critères qui, à notre avis, permettraient de caractériser de manière satisfaisante pour les besoins de l'école l'efficacité de la dynamique d'écriture sont : la vitesse, la fluidité et la régularité des mouvements de tracé.

Nous avons justifié l'impossibilité actuelle pour les DIEGOS de constituer un moyen d'évaluation, de positionnement, ou d'entraînement des aptitudes pour chacune de ces 3 dimensions par le fait que leur conception n'a pas été fondée sur la nécessité d'une prise en compte simultanée : d'une définition multidimensionnelle de l'efficacité en écriture et du caractère dynamique de l'acte d'écrire. De plus, notre étude des approches d'évaluation des performances des DIEGOS nous a permis de mettre en exergue le fait que : le choix d'un DIEGOS, comme médium d'acquisition des pré-requis nécessaires à l'apprentissage de l'acte d'écrire, demeure tout aussi difficile que celui d'une approche n'exploitant pas le numérique et les interfaces orientés stylo. Ceci s'explique à notre avis à la fois : par l'inexistence d'un cadre objectif et normatif de positionnement des aptitudes d'ordre dynamique pour les très jeunes apprentis scripteurs et par le défaut d'outils et d'une méthodologie autorisant une évaluation dans un cadre unifié, objectif et normé.

Le projet de recherche-action en milieu scolaire « y a-t-il un copilote à bord ? » a été initié pour contribuer à combler ces carences en termes d'outil et de cadre. La première expérimentation menée dans une école a permis la constitution de trois banques de données.

Atelier Interfaces Homme-Machine pour l'Apprentissage humain
L'étude préliminaire des tracés des deux premières
banques créées nous a d'ores et déjà permis :

- de conforter l'intérêt de la modalité d'interaction orientée stylo, des possibilités de traitement et d'extraction d'indicateurs de chacun des logiciels Script-Studio et Dékat'Tras constitutifs de notre système d'analyse automatique de la dynamique d'écriture, d'indicateurs extraits par notre système pour caractériser et discriminer les niveaux d'efficacité des enfants en fonction de leur niveau scolaire. Cela constitue un premier indice de la faisabilité à la fois technologique et méthodologique de l'évaluation de l'efficacité des mouvements de tracé qui fait actuellement défaut à l'école faute de moyens adaptés pour l'envisager.
- de mettre en évidence la nécessité de tenir compte, dès la conception des DIEGOS, à la fois de la multi-dimensionnalité de la compétence en écriture et de celle du processus de son acquisition, qui comme tout processus d'apprentissage est, selon les principes énoncés par Vygotsky, profondément social.

Ce dernier point nous obligera à questionner également de manière plus approfondie et ciblée lors des expérimentations prochaines dans les écoles à la fois le rôle et l'apport de l'introduction :

- de modalités de capture d'informations sur l'acte d'écrire et celui d'apprendre à écrire complémentaires à celles accessibles via l'usage du stylo et de surfaces sensibles à la pression ; de nouveaux principes d'interaction tri-partites qui tiendraient mieux compte de l'apport et du déjà-là ou profil de chaque type d'acteur (adulte, machine, enfant) dans les processus nécessaires à l'acquisition d'une écriture efficace pour mieux penser la répartition des rôles et tâches entre ces derniers.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier les enfants ayant participé aux expérimentations, leurs parents, l'équipe éducative de l'école ainsi que les inspecteurs de l'académie de Guadeloupe.

BIBLIOGRAPHIE

1. Bala, G., Krneta, Ž., Katić, R. Effects of Kindergarten Period on School Readiness and Motor Abilities, *Collegium Antropologicum, Supplement 1*, Vol. 34, (2010), p61.
2. Ballouard C., L'aide mémoire: Psychomotricité, 25 notions clés, Dunod, Paris, 2008.
3. Bernard F-X. L'impact cognitif des dispositifs médiatiques sur les enfants d'âge préscolaire en situation d'apprentissage avec un adulte. Etude de cas de simulateur informatique dans le contexte d'une exposition scientifique. Thèse doctorat, Univ. Paris 5, 2006
4. Boucl'h L., Bernard F-X., Idrac-Fraisse A-C., Impact d'un entraînement avec tablettes tactiles sur la mémorisation de la

- IHM'14, Villeneuve d'Ascq, France
forme des lettres et du geste d'écriture en moyenne section de maternelle, *JOCAIR '14*, Paris, 14pp. http://eda.shs.univ-paris5.fr/jocair_2014/atelier_2/Boulch-Bernard-Idrac.pdf
5. Chartrel, E., & Vinter, A., L'écriture : Une activité longue et complexe à acquérir. *Approche Neuropsychologique de l'Apprentissage chez l'Enfant*, 78, (2004), 174-180.
 6. Dorville, A. & Rémi, C., (2008), Bâtir l'écriture, un outil pour l'évaluation du savoir écrire de base. *ADMEE '08*, Suisse, <https://plone.unige.ch/sites/admee08/communications-individuelles/j-a5/j-a5-3>
 7. Duval, T, Remi C. & Plamondon R., On the Use of the Sigma-Lognormal Model to Study Children Handwriting. In Proc *IGS'13*, Japan, (2013), 26-29.
 8. Jolly, C & Gentaz, E (2013). Évaluation des effets d'entraînements avec tablette tactile destinés à favoriser l'écriture de lettres cursives chez des enfants de Cours Préparatoire. *Sticef*, vol. 20, http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2013/02-jolly-atame/sticef_2013_NS_jolly_02.htm
 9. Leclerc, M.-C., Robert, J.-M., Evaluation des rétroactions données par un logiciel d'aide à l'apprentissage de l'écriture manuscrite, In Proc. *SELF-ACE '01*, Vol. 4, 2001.
 10. Lurçat, L. Etudes de l'acte graphique. Mouton, Paris, 1974.
 11. Lurçat, L. L'activité graphique à l'école maternelle, ESF, Paris, 1980.
 12. Lurçat, L. Le graphisme et l'écriture chez l'enfant. *Revue française de pédagogie*. Volume 65, (1983), 7-18.
 13. Palluel-Germain, R., Bara, F., Hillairet de Boisferon, A., Hennion, B., Gouagout, P. & Gentaz, E. (2006). Early handwriting acquisition : Evaluation of Telemaque, a new visuo-haptic interface. In Proc. *EuroHaptics '06*, (2006), 551-554.
 14. Palluel-Germain, R., Bara, F., Hillairet de Boisferon, A., Hennion, B., Gouagout, P. & Gentaz, E. A visuo-haptic device - Telemaque - increases the kindergarten children's handwriting acquisition. In Proc. *WorldHaptics '07*, IEEE (2007), 72-77.
 15. Robert, J.M., Djeziri, S., Audet, M., Plamondon, R. Scriptot: a Pen-Based Software to Support Handwriting Learning in Primary Schools. Rap. Tech., ÉPTM, Montréal, 1999, 12 pp.
 16. Ridé Y., TIC et éducation: l'apprentissage de l'écriture, Conf'lunch - Inria-Rennes - 2 juillet 2010, <http://videos.rennes.inria.fr/confLunch/yvan-ride/Evodia-ConfLunch20-TIC-Ecriture.pdf>
 17. Viviani, P. *Les habiletés motrices*. In *Traité de Psychologie Expérimentale 1*, PUF, Paris, 1994, 778-857.
 18. Zesiger, P., Deonna, T., & Mayor, C. L'acquisition de l'écriture. *Enfance*, (Tome 53), 3 (2000), 295-304.
 19. Zesiger, P. *Ecrire: approches cognitive, neuropsychologique et développementale*, PUF, Paris, 1995.
 20. O'Reilly, C., & Plamondon, R. (2009)A. Development of a Sigma-Lognormal representation for on-line signatures. *Pattern Recognition*, 42(12), 3324-3337.
 21. O'Reilly, C., Plamondon, R., Lebrun, L.-H., Clément, B., & Mathieu, P. A., B. Sigma-Lognormal Analysis of a Complex Movements Neuromuscular Test. In Proc *IGS'09*, (2009), France, 48-51.
 22. Plamondon, R., Djioua, M., & O'Reilly, C. La Théorie Cinématique des mouvements humains rapides: développements récents. *Traitement du Signal*, 26(5), (2009), 377-394
 23. Plamondon, R. et al. The Lognormal Hand Writer: learning, performing and declining. *Frontiers in Psychology*, 945(4), (2013), 1-14, http://www.frontiersin.org/Cognitive_Science/10.3389/fpsyg.2013.00945/full

Interfaces Elève-Machine pour apprendre à partir des contextes

Forissier Thomas

Université des Antilles et de la
Guyane
97178 Abymes, France
tforissi@espe-guadeloupe.fr

Bourdeau Jacqueline

Télé-université du Québec
Montréal 514 843-2015, Canada
jacqueline.bourdeau@liceq.ca

Fécil Sophie

Université des Antilles et de la
Guyane
97178 Abymes, France
sfecil@espe-guadeloupe.fr

RÉSUMÉ

L'enseignement des sciences naturelles vise à permettre aux enfants de construire une représentation rationnelle de leur environnement. Pour ce faire, il est habituel de construire des enseignements authentiques mettant en place une démarche d'investigation ancrée dans un contexte écologique particulier. Des travaux antérieurs ont décrit les effets de contexte comme des événements se produisant en situation d'apprentissage lorsque les contextes de deux acteurs sont différents.

Postulant que ces effets de contexte peuvent être considérés non comme une limite à l'apprentissage mais comme un atout, nous avons mis au point une innovation pédagogique afin d'observer, de décrire et de modéliser les modalités d'émergence des effets de contextes. Les apprentissages étudiés portent sur l'étude de grenouilles singulières (*Lithobates catesbeianus*, *Euleutherodactylus* sp.) par des enfants de 10 à 13 ans de Guadeloupe et du Québec. La séquence pédagogique inclut notamment un environnement numérique de travail, des visioconférences régulières et une démarche d'investigation sur le terrain assisté par ordinateur.

Dans une méthodologie de design based research, des données de différents types (questionnaires, enregistrements, productions d'élève par exemple) ont été collectées. Les résultats préliminaires permettent de décrire différents types d'expression des effets de contexte. Une modélisation de leur émergence est menée à partir des différences entre les contextes écologiques sur lesquels les élèves travaillent. Elle vise à fournir des outils prédictifs pour le chercheur comme pour le concepteur d'enseignement.

Mots Clés

Didactique des sciences; contexte; modélisation; grenouille

ACM Classification Keywords

H.5.: Information interfaces and presentation

H.5.2.: User Interfaces (D.2.2, H.1.2, I.3.6)

INTRODUCTION

Les relations entre contexte et enseignement des sciences ont fait l'objet de recherches de trois manières différentes. En premier lieu, les travaux de sociologie de l'éducation se sont intéressés aux impacts de certains contextes sur le choix ou la réussite des études scientifiques. Ainsi, certains travaux ont montré l'importance des classes sociales sur le suivi études scientifiques [4] ou encore du genre [13] sur la conception de la science. Une seconde manière a été menée par des travaux issus de psychologie de l'éducation qui se sont intéressés aux contextes des représentations des élèves lors des apprentissages [11]. Les contextes étudiés alors ne sont pas constitués par ce qui entoure les élèves mais plutôt par ce qui se passe dans leurs têtes en terme de représentation soit d'objets intrinsèques. Enfin, des travaux de didactique des sciences comme ceux inscrits dans les *context-based approach* [9] [5] se sont intéressés aux contextes naturels, écologiques ou d'observation, des élèves lors d'activités d'apprentissage, et notamment dans le cadre d'investigations de terrain [10]. Notre étude s'inscrit dans ce troisième courant mais vise à relier les contextes naturels ou extrinsèques aux contextes des représentations plus intrinsèques. Bazire et Brézillon, [3] définissent à propos de Bastien le caractère extrinsèque du contexte comme étant une partie entourant ce qui a rapport à un objet donné. L'aspect intrinsèque définit alors le contexte comme le prolongement d'un individu, partie intégrante de la représentation que l'individu construit de la situation dans laquelle il est impliqué. Cette articulation entre contexte intrinsèque est extrinsèque se retrouve chez d'autres auteurs notamment Zimmermann [14] et Van Wissen [12] et fonde notre volonté de modéliser les contextes intrinsèques à partir des écarts entre les contextes extrinsèques.

La notion d'effet de contexte [6] est centrale dans ce travail. Il s'agit (Figure 1) d'un événement qui apparaît lors d'une relation didactique lorsque deux acteurs en interaction véhiculent des contextes intrinsèques différents. Par exemple, l'acteur A comme l'acteur B possèdent des représentations qui sont liées à plusieurs contextes en interaction (1 et 2 sur la figure 1). Le contexte 2 étant proche pour ces deux acteurs, il a peu de chance de faire émerger un effet de contexte. Par contre, le contexte 1 est

notablement différent pour ces deux acteurs, par conséquent il risque plus sûrement de faire émerger un effet de contexte.

l'autre sur de nombreux points comme le cycle de développement, la taille, le lieu de vie ou le chant.

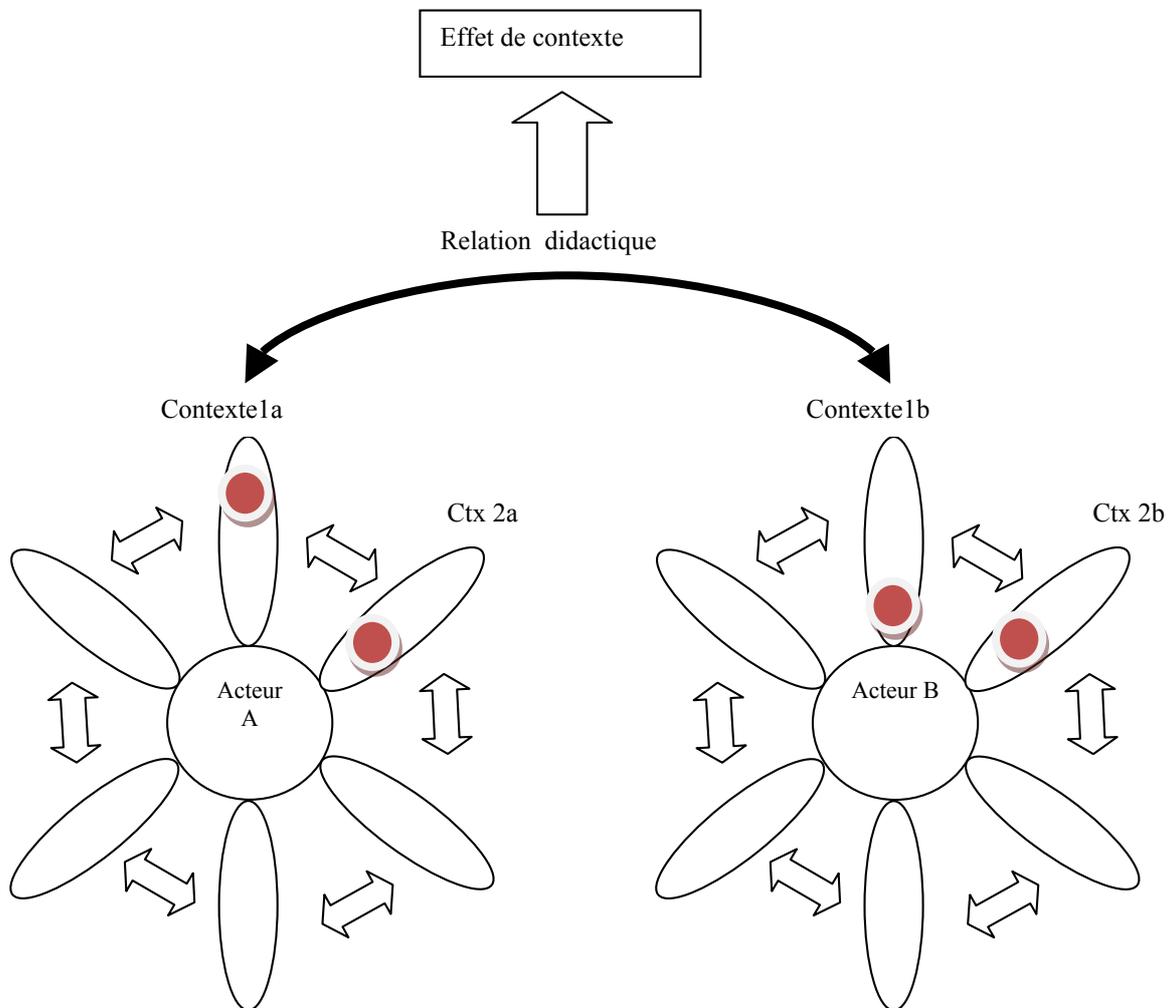


Figure 1 l'effet de contexte, une émergence lors de la relation didactique

A notre connaissances, des effets de contexte ont été rapportés comme des obstacles à l'apprentissage mais ils n'ont jusqu'alors ni été enregistrés en situation ni été scientifiquement décrits. Nous considérons les effets de contexte non comme des limites mais comme des atouts à l'apprentissage et proposons de construire une innovation pédagogique propice à l'émergence de ces effets de contexte afin de les observer, de les décrire et de les modéliser.

L'exemple de contexte naturel choisi pour cette étude est constitué par deux grenouilles : le Ououaron du Québec (*Lithobates catesbeianus*) et les hylodes de Guadeloupe (*Euleuthéroductylus* sp.) communes chacune dans leur environnement mais très différentes l'une de

METHODOLOGIE

La méthodologie mise en place s'inscrit dans le design based research [2] et en particulier dans l'approche adaptée à l'enseignement des sciences de Sandoval [8].

Cette recherche s'appuie sur des données collectées à partir d'une innovation pédagogique mise en place conjointement dans l'académie de Guadeloupe et la province du Québec. Le principe de l'innovation pédagogique qui a été réalisée consiste à stimuler l'apprentissage de concept en biologie en mettant en contact deux groupes d'élèves situé l'un en Guadeloupe et l'autre au Québec autour du projet *gounouy*. Ce projet s'est mis en place dans le cadre d'un atelier scientifique innovant destiné aux élèves de la sixième à la troisième. Il a réuni le collège du Moule (Guadeloupe) et l'école du Soleil de l'Aube de Repentigny (Québec). Il s'agissait

pour les élèves de travailler sur un même objet d'étude : la grenouille ; et dans une démarche d'investigation ces derniers ont eu à décrire et comparer la grenouille dans son milieu naturel local. Pour ce faire, une séquence d'enseignement faisant une large part aux nouvelles technologies éducatives est construite en collaboration avec les deux enseignants. Cette séquence menée conjointement par les élèves guadeloupéens et québécois consiste en une double enquête sur les hylodes et les ouaouarons en vue de présentations en visioconférence et de stockage de données via un espace de stockage et de partage collaboratif. Tout au long du projet, les élèves des deux groupes échangeront leurs observations, leurs questionnements, leurs hypothèses, et devront répondre respectivement aux questions posées par les élèves de l'autre groupe, avec une argumentation élaborée. Des mécanismes d'apprentissage collaboratif seront donc mis en œuvre en tirant profit des espaces numériques de travail et des télécommunications. Cette multiplication des confrontations de contextes intrinsèques inspirée des approches jigsaw [1] vise à favoriser l'émergence d'effet de contexte.

Le scénario pédagogique d'une durée de 6 mois est séquencé en 3 phases :

- Une phase d'organisation proprement dite avec notamment la constitution des équipes, répartition des tâches et présentation des outils et du calendrier prévisionnel du travail. Les équipes Guadeloupe/Québec appelées « équipes miroirs » travaillaient sur le même thème : la grenouille et les mêmes sujets d'études complémentaires au nombre de 5. En Guadeloupe comme au Québec le groupe classe comprenait quinze élèves ayant entre 11 et 13 ans. Chaque groupe classe a été divisé en 5 équipes thématiques : Equipe « chant », Equipe « Caractéristiques morphologiques-systématique », Equipe « Développement durable et relation à l'homme » Equipe « cycle de vie », Equipe « alimentation et respiration ». Cette phase s'est essentiellement appuyée sur l'utilisation de visioconférences et sur l'élaboration d'une espace dans la plate-forme Moodle dont la structure épouse l'organisation en groupes et équipes.
- Une phase d'investigation, avec des sorties sur le terrain, des collectes de données et une analyse de ces données. Les élèves équipées de matériel ultramobile ont réalisé des films sur leurs enquêtes afin de partager et de comparer leurs méthodes de recueil de données. Certains ont également réalisé une notice d'utilisation d'un logiciel de traitement de données.
- Enfin une phase de synthèse avec des échanges de conclusions écrites et des visioconférences de bilans.

Ce sont principalement durant ces deux dernières phases que s'est effectué le recueil de données. Cette scénarisation particulière a été construite pour multiplier les moments de confrontation de contextes intrinsèques. De plus, elle a servi de guide à la structuration de l'espace numérique de travail.

La procédure de recueil de données adoptée consiste d'une part en des entretiens avant et après investigation, d'autre part au visionnement de séances vidéo enregistrées au cours de l'atelier afin d'observer les effets de contexte qui pourraient se dégager aux moments d'échanges en visioconférence ou au moment d'échanges avec le professeur.

| TYPE DE DONNEES | NOMBRE |
|-----------------|--------|
| VIDEO | 65 |
| AUDIO | 30 |
| DOCUMENT TEXTE | 210 |
| PHOTOS | 122 |
| TOTAL | 427 |

Tableau 1. Nombre et type des données colligées

Le corpus de données obtenu est important et mixte (Tableau 1). Il compte 427 éléments: textes, photos, vidéos, enregistrements audio. 65 vidéo ont été produites ce qui correspond à 4H15 d'enregistrement. Ces vidéos ont été réalisées à l'aide de tablettes, smartphones et caméras. De plus, 210 pages de documents textes ont été rédigées soit par les élèves soit par les enseignants. Enfin, 122 photos ont été prises, ce qui correspond à 103 700 Ko environ. 30 bandes sons ont été enregistrées grâce à un dictaphone soit 1H 05 minutes d'enregistrement. Ce qui revient à un corpus de données s'élevant à 427 susceptibles de contenir des effets de contexte.

| TYPE DE DONNEES | DESRIPTIF |
|-----------------|--|
| VIDEO | -Echanges classes-classe qui correspondent visioconférences. - Echanges équipe-équipe (réunion d'experts) -Investigations sur le terrain - Hylode dans son milieu - manifestations académiques |
| AUDIO | -Pré test - Post test -Chant d'Hylode |
| DOCUMENT TEXTE | -Carnet de bord élève, -carnet de bord professeur, - diaporama |
| PHOTOS | -Classe en situation, -grenouille, - manifestations académiques |

Tableau 2. Descriptif des données

Le Tableau 2 montre que les documents sont thématiquement variés tant pour leur nature (vidéos,

diaporama, document texte) que pour la situation didactique dans laquelle ils se déroulent (enquête sur le terrain, visioconférence par groupe en classe, vidéo réalisée par les enseignants et les élèves...)

Une analyse qualitative des différents enregistrements a été menée afin de repérer et de décrire des effets de contexte. L'analyse des séquences audiovisuelles, est basée sur le visionnement et l'écoute des enregistrements. Il s'agit d'identifier dans ces séquences les effets de contexte pour comprendre comment ils apparaissent, et de les décrire.

Afin de compléter ce dispositif, des questionnaires ont également été passés par les élèves en pré test et post test. Leurs résultats seront présentés en détail dans une publication en préparation.

RESULTATS

L'analyse des résultats du questionnaire nous a permis au-delà des changements conceptuels attendus, d'observer la prise de conscience par les élèves de la singularité des espèces, qui s'est manifestée sous la forme de réponses conceptuelles expertes.

Le visionnement des séquences vidéo quant à lui a permis d'observer et de décrire deux types d'effets de contexte.

Ces deux types d'effets de contexte ont émergé dans deux types de situations didactiques différentes d'une part sur le terrain et d'autre part au moment des échanges entre le Québec et la Guadeloupe.

l'alimentation lorsque l'élève québécois donne la liste de ce que mange le Ououaron : les élèves guadeloupéens sont stupéfaits, des expressions de surprise se lisent sur leur visage. Il existe un véritable écart entre l'alimentation des deux grenouilles. Les élèves guadeloupéens n'imaginaient pas qu'une grenouille pouvait avoir un autre type d'alimentation si ce n'est celui qu'ils connaissaient, à savoir de petits insectes. Le deuxième est comparable, il correspond au moment où les élèves québécois font entendre à l'équipe miroir le chant du ououaron.

Le type 1 apparaît en amont du deuxième dans le déroulement pédagogique, et en particulier lors de l'enquête sur le terrain. On peut par exemple citer le fait que les élèves souhaitent observer la grenouille ou son stade têtard (qui n'existe pas de manière libre chez les hylodes de Guadeloupe). La proposition spontanée de potentiel lieu de rencontre de cette dernière a été la mare et ses abords. De même certains élèves partent à la recherche des grenouilles dans les égouts car il y a de l'eau, alors que l'hylode vit en terrain sec.

Les élèves, lors de ce projet ont construit de multiples apprentissages (tableau 4). Ils se répartissent en plusieurs catégories disciplinaires. Le choix de ces apprentissages par les élèves a fait l'objet de négociations avec les enseignants lors de la phase d'organisation du travail. Certains élèves ont ressenti le besoin de développer des compétences non prévues par les enseignants lors des investigations. A titre d'exemple, le groupe de Guadeloupe travaillant sur le chant des

| Effet de contexte | Contexte 1 grenouille | Contexte 2 grenouille | Moment dans l'enseignement | Modalités d'émergence d'effet de contexte | Exemples |
|-------------------|-----------------------|-----------------------|--|--|--|
| Type 1 | Hylode | « Conte de fée » | Début des investigations sur le terrain | Choix surprenant Révélation d'un secret | Vidéo 4 : la bouche d'égout Vidéo 1 : la mare |
| Type 2 | Hylode | Ououaron | Fin des investigations lors des échanges de données en visioconférence entre équipes | Etonnement hilarité | Vidéo 2 : l'alimentation Vidéo 3 : le chant |

Tableau 3. Description des deux types d'effet de contexte

Des deux types d'effet de contexte, le type 2 (Tab.3) est celui relié à des écarts entre les deux grenouilles étudiées. Il apparaît essentiellement lors des visioconférences d'équipe présentant les résultats des études. Il est possible de citer deux exemples.

Le premier a émergé au moment d'un échange par visioconférence entre équipe sur la thématique de

grenouilles a souhaité utiliser un logiciel de traitement des sons pour caractériser les enregistrements qu'ils ont effectués. Pour ce faire ils ont organisé une rencontre avec le professeur de musique de l'établissement (qui n'était pas a priori impliqué dans le projet) et ont recherché une notice d'utilisation du logiciel libre « audacity » qui a été mise sur la plate forme collaborative à destinations des élèves homologues du Québec.

| Catégories | Exemple d'apprentissage |
|-----------------------------|--|
| Biologie évolutive/écologie | adaptation aux milieux aires de répartition Notion d'espèce menacée, invasive, protégée chants : description et rôles |
| Zoologie | Description d'individus, de population et d'espèces (taille, morphologie, couleur,...) Notion Amphibien Notion de batracien |
| Biologie du développement | Cycle de vie Croissance et Métamorphose Œuf (nombre des pontes) Reproduction, accouplement |
| Physiologie | Alimentation par rapport aux différents milieux locomotion (comportement de prédation, nage, saut) respirations (branchiale, pulmonée, cutanée) Hibernation / résistance au gel |
| Epistémologique | Expliquer l'observation par référence à un modèle Préciser un modèle de grenouille (enrichir, voir les limites, les exceptions) par apport de nouvelles observation raisonnement par cycle inductif / déductif, intégration de techniques d'observation (en sortie, en labo), de mesure, de traitement des données dans une investigation |
| Transversale | Communication écrite et orale Métacognition Travail en équipe Organisation d'un projet |

Tableau 4. Différentes catégories de notions qui ont fait l'objet d'apprentissage

En plus des nombreuses observations directes, l'évaluation didactique du dispositif a été menée à l'aide d'entretien ante et post expérimentation. Les résultats montrent des changements forts dans certaines réponses tant sur le plan cognitif que dans une dimension affective (Figure 2).

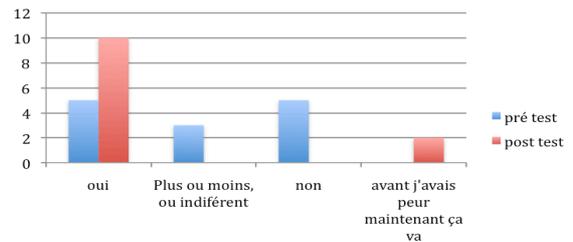


Figure 2. Aimes tu les grenouilles ?

Par exemple (Figure 3) si les élèves guadeloupéens pensaient qu'il existait un stade têtard libre chez les hylode étudiées (pourtant jamais observé), ils ne l'indiquent plus après l'enquête. De plus ils précisent que cette observation ne vaut que pour ces espèces.

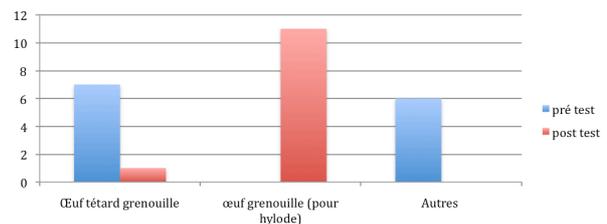


Figure 3. Comment se développent les grenouilles

Dans l'ensemble, de nombreuses modalités de réponse évoluent, certaines disparaissent, mais le plus surprenant est d'ordre qualitatif : des réponses « expertes » apparaissent lors des entretiens en post test. Ces réponses comprennent des descriptions précises en termes scientifiques et surtout parlent des limites de la validité (en terme d'espèces ou de modèle) de leurs réponses complexes à des questions simples. Ils replacent la singularité de leurs observations par rapport à des connaissances plus générales. Voici par exemple un échange entre le chercheur et un élève lors des entretiens de post-test :

Question: « Comment se développe une grenouille ? »

Elève A. : « Cela dépend des grenouilles, certaines se développent dans l'œuf tandis que d'autres passent par le stade têtard. »

« Peux-tu expliquer "cela dépend de quelle grenouille" ? »

Réponse de A. «Par exemple, l'hylode de Martinique *Eleutherodactylus martinicensis* a un développement dans l'œuf, c'est à dire a une phase têtard mais cette phase ci se passe dans l'œuf et elle sort directement sous forme de grenouille....tandis que les grenouilles qui vivent dans l'eau et qui passent par le stade têtard.... donceuh...des œufs sont pondus puis ils éclosent les têtards vivent pendant un certain temps dans l'eau les pattes apparaissent les pattes avant les pattes arrière puis une fois sortie de l'eau elles deviennent à leur tour adulte elles sortent de l'eau et pondent »

DISCUSSION

Dans ce type d'enseignement basé sur l'émergence d'effets de contexte, les moments clés sont ceux de la confrontation de conceptions sur l'objet scientifique étudié, qui est ici la grenouille. L'enquête sur le terrain est essentielle car elle permet de confronter la représentation initiale - vraisemblablement issue des contes de fée dans notre cas - à l'observation assistée par ordinateur. La confrontation des contextes intrinsèques des élèves du Québec et de Guadeloupe montre des effets de contexte qui ne peuvent exister qu'à travers les interfaces élèves-machine-élèves. Ces modalités qui réduisent les distances entre élèves permettent de confronter des contextes éloignés. Ils impliquent cependant des délais dans le cadre d'échange de documents sur plateforme numérique. L'ultra-mobilité des équipements et l'échange de vidéo directement sur le terrain d'observation semble pouvoir permettre la réduction des délais.

La question d'identifier expérimentalement ce que les élèves sont en capacité de transférer dans des situations contextuelles diversifiées et complexes est à l'étude dans une deuxième itération du protocole de design based research. Celle-ci portera sur une partie des mêmes élèves et travaillant dans un séquençage du même type mais sur un thème différent bien que porteur de nombreux éléments contextuels, celui de l'eau.

L'expérimentation pédagogique étudiée a permis d'observer, d'enregistrer et de localiser différents types d'effets de contexte. Notre projet actuel consiste à construire un outil informatique de prédiction de leurs émergences à partir des écarts entre les contextes extrinsèques. Pour ce faire, une modélisation de ces émergences est maintenant possible à partir des données didactiques recueillies. L'objectif à moyen terme consiste en l'élaboration d'un « Context-Aware Intelligent Tutoring System » [7], adapté à ce type d'enseignement.

REMERCIEMENTS

Yves mazabraud, Roger Nkambou

BIBLIOGRAPHIE

1. Aronson E. & Patnoe S. Cooperation in the classroom: The jigsaw method (3rd ed.). London: Pinter & Martin, Ltd. (2011)
2. Barab S. & Squire K. Design based research: Putting a stake in the ground. *The Journal of the Learning Sciences* (2004), 13(1): 1-14
3. Bazire M. & Brézillon P. Understanding context before to use it. *Lectures Notes in Artificial Intelligence* (2005) 3554: 29-40. Doi 10.1007/11508373_3
4. Duru-bellat M. & Van Zanten A Sociologie du système éducatif. Les inégalités scolaires: PUF (2009) 237 p.
5. King D.T., Winner E. & Ginns I. Outcomes and implications of one teacher's approach to context-based science in the middle years. *Teaching Science* (2011) 57(2): 26-30
6. Leurette S. & Forissier T. La contextualisation dans l'enseignement des sciences et techniques en Guadeloupe. *Grand N* (2009), 83: 19-26
7. Nkambou R., Bourdeau J. & Mizoguchi R. (Eds), *Advances in Intelligent Tutoring Systems*: Springer, Heidelberg
8. Sandoval W, Bell P (2004) Design-Based Research Methods for Studying Learning in Context: Introduction. *Educational Psychologist* (2010), 39(4): 199–201
9. Schwartz R.S., Lederman N.G. & Crawford, B.A. Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Sci. Ed.* (2004), 88: 610–645. doi: 10.1002/sce.10128
10. Sharples M., Scanlon E., Ainsworth S., Anastopoulou S., Collins T, Crook C., Jones A., Kerawalla L., Littleton K., Mulholland P. & O'Malley C. Personal Inquiry: Orchestrating Science Investigations Within and Beyond the Classroom. *Journal of the Learning Sciences*. (2014) DOI: 10.1080/10508406.2014.944642
11. Van Oers B. From context to contextualizing. *Learning and Instruction* (1998), 8(6): 473-488. doi: 10.1016/S0959-4752(98)00031-0
12. Van Wissen A., Kamphorst B. & Van Eijk R. A Constraint-Based Approach to Context. Heidelberg. *LNAI* (2013), 8175: 171-184. doi: 10.1007/978-3-642-40972-1
13. Weinburgh, M. Gender differences in student attitudes toward science: A meta-analysis of the literature from 1970 to 1991. *J. Res. Sci. Teach.* (1995), 32: 387–398. doi: 10.1002/tea.3660320407
14. Zimmermann A., Lorenz A., Oppermann R. Citations An Operational Definition of Context. *LNAI* (2007), 4635: 558-571. doi: 10.1007/978-3-540-74255-5_42

Audio-visual emotion recognition: A dynamic, multimodal approach

Jeremie Nicolle¹ Vincent Rapp¹ Kevin Bailly¹ Lionel Prevost² Mohamed Chetouani¹

¹Univ. Pierre et Marie Curie ISIR (UMR7222)
F-75005 Paris, France
{nicolle, bailly, rapp, chetouani}@isir.upmc.fr

²Univ. des Antilles LAMIA
97159 Pointe-à-Pitre, Guadeloupe
lionel.prevost@univ-ag.fr

ABSTRACT

Designing systems able to interact with students in a natural manner is a complex and far from solved problem. A key aspect of natural interaction is the ability to understand and appropriately respond to human emotions. This paper details our response to the continuous Audio/Visual Emotion Challenge (AVEC'12) whose goal is to predict four affective signals describing human emotions. The proposed method uses Fourier spectra to extract multi-scale dynamic descriptions of signals characterizing face appearance, head movements and voice. We perform a kernel regression with very few representative samples selected via a supervised weighted-distance-based clustering, that leads to a high generalization power. We also propose a particularly fast regressor-level fusion framework to merge systems based on different modalities. Experiments have proven the efficiency of each key point of the proposed method and our results on challenge data were the highest among 10 international research teams.

Key-words

Affective computing, Dynamic features, Multimodal fusion, Feature selection, Facial expressions.

ACM Classification Keywords

H5.2 [User Interfaces] User-centered design

I.5.4 [Application] Computer Vision

INTRODUCTION

Intelligent Tutoring Systems (ITS) are computer systems that aim to provide instruction and feedback to learners, (sometime with or) without the intervention of a human expert. Many years after the introduction of ITS in education and professional settings, they have demonstrated their capabilities and limitations. One of these latter is shared with traditional learning: the requirement of individualized learning [20]. Current ITSs are not adaptive due to their lack of interactivity and emotionality. Recent research in Learning Analytics

can improve interactivity by predicting one student's learning style [3]. Here, we'll focus on user emotions understanding that belongs to Affective Computing research area [19]. It is well known that emotion can either enhance or inhibit learning [7]. Positive emotions, usually considered as pleasant states, impact positively learning, curiosity and creativity. Kort et al. [11] proposed a four-quadrant learning model where the first dimension is the affect "sign" (positive or negative) and the second one, the "learning activity" (from unlearning to constructive learning). One may notice that this model is not far from Rusell's two dimensional (valence-arousal) model of affect.

So, in ITS and, more generally, in HCI, a current challenge is to give the computer the ability to interact naturally with the user with some kind of emotional intelligence. Interactive systems should be able to perceive pain, stress or inattention and to adapt and respond to these affective states. An essential step towards this goal is the acquisition, interpretation and integration of human affective state within the HCI. To recognize affective states, human-centered interfaces should interpret various social cues from both audio and video modalities, mainly linguistic messages, prosody, body language, eye contact and facial expressions.

Automatic recognition of human emotions from audio and video modalities has been an active field of research over the last decade. Most of the proposed systems have focused on the recognition of acted or prototypal emotions recorded in a constrained environment and leading to high recognition rates. These systems usually describe affects via a prototypal modeling approach using the six basic emotions introduced in the early 70s by Ekman [4]. Another standard way to describe facial expressions is to analyze the set of muscles movements produced by a subject. These movements are called facial Action Units (AUs) and the corresponding code is the Facial Action Coding System (FACS) [5]. The first challenge on Facial Expression Recognition and Analysis (FERA'11) focused on these two kinds of affect description. Meta-analysis of challenge results are summarized in [29]. These methods generally use discrete systems whether based on static descriptors (geometrical or appearance features) and on static classifiers such as Support Vector Machines [27].

However, these descriptions do not reflect real-life interactions and the resulted systems can be irrelevant to an everyday interaction where people may display subtle and complex affective states. To take this complexity into account, this classical description via prototypical modeling approach has recently evolved to a dimensional approach where emotions are described continuously within an affect space. The choice of the dimensions of this space remains an open question but Fontaine [6] showed that four dimensions cover the majority of affective variability: Valence (positivity or negativity), Arousal (activity), Expectancy (anticipation) and Power (control). The Affective Computing research community has recently focused on the area of dimensional emotion prediction and the first workshop on this topic (EmoSPACE'11 [9]) was organized three years ago, followed by the Audio/Visual Emotion Challenge (AVEC'11 [25]).

In this paper, we report the method we proposed to participate to the second edition of AVEC in 2012. Next section will be devoted to a state of art on multimodal affect recognition systems. Based on this latter, we'll describe the system we designed. Then we'll detail consecutively the feature extraction process, the dimensional predictors' training and the final combination. The following sections are dedicated to evaluation and meta-analysis of the challengers. Finally, conclusion and future works are presented.

MULTIMODAL AFFECT RECOGNITION

Usually, the most important parts of multimodal emotion recognition systems are the learning database, the extracted features, the predictor and the fusion method. More precisely, one of the main key points concerns the features' semantic level. Some methods use low-level features. For example, Wollmer et al. [30] propose an approach using features based on the optical flow. Dahmane et al. [2] use Gabor filter energies to compute their visual features. Ramirez et al. [21], conversely, prefer to extract high-level features such as gaze direction, head tilt or smile intensity. Similarly, Gunes et al. [8] focus on spontaneous head movements.

Another key aspect of this new dimensional approach is the need for the system to take the dynamic of human emotions into account. Some methods propose to directly encode dynamic information in the features. For example, Jiang et al. [10] extend the purely spatial representation LPQ to a dynamic texture descriptor called Local Phase Quantisation from Three Orthogonal Planes (LPQ-TOP). Cruz et al. [1] propose an approach that aligns the faces with Avatar Image Registration, and subsequently compute LPQ features. McDuff et al. [12] predict valence using facial Action Unit spectrograms as features. In this study, we focus on mid-level dynamic features, extracted using different visual cues: head

movements, face deformations and also global and local face appearance variations. Most methods use visual cues directly as features. In our method, dynamic information is included by computing the log-magnitude Fourier spectra of the temporal signals that describe the evolution of the previously introduced visual cues. Since an accurate and robust system should take advantage of interpreting signals from various modalities, we also include audio features to bring complementary information.

For the prediction step, different machine learning algorithms can be used. Several methods are based on context-dependent frameworks. For example, Meng et al. [14] propose a system based on Hidden Markov Models. Wollmer et al. [30] investigate a more advanced technique based on context modeling using Long Short-Term Memory neural networks. These systems provide the advantage to encode dynamics within the learning algorithm. Another solution is to base the system on a static predictor as, for instance, the well-known Support Vector Machine [1, 24]. Dynamic information being already included in our features, we chose a static predictor. The proposed method uses a kernel regressor based on the Nadaraya-Watson estimator [15]. For selecting representative samples, we perform a clustering step in a space of preselected relevant features.

To merge all visual and vocal information, various fusion strategies may be relevant. Feature-level fusion (also called early fusion) can be performed by merging extracted features from each modality into one cumulative structure and feeding it to a single classifier. This technique is appropriate for synchronized modalities but some issues may appear for unsynchronized or heterogeneous features.

Another solution is decision-level fusion (or late fusion); each extracted feature set feeds one classifier and all the classifier outputs are merged to provide the final response. For example, Nicolaou et al [17] propose an output-associative fusion framework. In our case, the fusion is based on a simple method linearly combining outputs corresponding to the predictions of the four dimensions with different systems to make the final predictions. This way, the system is able to capture the correlations between the different dimensions.

DESIGNED SYSTEM

This is our response to the continuous Audio/ Visual Emotion Challenge (AVEC'12) [26]. This challenge uses the SEMAINE [13] corpus as benchmarking database. This database has been continuously annotated by humans in real-time and a delay between the affect events and the labels has thus been introduced.

The main contributions presented in this paper for affective signals prediction are the followings.

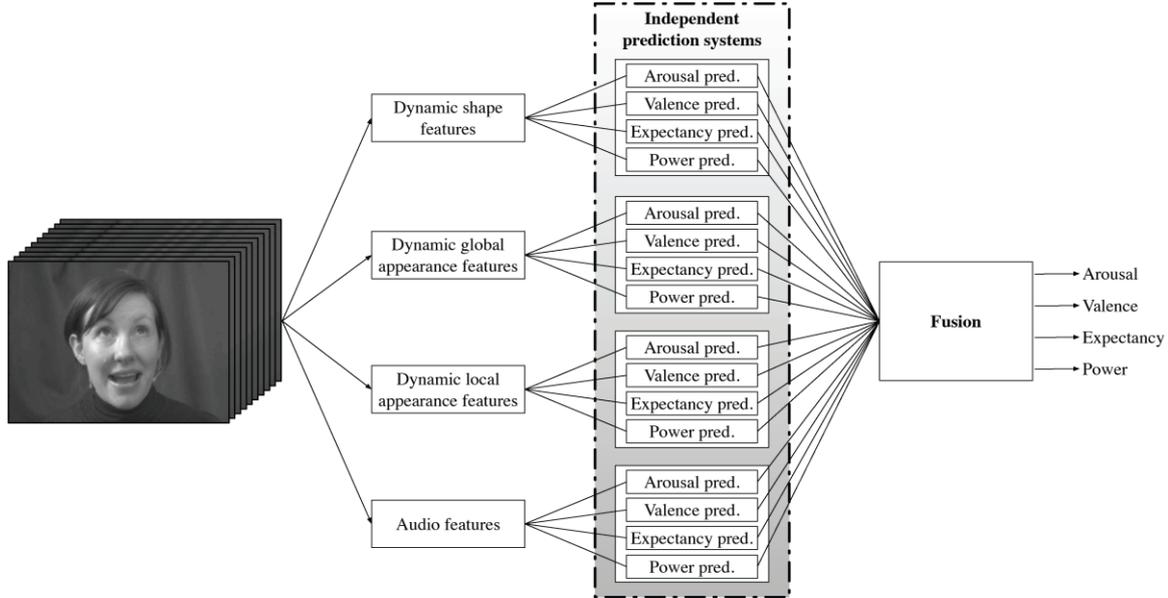


Figure 1: Proposed framework

- The use of the log-magnitude Fourier spectrum to include dynamic information for human emotions prediction.
- A new correlation-based measure for the feature selection process that increases robustness to possibly time-delayed labels.
- A fast efficient framework for regression and fusion designed for real-time implementation.

The proposed framework, presented in Fig. 1 is based on audio-visual dynamic information detailed in the next section. As visual cues, we propose a set of features based on facial shape deformations, and two sets respectively based on global and local face appearance. For each visual cue, we obtain a set of temporal signals and encode their dynamic using log-magnitude Fourier spectra. Audio information is added using the provided audio features. Regarding the prediction, we propose a method based on independent systems for each set of features and for each dimension. For each system, a new correlation-based feature selection is performed using a delay probability estimator. This process is particularly well-adapted to unsure and possibly time-delayed labels. The prediction is then done by a non-parametric regression using representative samples selected via a k-means clustering process. We finally linearly combine the 16 outputs during a fusion process to take into account dependencies between each modality and each affective dimension.

FEATURES

In this section, we present the four different sets of features we used. We propose three multi-scale dynamic feature sets based on video; the fourth one is based on audio.

For the sets of visual cues, we first extract temporal signals describing the evolution of facial shape and appearance movements before calculating multi-scale dynamic features on these signals. The feature extraction process is described in Fig. 2.

Signal extraction

We extract three kinds of signals: one based on shape parameters, and two others based on global and local face appearance.

Shape parameters

The first set of features we used is based on face deformation shape parameters. The initial step of this feature extraction process is face detection performed by Viola and Jones' state-of-art algorithm. Then, we use the 3D face tracker proposed in [22]. It detects the face area and estimates the relative position of 66 landmarks using a Point Distribution Model (PDM). The position of the i^{th} landmark s_i in the image can be expressed as:

$$s_i(\mathbf{p}) = s\mathbf{R}(\bar{s}_i + \Phi_i\mathbf{q}) + \mathbf{t}$$

where the mean location of each landmark and the principal subspace matrix are computed from training shape samples using principal component analysis (PCA). Here, $\mathbf{p} = \{s, \mathbf{R}, \mathbf{t}\}$ denotes the PDM parameters, which consist of global scaling s , rotation \mathbf{R} and translation \mathbf{t} . Vector \mathbf{q} represents the deformation parameters that describe the deformation of s_i along each principal direction.

As output of this system, we obtain temporal signals: some of them correspond to the external parameters and give information on the head position, and the others characterize deformations related to facial expressions.

Global appearance

The second set of features we used is based on global face appearance. First, we warp the faces into a mean face appearance. First, we warp the faces into a mean face appearance. First, we warp the faces into a mean face appearance. First, we warp the faces into a mean face appearance. This way, the global appearance will be less sensitive to shape variations and head movements, already encoded in the first set. Then, we select the most important modes of appearance variations using PCA. We obtain a set of temporal signals by projecting the warped images on the principal modes.

Local appearance

The third set is based on local face appearance. First, we extract local patches of possibly interesting areas regarding deformations related to facial expressions. We extract an area around the mouth in order to capture smiles, areas around the eyes to capture the gaze direction, around the eyebrows to capture their movements, and areas where the most common expression-related lines can appear (periorbital lines, glabellar lines, nasolabial folds and smile lines). We chose to avoid the worry lines area because of the high probability it has to be occluded by hairs. Then, we use PCA as for the global warped images to compute temporal signals corresponding to the evolution of the local appearance of the face during time.

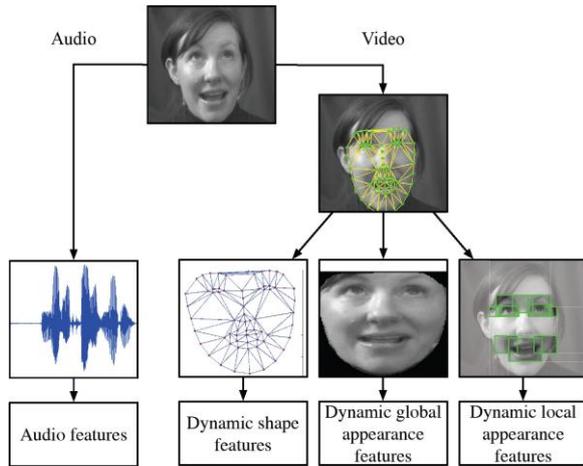


Figure 2: Feature extraction overview

Dynamic features

For each of these three sets, we calculate the log-magnitude Fourier spectra of the associated temporal signals in order to include dynamic information. We also calculate the mean, the standard deviation, the global energy, and the first and second-order spectral moments. We chose to compute these features every second for different sizes of windows (from one to four seconds). This multi-scale extraction gives information about short-term and longer-term dynamics.

Audio features

The last set of features we used is the audio feature set given to the participants of the AVEC'12 Challenge. It contains the most commonly used audio features for the aimed task of predicting emotions from speech (energy, spectral and voice-related features).

Feature normalization

Within a set of features, the range of values can be highly different from one feature to another. In order to give the same prior to each feature, we need to normalize them. A global standardization on the whole database would be a solution but we chose to standardize each feature by subject in order to reduce the inter-subject variability. This method should be efficient under the hypothesis that the amount of data for each subject is sufficiently representative of the whole emotion space.

PREDICTION SYSTEM

Using each of the four feature sets, we make separate predictions for the four dimensions, leading to a total of 16 signals.

Delay probability estimation

The SEMAINE database has been continuously annotated by humans. Therefore, a delay exists between videos and labels, which may significantly corrupt the learning system [16]. We introduce in this paragraph a delay probability estimation method to avoid this issue. Let $y(t)$ be the label signal and $f_i(t)$, $i = \{1, \dots, n\}$ a set of n features. Making the assumption that the features that are relevant for our prediction will be more correlated to the undelayed label, we can use the sum of the correlations between the features and the τ seconds delayed label signal as a probability index for the label to be delayed by τ seconds. Thus, we can estimate the delay probability $P(\tau)$ as follows:

$$P(\tau) = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n r(f_i(t), y(t - \tau))$$

where r is the Pearson correlation coefficient.

$$r(X, Y) = \frac{E(X - \bar{X})E(Y - \bar{Y})}{\sigma_X \sigma_Y}$$

A is the normalization coefficient defined as:

$$A = \int_{-\infty}^{\infty} \sum_{i=1}^n r(f_i(t), y(t - \tau)) d\tau$$

We calculate $P(\tau)$ for τ varying in a range $[0, T]$ where T is the largest expected delay that we fixed at 20 seconds to obtain an estimate of the delay probability distribution in this range. In our case, the data contain different video sequences. We thus estimate the delay probability as the mean of the delay probabilities estimated for the different sequences. To simplify notations, we refer to this estimate as $P(\tau)$.

In Fig. 3, we represent the four different delay probability distributions that have been learned on the training database for the first feature set. By looking at those distributions' maxima, we identify an averaged delay between 3 and 4 seconds for valence and arousal, and between 5 and 6 seconds for expectancy and power. The differences between those delays could be explained by the higher complexity of human evaluation for expectancy and power.

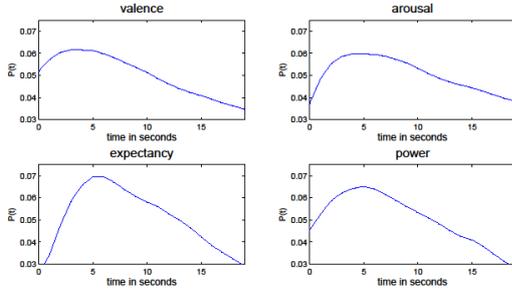


Figure 3: Delay probability distributions

Correlation-based feature selection

We present in this section a feature selection method adapted to a possibly time-delayed label.

The kernel regression proposed in this paper uses a similarity measure based on distances between samples. Using all the features (including the ones that are not useful for our prediction) would corrupt the regression by adding an important noise. We need to identify the most relevant ones and then reduce the number of features that will be used in our distance.

In order to only select the features that are correlated to the label knowing the delay probability distribution, we introduce a time-persistent-correlation-based measure:

$$\rho(f_i(t), y(t)) = \int_{-\infty}^{\infty} r(f_i(t), y(t - \tau))P(\tau)d\tau$$

This way, we consider the correlation between the feature and the label, but also between the feature and different delayed versions of the label weighted by an estimation of the delay probability. As before, with different separate video sequences, we need to calculate the mean of this measure for the different sequences to obtain a correlation score between the i^{th} feature and the label. To simplify notations, we refer to this score as $\rho(f_i(t), y(t))$. This measure is more robust than a simple correlation measure in the case of possibly time-delayed label. By selecting features maximizing $\rho(f_i(t), y(t))$, we select a relevant set of features.

Clustering

We present in this paragraph a clustering step with supervised weighted-distance learning. The feature selection step presented in the previous paragraph gives a

correlation score between the label and each selected feature. We use these scores as the weights of a diagonally-weighted distance d_w , defined as follows:

$$d_w(X, Y) = \sqrt{X^T W Y}$$

with W a matrix which components are defined as:

$$W_{ij} = \rho(f_i(t), y(t))\delta_{ij}$$

We perform a k-means clustering algorithm to reduce the uncertainty of the label by grouping samples that are close in the sense of the learned distance d_w . We calculate the label of each group as the mean of the labels of the group. In order to initialize the algorithm, we sort out the samples by label values and gather them in k groups of the same size. We calculate the initialization seeds as the means of the features of each group's samples. This initialization is done to ease the repeatability of the clustering and because we expect to gather samples with neighboring labels after the clustering algorithm by using the learned distance d_w . This step leads to the identification of a set of representative samples.

Kernel regression

After these learning steps, the prediction is done by a kernel regression using the Nadaraya-Watson estimator [15]. We use a radial basis function (RBF) combined with the previously learned weighted-distance d_w as kernel. Let $\mathbf{x}_j, j = \{1, \dots, m\}$ be the feature vectors of the m representative samples obtained after clustering, and $y_j, j = \{1, \dots, m\}$, the associated labels. The prediction for a sample s described by feature vector \mathbf{x}_s is given by:

$$\hat{y}(s) = \frac{\sum_{j=1}^m K_{\sigma}(\mathbf{x}_s, \mathbf{x}_j)y_j}{\sum_{j=1}^m K_{\sigma}(\mathbf{x}_s, \mathbf{x}_j)}$$

where σ is the spread of the radial basis function and K is defined as:

$$K_{\sigma}(\mathbf{x}_s, \mathbf{x}_j) = e^{-\frac{d_w(\mathbf{x}_s, \mathbf{x}_j)^2}{\sigma}}$$

As a final step, we proceed to a temporal smoothing to reduce the noise of the regressor output.

FUSION

Using the regression method described in the previous section, we obtain 16 signals, which are the predictions of the four dimensions using the four different sets of features. In order to fuse these signals and make the final prediction of the four dimensions, we chose to use local linear regressions to estimate linear relationships between the signals and the labels. More precisely, the coefficients of these linear relationships are estimated as the means of the different linear regressions coefficients

weighted by the Pearson's correlation between the predicted signal and the label of each sequence. Let y_i^j , $i=\{1,\dots,n_s\}$, $j=\{V,A,E,P\}$ be the labels of the n_s video sequences of the learning set. Let S_i , $i=\{1,\dots,n_s\}$ be the matrices containing the 16 predictions of our system on the n_s sequences of the training set (previously standardized). We estimate the four vectors of coefficients α_j of the linear relationships as follows:

$$\alpha_j = \frac{\sum_{i=1}^{n_s} r(\beta_i^j S_i, y_i^j) \beta_i^j}{\sum_{i=1}^{n_s} r(\beta_i^j S_i, y_i^j)}$$

where $\beta_i^j = (S_i^T S_i)^{-1} S_i^T y_i^j$ is the ordinary least squares coefficients vector for sequence i and label j .

We can then calculate our final predictions for the four dimensions p_j , $j=\{V,A,E,P\}$ as:

$p_j = \alpha_j S_i$ where S_i is a matrix containing the 16 standardized predictions of all the regressors on the test sequence we aim to predict.

EXPERIMENTS

In this section, we present some experiments we carried out to evaluate the different key points of our method. In order to be robust in generalization, we chose to optimize the hyperparameters in subject-independent cross-validation (each training partition does not contain the tested subject). We report here the result of the full system (with feature normalization by subject, our time-persistent-correlation measure and our regression framework). The contribution of each key-point is deeply studied in [18]. The next subsection details the results of the challenge data released by the organizers one week before the challenge deadline.

Fusion evaluation

The proposed fusion method, which is based on a simple linear combination of the inputs learned via local linear regressions, is particularly fast and well-suited for a real-time system.

| | Val | Aro | Exp | Pow | Mean |
|----|--------------|--------------|--------------|-------|--------------|
| S | 0.319 | 0.538 | 0.365 | 0.429 | 0.413 |
| GA | 0.281 | 0.498 | 0.347 | 0.431 | 0.389 |
| LA | 0.354 | 0.470 | 0.323 | 0.432 | 0.395 |
| A | -0.057 | 0.445 | 0.280 | 0.298 | 0.241 |
| F | 0.350 | 0.644 | 0.341 | 0.511 | 0.461 |

Table 1: Pearson's correlations averaged over all sequences of the AVEC'12 development set.

To evaluate the efficiency of this fusion method and the contribution of each feature set, we present the results we obtained by learning on the training set and testing on the development set in Table 1. Results are given in terms of correlation for valence (V), arousal (A), expectancy (E) and power (P). We also indicate the mean correlation of these four dimensions. S corresponds to the shape

features. GA to the global appearance features. LA to the local appearance features and A to the audio features. F corresponds to the fusion.

Results on the test set

We learned our system on the concatenation of the training and the development sets to compute our predictions on the test set. We compare in Table 2 our results to those given in the baseline paper [26]. We can notice that the results obtained on the test set are quite similar to those obtained on the development set. This highlights the high generalization power of the proposed framework. It can be explained by the small number of representative samples for the kernel regression (60 in our system) which limits the flexibility of the model and allows the system to only capture important trends in the data.

| | Val | Aro | Exp | Pow | Mean |
|------------|--------------|--------------|-------|-------|--------------|
| Our method | 0.341 | 0.612 | 0.314 | 0.556 | 0.456 |
| Baseline | 0.146 | 0.149 | 0.110 | 0.138 | 0.136 |

Table 2: Pearson's correlations averaged over all sequences of the AVEC'12 test set.

META-ANALYSIS OF THE CHALLENGE

Challenger results in terms of mean correlation and root mean squared error are compared to the baseline in Fig. 4. The proposed system gets the highest accuracy on both measures.

The system described in [28] extracts and merges visual, acoustic and context relevant features. They propose a method that adapts to the morphology of the subject and is based on an invariant representation of facial expressions. It relies on 8 key expressions of emotions of the subject. In their system, each image of a video sequence is defined by its relative position to these 8 expressions. These 8 expressions are synthesized for each subject from plausible distortions learnt on other subjects and transferred on the neutral face of the subject. Expression recognition (particularly smile) in a video sequence is performed in this space with a basic intensity-area detector. The features extracted from audio mode come from the analysis of the speaking turns, sentences and keywords. It is possible, with the transcripts of a conversation, to automatically find the emotional agent of the sequence. Knowing that each agent has its own emotional profile and that most of the time, subject and agent are emotionally synchronized, it's easy to deduce a statistical mean value of the subject's valence and arousal for the sequence. To fuse multimodal features, they use a classical Mamdani Fuzzy Inference System. The results show that the duration of high intensity smile is an expression that is meaningful for continuous valence detection. The main variations in power and expectancy are given by context data. The mean correlation is not far from our (0.43 instead of 0.46) and the root mean squared error is lower.

The third challenger proposal use temporal statistics of texture descriptors extracted from facial video, a combination of various acoustic features, and lexical features to create regression based affect estimators for each modality. The single modality regressors are then combined using particle filtering, by treating these independent regression outputs as measurements of the affect states in a Bayesian filtering framework, where previous observations provide prediction about the current state by means of learned affect dynamics. Tested on the Audio-visual Emotion Recognition Challenge dataset, their filtering-based multi-modality fusion achieves correlation performance of 0.344.

Comparing the three first challengers is interesting on two aspects. First, these results are not “so” good as mean correlation is always lower than 0.5. Looking at predictions in detail, we can see that sometime, they are quite perfect and sometime, completely at the opposite of ground truth. Let us notice that the analysis of ground truth labels [28] shows that the mean correlation between annotators is 0.45. Given both results, we may ask if we face an ill posed problem! Maybe affective states are too subtle to be detected by using only the audio-visual channels. Nevertheless, each challenger uses (mostly) different cues and gets more or less accuracy on the four affective dimensions. We can guess that selecting or combining in some way all these cues should lead to better results.

CONCLUSION

We presented a complete framework for continuous prediction of human emotions based on features characterizing head movements, face appearance and voice in a dynamic manner by using log-magnitude Fourier spectra. We introduced a new correlation-based measure for feature selection and evaluated its efficiency and robustness in the case of possibly time-delayed labels. We proposed a fast regression framework based on a supervised clustering followed by a Nadaraya-Watson kernel regression. Our fusion method is based on simple local linear regressions and significantly improves our results. Because of the high power of generalization of our method, we directly learned our fusion parameters using our regressors outputs on the training set. In order to improve the fusion for methods that are more sensitive to over-fitting, we would have to learn these parameters in cross-validation. Some modifications on our system would be needed to increase its performance regarding this measure. The SEMAINE database on which our system has been learned and tested contains videos of natural interactions but recorded in a very constraint environment. A perspective for adapting these kinds of human emotion prediction systems to real conditions, as for Intelligent Tutoring Systems, would be to learn the system on "in the wild" data.

BIBLIOGRAPHY

1. Cruz, B. Bhanu, and S. Yang. A psychologically-inspired match-score fusion model for video-based facial expression recognition. In Proc. of Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII'11), pages 341-350, 2011.
2. M. Dahmane and J. Meunier. Continuous emotion recognition using gabor energy_filters. In Proc. of Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII'11), pages 351-358, 2011.
3. S. Dawson, L. Heathcote, G. Poole. Harnessing ICT potential: The adoption and analysis of ICT systems for enhancing the student learning experience. International Journal of Educational Management, 24(2): 116 – 128, 2010.
4. P. Ekman. Facial expression and emotion. American Psychologist, 48(4):384, 1993.
5. P. Ekman and W. Friesen. Facial action coding system: A technique for the measurement of facial action. Manual for the Facial Action Coding System, 1978.
6. J. Fontaine, K. Scherer, E. Roesch, and P. Ellsworth. The world of emotions is not two-dimensional. Psychological science, 18(12):1050, 2007.
7. R. Greenleaf. Motion and Emotion in Student Learning. Principal Leadership, 2003.
8. H. Gunes and M. Pantic. Dimensional emotion prediction from spontaneous head gestures for interaction with sensitive artificial listeners. In Proc. of Intelligent Virtual Agents (IVA'10), pages 371-377, 2010.
9. H. Gunes, B. Schuller, M. Pantic, and R. Cowie. Emotion representation, analysis and synthesis in continuous space: A survey. In Proc. IEEE Int'l Conf. Face & Gesture Recognition (FG'11), pages 827-834, 2011.
10. B. Jiang, M. Valstar, and M. Pantic. Action unit detection using sparse appearance descriptors in space-time video volumes. In Proc. IEEE Int'l Conf. Face & Gesture Recognition (FG'11), pages 314-321, 2011.
11. Kort, B., Reilly, R., & Picard, R. W.. An affective model of interplay between emotions and learning: Reengineering educational pedagogy-building a learning companion. In Proc. of the IEEE Int'l Conference on Advanced Learning Technologies, pages 43-46, 2001.
12. Computer Society Press, 43-46. D. McDuff, R. El Kaliouby, K. Kassam, and R. Picard. Affect valence inference from facial action unit spectrograms. In Proc. IEEE Int'l Conf. Computer Vision and Pattern Recognition Workshops (CVPRW'10), pages 17-24, 2010.
13. G. McKeown, M. Valstar, R. Cowie, and M. Pantic. The semaine corpus of emotionally coloured character interactions. In Proc. IEEE Int'l Conf. on Multimedia and Expo (ICME'10), pages 1079-1084, 2010.
14. H. Meng and N. Bianchi-Berthouze. Naturalistic affective expression classification by a multi-stage approach based on hidden markov models. In Proc. of Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII'11), pages 378-387, 2011.
15. E. Nadaraya. On estimating regression. Theory of Prob. and Appl., 9:141-142, 1964.
16. M. Nicolaou, H. Gunes, and M. Pantic. Automatic segmentation of spontaneous data using dimensional labels from multiple coders. In Workshop on Multimodal Corpora: Advances in Capturing, Coding and Analyzing Multimodality, pages 43-48, 2010.
17. M. Nicolaou, H. Gunes, and M. Pantic. Output-associative svm regression for dimensional and continuous emotion prediction. Image and Vision Computing, 30(3), 186-196, 2012.

18. J. Nicolle, V. Rapp, K. Bailly, L. Prevost, and M. Chetouani, Robust continuous prediction of human emotions using multiscale dynamic cues, In Proc. of International Conference on Multimodal Interaction, pages 501-508, 2012.
19. Picard, R. W.. Affective computing. Cambridge: MIT Press, 1997.
20. Paramythis, A., & Loidl-Reisinger, S.. Adaptive Learning Environments and e-Learning Standards. In R. Williams (Ed.), Proceedings of the 2nd European Conference on e-Learning (ECEL2003), pages 369-379, 2003.
21. G. Ramirez, T. Baltrusaitis, and L. Morency. Modeling latent discriminative dynamic of multi-dimensional affective signals. In Proc. of Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII'11), pages 396-406, 2011.
22. J. M. Saragih, S. Lucey, and J. F. Cohn. Deformable Model Fitting by Regularized Landmark Mean-Shift. International Journal of Computer Vision, 91(2):200-215, 2010.
23. A. Savran, H. Cao, M. Shah, A. Nenkova, R. Verma, Combining Video, Audio and Lexical Indicators of Affect in Spontaneous Conversation via Particle Filtering , In Proc. of International Conference on Multimodal Interaction, pages 485-492, 2012.
24. A. Sayedelahl, P. Fewzee, M. Kamel, and F. Karray. Audio-based emotion recognition from natural conversations based on co-occurrence matrix and frequency domain energy distribution features. In Proc. of Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII'11), pages 407-414, 2011.
25. B. Schuller, M. Valstar, F. Eyben, G. McKeown, R. Cowie, and M. Pantic. AVEC 2011: the first international audio/visual emotion challenge. In Proc. of Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII'11), pages 415-424, 2011.
26. B. Schuller, M. Valstar, F. Eyben, R. Cowie, and M. Pantic. AVEC 2012: the continuous audio/visual emotion challenge – an introduction. In Proc. of International Conference on Multimodal Interaction, pages 361-362, 2012.
27. T. Senechal, V. Rapp, H. Salam, R. Segulier, K. Bailly, and L. Prevost. Facial action recognition combining heterogeneous features via multi-kernel learning. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B, 42(4):993-1005, 2012.
28. C. Soladie, H. Salam, C. Pelachaud, N. Stoiber, R. Segulier, A Multimodal Fuzzy Inference System using a Continuous Facial Expression Representation for Emotion Detection, In Proc. of International Conference on Multimodal Interaction, pages 493-500, 2012.
29. M. Valstar, M. Mehu, B. Jiang and M. Pantic, Meta-Analysis of the First Facial Expression Recognition Challenge, Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B, 42(4):966-979, 2012.
30. M. Wollmer, M. Kaiser, F. Eyben, and B. Schuller. Lstm-modeling of continuous emotions in an audiovisual affect recognition framework. Image and Vision Computing, 2012.

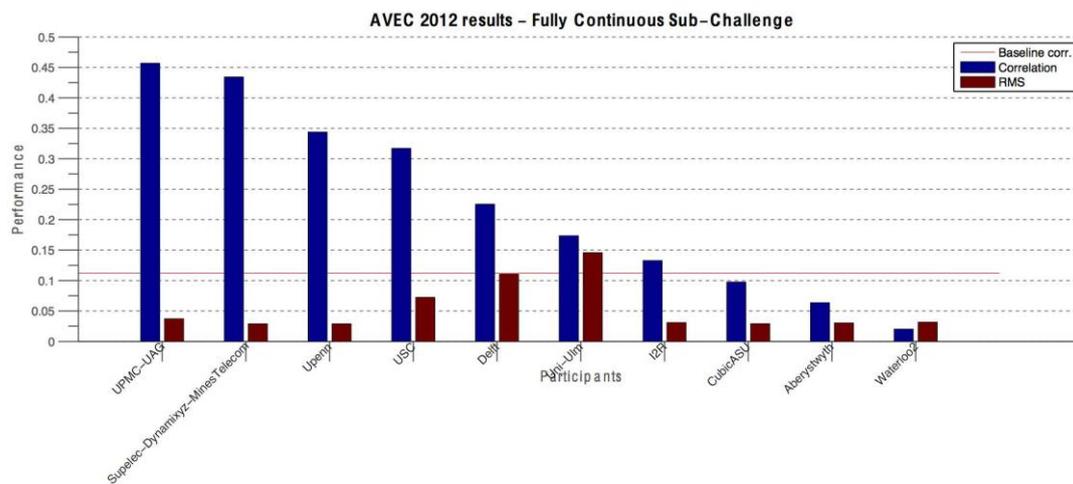


Figure 4: Baseline correlation, mean correlation and root mean squared error of the ten challengers

Apprentissage et SMS : quelle utilisation des téléphones portables en contexte didactique ?

Frédéric Anciaux
CRREF (EA 4538)

Université des Antilles-Guyane
97178, Abymes, France
fanciaux@espe-guadeloupe.fr

Thomas Forissier
CRREF (EA 4538)

Université des Antilles-Guyane
97178, Abymes, France
tforissi@espe-guadeloupe.fr

Antoine Delcroix
CRREF (EA 4538)

Université des Antilles-Guyane
97178, Abymes, France
delcroix@espe-guadeloupe.fr

RESUME

Cette expérimentation menée en contexte didactique porte sur l'usage des SMS (Short Message Service) à l'université. Vingt-neuf étudiants ont participé, ainsi qu'une enseignante. Les étudiants pouvaient envoyer des SMS pendant le cours, soit pour communiquer entre eux ou vers l'extérieur (SMS divers), soit pour répondre à des questions posées par l'enseignante (SMS didactiques). Tous les SMS envoyés étaient mis en copie à un numéro de téléphone portable utilisé pour l'occasion visant la réception de l'ensemble des SMS. Nous avons reçu 392 SMS, dont 41% de SMS didactiques et 59% de SMS divers. Le corpus de SMS didactiques a ensuite été donné à l'enseignante pour une analyse des réponses aux questions. La discussion des résultats porte sur l'utilisation des SMS dans l'enseignement comme un moyen de sondage et d'interaction avec le public enseigné, et sur la relation entre la fréquence d'envoi de SMS et la qualité des réponses chez les étudiants.

Mots Clés

Didactique; SMS; apprentissage; étudiants; interaction.

ACM Classification Keywords

H.5.: Information interfaces and presentation

H.5.2.: User Interfaces (D.2.2, H.1.2, I.3.6)

INTRODUCTION

Cette contribution est consacrée à la présentation d'une expérimentation menée en 2013 et financée par la Direction générale de la langue française et des langues de France (Ministère de la Culture et de la Communication). Cette recherche a été effectuée lors d'un enseignement en Licence de biologie à l'université des Antilles et de la Guyane. Elle porte sur l'usage, le recueil et l'étude de SMS envoyés avec des téléphones portables ou smartphones en contexte didactique.

Jacques Anis [1] fût l'un des précurseur de ce type d'études en s'intéressant aux interactions dans des communications électroniques via le minitel. Plusieurs

termes sont apparus en vue de désigner cette pratique particulière de ces messages courts en tant que communication écrite quasi immédiate, numérique et interindividuelle, plus généralement entre jeunes, ayant des fonctions relationnelles et sociales [6]. On peut relever des désignations telles que celles de *langage SMS* [15], de *graphies inventives* [8], de *cyberécriture* [5], de *parlécrit* [3], ou encore de *communication électronique* [11]. Ces études ont montré que les SMS constituaient une véritable source d'innovation et de liberté offertes par ces nouvelles pratiques linguistiques polysémiotiques du texte. Ces procédés graphiques divers constituent des variations de l'écrit liées aux nouveaux supports de communication contraints dans le temps et l'espace, accumulant réductions graphiques, style phonétique, abréviations, acronymes, rébus typographiques, symboles, pictogrammes. Ces recherches ont également mis en évidence que ce type de communication demandait de repenser les frontières et l'opposition entre l'oral et l'écrit [15], entre le formel et l'informel, entre la norme et la variation, entre les registres et les langues [1]. En effet, on oppose souvent ce que l'on peut appeler le *bon français* dans sa forme écrite, et le *mauvais français* dans sa forme orale et parlée, différences qui pourraient constituer les deux pôles d'un continuum des pratiques de la langue [4]. Les SMS, en tant que discours préparé à l'écrit et lu à l'oral, conversation libre et spontanée entre amis dans un contexte informel, seraient à situer sur ce continuum. Leur position serait variable en fonction des écarts à la norme orthographique, aux formes standards et aux registres de langue. Les SMS constitueraient également un espace social particulier d'échanges et d'interactions à l'écrit. Ils peuvent être caractérisés comme un canal de communication spécifique où certains indices de prosodie spécifiques à l'oral sont susceptibles d'apparaître à l'écrit pour guider la compréhension et l'interprétation du message.

Ainsi, plusieurs travaux de recherche se sont déjà penchés sur l'étude des écrits SMS en prenant généralement trois axes différents avec des objectifs bien distincts. Le premier axe, et le plus développé, est celui des études descriptives des pratiques SMS. Il s'agit de décrire les pratiques SMS [7, 10] en relevant les choix graphiques [9], le lexique [12] et les inventions graphiques. Le second axe concerne des recherches sur la relation entre la pratique des SMS chez les jeunes et

les apprentissages. En effet, on considère généralement l'usage des SMS chez les jeunes comme un phénomène susceptible de réduire leur capacité orthographique et langagière. Ainsi, des études se sont intéressées aux relations entre la fréquence d'usage des SMS et les performances scolaires, comme par exemple en orthographe [5, 8], ou encore au niveau des compétences linguistiques et communicatives [13]. Ces travaux montrent, à l'inverse des croyances généralement établies, que la fréquence d'usage des SMS chez les jeunes et l'utilisation de graphies spécifiques n'ont pas d'effet sur les performances orthographiques ou scolaires [6]. Enfin, le troisième axe porte sur des travaux où l'usage des SMS est envisagé en contexte scolaire, comme un outil [11], une relation entre pédagogie et technologie [14]. De fait, la volonté de lier la pratique des SMS à une préoccupation didactique n'est pas totalement nouvelle. Cependant, cette préoccupation reste encore très peu développée et étudiée. C'est pourquoi, nous avons fait le choix d'étudier l'usage des SMS en contexte didactique.

Cette étude doit être conçue comme exploratoire et visant à pourvoir des éléments de réponses à plusieurs interrogations. L'usage de SMS pendant les enseignements peut-il s'avérer utile aux processus d'enseignement-apprentissage ? Cet usage peut-il avoir un impact sur la motivation ou sur l'intérêt des élèves comme en termes d'interactions élèves-élèves et enseignants-élèves ? Quelles modalités d'utilisation des SMS peut-on envisager en contexte didactique ? La fréquence d'usage des SMS chez les élèves a-t-elle un effet sur leurs performances scolaires ?

Ce travail s'inscrit dans la continuité des études, d'une part, sur les relations entre la fréquence d'usage des SMS chez les jeunes et les apprentissages, et d'autre part, sur l'emploi des SMS comme moyen de communication et d'interaction en situation d'enseignement. L'hypothèse formulée est qu'il n'y a pas de corrélation entre la fréquence d'usage des SMS des jeunes en contexte didactique et leurs performances scolaires. Il s'agit aussi de tester l'utilisation des SMS en contexte didactique et d'étudier les différentes possibilités d'usage de ce type de messages au cours des interactions entre les différents acteurs (enseignants et élèves). Ainsi, nous cherchons à examiner en quoi les échanges de SMS peuvent participer à la construction et à l'acquisition de connaissances et de compétences. Il s'agit de proposer plusieurs pistes de réflexion concernant les SMS et leur apport en termes de médiation en éducation.

METHODOLOGIE

Nous présentons dans cette partie le contexte de cette étude, les consignes d'utilisation des SMS au cours de la séance, et la méthode de recueil et d'analyse des SMS reçus.

Contexte de l'étude et population

Cette expérimentation a été réalisée à l'université des Antilles et de la Guyane avec une enseignante, maître de conférences, et 29 étudiants en deuxième année de Licence de Biologie lors d'un cours magistral d'une durée de deux heures. Le thème du cours portait sur la digestion, le système nerveux, le tube digestif et la moelle épinière.

Outils

Nous avons utilisé un téléphone portable pour recevoir directement les SMS envoyés par les étudiants via leur téléphone portable personnel pendant l'enseignement suite à différentes questions posées par une enseignante. L'enseignante avait prévu neuf questions qu'elle poserait en cours en demandant une réponse par SMS aux étudiants. Trois types de question ont été proposés. Certaines questions étaient ouvertes et demandaient soit (i) une définition d'un terme, soit (ii) des notions, un organe ou un système à partir d'une question qui définissait une fonction. D'autres questions étaient fermées et demandaient (iii) de choisir entre deux ou plusieurs solutions. Voici les questions posées par l'enseignante :

- 1/ *Qu'est-ce qu'une péritonite ?*
- 2/ *Quels sont les deux types de régulation de la fonction digestive ?*
- 3/ *Quel est le système nerveux impliqué dans la régulation des activités digestives ?*
- 4/ *Quel est le sous-système neuronale impliqué dans la régulation des activités digestives ?*
- 5/ *Comme ce sont des fibres A myélinique, comment se fait la propagation du potentiel d'action de l'information le long de ces fibres ? Cette vitesse du potentiel d'action est-elle lente ou rapide ?*
- 6/ *Quelle est la 3^{ème} catégorie de neurones, après les motoneurones et les neurones sensitifs ?*
- 7/ *Où va se dérouler le réflexe court ou intra muraux ?*
- 8/ *Où se déroule le réflexe long du niveau ganglionique ?*
- 9/ *Où se déroule le réflexe long de niveau central ?*

Déroulement

Au début de la séance, les expérimentateurs sont présentés par l'enseignante et ils donnent les consignes suivantes : « *Bonjour, nous faisons parti d'un laboratoire de recherche, et nous vous proposons aujourd'hui de pouvoir utiliser vos portables afin d'envoyer des SMS tant à vos amis et votre famille, dans cette classe ou vers l'extérieur, que pour répondre à certaines questions qui vous seront posées par l'enseignante pendant le cours. Nous vous demandons d'envoyer tous vos SMS, messages personnels et réponses à l'enseignante, à ce numéro de téléphone (le numéro est inscrit au tableau). Tous les contenus, les graphies et les langues utilisées pour ces messages sont acceptés. Vos numéros de telephone ne seront pas transmis à l'enseignante, garantissant ainsi votre*

anonymat. Avez-vous un forfait de SMS gratuit ? (tous les étudiants ont répondu par l'affirmative). Parfait, bon travail ».

La méthodologie consiste donc à annoncer aux étudiants que, pendant deux heures, ils peuvent envoyer des SMS et nous en donner la copie à un numéro de téléphone portable écrit au tableau. Les consignes données à l'oral en début de cours précisent que tous les SMS, quels que soient le contenu, la graphie ou la langue utilisée, sont intéressants. Si les étudiants n'avaient pas été prévenus à l'avance, un travail préparatoire avait été effectué avec l'enseignante afin de prévoir des questions sur son enseignement pour lesquelles elle demanderait une réponse par SMS. En outre, l'enseignante n'aura pas à traiter les SMS pendant le cours. Ces derniers lui seront présentés à posteriori, après le cours. Elle n'aura donc pas à gérer la réception des SMS pendant le cours. Elle ne pourra pas non plus réagir en temps réel aux réponses des étudiants par SMS.

MéShode d'analyse des données

Ainsi, deux types de SMS sont attendus. Nous attendons des réponses aux questions scientifiques (SMS didactiques) et des messages sans rapport avec le cours (SMS divers). Il est à noter que les numéros d'envoi des SMS ont permis de regrouper les messages envoyés par la même personne afin d'élaborer des profils selon le nombre de SMS envoyés (divers et didactiques). Ces profils d'étudiants ont été mis en corrélation avec le nombre de bonnes réponses données aux questions de l'enseignante. Le protocole est complété par une observation directe menée par deux chercheurs, ainsi qu'un entretien avec l'enseignante après l'expérimentation permettant de valider ou non les réponses proposées par les étudiants aux questions posées. Deux types d'analyses des SMS ont été menés. La première consiste à analyser les réponses à chacune des questions, et la seconde à l'élaboration de profils chez les participants par rapport aux nombres de SMS envoyés (didactiques et divers) et à la qualité de leurs réponses aux questions de l'enseignante.

RÉSULTATS

Les 29 étudiants présents nous ont envoyé 392 SMS pendant cette expérimentation, soit en moyenne 13 SMS par étudiant. L'ensemble des SMS reçus est composé de 160 SMS didactiques (réponses aux questions de l'enseignant) soit 41%, et de 232 SMS divers (autres SMS), soit 50% du corpus total. Les 9% restant constitue un corpus non attendu. Il est composé de SMS portant sur les contenus de l'enseignement, mais envoyés après l'expérimentation, le soir et non pendant les deux heures de cours d'amphithéâtre. Il s'agit d'étudiants révisant leurs notes prises en cours et s'envoyant des remarques ou des questions. Ils ont décidé de leur propre chef d'envoyer ces échanges aux chercheurs.

Nous procédons par la suite à l'analyse spécifique du corpus de SMS didactiques qui correspondent à une ou

plusieurs réponse(s) des étudiants aux neuf questions posées par l'enseignante. Le tableau 1 présente, pour chaque question posée, le nombre d'étudiants qui ont envoyé une réponse, le pourcentage de participation, le nombre de SMS total reçus, ainsi que le nombre et les pourcentages de SMS corrects et de bonnes réponses. Les réponses à chacune des questions ont été analysées de manière indépendante. Le pourcentage de participation varie entre 17 et 65, tandis que celui de bonne réponse oscille, selon les questions entre 0% et 59%. Le fait d'espacer les questions dans le temps et de prévoir un temps de réponse pour les étudiants nous ont permis ensuite, au regard des heures affichées sur notre portable auxquelles les SMS ont été reçus, d'attribuer chaque SMS à une question en particulier.

| N° Question | Nb d'étudiants | % de participation | Nb SMS total | Nb SMS Correct | % Bonnes réponses |
|----------------|----------------|--------------------|--------------|----------------|-------------------|
| 1 | 19 | 65,5 | 26 | 14 | 53,8 |
| 2 | 15 | 51,7 | 16 | 3 | 18,7 |
| 3 | 19 | 65,5 | 28 | 13 | 46,4 |
| 4 | 5 | 17,2 | 7 | 0 | 0 |
| 5 | 18 | 62,1 | 27 | 16 | 59,2 |
| 6 | 15 | 51,7 | 15 | 6 | 40 |
| 7 | 16 | 55,2 | 17 | 4 | 23,5 |
| 8 | 12 | 41,4 | 12 | 0 | 0 |
| 9 | 12 | 41,4 | 12 | 5 | 41,6 |
| Moyenne | 14,6 | 50,2 | 17,8 | 6,8 | 31,5 |

Tableau 1. Nombre de participants, de SMS total et corrects par question

Le tableau 1 permet de relever, d'une part, les questions qui ont eu un fort taux de participation (n°1, 3 et 5, par exemple) et celles qui ont suscité un taux de participation moindre chez les étudiants (n°4, 8 et 9). Ce premier constat permet de percevoir certaines questions qui posent plus de difficultés que d'autres aux étudiants et donc de pointer les notions encore peu maîtrisées. Ensuite, les pourcentages élevés de bonnes réponses peuvent nous renseigner sur les notions qui sont bien comprises par la majorité des étudiants (n°1, 3 et 5). A l'inverse, les questions qui posent encore de sérieux problèmes (n°4 et 8), ou encore sur celles qui portent sur des notions en cours d'acquisition par la population d'étude (n°2 et 7) auraient demandées des explications supplémentaires. L'enseignante pourrait s'appuyer sur ce tableau et, en fonction des questions posées et des réponses obtenues, choisir ou non de revenir sur certaines notions lors de ces prochaines interventions. La figure 1 résume cette analyse et illustre le pourcentage de participation et celui de bonnes réponses à chacune des questions posées.

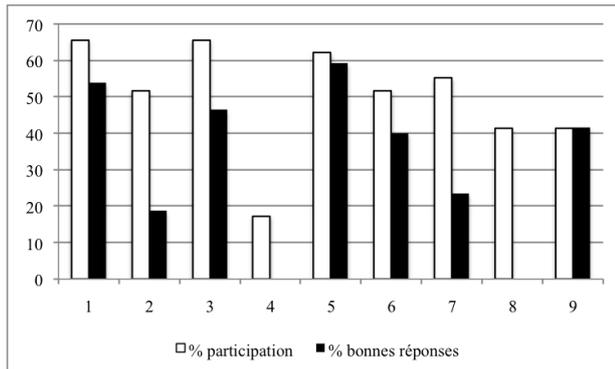


Figure 1. Pourcentages de participation et de bonnes réponses par question

Nous avons également souhaité mener une analyse exploratoire sur la relation entre le nombre de bonnes réponses données par les étudiants et le nombre de SMS divers qu'ils nous ont transmis. La question posée est de savoir si un étudiant qui envoie beaucoup de SMS pendant un cours répond de manière plus ou moins correcte aux questions de l'enseignante en contexte didactique. Pour ce faire nous avons constitué quatre profils d'étudiants sur la base de la fréquence d'envoi des SMS (voir Tableau 2).

| Type de profils | Caractéristiques | Nb d'étudiants |
|-----------------|---|----------------|
| Profil 1 | Beaucoup de SMS en général (> 13), didactique (> 6) et divers (> 5) | 9 |
| Profil 2 | Peu de SMS en général (< 13), didactique (< 6) et divers (< 5) | 10 |
| Profil 3 | Peu de SMS en général (< 13) | 7 |
| Profil 4 | Beaucoup de SMS en général (> 13) | 3 |

Tableau 2. Présentation des profils des participants

L'analyse statistique des résultats ne révèle aucune corrélation entre les profils d'envoi de SMS et la qualité des réponses données aux questions. Certains étudiants envoient de nombreux SMS pendant le cours, y compris sans lien avec les contenus d'enseignement, d'autres envoient très peu de SMS (juste pour répondre aux questions scientifiques), mais ce comportement est sans lien avec la qualité des réponses proposées.

Nous avons également remarqué lors de cette expérimentation en contexte didactique qu'aucun téléphone n'a sonné pendant tout le cours, alors qu'aucune consigne n'avait été donnée en ce sens. L'enseignante nous a fait la remarque qu'elle était très à cheval sur le fait que les téléphones ne sonnent pas pendant ses cours et que généralement les étudiants pensent à couper la sonnerie de leur téléphone.

L'usage des téléphones étant possible, on a pu aussi assister, suite à la production d'un dessin au tableau (schéma de la moelle épinière) et à la demande de prendre ce schéma sur leur feuille, plusieurs étudiants prendre des photos du schéma au tableau à l'aide de leur téléphone portable, alors que l'enseignante demandait justement aux étudiants de le reproduire sur une feuille : « *je vous laisse 2, 3 minutes pour reprendre ce schéma sur vos feuilles* ». Si savoir réaliser un schéma est une compétence visée en biologie, le fait de prendre une photo du schéma produit par l'enseignant grâce au téléphone apparaît comme une possibilité à laquelle nous n'avions pas pensé et qui pourrait s'avérer utile, surtout pour éviter les erreurs lors de la reproduction, mais aussi pour un travail ultérieur qui consisterait à s'entraîner à reproduire les schéma attendu lors des évaluations. A noter également l'usage des SMS à la suite du cours pour interagir entre étudiants concernant des questions sur le cours.

DISCUSSION

Cette étude avait comme objectif de tester l'usage des SMS en contexte didactique. La question posée était de savoir (i) si l'utilisation des SMS pouvait servir les processus d'enseignement-apprentissage, et (ii) si le fait d'utiliser de manière fréquente les SMS en cours avait une relation avec la qualité des réponses des étudiants aux questions posées par l'enseignante. Ainsi une expérimentation a été menée à l'université des Antilles et de la Guyane visant à recueillir un corpus de SMS auprès d'étudiants en Licence de biologie. Trois cent quatre-vingt douze SMS ont été recueillis en l'espace de deux heures, dont 160 SMS didactiques et 232 SMS divers. L'analyse des résultats a permis, dans un premier temps, d'identifier, par la qualité des réponses aux différentes questions posées par l'enseignante, un certain nombre de notions acquises ou en cours d'acquisition, et donc d'envisager des pistes de remédiations possibles. Dans un deuxième temps, l'analyse des profils d'étudiants n'a pas établi de corrélation entre le nombre de SMS envoyés par les étudiants pendant le cours et la qualité de leurs réponses. Ce qui conforte les résultats d'études antérieures et l'absence de liens entre la fréquence d'usage des SMS et les performances scolaires en orthographe [5, 6, 8], les compétences linguistiques [13]. Autrement dit, le fait qu'un étudiant utilise fréquemment les SMS n'est pas en relation avec la qualité de ses réponses à des questions de cours. En outre, cette expérimentation n'a pas adopté une approche comparative qui aurait permis d'évaluer l'impact de l'usage des SMS en contexte didactique comparativement à un enseignement qui n'aurait pas fait appel à l'usage des SMS. Nous ne pouvons donc établir de comparaison entre l'efficacité de l'usage des SMS et d'autres méthodes d'enseignement plus classiques. Un tel protocole aurait demandé une évaluation initiale et finale des notions enseignées chez les étudiants, ainsi qu'une comparaison de leurs performances avant et après un enseignement ayant eu recours ou non à l'usage des

SMS. Cela devrait être envisagé ultérieurement et faire l'objet d'une autre étude.

Par ailleurs, cette expérimentation a suscité l'intérêt tant des enseignants que des étudiants. L'exploitation des réponses envoyées par SMS s'est avérée pertinente pour l'évaluation ou les remédiations à mettre en place selon l'enseignante interrogée a posteriori. On peut souligner que les étudiants comme l'enseignante ont joué le jeu de l'utilisation des SMS pendant l'expérimentation avec grand intérêt et sérieux. L'utilisation de ce média dans les enseignements leurs paraît naturel. La pratique d'envoyer des SMS pendant les cours semble donc tout à fait possible et originale en licence en Guadeloupe. D'autres utilisations pédagogiques des téléphones portables ont également été observées. Il est, par exemple, possible de citer la prise en photographie d'un schéma au tableau. Si cela peut éviter les erreurs de prise de note, la compétence visée par l'enseignante de réalisation d'un schéma scientifique n'est dans ce cas pas forcément acquise de la même manière. Ou encore, l'usage des SMS hors situation de cours qui permettent un échange entre des étudiants sur des questions ou des notions abordées en cours. Cet usage des SMS entre étudiants ou élèves en dehors des cours est une perspective intéressante également qu'il faudrait développer et didactiser.

Il s'agissait aussi de proposer des pistes de réflexion quant à l'usage des SMS en classe, leurs places dans les interactions didactiques, et l'exploitation des réponses envoyées par SMS. L'enseignante, n'ayant pas eu de retour en temps réel sur ces réponses, n'a pas pu adapter son enseignement. Mais il semble, selon elle, que l'utilisation des SMS en contexte didactique et leur exploitation en temps réel puisse facilement remplacer les modes d'interrogations individuels à l'oral, les questionnaires à choix multiples (QCM) à l'écrit, ou encore les équipements lourds d'amphithéâtre interactif. L'usage des SMS pourrait permettre des régulations intéressantes pendant le cours. Le manque de retour direct, ou feedback, pour l'enseignante (en terme d'adaptation du cours) comme pour les étudiants (en terme d'auto-évaluation) gagnerait à être comblé. Il s'agit là d'une perspective originale à ce recueil de données. La mise au point d'outils informatiques et d'applications accessibles permettant d'afficher en direct, sur les téléphones portables ou smartphones, ou sur un écran via un vidéo-projecteur, les résultats aux questions serait une perspective intéressante, dynamique et réalisable. Une analyse didactique de l'utilisation d'un tel dispositif est à prévoir. Il s'agit de tester l'utilisation et l'efficacité pédagogiques et didactiques de situations d'enseignement pouvant avoir recours aux SMS de manière dynamique et en temps réel. Ces dernières pourraient être reprises et didactisées dans le cadre d'enseignement.

Ainsi, cette expérimentation permet d'envisager plusieurs pistes d'utilisation des SMS d'un point de vue

pédagogique et didactique. La principale idée repose sur l'invention d'outils ou d'applications susceptibles de fournir en temps réel un feedback, tant pour l'enseignant que pour les élèves, un traitement en temps réel des SMS envoyés par les étudiants aux questions de l'enseignant. En effet, concernant les questions de cours posées classiquement aux étudiants, on peut noter que cela se fasse soit à l'oral (1 ou 2 étudiants interrogés), soit à l'écrit sous forme d'évaluation (ce qui requiert une évaluation des productions à court ou moyen terme). En leur demandant une réponse par SMS, cela suppose des choix de questions et de réponses relativement courtes avec des réponses ouvertes (un mot ou une petite phrase) ou fermées (1 ou 2 ; Oui ou Non). L'idée serait de développer une application en vue d'élaborer un questionnaire et d'avoir une analyse des réponses sous formes de tableaux ou de graphiques en temps réel afin d'éviter à l'enseignant une gestion pendant le cours d'un flux de SMS important (avec taux de participation, pourcentages de bonnes et de mauvaises réponses, temps de réaction, type de mots, analyse orthographique...). L'analyse des résultats en temps réel pourrait permettre à l'enseignant de réguler son intervention, de revenir sur certains points qui posent certaines difficultés (faible taux de réponses, réponses erronées), d'avoir une vue d'ensemble, une photographie du niveau de la classe et pas seulement de deux ou trois étudiants interrogés à l'oral (ce qui est généralement le cas). Ce retour automatique en temps réel permettrait à l'enseignant d'ajuster ses interventions, de revenir sur le vocabulaire. Mais cela demanderait avant tout de vérifier si l'usage des SMS est susceptible d'augmenter ou non la capacité d'attention des étudiants et de favoriser les apprentissages, ce qui demanderait d'autres expérimentations.

Il faudrait également pourvoir rendre dynamiques les échanges en permettant à l'enseignant d'avoir accès aux réponses des élèves, mais aussi aux autres élèves ou étudiants de pouvoir avoir une connaissance de l'ensemble des réponses proposées par leurs camarades, grâce, par exemple, à un bandeau sous le diaporama (dans le cas de l'utilisation d'un vidéo-projecteur), à l'instar des textes qui passent en continu dans les journaux télévisés ou dans certaines émissions, ou encore à une application sur téléphone portable.

CONCLUSION

Le mode de communication, de sondage et de questionnement par SMS pourrait constituer un moyen de faciliter la participation de tous, la timidité à l'oral, afin d'avoir une vue générale des connaissances de la classe. Cela demanderait également de garantir l'anonymat des participants, de rendre leur numéro de téléphone n'ont accessible pour l'enseignant. On pourrait également penser à neutraliser l'envoi de SMS qui ne seraient pas destinés à l'enseignant, et donc à d'autres personnes de la classe. Cela éviterait aux étudiants de se disperser. Par ailleurs, on pourrait aussi envisager

d'utiliser des SMS pour rendre compte des dimensions affectives chez le public enseigné. En effet, les états d'attention, de concentration, d'intérêt chez les élèves pourraient aussi faire l'objet d'envois de SMS spécifiques destinés à sonder les niveaux de motivation au cours d'une séance d'enseignement. De même, l'utilisation des SMS didactiques au cours d'un enseignement, comparativement à des séances de cours ne faisant pas l'objet d'envoi de SMS, pourrait faire l'objet d'une évaluation de l'attention et de la motivation des participants, voir du « silence » dans la classe. Par ailleurs, l'usage des SMS, et notamment le fait de pouvoir envoyer des SMS à d'autres personnes qu'à l'enseignant pendant un cours, pourrait avoir un effet distrayant. Doit-on lutter contre l'usage des SMS en cours ? Doit-on l'autoriser ou ne pas l'interdire, ou peut-on solliciter cet usage à des fins pédagogiques et didactiques ? Telle est la question posée par ce travail. Le fait d'autoriser l'usage des SMS en classe peut effectivement avoir un effet distrayant, surtout si les élèves ne l'utilisent que pour discuter de choses étrangères au cours. Mais, à l'inverse, le fait de leur demander d'utiliser leur téléphone portable peut aussi mobiliser leur attention, leur motivation et leur participation à un enseignement. Alors pourrait-on concevoir, au début d'un cours, de dire « *allumez vos téléphones, le cours va commencer !* », au lieu de dire « *pensez à éteindre vos portables, le cours va débiter* » ?

BIBLIOGRAPHIE

1. Abecassis, M. et Ledegen, G. (dir.) Les voix des Français : en parlant, en écrivant, Berne : Peter Lang, 2010.
2. Anis, J. Ordinateur, pédagogie, communication. *Langue française*. 70 (1986), 98–111.
3. Anis, J. Communication électronique scripturale et formes langagières. *Quatrièmes rencontres Réseaux humains / réseaux technologiques* (2003). <http://oav.univ-poitiers.fr/rhrt/index.htm>.
4. Bidaud, E. et Mergherbi, H. De l'oral à l'écrit. *La lettre de l'enfance et de l'adolescence*. 61 (2005), 19–24.
5. Bouillaud, C. Chanquoy, L. et Gombert, J.-E. Cyberlangage et orthographe: quels effets sur le niveau orthographique des élèves de CM2, 4^{ème} et 3^{ème} ? *Bulletin de psychologie*. 60(6) (2007), 553–565.
6. Davis, J. et Goncalves, H. L'écriture électronique, une menace pour la maîtrise de la langue ? *Le français d'aujourd'hui*. 156 (2007), 39–47.
7. Fairon, C., Klein, J. R. et Paumier, S. Le langage SMS : révélateur d'Incompétence. Louvain-la-Neuve, Presses universitaires de Louvain, 2006.
8. Fairon, C. et Klein, J.-R. Les écritures et graphies inventives des SMS face aux graphies normées. *Le français d'aujourd'hui*. 170 (2010), 113–122.
9. Froment, B. et Bakis, H. Migrations, télécommunications et lien social : de nouveaux rapports aux territoires ? L'exemple de la communauté réunionnaise, *Annales de géographie*. 5(645) (2005), 564–574.
10. Ledegen, G. L'écrit-SMS en créole réunionnais: description linguistique et lumière sociolinguistique. *Eclairages pluridisciplinaires pour une orthographe fonctionnelle et consensuelle du créole réunionnais* (2009).
11. Mangenot, F. Du minitel aux SMS, la communication électronique et ses usages pédagogiques. *Linx*. 60 (2011), 97–110.
12. Michot, N. Les usages lexicaux des jeunes sur les supports modernes de communication. Acte du 26^e Colloque international *Lexique Grammaire* (2007).
13. Pierozak, I. Communication électronique et construction de compétences en langue autre, hors contexte pédagogique. Pratiques et représentations Éléments de réflexion. *Revue de linguistique et de didactique des langues*. 36 (2007), 189–210.
14. Russell, T. *The no significant difference phenomenon: A Comparative Research Annotated bibliography on technology fr distance education*. Chicago, IDECC, 2001.
15. Wüest, J. La notion de diamésie est-elle nécessaire ? *travaux de linguistique*. 59 (2009), 147–162.

La troisième voie entre données et méthodes : une approche par la visualisation des données SHS

Marta Severo, maître de conférence, laboratoire Geriico, Université de Lille 3

Déjà en 1986, Michel Callon *et al* avaient deviné l'impact que l'arrivée d'une nouvelle génération de données qualitatives (à l'époque il s'agissait des données offertes par les grandes bases bibliométriques) pouvait avoir sur les SHS, en signant la fondation des STS. Dans les années suivantes, le déluge de données numériques et son impact sur l'étude du social a confirmé ces premières intuitions.¹ En effet, la diffusion du numérique et notamment l'explosion d'Internet ont changé profondément la manière de gérer et d'étudier la société (Benkler, 2006 ; Venturini & Latour, 2010). Au niveau épistémologique, l'intérêt des technologies numériques réside dans le fait que toute activité qui les traverse laisse des traces qui peuvent être stockées et analysées comme traces du social (Lazer *et al* 2009). Pour définir ces données, on utilise souvent le terme « big data ». Sans entrer dans le détail des différentes définitions et dans l'importante littérature qui a été développée (boyd, 2012), ce qui nous intéresse est de considérer l'impact des *big data* sur le monde professionnel, académique et éducatif, comme nouvelle source d'information sur la société (Ginsberg *et al* 2009) et de valeur économique. Mon projet de recherche a pour objectif d'approfondir du point de vue théorique et de tester du point de vue empirique, tant dans la recherche que dans l'enseignement, l'emploi de ces données comme moteur d'innovation des SHS.

Mon projet s'intéresse principalement aux grandes bases de données natives du Web qui s'offrent comme alternatives aux « hard data » produits par les fournisseurs de données traditionnels. L'avantage de ces données est qu'elles sont facilement accessibles, disponibles en temps réel et extrêmement riches. Pour la première fois, les SHS ont à leur disposition des données qui, au égard à leur quantité et traçabilité, sont comparables aux données des sciences dures, (Latour, 2009). Cependant, ces données posent nombreux problèmes juridiques (*i.e.* le droit d'auteur), éthiques (*i.e.* la protection de la vie privée) et méthodologiques (*i.e.* la représentativité des données). C'est pour cela que leur emploi demande l'approfondissement de toute

¹ La cartographie des controverses en est un exemple (voir FORCCAST <http://forccast.hypotheses.org/>).

une série de questions théoriques et de définir de nouvelles méthodes de collecte, de traitement et d'analyse. Il convient d'identifier deux types d'approches à ces données :

1) Faire « parler » les données (*exploratory data analysis*). Même si le Web met à disposition ces grandes masses de données, il est souvent délicat d'en tirer des informations intéressantes et de déterminer la méthode adéquate pour traiter ces données. Une approche possible consiste à laisser « parler » les données sans prédéfinir des hypothèses. Il est possible de collecter des corpus de tweets (Severo & Zuolo, 2012), des requêtes Google (Venturini et al, 2013), des actualités (Giraud et Severo, à paraître), ou des citations académiques (Chavalarias & Cointet 2013) et ensuite de les analyser à travers les méthodes numériques.² Si la puissance de ces méthodes du point de vue exploratoire est indiscutable, aujourd'hui il est nécessaire de développer un regard critique (Romele & Severo, 2014 ; Marres, 2012). Il faut produire un protocole de recherche qui en définit avec précision les limites et qui combine leur emploi avec la deuxième approche que je présenterai ci-après.

2) Interroger les données (*confirmatory data analysis*). Une démarche exploratoire doit être complétée par des méthodologies codifiées capables de répondre à des questions de recherche spécifiques. Des **méthodes quali-quantitatives** (Giraud et Severo, 2014) peuvent faire parler les données mais également fournir des réponses claires et fiables. En outre, l'application des méthodes numériques doit être accompagnée par une étude ethnographique des outils utilisés pour générer et traiter les données (Marres & Weltevrede, 2013).

Dans ce contexte, la **visualisation des données** joue un rôle primordial. Dans Severo et Venturini (à paraître), je m'attache à démontrer que la cartographie du web ne doit pas être simplement exploitée comme métrique mais surtout comme technique en même temps exploratoire et confirmatoire (Tukey, 1977) afin d'analyser les dynamiques d'un phénomène social sur la base de sa présence sur le web. Cela illustre comment la visualisation peut être la troisième voie entre les deux approches (Latour *et al* 2012). Si, d'une part, aujourd'hui les outils de *dataviz* nous permettent de visualiser la complexité du social, d'autre part, une représentation efficace peut fournir un effet de *zoom* et *dezoom* nécessaire pour arriver à des résultats précis sur un échantillon ciblé (Cardon, 2014). De plus, aujourd'hui la visualisation de données

² Une nouvelle groupe de méthodes née pour faire parler les données du Web (Rogers, 2013).

devient la meilleure solution pour croiser plusieurs dimensions de données : spatiale, temporelle, thématique, médiatique (Severo et al 2012). Une telle visualisation a d'ailleurs également trouvé d'importantes applications en entreprise, principalement comme outil d'aide à la décision.

De toute façon, il faut admettre que l'usage de la visualisation des données comme technique d'analyse est encore rare à cause de craintes théoriques mais surtout de la nécessité de développer de nouveaux algorithmes de traitement et visualisation efficaces (Manovich, 2011). C'est sur ce point particulier que je souhaite concentrer mon projet. Même si le thème de la visualisation de données a pris de l'envergure ces dernières années dans le secteur SHS, elle reste souvent un aspect latéral. La visualisation est fréquemment introduite dans un projet comme outil de restitution finale de données plutôt que comme outil d'analyse. Je propose de construire un réseau qui aura pour ambition de s'interroger sur comment la visualisation de données devrait évoluer du point de vue théorique et pratique pour devenir un outil d'analyse de données du web exploratoire et confirmatoire.

Je propose deux terrains où cette question pourrait analysée :

1) **Le rapport entre droit à l'oubli et devoir de mémoire.** Aujourd'hui, le droit à l'oubli est un des thèmes les plus débattus au niveau international (www.google.com/advisorycouncil) dans le cadre du débat plus large sur la protection de la vie privée. Le Conseil d'Etat a récemment proposé de le reconnaître comme un droit fondamental du numérique. Bien que la crainte pour le droit à l'oubli soit aujourd'hui liée au numérique, il ne faut pas oublier l'importance du débat existant concernant la sauvegarde des cultures orales. Si la mémoire de ce patrimoine est considérée comme un devoir indiscutable (UNESCO, 2003), il y a depuis toujours des controverses qui émergent sur la nécessité et la manière de préserver cette mémoire. Cet objet d'étude, à travers l'analyse de l'énorme quantité de données à disposition et de son évolution spatio-temporelle et thématique, peut être un terrain idéal pour développer une méthodologie de visualisation capable de saisir les différents points de vue et acteurs du débat.

2) **Données de la ville 2.0 entre décideur public et citoyen.** Les *big data* sur la ville (Boullier, 2010 ; <http://senseable.mit.edu/>) sont principalement les open data qui mettent à disposition les acteurs de la ville et les traces qui produisent les citoyens. Les deux sont beaucoup utilisées par les entreprises pour construire leur offre et commencent à être exploitées pour les politiques publiques pour connaître l'impact de leur action et les besoins des citoyens. Dans le projet ESPON Big data, on

développe des techniques pour évaluer le *city branding* et les principaux thèmes liés à une ville à partir des RSS des journaux et de tweets. Dans ce contexte, la visualisation doit se confronter à deux défis : (1) le dialogue avec les techniques et les standards de visualisation développés par la cartographie géographique depuis des années ; (2) la question de l'authenticité des données citoyennes (cf. la diffusion d'un usage activiste des traces liées à la ville par les mouvements citoyens ou par le journalisme de données).

Bibliographie

- Benkler Y., *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*, Yale University Press, 2006.
- boyd d. & Crawford K. CRITICAL QUESTIONS FOR BIG DATA, *Information, Communication & Society*, 15(5), 662-679, 2012.
- Callon M., Law J., Rip A., *Mapping the Dynamics of Science and Technology: Sociology of Science in the Real World*, Macmillan, 1986.
- Cardon D., Zoomer ou dézoomer ? les enjeux politiques des données ouvertes, *Digital Studies*, B. Stiegler (ed), Fyp éditions, 2014.
- Chavalarias D, Cointet J-P. Phylomemetic Patterns in Science Evolution—The Rise and Fall of Scientific Fields. *PLoS ONE* 8(2), 2013
- Giraud T. & Severo M., Le périple d'Edward Snowden : analyse quali-quantitative d'un événement médiatique international, *Netcom*, à paraître.
- Ginsberg J., Mohebbi M. H., Patel, R. S., Brammer, L., Smolinski, M. S., and Brilliant, L, Detecting influenza epidemics using search engine query data, *Nature*, 457 (7232), 1012-4, 2009.
- Latour, B. Tarde's idea of quantification, *The Social after Gabriel Tarde: Debates and Assessments*, ed. M. Candea, Routledge, London, pp. 145–162, 2009.
- Latour, B., Jensen, P., Venturini, T., Grauwin, S., & Boullier, D. "The Whole is Always Smaller Than Its Parts" A Digital Test of Gabriel Tarde's Monads. *British Journal of Sociology*, 63(4), 591–615, 2012.
- Lazer, David, Pentland, Alex, Adamic, Lada , Aral, Sinan, Barabási, Albert-László, Brewer, Devon, Christakis, Nicholas, Contractor, Noshir , Fowler, James, Gutmann, Myron, Jebara, Tony , King, Gary, Macy, Michael , Roy, Deb, Van Alstyne, Marshall. Computational social science, *Science*, 323 (5915), 721-3, 2009.
- Manovich, L. Trending: the promises and the challenges of big social data, *Debates in the Digital Humanities*, ed. M. K. Gold, Press, Minneapolis, 2011.

- Marres N. & Weltevrede E., Scraping the social ? *Journal of Cultural Economy*, 6(3), 313-335, 2013.
- Marres N., The redistribution of methods: on intervention in digital social research, broadly conceived, *The sociological review*, 60, 139-165, 2012.
- Rogers R., *Digital Methods*, MIT Press, 2013.
- Romele A & Severo M, Une approche philosophique de la ville numérique : méthodes numériques et géolocalisation, *Devenirs Urbains*, Carmes M. & Noyer J-M ed., Presses de Mines, 2014.
- Severo M & Zuolo E, Egyptian e-diaspora: Migrant websites without a network?, *Social Science Information* 51(521), 2012.
- Severo M., Giraud T., Douay, N., The Wukan's protests: just-in-time identification of international media events, *Proceeding of Workshop Just-in-Time Sociology, SocInfo international conference*, 2012.
- Severo M. & Venturini T. Intangible Cultural Heritage Webs: comparing national networks with digital methods. *New Media and Society*, à paraître.
- Tukey, J. W. (1977), *Exploratory Data Analysis*, Reading, MA: Addison-Wesley.
- Venturini, T. & Latour, B. The Social Fabric: Digital Traces and Quali-quantitative Methods, *Proceedings of Future En Seine*, 2010.
- Venturini, T., Gemenne, F., & Severo, M. Des Migrants et des Mots. Une analyse numérique des débats médiatiques sur les migrations et l'environnement. *Cultures & Conflits*, 88(4), 2013.

Transformation et visualisation de données RDF à partir d'un corpus annoté de textes médiévaux latins

Molka Dhouib¹, Catherine Faron Zucker¹, Arnaud Zucker², Olivier Corby³,
Catherine Jacquemard⁴, Isabelle Draelants⁵, Pierre-Yves Buard⁴

¹ Univ. Nice Sophia Antipolis, CNRS, I3S, UMR 7271, Sophia Antipolis, France
molkatounsi@gmail.com, faron@unice.fr

² Univ. Nice Sophia Antipolis, CNRS, CEPAM, UMR 7264, Nice, France
zucker@unice.fr

³ Inria Sophia Antipolis Méditerranée, Sophia Antipolis, France
olivier.corby@inria.fr

⁴ Université de Caen, CNRS, CRAHAM, UMR 6273, Caen, France
catherine.jacquemard@unicaen.fr, pierre-yves.buard@unicaen.fr

⁵ IRHT, Paris, France

isabelle.draelants@irht.cnrs.fr

RÉSUMÉ

Cet article présente un travail préliminaire réalisé dans le cadre du GDRI Zoomathia qui vise l'étude de la transmission des savoirs zoologiques de l'Antiquité au Moyen Âge. A partir de deux textes médiévaux latins précédemment annotés en XML, nous avons construit une ontologie RDFS et une base de données RDF, puis nous avons réalisé à partir de ces annotations sémantiques RDF/S un travail d'interrogation, transformation, extraction et visualisation de connaissances pertinentes, pour aider les chercheurs épistémologues, historiens et philologues dans leur travail d'analyse de ces textes anciens.

Mots Clés

Ontologie ; Web de données ; Recherche sémantique et fouille visuelle de textes médiévaux latins

INTRODUCTION

Le Groupe de Recherche International (GDRI) Zoomathia [1], soutenu par deux instituts du CNRS, l'INEE et l'INSHS, vise l'étude de la transmission des savoirs zoologiques de l'Antiquité au Moyen Âge, à travers les ressources matérielles (bio-restes, artefacts), iconographiques et surtout textuelles. Un des objectifs de ce projet est la construction d'un thésaurus et l'annotation sémantique des ressources répertoriées, capturant différents types de connaissances : le zonyme ; la période historique ; la spécialité zoologique, ou sous-discipline (éthologie, anatomie, physiologie, psychologie, zootechnie...) ; le genre littéraire ou iconographique. Cette inscription est

déterminante dans la production et la formalisation du savoir.

Plusieurs textes en latin ont fait l'objet d'un travail antérieur de structuration et d'annotation en XML, notamment dans le cadre du projet ANR SourcEncyMe [2], portant sur l'identification des sources des encyclopédies médiévales, et du projet Ichtya [3] de la MRSH de Caen. Dans le cadre de Zoomathia, nous avons réalisé un travail exploratoire sur deux de ces textes : le *Speculum naturale* de Vincent de Beauvais (XIII^e s.) et l'*Hortus sanitatis* (XV^e s.). Plus précisément, nous avons travaillé sur les livres 16 à 22 du *Speculum naturale* qui traitent d'animaux, et sur le traité *De piscibus* de l'*Hortus sanitatis* qui comporte 106 chapitres sur les poissons. Nous avons construit une ontologie RDFS et une base de données RDF à partir de ces textes annotés, puis nous avons réalisé à partir des données RDF/S ainsi produites un travail d'interrogation, transformation, extraction et visualisation de connaissances pertinentes, pour aider les chercheurs épistémologues, historiens et philologues dans leur travail d'analyse de ces textes. Le travail collaboratif que nous avons mené entre chercheurs en sciences humaines et chercheurs en ingénierie des connaissances a permis de recueillir les besoins, les questions que se posent les premiers auxquelles il était possible aux seconds d'apporter facilement des éléments de réponse.

Dans la partie suivante nous présentons le processus général d'ingénierie des connaissances mis en œuvre. Puis nous décrivons les connaissances formelles produites et la base de requêtes et transformations que nous avons réalisée pour répondre aux questions qui se posent lors de l'étude de la transmission des savoirs zoologiques dans les textes médiévaux latins. Finalement nous présentons quelques visualisations graphiques produites, qui facilitent l'analyse des textes.

PROCESSUS GENERAL D'INGENIERIE DES CONNAISSANCES

La première étape de notre travail a consisté à analyser les annotations XML du *Speculum naturale* et de l'*Hortus sanitatis*, et leur format, le schéma XML TEI (Text Encoding Initiative) [4], pour, d'une part, construire un schéma RDFS à partir des termes utilisés dans le balisage et, d'autre part, écrire un ensemble de règles de transformation XSL pour transformer les données XML en données RDF qui respectent le schéma RDFS produit.

Dans un deuxième temps, nous avons construit une base de requêtes SPARQL pour répondre aux questions que se posent les chercheurs en sciences humaines dans leur activité d'analyse des textes anciens, en exploitant les données RDF produites. Certaines requêtes permettent de répondre directement à certaines questions à partir des données RDF produites ; d'autres permettent de transformer les données RDF initiales pour produire de nouvelles données RDF permettant de répondre à d'autres questions posées ; d'autres requêtes enfin permettent de transformer des données RDF au format CSV pour offrir une visualisation graphique de certaines connaissances extraites, à l'aide de l'outil Gephi [5]. La Figure 1 montre le processus général d'ingénierie des connaissances mis en œuvre.

CONNAISSANCES PRODUITES

Vocabulaires RDFS

Le travail d'annotation précédemment réalisé sur le *Speculum naturale* et l'*Hortus sanitatis* a consisté à expliciter la structure logique des textes selon le standard TEI et à identifier les auteurs et/ou œuvres dits « sources » cités dans ces deux textes par leurs auteurs, deux encyclopédistes du Moyen Age. En outre, pour l'*Hortus sanitatis*, un travail supplémentaire a été réalisé d'identification naturaliste des poissons dont il est question.

A partir de ces données XML, nous avons construit manuellement une ontologie RDFS des termes du schéma TEI. Cette ontologie permet de décrire en RDF la structure logique des textes sur lesquels nous avons travaillé. D'autre part, nous avons construit une ontologie RDFS des classes zoologiques identifiées dans l'*Hortus sanitatis*. Cette ontologie a été construite automatiquement à l'aide d'une feuille de style XSL appliquée à l'annotation XML du texte. Nous l'avons manuellement enrichie en liant ses classes à celles de l'ontologie de DBpedia [6].

Base d'annotations RDF

Nous avons construit une base d'annotations RDF pour le *Speculum naturale* et l'*Hortus sanitatis* qui repose sur les ontologies que nous avons produites. Ces données RDF ont été automatiquement produites à l'aide d'une feuille de styles XSL que nous avons écrite et appliquée aux annotations XML des deux textes.

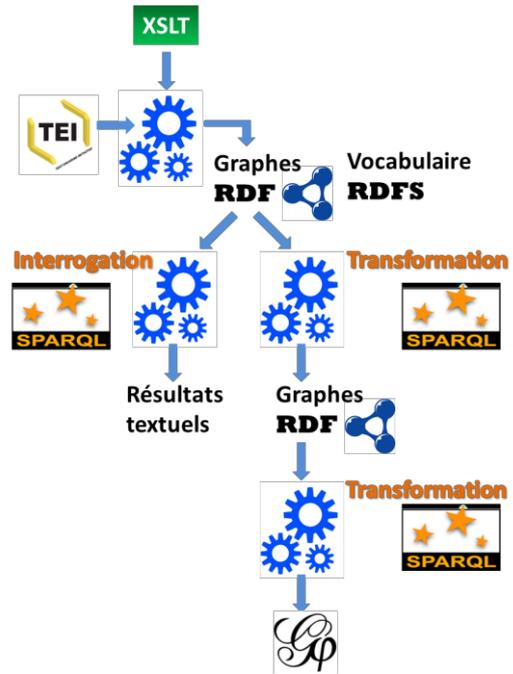


Figure 1. Processus général d'ingénierie des connaissances

Base d'annotations RDF

Nous avons construit une base d'annotations RDF pour le *Speculum naturale* et l'*Hortus sanitatis* qui repose sur les ontologies que nous avons produites. Ces données RDF ont été automatiquement produites à l'aide d'une feuille de style XSL que nous avons écrite et appliquée aux annotations XML des deux textes.

Recueil des besoins en langue naturelle

Nous avons mené un travail d'explicitation de connaissances auprès des chercheurs en sciences humaines qui nous a permis de construire une liste des questions qui se posent dans le cadre de l'étude de la transmission des connaissances zoologiques antiques dans les textes médiévaux. Ce travail a été incrémental (et n'est pas achevé). La présentation des résultats de premières requêtes a permis de montrer aux experts interviewés quels types de connaissances il était possible de produire grâce à un travail d'ingénierie des connaissances et nous avons ainsi procédé itérativement.

Voici un extrait des connaissances explicitées comme utiles dans l'étude de la transmission des connaissances zoologiques : la présence (et l'absence) de zoonymes dans les textes du corpus, le volume textuel relatif des notices consacrées à un zoonyme/animal, les mentions (et la fréquence des occurrences) des zoonymes hors de leur chapitre dédié, les lieux pour lesquels sont mentionnés les animaux (zoogéographie), les données numériques présentes dans le texte (taille, longévité, fécondité, etc.), les allonymes, ou noms alternatifs donnés à un animal (traitement de la polyonymie), le volume textuel absolu et relatif pour chaque auteur-source, la répartition des auteurs-sources utilisés selon

les familles animales traditionnelles dans les textes (poissons, oiseaux...), la présence de séries régulières d'auteurs cités.

Base de requêtes SPARQL

Pour répondre à ces besoins exprimés en exploitant les données RDF et RDFS produites, nous avons construit une base de requêtes SPARQL permettant, pour les unes, (1) d'interroger les données RDF et de produire des listes de résultats, pour d'autres, (2) de transformer les données du graphe RDF initial pour produire des nouveaux graphes RDF dont l'analyse permette de répondre aux questions relatives à l'étude de la transmission des connaissances zoologiques, et enfin, pour d'autres encore, (3) de transformer les graphes RDF produits en données CSV qui, chargées dans l'outil Gephi, permettent la visualisation des graphes de connaissances produits et ainsi l'analyse visuelle de ces connaissances par les chercheurs en sciences humaines.

Requêtes SPARQL de la forme SELECT

Les requêtes SPARQL de la forme SELECT permettent d'extraire directement du graphe de données RDF les informations recherchées. Une des requêtes les plus simples que nous avons produites est celle permettant de répondre à la question « *Quels sont les auteurs sources cités dans le texte étudié ?* ». Cette requête peut être complexifiée pour retrouver le nombre d'occurrences de chaque auteur source dans le texte considéré, retrouver les œuvres sources en même temps que leurs auteurs, ou les œuvres sources seules, dont les auteurs ne sont pas forcément mentionnés. Cette requête peut encore être modifiée pour restreindre la recherche à un livre ou chapitre particulier du texte ou bien retourner les informations recherchées pour chaque livre ou chapitre. Elle peut encore être adaptée pour étudier les cooccurrences d'auteurs sources dans plusieurs encyclopédies. Toutes ces requêtes peuvent être utilisées aussi bien dans l'étude du *Speculum naturale* que dans celle de *l'Hortus sanitatis*.

D'autres requêtes relatives aux zoonymes dont il est question dans le texte peuvent être posées sur les données RDF représentant *l'Hortus sanitatis* ; l'extraction de cette connaissance du *Speculum naturale* reste à faire, qui n'était pas présente dans les annotations XML que nous avons exploitées. La requête SPARQL la plus simple que nous avons produite pour cela est celle permettant de répondre à la question « *Quels sont les zoonymes dont il est question dans le texte étudié ?* ». Cette requête peut être complexifiée pour retrouver le nombre d'occurrences de chaque zoonyme abordé dans le texte, pour restreindre la recherche à un livre ou un chapitre ou une citation, ou un paragraphe ou pour produire l'information pour chaque livre, chapitre, citation ou paragraphe, pour étudier la cooccurrence de zoonymes.

Enfin, d'autres requêtes permettent de croiser l'analyse des sources citées et des zoonymes traités dans le texte

étudié. Ainsi nous avons produit des requêtes SPARQL permettant de répondre aux questions « *Quelles sources traitent de tel zoonyme ?* », « *De quels zoonymes traite telle source ?* » et autres variantes pour produire simultanément l'information pour chaque auteur source ou chaque zoonyme, et filtrer éventuellement les résultats par livre, chapitre, etc.

Requêtes SPARQL de la forme CONSTRUCT

Comme cela apparaît dans le recueil des besoins, certaines analyses demandent de s'abstraire de la structure logique du texte décrite dans les annotations pour se concentrer sur les relations entre l'auteur du texte, ses sources et les zoonymes décrits. Pour cela nous avons écrit plusieurs requêtes SPARQL de la forme CONSTRUCT qui sélectionnent dans le graphe RDF initial les données nécessaires pour construire de tels graphes. Les graphes ainsi produits servent d'input pour l'analyse du texte.

Nous avons notamment transformé en requêtes SPARQL de la forme CONSTRUCT certaines des requêtes de la forme SELECT décrites ci-dessus, celles destinées à fournir une vision d'ensemble sur le texte, difficile à appréhender par des listes de résultats. Par exemple, pour offrir une vue synthétique sur l'importance relative des auteurs sources dans un texte, nous avons écrit une requête permettant de construire un graphe dont les nœuds sont les URI identifiant le texte étudié et les auteurs sources et dont les arcs sont des propriétés entre l'URI du texte et les URI des sources, indiquant le nombre de fois où elles sont citées. Une requête similaire permet de construire le graphe des œuvres sources citées dans le texte étudié, dont les arcs sont étiquetés par le nombre de citations de chaque source. Une autre requête permet de construire un graphe associant les auteurs sources cités dans le texte étudié et les livres ou chapitres du texte dans lesquels les citations sont faites. Notons que les auteurs nommés comme sources par les encyclopédistes ne sont pas nécessairement ceux qu'il a réellement utilisés. La plateforme SourcEncyMe vise à identifier peu à peu les sources documentaires *réelles* utilisées par l'encyclopédiste et à distinguer "sources alléguées" et "sources directes exploitées". Dans cette mesure, les résultats produits par les requêtes qui viennent d'être expliquées donneront une idée de plus en plus proche de la véritable documentation de l'encyclopédiste, par rapport aux sources qu'il avoue.

Des requêtes similaires permettent, pour *l'Hortus sanitatis* uniquement, de représenter sous forme de graphe quels zoonymes sont mentionnés dans le texte et quel est le nombre d'occurrences de chacun ; quels zoonymes sont mentionnés dans quels chapitres ; quels zoonymes sont mentionnés dans quelles citations et dans quels livres apparaissent ces citations ; etc.

Requêtes SPARQL de la forme TEMPLATE

Une visualisation adaptée des graphes RDF ainsi produits est évidemment déterminante pour que les

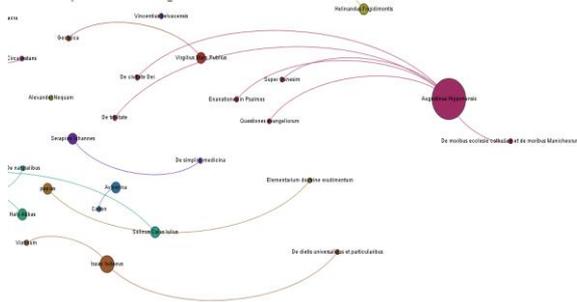


Figure 6. Visualisation des auteurs et œuvres sources du *Speculum naturale*, et de leur importance relative

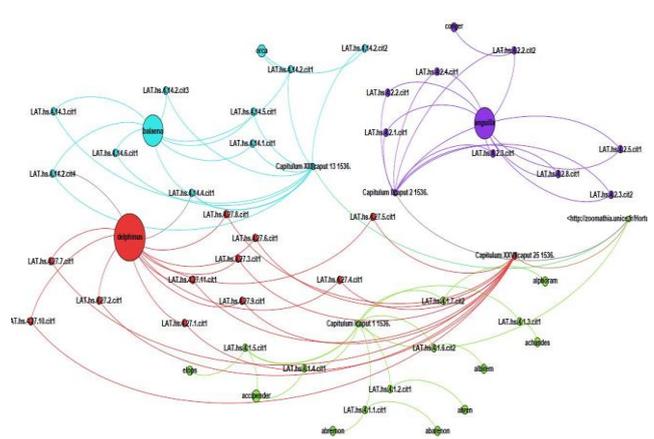


Figure 8. Visualisation des zoonymes traités dans *Hortus sanitatis*, de leur importance relative et de leur distribution par citation, paragraphe et chapitre

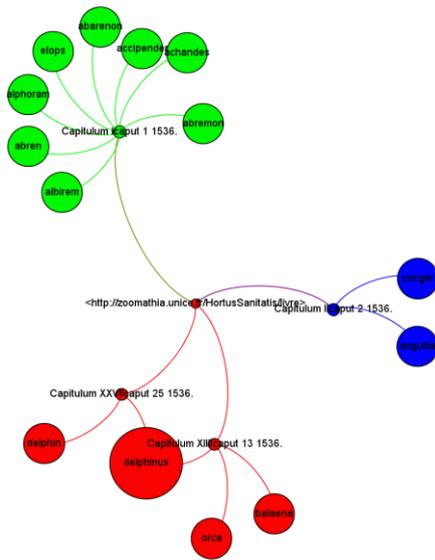


Figure 7. Visualisation des zoonymes traités dans *Hortus sanitatis* et de leur distribution par chapitre

Le graphe de la Figure 8 montre plus précisément où les zoonymes sont abordés : chaque zoonyme est relié aux citations dans lesquelles il apparaît, chaque citation est reliée à son paragraphe et chaque paragraphe à son chapitre.

Le graphe de la Figure 9 met en relation zoonymes, auteurs et œuvres sources. Il montre visuellement quel auteur cité traite de quel poisson et dans quelle œuvre.

CONCLUSION

Nous avons présenté dans cet article un travail préliminaire d'ingénierie des connaissances mené sur deux textes zoologiques médiévaux, travail qui a conduit à la production de connaissances destinées à supporter l'analyse de la transmission des connaissances zoologiques antiques et médiévales dans ces textes.

Les connaissances produites sont deux graphes RDF décrivant les deux textes médiévaux, un schéma RDFS capturant le vocabulaire utilisé, et une base de requêtes SPARQL permettant d'interroger ces données RDF et de sélectionner ou produire des sous-graphes RDF.

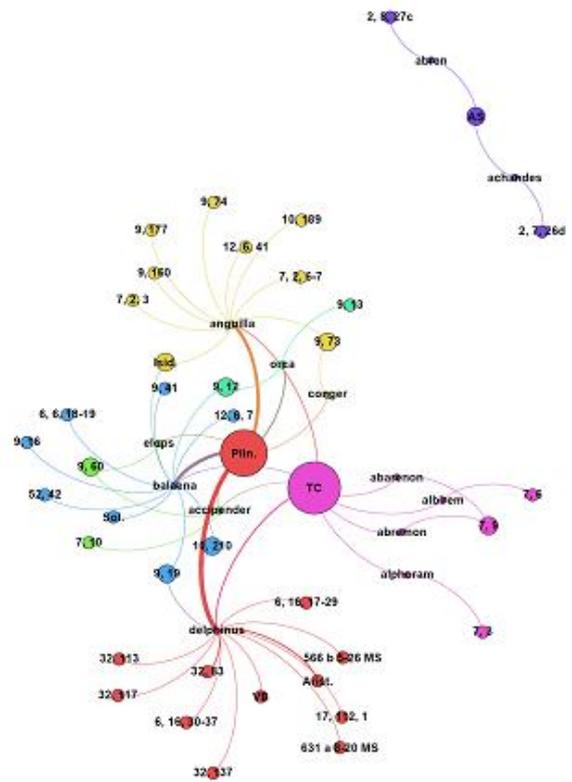


Figure 9. Visualisation des auteurs sources et des zoonymes traités dans *Hortus sanitatis* et des relations entre les zoonymes et les auteurs qui en traitent

Ces sous-graphes RDF capturent des connaissances dont il s'agit de permettre une visualisation supportant une analyse visuelle par les chercheurs en sciences humaines. Soulignons que cette base de requêtes est générique et pourra être utilisée pour étudier d'autres textes annotés avec le même schéma RDFS.

Plusieurs itérations entre chercheurs en ingénierie des connaissances et chercheurs en sciences humaines ont permis de recueillir les besoins et construire cette base de

requêtes de façon incrémentale. Ce travail est préliminaire ; il a permis d'amorcer une collaboration entre chercheurs de ces deux disciplines et il sera poursuivi dans le cadre du GDRI Zoomathia.

Nous projetons, d'une part, d'enrichir les connaissances produites en poursuivant le travail d'alignement du vocabulaire produit avec des vocabulaires existants et en mettant en œuvre des techniques de traitement de la langue pour extraire du texte des connaissances qui n'ont pas été annotées manuellement, à commencer par les zoonymes dans le *Speculum naturale*.

Nous projetons, d'autre part, d'enrichir la base de requêtes SPARQL actuelle qui ne répond pas encore à tous les besoins déjà exprimés et qui ne croisent pas encore les données de plusieurs textes pour une étude comparative de ces derniers.

Enfin nous projetons également de traiter à un niveau plus fin une problématique spécifique sur un corpus de textes enrichi, comme l'élaboration d'une chronologie

d'apparition et d'occurrences d'espèces zoologiques étrangères à l'aire européenne, ou l'émergence et la transmission de notices sur les parasites humains dans la littérature zoologique après Aristote.

BIBLIOGRAPHIE

1. Zoomathia: <http://www.cepam.cnrs.fr/spip.php?rubrique229>
2. Sourcencyme: <http://atelier-vincent-de-beauvais.irht.cnrs.fr/encyclopedisme-medieval/programme-sourcencyme-corpus-et-sources-des-encyclopedies-medievales>
plateforme collaborative : <http://sourcencyme.irht.cnrs.fr/>
3. Ichtya: http://www.unicaen.fr/recherche/mrsh/document_numerique/projets/ichtya
4. Text Encoding Initiative (TEI): <http://www.tei-c.org/index.xml>
5. Gephi: <http://gephi.github.io/>
6. DBPedia : <http://fr.dbpedia.org/>
7. Corby, O., Faron-Zucker C., SPARQL Template : un langage de Pretty Printing pour RDF. In Actes des 25èmes Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances, IC 2014, 213–224.

Visualisation de Traces d'Exécution et Limite de Perception

Rémy Dautriche
UJF-Grenoble 1

Laboratoire d'Informatique de Grenoble
UMR 5217 F-38041 Grenoble, France
remy.dautriche@imag.fr

I. INTRODUCTION

L'analyse de données temporelles est transversale à de nombreux domaines (e.g. médical, finance, météorologie, industriel,). Ces données sont aujourd'hui générées en grandes quantités par de multiples sources pouvant être de natures très hétérogènes.

Le but recherché en analysant des données temporelles est de découvrir un comportement permettant d'établir un modèle (e.g. météorologique, finance) et d'identifier des comportements anormaux, ou des erreurs dans les données. L'identification d'*outliers* peut se faire à l'aide d'algorithmes de fouille de données ou avec des outils de visualisation.

Dans le cadre de ma thèse CIFRE, effectuée au sein du Laboratoire d'Informatique de Grenoble et de STMicroelectronics, je m'intéresse plus particulièrement aux traces générées durant l'exécution d'applications multimedia sur systèmes embarqués. Une trace d'exécution est typiquement composée d'évènements bas niveau qui ont eu lieu durant le décodage d'un flux multimédia (e.g. films, télévision). Chaque évènement est daté et est décrit par son type ainsi que par un nombre variable d'arguments dépendant du type d'évènement. Listing 1. montre un extrait de trace d'exécution. La première ligne représente un changement de contexte passant du processus 1023 au processus 4259. La seconde ligne est une entrée de fonction se trouvant à l'adresse 0x434 et prenant un argument à l'adresse mémoire 0x98b. La troisième ligne correspond à la sortie de cette fonction. La durée d'une exécution peut s'étendre sur plusieurs heures, générant de l'ordre de 100000 évènements par minute.

```
[...]
12.3243245      C      1023 4259
12.3455465      F      0x434 0x98b
12.3456546      f      0x434
[...]
```

Listing 1. Extrait d'une trace d'exécution

L'analyse des traces d'exécution permet le débogage de l'application multimedia en cours de développement ainsi que d'apporter des optimisations en étudiant son comportement au cours de l'exécution. La complexité croissante des plateformes

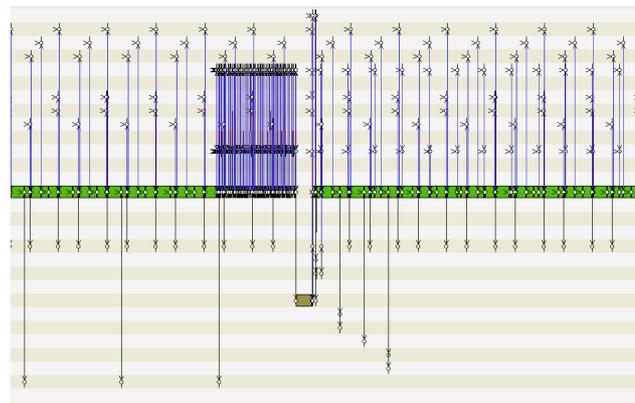


FIGURE 1. Diagramme de Gantt représentant les évènements entre les acteurs

matérielles ainsi que des nouveaux formats d'encodage font croître la taille des traces, rendant le développement des applications multimédia difficile et coûteux. La méthode de travail actuelle utilisée par les développeurs est composée de deux étapes principales : (1) récolter des informations générales de haut niveau, comme par exemple la charge globale du système, puis (2) utiliser des outils très détaillés permettant une analyse très fine de la trace. De part la quantité d'information, l'analyse fine de la trace s'avère fastidieuse. La Figure 1 montre un problème fréquemment rencontré lorsque trop d'évènements sont affichés simultanément : un phénomène d'aliasing apparaît rendant la lecture impossible.

Un des défis à relever est de proposer un outil fournissant une première vue de la trace d'exécution permettant d'observer des macro-comportements et de réaliser un filtrage des évènements avant de passer à une analyse fine. Les objectifs de cette visualisation sont multiples :

- 1) proposer une vue d'ensemble de l'exécution ;
- 2) identifier les motifs répétitifs dans la trace ; et
- 3) identifier les comportements anormaux qui se sont produits durant l'exécution.

A partir de ces informations, le développeur sera en mesure de filtrer les évènements, les acteurs et les zones temporelles, réduisant de façon significative la taille des données, avant de passer à une analyse approfondie des problèmes identifiés.



FIGURE 2. Extrait d'une vue globale de trace d'exécution.

De nombreux travaux ont déjà porté sur la visualisation de multiples séries temporelles. KronoMiner [7], SignalLens [5] et BinX [1] permettent à l'utilisateur de choisir le niveau d'abstraction, définissant ainsi les différentes agrégations temporelles. Horizon Graph [3], et plus récemment Interactive Horizon Graph [6], Ripple Graph [2] et Braided Graph [4] sont des visualisations compactes permettant l'affichage d'un nombre important de séries temporelles simultanément. Toutes ces techniques basent leurs agrégations sur le choix de l'utilisateur ou sur l'espace d'affichage disponible mais aucune ne cherche à optimiser la quantité d'information affichée en fonction de l'espace disponible.

II. APPROCHE

Nos premiers travaux ont porté sur l'étude du passage à l'échelle des techniques existantes [3, 6, 2]. La limite découverte à travers ces travaux et dorénavant admise par la communauté est un graphe de 24 pixels de haut avec un nombre maximal de variation d'une couleur égal à 5.

Nos premiers prototypes sont allés jusqu'à des graphes de 1 pixel de haut sur une résolution verticale de 1800 pixels, affichant autant de graphes (i.e. variables temporelles dans le jeu de données). Sous ces conditions, nous avons pu observer les limites de perception, notre système visuel n'arrivant pas à percevoir certaines informations affichées, ainsi perdues. La Figure 2 montre un extrait d'une vue globale d'exécution. Chaque graphe, de quelques pixels de haut, correspond à un acteur au cours de l'exécution. A cette échelle, il devient difficile de percevoir les différences de contraste entre chaque ligne. En revanche, le caractère répétitif et périodique d'une exécution de décodage reste clair.

Notre approche face à ce problème est de définir un modèle basé sur notre connaissance de la perception humaine qui optimise la quantité d'information affichée en fonction de l'espace écran disponible. Plus précisément, de nombreux travaux ont été menés sur la sensibilité de l'oeil humain, notamment sa capacité à différencier plusieurs niveaux de contraste en fonction de la fréquence spatiale. La figure 3¹ montre la limite de sensibilité de notre système visuel.

Avec la généralisation des écrans haute résolution, les pixels sont devenus invisibles à l'œil nu. Les visualisations doivent

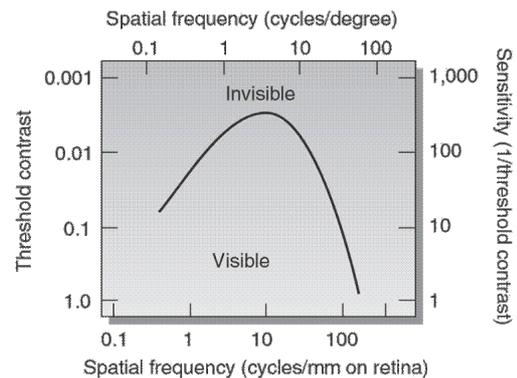


FIGURE 3. Sensibilité au contraste en fonction de la fréquence spatiale

dorénavant tenir compte de la limite physiologique de notre système visuel et ainsi maximiser la quantité d'information affichée en fonction de la quantité d'information perçue. De nouvelles contraintes pourront alors être générées par le modèle pouvant servir de point de départ pour les algorithmes d'agrégation et à la découpe des données.

RÉFÉRENCES

- [1] L. Berry and T. Munzner. BinX : Dynamic exploration of time series datasets accross aggregation levels. In *IEEE Symposium on Information Visualization, 2004*. IEEE Computer Society, 2004.
- [2] M. Cho, B. Kim, H. J. Bae, and J. Seo. Stroscope : Multi-scale visualization of irregularly measured time-series data. In *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, pages 808–821. IEEE Computer Society, 2014.
- [3] J. Heer, N. Kong, and M. Agrawala. Sizing the horizon : The effects of chart size and layering on the graphical perception of time series visualizations. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1303–1312, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [4] W. Javed, B. McDonnell, and N. Elmqvist. Graphical perception of multiple time series. In *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, pages 927–934. IEEE Computer Society, 2010.
- [5] R. Kincaid. Signallens : Focus+context applied to electronic time series. In *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, pages 900–907. IEEE Computer Society, 2010.
- [6] C. Perrin, F. Vernier, and J. D. Fekete. Interactive horizon graphs : Improving the compact visualization of multiple time series. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 3217–3226, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [7] J. Zhao, Chevalier F., and R. Balakrishnan. Kronominer : Using multi-foci navigation for the visual exploration of time-series data. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1737–1746, New York, NY, USA, 2011. ACM.

1. Source : <http://www.cns.nyu.edu/~david/courses/perception/lecturenotes/channels/channels.html>

"Smart Content Scraping"

pour la construction de réseaux d'auteurs

Sonia Guérin-Hamdi
 Institut des Sciences de
 l'Homme - ISH / CNRS
 69363, Lyon, France
 sonia.guerin-hamdi@ish-
 lyon.cnrs.fr

RESUME

« Mixed-Method Research On The Role of Research Communities in Environmental Politics » est un projet de recherche mené par une chercheuse en SHS de l'université de Tokyo (Japon), dont l'objectif est de mettre en évidence la relation de causalité entre les réseaux et les phénomènes sociaux (crise écologique, etc..).

Notre collaboration dans le cadre de ce projet vise avant tout à synthétiser le réseau d'auteurs hétérogènes à travers plusieurs types de relations, ceci pour une période donnée, incluant une crise écologique (« Dust Bowl », USA, the 1930's).

Dans cet objectif, nous nous intéresserons, d'une part, à un ensemble de données bibliographiques pour la construction d'un réseau de co-auteurs, et d'autre part, nous combinerons ces données avec le corpus textuel qui s'y réfère afin de considérer une autre dimension de ce réseau en mettant en évidence un autre type de relation, les relations de citation entre auteurs.

Nous nous appuyerons sur les méthodes, outils et techniques de fouille de textes pour construire, fiabiliser, analyser et enrichir les réseaux.

Mots Clés :

Content scraping; semantic relations; citation index; text analysis; network analysis; named entity extraction;

ACM Classification Keywords

F.4.2 Grammars and Other Rewriting Systems: Parsing;
 H.3.1 Content Analysis and Indexing: Indexing methods;
 I.2.4 Knowledge Representation Formalisms and
 Methods: Semantic networks; I.2.7 Natural Language
 Processing: Text analysis; I.5.2 Design Methodology:
 Pattern analysis

INTRODUCTION

L'étude du phénomène social s'intéresse à la production

scientifique et à l'activité de citation, au moyen de méthodes quantitatives, utilisant des outils statistiques et mathématiques, pour tenter de décrire, analyser, expliquer et prédire.

Le premier indice de citations (*Citation Index*) pour les articles publiés dans les revues scientifiques, a introduit, en 1960, par l'Institute for Scientific Information (ISI), et rendu accessible à travers le Web of Science, permettant ainsi d'établir facilement les liens entre documents cités et documents qui citent. Il s'agit d'abord du Science Citation Index (SCI), puis plus tard du Social Sciences Citation Index (SSCI) et de l'Arts and Humanities Citation Index (AHCI). Citons également, Google Scholar¹ ou CiteSeer² qui permet de rechercher par citation et d'ordonner les documents par l'impact des citations.

Une approche réseau met en évidence les relations existantes entre différentes entités, afin de structurer et analyser plusieurs réseaux tels que les réseaux de co-auteurs, et les réseaux de citation de publications. Un réseau d'entité est modélisé à l'aide d'un graphe composé d'un ensemble de nœuds et d'un ensemble de liens entre ces nœuds.

Dans notre étude, un nœud représente un auteur, et un lien exprime une relation de co-écriture ou de citation. Certains nœuds peuvent donc être reliés par une ou plusieurs relations. Nous distinguons les « citations explicites » extraites des références bibliographiques et les « citations implicites » extraites du corps des publications.

METHODOLOGIE

Les métadonnées des publications de notre corpus seront stockées dans une base de données relationnelle afin de faciliter leur extraction et construire un premier référentiel fiable d'auteurs.

Une bibliographie est constituée de références bibliographiques. Il s'agit d'une compilation de toutes les

¹ <http://www.scholar.google.com/>

² <http://citeseerx.ist.psu.edu/>

sources de données utilisées dans le cadre d'un travail de recherche. Chaque référence ou citation de publication scientifique renseigne sur des éléments précis (les métadonnées) caractérisant cette publication (auteur, titre, édition, année de publication, etc.). Ces métadonnées sont placées dans un ordre défini, caractérisées par une typographie particulière et séparées par une ponctuation normalisée. Les styles de citation diffèrent entre les disciplines, les éditeurs et les auteurs ce qui complique la tâche d'analyse de la citation.

Pour l'exploitation de la section « Bibliographie », nous avons retenu l'outil ParsCit³. Partant d'une publication en texte brut, ParsCit génère des données utiles de la publication, entre autres, la structure logique du document et les informations de la section « Bibliographie » liées à chaque référence bibliographique (par exemple : auteurs, titre, date). Il nous sera donc d'une aide précieuse pour extraire les métadonnées des références bibliographiques des papiers de notre corpus de texte. Ces informations seront en effet utilisées pour étoffer le référentiel d'auteurs précédemment construit, et structurer le réseau d'auteurs par les relations de citations « explicites » qui interconnectent autrement les auteurs identifiés.

A partir du référentiel construit, il sera possible de « fouiller » dans le contenu des papiers constituant le corpus pour détecter les citations implicites. En effet, le contenu des publications, extrait par ParsCit sera exploité par le moteur d'indexation fulltext SolR, pour repérer les instances de chaque auteur et retourner le nombre d'occurrences d'instances trouvées.

Dans cet objectif, nous avons défini un processus de constitution de réseau de citations d'auteurs qui se décompose en 4 étapes :

1- Préparation des jeux de données, 2- réalisation d'un référentiel d'auteurs (identification des nœuds du graphe), 3- extraction de "citations explicites" et extraction de "citations implicites", développées dans la suite du document.

MISE EN ŒUVRE ET EXPERIMENTATION

Notre matériau de travail est décrit dans le Tableau 1. Il comprend :

- un corpus de papiers scientifiques correspondant à un échantillon de 449 publications issues de JSTOR dont la mission est de numériser des collections complètes de périodiques en SHS, économie et statistiques. Les papiers sont au format PDF, écrits en anglais et répertoriés par discipline : Ecologie, Anthropologie, Géographie et géologie. La fenêtre de publication se situe entre 1920 et 1950.
- un export des métadonnées (titre, date, revue de publication, auteurs, nombre de pages, url d'accès,

| Disciplines | Nombre de publications |
|------------------------|------------------------|
| Ecologie | 158 |
| Géographie et Géologie | 117 |
| Anthropologie | 34 |
| Autres | 140 |
| TOTAL | 449 |

Tableau 1. Le corpus extrait de JSTOR

JSTOR, ISSN, DOI.) pour le même échantillon de publications. sous forme d'un fichier sous format RDF fourni par Zotero (logiciel de gestion de références bibliographiques).

Etape 1 : Préparation Des Jeux De Données

Sur un plan technique, des scripts de « Scraping », implémentés en PHP, nous ont permis d'extraire les métadonnées issues de l'export Zotero et d'alimenter notre base de données MySQL. Nous avons ajouté les disciplines et le pointeur vers le texte intégral de chaque publication. Cette tâche de mise en correspondance consistait à rapprocher les enregistrements de la base de données et les noms de fichiers, se présentant comme une concaténation de métadonnées de la publication. Afin de s'affranchir d'un travail manuel fastidieux, nous avons utilisé « Soundex » un algorithme phonétique d'indexation de noms par leur prononciation en anglais britannique. L'idée étant de rapprocher les titres et les noms de fichiers correspondant, malgré des différences mineures d'écriture.

Le format PDF des publications n'est pas un format aisément exploitable à des fins d'extraction. Pour cette raison, nous avons transformé l'ensemble de ces fichiers dans un format plus adapté. Le format choisi est le texte brut, qui peut être utilisé comme format d'entrée pour la majorité des outils d'extraction. Nous avons implémenté des scripts Shell/PHP se greffant à ParsCit pour générer automatiquement, pour chaque publication, deux fichiers distincts, l'un se rapportant au corps (contenu) de la publication et l'autre lié à la bibliographie (références bibliographiques). Les analyses ultérieures porteront ainsi sur des jeux de données ciblés.

Un premier traitement s'est porté sur une vingtaine de publications, échantillon hétérogène représentatif de notre corpus initial, afin d'effectuer une série d'adaptation permettant d'améliorer la précision de l'outil ParsCit. Nous avons ensuite appliqué notre traitement sur l'ensemble du corpus de publications.

Etape 2 : Création du Premier Référentiel d'Auteurs

Une ébauche de référentiel d'auteurs a rapidement été constituée à partir de la liste des auteurs renseignés dans les métadonnées des publications référencées dans la base de données précédemment construites. Un auteur se caractérise selon plusieurs attributs : Nom / prénom(s) / discipline(s) / année(s) de publication

³ <http://aye.comp.nus.edu.sg/parsCit/>

Etape 3 : Bibliographie et « Citations Explicites »

L'outil ParsCit nous fournit les fichiers regroupant les références bibliographiques des publications de notre corpus sous format XML, nous facilitant ainsi grandement la tâche d'analyse.

En effet, les informations sont structurées et il devient alors aisé de parcourir via un script (PHP) ces fichiers pour en extraire les informations concernant les auteurs cités et les stocker dans notre base de données relationnelle. Ce script a été appliqué sur l'ensemble des documents de notre corpus de travail. Le résultat permet, d'une part, d'enrichir le référentiel des auteurs des publications initialement créé (nous passons de 331 à 400 auteurs) et d'autre part, d'identifier les relations de « citations explicites » entre les auteurs.

SMART SCRAPING ET « CITATIONS IMPLICITES »

A cette étape du processus, il est question d'extraire l'ensemble des citations dites « citations implicites » identifiées dans le corps du texte.

Dans cette partie, nous nous intéressons au corps de la publication (la publication sans sa bibliographie). Il s'agit d'explorer les contenus pour extraire les auteurs cités directement dans le contenu. Nous avons utilisé le référentiel des auteurs précédemment enrichi incluant des auteurs cités explicitement dans les références bibliographiques.

Indexation par SolR, Moteur de Recherche Fulltext

Un moteur d'indexation, tel que SolR⁴ sait reconnaître un « pattern » dans le corps des publications et calculer le « Term Frequency », la fréquence du terme dans la publication.

Lors d'un premier test, nous avons recherché la présence des « fullnames » (Prénom Nom) issus du référentiel. Les résultats obtenus (373 liens) n'affichaient que peu de citations détectées. En effet, pour citer un auteur, il est parfois utilisé le nom et le prénom complet, parfois seulement l'initiale du prénom apparaît, et d'autres fois aucun prénom n'est indiqué.

Dans un second temps, nous nous sommes intéressés aux « surnames » (noms de famille) uniquement. Les résultats (5332 liens) démontrent beaucoup de bruits et nous confrontent à d'autres difficultés que nous devons explorer plus précisément. Nous avons pour le nom « Wright », 3 instances dans notre référentiel auteur : « Georges M. Wright », « Elnora A. Wright », et « John C. Wright ». De même pour le nom « Brown », pour lequel 3 instances sont identifiées : « H. Ray Brown », « Leo Brown », « Ralph H. Brown ».

Author Name Desambiguation

A la question, Comment distinguer les homonymes ? Nous proposons une méthode consistant en une tâche

semi-automatique de redistribution des citations aux auteurs concernés. Nous interrogeons le moteur d'indexation SolR, pour les noms de famille qui présentent des homonymes. Le moteur nous retourne pour un nom de famille soumis, les articles concernés et pour chacun le nombre de fois où l'auteur est cité dans l'article. Chaque instance trouvée est surlignée et son enveloppe (préfixe et suffixe) dans la phrase est identifiée. Chaque citation est alors attribuée à l'auteur concerné.

A partir de là, nous pouvons observer un réseau plus représentatif de l'activité de citation des auteurs relevés dans notre corpus.

EVALUATION PRELIMINAIRE

Dans le but d'analyser le réseau d'auteurs, nous avons fait le choix de le représenter sous la forme d'un graphe, utilisant pour sa construction un algorithme ForceAtlas. Les nœuds se repoussent, tandis que les liens attirent les nœuds qu'ils connectent tels des ressorts. Cet algorithme fait le choix de garder proche d'un nœud, les nœuds qu'il connecte [1].

Construction du Graphe pour la Visualisation

Pour une représentation graphique interactive sur une interface Web, nous utilisons le Framework JavaScript « Vis.js » qui exploite aisément un objet JSON, qui propose une structuration sous forme de graphe.

Relation de co-écriture

Sur une fenêtre temporelle 1920–1950, nous représentons sur la Figure 1, les 331 auteurs des papiers connectés par les relations de co-écriture identifiées. Il est intéressant d'observer que seules 47 publications sur les 449 publications du corpus sont concernées par ce type de relation. Et nous pouvons noter que seules 81 relations de co-écriture ont pu être extraites du corpus. Le corpus est très peu marqué par ce type de relation. Comme le montre la Figure 1, les sous-réseaux constitués sont cloisonnés et ne communiquent pas.

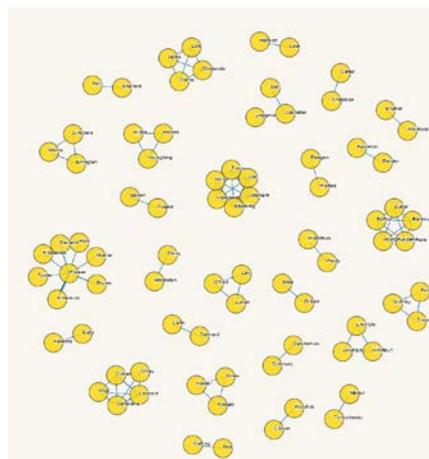


Figure 1. Réseau d'auteurs avec les relations de Co-écriture.

⁴ <http://Lucene.apache.org/solr/>



Figure 2. Réseau d'auteurs avec les relations de citations

Relation de citation

Le réseau d'auteurs interconnectés par les relations de citations se présente sous la forme d'une matrice asymétrique, traduite au format JSON pour sa représentation. Toujours sur une fenêtre temporelle 1920–1950, nous représentons sur la Figure 2, nos 400 auteurs reliés par des relations de citations. Un auteur très fréquemment cité, aura une position plutôt centrale, avec un grand nombre d'auteurs satellite. Nous avons fait le choix de Relations non dirigées, avec une relation pondérée sur le nombre de fois où l'auteur sera cité dans les articles du corpus par un autre auteur.

Cette représentation propose une catégorisation des nœuds par discipline d'appartenance, une catégorisation des relations par type de relation à dominante « implicite » ou « explicite ».

Une représentation web offre un rendu dynamique, donnant la possibilité de modifier les paramètres à la volée, permettant également une interactivité avec l'utilisateur qui explore le réseau avec sa souris. Par exemple, au survol d'un nœud, il peut obtenir les caractéristiques de l'auteur concerné, au clic sur un nœud, il peut observer ses voisins, auteurs avec lesquels il a construit une relation de citation. L'utilisateur peut également zoomer afin d'explorer plus précisément un sous-réseau ou tester la force de répulsion et d'attraction d'un nœud central.

Dans un souci de proposer une méthode complète et non biaisée, les citations implicites ne doivent pas être négligées car ces relations interconnectent fortement les nœuds du réseau. Elles s'avèrent même essentielles à identifier au vu de certaines pratiques dans certaines disciplines. En effet, si nous considérons la géographie et l'anthropologie, les références bibliographiques sont absentes.

La question de la représentativité du réseau d'auteurs que nous avons établi se pose. Nous pouvons faire l'hypothèse d'un recouvrement fort entre les activités scientifiques des disciplines de notre corpus, ou bien explorer les textes bruts des publications pour en extraire

les entités nommées afin de s'assurer de ne rien manquer.

Named Entity Extraction APIs

Des extracteurs sémantiques proposant des APIs en ligne ont été exploités, en particulier pour la détection d'entités nommées dans le corps du texte. Pour la plupart, ces outils restent performants tant que le contenu reste dans la langue anglaise.

Notre attention s'est portée sur AlchemyAPI⁵ et OpenCalais⁶, tous deux accessibles en mode SaaS (Service as a software). Chaque outil propose une API REST pour un grand nombre de fonctionnalités en text-mining et analyse de contenu. Ils possèdent des ontologies qui vont permettre entre autres d'identifier la langue du texte et les entités « Person » présentes dans le contenu du texte. D'autres informations portant sur les entités « City », « Country », « Organization »... sont fournies et pourront être utilisées pour d'autres études.

Pour tester les services, nous avons soumis des fichiers au format TXT (possibilité d'entrées HTML, XML, TXT, ou une URL) et récupérer les réponses sous forme XML ou JSON (sorties XML, JSON, RDF possibles). Le format JSON nous intéresse particulièrement, car il est aisément exploitable, représente un graphe, et non une arborescence (XML) avec l'avantage de fournir un support pour une écriture simple et légère au format texte, relativement compréhensible.

AlchemyAPI

Ce service fournit une extraction d'entités nommées et des capacités de désambiguïsation pour l'analyse du texte. Dans l'ensemble, la qualité de l'entité est bonne, mais le nombre d'entités retournées est faible. Dans l'exemple (voir Code exemple 1.), les entités « Person » détectées extraites sont retournées avec le nombre d'occurrence des instances de l'entité détectée.

```
<entity>
  <type>Person</type>
  <relevance>0.250294</relevance>
  <count>2</count>
  <text>L. A. Stoddart</text>
</entity>
<entity>
  <type>Person</type>
  <relevance>0.237201</relevance>
  <count>1</count>
  <text>R. W. Darland</text>
</entity>
```

Code exemple 1. Exemple de résultat retourné par AlchemyAPI au format XML.

OpenCalais

Un produit de Thomson Reuters, fournit un moteur de traitement du langage naturel robuste pour extraire les

⁵ <http://www.alchemyapi.com/api/>

⁶ <http://www.opencalais.com/documentation/calais-web-service-api/>

entités sémantiques du texte, avec des capacités fortes de désambiguïsation. Les entités fournies par le service Web de Calais sont pertinentes, et de bonne qualité. Mais le service ne supporte pas la saisie de documents texte supérieure à 100K caractères. Il est donc nécessaire de paramétrer le script d'interrogation pour tronquer les textes avant traitement par le service d'extraction.

Dans l'exemple (voir Code exemple 2), nous obtenons, pour un extrait de texte brut, une entité personne « R. L. Fowler » désambiguïsée. Le service OpenCalais, nous retourne également toutes les instances de cette entité détectée, ainsi que les parties de phrases l'enveloppant (préfixe et suffixe). Ces informations pourront être exploitées de manières plus approfondies pour consolider le référentiel d'auteurs caractérisant le corpus et fiabiliser les relations de citations implicites articulant le réseau. Notons toutefois que les extracteurs sémantiques restent performants lorsque le contenu textuel reste dans la langue anglaise.

```
"http://d.opencalais.com/pershashal/xxxxx": {
  "_typeGroup": "entities",
  "_type": "Person",
  "name": "R. L. Fowler",
  "persontype": "N/A",
  "nationality": "N/A",
  "commonname": "R. L. Fowler",
  "_typeReference":
"http://s.opencalais.com/1/type/em/e/Person",
"instances": [
  {
    "detection": "[by Robertson ('39) and
Weaver, Robertson, and ]Fowler[ ('40) added
further information. Finally, "prefix": "by
Robertson ('39) and Weaver, Robertson, and ",
    "exact": "Fowler",
    "suffix": " ('40) added further information.
Finally, a",
    "offset": 3519,
    "length": 6
  },
],
"relevance": 0.577
}
```

Code exemple 2. Exemple de résultat retourné par OpenCalais au format JSON.

Nous obtenons pour un document texte soumis une entité personne « Fowler » désambiguïsée. Le service OpenCalais, nous retourne également toutes les versions de cette entité détectée, ainsi que les morceaux de phrases l'enveloppant (préfixe et suffixe). Ces informations pourront être exploitées de manières plus approfondies pour consolider le référentiel d'auteurs caractérisant le corpus et fiabiliser les relations de citations implicites articulant le réseau. Notons toutefois que les extracteurs sémantiques restent performants lorsque le contenu textuel reste dans la langue anglaise

Conclusion et poursuite des travaux

Nous pouvons maintenant définir un réseau d'auteurs selon 3 types de relations : relation de " co-écriture ", relation de "citations explicites" et relation de "citations implicites".

Le référentiel d'auteurs constitué et enrichi par les analyses et les extractions réalisées est essentiel. Il conviendra d'approfondir les méthodes et techniques à mettre en œuvre pour consolider ce référentiel d'auteurs.

Nous le compléterons par une détection automatique des entités nommées présentes dans les contenus des publications. A ce stade, il sera nécessaire de faire intervenir un expert du domaine pour valider ou rejeter les propositions provenant d'outils de détection automatique, afin de fiabiliser les résultats.

Pour la poursuite des analyses, nous pourrions exploiter, l'interaction entre les auteurs intra et inter discipline, ce qui permettrait de se rendre compte du recouvrement de l'activité scientifique entre les disciplines et comprendre comment elles interagissent entre elles.

Les premiers résultats nous montrent l'émergence de sous-réseaux. Nous pourrions effectuer une analyse diachronique de ces sous-réseaux, observer leur évolution dans le temps.

Ce type exploration devient possible grâce à l'utilisation d' « agrégats », appelés encore « facettes », (par année, par discipline, par requête personnalisée). Pour cela, nous nous intéresserons alors à un moteur d'indexation tel que SolR, qui permet cette navigation par facettes.

BIBLIOGRAPHIE

1. Jacomy M., Heymann S., Venturini T., Bastian M. ForceAtlas2, A Continuous Graph Layout algorithm for Handy Network Visualization, 2012.
2. Liu X., Bollen J., Nelson M.L., Van de Sompel H. Co-authorship networks in the digital library research community, 2005, 1462-1480.
3. Stern Rosa. Identification automatique d'entités pour l'enrichissement de contenus textuels. Thèse de Doctorat, France, 2014, tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/93/94/20/PDF/these.pdf
4. Venturini Tommaso, Gemenne François, Severo Marla. Des migrants et des mots : Une analyse numérique des débats médiatiques sur les migrations et l'environnement, Cultures et Conflits n°88, 2012, 7-30.
5. Williams Kyle, Wu Jian, Choudhury Sagnik Ray, Khabsa Madian & Lee Giles C. Scholarly Big Data Information Extraction and Integration in the CiteSeer^X Digital Library. ICDE Workshop, 2014, 68-73.

Cartographie des connaissances dans les humanités numériques par l'Îles de mémoires – une démonstration

Bin YANG

LIP6-UPMC-Sorbonne University
75005, Paris, France
Bin.Yang@lip6.fr

Jean-Gabriel GANASCIA

LIP6-UPMC-Sorbonne University
75005, Paris, France
Jean-Gabriel.Ganascia@lip6.fr

RÉSUMÉ

Dans cet article, nous discutons la façon dont la technique des « îles des mémoires » pourrait aider les chercheurs dans des domaines de recherche tels que les humanités numériques et les bibliothèques numériques où l'on travaille sur des contenus numérisés. Le terme « îles des mémoires » a été inspiré par l'ancien « Art de la mémoire », qui décrit comment dans l'antiquité et au Moyen Age la spatialisation était utilisée pour augmenter la capacité de mémorisation des lecteurs. Notre approche consiste à créer une carte virtuelle et à associer chaque portion de contenu et chaque item à des zones de la carte. Nous allons exposer les raisons pour lesquelles l'approche cartographique que nous développons est utile pour les chercheurs en sciences humaines numériques, en montrant certains résultats que nous avons obtenus dans le cadre de Projet OBVIL et LOCUPLETO.

Mots Clés

Visualisation d'information; Memory Islands; Humanités numériques.

ACM Classification Keywords

H.5.2. User Interfaces (D.2.2, H.1.2, I.3.6).

INTRODUCTION

Recently, emerging scientific research areas such as Digital Humanities and Digital Libraries have shown needs in visualization techniques that could help to share and facilitate access to knowledge between experts of different domains. These visualizations will become useful when they will fit the requirements of users.

Knowledge maps was a promotes tools for sharing and showing knowledge, which can be preferred by both its creators and users, they could also help the users to access and navigate through that knowledge. A well designed knowledge map could not only visualize the structure that may the users already knew, but also provide some surprises (insights) for the users, that means showing some meanings that the creator would like to be given, and normally they will be difficult find with clas-

sical visualization tools like lists or a graphs.

Many researchers in information science have used knowledge maps for long times to facilitate the achievement of their information tasks. However most of those knowledge maps were infographics. Experts of specific fields of knowledge created them for making their work easier. However, this empirical method is challenging in the digital humanities when the data become large enough.

In this paper, we show how we could use our cartographic visualization technique called Memory Islands to automatically create visualizations (knowledge maps) with the data of Digital Humanities. We will briefly introduce our idea of Memory Islands, then we discuss why we want to create a map, some examples made with data of Digital Humanities will be shown in the end of this paper.

MEMORY ISLANDS TECHNIQUE

Memory Islands is our on working cartographic visualization technique which attempts to generate knowledge maps from the given knowledge likes ontologies or from some data by using a culturing technique or a text mining technique.

Memory Islands' idea -- Map based cartographic visualization

The basic idea behind our technique was inspired by the method of "loci" (plural of Latin "locus" for place or location) in the "Art of Memory" technique, which described how people in the antiquity and the Middle Ages used spatialization to increase their memory capacity. We transform structured knowledge (e.g. tree or ontology) into a 2D cartographic representation. The preliminary prototype of our memory Islands is described in [5].

Geographic metaphors

Maps (or landscapes) metaphors are often used [1] in situations where huge numbers of data items have to be displayed. Maps have many advantages, because as a picture they reside in the memory like any image or physical mapping [4]. Many of the advantages of maps for visualizing knowledge are so evident that they fall under common sense. For example, with an interactive knowledge map generated from an ontology, the users can navigate through the contents of the ontology and

journal by this visualization. The second island is visualization of an ontology created by Paris-Sorbonne University with the topics (nearly 1000 topics) of *Le Mercure Galant Journals*.

Project OBVIL --- Children's Books

The project Labex OBVIL (l'Observatoire de la vie littéraire) intends to develop all the resources offered by computer applications to examine both the French literature of the past as more contemporary. It promotes scientific research in the field of Digital Humanities. In this paper we will illustrate some examples we did with the *Le Mercure Galant journals* (Fig.3).

CONCLUSION AND DISCUSSION

In this proposition paper, we have demonstrated some examples we did within Digital Humanities by using Memory Islands. Our technique is taking advantage of the users' familiarity with interactive map (such as the Google Maps) to help them achieve complex visualization tasks. The geographic metaphors we designed enabled users to have in-depth insight into the given knowledge.

These gave researchers in Digital Humanities seeking for a visualization technique to apply to their work a preliminary overview of our technique. We have done a series of users experiments with different techniques applied to different ontologies; we found that our technique gives some advantages for the users without experience in visualization to navigate and remember their ontologies. We hope it would be a worthwhile topic for both information visualization researchers and scholars in Digital Humanities.

ACKNOWLEDGMENTS

We wish to thank all the interns and participants of the experiment, anonymous reviewers for their helpful comments. This work was supported in part by a grant from the French National Research Project (Investissements d'avenir) LOCUPLETO and this work has been done within the Labex OBVIL project, and received financial state aid managed by the Agence Nationale de la Recherche, as part of the programme "Investissements d'avenir" under the reference ANR-11-IDEX-0004-02".

BIBLIOGRAPHIE

1. Gansner, E., Hu, Y., and Kobourov, S., Chapter: Viewing Abstract Data as Maps, in book: Handbook of Human Centric Visualization, Publisher: Springer, Editors: Weidong Huang, pp.63-92, 2013.
2. Mosallem, Y. Abi-Haidar, A. and Ganascia J.G.: Unsupervised Named Entity Recognition and Disambiguation: An Application to Old French Journals, volume 8557 of the Lecture Notes in Computer Science series. In Proceedings of ICDM 2014. St. Petersburg, Russia. (2014)
3. Skupin, A., Fabrikant, S. I.: Spatialization methods: A cartographic research agenda for non-geographic information visualization. Cartography and Geographic Information Science, 30(2), 99–120. (2003)
4. Thorndyke, P., and Hayes-Roth, B. Differences in Spatial Knowledge Acquired from Maps and Navigation. 1982, Academic Press. Cognitive Psychology 14, pp 560-589.
5. Yang, B and Ganascia, J-G.: Memory Islands: an approach to cartographic visualization, In: Classification & visualization: interfaces to knowledge: proceedings of the International UDC Seminar. Edited by Aida Slavic, Almila Akdag Salah, Sylvie Davies. Wurzburg: Ergon Verlag, pp 137-152. (2013)
6. Yang, B and Ganascia, J-G.: Creating knowledge maps using Memory Islands, In: proceedings of Knowledge Maps and Information Retrieval (KMIR) workshop at ACM/IEEE Digital Libraries 2014, London. (2014)

Caractérisation du genre des auteurs dans l'écriture de romans français.

Adrian Tanasescu

Institut des Sciences de l'Homme de Lyon

69007, Lyon, France

adrian.tanasescu@ish-lyon.cnrs.fr

RESUME

L'utilisation des nouvelles technologies de l'information et particulièrement des techniques d'analyse de données textuelle dans les sciences sociales est un domaine actif de la recherche relative aux Humanités Numériques. Dans ce contexte, les travaux présentés dans cet article s'intéressent à l'analyse des romans francophones afin d'étudier les éventuelles caractéristiques liées au genre de l'auteur (Homme ou Femme) dont l'intérêt est connu dans la communauté de études sur le genre (gender studies). Plusieurs analyses sont ainsi proposées afin d'étudier cette la relation entre le style d'écriture et le genre de l'auteur.

Mots Clés

Analyse d'écriture ; analyse syntaxique ; analyse de données ; romans francophones.

INTRODUCTION

Quand on parle d'écriture de romans, beaucoup prétendent que l'écriture serait asexuée. Toutefois, nous sommes tous conscients que chaque auteur possède sa propre manière d'écrire ses textes, de les rendre uniques [1]. C'est cette diversité narrative qui permet, par exemple, aux lecteurs d'avoir des préférences pour certains auteurs plutôt que d'autres.

Partant de l'idée qu'il ne peut y avoir un effacement total de la part de féminité ou masculinité de l'auteur d'un roman, nous avons souhaité étudier l'hypothèse de l'existence d'un genre dans l'écriture, à travers une analyse de romans français. L'idée est de voir si cette hypothèse peut déjà être soutenue dans le cas du roman français avant d'investiguer plus loin.

La problématique du genre de l'écriture est un sujet qui a déjà suscité l'intérêt des investigateurs dans un cadre précis d'analyse d'emails [2] mais aussi des chercheurs [3] mais surtout en langue anglaise. Les systèmes de recommandation et de publicité sur Internet s'intéresse aussi à savoir qui est derrière un clavier (homme ou femme) afin d'envoyer les publicités ad hoc.

ETUDE DU GENRE DANS L'ECRITURE

Pour analyser l'hypothèse de l'existence d'un genre dans l'écriture de romans, nous avons réuni un ensemble de 100 romans écrits en français, la moitié écrits par des auteurs hommes et l'autre moitié par des auteurs femmes. Nous avons souhaité observer, à

travers l'analyse syntaxique des textes, s'il existe des similarités entre les écrits d'auteurs de même genre et surtout si il existe des disparités détectables et notables entre les écrits d'auteurs hommes et femmes. A la différence des quelques études similaires déjà effectuées [2,3], nous nous sommes intentionnellement strictement limité aux indicateurs syntaxiques ayant l'intuition que ces derniers étaient capables de restituer la part du style d'écriture lié au genre.

Pour notre étude nous avons analysé les 100 romans à travers 32 indicateurs syntaxiques (ex : noms, verbes au présent, verbes au futur, adjectifs, énumérations, etc.). Tous ces indicateurs ont été générés pour l'ensemble des romans, puis normalisés selon le nombre total de mots dans l'œuvre afin de gommer l'effet d'échelle. Chaque indicateur était ainsi représenté comme étant la part du nombre d'occurrences correspondante dans l'ensemble des mots du romans.

Dans un premier temps nous avons cherché à savoir si tous les indicateurs étaient pertinents au regard du genre de l'auteur. Pour cela nous avons utilisé des méthodes de sélection d'attributs (Fisher filtering, forward logit, arbres de décision) afin de réduire la dimensionnalité compte tenu du faible nombre d'observations. Nous avons ainsi retenu un nombre limité (8) de ses indicateurs selon leur capacité à discriminer entre les genres des auteurs.

| |
|------------------------------------|
| Indicateurs syntaxiques |
| Verbes à l'infinitif |
| Déterminants possessifs |
| Enumérations |
| Noms communs |
| Verbes au futur |
| Pronoms relatifs |
| Verbes au présent |
| Verbes à l'imparfait du subjonctif |

Tableau 1. Indicateurs retenus après sélection d'attributs

Plusieurs méthodes de fouille de données ont été utilisées, parmi lesquelles la *classification ascendante hiérarchique (CAH)*, les *arbres de décision* ou encore la *régression logistique*. Les résultats son très encourageants puisque nous avons obtenu des résultats de détection du genre des auteurs plutôt justes. La validation de ces méthodes sur échantillons indépendants présente des résultats ayant des taux

d'erreur compris entre 19 et 25%.

Comparativement aux résultats des études citées [2,3], même si les contextes (ainsi que les langues de rédaction des textes) sont bien différents, la précision du modèle présenté est plus qu'encourageante du fait du faible nombre de variables indicatives considérées dans l'apprentissage.

| Genre | Arbres de décision | | Régression logistique | |
|------------------|-------------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| | F | H | F | M |
| | Apprentissage | | | |
| Rappel | 0.900 | 0.980 | 0.860 | 0.776 |
| Précision | 0.978 | 0.906 | 0.796 | 0.884 |
| Accuracy* | 0.939 | | 0.818 | |
| | Cross-validation | | | |
| Rappel | 0.790 | 0.740 | 0.780 | 0.710 |
| Précision | 0.752 | 0.779 | 0.729 | 0.763 |
| Accuracy* | 0.765 | | 0.745 | |

Tableau 2. Précision des modèles étudiés

L'écart entre les taux d'erreurs en apprentissage et en cross-validation, indicateur de la robustesse des modèles, nous indique qu'il existe encore une variabilité élevée des indicateurs parmi les romans analysés.

Nous pensons que l'élargissement des échantillons des romans analysés pourrait réduire cette variabilité et de minimiser le taux d'erreur de détection du genre de l'auteur. Ces travaux sont encore en cours de réalisation.

Bibliographie

1. Françoise Wuilmart. Traduire un homme, traduire une femme... est-ce la même chose ? Dans « Traduire le genre : femmes en traduction », pp. 23-39, 2009.
2. Vel OD, Corney M, Anderson A, Mohay G. Language and gender author cohort analysis of e-mail for computer forensics. In Proc. digital forensic research workshop, 2002
3. Na Cheng, R. CHandramouli, K.P. Soubbalakshmi. Author gender identification from text. In Digital Investigation, Vol.8. No.1, pp. 78-88, 2011

Du design de données (data design)

David Bihanic

CALHISTE (EA 4343),

Université de Valenciennes et du Hainaut-Cambrésis

Campus Mont Houy, 59313 Valenciennes (France)

david.bihanic@univ-valenciennes.fr

RESUME D'INTERVENTION

Face au déluge informationnel¹ renvoyant à une augmentation exponentielle de la quantité de données aujourd'hui produites, échangées et générées informatiquement (avoisinant un volume mondial de près de trois zettabytes), le design de données entend jouer un rôle essentiel en vue de résoudre la *matérialisation* et l'*expression* de tels amas et masses non-structurés de données brutes en "mouvement" et, d'autre part, d'y déceler de nouvelles orientations et finalités d'usage. Fort d'une expertise croisée en Arts et Sciences de la conception, il engage alors l'aménagement de nouvelles formes et solutions de représentation à la fois *pragmatique* et *sémantique* des flux (production, transaction, génération de données, etc.) et des ensembles de données (correspondances sémantiques des données) ainsi que de visualisation des variations volumétriques suivant un grand nombre de paramètres mais aussi selon différentes modalités.

Rompant (pour une part) avec les modèles de conception 'classiques' donnant priorité à la présentation des données elles-mêmes, le design de données (data design) vise principalement la conception d'espaces de représentation-visualisation offrant une visibilité accrue de la *dynamique* de relation des données entre elles² (à l'échelle macro- et micro-) : donner *forme*, *matière* et *comportement* aux nombreuses fluctuations, 'trajectories' et circulations de données (rendant compte à la fois du caractère immatériel des données et de leurs immanentes présences). Les vocables *informer*, *influencer*, *inspirer* composent dès lors les maîtres mots d'une investigation d'abord créative offrant d'appréhender la variabilité et complexité inhérente de l'actuelle datasphère.

Comment parvenir à une telle synthèse créative (laquelle suppose de considérer les données comme matériaux)? Quelles démarches, approches de conception créative convient-il de suivre en vue de représenter-visualiser ce qui s'apparente à de véritables écosystèmes relationnels complexes de données tout en y tissant/traçant de nouvelles relations d'usage (visées et perspectives portées par la concrétisation de nouveaux services applicatifs) ?

C'est précisément dans le sillage de ces questions que je situerai mon intervention. Prenant appui sur divers exemples de projets/travaux en design de données (data design), je m'attacherai à préciser par quels arrangements graphiques et formels résolument nouveaux ces designers de données parviennent aujourd'hui à traduire les dynamiques de relation des données entre elles². Plus largement, il s'agira là de montrer que ces diverses traductions visuo-graphiques, sollicitant les sens tout autant que les sensations, concourt à une meilleure appréhension des logiques d'organisation des ensembles de données et favorise corrélativement une plus grande synthèse visuelle.

Mots Clés

Design de données, représentation-visualisation graphique, formalisation de données, expressivité formelle

¹ Cette massification de données s'avérant désormais critique et ce à plusieurs égards.

² C'est-à-dire ce qui forme, articule et définit le complexe relationnel de données.

Visualisation d'audiothèques numériques : un tour d'horizon des modèles et des métaphores visuelles

Nicolas Greffard, Pascale Kuntz, Eric Languénoü et Yannick Prié

Laboratoire d'Informatique de Nantes Atlantique,
2, rue de la Houssinière , BP 92208 ,
44322 NANTES CEDEX 3 , France
{prénom.nom}@univ-nantes.fr
www.lina.univ-nantes.fr

Résumé Le changement d'échelle des volumes des contenus musicaux disponibles en ligne ainsi que l'expansion des modalités d'écoute ubiquitaires changent profondément nos expériences personnelles et sociales eu égard à la musique. Ils suscitent également de nouveaux besoins. En particulier, les nouvelles "discothèques numériques" personnelles nécessitent des moyens de gestion adaptés aux nouvelles pratiques d'organisation, d'exploration et de partage des morceaux musicaux. Des algorithmes de fouille et d'apprentissage variés ont été proposés pour traiter ces volumes de données pour différentes tâches, et notamment pour la classification des collections. Ils se déploient généralement dans un cadre interactif où la visualisation joue un rôle majeur dans la restitution des résultats. L'importance de la musique dans la vie quotidienne a motivé cette dernière décennie le développement de nombreux prototypes de visualisation interactive de collections de fichiers musicaux basés sur des modèles et métaphores variées que l'on peut grossièrement classer en quatre grandes catégories. La première catégorie comporte des représentations visuelles classiquement utilisées en visualisation de l'information : diagrammes en bâtons, nuages de tags, disques (e.g. [6]). La deuxième catégorie, qui repose elle aussi sur des principes classiques de la visualisation de l'information, comporte les approches restituant les données sous forme de nuages de points dans des espaces métriques variés essentiellement bi-dimensionnels (e.g. [1]). On peut aussi y inclure des extensions dans des espaces tri-dimensionnels (e.g. [3]) et immersifs. La troisième catégorie, populaire dans la communauté de la recherche d'information musicale, repose sur l'utilisation de métaphores : cartes, radars, îles et paysages (e.g. [4]). La quatrième, qui connaît un essor plus récent, propose des représentations iconiques recourant à des avatars (e.g. [2]). La plupart de ces approches combinent des restitutions visuelles avec des techniques d'interaction. Mais leur évaluation reste encore une question largement ouverte [5] que nous discuterons dans cet exposé après une présentation des approches existantes.

Keywords: audiothèques numériques, visualisation, musique

2 Nicolas Greffard et al.

Références

1. Chen, Y.-X., and Butz, A. Musicsim : integrating audio analysis and user feedback in an interactive music browsing ui. In *Proc. of the 14th Int. Conf. on Intelligent user interfaces*, ACM (2009), 429–434.
2. Holm, J., Siirtola, H., and Laaksonen, L. Associating avatars with musical genres. In *Proc. of the 14th Int. Conf. on Information Visualisation*, IEEE (2010), 186–193.
3. Lamere, P., and Eck, D. Using 3d visualizations to explore and discover music. In *Proc. of the Int. Symp. on Music Information Retrieval'07* (2007), 173–174.
4. Pampalk, E. Islands of music : Analysis, organization, and visualization of music archives. *Master's thesis, Vienna University of Technology, Austria* (2001).
5. Schedl, M., Flexer, A., and Urbano, J. The neglected user in music information retrieval research. *Journal of Intelligent Information Systems* 41, 3 (2013), 523–539.
6. Torrens, M., Hertzog, P., and Arcos, J. L. Visualizing and exploring personal music libraries. In *Proc. of the Int. Symp. on Music Information Retrieval'04* (2004), 421–424.

Méthode de visualisation de regroupement statistique à relativement haute dimension

Jean-Charles Risch
URCA &
CAPGEMINI
31000 Toulouse,
France
jean-
charles.a.risch@capge
mini.com

Jean Brunet
Capgemini
Technology Services
75000 Paris, France
jean.brunet@capgemi
ni.com

Eddie Soulier
UTT
10000 Troyes, France
eddie.soulier@utt.fr

Francis Rousseaux
URCA
51100 Reims, France
francis.rousseau@irc
am.fr

RESUME

La visualisation de regroupement d'individus statistiques se présente souvent comme une série de nuage de points à analyser dimension par dimension. Cependant, leur comparaison devient de plus en plus coûteuse en temps à mesure que le nombre de dimension augmente, jusqu'à devenir hors de portée pour l'être humain. Afin de palier ce problème, nous proposons une méthode de visualisation complète allant du traitement statistique des données à leur affichage graphique. Les traitements statistiques se basent sur des méthodes de réduction de dimension et de regroupement de données. La visualisation des données, elle, est une représentation graphique unique en deux dimensions. Elle se construit autour des groupes et non pas des individus comme un nuage de points classique pourrait le faire. Ainsi, nous obtenons une liste d'objets représentant les groupes disposés dans un espace à deux dimensions connectés par des liens de similarités et dissimilarités. Cette méthode de visualisation a été expérimentée dans le cadre du projet européen COMPOSITE (Comparative Police Studies In The EU) et s'est avérée utile pour comparer sans effort une soixante-dizaine de force de polices selon dix-sept dimensions. Notre méthode propose une représentation en deux dimensions (extensible sur trois) moderne, interactive et intuitive s'éloignant des représentations classiques en nuage de points.

Mots Clés

Data visualisation; classification non supervisée; clustering; regroupement statistique.

ACM Classification Keywords

H.5.m. Information interfaces and presentation (e.g., HCI): Miscellaneous.

INTRODUCTION

Les objets de notre quotidien sont aujourd'hui de plus en plus connectés entre eux et partagent leurs données via le web. Les réfrigérateurs, les voitures, les routes et même des cadenas de vélo sont connectés au réseau Internet. Ces nouveaux périphériques viennent ajouter de la quantité et de la complexité à l'ensemble des données qui constituent le web. A titre d'exemple, le site Facebook, à lui seul, produisait pas moins de 10

téraoctets de données par jour en 2013, ce qui correspond, par analogie, à plus de quatre millions de photographies prises avec un appareil photo standard. Ainsi, les données qui constituent Internet sont de plus en plus nombreuses et diverses. Ces données correspondent à ce que l'on appelle le Big Data (méga données). Elles sont si nombreuses et diverses qu'elles remettent en question les méthodes classiques d'analyse de données et de visualisation.

Sans se limiter au domaine du Big Data, la visualisation de données est l'intermédiaire entre les méthodes de calculs statistiques et les analyses des utilisateurs. Elle a pour but de présenter des informations utiles de manière claire, précise et rapide pour l'utilisateur, ce dernier n'ayant pas nécessairement de connaissance sur les traitements effectués auparavant. Différentes méthodes de représentation existent : nuages de points, histogrammes, camemberts, boîtes à moustache. En ajoutant de l'interactivité à la représentation, il est possible d'ajouter de l'information, entre autres, en combinant ces méthodes de représentation entre elles (Par exemple, au survol d'une barre d'un histogramme, il est affiché un camembert affichant plus d'information sur les données en question). Parfois, ces méthodes de représentation ne suffisent plus. En effet, certaines données sont si complexes dimensionnellement parlant qu'elles ne peuvent pas être résumées par un graphique classique. Ainsi, le statisticien se retrouve face à un problème : créer une méthode de représentation visuellement compréhensible et intégrant des données complexes.

Ce papier, présente une méthode de représentation s'appuyant sur un ensemble de données préparées au préalable par des méthodes statistiques. Dans une première partie, nous présentons une synthèse des travaux réalisés sur le sujet puis nous discutons dans une seconde partie des données utilisées, des différents algorithmes de réduction de dimensions et de regroupement. Dans une troisième partie, nous présentons en détail notre méthode de visualisation et enfin, nous concluons sur les perspectives de cette recherche.

TRAVAUX CONNEXES

Nos travaux se basent sur des méthodes statistiques de regroupement. Le regroupement statistique est un domaine largement étudié. L'algorithme des K-Moyennes, également appelé algorithme de Lloyd-Max est le plus connu dans le domaine. Pavel Berkhin le qualifie d'« algorithme de regroupement de loin le plus populaire et le plus utilisé dans les applications scientifiques et industriels » dans [1]. Le but est de diviser une population en k groupes dans lesquels chaque individu est associé au groupe dont la moyenne est la plus proche. Il existe d'autres techniques de regroupement. Nous pouvons citer par exemple les méthodes de regroupements hiérarchiques. Ces techniques sont elles aussi très connues et très utilisées, notamment l'algorithme de classification ascendante hiérarchique. Ces méthodes de regroupement sont en règle générale couplées avec des méthodes de visualisation classique : nuage de points, histogramme, etc. Les données s'étant complexifiées ces dernières années (décennies) avec une augmentation de la dimensionnalité des données, nous devons remettre en question la qualité de ces graphiques dits classiques. C'est ainsi qu'intervient le domaine de la visualisation de données.

La visualisation de données est un sujet très important dans le domaine des statistiques. La visualisation correspond au bout de la chaîne d'analyse de données. Elle est l'interface avec l'utilisateur et permet à celui-ci de comprendre les données préparées par le statisticien en amont. C'est ce dont il est question dans [2] où le but était de présenter aux internautes un moyen simple, rapide et intuitif permettant d'évaluer la qualité d'un article sur Wikipédia via différents graphiques.

Représenter des données à forte dimensionnalité est un problème connu dans la littérature [5], [10]. En effet, plus la dimensionnalité des données est grande, plus le nombre de graphique pour analyser ces dernières va être important. Effectivement, un graphique en trois dimensions ne permet d'afficher que trois dimensions à la fois. Ainsi, pour combiner toutes les variables entre elles, il est nécessaire d'avoir un nombre de graphique conséquent. [12] présente une méthode de visualisation interactive en 3 dimensions et se basant sur des sous-espaces à dimensions réduits. Cette méthode est une amélioration de la représentation sous forme de nuage de points d'individus statistiques avec des outils modernes permettant l'interaction avec l'utilisateur. Cependant, cette méthode ne résout pas le problème de la dimensionnalité des données, elle contourne le problème à l'aide d'outils récents. [5] présente une série de graphiques permettant la visualisation de données à plus de trois dimensions. Un chapitre entier est réservé à la visualisation de regroupements statistiques. On y retrouve des représentations par nuage de points, radar etc. Ces méthodes de représentation ont toutes un défaut en commun : elle nécessite un apprentissage utilisateur

important à cause du nombre important d'informations par graphique.

En résumé, les méthodes statistiques permettant la réduction de la dimension ont déjà fait leurs preuves. De plus, des outils performants permettent de les exploiter facilement. D'un autre côté, il y a eu des efforts concernant la visualisation de regroupement de données complexes. Cependant, ces méthodes ont toutes une même limite concernant la dimensionnalité. C'est ce constat qui nous a mené vers la mise en place notre méthode de représentation.

TRAITEMENT DES DONNEES

Dans cette partie, nous allons discuter de la partie technique permettant de produire les données utiles à la représentation. Pour commencer, nous décrirons les données d'entrée "brutes" en introduisant leur contexte, puis nous expliquerons les méthodes de regroupements et de réduction de la dimension utilisées. Enfin, nous présenterons la méthode utilisée pour différencier deux groupes de données.

Description des Données d'Entrée

COMPOSITE est un projet Européen ayant pour objectif de comparer les forces de police européennes entre elles. Il s'est déroulé de Août 2010 à Juillet 2014 et a regroupé différentes équipes de recherche et industriels d'une dizaine de pays différents. Les données d'entrées correspondent aux données produites par l'entreprise Capgemini France, membre du consortium.

Les données représentent un comptage simple de mots à partir des différents sites web des forces de polices analysées. Ces mots sont regroupés dans une ontologie à différents niveaux hiérarchiques. L'un de ces niveaux est composé de 17 concepts permettant de décrire une force de police (Justice, Mission, ...). C'est ce niveau de hiérarchie que nous avons analysé du fait du nombre de dimensions suffisamment élevé sans être dans l'excès.

La méthode de représentation a donc initialement été mise en place pour ce projet. Elle a notamment été utilisée par l'analyste de l'équipe et a permis de produire des résultats intéressants.

Les données d'entrée sont composées d'environ 70 individus statistiques. Ce nombre est faible, cependant la complexité de nos travaux n'est pas le nombre d'individu mais celle de ses caractéristiques. En effet, chaque individu est décrit par 17 variables numériques. Ces variables sont exprimées en pourcentage, ainsi, la somme de chacune des variables d'un individu est égale à 100.

Pour information, ces variables résultent d'une extraction d'entités nommées par le biais d'une ontologie sur des sites web. Les variables correspondent à une certaine hiérarchie de l'ontologie et les individus correspondent aux sites web analysés.

Réduction de la Dimension et Regroupement des Individus

Le nombre de variable de nos données est suffisamment élevé pour rendre impossible une visualisation correct des individus les uns par rapport aux autres. Egalement, visualiser les individus variable par variable serait une tâche longue à exécuter. En effet nous nous retrouvons avec une combinaison de 136 variables deux à deux et donc 136 graphiques différents à analyser.

La première étape de notre analyse a donc été de réduire le nombre de dimension en cherchant des corrélations entre les variables. Les données étant numériques, nous avons procédé à une analyse en composante principale (ACP).

Ensuite, afin de grouper les individus ayant le maximum de caractéristiques en commun, nous avons appliqué l'algorithme des K-Moyennes sur les données résultantes de l'ACP. Cet algorithme prend en entrée un nombre k de groupes souhaité par l'utilisateur est un ensemble d'individus à regrouper. Il émet en sortie une liste de k partitions contenant les individus. Cependant, le nombre de groupes n'est pas forcément connu par l'utilisateur. Ainsi, nous avons utilisé l'algorithme de Classification Ascendante Hiérarchique (CAH). Cet algorithme de regroupement permet de donner des estimations sur le nombre de groupes optimal permettant de séparer au mieux les données.

Ainsi, une fois les données préparées, nous obtenons une liste de groupes contenant les individus. Chaque groupe est décrit par des variables significatives. Une variable significative, indique que la moyenne de cette variable pour les individus du groupe est significativement plus forte ou plus faible que la moyenne de cette variable sur l'ensemble des individus.

Ces travaux de préparation des données ont pu être possibles grâce au package *FactoMineR* développé pour R.

Distance entre Deux Groupes

Nous disposons désormais d'un ensemble de groupes contenant chacun un certain nombre d'individus et d'une liste de variables descriptives pour chacun des groupes. Nous souhaitons maintenant trouver une méthode pour connaître les distances entre les groupes et ainsi positionner les groupes les uns par rapport aux autres dans un espace à deux dimensions.

Chercher une distance entre deux groupes peut se ramener à calculer la distance entre les centres des groupes. Différentes distances sont usuellement utilisées. Nous pouvons citer la distance euclidienne, de Manhattan ou encore de Minkowski. Ces distances prennent en considération chacune des dimensions des données et tente de chiffrer la similarité entre deux données différentes.

Cependant, notre jeu de données contient 17 variables comme nous l'avons dit. Calculer une distance entre

deux points se résume à faire une moyenne des distances sur chacune des dimensions de ces points. Ainsi, lorsque le nombre de dimension est élevé, l'effet de moyenne aplatit les différences significatives qu'il peut y avoir entre ces deux points. Ainsi, calculer des distances entre deux points sur 17 dimensions risque de ne pas représenter correctement l'écart réel entre deux données.

Notre idée est différente. Nous allons chercher à mettre en valeur les similarités et les différences que les groupes peuvent avoir entre eux. Pour calculer ces similarités/différences, nous allons nous appuyer sur les variables significatives qui décrivent chacun des groupes. Comme nous l'avons dit plus tôt, une variables peut être significative négativement (moyenne plus faible dans le groupe que pour l'ensemble des individus) ou significative positivement (moyenne plus forte dans le groupe que pour l'ensemble des individus).

De ce fait, nous pouvons lister l'ensemble des similarités/ différences que deux groupes peuvent avoir entre eux :

- Les groupes A et B ont une variable significativement positive en commun;
- Les groupes A et B ont une variable significativement négative en commun;
- Les groupes A et B ont une variable significative en commun mais elle l'est positivement pour le groupe A et négativement pour le groupe B;
- Les groupes A et B ont une variable significative en commun mais elle l'est négativement pour le groupe A et positivement pour le groupe B.

Les deux premiers points correspondent donc à des similarités entre deux groupes et les deux suivant à des différences.

Nous pouvons donc calculer la matrice des similarités entre les groupes.

*Soit A_{mn} une matrice carrée
de dimension (m, n)*

En ligne (m) et en colonne (n) se trouve les différents groupes. Une case de la matrice correspond donc à la distance entre le groupe i et le groupe j .

Ainsi, nous posons le premier calcul :

$$A_{ij} = NB(\text{Similarité})_{ij} - NB(\text{différence})_{ij}$$

A noter que calculer la similarité/différence d'un groupe avec lui même n'ajoute pas d'. Ainsi, nous notons 0 dans la diagonale de la matrice. D'où :

Pour tout $i = j$, on a

$$A_{ij} = 0$$

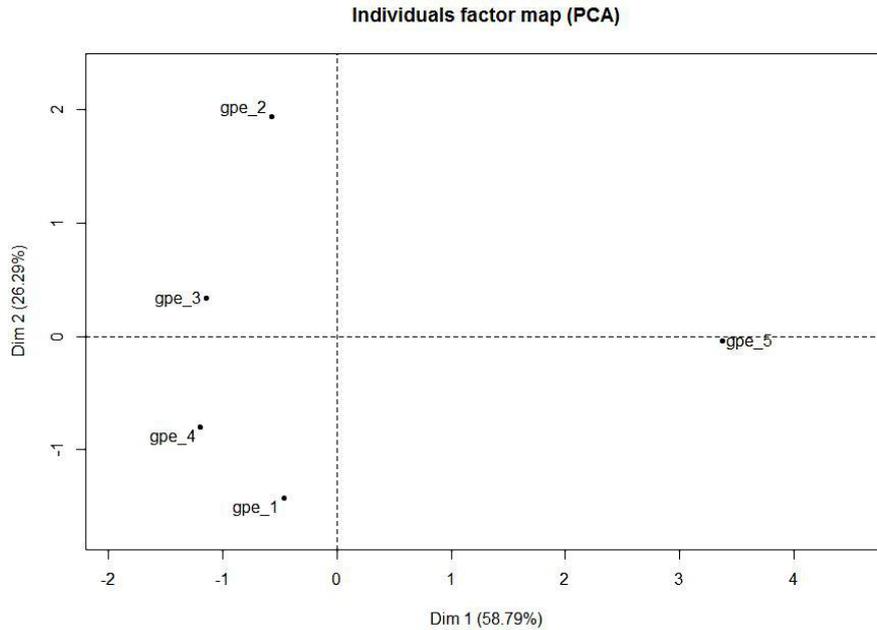


Figure 1. Position de 5 groupes après une ACP

Ainsi, la matrice peut contenir des valeurs négatives (plus de différences que de similitudes), des valeurs positives (plus de similitudes que de différences) et de valeurs nulles (ni similitude, ni différences ou autant de similitudes que de différences). Cependant, nous souhaitons trouver des distances entre les groupes, or une distance ne peut pas être négative. Egalement, annoncer une distance entre deux groupes comme étant égale à 0 signifierait que les deux groupes sont confondus (ce qui n'est pas le cas excepté pour la distance d'un groupe à lui-même). Ainsi, nous allons remonter l'ensemble des valeurs de la matrice jusqu'à obtenir une valeur minimale à 1. Pour cela, nous allons chercher la plus petite valeur inférieure à 1 (sauf les valeurs contenues dans la diagonale) et nous allons additionner sa valeur absolue agrémentée de 1 à l'ensemble de la matrice. Nous obtenons donc :

$$\begin{aligned}
 & \text{Si } \min(A_{ij}) < 1 \\
 & \text{Quelque soit } i < > j \\
 & A_{ij} = [1 - \min(A_{ij})] + A_{ij} \\
 & \text{Sinon} \\
 & A_{ij} = A_{ij}
 \end{aligned}$$

Enfin, nous devons calculer l'inverse de chacune des distances de la matrice car plus il y a de différences entre deux groupes, plus nous souhaitons que ceux ci soient distants. Bien sûr, nous n'appliquons pas ces calculs à la diagonale. Une distance entre un groupe et lui même est 0, nous assignons donc 0 à la diagonale. Nous obtenons donc la matrice finale :

$$\begin{aligned}
 & \text{Quelque soit } i < > j \\
 & A_{ij} = 1/A_{ij}
 \end{aligned}$$

Nous obtenons donc une matrice des distances entre chacun des groupes. Afin de pouvoir donner des coordonnées sur deux dimensions à ces groupes, nous appliquons de nouveau une analyse en composante principale et sélectionnons les deux premiers axes obtenu.

La figure 1 présente le résultat d'une ACP sur une matrice des distances de 5 groupes. Les groupes sont disposés sur les deux axes principaux résultants. Comme nous pouvons le constater en additionnant les pourcentages de représentation de chacun des deux axes, ce graphique expose 85.08% de la réalité.

Désormais, nous avons les informations nécessaires pour créer une représentation simple en deux dimensions. Dans la partie suivante, nous allons expliquer nos choix concernant la mise en forme de notre représentation.

REPRESENTATION GRAPHIQUE EN 2D

Dans cette partie, nous allons présenter notre représentation réalisée sur les données précédemment décrites. Dans un premier temps, nous allons exposer l'aspect global de la représentation, puis nous nous intéresserons à la représentation d'un groupe simple, ensuite nous décrirons les liens entre les groupes et enfin nous exposerons l'interactivité que présente notre représentation.

Aspect Général

Comme nous l'avons présenté dans l'introduction, nous souhaitons créer une représentation liant la complexité des travaux statistiques et la modernité des infographies actuelles.

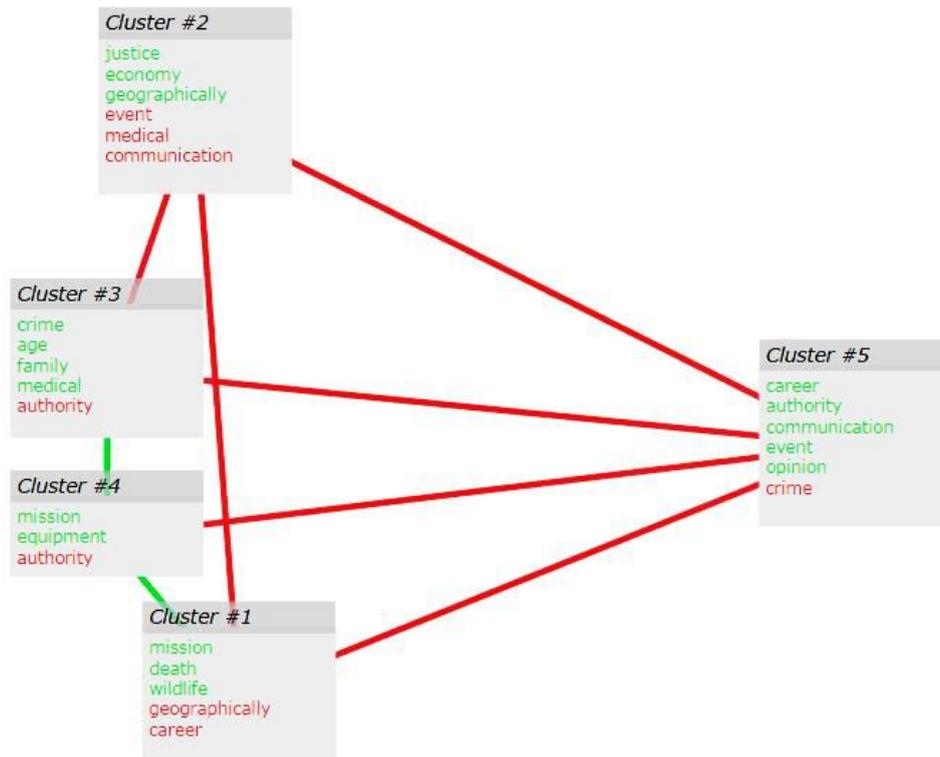


Figure 2. Exemple de représentation finale (figée) d'un regroupement

C'est en s'inspirant des applications web modernes et des récentes *infoviz* que nous avons décidé d'introduire de l'interactivité dans l'application. Effectivement, les sites web tendent de plus en plus à devenir des applications dynamiques et interactives avec l'essor des technologies telles que CSS3, HTML5 ou encore SVG, AJAX et Javascript.

C'est donc tout naturellement, que nous avons créé une application web générant une représentation en SVG (Scalable Vector Graphics) via la bibliothèque Snap SVG¹. Les données permettant de construire le graphique sont stockées dans une base de données relationnelle classique. Dans un souci de portabilité, les données relatives au graphique sont également stockées dans des fichiers XML. C'est d'ailleurs en traitant ces fichiers que la représentation est construite.

La figure 2 est un exemple de représentation d'un regroupement statistique d'individus. Ci-après, nous allons décrire en détails chaque élément de cette représentation.

Un Groupe

Un groupe est représenté par un rectangle gris. Il a un nom (affiché en haut de son rectangle) et contient la liste de ses variables significatives. Comme on peut l'observer sur la figure 2, une variable significative peut avoir deux couleurs :

- Vert : la variable est significativement positive pour le groupe;
- Rouge : la variable est significativement négative pour le groupe.

Liens Entre les Groupes

Les liens entre les groupes représentent les similitudes et différences qu'il peut y avoir entre les groupes. Il existe 3 types de lien possible, comme on peut en observer deux sur la Figure 2 :

- Lien vert : Les deux groupes liés ont au moins une similitude et aucune dissimilitude;
- Lien rouge : Les deux groupes liés ont au moins une dissimilitude et aucune similitude;
- Lien bleu : Les deux groupes liés ont au moins une similitude et une dissimilitude.

Le code couleur n'a pas été choisi au hasard. Il correspond aux codes généralement utilisés dans la vie de tous les jours. Par exemple, la couleur bleue est utilisée en électricité pour désigner un conducteur neutre.

Interactivité

Différents éléments sont affichés à la demande de l'utilisateur. Mais pas seulement, l'utilisateur peut manipuler le graphique comme il le souhaite. Ci après, nous exposons la liste des différentes interactivités possibles.

1. ¹ Adobe. <http://snapsvg.io/>

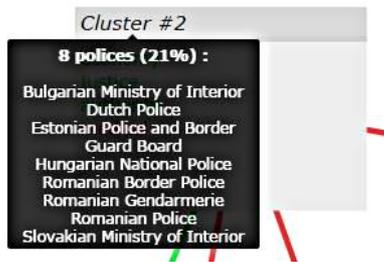


Figure 3. Liste des individus lors du passage de la souris sur le nom du groupe

[1] *Liste des individus* : La liste des individus par groupe est disponible en passant la souris au dessus du nom du groupe. Elle est accompagnée du pourcentage d'individus contenu dans le groupe par rapport au nombre total d'individu. Figure 3 est un exemple.

[2] *Explication chiffrée des variables significatives* : En passant la souris sur chacune des variables significatives, l'utilisateur pourra y visualiser la moyenne de la variable pour le groupe concernée ainsi que la variable pour l'ensemble des individus. Figure 4 est un exemple.

[3] *Liste des variables en commun* : En passant la souris au dessus d'un lien, l'utilisateur pourra y voir la liste des variables qui forment ce lien. Egalement, la taille du lien survolé augmente pour éviter toute ambiguïté avec un lien adjacent. .

[4] *Drag and drop des groupes* : En cliquant sur le rectangle gris d'un groupe, l'utilisateur peut déplacer les groupes où il le souhaite et ainsi repositionner les groupes à sa guise.

[5] *Effet de zoom simple* : Deux boutons [+] et [-] permettent à l'utilisateur de zoomer et dé-zoomer sur le graphique.

Avec ces interactivités, l'utilisateur augmente les informations disponibles sur la représentation de base sans se perdre dans la quantité d'information.

CONCLUSION

Nous avons montré qu'il est possible de représenter des regroupements de données à relativement haute dimension à l'aide d'un unique graphique à deux dimensions.



Figure 4. Explication chiffrée d'une variable significative

Ainsi, notre méthode de représentation permet de simplifier les nombreux graphiques nécessaires à l'analyse d'un regroupement de données complexes. De ce fait, nos travaux permettront aux experts et autres analystes de réduire leur temps passé à analyser des données de ce type. Aussi, notre graphique étant simplifié et interactif, il nécessite moins de temps d'apprentissage de la part des utilisateurs, ainsi, il démocratise ce genre d'analyse.

La dimension est l'un des points centraux de notre étude. Les données sont constituées de 17 dimensions numériques. Une limite de notre étude est ce nombre, qui comme le titre l'indique est seulement "relativement" élevé.

Maintenant que nous avons reçu de bons retours de la part de plusieurs consultants analystes de COMPOSITE, nous avons de nouveaux projets pour cette visualisation en particulier le passage de 2 à 3 dimensions (pour gagner en qualité de représentation), la possibilité d'ajouter des notes à n'importe quel objet du graphique (afin de faciliter l'analyse à plusieurs) ou encore l'exportation au format GeoPDF (dans le but de conserver l'interactivité du graphique dans un PDF).

BIBLIOGRAPHIE

1. Berkhin P. Survey of clustering data mining techniques. Dans Grouping Multidimensional Data pp 25-71; 2006.
2. Chevalier Fanny, Huot Stéphane et Fekete Jean-Daniel. Visualisation de mesures agrégées pour l'estimation de la qualité des articles Wikipedia. 2010.
3. Edward R. Tufte. The Visual Display of Quantitative Information. 2001.
4. Fekete Jean-Daniel. Dataviz & BidData : Mythes et réalité. Microsoft Tech Days 2014.
5. Hoffman Patrick, Grindstein Georges. A survey of visualizations for high-dimensional data mining. Dans Information visualization in data mining and knowledge discovery. 2002.
6. Huron Samuel, Vuillemot Romain, Fekete Jean-Daniel. Visual Sedimentation. 2013.
7. Husson F., Lê S. et Pagès J. Analyse de données avec R. 2009.
8. Keim Daniel A., Panse Christian, Schneidewind Jörn, Sips Mike, Hao Ming C., Dayal Umeshwar. Pushing the limit in Visual Data Exploration: Techniques and Applications. Dans KI 2003 : Advances in Artificial Intelligence.2003.
9. Maccandless David. Datavision. 2011.
10. Saby Claude-Alain. Méthodes de visualisation de données à fortes dimensions dans un espace réduit à 2 D. 2011.
11. McCandless David. La beauté de la visualisation des données. Dans TEDGlobal 2010. Juillet 2010.
12. Waddel A, Oldford. Interactive Visual Clustering of High Dimensional Data by Exploring Low-Dimensional Subspaces. Vis 2012.
13. Yau Nathan. Data visualisation : De l'extraction des données à leur représentation graphique. 2013 (Livre)

Exploration virtuelle de sculptures : quelles interfaces ?

Marion Boudon Machuel
Université François Rabelais Tours, CNRS
Centre d'Etudes Supérieures de la Renaissance
UMR7323
marion.boudon-machuel@univ-tours.fr

Fatma Bouali, Gilles Venturini
Université François Rabelais Tours,
Laboratoire d'Informatique, EA6300
Fatma.bouali@univ-lille2.fr,
venturini@univ-tours.fr

Dans cette présentation, nous allons décrire les grandes lignes du contexte, des objectifs et des pistes envisagées pour le projet Sculpture3D (co-financé par la région Centre et qui démarre en novembre 2014). Le contexte de ce projet est situé à l'intersection de deux domaines :

- L'Histoire, et plus particulièrement le patrimoine sculpté de la Renaissance en région Centre, encore trop méconnu malgré sa qualité et son importance,
- Les concepts et technologies de l'Informatique 3D, allant de l'acquisition des œuvres jusqu'à leur restitution dans différentes interfaces.

Ce résumé sera principalement axé sur le second point et sur les interfaces envisagées.

Aujourd'hui la problématique de l'acquisition et de la restitution 3D d'œuvres est en plein essor dans le mouvement des humanités numériques, comme peuvent en témoigner des projets récents tels que 3Dcoform (<http://3dcoform.eu/>) ou v-must (<http://www.v-must.net/>). Le principal objectif est de valoriser un patrimoine existant comme l'architecture ou la sculpture, avec des publics cible variés pouvant être des chercheurs, des étudiants en histoire de l'art ou le grand public. Notre objectif initial est ici de permettre une meilleure valorisation du patrimoine sculpté de la Région Centre à destinations des trois types d'utilisateurs visés en facilitant l'étude et la connaissance des sculptures et des reliefs par les moyens de la 3D encore largement sous-exploité dans ce domaine.

En ce qui concerne l'acquisition, nous allons utiliser la technologie existante avec des scanners 3D permettant l'acquisition du relief, des formes en général jusqu'aux traces d'outils, et de la couleur. Nous visons particulièrement cinq œuvres (dont la *Vierge de pitié* d'Autrèche, le *Tombeau des enfants de Charles VIII* à Tours et le *Massacre des innocents* à Chartres). Cette acquisition doit être suivie par le traitement des données 3D. Sur ce point, notre objectif est de transmettre aux historiens la méthodologie nécessaire pour arriver à une modélisation 3D de qualité.

Après l'acquisition, notre objectif est de permettre aux historiens de l'art d'ajouter des strates de connaissances sur le modèle 3D. Ces connaissances prendront la forme générale d'annotations, associées à une « ancre 3D » (un point dans l'espace, une direction, etc.) et d'autres informations comme des textes, des enregistrements, des hyperliens (vers d'autres annotations ou d'autres ressources). Cet ensemble d'annotations permettra de définir des parcours types, ce qui nous mènera vers une solution à certains problèmes de navigation dans les interfaces 3D (voir les paragraphes suivants). Le principe que nous utiliserons sera similaire à celui mis en œuvre dans d'autres technologies interactives comme OLAP : il s'agit d'intégrer dans la visualisation des opérateurs placés dans la scène 3D à côté des opérands (i.e., des données) sur lesquelles ils seront appliqués.

Un point important de la partie informatique du projet va concerner les interfaces 3D qui seront développées (aussi bien du point de vue logiciel que matériel). Nous souhaitons mettre en œuvre des interfaces immersives utilisant les derniers éléments de technologie 3D (visualisation stéréoscopique et interactions). Nous serons en présence de trois types de publics, avec des caractéristiques assez différentes qui nécessiteront trois versions de l'interface :

1. Les chercheurs, qui auront a priori le temps d'apprendre à maîtriser l'interface. L'exploration sera plutôt individuelle ou réduite à quelques personnes (2 ou 3). Les chercheurs devront également avoir accès au système d'annotation en mode « auteur », pour ajouter les connaissances aux modèles, tester la représentation finale, dans le but de créer des cours, des conférences et des expositions virtuelles,
2. Les étudiants, qui seront plus nombreux et dans une situation d'enseignement (cours en salle par exemple). On peut considérer dans cette configuration que l'enseignant dirigera les explorations des œuvres. Des interactions avec les apprentis pourraient avoir éventuellement lieu, comme le pointage d'un élément de la scène ou des zooms
3. Le grand public, qui n'aura pas le temps d'apprendre l'utilisation d'une interface complexe, et dont les objectifs pourraient être autant culturels que ludiques (ce dernier venant renforcer le premier).

Enfin, nous envisageons la mise en ligne des données 3D, mais dans un format classique a priori (sans immersion ou interactions spécifiques).

En ce qui concerne les interactions et principalement la navigation 3D dans la scène, nous allons explorer l'usage de matériel comme représenté dans le tableau suivant, et en fonction des trois interfaces :

| Matériel/Interactions | Recherche | Etudiants | Public |
|-------------------------------------|------------------|------------------|---------------|
| Souris 3D (Space Pilot) | Oui | Possible | Non |
| Haptiques/retour d'effort (Phantom) | Oui | Non | Non |
| Gestuelles (Leap motion, Kinect) | Possible | Possible | Oui |
| Aucune (suivi d'un parcours guidé) | Possible | Possible | Oui |

La dernière ligne correspond à un guidage total de l'utilisateur : l'interface déplace automatiquement le point de vue dans la scène 3D, en s'arrêtant sur les annotations définissant le parcours. Ce dernier mode permettra à des utilisateurs sans aucune connaissance d'explorer les sculptures.

En ce qui concerne la visualisation immersive, nous envisageons les éléments suivants :

| Visualisation immersive | Recherche | Etudiants | Public |
|-------------------------------------|------------------|------------------|---------------|
| Casque immersif lourd (Oculus Rift) | Oui | Non | Possible |
| Smartphone + Google cardboard | Non | Non | Oui |
| Ecran LCD 3D, TV 3D (lunettes 3D) | Oui | Non | Oui |
| Vidéo projecteur 3D (lunettes 3D) | Oui | Oui | Oui |
| Ecran auto-stéréo (sans lunettes) | Non | Non | Oui |

Dans l'exposé, nous expliciterons les options possibles et leurs avantages et inconvénients a priori.

Les Qualités Tangibles de la Lampe Anthropomorphique Interactive

Leonardo Angelini, Omar Abou Khaled, Elena Mugellini

University of Applied Sciences and Arts Western Switzerland
Fribourg, Switzerland

{leonardo.angelini ; omar.aboukhaled ; elena.mugellini}@hes-so.ch

Denis Lalanne

University of Fribourg
Fribourg, Switzerland

denis.lalanne@unifr.ch

RÉSUMÉ

Dans cet article nous proposons une classification des systèmes tangibles selon les qualités tangibles présentes dans ces systèmes. Nous montrons un exemple d'analyse pour une lampe qui permet d'afficher et récolter des états émotionnels de l'utilisateur au travers d'interactions multimodales, basées sur des gestes tangibles du côté utilisateur, et des couleurs et des expressions faciales du côté lampe. En particulier, la lampe bénéficie d'une forme et d'un comportement anthropomorphiques pour rendre l'interaction plus naturelle et spontanée.

Mots Clés

Communication médiée par ordinateur ; émotions ; lampe anthropomorphique ; gestes tangibles.

ACM Classification Keywords

H.5.m. Information interfaces and presentation (e.g., HCI): Miscellaneous.

INTRODUCTION

Catégoriser des objets comme « tangibles » ou « non tangibles » constitue un problème difficile à résoudre, comme nous avons remarqué dans le GT sur l'interaction tangible N°5. En fait, certains objets présentent des aspects qui incarnent les principes de l'interaction tangible, tandis que sous d'autres points de vue les mêmes objets peuvent être considérés comme des exemples évidents d'objets qui ne sont pas tangible. Pour faire un exemple de cette contradiction, je cite la souris. Celle-ci, même si elle est considérée l'exemple parfait d'interface non-tangible, elle nous permet de manipuler avec un mappage assez direct la position du curseur sur l'écran. Selon la taxonomie de Fishkin [1], on pourrait définir le déplacement virtuel du curseur sur l'écran comme une représentation « distante » du déplacement physique de la souris. Néanmoins, la séparation entre contrôle et représentation de la souris est expression du paradigme MVC que l'interaction tangible essaie à franchir.



Figure 1. La lampe anthropomorphique avec ses 5 expressions : contente, triste, confiante (clin d'œil) (2x), extasiée (2x) et fâchée.

Pour contourner ce genre des débats, Van den Hoven et al. [2] proposent de focaliser notre attention sur les aspects basilières et les qualités de l'interaction tangible, au lieu d'investiguer où placer une ligne de séparation nette entre interaction tangible et non tangible. Van den Hoven et al. [2] nous indiquent trois aspect basilières (l'interaction avec le monde réel, l'utilisation des habilités de l'homme, le calcul par ordinateur) et trois qualités du contrôle et de la représentation des données (intégrée, directe et significative) pour caractériser les systèmes tangibles.

Peu d'objets sont capables d'incarner toutes les qualités de l'interaction tangibles. Même la définition et la classification des systèmes tangibles d'Ullmer et Ishii [3] peuvent sembler parfois contradictoires : prenons l'exemple du système Rosebud [4], classifié par Ullmer et Ishii [3] parmi les interfaces tangibles de type associatif. Dans ce système l'affichage des histoires liées aux poupées se fait sur l'écran d'un ordinateur. On peut remarquer ici une certaine distance entre le contrôle, la poupée, et la représentation digitale de l'information, sur l'écran distant. Nous proposons donc d'adopter le modèle de Van den Hoven et al. [2] pour évaluer et classier les systèmes tangibles.

Dans cette édition de la conférence IHM, nous avons présenté une lampe interactive anthropomorphique [5]. Cette lampe, en forme de tête humaine (boule), est

| | | |
|-------------------------|------------------------|------------------------------|
| Monde réel | Habilités de l'homme | Calcul par ordinateur |
| Contrôle intégré | Contrôle direct | Contrôle significatif |
| Représentation intégrée | Représentation directe | Représentation significative |

Tableau 1. Représentation des qualités tangibles pour la lampe anthropomorphique. En vert les caractéristiques / qualités présentes, en rouge les caractéristiques/qualités absentes)

capable de représenter visuellement des états émotionnels avec des expressions faciales et des couleurs, ainsi que de collecter des messages affectives exprimées sous formes des gestes. (Voir Figure 1 et [5] pour les détails).

Nous présentons donc ici l'analyse des caractéristiques de base et des qualités tangibles de la lampe anthropomorphique, selon le modèle de Van den Hoven et al. [2].

ANALYSE DES QUALITÉS TANGIBLES

La lampe abat-jour, représente évidemment un objet physique, que nous utilisons généralement dans notre vie quotidienne pour éclairer une pièce. La lampe exploite deux différents types d'habileté de l'homme : la capacité de communiquer et interpréter des émotions (intelligence émotionnelle) et l'habileté physique des gestes de contact, à travers la proprioception et le sens de la touché. Pour finir, la lampe a des fonctionnalités numériques : les données sont récoltées par une carte Arduino Uno et les gestes et les états émotionnels sont gérés avec un ordinateur. Pour ce qui concerne les qualités, le contrôle et la représentation sont évidemment intégrés directement dans la lampe. L'utilisateur fait des gestes sur la lampe et la lampe affiche les états émotionnels directement dans la lampe. Toutefois, le contrôle se base sur des interactions qui ne sont pas directes, les gestes ne manipulent pas directement un paramètre de la lampe, par exemple la couleur. En fait, la lampe peut réagir parfois d'une façon inattendue, pour donner l'impression d'être en face d'un objet avec sa propre vie. Néanmoins, la représentation de la lampe incarne directement l'état émotionnel de lampe (compagnon) ou d'une personne distante. Pour finir, les interactions et les représentations sont toujours significatives, car le sens des gestes est bien défini dans

le contexte d'utilisation (au moins dans notre culture européenne) et les états émotionnels et les expressions faciales représentent aussi d'une façon assez naturelle l'état d'âme de la lampe ou de la personne distante. L'interprétation des couleurs seuls pourrait être moins significative pour certains utilisateurs, vu que l'association entre couleurs et émotions reste assez personnelle. On peut résumer cette analyse avec un tableau (voir Tableau 1).

Cette représentation en tableau n'est pas évidemment fidèle à l'analyse détaillée, car certaines qualités pourraient présenter des nuances (comme dans le cas de la représentation significative pour les expressions faciales, mais moins significative pour les couleurs). Bien évidemment, d'autres qualités à analyser pourraient être définies (par exemple l'exploitation de la spatialité). Le GT n.6 sur l'interaction tangible pourrait constituer une bonne occasion pour discuter à propos des qualités qui caractérisent les interfaces tangibles.

REMERCIEMENTS

Ce travail a été supporté par la fondation Hasler dans le cadre du projet "Living in Smart Environments".

BIBLIOGRAPHIE

1. Fishkin, K. A taxonomy for and analysis of tangible interfaces. *Personal and Ubiquitous Computing* 8, 5 (2004), 347–358.
2. Van den Hoven, E., van de Garde-Perik, E., Offermans, S., van Boerdonk, K., and Lenssen, K.-M.H. Moving Tangible Interaction Systems to the Next Level. *Computer* 46, 8 (2013), 70–76.
3. Ullmer, B. and Ishii, H. Emerging frameworks for tangible user interfaces. *IBM Systems Journal* 39, 3 (2000), 915–931.
4. Glos, J.W. and Cassell, J. Rosebud : Technological Toys for Storytelling. *Proc. CHI'97*, (1997).
5. Angelini, L., Caon, M., Lalanne, D., Abou Khaled, O. and Mugellini, E. Une Lampe Anthropomorphique pour la Communication des Emotions. *Proc. IHM'14*. (2014).

Interactions tangibles pour déficients visuels

Anke Brock
INRIA
Bordeaux, France
anke.brock@inria.fr

Julie Ducasse Emmanuel Dubois Christophe Jouffrais
Université de Toulouse & CNRS ; IRIT
Toulouse, France
prenom.nom@irit.fr

Malgré le fait que l'interaction tangible existe depuis des années, elle est encore très rarement exploitée dans le contexte non-visuel, par exemple dans les technologies d'assistance pour les personnes déficientes visuelles. Parmi les projets existants, Pielot et al. (2007) ont étudié l'influence de la manipulation d'un objet tangible (notamment un canard en plastique) sur l'exploration et l'apprentissage de cartes géographiques. Les résultats préliminaires suggèrent que l'interaction tangible améliore les apprentissages. En outre, « Clutching at straws » [5] avait l'objectif de rendre des graphes accessibles en utilisant des objets tangibles. Ce projet a permis de définir quelques recommandations pour la conception d'interactions tangibles et non-visuelles. Par exemple, comme pendant le balayage de la surface sans vision les utilisateurs risquent d'accidentellement toucher les objets, il est préférable de choisir des formes « stables », c'est-à-dire des objets qui ne tombent pas facilement. Manshad et al. (2012) ont proposé l'utilisation de briques physiques sur un écran multi-touch pour la création et l'interaction avec des représentations graphiques. De nombreux feedbacks ont été proposés, notamment des retours sonores ou des vibrations. Kane et al. (2013) ont proposé un système basé sur des « objets-guides » (touchplate) combinés avec un écran multi-touch. Grâce à un marqueur reconnu par la table, le guide physique était identifié et générait l'apparition d'une représentation numérique correspondante. Dans ce dispositif, le guide était un objet en plastique qui définissait une zone de travail tandis que la représentation numérique contenait des informations sur ce qu'utilise la personne (par exemple une carte géographique ou un clavier).



Figure 1. Utilisation de cubes sur table multi-touch. Tiré de [1]

Inspirés par ces travaux, nous avons mené à l'IRIT des études sur la conception de techniques d'interaction tangibles non-visuelles autour des cartes géographiques. Les premiers travaux ont été menés lors du « chef d'œuvre » du M2IHM 2013 [1]. L'objectif du projet était de concevoir des techniques d'interactions tangibles ou wearables qui permettent à un étudiant non-voyant et à un professeur de locomotion de collaborer autour d'une carte géographique. Concrètement, nous avons conçu des interactions tangibles pour ajouter, lire et supprimer des annotations sur une carte géographique grâce à un cube positionné sur une grande table tactile (Figure 1 montre la conception et les tests avec différentes variantes de cubes). Les différentes faces du cube étaient reconnues par la table à travers un traitement d'image et permettaient de lancer l'une des trois commandes (ajout, suppression et lecture). L'objectif de ce projet était de comparer l'utilisabilité du cube à celle d'un bracelet Arduino permettant les mêmes commandes déclenchées par des boutons (Figure 2). Cette comparaison prendra en compte le type d'utilisateur (déficient visuel vs. voyant).

Par la suite, le travail de Julie Ducasse [2] a permis de remplacer le bracelet par une smartwatch sur laquelle l'utilisateur pouvait effectuer des gestes pour lancer les commandes. Une étude préliminaire avec 9 utilisateurs voyants aux yeux bandés a permis de comparer les trois techniques d'interaction proposées (manipulation du cube, utilisation de la smartwatch, gestes sur la table). Les résultats de cette expérience préliminaires suggèrent que, dans ce contexte et avec des utilisateurs aux yeux bandés, les interactions gestuelles sont plus utilisables que les interactions tangibles et wearables (notamment en termes de satisfaction). Cependant, il sera bien évidemment nécessaire de vérifier ces résultats auprès de sujets non-voyants. De plus, l'étude sera complétée par un plus grand nombre de tâches en relation avec l'exploration et l'annotation des cartes géographiques, notamment lors d'une collaboration entre voyants et déficients visuels.

Ces travaux seront poursuivis dans le cadre du projet ANR Accessimap¹ qui débutera fin 2014. L'objectif global de ce projet est de concevoir et d'évaluer un prototype de table collaborative interactive permettant à des déficients visuels d'explorer des cartes

¹ <http://www.irit.fr/accessimap>

géographiques, mais aussi de collaborer avec d'autres déficients visuels et/ou des voyants.

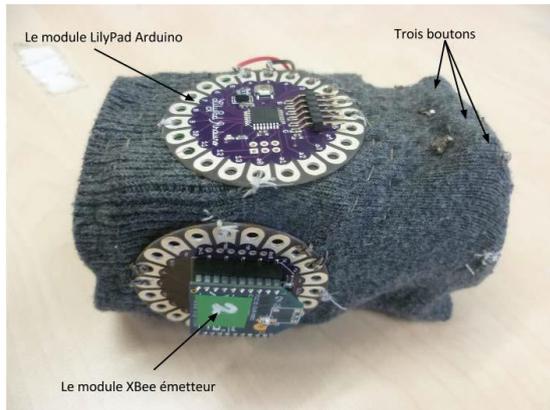


Figure 2. Bracelet d'annotation des cartes géographiques basé sur une Arduino. Tiré de (Bergua et al., 2014)

Au sein du GT « Interaction Tangible », nous proposons de faire une présentation synthétique de l'ensemble de ces travaux autour des interactions gestuelles, tangibles et wearables pour personnes déficientes visuelles

BIBLIOGRAPHIE

1. Bergua, K., Bourdiol, J., Carrere, C., & Ducasse, J. (2014). *Design d'interactions tangibles pour une carte géographique collaborative*. Université Toulouse 3 & ENAC.
2. Ducasse, J. (2014). *Conception et évaluation d'interactions pour l'exploration et l'annotation d'une carte géographique par un déficient visuel*. Université Toulouse 3.
3. Kane, S. K., Morris, M. R., & Wobbrock, J. O. (2013). Touchplates: Low-Cost Tactile Overlays for Visually Impaired Touch Screen Users. In *ASSETS'13 - SIGACCESS International Conference on Computers and Accessibility*. Bellevue, Washington, USA: ACM.
4. Manshad, M. S., Pontelli, E., & Manshad, S. J. (2012). Trackable Interactive Multimodal Manipulatives: Towards a Tangible User Environment for the Blind. In K. Miesenberger, A. Karshmer, P. Penaz, & W. Zagler (Eds.), *Proceedings of ICCHP 2012* (Vol. 7383, pp. 664–671). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
5. McGookin, D., Robertson, E., & Brewster, S. (2010). Clutching at Straws: Using Tangible Interaction to Provide Non-Visual Access to Graphs. In *Proceedings of the 28th international conference on Human factors in computing systems - CHI '10* (pp. 1715–1724). New York, New York, USA: ACM Press.
6. Pilot, M., Henze, N., Heuten, W., & Boll, S. (2007). Tangible User Interface for the Exploration of Auditory City Map. In I. Oakley & S. Brewster (Eds.), *Haptic and Audio Interaction Design, LNCS 4813* (LNCS., Vol. 4813, pp. 86–97). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin.

Utilisation des différentes boucles de feedbacks pour la conception d'applications à interfaces utilisateur tangibles (TUIs)

Clémentine Havrez
LAMIH-UMR CNRS 8201
Université de Valenciennes
Play Research Lab - CCI
Grand-Hainaut
clementine.havrez@univ-
valenciennes.fr

Sophie Lepreux
LAMIH-UMR CNRS 8201
Université de Valenciennes
sophie.lepreux@univ-
valenciennes.fr

Christophe Kolski
LAMIH-UMR CNRS 8201
Université de Valenciennes
christophe.kolski@univ-
valenciennes.fr

Yoann Lebrun
Play Research Lab - CCI
Grand-Hainaut
Valenciennes
y.lebrun@grandhainaut.cci.fr

Sylvain Haudegond
Play Research Lab - CCI
Grand-Hainaut
Valenciennes
s.haudegond@grandhainaut.cci.fr

Author Keywords

Tangible object ; Feedback Loop ; FeeLoo Model ; Tabletop ; Serious Game ; RFID

ACM Classification Keywords

H.5.m. Information Interfaces and Presentation (e.g. HCI): Miscellaneous

CONTEXTE

Ce travail est réalisé dans la suite des projets ANR TTT et Imagit. Il est réalisé en collaboration avec le Play Research Lab, dans le but de réalisation des Serious Games, jeux à objectifs pédagogiques, dans le cadre des Interfaces Utilisateur Tangibles (TUIs). Le travail présenté est donc appliqué aux tables tangibles mais est applicable à un domaine plus large. Un Serious Game sur le tri des déchets en classe de TP de microbiologie, dont la conception a été réalisée grâce au modèle présenté est en cours de réalisation/évaluation.

DESCRIPTION

Dans le domaine de la réalité mixte (réalité augmentée et virtualité augmentée) nous sommes généralement en présence d'une couche physique et d'une couche numérique, associée à la couche physique. La couche numérique alors superposée à la couche physique est celle contrôlée par l'application. Elle peut donc présenter des éléments intangibles tels que des sons ou des images, mais peut aussi être appliquée directement à

l'objet ; Coutrix et al. [1] donnent l'exemple de CASPER, un système de chirurgie assistée par ordinateur de ponction péricardiale où, dans l'une de ses versions, l'aiguille est associée à un bras qui assiste le chirurgien dans sa trajectoire à l'aide d'un retour de force.

Étant donnée la facilité avec laquelle il est possible d'augmenter les objets de nos jours, il n'est plus possible lors de leur conception d'uniquement se demander s'il faut augmenter ces objets ou non, mais de savoir de quelle manière les augmenter, et à quel moment du cycle de l'action défini par Norman [5].

Effectivement, si nous reprenons le modèle exposé par Ishii et Ullmer [3] il existe 3 boucles de feedbacks lors de l'utilisation d'interface utilisateur tangible (TUI) : le feedback tactile immédiat, le feedback digital par l'application via un élément intangible (image, son...), et enfin l'actualisation de l'objet lui-même. Le premier feedback concerne les sensations que ressent l'utilisateur lors de la manipulation de l'objet : la sensation de le mouvoir, de l'entendre se déplacer, ou bien l'odeur qui peut en émaner. Plus qu'un feedback tactile définit par Ishii et Ullmer, il s'agit d'un feedback sensoriel. Il est différent du troisième feedback. Ce dernier concerne la mise à jour de l'objet par l'application. Dans l'exemple de CASPER, il s'agit du retour de force. Dans l'application Tangible Bots [6] il peut s'agir du déplacement de l'objet. Il peut également s'agir de sa couleur [4], etc.

En ce qui concerne le moment, comme l'ont repris Dubois et al.[2], il est possible d'augmenter l'objet lors de la phase d'exécution et/ou lors de la phase d'évaluation du cycle de l'action défini par Norman. Il faut alors se questionner sur l'objectif de l'augmentation : a-t-elle pour but d'assister l'utilisateur lors des étapes d'exécution, concernant la manière avec laquelle il espère réaliser ses buts en utilisant

l'objet en question ? Ou bien s'agit-il d'aider l'utilisateur à comprendre les conséquences de ses actes sur le "Monde", c'est-à-dire l'écosystème [7] dans lequel il agit, afin qu'il soit plus à même à comprendre le fonctionnement de l'objet en son sein ? Il faut alors considérer la présence d'autres utilisateurs (localement ou de manière distribuée), d'autres objets, de leurs rôles, objectifs et capacités.

Un modèle permettant de reprendre ces points est alors proposés, ayant pour but de penser objets, utilisateurs et application comme un ensemble.

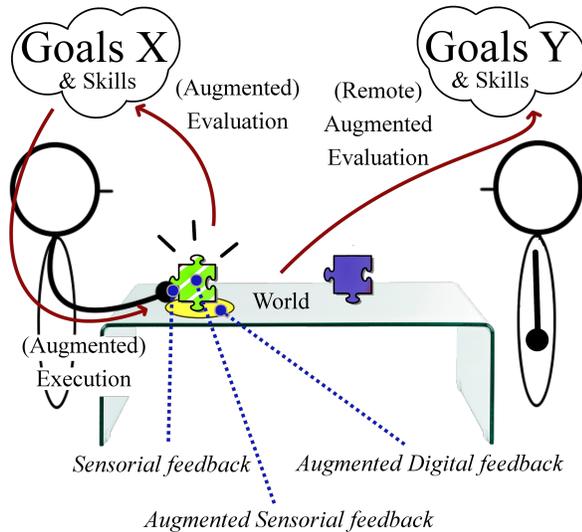


Figure 1. Modèle d'aide à la conception de TUI

REFERENCES

1. Coutrix, C., Nigay, L., and Renevier, P. Modèle d'interaction mixte: La réalité mixte à la lumière des modalités d'interaction. In *Proceedings of the 2Nd French-speaking Conference on Mobility and Ubiquity Computing*, UbiMob '05, ACM (New York, NY, USA, 2005), 153–160.
2. Dubois, E., Nigay, L., Troccaz, J., Chavanon, O., and Carrat, L. Classification space for augmented surgery, an augmented reality case study. In *conference proceedings of Interact99*, J. C. Sasse, A., Ed. (1999), 353–359.
3. Ishii, H., and Ullmer, B. Tangible user interfaces. In *The Human Computer Interaction Handbook*. CRC Press, 2012, ch. 21, 465–490.
4. Li, Y., Fontijn, W., and Markopoulos, P. A tangible tabletop game supporting therapy of children with cerebral palsy. In *Proceedings of the 2Nd International Conference on Fun and Games*, Springer-Verlag (Berlin, Heidelberg, 2008), 182–193.
5. Norman, D. A. *The Design of Everyday Things*, reprint paperback ed. Basic Books, New York, 2002.
6. Pedersen, E. W., and Hornbæk, K. Tangible bots: Interaction with active tangibles in tabletop interfaces. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '11, ACM (2011), 2975–2984.
7. Terrenghi, L., Quigley, A., and Dix, A. A taxonomy for and analysis of multi-person-display ecosystems. *Personal Ubiquitous Comput.* 13, 8 (Nov. 2009), 583–598.

Interaction tangibles pour renforcer l'aspect social des visites de musées

Yvan Peter
 Université Lille 1 - LIFL - Équipe NOCE
 Yvan.Peter@univ-lille1.fr

Ma contribution à cet atelier est liée à l'article "*Un dispositif d'interaction pour favoriser la discussion et l'engagement dans les musées*" présenté à IHM 2014 dans les Travaux en Cours [1]. Le travail présenté dans cet article correspond à un projet réalisé avec le Musée des Beaux Arts de Tourcoing (MUba). L'objectif était de concevoir et expérimenter des dispositifs d'interaction pour la visite de musée avec les objectifs suivants :

- solliciter le visiteur sans accaparer son attention afin qu'il reste attentif aux œuvres présentées ;
- favoriser la dimension sociale de la visite en offrant des opportunités de discussion entre les membres d'un groupe de visiteur.

Dans cette optique, nous avons conçu deux dispositifs (figure 1) :

- Une borne question sur laquelle les visiteurs choisissent la réponse à une question en apposant un tag RFID sur la zone correspondante. Les questions proposées amènent le visiteur à se positionner par rapport aux œuvres et à les revoir pour répondre. Par ailleurs, dans la mesure où nous avons donné un seul tag RFID par groupe de visiteurs, cela les amène à discuter pour négocier la réponse donnée ;
- un bracelet permettant d'envoyer des sollicitations aux autres membres d'un groupe. La notification d'appel est réalisée par une vibration et l'allumage d'une LED avec une couleur permettant d'identifier l'appelant. Ici, l'objectif était de fournir une occasion d'échanges et de discussion au sein d'un groupe suite à un appel.

Les premiers résultats de l'expérimentation avec la borne questions sont présentés dans l'article mentionné. Nous aimerions poursuivre ce premier travail en offrant des interfaces tangibles qui contribuent à renforcer cette dimension sociale de la visite [2]. Pour cela, ces interfaces doivent pouvoir transmettre les expériences (émotions [3], intérêt) des visiteurs présents ou passés ou permettre la mise en relation des visiteurs en servant de prétexte à la discussion.

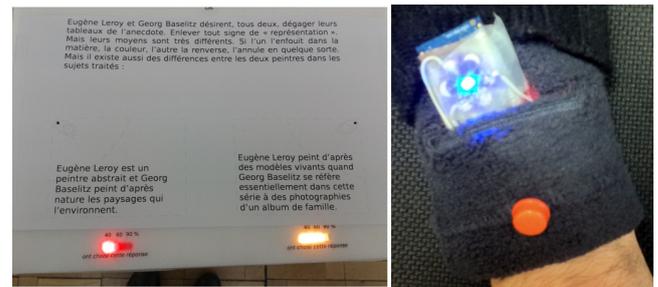


Figure 1: Prototypes : borne question et bracelet

1. REFERENCES

- [1] Plenacoste P., Peter Y. Un dispositif d'interaction pour favoriser la discussion et l'engagement dans les musées. *IHM 2014 - Travaux en Cours* .
- [2] Heath, C. Interaction and interactives : collaboration and participation with computer-based exhibits. *newblock Public Understanding of Science* 14(1), 2005, p. 91-101.
- [3] Alelis, G., Bobrowicz, A., Ang, C. S. Exhibiting Emotion : Capturing Visitors' Emotional Responses to Museum Artefacts. *Actes Design, User Experience, and Usability. User Experience in Novel Technological Environments (DUXU 2013) LNCS 8014*, 2013, p. 429-438.

interfaces tangibles pour les arts

Reflexions pour l'atelier IHM 2014 :
Interaction Tangible : nouvelles opportunités et paradigmes

Helmuth Reiter

UNIVERSITÉ DE POITIERS
 Laboratoire FoReLL (EA 3816)
 helmuth.reiter@univ-poitiers.fr

INTRODUCTION

Nous concentrons notre recherche dans le domaine des arts interactifs numériques et plus précisément des arts performatifs et installatifs en premier lieu autour du questionnement du rôle de l'interface tangible (TUI), des métaphores qui l'accompagnent et de son contexte, c'est à dire ici l'environnement artistique dans lequel elle vient d'être proposé. Nous comprenons ces différents aspects comme indissociables les uns des autres.

INTERACTION ET ART

En transgressant les codes et conventions du 19^e siècle, une partie des artistes a commencé au début du 20^e siècle à inclure le spectateur au delà de sa seule contemplation esthétique. Ce positionnement n'est pas seulement issu d'une pensée artistique liée à la pensée politique – le rôle du citoyen dans la société face au pouvoir – mais est aussi issu d'une pensée artistique qui remet en cause le rôle de l'art lui même dans la société, pour la société, en lien avec la société.

Les artistes expérimentaient en conséquence de nouvelles formes de conception, de création et de production d'œuvres, mais aussi de nouvelles formes de présentation, de réception voire d'exposition des ces œuvres, en mettant en cause également l'œuvre en soi comme objet abouti, déterminé et fini, et en introduisant au centre de leurs préoccupations artistiques le processus et la forme ouverts. Cette ouverture dans le processus et la forme permet ainsi de faire intervenir le spectateur différemment, en lui donnant un autre rôle qu'un rôle passif : un rôle actif tant dans le processus de création, que dans le processus de perception et d'aperception du travail artistique.

Si des formes artistiques participatives ont émergé dès le début du 20^e siècle, l'art interactif a pris ses formes dans les années 60 avec les pionniers pluridisciplinaires entre arts, technologies et sciences, en expérimentant avec les premiers ordinateurs des visualisations graphiques, et rapidement en explorant des formes interactives.

CONCEPTIONS D'INTERFACE

Ce bref aperçu de l'interactivité dans l'histoire des arts nous permet d'atteindre le centre de notre sujet, la conception des interfaces tangibles pour les arts, et de

mettre le rapport entre processus et procédé au cœur de nos réflexions sur la relation entre l'interface et son environnement [1] (ou son con-texte d'usage) qui alimentent nos conceptions d'interface et vice-versa.

Comment peut-on concevoir des interfaces tangibles facile d'accès, c'est à dire avec un temps d'apprentissage court, sans la contrainte d'imposer à l'utilisateur de fixer un exosquelette sur son corps ? Comment structurer l'espace et le rendre sensible [2] aux interactions du spectateur, sans points de repère didactiques ? À partir de ces prémisses nous concevons des objets tangibles interactifs comme éléments de structuration de l'espace performatif et installatif ainsi que comme éléments de captation. Les données issues de la captation de ces mouvements sont en suite utilisées pour gérer la création et la diffusion d'images et de sons à travers de processus génératifs, itératifs et composites.

Par exemple, notre dispositif interactif transcordanse # 2 composé des cordes interactive jumelée avec des capteurs pour l'acquisition de données et un système de diffusion audiovisuel, transforme ainsi son environnement en un EspaceTemps performatif, sonore et visuel.

Mimesis et/ou Methexis

Comme explique Mathilde Monnier, « la danse est méthexique avant d'être mimétique ». Le danseur « participe par une représentation qui n'est pas reproduction mais production, production du corps en tant qu'il participe (...) » [3].

En employant le terme *methexis* dans le sens platonien, et en portant l'idée de Monnier plus loin, notre dispositif interactif transcordanse # 2 s'inscrit dans une conception d'interfaces qui incite à la participation plus qu'à l'utilisation. La corde interactive incite le spectateur comme le performeur à effectuer des mouvements et à découvrir des parcours dans un environnement à la fois poétique et interactif, pour des expériences visuelles, sonores et kinesthésiques. Une incitation générée par la disposition de la corde dans l'EspaceTemps performatif et installatif, par sa « responsivité » comme corde ainsi que par sa « responsivité numérique » grâce au capteur placé à une de ses extrémités.

CONCLUSION

Cette incitation à l'interaction « méthexique avant d'être mimétique » n'est pas une mise en image, en son et en mouvement pour rendre tangible et ainsi compréhensible ce qui est invisible, immatériel et intangible. Ils ne s'agit pas non plus d'un simple transcodage entre différents univers symboliques, ni d'une traduction du côté immatériel vers le matériel ou vice-versa.

L'apport de l'art consisterait alors dans la conception de dispositifs orientés non vers une finalité en terme d'utilité, mais vers une finalité en terme d'expérience.

BIBLIOGRAPHIE ET NOTES

1. Le terme *environnement* est ici utilisé en définissant un travail artistique qui inclut son contexte formel.
2. Le terme anglais « *responsive* » nous semble plus précis et pertinent.
3. Monnier, Mathilde et Jean-Luc Nancy, *Allitérations*, Galilée, 2005, pp. 54 - 55

Index des auteurs

- A** Omar Abou Khaled 92
Jonathan Aceituno 3
Frédéric Anciaux 52
Leonardo Angelini 92
- B** Gilles Bailly 7, 10
Kevin Bailly 44
David Bihanic 81
Fatma Bouali 90
Marion Boudon Machuel 90
Jacqueline Bourdeau 38
Anke Brock 94
Jean Brunet 84
Pierre-Yves Buard 63
- C** Géry Casiez 12
Mohamed Chetouani 44
Allison Combette 24
Olivier Corby 63
- D** Jérémy Danna 18
Rémy Dautriche 69
Antoine Delcroix 52
Philippe Destrumel 1
Molka Dhouib 63
A. Dorville 29
Isabelle Draelants 63
Pierre Dragicevic 16
Emmanuel Dubois, 94
Julie Ducasse 94
T. Duval 29
- E** Alexandre Eusebio 18
- F** Racim Fahssi 5
Catherine Faron Zucker 63
- Sophie Fécil 38
Jean-Daniel Fekete 16
Thomas Forissier 38, 52
- G** Jean-Gabriel Ganascia 76
Alix Goguey 12
Enguerran Grandchamp 24
Nicolas Greffard 82
Sonia Guérin-Hamdi 71
Maxime Guillon 8
- H** Sylvain Haudegond 96
Clémentine Havrez 96
- J** Thibaut Jacob 10
Catherine Jacquemard 63
Christophe Jouffrais, 94
- K** Christophe Kolski, 96
Pascale Kuntz 82
- L** Denis Lalanne, 92
Eric Languéno 82
Yoann Lebrun 96
Eric Lecolinet 10
François Leitner 8
Sophie Lepreux 96
- M** Sylvain Malacria 7
Damien Marchal 14
Célia Martinie 5
Elena Mugellini 92
- N** Jeremie Nicole 44
Laurence Nigay 8

Index des auteurs

- P** Philippe Palanque 5
Charles Perin, 16
Yvan Peter 98
Thomas Pietrzak 7, 12
Serge Pinto 18
R. Plamondon 29
Ludovic Potier 3
Lionel Prevost 29, 44
Yannick Prié 82
- R** Vincent Rapp 44
Helmuth Reiter 99
C. Remi 29
Jean-Charles Risch 84
Francis Rousseaux 84
- Nicolas Roussel 12
- S** Marta Severo 58
Eddie Soulier 84
- T** Adrian Tanasescu 79
- V** Jean-Luc Velay 18
Gilles Venturini 90
Daniel Vogel 12
- Y** Bin Yang 76
- Z** Arnaud Zucker 63

