
La TactiNET : toucher le Web... Pour mieux l'entendre

Fabrice Maurel

Université de Caen Basse-Normandie
Campus Côte de Nacre, Boulevard du Maréchal Juin
CS 14032
14032 CAEN cedex 5
fabrice.maurel@unicaen.fr

Waseem Safi

Université de Caen Basse-Normandie
Campus Côte de Nacre, Boulevard du Maréchal Juin
CS 14032
14032 CAEN cedex 5

© ACM, 2015. This is the author's version of the work. It is posted here by permission of ACM for your personal use. Not for redistribution. The definitive version was published in Actes de la 27ème conférence francophone sur l'Interaction Homme-Machine, 2015.
<http://dx.doi.org/10.1145/2820619.2825003>

Résumé

Dans l'objectif de pallier les difficultés d'interactions avec des documents, la recherche peut être menée selon deux grandes directions : (1) concevoir ou améliorer les techniques facilitant la lecture/saisie des documents, ou (2) modifier le document pour le rendre plus accessible avec les outils existants. Dans le cadre de l'accès non visuel, ces paradigmes, parfois combinés, ont suscité une importante production scientifique. La première voie s'attache à la conception de dispositifs de substitution sensorielle [1]. La seconde, qui peut s'appuyer sur les domaines du Traitement Automatique des Langues (TAL) et de la Recherche d'Information (RI), transforme les documents afin de les adapter aux contraintes d'une interaction non visuelle (orale, tactile ou multimodale). Nous proposons un dispositif qui emprunte à ces deux solutions pour résoudre une difficulté rencontrée par les non-voyants lors de la navigation d'une page Web sur tablette tactile : l'absence de perception globale de la page. Les premières expérimentations offrent des résultats prometteurs dans un paradigme « design for all ».

Mots clés choisis par les auteurs

Navigation non visuelle, modalité vibrotactile, mise en forme

Mot clés de la classification ACM

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

Introduction

Une partie de la population non-voyante profite du développement de nouvelles applications pour interagir avec les outils tactiles : par exemple VoiceOver (Apple) ou Talkback (Android) permettent l'oralisation des informations survolées par le doigt ; l'interaction est ainsi moins passive qu'avec les technologies classiques proposées par les lecteurs d'écran puisqu'il s'agit de piloter activement la synthèse de la parole. La difficulté pour s'orienter dans une page Web reste grande car les stratégies mises en place pour se construire une représentation mentale de la structure de l'information sont lentes et fragiles. Elles nécessitent le passage du doigt sur toute la surface de l'écran pour prendre connaissance des différents éléments qui la composent. Ainsi l'activité sur Internet des non-voyants se veut utilitaire et pragmatique : essentiellement sur les sites « appris » et une refonte de l'organisation ou la découverte de nouvelles pages engendrent des freins sérieux au plaisir de la navigation ; le « droit à la flânerie pour tous » n'est pas respecté sur la toile !

Des recherches précédentes ont démontré qu'un des éléments facilitateurs importants pour la navigation visuelle est la mise en page des documents [2]. Grâce à la perception des contrastes qu'elle induit, un rapide premier regard, transforme nos intentions en une interaction efficiente ; avant même l'accès au contenu articulable. Deux questions se posent dans ce cadre :

- Comment donner un premier regard non visuel des pages Web ?
- Quels usages, quelles stratégies, pourraient émerger d'un accès rapide aux contrastes de mise en forme pour un non-voyant ?

Cet article fait le point sur notre réponse à la première question en focalisant sur un travail de conception d'un dispositif vibrotactile permettant de percevoir, sur tablette de type Android, les différents contrastes lumineux produits à l'écran : la TactiNET. Nous espérons ainsi que rendre tactile a mise en forme permettra d'améliorer un peu plus la capacité de pilotage de la synthèse de parole et donc une meilleure navigation orale.

Aucune des solutions évoquées ne compensent cette absence de « premier regard » qui permettrait une intégration précoce des indices visuels utiles pour contrôler efficacement l'interaction et développer des stratégies de lecture de haut niveau. Nous décrivons dans la section suivante les approches les plus innovantes qui travaillent à cet objectif.

Contexte scientifique

Le Braille permet la représentation des caractères, de la ponctuation et d'une partie de la mise en page ; Dans un paradigme de conception pour tous [3], nous évitons ce code afin de ne pas exclure les personnes voyantes et la plupart des non-voyants qui ne le lisent pas. Quelques concepteurs de synthèse vocale ont vu la nécessité « d'aller au-delà de la limite de la phrase (le paragraphe ou même une organisation hiérarchique des documents), pour une lecture non linéaire » [4]. Pourtant, quand on examine les systèmes récents, nous remarquons que la typo-disposition est peu utilisée dans le calcul de la prosodie de synthèse. Une proposition a été faite dans ce sens afin de transposer l'architecture visuelle des documents vers la modalité orale grâce à diverses stratégies [5]. Les deux conclusions de ce travail sont que la transposition (1) vers des patrons intonatifs améliore l'efficacité de la

synthèse vocale, mais (2) que l'absence de vision globale et précoce dégrade les capacités cognitives en comparaison avec la lecture silencieuse. Une solution alternative ou complémentaire peut être trouvée dans la modalité tactile. De nombreuses études se sont concentrées sur le problème de la présentation tactile de l'information aux non-voyants. Une première tentative en 1966, a débouché sur l'OPTACON [6] ; un stylo scanner qui permet de suivre un texte papier ligne à ligne en produisant la sensation tactile des lettres survolées sur le doigt de la main libre. Le Dispositif Electronique de Lecture de Texte pour Aveugles (D.E.L.T.A.), développé en 1980 [7] permet à un non-voyant de lire tout texte imprimé, quel que soit le type de caractère utilisé, par la manipulation d'une micro-caméra qui reconnaît et traduit en Braille les caractères imprimés. [8] propose un navigateur web tactile qui affiche les textes et les graphiques bitmaps ou vectoriels sur une matrice de picots afin de restituer la structure bidimensionnelle de l'information (Figure 1a). De même [9] propose une solution similaire pour l'accès aux livres scolaires. Bien que ces techniques soient intéressantes, elles nécessitent un matériel coûteux et peu utilisable avec des dispositifs portables. De plus, afin de faciliter leur inclusion sociale, les non-voyants préfèrent utiliser les mêmes solutions logicielles ou matérielles que les voyants.

Quelques études particulièrement intéressantes doivent être citées ; comme [10] qui présente des expériences basées sur un système appelé Tactos [11], composé de trois éléments : un ordinateur, des stimulateurs tactiles, et une tablette graphique avec son stylet. Le dispositif permet la reconnaissance non visuelle d'écritures ou de dessins s'affichant à l'écran de l'ordinateur (Figure 1c). [12] détecte l'information

visuelle signifiante dans les documents afin d'extraire et réarranger ces propriétés vers une sortie spécifique accessible. Ce modèle, appelé MAP-RDF, a vocation d'être intégré dans une plateforme capable de fournir des sorties tactiles et orales (Figure 1b). La solution est intéressante puisqu'elle fournit aux non-voyants une vue globale de la structure de la page. Cependant, elle ne fonctionne que pour les documents bien structurés qui contiennent des métadonnées et nécessite une capacité d'analyse automatique de la page web qui ne permet pas encore un traitement en temps réel. [13] ont présenté un navigateur web tactile à bas coût. La plateforme inclut un microcontrôleur qui communique avec le serveur pour acquérir une page et l'afficher avec un tableau de solénoïdes (bobines induisant un champ magnétique uniforme). Les non-voyants utilisent alors leur sens tactile pour reconnaître le texte en langage Braille. Une fois de plus, cette solution nécessite un matériel spécifique peu utilisable dans le cadre de l'accès mobile. L'équipe MINT à Lille propose également une nouvelle technique de pointage, Surfpad, qui s'appuie sur un pavé doublement tactile, STIMTAC, résultat de travaux initiés en 2004 : celui-ci détecte la position du doigt mais peut également produire des sensations tactiles [14].

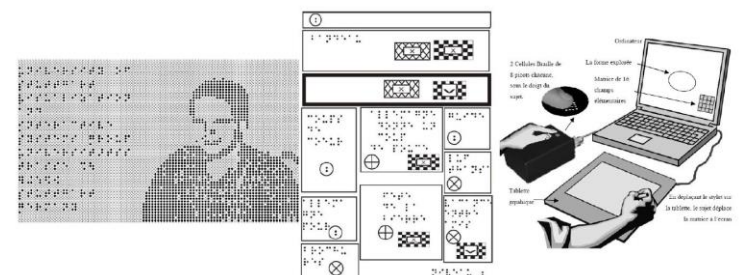


Figure 1. (a) matrice picots (b) sortie MAP-RDF (c) Tactos.

Nous proposons une solution qui combine les deux paradigmes tels qu'ils ont été présentés en introduction : (1) conception d'un dispositif de suppléance sensorielle à base d'effecteurs capables de traduire les contrastes lumineux produits par un écran en stimuli tactiles ; (2) la mise en forme du document doit être analysée, segmentée (en utilisant les algorithmes présentés par [15]) puis transformée de manière à ce que les stimuli tactiles qu'elle permet d'engendrer soient pertinents d'un point de vue psychosensoriel. Nous présentons ici ce nouveau dispositif adapté aux technologies mobiles.

Solution proposée

Même si les techniques auditives ou tactiles continuent de se développer, peu d'entre elles se donnent pour objectif une appréhension non visuelle des documents structurés à la fois globale et naturellement interactive. L'utilisateur non-voyant ne les perçoit que par des fragments ordonnés dans la dimension temporelle. Notre solution s'appuie justement sur la structure visuelle des documents, et les contrastes qu'elle induit sur l'écran tactile, pour capturer cette information et la restituer grâce à des actionneurs placés par exemple sur une main. Ce travail est guidé par la métaphore du concept de canne blanche : le non-voyant explore le monde en se dirigeant grâce aux contacts de sa canne avec les obstacles et les matériaux autour de lui ; nous souhaitons que les structures visuelles des textes puisse jouer ce rôle pour l'exploration tactile des documents, en créant un environnement sensoriel fait de « trottoirs textuels », de textures graphiques et de chemins balisés orientant les mouvements de la « canne-doigt ». Notre système [16] s'appuie sur un circuit électronique que nous avons entièrement développé. Il contrôle plusieurs actionneurs vibrants ou

thermiques placés sur la main non navigante. Un programme embarqué sur une tablette Android propose une image sur l'écran et détecte les positions de contact des doigts avec l'écran. Le niveau de gris des zones survolées est transmis par liaison Bluetooth au dispositif qui calcule la variation d'intensité que doivent produire les actionneurs. Pour les pré-tests nous n'avons utilisé qu'un actionneur vibrotactile.

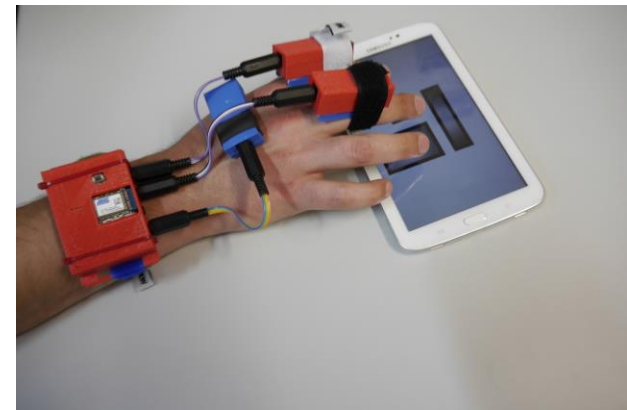


Figure 2. La TactiNET.

Protocole du pré-test

Chaque expérience a consisté à un entraînement sur 3 figures simples (Figure 3). Nous avons ensuite utilisé ces formes pour créer 3 configurations plus complexes (Figure 4). Chaque sujet (15 voyants collègues chercheurs yeux bandés et 5 non voyants non homogènes en termes d'âge, de précocité de la cécité et d'habitation aux NTIC) a exploré puis redessiné ces configurations (sur papier pour les voyants et sur tablette pour les non-voyantes). Les résultats obtenus pour les personnes voyantes ont été décrits dans [17].



Figure 3. 3 formes de base.

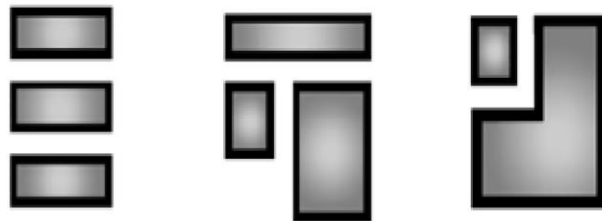


Figure 4. 3 configurations.

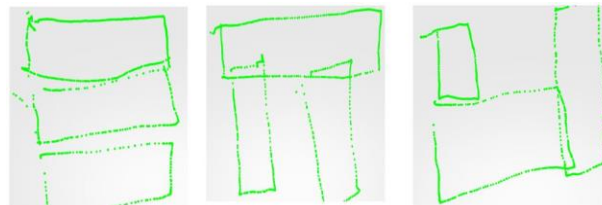


Figure 5. Résultats du sujet 4.

Le travail avec des non-voyants est en cours d'analyse mais nous pouvons tirer de ces pré-tests un certain nombre de conclusions : il est possible de percevoir la taille de formes rectangulaires (le rapport d'échelle de la forme dessinée et de la forme explorée est toujours sensiblement égal à 1 - Figure 5) ; il est

possible de distinguer les relations de direction (lorsque tous les éléments composant les formes étaient reconnus alors leurs relations spatiales étaient respectées) ; L'hypothèse d'une corrélation peut être émise entre la capacité exploratoire et l'habitude d'utilisation des NTIC ; il y a une influence de la précocité de la cécité sur la durée d'apprentissage : la meilleure stratégie d'exploration (balayage horizontal et vertical) n'a été naturellement produite que par les aveugles précoces. Les plus tardifs procédaient par une stratégie de suivi de contour peu efficace ; Les pressions les plus fortes exercées sur l'écran sont sur les images pour lesquelles les sujets avaient le moins d'erreur ; La vitesse naturelle d'exploration était trop importante par rapport à la réactivité du dispositif. Trouver la bonne vitesse de survol n'est pas facile et participe à la durée trop longue de l'exploration.

Conclusions et perspectives

Nous espérons par ces travaux favoriser et observer l'émergence de stratégies non visuelles de lecture de haut niveau (lecture rapide ou en diagonale, retrouver une information, choisir ou catégoriser une page web). Bien sûr la distance entre les possibilités du dispositif et cet objectif est grande mais une marge de progression est envisageable ; un nouveau prototype permettant une expressivité tactile beaucoup plus riche (jusqu'à 8 vibreurs piézoélectriques de haute qualité, variables indépendamment en fréquence et en intensité ainsi qu'un actionneur thermique) a été développé et est en cours d'évaluation psychosensorielle pour nous fournir les bases de construction d'un langage graphique adapté (Voir vidéo : <https://art-adn.greyc.fr/>). La TactiNET a dans tous les cas vocation à être combinée avec d'autres modalités sensorielles, en particulier orales, selon des stratégies interactives que nous

développons dans des travaux connexes. De manière générale nous souhaitons apporter un angle novateur à l'approche « design for all » en considérant que les recherches doivent être menées avec la volonté de proposer aux non voyants des possibilités inaccessibles même aux personnes valides (un voyant est aveugle a

la globalité de la structure des pages Web soient en raison de leurs relations hypertextuelles, soient car elles sortent du cadre de l'écran) ; Ainsi la réutilisation des résultats dans des applications utiles à tous sera facilitée.

Références

- [1] Bach-y-Rita P. Tactile sensory substitution studies, In *Annals of New York Academic Sciences*, 2004, 83-91.
- [2] Maurel F., Vigouroux N., Raynal M., Oriola B. Contribution of the Transmodality Concept to Improve Web Accessibility. In *Assistive Technology Research Series*, Volume 12, 2003, Pages 186-193.
- [3] Bougie T. The Impact of New Technologies on the Quality of Life of People with Disabilities, 2002, ISBN 92-871-5007-9.
- [4] Boula de Mareüil P. Elan Text-To-Speech : un système multilingue de synthèse de la parole à partir du texte. In *Synthèse de la parole à partir du texte*, 2001, 223-252.
- [5] Maurel F., Mojahid M., Vigouroux V., Virbel J. Transposition automatique à l'oral des structures visuelles de texte. Document numérique, Hermès, 2006, p. 25-42.
- [6] Goldish L.H., Taylor H.E. The Optacon : A valuable Device for Blind Persons, In *NEW OUTLOOK FOR THE BLIND*, 1974, pages 49-56.
- [7] Conter J., Alet, B., Puech P., Bruel A. A low cost, portable, optical character reader for blind, In *Development of Electronic Aids for the Visually Impaired*, 1986, pages 117-125.
- [8] Rotard M., Knödler S., Ertl T. A Tactile Web Browser for the Visually Disabled, *ACM Conference on Hypertext and Hypermedia*, ACM, New York, NY, USA, 2005, 15-22.
- [9] Petit G., Dufresne A., Levesque V., Hayward V., Trudeau N. Refreshable Tactile Graphics Applied to Schoolbook, *Illustrations for Students with Visual Impairment*, ASSETS'08, 2008, Halifax, Canada.
- [10] Ziat M., Gapenne O., Stewart J., Lenay C. Haptic recognition of forms at different scale: A comparison of two methods of interaction. *Interacting with Computers*, Elsevier, Volume 19, Issue 1, 2007, 121-132.
- [11] Lenay C., Gapenne O., Hanne-ton S., Marque C. and Genouëlle C. Sensory Substitution, Limits and Perspectives. In *Touch for Knowing*, John Benjamins Publishers, Amsterdam, 2003.
- [12] Bou Issa Y., Mojahid M., Oriola B., Vigouroux N. Analysis and Evaluation of the Accessibility to Visual Information in Web Pages, (ICCHP 2010), Vienna, Springer, In *Computer Science*, 2010, p. 437-443.
- [13] Alaeldin A., Mustafa Y., Sharief B. Tactile Web Navigator Device for Blind and Visually Impaired People. *Jordan Conference on Applied Electrical Engineering and Computing Technologies Conference*, 2011.
- [14] Amberg M., Giraud F., Lemaire-Semail B., Olivo P., Casiez G., Roussel N. STIMTAC, a tactile input device with programmable friction. In *Adjunct proceedings of UIST'11*, 2011, pages 7-8.
- [15] Safi W., Maurel F., Routoure J.-M., Beust P., Dias G. A Hybrid Segmentation of Web Pages for Vibro-Tactile Access on Touch-Screen Devices, *Proceedings of VL'14*, associated to COLLING 2014, 2014, pp 95-102.
- [16] Safi W., Maurel F., Routoure J.-M., Beust P., Dias G. Blind Browsing on Hand-Held Devices: Touching the Web... to Understand it Better, *Proceedings of DataWiz 2014*, associated to HYPERTEXT 2014, 2014.
- [17] Maurel F., Dias G., Vautier M., Routoure J.-M., Beust P., Molina M., San C. Haptic Perception of Document Structure for Visually Impaired People on Handled Devices, In *Proceedings of DSAI 2012*, Elsevier Procedia-Computer Science Journal, 2012, 319-329.