



HAL
open science

Usage de l'oculométrie comme interaction complémentaire au tactile sur bornes publiques

Alexis Clay

► **To cite this version:**

Alexis Clay. Usage de l'oculométrie comme interaction complémentaire au tactile sur bornes publiques. 30eme conférence francophone sur l'interaction homme-machine, Oct 2018, Brest, France. 6p. hal-01900066

HAL Id: hal-01900066

<https://hal.science/hal-01900066>

Submitted on 20 Oct 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NoDerivatives 4.0 International License

Usage de l'oculométrie comme interaction complémentaire au tactile sur bornes publiques

Alexis Clay

Immersalis Consulting, E-Konbini
64210, Bidart, France
alexis@immersalis-
consulting.com

Résumé

L'oculométrie (ou *eyetracking*) est une technique permettant de capter la position du regard d'un utilisateur. Longtemps cantonnée à l'analyse des comportements du regard, cette technique est désormais largement utilisée en tant que technique d'interaction. Cet usage nécessite cependant une calibration pour un utilisateur particulier. Notre objectif est la conception d'interactions complémentaires au tactile sur des surfaces tactiles publiques, qui requièrent une utilisabilité immédiate, idéalement sans calibration. Nous présentons dans cet article un état de l'art sur cette problématique.

Mots Clés

Oculométrie; multimodalité; affichages interactifs publics; interaction par le regard.

Abstract

Although primarily used as a user analysis technique, eye-tracking has also been developed as a way of interacting with a computer. This use, however, requires a calibration process for each specific user. Our goal is to implement eyetracking interactions in a public tactile display. This context requires immediate usability, ideally skipping the calibration phase. In this paper, we present a synthesis of the literature on this issue.



Figure 1: Borne tactile de commande (à droite) et automate de livraison de plats préparés (en orange, à gauche).

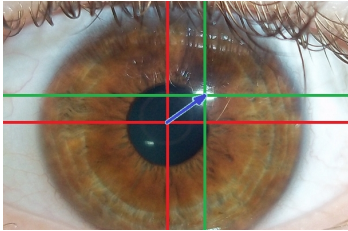


Figure 2: Principe de mesure de l'oeil.



Figure 3: Phase de calibration de l'oculomètre. Photo Tobii Pro.

Author Keywords

Eyetracking; multimodality; interactive public displays; gaze interaction.

ACM Classification Keywords

H.5.2 [Information interfaces and presentation (e.g., HCI)]: User Interfaces

Introduction

Nous nous plaçons dans le domaine de l'interaction multimodale : comment appliquer les principes de la multimodalité pour arriver à des interactions plus naturelles, en utilisant les possibilités offertes par l'émergence des nouveaux dispositifs de captation de l'utilisateur? Nous adreßons cette problématique générale sur un cas plus concret, en explorant la complémentarité de la modalité tactile combinée à l'interaction par le regard, dans le cas de systèmes d'affichage interactifs publics (type borne d'information ou de commande, voir figure 1). Ces affichages tactiles publics deviennent de plus en plus nombreux et présents dans notre environnement [6]. L'usage en est généralement rapide, et le système doit offrir une prise en main immédiate et intuitive, sous peine d'ennuyer, voire de frustrer l'utilisateur [22, 7]. De plus, le caractère public de ces bornes implique un large panel d'utilisateurs, peu forcément familiers de l'interaction avec un ordinateur. La création d'une expérience d'interaction rapide et la plus naturelle possible est donc primordiale. Le regard est une modalité d'interaction qui permet de répondre à ces requis, en offrant une interaction rapide et naturelle [7], et offre de plus une référence contextuelle à nos actions [10], le regard étant un bon indicateur de l'attention et précédant l'action [5]. Cependant, l'usage du regard comme modalité d'interaction pose des verrous techniques et humains qui ne font que depuis peu l'objet de travaux, que nous synthétisons dans cet état de l'art.

La captation du regard

L'oculométrie (plus connue sous son terme anglophone *eyetracking*) est une technique consistant à mesurer l'activité oculaire d'un utilisateur (mouvements, clignements, dilatation/contraction de la pupille. . . etc.) et détecter où se porte le regard de l'utilisateur dans une scène au cours du temps. Son principe général repose sur l'émission, depuis une source à la position connue, d'une lumière infrarouge qui vient se refléter sur chaque œil (voir figure 2). Ce reflet, en forme de tâche, est capté par caméra, et sa position permet de déduire l'orientation de l'œil. En projetant le vecteur de regard de chaque œil sur la scène perçue, on détermine l'endroit où l'utilisateur regarde. Ce processus étant dépendant des caractéristiques oculaires de l'utilisateur, une calibration est nécessaire (figure 3). Les oculomètres peuvent se trouver sous la forme de barres (figure 4) ou de lunettes (figure 5), cette dernière forme pouvant même être adaptée à l'usage de casques de réalité virtuelle. L'oculométrie est une technique encore principalement utilisée pour l'analyse a posteriori de comportements de regard, par exemple pour l'analyse ergonomique ou marketing d'applications, sites web, affiches. . . etc. Des travaux ont également été menés pour utiliser l'oculométrie en tant que moyen d'interaction, principalement comme solution d'accessibilité pour des utilisateurs handicapés [10], et depuis peu pour le jeu vidéo.

Interaction par le regard

Le regard est une modalité offrant de nombreuses perspectives pour l'interaction homme machine: il s'agit en effet d'une modalité rapide et naturelle [7], qui permet dans une certaine mesure, de quantifier notre centre d'attention et d'anticiper notre prochaine action sur le système [3]. Elle est cependant plus adaptée à un usage en tant que modalité passive. Khamis et al. proposent en 2016 un espace de conception pour l'usage du regard comme modalité d'interaction dans les affichages publics, et découpent



Figure 4: Oculomètre de type "barre" pour l'analyse sur écran. Photo Tobii Pro.



Figure 5: Oculomètre de type "lunettes". Photo Tobii Pro.

cet espace en 3 usages: les interactions explicites, les interactions implicites, et la quantification de l'attention [6]. L'interaction explicite peut également être divisée entre l'interaction par le regard seul (*gaze-only interaction*), et l'interaction supportée par le regard (*gaze-supported interaction*).

Le regard comme modalité principale

L'interaction explicite par le regard pose de nombreuses difficultés, les mouvements de l'œil étant typiquement rapides et sujets au bruit [10]. De plus, la mesure continue provoque un effet "toucher de Midas" [16]. La mise en place de fixations avec délai (*dwelling times* d'environ 1000 msec [12]) permet de lever cette limitation au prix d'une interruption du processus d'interaction désagréable pour l'utilisateur. L'oculométrie ne propose que trois autres interactions explicites: le tracé par le regard (où l'utilisateur doit "dessiner" des formes avec les yeux), la poursuite, qui consiste à suivre une cible mouvante [1, 2], et enfin les clignements d'yeux [5]. Toutes ces limitations ne font du regard un candidat viable en tant que modalité principale d'interaction que dans un objectif d'accessibilité pour le handicap.

Le regard comme modalité complémentaire

Le regard est bien plus adapté à rester une modalité complémentaire, venant seconder une modalité principale d'interaction pour offrir une expérience utilisateur plus naturelle, intuitive, et agréable. L'oculométrie peut alors permettre d'améliorer l'interaction, raffiner l'input utilisateur et améliorer la précision [18, 10, 17]. L'industrie du jeu vidéo a ainsi commencé à explorer l'usage de l'oculométrie en complément des dispositifs traditionnels (clavier et souris ou manette) [19]. Quelques travaux existent sur d'autres types d'applications mais sont finalement assez peu nombreux. Glucker et al. [4] propose ainsi EyeDE, un environnement de développe-

ment informatique augmenté par l'usage du regard. Les auteurs s'affranchissent de l'effet Midas en utilisant la fixation prolongée et l'usage d'une modalité supplémentaire (la pression d'une touche clavier) pour l'activation. Les auteurs distinguent dans EyeDE les interactions intrusives, qui changent la configuration de l'écran, et non intrusives, qui ne viennent pas interrompre le processus courant d'interaction. Les interactions non intrusives sont implicites et supportées par le seul regard. Les interactions explicites font appel à une seconde modalité d'interaction (pression d'une touche clavier) pour activer la réaction du système.

Verrous techniques de l'interaction par le regard pour des affichages publics

Le tactile reste la modalité la plus commune pour les affichages publics interactifs [8]. Il existe en effet sur le plan technique trois challenges principaux à résoudre pour utiliser l'oculométrie dans des affichages publics [6]: la calibration, la gestion des positions de l'utilisateur, et la gestion de potentiels utilisateurs concurrents.

captation multi-utilisateurs

La captation de plusieurs utilisateurs en même temps, et la gestion de leurs positions restent des problématiques d'actualité. En effet, un oculomètre est typiquement conçu pour ne suivre qu'une paire d'yeux à un moment donné, qui de plus doit se trouver au sein d'un cube imaginaire faisant environ 60cm de côté, en face de l'appareil. Le système GazeHorizon [22] est un exemple de système à deux utilisateurs, utilisant deux oculomètres; mais ne leur permet que de rester dans leurs espaces définis. A ce jour, il n'existe pas de travaux permettant d'adresser efficacement les deux problèmes de façon simultanée [6].

Problématique de la calibration

La calibration est un des challenges principaux pour le suivi de regard dans les affichages publics [6]. Un oculomètre nécessite en effet de calibrer chaque utilisateur afin d'obtenir des mesures précises. Cette étape de calibration est bien acceptée pour des environnements de bureau, mais les affichages publics demandent une utilisabilité immédiate [13] et de courts temps d'interaction [14]. Plusieurs techniques ont été développées pour proposer des systèmes interactifs par le regard sans calibration (calibration-free gaze interaction) [22]. Ainsi, le système PURSUIT [20] utilise des mouvements relatifs de l'œil corrélés aux mouvements d'items (graphiques ou textuels) à l'écran pour déterminer quel item est regardé par l'utilisateur [6, 9]. La technique de poursuite permet de bien meilleurs résultats que les fixations dans le cas de systèmes non calibrés [11], mais au prix d'une lourde surcharge visuelle, les éléments activables devant être en constant mouvement.

La technique PURSUIT peut cependant être utilisée pour fournir une calibration rapide implicite [15], moins précise qu'une calibration classique mais offrant de bien meilleures performances qu'un système non calibré. Un compromis est donc à trouver entre qualité de capture et temps de calibration, une étape trop longue de calibration, même implicite, pouvant se révéler ennuyeuse et mener les gens à abandonner le système [15]. Une précision de captation moyenne peut se révéler acceptable, pour peu que, similairement à la loi de Fitts [10], les objets à sélectionner aient une taille au moins double de cette précision [11]; ceci au prix d'une certaine surcharge visuelle qui demande encore une fois un compromis [21].

Conception d'interactions tactiles et oculaires

Il existe dans la littérature très peu de retour sur la conception d'interactions multimodales mettant en œuvre le re-

gard comme modalité complémentaire pour des affichages publics. Comme cités précédemment, de telles interactions ont été implémentées dans certains domaines bureautiques [4] ou dans le jeu vidéo [19]. Contrairement au cas de bornes publiques, ces domaines d'utilisation mettent généralement en œuvre des utilisateurs avertis et familiers de leurs systèmes, sans les contraintes techniques évoquées ci-dessus. Ainsi, si de tels systèmes peuvent être sources d'inspiration, il est nécessaire de concevoir des interactions spécifiques à notre cas d'étude. L'interaction explicite par le regard dans un contexte public pose quelques problèmes supplémentaires : un système réagissant au regard n'offre pas d'affordance physique et doit explicitement guider l'utilisateur à utiliser le regard; de plus, regarder une personne agir sur le système ne donne pas d'indication, les mouvements des yeux étant trop subtils pour un observateur extérieur [22].

Conclusion

L'inclusion de l'oculométrie comme modalité complémentaire au tactile dans des bornes interactives publiques présente donc de nombreux défis, mais se justifie par les possibilités qu'elle offre en termes d'intuitivité de navigation et d'expérience utilisateur. Les verrous majeurs se situent au niveau de la calibration implicite du système, et de la conception d'interaction non intrusives mais cependant agréables et efficaces pour la navigation. Dans le travail proposé, nous cherchons avant tout à explorer la problématique de conception d'interactions multimodales mêlant tactile et regard, sujet qui n'a à notre connaissance encore que très peu été abordé dans la production scientifique actuelle. Nous devons également contribuer aux verrous techniques actuellement explorés par la recherche sur le sujet, à savoir la mise en place et l'amélioration de calibration rapide et implicite, ainsi que de fournir un travail d'intégration des différentes recherches actuelles pour

obtenir un système utilisable, notre objectif applicatif étant le développement d'un système utilisable de borne interactive tactile réagissant au regard dans un environnement public.

Bibliographie

- [1] Deepak Akkil, Jari Kangas, Jussi Rantala, Poika Isokoski, Oleg Spakov, and Roope Raisamo. 2015. Glance Awareness and Gaze Interaction in Smartwatches. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '15)*. ACM, New York, NY, USA, 1271–1276. DOI : <http://dx.doi.org/10.1145/2702613.2732816>
- [2] Deepak Akkil, Andrés Lucero, Jari Kangas, Tero Jokela, Marja Salmimaa, and Roope Raisamo. 2016. User Expectations of Everyday Gaze Interaction on Smartglasses. In *Proceedings of the 9th Nordic Conference on Human-Computer Interaction (NordCHI '16)*. ACM, New York, NY, USA, 24:1–24:10. DOI : <http://dx.doi.org/10.1145/2971485.2971496>
- [3] Albert Hoang Duc, Paul Bays, and Masud Husain. 2008. Eye movements as a probe of attention. In *Progress in brain research*. Vol. 171. Elsevier, 403–411.
- [4] Hartmut Glücker, Felix Raab, Florian Echtler, and Christian Wolff. 2014. EyeDE: Gaze-enhanced Software Development Environments. In *CHI '14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '14)*. ACM, New York, NY, USA, 1555–1560. DOI : <http://dx.doi.org/10.1145/2559206.2581217>
- [5] Michael Xuelin Huang, Tiffany C.K. Kwok, Grace Ngai, Stephen C.F. Chan, and Hong Va Leong. 2016. Building a Personalized, Auto-Calibrating Eye Tracker from User Interactions. In *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '16)*. ACM, New York, NY, USA, 5169–5179. DOI : <http://dx.doi.org/10.1145/2858036.2858404>
- [6] Mohamed Khamis, Florian Alt, and Andreas Bulling. 2016. Challenges and Design Space of Gaze-enabled Public Displays. In *Proceedings of the 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing: Adjunct (UbiComp '16)*. ACM, New York, NY, USA, 1736–1745. DOI : <http://dx.doi.org/10.1145/2968219.2968342>
- [7] Mohamed Khamis, Andreas Bulling, and Florian Alt. 2015. Tackling Challenges of Interactive Public Displays Using Gaze. In *Adjunct Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers (UbiComp/ISWC'15 Adjunct)*. ACM, New York, NY, USA, 763–766. DOI : <http://dx.doi.org/10.1145/2800835.2807951>
- [8] Mohamed Khamis, Daniel Buschek, Tobias Thieron, Florian Alt, and Andreas Bulling. 2018. EyePACT: Eye-Based Parallax Correction on Touch-Enabled Interactive Displays. *Proc. ACM Interact. Mob. Wearable Ubiquitous Technol.* 1, 4 (Jan. 2018), 146:1–146:18. DOI : <http://dx.doi.org/10.1145/3161168>
- [9] Mohamed Khamis, Ludwig Trotter, Markus Tessmann, Christina Dannhart, Andreas Bulling, and Florian Alt. 2016. EyeVote in the Wild: Do Users Bother Correcting System Errors on Public Displays?. In *Proceedings of the 15th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia (MUM '16)*. ACM, New York, NY, USA, 57–62. DOI : <http://dx.doi.org/10.1145/3012709.3012743>
- [10] Manu Kumar, Terry Winograd, Andreas Paepcke, and Jeff Klingner. 2007. *Gaze-enhanced User Interface Design*. Technical Report 2007-20. Stanford InfoLab. <http://ilpubs.stanford.edu:8090/806/>

- [11] Dillon James Lohr and Oleg V. Komogortsev. 2017. A Comparison of Smooth Pursuit- and Dwell-based Selection at Multiple Levels of Spatial Accuracy. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '17)*. ACM, New York, NY, USA, 2760–2766. DOI : <http://dx.doi.org/10.1145/3027063.3053233>
- [12] Päivi Majaranta. 2012. Communication and text entry by gaze. In *Gaze interaction and applications of eye tracking: Advances in assistive technologies*. IGI Global, 63–77.
- [13] Jörg Müller, Florian Alt, Daniel Michelis, and Albrecht Schmidt. 2010. Requirements and design space for interactive public displays. In *Proceedings of the 18th ACM international conference on Multimedia*. ACM, 1285–1294.
- [14] Jörg Müller, Robert Walter, Gilles Bailly, Michael Nischt, and Florian Alt. 2012. Looking glass: a field study on noticing interactivity of a shop window. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 297–306.
- [15] Ken Pfeuffer, Yanxia Zhang, and Hans Gellersen. 2015. A Collaborative Gaze Aware Information Display. In *Adjunct Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers (UbiComp/ISWC'15 Adjunct)*. ACM, New York, NY, USA, 389–391. DOI : <http://dx.doi.org/10.1145/2800835.2800922>
- [16] Linda E Sibert and Robert JK Jacob. 2000. Evaluation of eye gaze interaction. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 281–288.
- [17] Sophie Stellmach and Raimund Dachsel. 2012. Look & touch: gaze-supported target acquisition. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 2981–2990.
- [18] Sophie Stellmach and Raimund Dachsel. 2013. Still looking: investigating seamless gaze-supported selection, positioning, and manipulation of distant targets. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. ACM, 285–294.
- [19] Jayson Turner, Eduardo Velloso, Hans Gellersen, and Veronica Sundstedt. 2014. EyePlay: Applications for Gaze in Games. In *Proceedings of the First ACM SIGCHI Annual Symposium on Computer-human Interaction in Play (CHI PLAY '14)*. ACM, New York, NY, USA, 465–468. DOI : <http://dx.doi.org/10.1145/2658537.2659016>
- [20] Mélodie Vidal, Andreas Bulling, and Hans Gellersen. 2013. Pursuits: spontaneous interaction with displays based on smooth pursuit eye movement and moving targets. In *Proceedings of the 2013 ACM international joint conference on Pervasive and ubiquitous computing*. ACM, 439–448.
- [21] Shumin Zhai. 2003. What's in the eyes for attentive input. *Commun. ACM* 46, 3 (2003), 34–39.
- [22] Yanxia Zhang, Jörg Müller, Ming Ki Chong, Andreas Bulling, and Hans Gellersen. 2014. GazeHorizon: Enabling Passers-by to Interact with Public Displays by Gaze. In *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing (UbiComp '14)*. ACM, New York, NY, USA, 559–563. DOI : <http://dx.doi.org/10.1145/2632048.2636071>