

Fatigue visuelle liée aux jeux vidéos basés sur l'interaction visuelle

Téo Blachère
Université Grenoble Alpes
tblachere@gmail.com

ABSTRACT

GazePlay is a project aiming to help children with multiple disabilities develop communication skills through games which use an eye tracker as a mean of interaction. Our eyes are among the more sensitive and delicate organs of the human body, we need to understand how to diminish computer vision syndrome, in order to maximize user experience. Computer vision syndrome is a well studied problem, but not when our eyes become the main tool of interaction. We studied blink rate and gaze movement on several games and linked them to eye discomfort to identify a better way of developing games for GazePlay.

Keywords

GazePlay, games, eye tracker, computer vision syndrome

1. INTRODUCTION

Pour les personnes atteintes de multiples handicaps, il devient vite compliqué de réaliser des tâches pourtant banales pour une personne sans handicap, comme le fait d'utiliser un ordinateur. Lorsque le contrôle des membres et/ou de la parole est limité, l'utilisation d'une souris ou d'un clavier devient impossible.

GazePlay [5] est un projet de plate-forme de jeux pour les enfants polyhandicapés qui est basée sur l'utilisation du regard pour remplacer les périphériques standard, en utilisant un oculomètre. Le projet a pour ambition d'aider le développement des enfants handicapés, notamment la communication. Dans GazePlay on peut trouver des jeux éducatifs et ludiques adaptés pour être joués avec les yeux. Cependant, l'oeil est un des organes les plus fragile et sensible du corps humain, dans notre cas, l'utilisation des yeux est poussée au delà de leur application usuelle. Nous savons déjà que regarder un écran numérique peut mener à certains troubles des yeux et de la vision [1, 7], qu'en est-il dans notre contexte où les yeux deviennent l'outil principal de l'interaction ?

Il est donc intéressant d'étudier ces interactions, les problèmes possibles qui peuvent apparaître, et surtout dans

quels cas ils apparaissent afin de pouvoir développer au mieux des jeux dans cette plate-forme, pour qu'ils soient agréables à jouer.

2. OCULOMÈTRE

Un oculomètre est un dispositif permettant d'estimer, avec plus ou moins de précision, la position de l'écran où l'utilisateur est en train de regarder, au cours de ce stage nous en avons utilisé deux modèles différents, le *Tobii eye tracker 4c* et *The Eye Tribe*, ce sont des oculomètres d'entrée de gamme, abordable pour les particuliers (moins de 200 euros).



Figure 1: Photographie d'un modèle de l'oculomètre Tobii 4c [6]

2.1 Fonctionnement

Un oculomètre utilise des lumières infrarouges pour illuminer le visage et les yeux de l'utilisateur, une caméra est ensuite utilisée pour capturer les reflets des lumières infrarouges dans les cornées des yeux de l'utilisateur ainsi que le reste de son visage. [4] Puis, grâce à la position de ces yeux et du visage, il calcule le point de l'écran qui est fixé par l'utilisateur. Note : Les lumières sont infrarouges car elles ne sont pas visibles à l'oeil nu, ce qui rend l'utilisation non intrusive.

2.2 Utilisations et interactions

Nous avons donc maintenant la position sur l'écran que l'utilisateur regarde, cette position peut être utilisée de ma-

nières différentes selon l'objectif voulu. Souvent un oculomètre est utilisé comme un outil d'analyse, ou un moyen d'enrichir les interactions habituelles, dans notre cas nous voulons l'utiliser afin d'interagir directement avec des interfaces, et remplacer les périphériques usuels comme la souris. Cependant si nous remplaçons la souris nous rencontrons un problème, le "touche de Midas" [3], nous ne voulons pas forcément interagir avec tout ce qu'on regarde, la meilleure solution est d'instaurer un système de fixation, pour sélectionner un élément il faut le fixer pendant un certain laps de temps, un *feedback* visuel de la progression de la sélection est conseillé.

3. SYNDROME DE VISION INFORMATIQUE

L'utilisation prolongée d'un écran peut mener à divers problèmes visuels et oculaires regroupés sous le nom de syndrome de vision informatique, ou computer vision syndrome en anglais, qui caractérise la fatigue visuelle. Les différents symptômes catégorisés par ce syndrome sont : une vision floue ou dédoublée, une irritation des yeux, les yeux qui piquent, le dessèchement des yeux, des maux de tête. [1, 7]

La cause principale de ces symptômes est l'insuffisance de sécrétion lacrymale (larmes) due notamment à la réduction des clignements des yeux causé par la fixation de l'écran, le clignement des yeux permettant d'humidifier nos yeux en créant une couche protectrice de liquide lacrymal. L'inclinaison de la tête et le fait que nos yeux sont plus ouverts et exposés lorsqu'on regarde un écran résulte aussi à l'évaporation du liquide lacrymal. L'environnement et la méthode d'utilisation de l'ordinateur rentrent aussi en jeu, comme la position de l'écran, sa qualité, le contraste et la luminosité, ainsi que les lumière ambiante et les possibles reflets. [7]

4. MÉTHODE

Nous souhaitons évaluer la fatigue visuelle par rapport au dynamisme et à l'intensité d'interactions des jeux. Pour cela nous avons enregistré les clignements des yeux au cours du temps de jeu grâce à l'oculomètre, pour obtenir des résultats fiables, l'utilisateur n'est pas mis au courant que ces clignements sont enregistrés et que ceux-ci ont une importance dans l'étude. Une personne cligne en moyenne 10 à 15 fois par minute [1], lors d'une partie d'un jeu lent ou d'un jeu rapide, ce taux de clignement peut se voir chuter jusqu'à un demi et un tiers du taux de base, respectivement [2], mais ceci pour des jeux typiques, qui se jouent avec des périphériques standards.

Nous avons aussi pris en comptes les mouvements effectués par les yeux lors des jeux, en observant comment la personne joue aux jeux, nous pouvons notamment activer un curseur visuel, qui affiche un cercle à l'écran à l'emplacement de la fixation. Nous avons aussi à notre disposition, une carte de chaleur et une représentation de la séquence de fixation après chaque partie, cependant ces résultats ne sont pas toujours très lisibles et souvent ne permettent pas de tirer de conclusion.

Finalement nous avons interrogé les utilisateurs après chaque étape, afin de savoir si des symptômes du syndrome de vision informatique s'étaient manifestés, et si oui lesquels.

4.1 La sélection des jeux

Nous avons voulu sélectionner, ou développer, plusieurs

jeux disponibles dans GazePlay avec des interactions visuelles différentes et des intensités d'interaction plus ou moins élevées.

Le premier jeu est intitulé "Tarte à la crème", une image apparaît à l'écran et l'utilisateur doit simplement la viser du regard pour gagner, c'est un jeu très simple qui demande très peu d'interaction, très similaire au reste des jeux proposés par Gazeplay, il nous permettra d'avoir un cas de base pour comparer avec les autres jeux.

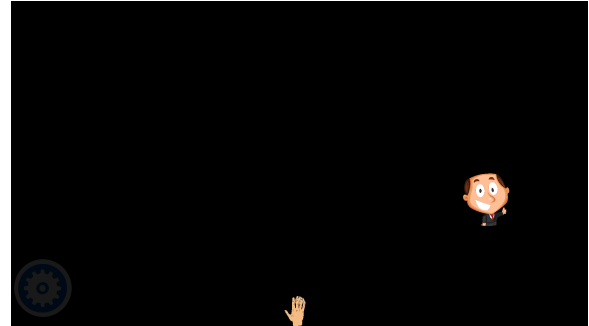


Figure 2: Capture d'écran du jeu *Tarte à la crème*

Le jeu suivant est "La course des grenouilles" où il faut regarder le plus de "biboules"/mouches pour faire avancer sa grenouille le plus loin pour qu'elle puisse franchir la ligne d'arrivée en premier. Ce jeu demande d'interagir avec plusieurs petites cibles le plus rapidement possible sur une courte période.

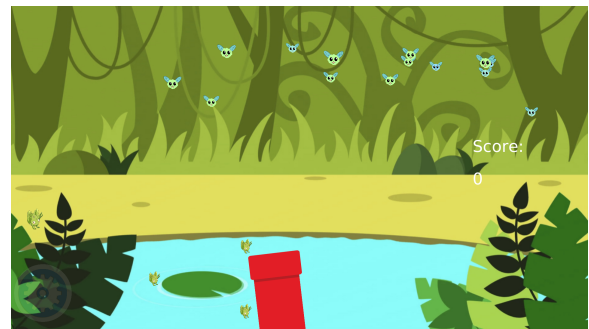


Figure 3: Capture d'écran du jeu *La course des grenouilles*

Le dernier jeu a pour nom "Biboule Jump", fortement inspiré par le jeu mobile Doodle Jump où nous avons un personnage, ici une biboule, mascotte de GazePlay, qui doit rebondir de nuage en nuage pour atteindre la plus haute altitude, le personnage se dirige vers le point où l'utilisateur regarde. Le jeu étant sans fin et sans pause, il demande de l'endurance et de la précision, l'utilisateur doit interagir sans arrêt afin de pouvoir jouer et obtenir le meilleur score.

Une pause est instaurée entre chaque jeu, afin de permettre aux yeux du testeur de se reposer, afin qu'une performance sur un jeu n'est pas de conséquences sur la performance sur le jeu suivant. Nous avons réalisé ces expériences sur 3 personnes.



Figure 4: Capture d'écran du jeu *Biboule Jump*

5. RÉSULTATS

5.1 Tarte à la crème

5.1.1 Clignements des yeux

Nous avons trouvé une moyenne aux alentours de 8.5 clignements par minute, soit presque 2/3 du taux moyen.

5.1.2 Mouvements

L'utilisateur réalise des mouvements linéaires entre chaque cible, ces mouvements sont rapides mais de par la vitesse du jeu, ils ne s'enchaînent pas rapidement, il y a une pause entre deux cibles. Lors de ce temps de pause on remarque parfois une dérive du regard vers le centre de la fenêtre.

5.1.3 Symptômes ressentis

Aucun symptômes n'ont été éprouvés dans le court temps de ce jeu.

5.2 La course des grenouilles

5.2.1 Clignements des yeux

Pour ce jeu, nous avons évalué en moyenne à peu près 7 clignements par minute, 1.5 de moins que pour le jeu précédent, pratiquement la moitié du taux de base.

5.2.2 Mouvements

Les mouvements observés sont courts et s'enchaînent rapidement, la stratégie de l'utilisateur est de regarder les biboules les plus proches, il fonctionne donc par groupe. Parfois il y a de plus grand mouvements pour attraper des biboules isolés ou pour passer à un autre groupe.

5.2.3 Symptômes ressentis

Les utilisateurs ont témoigné avoir eu un peu de gêne aux yeux après quelques minutes, une personne a aussi eu des problèmes de vue dédoublée.

5.3 Biboule Jump

5.3.1 Clignements des yeux

Nous avons observé environ 5 clignements par minute pour ce jeu, c'est à dire un peu plus que le tiers du taux moyen.

5.3.2 Mouvements

La stratégie observée ici est de fixer le prochain nuage où bondir, puis de fixer le prochain et ainsi de suite, cela entraîne beaucoup de mouvements latéraux, vu que les nuages

défilent lorsque le personnage monte en altitude, l'utilisateur utilise sa vision périphérique pour identifier le prochain nuage où sauter.

5.3.3 Symptômes ressentis

Les joueurs ont ici aussi senti des douleurs mineures dans les yeux, mais caractérisées comme plus intenses que pour *La course des grenouilles*.

5.4 Discussion

La relation entre le clignement des yeux et le ressenti de la fatigue visuelle semble correspondre, le taux le plus bas de clignements par minute, lors des tests sur *Biboule Jump*, s'aligne avec les symptômes ressentis les plus sévères comparés aux autres. Et les utilisateurs ont ressenti le moins de symptômes lorsqu'ils jouaient à *Tarte à la crème*, le jeu avec un taux de clignements le plus élevé.

Pour ce qu'il en est des mouvements, il semblerait que les temps de pause, permettent aux yeux de se reposer. Notamment dans *La course des grenouilles*, il y a beaucoup de mouvements du regard, mais les courses étant courtes est espacées par un écran de fin permettant une pause, le taux de clignements est inférieur à celui de *Biboule Jump* où les mouvements sont plus longs et lents, mais où le temps entre les pauses est plus long.

Les utilisateurs ont vécu des problèmes de vue dédoublée pour *La course des grenouilles* mais pas pour les autres, cela est sans doute dû au fait d'avoir tant de petits éléments à devoir fixer, car à certains moments ils y a beaucoup de biboules qui bougent dans tous les sens au même endroit.

6. CONCLUSION

À travers ces trois jeu nous avons pu évaluer les éléments qui mènent à la fatigue visuelle lorsqu'on joue aux jeux disponible sur GazePlay. Afin de limiter cette fatigue il faut d'abord minimiser la demande d'interaction pour baisser l'intensité d'interaction, ensuite, il faut maximiser le taux de clignements des yeux, pour cela, il ne faut pas trop en demander aux joueurs, et leur permettre de faire des pauses, surtout si l'intensité d'interaction est élevée.

7. MISE EN PERSPECTIVE

Malheureusement nous n'avons pu réaliser ces tests que sur un échantillon de personnes restreint, les résultats en sont donc limités. De plus, la détection des clignements des yeux n'était pas parfaite, et peut être améliorée pour obtenir des résultats plus fiables.

Nous devrions également étendre le nombre de jeux, afin de tester des éléments différents de jeu et leur impact sur la fatigue visuelle.

8. REMERCIEMENTS

Ces travaux ont été rendus possible par le projet GazePlay, hébergé au sein du Laboratoire d'informatique de Grenoble. Je tiens à remercier Didier Schwab, le LIG et le reste de l'équipe GazePlay pour leur soutien et support au cours de ce stage.

9. REFERENCES

- [1] Clayton Blehm, Seema Vishnu, Ashbala Khattak, Shrabane Mitra, and Richard W Yee. Computer vision

syndrome : a review. *Survey of ophthalmology*, 50(3) :253–262, 2005.

- [2] Genís Cardona, Carles García, Carme Serés, Meritxell Vilaseca, and Joan Gispets. Blink rate, blink amplitude, and tear film integrity during dynamic visual display terminal tasks. *Current eye research*, 36(3) :190–197, 2011.
- [3] Robert JK Jacob. What you look at is what you get : eye movement-based interaction techniques. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, pages 11–18. ACM, 1990.
- [4] André Meyer, Martin Böhme, Thomas Martinetz, and Erhardt Barth. A single-camera remote eye tracker. In *International Tutorial and Research Workshop on Perception and Interactive Technologies for Speech-Based Systems*, pages 208–211. Springer, 2006.
- [5] Didier Schwab, Amela Fejza, Loïc Vial, and Yann Robert. The gazeplay project : Open and free eye-trackers games and a community for people with multiple disabilities. In *International Conference on Computers Helping People with Special Needs*, pages 254–261. Springer, 2018.
- [6] thegadgetflow.com. Tobii eye tracker 4c.
- [7] Zheng Yan, Liang Hu, Hao Chen, and Fan Lu. Computer vision syndrome : A widely spreading but largely unknown epidemic among computer users. *Computers in Human Behavior*, 24(5) :2026–2042, 2008.