



HAL
open science

Dispositif d'oculométrie à lentille de contact

Marion Othéguy, Vincent Nourrit, Jean-Louis de Bougrenet de La Tocnaye

► **To cite this version:**

Marion Othéguy, Vincent Nourrit, Jean-Louis de Bougrenet de La Tocnaye. Dispositif d'oculométrie à lentille de contact. Séminaire de la recherche, Jun 2024, Nantes, France. 2024. hal-04792431

HAL Id: hal-04792431

<https://hal.science/hal-04792431v1>

Submitted on 20 Nov 2024

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 - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



Dispositif d'oculométrie à lentille de contact

Rompres avec les limites de la vidéo-oculométrie

Financement



Auteurs

Marion Othéguy ^{1,2}
Vincent Nourrit ^{1,2}
Jean-Louis de Bougrenet
de la Tocnaye ^{1,2}

Institutions



Références

[1] Hansen et Ji, IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence 32(3) (mars 2010) 478-500, doi: [10.1109/TPAMI.2009.30](https://doi.org/10.1109/TPAMI.2009.30)
[2] Grootjen et al., Proceedings of the 2023 Symposium on Eye Tracking Research and Applications, (mai 2023) 1-7, doi: [10.1145/3588015.3589202](https://doi.org/10.1145/3588015.3589202)
[3] Robert et al., Journal of Eye Movement Research, 17(1) (mai 2024), doi: [10.16910/jemr.17.1.5](https://doi.org/10.16910/jemr.17.1.5).
[4] Othéguy et al., Trans. Vis. Sci. Tech. 13(11) (novembre 2024) 12 doi: [10.1167/tvst.13.11.12](https://doi.org/10.1167/tvst.13.11.12)
[5] Hooge et al; Vision Res 156, (mars 2019) 1-9, doi: [10.1016/j.visres.2019.01.004](https://doi.org/10.1016/j.visres.2019.01.004)

Contact

marion.otheguy@imt-atlantique.fr
vincent.nourrit@imt-atlantique.fr

Introduction

- ▶ Oculomètre : outil de mesure de mouvements oculaires pour calculer une position de regard
- ▶ Applications : Neurosciences, Psychologie, Étude d'utilisabilité; Marketing, Facteurs Humains, Santé, Interaction Homme Machine
- ▶ Vidéo-oculométrie : technique la plus courante de l'oculométrie, utilisant des flux vidéos
- ▶ Limites de la vidéo-oculométrie :
 - Dépendance aux facteurs individuels : forme et ouverture de l'œil [1]
 - Sensibilité aux conditions d'environnement (luminosité) [1]
 - Perte de données liée à une mauvaise détection et aux clignements [2]
- ▶ Une solution de rupture = lentille de contact émettrice en infra-rouge (IR) pour faciliter le suivi

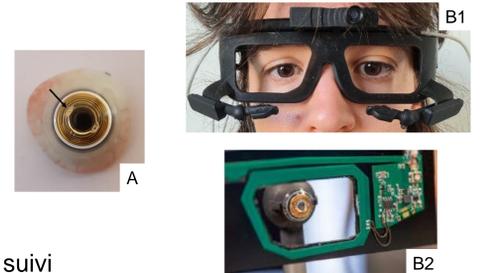


Figure 1 : Éléments constituant du OCL

Ce dispositif d'oculométrie à lentille de contact (OCL) repose sur 3 composants

- ▶ (A) Une lentille de contact sclérale en polyméthyl méthacrylate (PMMA) embarquant une bobine d'alimentation et deux sources infrarouges (850nm)
- ▶ (B1) Une monture classique de vidéo-oculométrie, composé de 3 caméras : une caméra orientée vers chaque œil et une caméra orientée sur le champ de vision. Cette monture est aussi équipée d'une (B2) bobine d'alimentation qui par induction fait laser les sources IR
- ▶ (C) Un ordinateur pour traiter les images

Étude 1 – Robustesse en fonction de la luminosité [3]

- ▶ Comparaison du OCL à un vidéo-oculomètre de commerce (Pupil Core)
 - Test sur prothèse sur 4 conditions : *Néon, Obscurité, Alternance, Extérieur*

Condition de luminosité	Pupil Core			OCL		
	Pas de détection	Mauvaise détection	Bonne détection	Pas de détection	Mauvaise détection	Bonne détection
Néon (250 lux)	0,05%	0,00%	99,95%	0,00%	2,90%	97,10%
Obscurité (1 lux)	0,04%	0,25%	99,71%	0,00%	2,70%	97,3%
Alternance (1lx / 250 lx)	0,03%	0,08%	99,89%	0,00%	0,00%	100,00%
Extérieur (50 000 lux)	4,25%	85,9%	9,85%	0,00%	0,10%	99,90%

Tableau 1 : Résultats en termes de détection de la comparaison OCL / Pupil Core

- ▶ Performances comparables en conditions *Néon, Obscurité, Alternance*
- ▶ Plus performant en condition *Extérieur*
 - Avantage d'avoir une source active plutôt qu'une source passive car le traitement du signal est moins bruité

Étude 2 – Insensibilité aux clignements [4]

- ▶ 1ers tests sur humain : détection des spots derrière la paupière

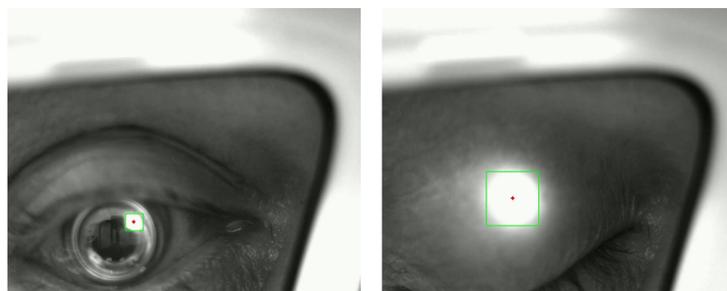


Figure 2 : Vue de la lentille portée, devant et derrière la paupière

- ▶ Signal lumineux détectable de la paupière avec un facteur d'agrandissement de 7 et une atténuation de l'ordre de 30%

- ▶ Bonnes performances du système de suivi : $0,83^{\circ} \pm 0,59^{\circ}$
- ▶ Détection du mouvement pendant le clignement (durée de $0,13s \pm 0,2s$ et amplitude de $0,85^{\circ}$ à $2,7^{\circ}$)

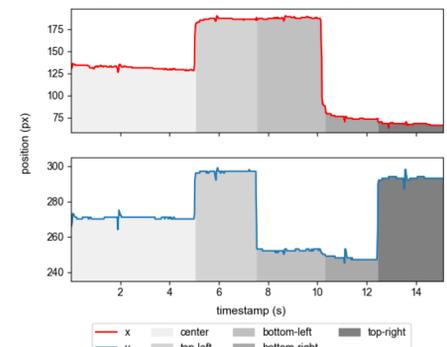


Figure 3 : Position (x,y) de la source IR en fonction du temps sur une phase de calibration

Conclusion

- ▶ Dispositif fonctionnel, **sans difficultés d'utilisation**, ni de confort
- ▶ Dispositif indépendant de la géométrie de l'œil du sujet
- ▶ **Bonnes performances de suivi**
 - Précision comparable à celle des dispositifs d'oculométrie de commerce
 - Précision invariable selon les conditions d'illumination
- ▶ **Perte de données limitée** (détection et clignements)

Perspectives : oculométrie 3D

- ▶ Limite de la vidéo-oculométrie : difficulté de précision lors du **calcul de la vergence** [5], notamment liée à la variation de la taille de la pupille
- ▶ Utilisation deux lentilles émettrices pour calcul géométrique de la profondeur
- ▶ Application : **interaction dans un environnement 3D**