
Impact des caractéristiques du flux visuel en réalité virtuelle et en situation de mobilité sur la perception du déplacement propre

Adem Boudjemline*^{1,2}, Clément Bougard³, Jean-Marie Pergandi¹, Diego Arnaud¹, Antonin Jarry¹, Hadrien Ceyte¹, and Lionel Bringoux¹

¹Aix Marseille Univ, CNRS, ISM, Marseille, France – Aix Marseille Univ, CNRS, ISM, Marseille, France, Aix-Marseille Univ, CNRS, ISM, Marseille, France – France

²Stellantis, Creative Center, Velizy, France – Stellantis, Creative Center, Velizy, France – France

³Stellantis, Creative Center, Velizy, France – Stellantis, Creative Center, Velizy, France – France

Résumé

Introduction

En réalité virtuelle (RV), la présence d'un flux optique peut générer des illusions de déplacement, appelées vections optocinétiques (Brandt et al., 1973), mais aussi des effets secondaires tels que le cybermalaise. Comprendre les conditions visuelles favorisant la vection tout en minimisant l'inconfort s'avère essentiel pour optimiser les expériences immersives, notamment dans des contextes de mobilité, où la tête peut bouger indépendamment de la stimulation virtuelle. Cette étude vise à déterminer comment deux dimensions du flux optique influencent la vection : le référentiel du flux (égocentré, c'est-à-dire référé aux mouvements de tête, vs allocentré, fixe par rapport à l'environnement), et sa profondeur dans le champ visuel (proche vs lointain). En s'appuyant sur les théories de structuration spatiale (Bringoux et al., 2009), il est fait l'hypothèse qu'un flux optique égocentré et proche (i.e., sollicitant davantage la vision périphérique) renforce la sensation de mouvement induit.

Méthode

Quarante participants étaient équipés d'un casque de RV (Meta Quest Pro) permettant la projection d'environnements immersifs dynamiques. Ils étaient exposés à un flux visuel simulant un déplacement antéro-postérieur, et devaient en parallèle réaliser des inclinaisons rythmiques de la tête (en roulis), guidées par des signaux sonores. Quatre conditions expérimentales, issues de la combinaison des deux facteurs (référentiel et profondeur du flux), étaient présentées selon un plan contrebalancé. La vection était mesurée en continu via un joystick manipulé par les participants, tandis que l'inconfort était évalué chaque minute à l'aide d'une échelle verbale (MISC). Des questionnaires en pré-test (SSQ, MSAQ) et en post-test (SSQ, MSAQ, IPQ, NASA-TLX) ont permis d'évaluer la présence perçue, le niveau d'inconfort induit par l'exposition et la charge mentale liée à l'immersion.

Résultats

Les analyses préliminaires révèlent qu'un flux optique égocentré induit des sensations de

*Intervenant

déplacement propre plus marquées qu'en cas d'ancrage allocentré. En parallèle, la profondeur du champ visuel s'avère être un facteur déterminant : un flux optique proche semble générer à la fois une vection plus intense et un niveau d'inconfort (MISC) plus élevé qu'un flux lointain, et ce, indépendamment du référentiel. Par ailleurs, les mesures post-immersion indiquent une sensation de présence (IPQ) ainsi qu'une charge de travail (NASA-TLX) modérée et stable entre les différentes configurations expérimentales.

Discussion

Les résultats de cette étude mettent en lumière l'influence des caractéristiques du flux optique sur la vection et le confort en RV. Les effets significatifs de la profondeur du champ visuel et du référentiel spatial sur la vection alimentent certains modèles existants, supportant notamment la prédominance d'un flux optique périphérique pour maximiser l'illusion de déplacement propre (Brandt, 1973) mais révèlent également des relations nuancées avec les niveaux de présence et d'inconfort. En particulier, l'augmentation du ressenti vectionnel associé à un flux optique proche et égocentré ne semble pas s'accompagner d'un sentiment de présence plus important. Pour autant, il impacte le niveau de confort ressenti par l'observateur, illustrant le rôle de la structuration de l'environnement visuel en RV sur l'émergence de cinétoses (Adhanom et al., 2022).

Conclusions et perspectives

Nos résultats soulignent l'importance des propriétés du flux optique dans l'émergence de vections en RV. Bien qu'un ancrage égocentré et une proximité du flux puissent renforcer la sensation de déplacement propre, ces conditions influencent différemment l'inconfort perçu. Ces conclusions peuvent guider la conception d'environnements immersifs plus adaptés aux caractéristiques perceptivo-spatiales des individus, notamment dans le domaine du transport automobile. Des travaux futurs pourraient investiguer la nature des propriétés du flux en condition de mouvement subi par l'observateur. Ces derniers permettront d'affiner les configurations visuelles optimales pour la RV embarquée.

Références

- Adhanom, I., Halow, S., Folmer, E., & MacNeilage, P. (2022). VR Sickness Adaptation With Ramped Optic Flow Transfers From Abstract To Realistic Environments. *Frontiers in virtual reality*, 3, 848001.
- Bringoux, L., Bourdin, C., Lepecq, J. C., Sandor, P. M., Pergandi, J. M., & Mestre, D. (2009). Interaction between reference frames during subjective vertical estimates in a tilted immersive virtual environment. *Perception*, 38(7), 1053–1071.
- Brandt, T., Dichgans, J., & Koenig, E. (1973). Differential effects of central versus peripheral vision on egocentric and exocentric motion perception. *Experimental Brain Research*, 16(5), 476–491.
- Palmisano, S., Stephenson, L., Davies, R. G., Kim, J., & Allison, R. S. (2024). Testing the 'differences in virtual and physical head pose' and 'subjective vertical conflict' accounts of cybersickness. *Virtual Reality*, 28, 22.