

ABSTRACT

Since its creation, the web has contributed to the transformation of our society through the massive diffusion of knowledge. Understanding how we access and select information on this new medium has become crucial. Contrary to static images, a web page needs to be scrolled in order to fully explore its content. Thus, the understanding of ocular behaviour on web pages requires analyses taking into account the dynamic from the visual exploration and the scroll. Therefore, we set up an experimental study to demonstrate the importance of the understanding of these dynamics in the prediction of eye movements. In this study, we asked 150 participants to browse 18 web pages of variable lengths, and perform either a free viewing task or a visual search task. The aim of the first axis of this work was to better describe the dynamic of eye movements on web pages through the use of a composite indicator. Recent research has shown a link between the fixation duration, the saccade amplitude and the two main visual pathways involved in vision. Short fixations followed by long saccades (ambient visual mode) would be related to the dorsal stream involved in objects localisation and visually guided actions, while long fixations followed by short saccades (focal visual mode) would be related to the ventral stream involved in object recognition. Thus, the ambient mode would dominate the exploration at the beginning, and the focal mode at the end. We used the definition of visual modes to study to which extent it could explain eye movement temporal evolution. To this end, we investigated existing ratios describing ambient and focal visual modes. We showed that these ratios only evaluated visual modes' intensity rather than their dynamics. Hence, we proposed new measures describing the number of switches between modes and the average time spent in each mode. The second axis of this thesis was to investigate eye movement behaviours on web pages through their relationships with mouse cursor movements and scrolling. We specifically focused on the relationships between their parameters, and the influence of scroll on eye movements. We provided a detailed statistical description of eye movements on web pages along with the mouse movements and scroll statistics. Moreover, we studied how eye movements were influenced before and during the scroll through the study of their parameters, including eyes position, scroll amplitude and scroll speed. Based on these findings, we introduced a more precise definition and segmentation of scrolling events. The third axis goal was to integrate findings from previous axes in web pages scanpath modelling in order to improve prediction accuracy. Existing scanpath models rarely address web pages, but when they do, they consider web pages as static screenshots without the need to scroll. To tackle this problematic, we proposed the first saccadic model including scrolling. Furthermore, scanpath modelling usually include some oculomotor biases, which are mostly considered as stable through visual exploration. In our approach we addressed these biases through their evolution over time. Thus, this work highlights the importance of dynamics in the prediction of eye movements when exploring web pages.

RÉSUMÉ

La ruée vers l'information engendrée par l'invention du web a totalement transformé notre société. Il est aujourd'hui devenu crucial de comprendre comment nous sélectionnons et accédons à certaines informations. Contrairement aux images statiques, une page web est dynamique en raison de la nécessité de faire défiler le contenu pour le voir en intégralité. Par conséquent, la compréhension du comportement oculaire sur les pages web nécessite des analyses qui prennent en compte la dynamique de l'exploration visuelle et celle du défilement. Afin de démontrer l'importance de la dynamique dans la compréhension et la prédiction des mouvements oculaires, nous avons mis en place une étude comportementale. Lors de celle-ci, nous avons demandé à 150 participants de parcourir 18 pages webs de longueur variable soit en exploration libre, soit en recherchant une cible. Le premier axe de ce travail visait à contribuer à une meilleure compréhension de la dynamique des mouvements oculaires sur les pages web grâce à l'utilisation d'un indicateur unique. Des recherches récentes ont permis de trouver un lien entre la durée de fixation, l'amplitude de saccade et les deux principales voies du traitement visuel. Des fixations courtes suivies de longues saccades (mode visuel ambient) seraient ainsi liées à la voie dorsale impliquée dans la localisation d'objets et les actions guidées visuellement, alors que des fixations longues suivies de saccades courtes (mode visuel focal) seraient liées à la voie ventrale impliquée dans la reconnaissance d'objets. Ainsi, le mode ambient serait plus présent au début de l'exploration et le mode focal à la fin. Nous avons utilisé cette définition pour étudier dans quelle mesure celle-ci pouvait décrire la dynamique des mouvements oculaires. À cette fin, nous avons étudié les ratios existants décrivant les modes visuels ambient et focal. Nous avons montré que ces ratios n'évaluaient que leur intensité et non leur dynamique. Nous proposons de nouvelles mesures décrivant le nombre de changements de modes et le temps moyen passé dans un mode. Le deuxième axe de cette thèse consistait à étudier le comportement oculaire lors de l'exploration de pages web en tenant compte de la relation entre les mouvements des yeux, le déplacement du pointeur et le défilement de la page. Nous nous sommes spécifiquement concentrés sur la relation entre leurs paramètres et l'influence du défilement sur les mouvements des yeux. Ainsi, nous avons proposé une description statistique détaillée des mouvements des yeux sur les pages web ainsi que des mouvements de la souris et du défilement. De plus, nous avons étudié comment les mouvements des yeux étaient influencés par le défilement. Nous avons montré différents comportements avant et pendant le défilement, comprenant la position des yeux, l'amplitude du défilement et la vitesse de défilement. Ces travaux nous ont permis de proposer une définition et une segmentation plus précise des événements de défilement. L'objectif du troisième axe était d'inclure les résultats des axes précédents dans la modélisation du chemin oculaire lors de l'exploration de pages web afin d'améliorer la précision des prédictions. Les modèles existants utilisent généralement des images de scènes naturelles et moins des stimuli tels que les pages web. Dans ce dernier cas, ils utilisent la plupart du temps des captures d'écran plutôt que des pages webs dont l'exploration requiert un défilement du contenu. Pour résoudre cette problématique, nous avons proposé le premier modèle saccadique incluant le défilement. De plus, la modélisation des mouvements oculaires inclut également la prise en compte de certains

biais la plupart du temps considérés comme stables tout au long de l'exploration visuelle. Sur la base de nos résultats, notre approche prend en compte ces différents biais et leur évolution au cours du temps. Ainsi, l'ensemble de ce travail permet de mettre en avant l'importance de la dynamique dans la prédiction des mouvements oculaires lors de l'exploration de pages web.