

Guidelines for Mitigating Cybersickness in Virtual Reality Systems

(STO-TR-HFM-MSG-323)

Executive Summary

Cybersickness is discomfort that users experience during or after a session in a synthetic environment; it is similar to motion or simulator sickness. It is a pervasive problem in military synthetic environment-based training such as occurs in flight simulators, combat vehicle driving simulators, and immersive or Virtual Reality (VR) simulations of dynamic infantry squad maneuvers. Cybersickness can discourage synthetic environment-based training, reducing the efficiency and safety of training. Moreover, it can be a barrier to the adoption of Virtual Reality (VR), thus limiting the dissemination of improved training or rehabilitation tools.

A Specialist Team (ST) was formed on “Guidelines for Mitigating Cybersickness in Virtual Reality Systems,” as part the NATO HFM-MSG-323 Human Factors and Medicine (HFM) and Modelling and Simulation Group (MSG). The aim of the ST was to identify the best practices, design techniques, and other procedures or countermeasures that are likely to reduce the prevalence or severity of cybersickness while using VR goggles and related devices. This was done by reviewing and discussing the scientific literature on cybersickness, with a focus on applications in defence. As cybersickness studies are limited, inferences were drawn from simulator sickness and related maladies.

The literature was assessed concerning the causes and prevalence of cybersickness (Chapter 2), the known symptoms and measures of cybersickness (Chapter 4), and the factors that elicit cybersickness (Chapter 5). Individual (Section 5.1), technological (Section 5.2) and operational (Section 5.3) factors were studied which increase or decrease cybersickness. Via narrative synthesis of the literature, many ST discussions of the findings, and peer comments by some outside Reviewers (p. x), the ST identified the most scientifically justified contributors to cybersickness, as well as the most proven countermeasures, which are presented as guidelines for mitigating cybersickness for defence use cases (Chapter 7).

To enhance training by improving decisions concerning when to introduce helpful targeted interventions or preventative measures, recommendations are provided concerning individual characteristics which are most likely to predispose a trainee to cybersickness (Section 5.1). However, even the most promising individual predictors require more research prior to their usage to aid personnel selection decisions).

Operational recommendations for preventing cybersickness (Section 5.3; Chapter 7) are discussed in this report; they relate to procedural interventions to enhance the design of specific training scenarios and are subdivided into three phases comprising operational considerations before, during, and after the usage of VR goggles (Section 7.3). In addition, recommendations have been identified for the design phase of VR systems, which include technological aspects of the VR equipment (Sections 6.1 and 7.3). Finally (Section 6.2), emerging behavioral, neurophysiological, and design methods to mitigate cybersickness are presented which require further investigation and validation before their application in defence settings.

A research gap identified in this report is that as Augmented Reality (AR) and Mixed Reality (MR) become more widely endorsed for military training and operations, expanded investigations of cybersickness in AR and MR goggles will be necessary to understand their limitations, capabilities, and

best use cases. The identified knowledge gaps and emerging findings in literature contributed to the ST's recommended future R&D activities to resolve cybersickness (Chapter 8), some of which might be addressed in new studies within the NATO STO framework.

Guide d'atténuation du cybermalaise dans les systèmes de réalité virtuelle (STO-TR-HFM-MSG-323)

Synthèse

Le cybermalaise est un inconfort que les utilisateurs ressentent pendant ou après une séance dans un environnement synthétique ; il est semblable au mal des transports ou au mal de simulateur. Il s'agit d'un problème omniprésent dans l'entraînement basé sur les environnements synthétiques, tels que les simulateurs de vol, les simulateurs de conduite de véhicules de combat et les simulations immersives ou en réalité virtuelle (VR) des manœuvres dynamiques des équipes d'infanterie. Le cybermalaise peut décourager l'entraînement basé sur les environnements synthétiques, réduisant ainsi l'efficacité et la sécurité de la formation. De plus, il peut être un obstacle à l'adoption de la réalité virtuelle, ce qui limite la diffusion des outils améliorés d'entraînement ou de réadaptation.

Une équipe spécialisée (ST) intitulée « Guide d'atténuation du cybermalaise dans les systèmes de réalité virtuelle » a été constituée dans le cadre du HFM-MSG-323 de la Commission sur les facteurs humains et la médecine et du groupe OTAN sur la modélisation et la simulation (MSG). Le but de cette ST était d'identifier les meilleures pratiques et de concevoir des techniques et autres procédures ou contre-mesures susceptibles de réduire la prévalence ou la gravité du cybermalaise pendant l'utilisation de casques de VR et de dispositifs apparentés. Pour cela, l'équipe a passé en revue et discuté de la littérature scientifique sur le cybermalaise, en se concentrant sur les applications dans le domaine de la défense. Les études sur le cybermalaise étant limitées, le mal de simulateur et les maux liés ont servi de base à des déductions.

La littérature a été évaluée sur les sujets suivants : causes et prévalence du cybermalaise (chapitre 2), symptômes connus et mesures du cybermalaise (chapitre 4) et facteurs qui provoquent le cybermalaise (chapitre 5). Les facteurs individuels (5.1), technologiques (5.2) et opérationnels (5.3) qui augmentent ou diminuent le cybermalaise ont été étudiés. À l'aide d'une synthèse narrative de la littérature, des nombreuses discussions de la ST sur les conclusions et des commentaires de quelques pairs évaluateurs externes (p. x), la ST a identifié les facteurs de cybermalaise les plus justifiés sur le plan scientifique, ainsi que les contre-mesures ayant le plus fait leurs preuves, et les présente sous la forme d'un guide d'atténuation du cybermalaise pour les cas d'utilisation en défense (chapitre 7).

Dans le but de favoriser la formation en choisissant plus judicieusement quand introduire des interventions ciblées utiles ou des mesures de prévention, la ST fournit des recommandations sur les caractéristiques individuelles les plus susceptibles de prédisposer un participant au cybermalaise (paragraphe 5.1). Néanmoins, même les variables prédictives individuelles les plus prometteuses nécessitent plus de recherches avant d'être utilisées pour faciliter la sélection du personnel.

Le présent rapport discute de recommandations opérationnelles pour prévenir le cybermalaise (paragraphe 5.3 et chapitre 7). Ces recommandations portent sur des procédures visant à améliorer la conception de scénarios d'entraînement particuliers et sont divisées en trois phases chronologiques et opérationnelles, à savoir avant, pendant et après l'utilisation de casques de VR (7.3). Par ailleurs, le rapport émet des recommandations pour la phase de conception des systèmes de VR, qui incluent des aspects technologiques de l'équipement de VR (paragraphe 6.1 et 7.3). Pour finir (6.2), nous présentons des méthodes comportementales, neurophysiologiques et de conception visant à atténuer le cybermalaise, lesquelles nécessitent encore des études et une validation avant d'être appliquées à la défense.

Ce rapport identifie une lacune : avec l'utilisation croissante de la réalité augmentée (AR) et de la réalité mixte (MR) dans les formations et les opérations militaires, il faudra élargir les recherches sur le cybermalaise dû aux casques d'AR et de MR, pour comprendre les limites, les capacités et les meilleurs cas d'utilisation de ces équipements. Les lacunes en matière de connaissances et les conclusions émergentes de la littérature ont contribué aux activités de R&D recommandées par la ST pour remédier au cybermalaise (chapitre 8), certaines d'entre elles pouvant faire l'objet de nouvelles études dans le cadre de la STO de l'OTAN.