

Assessment of Augmentation Technologies for Improving Human Performance (STO-TR-HFM-297)

Executive Summary

NATO Human Factors and Medicine (HFM) Research Task Group (RTG) HFM-297 was established to support the “Assessment of augmentation technologies for improving human performance”. The members of the RTG met from 2017 to 2022. During this time, the team met at regular intervals (in-person and virtually) to define the scope of the augmentation technologies it would consider. This involved developing a framework to guide the controlled assessment of augmentation tools and methods against a set of defined metrics aligned to human performance and task outcomes. A goal was to analyze the relative merits of human performance as supported by augmentation and to identify cross-domain themes used to establish suggested best practices. This involves identifying recommendations for the continued application of, and research on augmentation technologies to support human performance in military contexts. These activities were supplemented by frequent engagements with military domain experts and requirements holders, and research and industry subject matter experts.

To manage the scope of augmentation technologies considered in the analyses, the RTG decided to focus primarily on technologies that “augment” the task environment and task process (e.g., synthetic environments, interface technologies) rather than the operator directly (e.g., exoskeletons, neural implants). Despite this distinction, maintaining a strict dissection between “environment-” and “operator-” aligned augmentation proved challenging. Nevertheless, with a scope defined, RTG 297 proceeded to develop a framework to analyze these technologies and integrate evidence from the research literature with operational requirements. The framework adopted for this investigation involved the application of the Strength-Weaknesses-Opportunities-Threats (SWOT) analysis methodology. The following five performance domains are broken down through a formalized SWOT analysis within the report, organized along an operational timeline from force generation to operations to post-operations lessons learned:

- Adaptive Instruction and Accelerated Readiness.
- Mission Preparation and Rehearsal.
- Real-Time Support and Remote Control.
- Cognitive Monitoring and Optimization.
- After Action Review.

The SWOT analyses applied to the performance domains yielded a number of themes common to all task domains and human performance requirements. These include:

- The centrality of human performance front-end considerations and human factors principles to the successful application of augmentation technologies;
- The inherent dependence on data and information technology infrastructure in the effective implementation of these technologies, and the need to sustain investment and efforts in developing data standards and overall data strategies to ensure interoperability and extensibility;
- Security, reliability, privacy and ethical considerations will play a determining role in augmentation technologies as they become increasingly adopted by military organizations;

- The very dynamic (rapidly evolving) nature of the technologies themselves and the mission sets to which they could be applied create significant challenges for systematic assessments of their effectiveness and value, in particular for the traditional, report-based format typical of RTG studies;
- Nonetheless, the evidence reviewed by the RTG makes it clear that a number of augmentation technologies already have established track records in training (e.g., adaptive instructional systems, visual synthetic environments) and operational (e.g., augmented reality) settings; and
- A number of evolving technologies (e.g., machine learning, performance monitoring, haptic interfaces for virtual reality) hold significant promise for near- and far-term applications in support of military human performance and training, but further research is required before operationally valid.

Reflecting on the RTG's challenges with defining a scope for the study, an analysis framework, and engaging with subject matter experts to ensure the study's relevance, the members of this group recommend that NATO STO consider more dynamic and responsive processes and formats (e.g., web-based reporting outputs using community-sourced information) for conducting studies on rapidly evolving technical domains such as augmentation technologies for human performance and training.

Évaluation des technologies d'augmentation visant à améliorer les performances humaines

(STO-TR-HFM-297)

Synthèse

Le groupe de recherche (RTG) HFM-297 en facteurs humains et médecine (HFM) de l'OTAN a été créé afin de soutenir « l'évaluation des technologies d'augmentation visant à améliorer les performances humaines ». Les membres du RTG se sont réunis de 2017 à 2022. Pendant cette période, l'équipe s'est retrouvée à intervalles réguliers (en personne et virtuellement) pour définir le champ des technologies d'augmentation qu'elle étudierait. Cela impliquait d'établir un cadre d'évaluation contrôlée des outils et méthodes d'augmentation, au moyen d'un jeu d'indicateurs définis mesurant les performances humaines et les résultats des tâches. Le but était d'analyser les mérites relatifs des performances humaines soutenues par l'augmentation et d'identifier les thèmes interdomaines utilisés pour établir des suggestions de bonnes pratiques. Il s'agissait d'émettre des recommandations permettant de poursuivre l'utilisation des technologies d'augmentation et la recherche à ce propos, afin de soutenir les performances humaines dans les contextes militaires. Ces activités ont été complétées par de fréquents échanges avec des experts et des porteurs d'exigences dans le domaine militaire, ainsi qu'avec des spécialistes de la recherche et de l'industrie.

Pour gérer le champ des technologies d'augmentation prises en compte dans les analyses, le RTG a décidé de se concentrer principalement sur les technologies qui « augmentent » l'environnement de la tâche et le processus de la tâche (par exemple, les environnements synthétiques, les technologies d'interface) plutôt que l'opérateur (par exemple, les exosquelettes, les implants neuronaux). Malgré cette distinction, le maintien d'une stricte séparation entre l'augmentation portant sur l'« environnement » et celle portant sur « l'opérateur » s'est avéré délicat. Néanmoins, une fois le champ défini, le RTG-297 a élaboré un cadre pour analyser ces technologies et intégrer des preuves issues de la littérature de recherche dans les exigences opérationnelles. Le cadre retenu pour l'étude impliquait l'utilisation de la méthodologie SWOT (analyse des forces, faiblesses, opportunités et menaces). Les cinq domaines de performance suivants sont décomposés à l'aide d'une analyse SWOT formalisée dans le rapport, organisée selon une chronologie opérationnelle qui va de la production de la force aux opérations, en passant par les leçons retenues à l'issue des opérations :

- Enseignement adaptatif et accélération de la préparation ;
- Préparation à la mission et répétition de la mission ;
- Assistance en temps réel et commande à distance ;
- Surveillance et optimisation cognitives ;
- Compte rendu après action.

Les analyses SWOT appliquées aux domaines de performance ont produit un certain nombre de thèmes communs à tous les domaines de tâches et aux exigences de performances humaines. Ces thèmes sont les suivants :

- Les considérations préalables aux performances humaines et les principes des facteurs humains sont au centre de l'application réussie des technologies d'augmentation ;

- La mise en œuvre efficace de ces technologies dépend intrinsèquement de l'infrastructure des données et des technologies de l'information et les investissements et les efforts en matière d'élaboration de normes de données et de stratégies globales de données doivent être maintenus pour garantir l'interopérabilité et l'extensibilité ;
- La sûreté, la fiabilité, la confidentialité et les considérations éthiques joueront un rôle déterminant dans les technologies d'augmentation à mesure de leur adoption par les organisations militaires ;
- La nature très dynamique (évoluant rapidement) des technologies elles-mêmes et les ensembles de missions auxquels elles pourraient être appliquées sont des obstacles importants à l'évaluation systématique de leur efficacité et de leur valeur, en particulier dans le format traditionnel, à base de rapports, typique des études du RTG ;
- Toutefois, les preuves examinées par le RTG montrent clairement qu'un certain nombre de technologies d'augmentation ont déjà des antécédents établis en matière de formation (par exemple, systèmes d'enseignement adaptatif, environnements visuels synthétiques) et de contextes opérationnels (par exemple, réalité augmentée) ; et
- Un certain nombre de technologies évolutives (par exemple, l'apprentissage automatique, le suivi des performances, les interfaces haptiques de réalité virtuelle) sont très prometteuses à court et long terme pour des applications soutenant la formation et les performances humaines militaires, mais leur validation opérationnelle nécessite d'autres recherches.

Après avoir réfléchi aux défis du RTG pendant la définition du champ de l'étude et du cadre d'analyse et après avoir échangé avec des experts pour garantir la pertinence de l'étude, les membres de ce groupe recommandent à la STO de l'OTAN d'envisager des processus et formats plus dynamiques et plus réactifs (par exemple, des résultats de rapport accessibles par un navigateur Internet et utilisant des informations issues de la communauté) pour mener des études dans des domaines techniques évoluant rapidement, tels que les technologies d'augmentation pour la formation et les performances humaines.