Uninhabited Military Vehicles (UMVs): Human Factors Issues in Augmenting the Force

(RTO-TR-HFM-078)

Executive Summary

A number of NATO countries are now using Uninhabited Military Vehicles (UMVs) to augment their manned forces, especially in performing tasks which are dull, dirty, or dangerous. Force augmentation issues relevant to the human operator exist on several levels, including individual UMV control station design, vehicle interoperability, and integration of UMVs with manned systems. Human interface issues associated with individual UMV control station design include guaranteeing appropriate situational awareness for the task, minimizing adverse effects of lengthy system time delays, establishing an optimum ratio of operators to vehicles, and providing effective information presentation and control strategies. UMV interoperability requires development of a standard set of control station design specifications/procedures/heuristics to cover the range of potential UMV operators/applications across military services and countries. Finally, for UMVs to be successful, they must be successfully integrated with manned systems so as to enhance the strength of the overall force. Human factors considerations in this area include how manned systems should best collaborate with UMVs, deconfliction concerns, and command and control issues.

Given the current progress of technological developments and operational concepts regarding UMVs, a strong and combined effort of NATO-countries is essential to resolve the unique human-system issues associated with augmenting the existing force with these vehicles. New principles for supporting the operator in such scenarios, and for collaboration between multiple operators in vehicles, need to be developed and evaluated.

The goal of this report is to assemble pertinent information concerning the factors that will increase NATO's successful operations through effective force augmentation with UMVs. By bringing this information together in one report, decision-makers and scientists will be able to consider the numerous factors that have to be taken into account for operators to successfully work with UMVs. These different factors are discussed in the following chapters: Scenarios and Military Relevance, Theoretical Frameworks, System of Systems, Artificial Cognition and Cooperative Automation, Controls and Displays, and Human Automation Integration. The diversity of the subjects illustrates the challenge of successfully integrating UMVs into NATO forces.

The paragraphs below give a short description of the key factors needed for successful integration.

Scenarios and Military Relevance. Modern warfare requires military capabilities that respond to the threat of conventional hostile force and to the challenges of asymmetric conflicts, where political and military success relies on effects-based targeting and operations. Important questions remain about what realistic effects can be expected to be achieved by UMVs in the uncertain, ambiguous and non-linear battle-space of the future, including how international law will interpret robotic warfare in the future. Since UMV technologies are expected to actually reduce human involvement in some tasks, it is not self evident why HF issues should warrant raised attention. Thus, the reasons for raising HF concerns are in need of review.

Theoretical Frameworks. Frameworks have been used to guide the design of technology, procedures, systems, and systems of systems. UMV systems will also require theoretical frameworks to inform the

design process. Most of the frameworks used in traditional manned systems can be applied to uninhabited systems. However, revisiting the theoretical frameworks discussion allows us to highlight aspects of the frameworks that are directly applicable to optimizing operator/vehicle ratios and interoperability of uninhabited systems. In the investigation we may also find an emerging theory or framework that is unique to UMV systems.

System of Systems. New system architectures designed for interoperability are being developed to integrate multiple platforms into a common mission control element, giving the war-fighter access to a large volume of real-time information. Resolving issues associated with connectivity, knowledge and action consistency, and transfer of control have taken center stage along with traditional Human Factors issues related to information management, information processing, decision aiding, levels of autonomy, command and control, manpower and skills, and training. To be successful, these issues must be addressed during the early stages of systems engineering to ensure proper human-centered development of UMV systems within a system-of-systems architecture.

Artificial Cognition and Cooperative Automation. This section describes a systems engineering framework which facilitates the definition of required automation functions and addresses the need for intelligent automation in order to guide uninhabited military vehicles. This framework is primarily based upon considerations of human performance and cognitive engineering. Taking a general and well accepted model of human cognition as a starting point, the issues of intelligent machine performance in decision-making, human-machine teamwork in a distributed system, and level of automation/system autonomy, in terms of allocation of functions and responsibilities, are discussed at a conceptual depth.

Controls and Displays. As application of automation technology to the UMV domain increases, the potential for unintentional side effects associated with highly automated systems needs to be considered. These include rapid and significant fluctuations in operator workload, loss of situational awareness, lack of perceived reliability, complacency, skill loss, and operator performance decrements. To truly have a human-centered approach when incorporating automation in UMV applications, it is necessary to employ well designed controls and displays – controls that enable efficient task completion and displays that keep the remote operator well-informed. A goal of the interface is to recreate some of the cues available in the world. Indeed, it could be said that the primary goal of the interface should be to reproduce the perceptual cues that are used by the operators in the real environment to perform the task.

Human Automation Integration. To a large extent, operators will interact with UMVs using supervisory control. In addition, UMVs will contain multi-agent associate software that enables adaptive and adjustable automation between the operator and the vehicle. By utilizing dynamic function allocation and various levels of automation, an architecture can be designed to create an efficient team between the operator and the vehicle. Research conducted by NATO team members has already demonstrated the employment of user knowledge acquisition to produce a practical, communicable set of assisted levels (At Call, Advisory, In Support, Direct Support) for variable and adaptive decision support/automation, supporting situational assessment, decision making and action.

Véhicules militaires sans pilote (UMV) : Questions relatives aux facteurs humains liés à l'augmentation des forces

(RTO-TR-HFM-078)

Synthèse

Un certain nombre de nations de l'OTAN utilisent désormais des Véhicules militaires sans pilote (UMV) tout particulièrement pour l'accomplissement de tâches ennuyeuses, salissantes ou dangereuses, dans le but d'augmenter leurs moyens humains. Les questions, liées à l'augmentation des forces, qui concernent l'opérateur humain existent à plusieurs niveaux, parmi lesquels la conception de postes de commande d'UMV individuels, l'interopérabilité des véhicules, et l'intégration d'UMV avec des systèmes pilotés. Les notions d'interface humaine associées à la conception de postes de commande d'UMV individuels garantissent une connaissance de la situation adaptée à la tâche, la limitation des effets indésirables de la lenteur des systèmes, la détermination d'un rapport optimal opérateurs/véhicules, et la fourniture de stratégies de contrôle et d'une présentation d'informations efficaces. L'interopérabilité des UMV nécessite le développement d'une série normative de spécifications/de procédures/d'heuristique de conception de postes de commande, afin de couvrir la gamme des opérateurs/applications potentiels des UMV parmi les services militaires et les nations. Enfin, pour que les UMV réussissent, ils doivent être intégrés avec succès aux systèmes avec pilote, de façon à augmenter la puissance de l'ensemble de la force. Les considérations liées aux facteurs humains en ce domaine incluent la meilleure manière, pour les systèmes pilotés, de collaborer avec les UMV, les questions de déconfliction, et les problèmes de commandement et de contrôle.

Etant donné les progrès actuels des développements technologiques et des concepts opérationnels dans le domaine des UMV, un effort soutenu et combiné de la part des nations de l'OTAN est primordial pour résoudre les problèmes particuliers homme-système associés à l'augmentation des forces existantes à l'aide de ces véhicules. De nouveaux principes pour soutenir l'opérateur dans de tels scénarios, et pour la collaboration entre des opérateurs multiples dans les véhicules, doivent être développés et évalués.

L'objectif de ce rapport est de rassembler des informations pertinentes sur les facteurs qui augmenteront le nombre d'opérations réussies de l'OTAN grâce à l'accroissement effectif des forces par les UMV. En réunissant ces informations en un seul et même rapport, les décideurs et les scientifiques pourront réfléchir aux nombreux facteurs à prendre en considération pour que les opérateurs puissent travailler avec succès avec les UMV. Ces différents facteurs sont examinés dans les chapitres suivants : Scénarios et pertinence militaire, Cadres théoriques, Système de systèmes, Cognition artificielle et automatisation coopérative, Commandes et affichages, et Intégration homme-automatisation. La diversité des sujets illustre le défi que représente l'intégration réussie des UMV dans les forces de l'OTAN.

Les paragraphes ci-dessous décrivent brièvement les facteurs clés nécessaires à une intégration réussie.

Scénarios et pertinence militaire. La guerre moderne nécessite des moyens militaires qui répondent à la menace de forces hostiles conventionnelles et aux défis des conflits asymétriques, où le succès politique et militaire repose sur le choix des objectifs et des moyens de traitement et sur les opérations en fonction des effets. Des questions importantes demeurent quant aux effets réalistes que l'on peut espérer obtenir avec les UMV sur le champ de bataille incertain, ambigu et non linéaire du futur, y compris la manière dont le droit international traitera la guerre robotique dans le futur. Dans la mesure où l'on s'attend à ce que les

technologies des UMV réduisent en fait l'engagement humain pour certaines tâches, il n'est pas évident que les questions de FH justifient une attention soutenue. En conséquence, les raisons de soulever des problèmes de FH doivent être révisées.

Cadres théoriques. Des cadres ont été utilisés pour guider la conception de technologies, de procédures, de systèmes, et de systèmes de systèmes. Les systèmes d'UMV nécessiteront également des cadres théoriques pour renseigner le processus de conception. La plupart des cadres utilisés dans les systèmes pilotés traditionnels peuvent être appliqués aux systèmes sans pilote. Toutefois, revisiter la question des cadres théoriques nous permet de mettre en lumière des aspects de ces cadres qui sont directement applicables à l'optimisation des rapports opérateur/véhicule et de l'interopérabilité des systèmes sans pilote. Au cours de l'étude, nous pouvons aussi découvrir une théorie émergente ou un cadre particulier aux systèmes d'UMV.

Système de systèmes. De nouvelles architectures de systèmes conçues pour l'interopérabilité sont en train d'être développées pour intégrer les plates-formes multiples dans un organe de commande de mission commun, donnant au soldat la possibilité d'accéder à un volume important d'informations en temps réel. La résolution de problèmes liés à la connectivité, la cohérence des connaissances et des actions, et le transfert de commande occupent désormais le devant de la scène, aux côtés des problèmes traditionnels de Facteurs humains relatifs à la gestion et au traitement des informations, à l'aide à la décision, aux niveaux d'autonomie, au commandement et au contrôle, à la main d'œuvre et aux aptitudes, et à la formation. Pour réussir, ces questions doivent être abordées au cours des premiers stades d'ingénierie des systèmes afin de garantir un développement adapté, centré sur l'humain, des systèmes d'UMV au sein d'une architecture de système de systèmes.

Cognition artificielle et automatisation coopérative. Cette section décrit un cadre d'ingénierie de systèmes qui facilite la définition des fonctions d'automatisation requises et aborde la nécessité d'une automatisation intelligente pour guider les véhicules militaires sans pilote. Ce cadre est principalement fondé sur des considérations de performances humaines et d'ingénierie cognitive. En prenant comme point de départ un modèle général et largement admis de cognition humaine, les problèmes de performances des machines intelligentes dans la prise de décisions, le travail d'équipe homme-machine dans un système réparti, et le niveau d'automatisation/d'autonomie du système, en termes d'attribution des fonctions et des responsabilités, sont examinés à un niveau conceptuel.

Commandes et affichages. Avec l'augmentation de l'application de la technologie d'automatisation au domaine des UMV, la possibilité d'effets indésirables non intentionnels liés aux systèmes fortement automatisés doit être prise en compte. Cela comprend les fluctuations rapides et importantes de la charge de travail de l'opérateur, la perte de la connaissance de la situation, l'absence de fiabilité perçue, l'excès de confiance, la perte d'aptitudes, et les diminutions de performances de l'opérateur. Afin d'avoir une approche réellement centrée sur l'humain lors de l'intégration de l'automatisation dans les applications UMV, il est nécessaire d'utiliser des commandes et des affichages bien conçus – des commandes qui permettent l'exécution efficace des tâches, et des affichages qui maintiennent l'opérateur à distance bien informé. L'un des buts de l'interface est de recréer certains des repères disponibles dans le monde réel. En effet, on pourrait dire que l'objectif principal de l'interface devrait être de reproduire les repères sensoriels utilisés par les opérateurs en environnement réel pour l'accomplissement de la tâche.

Intégration homme-automatisation. Dans une large mesure, les opérateurs interagiront avec les UMV en utilisant un dispositif de surveillance. En outre, les UMV comprendront des logiciels associés multi-agents qui permettent l'automatisation adaptative et ajustable entre l'opérateur et le véhicule. Grâce à l'attribution de fonctions dynamiques et à divers niveaux d'automatisation, une architecture peut être conçue en vue de faire de l'opérateur et du véhicule une équipe efficace. Les recherches menées par les membres de l'équipe de l'OTAN ont déjà décrit l'utilisation de l'acquisition de connaissances de l'utilisateur en vue de produire une série pratique, communicable, de niveaux assistés (sur demande, consultatif, en appui, appui direct) pour l'aide à la décision/l'automatisation variables et adaptatives, soutenant l'évaluation de la situation, la prise de décision et l'action.