

Assessment of Intelligent Tutoring Systems Technologies and Opportunities (STO-TR-HFM-237)

Executive Summary

People ... the most critical elements of any military system are well-trained soldiers, sailors, airmen or marines. Present and future military missions conducted by NATO or their member countries will require highly trained individuals and collective teams to perform in extreme environments across a wide variety of task domains. It is critical that NATO exploit every tool and method available to assure a trained and ready military. Traditional classroom training is one method used in most NATO countries, but it is much less effective than one-to-one human tutoring. Ideally, NATO countries would provide tutors for every military member, but it is not practical to provide one-to-one human tutoring in every task domain required by NATO. The NATO Training Group's (NTG) working group on Individual Training and Educational Development (IT&ED) identified substantial instructional efficiencies to be achievable through the use of computer technology. Opportunities identified included both reduced costs and enhanced training effectiveness. However, most of the training effects were limited to memorization, understanding, and application of relatively straightforward facts, concepts, and procedures, and failed to exercise higher level cognitive skills (e.g., problem-solving and decision-making), provided few options to exercise skills in psychomotor domains (e.g., marksmanship), and almost no options to exercise collective or collaborative (social/team) skills.

Recently, Intelligent Tutoring Systems (ITSs) have begun to show equivalent effects to expert human tutors in providing tailored or adaptive learning experiences, but these experiences were primarily in well-defined cognitive domains. Still, the promise of adaptive instruction provided by computers might be a viable training option if the primary challenges could be identified and solutions discovered to enhance and accelerate learning. The recommendation of Research Task Group (RTG) HFM-165 in their final report along with the proposed work plan by HFM Exploratory Team (ET)-120 prompted NATO to charter HFM-237 Research Task Group (RTG) to investigate both existing and emerging ITS technologies and identify opportunities for their use in NATO training. This report summarizes the RTG's work plan and their findings along with chapters on ITS processes and applications. The report is a ready reference of ITS research and technology. The RTG examined the literature and activities in countries within and outside of NATO to discover the background, opportunities, and limits of ITS technologies (tools and methods). Tailoring experiences to individual learners and teams is the key to enhancing learning effect and accelerating the pace of learning.

Review of the literature, current and emerging research, and prototype development identified challenges in four major areas: authoring (development), standardization, data analytics, and adaptive interfaces. ITSs are currently expensive to author and require specialized skills including domain knowledge, instructional design, and computer programming. Emerging technologies are beginning to reduce the authoring burden through automation and enhanced usability. Authoring tools have been used to develop prototype tutors for both psychomotor and collective task domains which are increasing the relevance and ROI for ITS technologies with respect to military training needs. Standards may be another strategy to reduce the cost of ITSs by increasing reuse of ITSs and their components by promoting interoperability between learner models, standardizing instructional strategies, developing common communication protocols, and leveraging existing standards (e.g., experience Application Programming Interface – xAPI) to model

learner competencies in various task domains. The ability to understand and model our learner population, course content, and instructional strategies through data analytics will allow training developers and managers to adapt ITS technologies to optimize learning outcomes. Finally, adaptive interfaces should be dynamic to adapt to the needs of individuals and their varying roles in ITS development, deployment, and evaluation.

Evaluation et opportunités des technologies des systèmes de tutorat intelligents (STO-TR-HFM-237)

Synthèse

Les éléments essentiels de tout système militaire reposent sur des gens bien formés : soldats, marins ou aviateurs. Les missions militaires actuelles et futures menées par l'OTAN ou ses pays membres ont besoin de personnes très entraînées et d'équipes soudées, capables d'intervenir dans des environnements extrêmes et d'accomplir une grande diversité de tâches. Il est fondamental que l'OTAN exploite chaque outil et méthode à sa disposition pour garantir l'entraînement et l'état de préparation de ses militaires. La formation traditionnelle en classe est une méthode employée dans la plupart des pays de l'OTAN, mais elle est beaucoup moins efficace qu'un tutorat humain en tête-à-tête. Dans l'idéal, les pays de l'OTAN fourniraient des tuteurs à chaque membre de leur armée, mais cela n'est pas possible dans tous les domaines d'activité requis par l'OTAN. Le Groupe OTAN d'entraînement (NTG) sur la formation individuelle et le perfectionnement pédagogique (*IT&ED, Individual Training and Educational Development*) a identifié d'importantes améliorations pédagogiques pouvant être obtenues par l'informatique. Les opportunités d'amélioration incluaient à la fois la réduction des coûts et le renforcement de l'efficacité de la formation. Néanmoins, la plupart des effets de la formation se limitaient à la mémorisation, la compréhension et l'application de faits, concepts et procédures relativement simples ; la formation n'est pas parvenue à exercer les compétences cognitives plus complexes (telles que la résolution de problèmes et la prise de décision), proposait peu d'options pour exercer les compétences psychomotrices (par exemple, l'adresse au tir) et presque aucune option pour exercer des compétences collectives ou collaboratives (sociales / en équipe).

Récemment, des systèmes de tutorat intelligent (*ITSs, Intelligent Tutoring Systems*) ont commencé à produire des effets équivalents à ceux de tuteurs humains spécialisés, du point de vue de la pédagogie personnalisée ou adaptative, mais ces expériences concernaient principalement des domaines cognitifs bien définis. Un enseignement adaptatif délivré par des ordinateurs pourrait cependant être une option de formation viable, à condition d'en identifier les principaux obstacles et de trouver des solutions pour faciliter et accélérer l'apprentissage. Dans son rapport final, outre le plan de travail proposé par l'équipe exploratoire ET-120 de la HFM, le groupe de recherche RTG HFM-165 de la Commission HFM, incite l'OTAN à missionner le RTG HFM-237 de la HFM afin d'étudier les technologies ITS existantes et émergentes et à identifier leurs opportunités d'utilisation dans la formation OTAN. Ce rapport résume le plan de travail du RTG et ses conclusions et consacre un chapitre aux processus ITS et un autre à leurs applications. Il constitue un document de référence facilement consultable au sujet des recherches et technologies ITS. Le RTG a examiné la littérature et les activités de pays faisant ou non partie de l'OTAN, afin de découvrir le contexte, les opportunités et les limites des technologies ITS (outils et méthodes). L'adaptation de la formation à chaque individu et à chaque équipe est la clé si l'on veut renforcer l'effet de l'apprentissage et en accélérer le rythme.

La revue de la littérature, des recherches actuelles et émergentes et du développement des prototypes a révélé quatre champs principaux : la conception (développement), la normalisation, l'analyse des données et les interfaces adaptatives. Les ITS sont actuellement coûteuses à concevoir et nécessitent des compétences spécialisées qui incluent la connaissance du domaine, la conception du matériel pédagogique et la programmation informatique. Les technologies émergentes commencent à réduire cette charge de travail à travers l'automatisation et l'amélioration de la convivialité. Les outils de conception servent à développer

des prototypes de tuteurs – tant dans le domaine psychomoteur que celui des tâches collectives – qui améliorent la pertinence et la rentabilité des technologies ITS concernant la formation militaire. Les normes peuvent être une autre stratégie de réduction du coût des ITS, puisqu'elles augmentent la réutilisation des ITS et de leurs composantes : elles favorisent l'interopérabilité entre les modèles d'apprentissage, normalisent les stratégies pédagogiques, développent des protocoles de communication communs et exploitent les normes existantes (par exemple, l'interface applicative d'expérience, xAPI) pour modéliser les compétences des élèves dans divers domaines. La capacité à comprendre et modéliser notre population d'élèves, le contenu des cours et les stratégies pédagogiques, et ce, grâce à l'analyse des données, permettra aux développeurs et aux responsables des formations d'adapter les technologies ITS pour optimiser l'apprentissage. Enfin, les interfaces adaptatives devraient être dynamiques et s'adapter aux besoins des personnes et à leurs rôles variables en ce qui concerne le développement, la mise en place et l'évaluation des ITS.