

Next-Generation NATO Reference Mobility Model (NRMM) Development (STO-AVT-ET-148)

Executive Summary

The NATO Reference Mobility Model (NRMM) is a simulation tool aimed at predicting the capability of a vehicle to move over specified terrain conditions. NRMM was developed and validated by the U.S. Army Tank Automotive Research, Development, and Engineering Center (TARDEC) and Engineer Research and Development Center (ERDC) in the 1960s and '70s, and has been revised and updated throughout the years, resulting in the most recent version, NRMM II. NRMM is traditionally used to facilitate comparisons between vehicle design candidates and to assess the mobility of existing vehicles under specific scenarios.

Although NRMM has proven to be of great practical utility to the NATO forces, when compared to modern modeling tools, it exhibits several inherent limitations. It is based on empirical observations, and therefore extrapolation outside of test conditions is difficult or impossible. It is heavily dependent on *in-situ* soil measurements. Only two-dimensional analysis is possible; lateral vehicle dynamics are not considered. It does not account for vehicle dynamic effects, but instead only considers steady-state conditions. It is specific to wheeled/tracked vehicles. It is not easily implementable within modern vehicle dynamics simulations. It exhibits poor (or poorly understood) inter-operability and inter-scalability with other terramechanics and soil mechanics models.

Exploratory Team 148 was formed to explore the development of a Next-Generation NRMM (NG-NRMM). Theme areas were developed and teams worked on requirements, methodology, tool choices, and input/output needs for a NG-NRMM. Two new areas were also explored that were not part of the original NRMM:

- Stochastics; and
- Intelligent vehicles.

Based on the results of the exploration of tool choices, a benchmarking exercise was also planned to understand the capabilities of the physics-based tools available from software developers.

Through this effort, the goal is to have a mobility model with enhanced capabilities in the following areas:

- Increased flexibility to support operations by assessing the operational mobility of different deployed platforms in different areas of operation and routes; and
- Improved flexibility as a design and procurement support tool through enhanced fidelity and the ability to model current and emerging mobility technologies.

At the conclusion of ET-148, the committee (consisting of 38 persons from 13 Nations) was confident that the time was right to develop an improved vehicle mobility model appropriate to the needs of the NATO Nations. As laid out in this report, the requirements and methodology necessary for developing a NG-NRMM have been well-specified. The follow-on activity, AVT-248, has been approved and will proceed from 2016 to 2018 to develop such a model.

Développement de la nouvelle génération du modèle de mobilité de référence de l'OTAN (NRMM)

(STO-AVT-ET-148)

Synthèse

Le modèle de mobilité de référence de l'OTAN (NRMM) est un outil de simulation visant à prédire la capacité d'un véhicule à se déplacer dans certaines conditions de terrain. Le NRMM a été développé et validé par le Tank Automotive Research, Development and Engineering Center (TARDEC) et l'Engineer Research and Development Center (ERDC) de l'armée des Etats-Unis dans les années 1960 et 1970 et a été révisé et mis à jour au fil du temps, pour donner naissance à la version la plus récente, le NRMM II. Le NRMM sert habituellement à faciliter la comparaison entre les projets de conception de véhicule et à évaluer la mobilité des véhicules existants dans des scénarios particuliers.

Bien que le NRMM ait démontré sa grande utilité pratique pour les forces de l'OTAN, comparé aux outils modernes de modélisation, il présente des limites intrinsèques. Il repose sur des observations empiriques, ce qui rend difficile, voire impossible, l'extrapolation en dehors des conditions d'essai. Le NRMM dépend énormément des mesures de sol effectuées *in situ*. Seule une analyse bidimensionnelle est possible ; la dynamique latérale des véhicules n'est pas prise en considération. Le NRMM ne tient pas compte des effets dynamiques du véhicule, uniquement des conditions à l'état stable. Il ne concerne que les véhicules à roues ou à chenilles. Il n'est pas facile à mettre en œuvre dans une simulation moderne de véhicule. Son interopérabilité et son interextensibilité avec les autres modèles de mécanique des sols sont faibles (ou mal comprises).

L'équipe exploratoire (ET) 148 a été formée pour étudier le développement d'un NRMM de nouvelle génération (NG-NRMM). Des thèmes ont été développés et les équipes ont travaillé aux exigences, à la méthodologie, au choix des outils et aux besoins d'entrée / sortie d'un NG-NRMM. Deux nouveaux domaines ont également été étudiés, qui ne faisaient pas partie du NRMM d'origine :

- La stochastique ; et
- Les véhicules intelligents.

A partir des résultats de l'étude du choix des outils, un exercice d'analyse comparative a été programmé pour comprendre les capacités des outils basés sur les lois de la physique et disponibles auprès des développeurs de logiciels.

L'objectif de ce travail est de disposer d'un modèle de mobilité aux capacités améliorées dans les domaines suivants :

- Plus grande souplesse de soutien des opérations, grâce à l'évaluation de la mobilité opérationnelle des différentes plateformes déployées dans différentes zones d'opération et sur différents trajets ; et
- Plus grande souplesse en tant qu'outil de soutien à la conception et à l'achat, grâce à une meilleure fidélité et à la capacité de modéliser les technologies de mobilité actuelles et émergentes.

A l'issue de l'ET-148, le comité composé de 38 personnes de 13 pays avait acquis la conviction que le moment était venu de développer un modèle amélioré de mobilité des véhicules adapté aux besoins des pays

de l'OTAN. Comme l'indique le présent rapport, les exigences et la méthodologie nécessaires au développement d'un NG-NRMM ont été bien établies. L'activité de suivi, l'AVT-248, a été approuvée et se déroulera de 2016 à 2018 afin de développer un tel modèle.

