

Guidelines for Modelling and Simulation (M&S) Use Risk Identification, Analysis, and Mitigation (STO-TR-MSG-139)

Executive Summary

In September 2014, the North Atlantic Treaty Organization (NATO) Collaboration Support Office (CSO) approved the formation of NATO Modelling and Simulation Group (NMSG) 139, “Modelling and Simulation (M&S) Use Risk Identification and Management” [1]. The major objective of this task group was to define and provide an initial implementation of a roadmap to support the development and deployment of a generic methodology, methods and techniques for M&S use risk identification, and analysis and to balance M&S use risk with resources applied to M&S verification and validation (V&V).

This task group proposed and formalized the M&S Use Risk Methodology (MURM) [2]. The task group analyzed the capability of MURM to balance risk with cost and to provide a means for risk identification and mitigation. In keeping with the rigorous approach utilized in the development of the MURM, MSG-139 initiated its work with a review of the related literature using the information identified and studied during the 2009 literature survey as the starting point [3]. The updated literature search confirmed that the MURM remains relevant to the problem space and that it is more mature than any other methodology. As such, the MURM was selected to be expanded and applied by MSG-139.

In the context of the MURM, M&S use risk is defined as [4]:

The probability that inappropriate application of M&S results for the specific intended use will produce unacceptable consequences to the decision maker.

The approach taken in this work is to translate this definition into mathematical logic used to calculate M&S use risk on a requirement-by-requirement basis. The derivation of the methodology is based on coherent mathematical concepts that minimize unintended bias and establishes an explicit relationship to the V&V process and products. The MURM can be useful at several stages of the M&S development process.

This document reports the results of MSG-139 efforts including the literature survey but focused on the formalization and application of the MURM. Specifically, in Chapter 1, the problem is defined and the rationale for applying the MURM is presented with a short history and overview of the methodology. In Chapter 2, the M&S use risk equation is derived from its semantic definition, and the solution to that equation as represented by a three-dimensional surface across the application space is developed. Chapter 3 presents an example of how the MURM is implemented with recommendations and guidance for practitioners. In Chapter 4, a case study based from an actual application is presented that illustrates the efficacy of the methodology to assess a state of risk on a requirement-by-requirement basis while also demonstrating approaches for tailoring V&V activities to reduce risk for the specific intended use of the M&S. Relevant mathematical proofs and details are provided in the appendices.

Finally, MSG-139 held a four-day MURM Workshop in March 2017 during which an application of the MURM was shared with the participants in preparation for the development of more use cases. The goal of the workshop was to prepare the participants to apply the MURM to use cases within their respective domains. Each application of the methodology and the resulting lessons learned serve to increase the confidence that it can be universally applied with success and utility for the user. Expanding the use of the

MURM to other problems and domains will strengthen the methodology itself and is a pathway to more sophisticated implementation strategies. To that end, MSG-139 recommends continuation of use case development by conducting more workshops and establishing a user group through which the participants can share their experiences.

Lignes directrices d'identification, d'analyse et d'atténuation du risque d'utilisation de la modélisation et simulation (M&S) (STO-TR-MSG-139)

Synthèse

En septembre 2014, le Bureau de soutien à la collaboration scientifique (CSO) de l'Organisation du traité de l'Atlantique Nord (OTAN) a approuvé la formation du Groupe OTAN sur la modélisation et la simulation (NMSG) 139 intitulé « Identification et gestion du risque d'utilisation de la modélisation et simulation (M&S) » [1]. L'objectif principal de ce groupe de travail était de définir et assurer l'application initiale d'une feuille de route afin de soutenir l'élaboration et le déploiement d'une méthodologie, de méthodes et de techniques générales relatives à l'identification et à l'analyse du risque d'utilisation de la M&S et de contrebalancer le risque de M&S par des ressources appliquées à la vérification et la validation (V&V) de la M&S.

Le présent groupe de travail a proposé et formalisé la méthodologie de risque d'utilisation de la M&S (MURM, M&S Use Risk Methodology) [2]. Le groupe a analysé la capacité de la MURM à équilibrer le risque avec le coût et à fournir un moyen d'identification et d'atténuation du risque. Tout en conservant la démarche rigoureuse suivie pendant la mise au point de la MURM, le MSG-139 a commencé par passer en revue la littérature correspondante, à l'aide des informations identifiées et étudiées pendant la revue de littérature de 2009, qui a servi de point de départ [3]. La recherche documentaire actualisée a confirmé que la MURM restait pertinente pour le problème en question et qu'elle était plus mature que toute autre méthodologie. À ce titre, le MSG-139 a choisi de développer la MURM et de l'appliquer.

Dans le contexte de la MURM, le risque d'utilisation de la M&S est défini comme [4] :

La probabilité qu'une application inappropriée des résultats de M&S à l'usage particulier prévu ait des conséquences inacceptables pour le décideur.

La démarche adoptée dans ce travail consiste à traduire cette définition en une logique mathématique servant à calculer le risque d'utilisation de la M&S besoin par besoin. La méthodologie qui en découle s'appuie sur des concepts mathématiques cohérents qui minimisent les biais involontaires. Elle établit une relation explicite avec le processus et les produits de V&V. La MURM peut être utile à plusieurs étapes du processus de développement de la M&S.

Le présent document rapporte les résultats des travaux du MSG-139, y compris la revue de littérature, mais se concentre sur la formalisation et l'application de la MURM. Plus précisément, le chapitre 1 définit le problème et justifie l'application de la MURM avec une brève histoire et une présentation générale de la méthodologie. Le chapitre 2 expose l'équation du risque d'utilisation de la M&S, qui découle de sa définition sémantique, et développe la solution de cette équation, en la représentant par une surface tridimensionnelle dans l'espace applicatif. Le chapitre 3 présente un exemple de mise en œuvre de la MURM, avec des recommandations et des conseils pour les praticiens. Le chapitre 4 expose un cas d'étude tiré d'une application réelle, qui illustre l'efficacité de la méthodologie pour évaluer l'état du risque besoin par besoin, tout en faisant la démonstration de démarches visant à adapter les activités de V&V pour réduire le risque d'utilisation spécifique de la M&S. Les annexes fournissent les preuves mathématiques importantes et les détails.

Enfin, le MSG-139 a organisé un séminaire MURM de quatre jours en mars 2017, pendant lequel une application de la MURM a été présentée aux participants, en vue du développement d'autres cas d'utilisation. Le but du séminaire était de préparer les participants à appliquer la MURM à des cas d'utilisation dans leurs domaines respectifs. Chaque application de la méthodologie et les leçons qui en ont été tirées renforcent la certitude que la MURM peut être universellement appliquée avec succès et de manière utile à l'utilisateur. L'élargissement de l'utilisation de la MURM à d'autres problèmes et domaines raffermira la méthodologie en elle-même et ouvre la voie à des stratégies de mise en œuvre plus sophistiquées. À cette fin, le MSG-139 recommande de poursuivre l'élaboration de cas d'utilisation en réalisant d'autres séminaires et en mettant en place un groupe d'utilisateurs, à travers lequel les participants pourront partager leur expérience.