

3D Modelling of Urban Terrain

(RTO-TR-SET-118)

Executive Summary

Modelling the geometric and physical properties of 3D urban terrain represents a significant opportunity to enhance the generation of the Common Relevant Operational Picture (CROP). Such modelling can support visualization, which in turn enhances the user's situational awareness in complex urban scenarios. Of equal and increasing significance are inputs to non-visualization tasks such as line-of-sight determination, mission planning, change detection, sensor network capability assessment, threat analysis and the calculation of acoustic, chemical and EM propagation.

The Research Task Group (RTG) "3D Modelling of Urban Terrain" was formed to study various representation forms for objects in urban terrain, to inspect procedures for automatic scene reconstructions by exploiting the data of modern sensors, and to discuss potential assessment metrics and criteria. By doing so, the group identified and clarified several conceptual misunderstandings which result from the colloquial use of scientific terms.

For the discussion of the relevance of 3D models, military applications have been itemized and discussed which benefit from the existence of 3D information. 3D point clouds have been identified as the most important intermediate result or representation. Therefore, a review of different sensors and sensing techniques that can be used to collect 3D point clouds is provided. The technologies under investigation cover both active and passive sensors, including flash laser, video, and Interferometric SAR (InSAR). Methods for geo-referencing and co-registration of different point clouds or models are presented.

For the modelling and the automatic 3D model instantiation, i.e. the scene reconstruction, the concepts and requirements are discussed along with the corresponding representation forms. For military applications this implies the capability of timely processing large data set, to update and augment existing models, and to provide multi-scale representations. During its three year activity, the group compiled and pooled data sets for benchmarking and investigations on different data sources. Workflows have been established applying state-of-the-art algorithms, e.g. starting with pre-processing by waveform analysis, surface reconstruction by the assimilation of sensed points, and scene interpretation by classification.

Last but not least, the group collected, developed and studied various metrics and evaluation criteria for the specification of the accuracy of scene representation at hand. Human-goal-based metrics were developed for potential quantitative assessment in the future.

Modélisation 3D de milieu urbain

(RTO-TR-SET-118)

Synthèse

La modélisation des propriétés géométriques et physiques de milieu urbain représente une opportunité significative d'améliorer la génération de la présentation de la situation opérationnelle valide (CROP). Les modèles générés peuvent permettre la visualisation et servir à améliorer la connaissance de la situation par l'utilisateur dans des scénarios urbains complexes. Ces modèles peuvent également être utilisés pour supporter des tâches n'impliquant pas de visualisation telles que le calcul de ligne de visée, la planification de mission, la détection de changements, l'évaluation des performances de réseaux de capteurs, l'analyse de la menace et le calcul de la propagation acoustique, chimique et électromagnétique.

Le groupe de travail de la RTO (RTG) « Modélisation 3D de milieu urbain » a été mis sur pied afin d'étudier différentes façons de représenter les objets en milieu urbain, d'évaluer les méthodes utilisant des données provenant de capteurs modernes pour la reconstruction automatique de scène et de discuter des critères et mesures d'évaluation potentiels. De ce fait, le groupe a identifié et clarifié plusieurs conceptions erronées qui sont dues à l'utilisation familière de termes scientifiques.

La nécessité des modèles 3D a été abordée en énumérant et en décrivant les applications militaires qui bénéficient de l'existence d'information 3D. Les nuages de points 3D ont été identifiés comme étant le résultat intermédiaire (représentation) le plus important. Ainsi, une revue des différents types de capteurs et techniques qui peuvent être utilisés pour faire l'acquisition de nuages de points est présentée. Les technologies à l'étude comprennent les capteurs actifs et passifs, incluant le laser flash, la vidéo et le radar interférométrique à ouverture synthétique (InSAR). Des méthodes permettant de géoréférencer et de mettre en registre différents nuages de points ou modèles sont aussi présentées.

Les concepts et conditions requises ainsi que les types de représentation inhérents à la modélisation et à la génération automatique de modèles 3D (reconstruction de scène) sont décrits. Pour les applications militaires, cela inclut la capacité de traiter rapidement des ensembles de données volumineux, la mise à jour et l'ajout d'informations aux modèles existants et la génération de représentations multi-échelle. Durant ses trois ans d'activité, le groupe a compilé et rassemblé des ensembles de données pour être en mesure de conduire des tests de performance et d'effectuer des expérimentations en utilisant différentes sources de données. Des procédures de traitement utilisant des algorithmes de pointe ont été établies, par exemple en commençant par le pré-traitement par analyse de forme d'onde, la reconstruction de surface par assimilation des points acquis et l'interprétation de scène par classification.

Enfin, le groupe a rassemblé, développé et étudié différents critères et mesures d'évaluation pour l'identification de la précision des représentations de scène. Des mesures basées sur les besoins-utilisateur ont été développées pour permettre d'effectuer une potentielle évaluation quantitative dans le futur.