

Heterogeneous Tactical Networks – Improving Connectivity and Network Efficiency

(STO-TR-IST-124-PART-I)

Executive Summary

Collection and sharing of information as well as command and control are essential parts of all military operations. Establishing a flexible communication network that can adapt to the specific requirements for each operation is one of the key requirements to provide the necessary information flow in current and future military operations. There are ongoing activities to provide flexible coalition networks for fixed network infrastructures and to some extent for semi-mobile deployed networks e.g., the Federated Mission Networking (FMN). However no clear guidelines currently exist on how to deploy efficient well-connected heterogeneous tactical radio networks. This greatly hinders information sharing at the lower tactical level. This report presents studies that have been done by IST-124 in order to increase the understanding and provide some recommendations of how to build interoperable heterogeneous mobile radio networks at the tactical edge. The purpose is to find methods to best utilize the mobile networks that are brought to an operation by different coalition partners. The report covers three broad topics:

- 1) Description of a scenario and implementation of a cloud-like testbed environment to evaluate different technological solutions related to the scenario. The testbed is a show case for improving the efficiency of international research collaboration on Information and communication technology. The scenario and the testbed serves a similar purpose as a Collaborative Demonstration of Technology (CDT) to do collaborative scenario based analysis of different technologies, but with a much lower cost than CDT. Exploitation of emulation technologies can speed-up the time from early research results until solutions are ready to be tested for standardization. Tools and scripts to build the testbed environment are made publicly available.
- 2) Description and analysis of architectures and mechanisms to provide end to end connections across different mobile networks. The report compares different routing architectures and proposes a hybrid architecture. A central observation is that there is a need for different mechanisms that the network planner can choose from in order to get the necessary performance for different type of operations. Necessary information exchange interfaces in order to ensure interoperability between the mechanisms has been identified, and the scalability of different protocols has been studied. We provide an overview of different security architectures and discuss the consequence of the choice of security architecture on the efficiency of the routing architecture and propose a target security architecture.
- 3) Guidelines and mechanisms to best prioritize and utilize scarce network resources. Monitoring of three states of network health (normal, reduced, last effort) is proposed to Improve Resource Management (RM) and Quality of Service (QoS) in the network. The different network states will need its own set or subset of mechanisms. We also recommend choosing a single network layer to implement a QoS or RM mechanism as this reduces the risk for no-cooperating mechanisms at different layers that might degrade performance. For RM and QoS to perform well, a notion of the Value of Information (VoI) must be available. The VoI can change over time, and RM/QoS needs to adapt to these changes.

Our effort to better understand the challenges involved when establishing mobile heterogeneous coalition networks at the tactical edge will help NATO nations to evolve/procure network equipment that can be

interoperable. The results from IST-124 are timely. It is expected that FMN will start including different aspects of mobile tactical networks from Spiral 4 and onwards. The results of IST-124 can be important input to the relevant FMN syndicates.

Réseaux tactiques hétérogènes : amélioration de la connectivité et de l'efficacité du réseau

(STO-TR-IST-124-PART-I)

Synthèse

La collecte et le partage d'informations ainsi que le commandement et le contrôle sont des éléments essentiels de toutes les opérations militaires. L'établissement d'un réseau de communication flexible, capable de s'adapter aux exigences spécifiques de chaque opération, est l'une des conditions essentielles pour assurer la circulation de l'information nécessaire aux opérations militaires actuelles et futures. Des activités sont en cours pour fournir des réseaux de coalition flexibles pour des infrastructures de réseaux fixes et, dans une certaine mesure, pour les réseaux déployés semi-mobiles, par exemple le réseau de mission fédéré (*Federated Mission Networking – FMN*). Cependant, il n'existe actuellement aucune directive claire sur la manière de déployer des réseaux radio tactiques hétérogènes efficaces et bien connectés. Cela entrave considérablement le partage d'informations au niveau tactique inférieur. Ce rapport présente les études conduites par IST-124 dans le but d'améliorer la compréhension et de formuler des recommandations sur la manière de construire des réseaux de radio mobile hétérogènes interopérables au niveau tactique. La finalité est de trouver des méthodes pour utiliser au mieux les réseaux de téléphonie mobile mis à contribution par différents partenaires d'une coalition. Le rapport couvre trois grands thèmes :

- 1) Description d'un scénario et mise en œuvre d'un environnement de banc d'essai de type cloud pour évaluer différentes solutions technologiques liées au scénario. Le banc d'essai est un exemple concret d'amélioration de l'efficacité de la collaboration internationale en matière de recherche sur les technologies de l'information et de la communication. Le scénario et le banc d'essai remplissent un objectif similaire à la démonstration collaborative de technologie (*Collaborative Demonstration of Technology – CDT*) pour effectuer une analyse collaborative basée sur des scénarios de différentes technologies, mais à un coût bien inférieur à celui de la CDT. L'exploitation des technologies d'émulation peut accélérer le temps écoulé depuis les premiers résultats de la recherche jusqu'à ce que les solutions soient prêtes à être testées en vue de leur normalisation. Les outils et les scripts qui permettent de construire l'environnement de test sont mis à la disposition du public.
- 2) Description et analyse des architectures et des mécanismes permettant de fournir des connexions de bout en bout sur différents réseaux de téléphonie mobile. Le rapport compare différentes architectures de routage et propose une architecture hybride. Une observation centrale est qu'il existe un besoin pour différents mécanismes parmi lesquels le planificateur de réseau peut choisir afin d'obtenir les performances nécessaires pour différents types d'opérations. Les interfaces nécessaires à l'échange d'informations afin de garantir l'interopérabilité entre les mécanismes ont été identifiées et l'évolutivité de différents protocoles a été étudiée. Nous fournissons une vue d'ensemble des différentes architectures de sécurité et discutons des conséquences du choix de l'architecture de sécurité sur l'efficacité de l'architecture de routage et proposons une architecture de sécurité cible.
- 3) Lignes directrices et mécanismes pour prioriser et exploiter au mieux les ressources en réseau rares. Il est proposé de surveiller trois états de l'état du réseau (normal, réduit, dernier effort) afin d'améliorer la gestion des ressources (*Resource Management – RM*) et la qualité de service du réseau (*Quality of Service – QoS*). Les différents états du réseau auront besoin de leur propre ensemble ou sous-ensemble de mécanismes. Nous recommandons également de choisir une seule

couche réseau pour mettre en œuvre un mécanisme de QoS et de RM, car cela réduit le risque de non-coopération de plusieurs couches susceptible de dégrader les performances. Pour que la RM et la QoS soient performants, une notion de la valeur de l'information (VoI) doit être disponible. La VoI peut changer au fil du temps et la RM et la QoS doivent s'adapter à ces changements.

Nos efforts pour mieux comprendre les défis posés par la mise en place de réseaux de coalition hétérogènes mobiles au niveau tactique aideront les pays de l'OTAN à développer/à se procurer des équipements de réseau pouvant être interopérables. Les résultats de IST-124 arrivent en temps opportun. La FMN devrait commencer à inclure différents aspects des réseaux tactiques mobiles à partir de Spiral 4. Les résultats de IST-124 peuvent constituer un apport important pour les syndicats de FMN concernés.