

Cognitive Radar

(STO-TR-SET-227)

Executive Summary

For NATO's military and peacekeeping operations radar is used in virtually all applications, including air defence, weapon locating, surveillance, reconnaissance and target acquisition. Radar systems are able to function during day and night, have relative immunity to weather, and can even provide over the horizon coverage. They can provide high-resolution imagery, detect, localize and track targets at all ranges. The emerging theme of cognitive radar sensing has roots in mammalian cognition. It embraces both the "perception-action cycle" and the more explicit generation and exploitation of memories. Applying the ideas of cognition to radar has the potential to usher in a new era of sensing, not just improving the performance of existing radar systems but opening up whole new capability areas. Cognition is ubiquitous and can be applied to all radar systems. Potential benefits include sensitivity enhancements to improved tracking, sensing for autonomous guidance and navigation, and many more.

The objectives of this Task Group have been to develop and conduct experiments and theoretical investigations to illustrate the benefits and challenges of enabling cognition-based capabilities in radar systems. Several of the participating groups have conducted experiments on cognitive, and the co-operation afforded by the task group has allowed ideas, experiences and results to be shared. At the outset of this study there had been little or no experimental work to demonstrate cognitive behaviour in a practical way. The work has been able to demonstrate true cognitive behaviour in a radar sensor. However, the work has also highlighted the difficulty of experimental work on cognitive sensing, and there is much more to be done.

The work has reviewed the different concepts and definitions in the literature and highlighted that a true cognitive system should incorporate *learning*, so that faced with a dynamically-changing target scene it will do better a second time. Nevertheless, some workers argue that the term 'fully adaptive radar' is more appropriate, since 'cognitive radar' almost promises too much.

The experimental work of the task group will undoubtedly continue beyond the time limit of this Task Group, since strong links have been forged. It is recommended that a further NATO Task Group be initiated on the subject of Cognitive Radar Networks. The radars of the future are likely to be distributed, intelligent and spectrally-efficient, so the extension of cognitive techniques to distributed sensing is a natural way forward. However, the means of resource management of a distributed network of this kind (and, indeed, the Position, Navigation and Timing (PNT) – especially in a GPS-denied environment, and the means of exchanging information between the nodes of such a network) still need to be fully understood and developed. The experimental work that has been undertaken in this Task Group can be extended to distributed sensing networks.

Radar cognitif

(STO-TR-SET-227)

Synthèse

Les opérations militaires et de maintien de la paix de l'OTAN utilisent théoriquement des radars dans toutes leurs applications, ce qui inclut la défense aérienne, la localisation des armes, la surveillance, la reconnaissance et l'acquisition d'objectifs. Les systèmes radars sont capables de fonctionner de jour comme de nuit, sont relativement immunisés contre les conditions météorologiques et peuvent même assurer une couverture au-delà de l'horizon. Ils peuvent fournir une imagerie à haute résolution, détecter, localiser et suivre les objectifs à toutes les distances. Le thème émergent de la détection par radar cognitif s'enracine dans la cognition des mammifères. Il englobe à la fois le « cycle de perception-action » et la production et l'exploitation plus explicite de souvenirs. L'application des idées de cognition au radar pourrait inaugurer une nouvelle ère de la détection, non seulement en améliorant les performances des systèmes radars existants, mais en ouvrant de tout nouveaux domaines de capacité. La cognition est omniprésente et peut être appliquée à tous les systèmes radars. Les avantages potentiels sont notamment l'amélioration du suivi par le renforcement de la sensibilité et la détection pour le guidage et la navigation autonomes, parmi tant d'autres.

Les objectifs de ce groupe de travail étaient d'élaborer et de mener des expériences et des investigations théoriques pour illustrer les avantages et les défis de la mise en place de capacités fondées sur la cognition dans les systèmes radars. Plusieurs groupes participants ont réalisé des expériences sur la cognition ; la coopération offerte par le groupe de travail a permis le partage des idées, des expériences et des résultats. Au début de cette étude, il n'existait pas ou peu de travaux expérimentaux pour démontrer le comportement cognitif en pratique. Les travaux réalisés ont fait la démonstration du comportement cognitif réel d'un capteur radar. Cependant, ils ont également mis en lumière la difficulté du travail expérimental sur la détection cognitive et il reste beaucoup à faire.

Les travaux ont passé en revue les différents concepts et définitions de la littérature et souligné qu'un véritable système cognitif devait incorporer l'apprentissage, afin que, confronté à une scène d'intérêt qui change dynamiquement, il fasse mieux la deuxième fois. Toutefois, certains chercheurs avancent que l'expression « radar entièrement adaptatif » est plus appropriée, car l'expression « radar cognitif » est presque trop prometteuse.

Les expériences du groupe de travail se poursuivront sans aucun doute après la fin de ce groupe de travail, car des liens solides ont été forgés. Il est recommandé de créer un autre groupe de travail de l'OTAN au sujet des réseaux de radars cognitifs. Les radars du futur seront probablement répartis, intelligents et efficaces sur le plan du spectre, de sorte que l'élargissement des techniques cognitives à la détection répartie va de soi. Néanmoins, il faut encore comprendre en détail et développer les moyens de gestion des ressources d'un réseau réparti de ce type et, en réalité, le positionnement, la navigation et la référence temporelle (PNT) – notamment dans un environnement où le GPS est bloqué – ainsi que les moyens d'échange d'informations entre les nœuds d'un tel réseau. Les expériences entreprises dans ce groupe de travail peuvent être étendues aux réseaux de détection répartis.