

Radar Spectrum Engineering and Management

(STO-TR-SET-182)

Executive Summary

The Radio-Frequency (RF) electromagnetic spectrum, extending from below 1 MHz to above 100 GHz, represents a precious resource. It is used for a wide range of purposes, including communications, radio and television broadcasting, radio navigation, and sensing. Radar represents a fundamentally important use of the Electromagnetic (EM) spectrum, in applications which include air traffic control, geophysical monitoring of Earth resources from space, automotive safety, severe weather tracking, and surveillance for defence and security. Nearly all services have a need for greater bandwidth, which means that there will be ever-greater competition for this finite resource. The objective of this Task Group has been to develop experiments and models that exploit transmitter, receiver, and waveform designs toward more optimal spectrum use.

Cognitive radar represents a potentially very significant set of techniques in spectrum engineering. Some would argue that there is much to be gained from a scheme which intelligently allocates spectrum occupancy as a function of all of these variables. However, a clear and universally-agreed definition of cognitive radar, and an understanding of its potential military benefits, does not yet exist.

As well as technical approaches to spectrum engineering, the regulatory issues need to be considered. There is a pressing need for a more intelligent approach to regulation, in which the degree of interference of one kind of signal with another is understood in a quantitative manner, via models which are supported by experimental measurements, and the regulations framed accordingly.

General research areas that need to be addressed in subsequent SET activities include:

- 1) The design of efficient power amplifiers to provide improved spectral purity;
- 2) Adaptable transmit filters and antenna technology for active arrays that more completely integrate EM theory and signal processing;
- 3) Adaptive/cognitive waveform design for spatial/spectral interference avoidance on transmit;
- 4) Optimization of radar emissions accounting for non-ideal/non-linear aspects of the transmitter;
- 5) Development of radar emission structures that induce minimal interference to commercial users in adjacent spectral bands; and
- 6) Innovative receiver designs supporting digital signal processing for in-band reception and adjacent-band interference rejection.

Furthermore, the SET-182 team strongly recommends the following:

- Communication and military governing bodies need to ensure more collaboration.
- NATO Nations should identify and allocate significant funding for spectrum R&D.
- NATO governing organizations for radar and military should take a greater role in helping the wireless community develop systems and standards that are robust to radar emissions.
- Acquisition program managers for military systems must have greater involvement in radar spectrum management. If collaboration and interaction is to become a reality, their heavy involvement is a necessity.

-
- The wireless community and the policy makers need a better understanding of radar requirements and how the operation of wireless can adversely affect radar.

Finally, the RTG has built upon the work of the SET-066 Task Group on “Frequency Sharing Between Communication and Radar Systems”, whose report was not ultimately published; however, a short summary of that report is provided as Annex C to this report.

Ingénierie et gestion du spectre radar

(STO-TR-SET-182)

Synthèse

Le spectre électromagnétique des radiofréquences (RF), compris entre moins de 1 MHz et plus de 100 GHz, est une ressource précieuse, employée à de très nombreuses fins, notamment les communications, la diffusion radio et télévisuelle, la radionavigation et la détection. Le radar représente un usage capital du spectre électromagnétique (EM), dans des applications qui incluent le contrôle de la circulation aérienne, le suivi géophysique des ressources terrestres depuis l'espace, la sécurité automobile, le suivi des phénomènes météorologiques violents et la surveillance en vue de la défense et de la sécurité. Presque tous les services ont besoin d'une bande passante plus large, ce qui signifie que la compétition ira croissant pour cette ressource finie. L'objectif de ce groupe de travail était d'élaborer des expériences et des modèles exploitant la conception des émetteurs, récepteurs et formes d'ondes de manière à optimiser l'utilisation du spectre.

Le radar cognitif constitue un ensemble potentiellement très important de techniques d'ingénierie du spectre. Certains assurent qu'il y a beaucoup à gagner à un programme qui attribue intelligemment l'occupation spectrale en fonction de toutes ces variables. Cependant, il n'existe pas encore de définition claire et universellement acceptée du radar cognitif, ni de ses avantages militaires potentiels.

Outre les approches techniques de l'ingénierie du spectre, les questions réglementaires doivent également être considérées. Il est urgent de disposer d'une approche plus intelligente de la régulation, qui envisage de manière quantitative le niveau d'interférence d'un type de signal avec un autre, au moyen de modèles étayés par des mesures expérimentales.

Les domaines de recherche générale qui doivent être traités dans les activités ultérieures du SET sont les suivants :

- 1) Conception d'amplificateurs de puissance efficaces pour améliorer la pureté spectrale ;
- 2) Filtres d'émission adaptables et technologie d'antenne en vue de réseaux actifs intégrant plus complètement la théorie EM et le traitement des signaux ;
- 3) Conception d'une forme d'onde adaptative / cognitive pour éviter les interférences spatiales / spectrales avec l'émission ;
- 4) Optimisation des émissions radar pour prendre en compte les aspects non idéaux / non linéaires de l'émetteur ;
- 5) Développement de structures d'émission radar qui induisent une interférence minimale avec les usagers commerciaux des bandes spectrales adjacentes ; et
- 6) Conceptions innovantes de récepteurs prenant en charge le traitement du signal numérique pour la réception dans la bande et le rejet des bruits des bandes adjacentes.

En outre, l'équipe du SET-182 recommande fortement ce qui suit :

- Plus de collaboration entre les instances dirigeantes des communications et des armées.
- L'affectation de plus de ressources financières au profit de la recherche et du développement relatifs à la gestion du spectre des fréquences par les pays de l'OTAN.

- Les organisations de gouvernance de l'OTAN pour les radars et les communications militaires devraient aider davantage la communauté du sans fil à élaborer des systèmes et des normes adaptés aux émissions radar.
- Les responsables des programmes d'acquisition pour les systèmes militaires doivent s'impliquer davantage dans la gestion du spectre radar si l'on veut que la collaboration et l'interaction deviennent une réalité.
- La communauté sans fil et les décideurs ont besoin de mieux comprendre les exigences des radars et la manière dont le fonctionnement du sans fil peut nuire aux radars.

Enfin, le RTG s'est appuyé sur les travaux du SET-066 relatif au « Partage des fréquences entre les systèmes de communication et les systèmes radar », dont le rapport n'a finalement pas été publié. Un court résumé de ce rapport est cependant inséré ici en tant qu'annexe C.