
Advanced Radar Signal and Data Processing

(RTO-EN-SET-086)

Executive Summary

Radar is an important sensor characterized by day/night all-weather operation capability. A key-feature of radar is the ability of reconnaissance, surveillance of a wide area with target acquisition (RSTA). In addition it offers the potential of moving target detection via Doppler discrimination, and target classification via imaging (SAR or ISAR) or polarimetric and other techniques. New developments in radar technology have improved the performance on several fields, e.g. electronic countermeasures (ECM). This terrain has been addressed with adaptive processing, low side lobe antennas, and main lobe cancellation techniques. The increasing capabilities of coherent, programmable sources, digital signal processing, and computing have allowed implementation of hardware and algorithms for improving the overall performance. Low frequency foliage penetration (FOPEN) systems take advantage of programmable sources to reduce interference to other electronic equipment in the VHF and UHF bands. Advanced signal processing and capable computers are key in FOPEN SAR, UWB target detection and recognition, bistatic systems for counter-stealth, and STAP for MTI in moving radar platforms. Advances in target recognition remain key for reduction of fratricide. This improvement has been provided by increased microwave and digital-processing components.

This lecture series gives comprehensive overview of the broad field of advanced radar systems, signal and data processing. The series starts with a lecture by U. Nickel in which the basic and fundamental of signal processing for phased array radar and their problems with grating lobes, ambiguities, and angle estimation for instance. The lecture “Advanced target tracking techniques” by W. Koch gives a short introduction to the principle of target tracking and several approaches are discussed for sequential track extraction and for phased-array radars. In the third lecture P. Berens gives an introduction to the synthetic aperture radar (SAR). T. Johnsen provides an overview of bi- and multistatic radar and their associated problems like synchronization, timing, and signal processing. The second lecture of U. Nickel focuses on the problem of adaptive array signal processing and provides the fundamental understanding for the next two lectures. The focus of these lectures, presented by W. Bürger, is on space-time adaptive processing. In his second lecture P. Berens continues with the topic of the synthetic aperture radar and expands the presented techniques to wideband SAR and multichannel SAR/MTI systems. W. Koch’s second paper focuses on sensor data and information fusion, which is essential to extract key-information for the final judgement using several sensors. In summery, this Lecture Series presents a unique overview of the state of the art of advanced radar and the associated signal and data processing research. It offers a variety of material for all those being involved in this scientific area, e.g. students, university teachers, researchers, industrial system designers, and military users.

The material in this publication was assembled to support a Lecture Series under the sponsorship of the Sensor and Electronics Technology Panel (SET) and the Consultant and Exchange Programme of RTO presented on 23-24 June in Lisbon, Portugal, on 27-28 June in Wachtberg, Germany and on 30 June-01 July in Vilnius, Lithuania.

Le traitement avancé du signal et des données radar

(RTO-EN-SET-086)

Synthèse

Le radar est un capteur important, caractérisé par ses possibilités d'exploitation jour/nuit tous temps. L'une des caractéristiques clés du radar est sa capacité de reconnaissance et de surveillance d'une zone étendue avec reconnaissance, surveillance et acquisition d'objectif (RSTA). En outre, il offre la possibilité de détection de cibles mobiles par discrimination Doppler, ainsi que la classification des cibles soit par l'imagerie (SAR et ISAR) soit par la polarimétrie, soit par d'autres techniques. De nouveaux développements dans les technologies du radar ont permis d'améliorer les performances dans plusieurs domaines, par exemple les contremesures électroniques (ECM). Ce sujet a été examiné, ainsi que ceux du traitement adaptatif, des antennes à rayonnement latéral réduit, et des techniques de suppression des lobes principaux. Les possibilités accrues offertes par des sources programmables cohérentes, le traitement du signal numérique et l'informatique ont permis la mise en œuvre de matériel et d'algorithmes pour l'amélioration des performances globales. Les systèmes basse fréquence de pénétration du feuillage (FOPEN) tirent parti de sources programmables pour réduire l'interférence avec d'autre matériel électronique fonctionnant dans les bandes VHF et UHF. Il est essentiel de disposer d'ordinateurs adéquats et de moyens avancés de traitement du signal pour FOPEN, SAR, et la détection et la reconnaissance des cibles UWB. De même, des systèmes bistatiques sont demandés pour la contre furtivité, et le STAP est essentiel pour assurer des capacités MTI sur les plates-formes radar mobiles. La diminution du fratricide dépend toujours d'avancées dans le domaine de la reconnaissance des cibles. Cette amélioration a été obtenue grâce à la multiplication de composants hyperfréquence et de composants destinés au traitement numérique.

Ce Cycle de conférences donne un aperçu très complet du grand domaine des systèmes radar avancés, du traitement du signal et des données. La conférence a débuté par une communication présentée par U. Nickel portant sur les principes du traitement du signal pour les systèmes radar à balayage électronique, ainsi que les problèmes posés par les lobes de réticule, les ambiguïtés, et l'estimation d'angle, par exemple. La communication "Techniques avancées de poursuite de cibles" par W. Koch présente une introduction aux principes de la poursuite des cibles et examine différentes approches de la question y compris l'extraction séquentielle des plots et les radars à balayage électronique. La troisième communication, de P. Berens fournit une introduction aux radars à ouverture synthétique (SAR). T. Johnsen donne un aperçu des radars bistatiques et multistatiques, avec leurs problèmes associés, tels que la synchronisation, le cadencement et le traitement du signal. Dans sa deuxième communication, U. Nickel met l'accent sur le problème du traitement du signal des réseaux d'antennes adaptatives. Il présente ainsi les connaissances nécessaires à la compréhension des deux communications suivantes. Le sujet de ces communications, présentées par W. Burger, est le traitement spatio-temporel adaptatif. Dans sa deuxième présentation, P. Berens reprend le sujet des radars à ouverture synthétique en élargissant le domaine des techniques présentées pour inclure les systèmes SAR à large bande et les systèmes SAR/MTI multivoie. La deuxième communication de W. Koch est axée sur la fusion des données capteurs et des informations, qui est essentiel pour permettre l'extraction des informations clés pour la décision finale en cas d'utilisation de plusieurs capteurs. Ce Cycle de conférences donne un aperçu très complet du grand domaine des systèmes radar avancés, du traitement du signal et des données. Il propose un éventail de sujets susceptibles d'intéresser tous ceux qui travaillent dans ce domaine scientifique, par exemple des étudiants, des chercheurs, des concepteurs de systèmes industriels, et des militaires.

Les textes contenus dans cette publication constituent le programme d'un Cycle de conférences organisé par la Commission sur la technologie des capteurs et des dispositifs électroniques (SET), sous l'égide du Programme des consultants et des échanges de la RTO, et présenté les 27 et 28 juin à Wachtberg, en Allemagne, ainsi qu'à Vilnius, en Lituanie du 30 juin au 1er juillet.