

A Study on High-Resolution Direction-of-Arrival
Estimation Algorithms for Array Antenna Systems

February 2017

Hiroataka Hayashi

主 論 文 要 旨

報告番号	Ⓐ 乙 第	号	氏 名	林 寛貴
主 論 文 題 目： A Study on High-Resolution Direction-of-Arrival Estimation Algorithms for Array Antenna Systems (アレイアンテナを用いた高分解能到来方向推定に関する研究)				
(内容の要旨) 近年、通信デバイス等の普及に伴うアレイアンテナ利用の広がりを背景に、アレイアンテナを用いた到来方向推定は高い関心を集めており、推定精度の向上に関する研究だけでなく、アレイ自由度の向上に関する研究や信号処理負荷の低減に関する研究など、各種テーマについて多くの研究成果が報告されている。一方、より複雑化する電波環境下での到来方向推定の困難さから、現在でもアレイアンテナを用いた到来方向推定の更なる性能向上が求められている。 本論文ではアレイアンテナを用いた電波の到来方向推定の向上を主題とし、優れた到来方向推定性能を実現する新たな手法を提案するとともに、計算機シミュレーションによりその有効性を示す。以下に本論文の構成を示す。 第1章では、本研究の背景、目的および位置付けを詳述する。 第2章では、本論文に関連するアレイアンテナを用いた電波の到来方向推定技術について、これまでに報告されている参照すべき主要な手法について概観するとともに、本論文の基礎となる各種信号処理手法やその原理について説明する。 第3章では、時空間仮想アレイを用いた新たな到来方向推定技術として、適応的パルス繰り返し周期コントロールを適用した時空間仮想アレイ形成による到来方向推定手法を提案する。従来法では電波放射源の運動により推定精度が変化するという欠点をもっていたところ、提案法では電波放射源の運動に依存せず時空間仮想アレイが形成できるため、その欠点を改善することができる。計算機シミュレーションにより、提案法が電波放射源の運動に依存せず安定して高精度に到来方向を推定できることを示す。 第4章では、アレイアンテナを用いた新たな広帯域信号の到来方向推定として、Weighted Squared TOPS (WS-TOPS) を提案する。WS-TOPS は基準となる Squared TOPS に対して、加重周波数合成手法と新たな直交検定行列生成手法を組み合わせた方式である。前章と同様、計算機シミュレーションにより、提案法が従来法に比べ優れた到来方向推定精度及び到来信号の分離性能を実現できることを示す。 第5章では、第4章で説明した WS-TOPS の計算負荷の低減法について提案する。WS-TOPS は、優れた到来方向推定精度が得られる一方で高い計算負荷が欠点として挙げられる。本章で提案する手法は、WS-TOPS で行う直交検定の演算量を効率的に削減することで、一定程度の到来方向推定精度を維持しつつ、計算負荷の低減を実現する。前章と同様、計算機シミュレーションによりその有効性を示す。 第6章は、結論であり、本論文の内容および成果を総括する。				

SUMMARY OF Ph.D. DISSERTATION

School School of Science for Open and Environmental Systems	Student Identification Number	SURNAME, First name HAYASHI, Hirotaka
Title A Study on High-Resolution Direction-of-Arrival Estimation Algorithms for Array Antenna Systems		
Abstract <p>Direction-of-Arrival (DOA) estimation methods with array antenna have received a significant amount of attention for the decades. Many researches on DOA estimation have been published and deeply investigated from various perspectives, e.g. improving the DOA estimation accuracy, increasing degree-of-freedom (DOF), dealing with coherent signal sources, and reducing computational complexity. Based on the fact that widespread applications of array antennas and difficulty of obtaining an optimum estimator under the complicated and time-varying radio environments, further improvement of DOA estimation methods for array antenna is required.</p> <p>This dissertation focuses on DOA estimation of incoming signals sources using array antenna. In particular, we propose two DOA estimation algorithms: The first one is DOA estimation method by using temporal spatial virtual array. The second one is the DOA estimation method for wideband signal sources. The effectiveness of the proposed methods is shown by numerical simulations. The outline of this dissertation is as follows.</p> <p>Chapter 2 deals with related works and fundamental technologies of this dissertation. Some DOA estimation methods related to this dissertation are introduced in this section. We also show basic and principle techniques of processing for DOA estimation as fundamental technologies.</p> <p>Chapter 3 deals with our proposed DOA estimation method by using temporal spatial virtual array with adaptive pulse repetition interval (PRI) control method. The simulation results prove that the proposed method can achieve higher accuracy of DOA estimation than that of the conventional methods without dependence on the target parameters.</p> <p>Chapter 4 deals with a new DOA estimation method for wideband signals called weighted squared TOPS (WS-TOPS). WS-TOPS uses the selective weighted averaging method and the modified squared matrix method to improve DOA estimation performance. The simulation results show that the DOA estimation accuracy and the resolution performance of WS-TOPS are better than those of the conventional methods.</p> <p>Chapter 5 consider a technique of low complexity signal processing of WS-TOPS. The method employs the new orthogonality evaluation matrix to reduce the computational complexity. The numerical results show that the proposed method can estimate DOA of each source accurately with low computational complexity.</p> <p>Chapter 6 is the conclusion of this dissertation and summarizes the contribution of this work.</p>		