

## 審査の結果の要旨

氏名 菊田 和孝

本論文は、"Performance improvement in ultra wideband (UWB) systems under narrowband interference (狭帯域干渉下での超広帯域 (UWB) システムの性能向上に関する研究)"と題し、狭帯域干渉下での超広帯域 (UWB) システムの性能を向上させるため、アレイアンテナ放射パターンの周波数依存性を積極利用したブラインド狭帯域干渉波除去適応フィルタを提案し、またそれを元に UWB 信号の高精度の到来方向推定方式を実現するとともに、アンテナ素子の分散特性を向上させる folded-fin TSA を提案するもので、英文で執筆され7章からなる。

第1章は"Introduction"であり、論文の全般的背景と目的を述べている。

第2章は"Background"と題し、超広帯域(ultra wideband: UWB)システムの規格例や概要を述べ、また特に測距に関する諸方式を紹介している。そして UWB システムの解析のためのモデル、エネルギー・ディテクション法について説明し、さらにアレイアンテナにおけるパワーインバージョン(PI)法の基本原理を記している。

第3章は"Challenges in realizing UWB systems"と題し、優れた UWB システムを実現するにあたっての難点を述べている。まずマルチパス、直接波の過剰遅延や妨害、クロックのドリフトを上げている。そして重要な狭帯域干渉波 (narrowband interferer: NBI) と分散特性の影響について述べている。

第4章は"Blind Mitigation of Narrowband Interference"と題し、NBI のブラインド低減法を新たに提案し、その効果を実証している。本方法は、アレイアンテナの放射パターンが周波数依存性を持つことを利用するものである。パワーインバージョン・アダプティブアレー(PIAA)の適応アルゴリズムを利用する。この手法は、信号波や妨害波の到来方向等の事前情報を必要としない。また学習を必要とせず、直接的な統計処理から陽に最適荷重を算出できるため高速動

作が可能である。シミュレーションにより本手法が効果的に NBI を低減するとともに UWB 信号波を効率高く受信することを示した。

第 5 章は "High precision direction-of-arrival estimation for wideband signals" と題し、UWB 信号に対する到来方向(direction of arrival: DoA)推定を精度高く高速に行う手法を提案し、その有効性を示している。UWB 信号に対する DoA 推定手法は、これまでに複素時空間ニューラルネットワーク (complex-valued spatiotemporal neural network: CVSTNN) による適応的な手法として実現されているが、NBI が厳しい条件下では、ニューロンの荷重の初期値によっては学習が良好な結果を示さないこともあった。本提案手法は、第 4 章で提案した NBI 除去手法によって得られた荷重を CVSTNN の初期値に利用することによって学習を効果的に行い、UWB 信号に対する最終的な DoA 推定誤差を低減するものである。シミュレーションによりその有効性を実証した。

第 6 章は "Compact Folded-Fin Tapered Slot Antenna for UWB Applications" と題し、アレイアンテナを構成する広帯域アンテナ素子の新たな構造を提案し、特に狭い物理開口と優れた分散特性を実現するものである。広帯域アレイアンテナをコンパクトに実現するために、当研究グループはテーパスロットアンテナ(TSA)をアンテナ素子として使用している。その際、TSA には高すぎない志向性ととも、放射方向に依存せず良好な分散特性を得ることが望まれる。また物理開口が少しでも小さい方がアレイ密度を向上させやすい。本章は、折りたたみフィンを持った TSA を提案・デザインし、これを folded-fin TSA と名付けた。この方式により単純にフィンをカットした TSA よりも分散特性が向上し、放射方向 0 度方向で 0.98、60 度方向で 0.88~0.92 の忠実度を実現した。

第 7 章は、"Conclusion" であり、本研究の成果をまとめている。

以上これを要するに、本論文は狭帯域干渉下での超広帯域 (UWB) システムの性能を向上させるため、アレイアンテナ放射パターンの周波数依存性を積極的に利用したブラインド狭帯域干渉波除去適応フィルタを提案し、またそれを元に UWB 信号の高精度の到来方向推定方式を実現するとともに、アンテナ素子の分散特性を向上させる folded-fin TSA を提案したものであり、電気電子情報工学、特にアンテナ工学およびワイヤレス エレクトロニクスへの貢献が少なくない。

よって本論文は博士 (工学) の学位請求論文として合格と認められる。