



Title	Direction-of-Arrival Estimation Based on a Database Retrieval Technique
Author(s)	スティアワン, イファン
Citation	大阪大学, 2002, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/43506
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名	スティアワーン イファン
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 17052 号
学位授与年月日	平成14年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 工学研究科通信工学専攻
学位論文名	Direction-of-Arrival Estimation Based on a Database Retrieval Technique (データベース検索技法に基づく到来方向推定)
論文審査委員	(主査) 教授 河崎善一郎
	(副査) 教授 元田 浩 教授 森永 規彦 教授 小牧 省三 教授 塩澤 俊之 教授 北山 研一 助教授 飯國 洋二

論文内容の要旨

本論文は、データベース検索技法に基づく到来方向推定に関する研究成果をまとめたもので、以下のように6章から構成されている。

第1章では、データベース検索技法に基づく到来方向(Direction-of-Arrival, DOA)推定の研究目的、その背景と基本的な考え方を述べた。次に、提案法は低価格かつ大容量のメモリデバイスを活かした手法であることを主張した。さらに、DOA推定の応用、特にDOA情報を用いて通信チャネルの使用効率が向上できることを紹介した。

第2章では、アレーランテナモデルなど、後の議論に必要となる前提条件を提示した後、DOA推定を定式化した。ついで、従来の様々なDOA推定法、特にMUSIC(Multiple Signal Classification)、Root-MUSICを詳しく説明し、それらの方法の問題点を指摘した。

第3章では、リンクリストデータ構造による提案法の実装について論じた。まず、DOA推定値を決定する評価関数とその高速算法を導き出した。提案法は、複雑な固有値計算を必要としないため、Root-MUSICに比べて処理時間の飛躍的な短縮が図れることをシミュレーションで確認した。

リンクリストデータ構造を用いる場合、データベース内のデータ数が増加すると、データ検索時のオーバヘッドが大きくなり、全体の処理時間が長くなってしまう。そこで、第4章では、そのオーバヘッドを低減する対策として、データ構造として木構造であるk-d treeを用いる方法を提案した。また、k-d treeに基づくDOA推定のシミュレーションを行い、処理時間が大幅に短縮できることを確認した。

k-d treeは有限容量のメモリデバイスに実現されるので、連続変数である角度とパワーを量子化して格納する必要がある。その際、量子化幅を小さくすると推定精度が向上するが、逆にデータベースの容量が大きくなるという欠点があった。そこで、第5章では、推定精度を保ったまま、データベースの容量を低減する適応量子化手法を提案した。また、アンテナ間隔が到来波の波長の半分の場合、あるいは波源数が多い場合、真値と離れたデータがデータベースから抽出されるため、推定精度が落ちるという問題が生じた。この問題の実用的な解決策としてクラスタリングを行う方法を提案し、その有効性を検証した。

第6章では、各章の結果をまとめた。提案法の長所と短所について議論を行い、検索範囲の系統的な設定法など、今後に残された課題を述べた。

以上のとおり、データベース検索技法に基づく到来方向推定法を提案した。提案法により、正確かつ高速なDOA

推定が可能となり、DOA 推定の適用範囲を拡大できることを明らかにした。

論文審査の結果の要旨

本論文は、高速かつ高精度な到来方向 (Direction-of-Arrival、DOA) 推定を行うことを目的として、データベース検索技法に基づく DOA 推定アルゴリズムの開発に関する研究をまとめたものである。この研究で得られた主な成果は次のとおりである。

- (1)角度とパワーと対応するアーレーアンテナ受信信号の相関行列をリンクリストデータ構造に格納し、観測信号の相關行列に近いデータをデータベースから抽出することで、DOA を推定する方法を提案している。この方法は、従来法とは異なり複雑な固有値計算を必要としないため、処理時間の短縮を実現している。
- (2)データ数が増加すると、リンクリスト上のデータ検索が非効率的となる。そこで、k-d tree データ構造を導入し、シミュレーションにより処理時間がさらに短縮できることを確認している。
- (3)角度とパワーの適応量子化法を提案し、それにより推定精度を落とさずにデータベース容量の低減を実現している。また、アンテナ間隔が半波長、あるいは波源数が多い場合に対する推定精度低下の解決策として、クラスタリングが有効であることを示している。

以上のように、本論文は、高速かつ高精度な DOA 推定が可能なデータベース検索技法に基づく DOA 推定法を提案している。さらに、適応量子化とクラスタリングによりデータベース容量の低減と推定の高精度化を図っている。以上の研究成果は、DOA 推定の適用範囲を高速推定が重要視される高速通信の分野まで拡大するものであり、通信工学に寄与するところが大きい。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。