

研究概要報告書

(/)

研究題目	データベース検索を用いたピーク周波数の適応推定に関する研究	報告書作成者	飯國 洋二
研究従事者	飯國 洋二		
研究目的	非定常信号のスペクトルピークを適応的に推定することは、音声認識、到来波方向推定、故障の診断などにおける重要な研究課題である。代表的なスペクトル推定法とし、高速フーリエ変換(FFT, fast Fourier transform)法と自己回帰(autoregressive, AR)モデルに基づく方法がある。FFT 法は計算量が少なく、広い周波数帯にわたり比較的良好なスペクトルが得られる。しかし、データ数の減少にともない、推定スペクトルの分散が増大する。一方、AR スペクトル推定法はデータ数が少ない場合でも高い分解能が得られ、分散の小さな安定したスペクトルが得られる。しかしピーク周波数を計算しようとする、いずれもかなりの計算量が必要になる。偏自己相関 (PARCOR) 係数は、AR 係数と1対1の対応があり、LSL 法で適応的かつ高速に推定ができ、また丸め誤差に対してロバストである。しかも、絶対値が1未満となるので効率的な量子化が行える。 そこで本研究では、実音声から再帰的に推定した PARCOR 係数とピーク周波数をデータベース化することで、データベース検索のみで高速にスペクトルピークを推定する方法を提唱する。スペクトル推定では、PARCOR 係数からスペクトルを一意に特徴づける。そこで、量子化した PARCOR 係数をキー、ピーク周波数をデータとして、さまざまなパターンの PARCOR 係数とピーク周波数の組をデータベース化しておく。そして、新たな音声データから推定した PARCOR 係数に最も近い値を持つものを、データベースから抽出することで、ピーク周波数を推定する。ところが、データベースをあらかじめ作成しておく容量が大きくなり、処理時間が遅くなってしまう。そこで、ピーク周波数の推定と同時にデータベースを適応的に作成し、さらにデータベースを時間更新する方法を提案する。この方法では、ピークピックアップ、あるいは代数方程式の求根などの複雑な計算をすることなく、2分探索木上の検索のみで、高速かつ適応的にピーク周波数が推定できることを明らかにする。さらに、その高速処理性を生かして、線スペクトル対 (LSP) の適応推定、スペクトルピーク探索に基づく適応波源推定への応用を試みる。また、アレイアンテナシステムにおける到来方向推定が、PARCOR 係数から到来方向へのマッピングを求める問題に帰着されることに着目し、データベース検索システムを用いた到来方向推定法を開発する。		

研究内容	(1) データベースの構築： あらかじめ収集しておいた音声データに AR モデルをあてはめることで、PARCOR 係数を推定し、その PARCOR 係数に対応するピーク周波数を、AR スペクトルのピークピッキングにより計算した。そして、PARCOR 係数をキー、ピーク周波数をデータとして、事前にデータベースに格納した。図 1)AR 係数そのものではなく、AR 係数と 1 対 1 対応のある PARCOR 係数を格納するのは、LSL アルゴリズムによる適応推定が可能であり、また丸め誤差に対してロバスト性が高いからである。そして、データベース容量、検索速度、推定精度の関係を、実際の音声データを用いて評価し、実現可能なデータベースをもちいて、適用可能な問題の範囲を明らかにした。 (2) ピーク周波数推定： 新たな音声データに対して LSL アルゴリズムで PARCOR 係数を逐次推定した。そして、推定値に近いキーを持つデータをデータベースの中から検索することで、ピーク周波数を推定した。図 2)その際、距離の最も近いデータだけでなく、その近傍にあるデータとの類似度も評価に加えることで、推定精度を向上することを確かめた。 (3) データベースの再帰的な構築： PARCOR 係数を逐次推定すると同時に、データベースを再帰的に構築した。つまり、推定した PARCOR 係数がデータベースに格納されていない場合にのみ、ピーク周波数を計算し、データベース化した。図 3)これは、ピーク周波数は急激には変化しないという信号の局所定常性を生かした方法であり、事前にデータベースを作成する必要がないので、メモリ容量の大幅な削減を計ることができた。 (4) LSP推定、到来方向推定への応用： ピーク周波数を線スペクトル対 (LSP)におきかえることで、代数方程式を解くことなく逐次的に LSPを推定することを示した。 (5) 到来方向推定への応用： アレイアンテナシステムにおける到来方向推定が、PARCOR 係数から到来方向へのマッピングを求める問題に帰着されることに着目し、データベース検索システムを用いた適応到来方向推定法を開発した。そして、従来法に比べ高速に到来方向が推定できることを示した。図 4, 5)
------	---

研究概要報告書

(/)

研究のポイント	データベース検索に基づく適応信号処理は、申請者が世界に先駆けて提唱した方法であり、これまでに、音声の非線形予測符号化、画像の非線形補間・非線形符号化に適用し、複雑な非線形信号処理が実用的な処理時間で実行できることを示してきた。本研究では、その考え方をスペクトルのピーク周波数推定に適用することで、高速処理が可能なFFT法と、高分解能を有するARスペクトル推定法の利点を同時に併せ持つ、全く新しいタイプのスペクトル推定法を提唱しようというものである。また、データベース検索に基づく推定法の考え方を、アレイアンテナにおける到来方向推定問題に拡張する点にも独創性がある。
研究結果	データベース検索を用いてピーク周波数を推定する方法を提案した。その際、データベースを適応的に作成し、さらにデータベースの時間更新をすることにより、高速かつ高精度にピーク周波数が推定できることを、実音声を用いた実験により示した。ただし、データベースをあらかじめ作成しておく容量が大きくなり、処理時間が遅くなってしまうという問題が明らかになった。そこで、ピーク周波数の推定と同時にデータベースを適応的に作成し、さらにデータベースを時間更新する方法を提案した。さらに、ピーク周波数の代わりにLSPをデータベース化することで、LSPの適応推定も可能になることを示した。最後に、PARCOR係数と到来角度をあらかじめデータベース化しておくことで高速にDOAを推定する手法を提案した。そして、2波が到来して来る場合のシミュレーションを行い、提案法の有効性を確認した。
今後の課題	今回は、PARCOR係数を一様量子化したため、データベースサイズが非常に大きくなったため、処理時間が増大した。このため、特徴量に用いたPARCOR係数の次元を減らすために、より効率的な特徴量を主成分分析法を用いて抽出する必要がある。 また、データ検索の際、検索領域を一様を選んだため、各時刻の処理時間に大きなばらつきが出た。また、データが一つも抽出されない場合は、前時刻の推定値をそのまま用いたため、推定誤差が劣化する場合があった。これらの問題を解決するためには、キー空間で検索幅をダイナミックに変更する必要があると思われる。

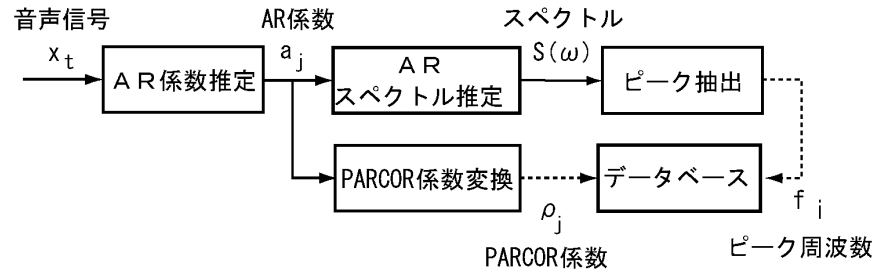


図 1 データベース構築

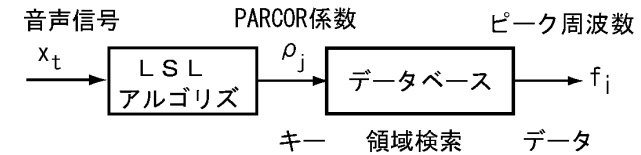


図 2 ピーク周波数推定

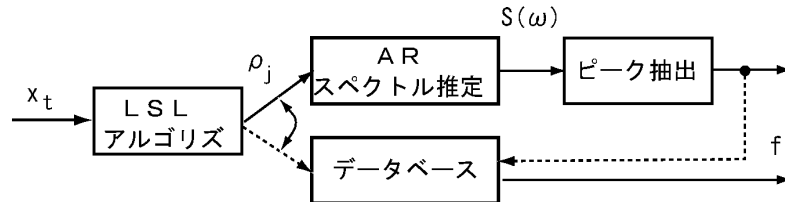


図 3 データベースの再帰的構築とピーク周波数推定

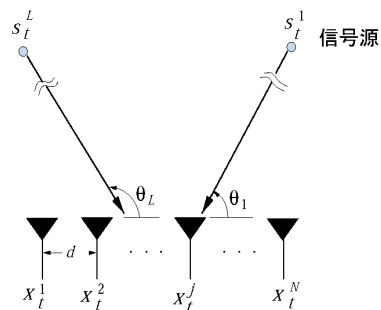


図 4 アレイアンテナ (アレイマイクロホン)

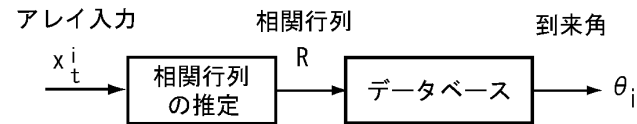


図 5 到来方向推定