

2001年1月15日

電子・情報工学専攻	学籍番号	933433
申請者氏名	三輪 多恵子	

指導教官氏名	田所 嘉昭 中川 聖一
--------	----------------

論文要旨(博士)

論文題目	くし形フィルタによる自動採譜システムに関する研究
------	--------------------------

採譜とは、楽器で演奏された曲などの音情報から、予め定められた記号系列、即ち楽譜を作成する処理であり、近年、計算機による自動採譜システムの研究が盛んに行なわれている。計算機を用いた採譜においては、与えられた音楽信号（異種複数楽器音）から、音高（基本周波数）、音価（音の継続時間）、楽器の種類を推定する必要がある。しかし、平均率音階の持つ不等間隔な周波数配置により、楽器音に含まれる多数の高調波成分が複雑に重複するため、異種複数楽器音の解析は非常に困難とされているのが現状である。

本研究では、くし形フィルタ  $H_{r,P}(z_P) = 1 - z_P^{-r}$  ( $r = 2, 4, 8$ : オクターブに関係,  $P = C, C\#, \dots, B$ : 音名) に基づく音楽信号の解析法を提案する。この  $H_{r,P}(z_P)$  は、 $0[\text{Hz}]$  からサンプリング周波数までを  $r$  等分する箇所に零点を持ち、楽器音に含まれる全周波数（基本周波数+高調波）成分を除去する性質を持つ。本論文では、 $H_{r,P}(z_P)$  による音高判別システム、及び、和音分離システムを説明し、さらに、スペクトル構造を利用した楽器推定法を示すことで、本方式による自動採譜システムの可能性を検討する。

本方式では、 $C, C\#, \dots, B$  音に対応する  $H_{r,P}(z_P)$  を縦続接続し、周波数成分が除去されたか否か、即ち、零・非零出力の検出により、和音に含まれる音名を判別する。その後、和音中の各音に対し、 $H_{r,P}(z_P)$  により注目音以外の音を除去することで、単音抽出（和音分離）を行なう。本方式は、 $H_{r,P}(z_P)$  の周波数成分除去の性質を利用しており、楽器音のスペクトル構造（楽器の種類）に依存せず上記の処理が可能であるという利点を持つ。さらに、前述の抽出音に対し、DFTによるスペクトル解析を行ない、各楽器の単音スペクトル（テンプレート）と比較することで演奏楽器を推定する。抽出音に含まれる周波数成分は基本周波数と高調波成分に制限されており、非常に少ないサンプル点数のDFTによりスペクトル解析が可能である。なお、本方式では、予め各スペクトルをノルム=1.0に正規化することで、上記の比較処理を絶対値差分の最小値検出のみで実現している。

本論文では、採譜対象音域をオクターブ3から5の36音とし、電子楽器音（MIDI: KORG 05R/W）を使用して本方式の性能評価を行なった。結果として、楽器音の非定常性の影響から線形補間や閾値を用いた判別が必要となるものの、従来法と比較して、本方式が非常に簡単なアルゴリズム（少ない演算量）で異種複数楽器音の音高及び音価推定が可能であることを示した。また、スペクトル構造を利用した楽器推定を行ない、同属楽器（弦楽器同士、木管楽器同士、等）和音、異属楽器（弦楽器+木管楽器、木管楽器+金管楽器、等）和音ともに、本方式を用いて楽器推定可能であることを示した。これらの結果より、計算機による採譜システムに対する本方式の有用性を明らかにした。本研究の成果は、音楽認知や演奏解釈等の音楽学の分野に貢献できるものと信ずる。