

平成17年1月11日

電子・情報工学専攻	学籍番号	983440
申請者氏名	山口 満	

指導教員氏名	田所 嘉昭 中川 聖一 和田 和千
--------	-------------------------

論文要旨(博士)

論文題目	くし形フィルタに基づく歌唱音の自動採譜に関する研究
------	---------------------------

採譜とは、楽器音や歌声等の音楽信号を楽譜に書き直す作業を表し、近年、計算機による自動採譜の研究が盛んに行われている。自動採譜の実現には、多重音から音高や音長等を推定する処理が必要とされる。これまで、異種複数電子楽器音に対する音高推定法として、くし形フィルタ  $H_{q,p}(z)$  ( $q$ : オクターブ番号,  $p = 1, 2, \dots, 12$ : 12音名に対応) の縦続接続により楽音の全調波成分を除去し、零出力の検出から音高を推定する手法が提案されている。しかし、電子楽器音と比較して非定常性の強い歌唱を対象としたとき、その調波成分を完全に除去できず、音高推定を誤る問題を生じた。そこで本論文では、より実用的なシステム構築を目指し、くし形フィルタによる多重唱の自動採譜を検討している。

本論文では、多重唱に対する音高推定法として三手法を提案している。はじめに、従来法で困難であった多重唱入力時の零出力検出(音高推定)を容易にするために、ずれや変動を持つ歌唱の調波成分も除去可能な二重くし形フィルタ  $H_{q,p}^d(z)$  を提案し、その効果を確認している。そして、 $H_{q,p}^d(z)$  を多重音が取り得る全和音パターンに対応させてツリー状に配置したシステムを示し、零出力検出により音高推定可能であることを明らかにしている。二つ目として、くし形フィルタの12個並列接続構成と特異値分解による手法を提案している。これは、特異値分解を用いて各くし形フィルタの出力における調波成分数の減少検出に基づき音高推定を行う手法であり、零出力検出を不要としたシステムである。三つ目として、くし形フィルタの遅延制御と周期候補検出に基づく手法を提案している。これは、くし形フィルタの出力信号から周期の候補を検出し、その値を用いてフィルタ遅延制御を繰り返す手法である。この手法では、フィルタ遅延(零点)の制御により歌唱の周波数変動に対応している。また、周期候補の反復に基づく音高推定であるため、従来のようにしきい値等のパラメータを不要とする特徴を有する。

更に、従来困難とされてきた協和音・オクターブ違い和音の音高推定について、ビート検出により解決する方法を提案している。また、楽譜化処理のために必要とされる音高推定結果の補正処理、音長・音価検出、調性判別方法を提案し、その有効性を示している。

本論文では、採譜対象音域をオクターブ3及び4の24音とし、独唱を計算機上で合成した多重唱を用いて各音高推定法の性能評価を行っている。その結果、三種の音高推定法のうち、くし形フィルタの遅延制御による手法が総合的に最も有用であり、二重唱に対して約94%、三重唱に対して約76%の良好な音高推定精度で推定可能であることを明らかにした。また、音高推定結果を元に楽譜化処理を行った結果、完全な自動採譜システムの実現にはなお課題が残るものの、多重唱に対する採譜支援システムとしての有用性は示された。本研究の成果は、今後の自動採譜研究の発展に貢献できるものと信ずる。