

研究概要報告書

(1/3)

研究題目	くし形フィルタに基づいた異楽器音の採譜に関する研究	報告作成者	田所 嘉昭
研究従事者	田所 嘉昭 斎藤 努		
研究目的	<p>幾つかの異なる楽器で演奏された楽器音から、計算機を用いて自動採譜を実現するための新しいアルゴリズムを開発する。</p> <p>本研究では、サンプル値の差分で実現できるくし形フィルタを基本にして、楽音のピッチ周波数(音高)とその倍音成分をすべて除去する新しいアルゴリズムで音高を検出する。また、検出された各音高を基に、同様にくし形フィルタを用いて、合成音を各単音に分解し、そのスペクトル成分から各楽器を識別する。</p>		

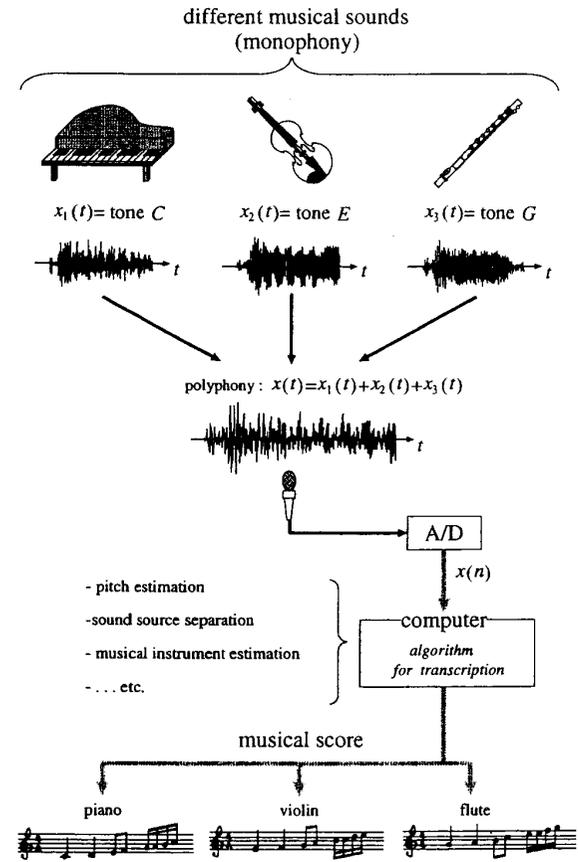
<p>研究内容</p>	<p>電子楽器 (MIDI) の各楽器が異なる音高を演奏したという条件の下で、音高の検出と演奏楽器の識別を行った。採譜対象音域は、C_3 (オクターブ3のド) から B_5 (オクターブ5のシ) までの36音とした。</p> <p><u>音高の検出</u> : オクターブ3 (#3) の12音に対応した12個のくし形フィルタ $H_{q,p}(z_p) = 1 - z_p^{-q}$ ($p = 1, 2, \dots, 12$), ($q = 8(\#3), 4(\#4), 2(\#2)$) を縦続接続し、そのフィルタの零出力を検出することにより、和音の各音高を検出できる。なぜなら、ある音高 p に対応するくし形フィルタ $H_{p,q}(z_p)$ は、p 音とその倍音に零点を持ち、このフィルタ $H_{p,q}(z_p)$ に p 音が入力されれば、そのフィルタ出力は零になる。そのため、縦続された12個のフィルタのどこで零出力になるかを検出し、零出力が検出されたフィルタを順次、縦続フィルタの先頭に移動することで、楽器に無関係に何音から合成された和音でも、各音高を順次検出できる。また、オクターブの検出は、くし形フィルタの次数 (q) を小さくしたときの出力変化 (零出力から有限出力) から検出できる。くし形フィルタ $H_{p,q}(z_p)$ は、サンプル値の差分で実現でき、非常に簡単な処理で、これまで困難とされていた異種楽器の混合和音の音高が検出できるようになったことが本研究の特長である。</p> <p><u>演奏楽器の識別</u> : 各音が検出されると、検出された音高に対応したくし形フィルタを使用して、和音を各単音に分解できる。このくし形フィルタの周波数特性を考慮して、各音のスペクトルを再生する。そして、前もって作成された各楽器のスペクトルのテンプレート (約9種/楽器) と比較して (差分をとる) 最小値を示すものを演奏楽器と判断する。</p> <p><u>シミュレーション実験</u> : 電子楽器 (MIDI:KORG05R/W) を用いて異楽器和音を作成し、AD変換して計算機に取り込む ($f_s \cong 54kHz$)。violin, viola, piano, horn, trumpet などの混合和音から、上記の方法で音高と楽器の識別が可能であることを明らかにした。</p>
-------------	---

研究概要報告書

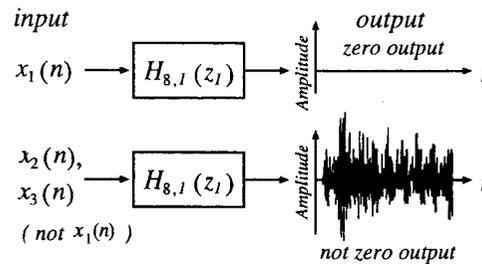
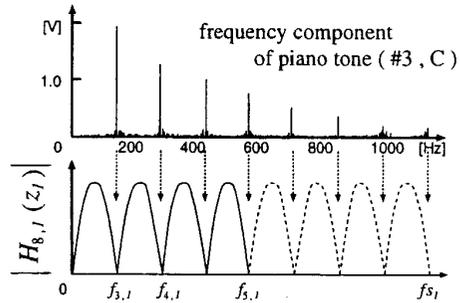
(3/3)

<p>研究のポイント</p>	<p>従来の音高検出法は、ピッチ周波数を検出しようとするものがほとんどであった。そのため、楽音の倍音の影響でその処理が複雑化し、特に異楽器による混合和音の音高検出は困難とされていた。</p> <p>本研究では、発想を変えて、ピッチ周波数とその倍音をすべて除去することによって、音高の検出をしようとしたものである。これにより、サンプル値の差分という簡単な処理で楽器に無関係に混合和音の音高検出が可能である。また、混合和音をくし形フィルタで各単音に分離し、各楽器のスペクトルを再生することができる。これまで、このように単音に分離することはできなかった。これにより、各楽器のスペクトルのテンプレートマッチングをすることで、容易に楽器を識別することが可能になった。</p>
<p>研究結果</p>	<p>電子楽器(MIDI)の種々の楽器合成音から、各音高と各楽器を識別することを行なった。対象音域は、C_3 (# 3 のド) から B_5 (# 5 のシ) の 3 6 音とし、各楽器が異なる音高を演奏するとした。その結果、音高の検出では、1 2 個のくし形フィルタを縦続接続し、零出力を検出したフィルタを先頭に順次移動することで、楽器の和音の数に無関係に、各音高を検出できることを確かめた。また、検出された音高に対応するくし形フィルタを用いて、和音を単音に分離し、そのスペクトルを再生することを確認、前もって保存していた楽器のスペクトルとのテンプレートマッチングを行なうことで、演奏楽器を識別できることを、種々のシミュレーション実験から確かめた。</p>
<p>今後の課題</p>	<p>本研究では、電子楽器を用い、各音が異なる音高を演奏したという条件を付けた。今後は、先ずオクターブ違いの音高、同じ音高 (ユニゾン) に対する音高検出アルゴリズムを開発する。次いで、本研究の結果を基に、実際の生楽器や歌唱の採譜を検討し、音楽関係の研究や勉強に実際に役立つ採譜システムを実現していきたい。</p>

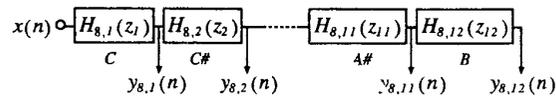
○ transcription



○ comb filter for tone $C_3 : H_{8,1}(z_1)$

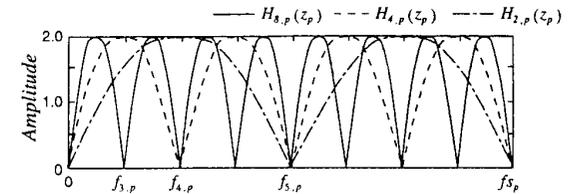


○ cascade connection of comb filters $H_{8,p}(z_p)$



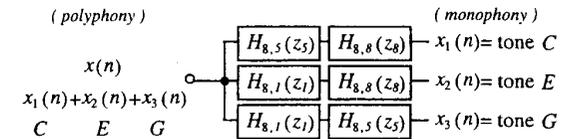
- detect zero output change connection order
- 1) $y_{8,8}(n) \Rightarrow H_{8,8}(z_8) - H_{8,1}(z_1) \dots$
 - 2) $y_{8,5}(n) \Rightarrow H_{8,8}(z_8) - H_{8,5}(z_5) - H_{8,1}(z_1) \dots$
 - 3) $y_{8,1}(n) \Rightarrow$ three tones detection

○ principle of octave detection [octave 3~5]

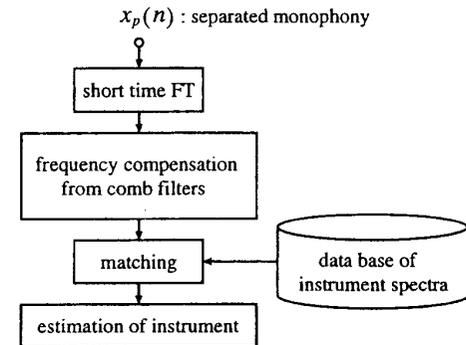


- if $H_{8,p}(z_p) = 0, H_{4,p}(z_p) \neq 0$ then octave 3
- if $H_{4,p}(z_p) = 0, H_{2,p}(z_p) \neq 0$ then octave 4
- if $H_{2,p}(z_p) = 0$ then octave 5

○ polyphony separation system



○ musical instrument estimation



(注:フローチャート図,ブロック図,構成図,写真,データ表,グラフ等 研究内容の補足説明にご使用下さい。)