

研究概要報告書

(/)

資料 - 4

| | | | |
|-------|--|--------|------|
| 研究題名 | 楽譜に記述された平均律和音情報から純正律和音情報を再構成する知識処理システム | 報告書作成者 | 小高知宏 |
| 研究従事者 | 小高知宏 | | |
| 研究目的 | <p>現在すべての西洋音楽において12平均律音階を用いる演奏が支配的である。12平均律は、1オクターブを12個の半音に等分割した音律であり、転調の容易さ、演奏の簡単さ、楽器製作の容易さ、どの調のどの和音もほぼ協和的に響く等の利点がある。その反面、主音に対する各音の振動数の比が単純な整数値となる純正律和音と比較すると、音程に誤差が混入するので、その響きが濁るという欠点がある。そこでその濁りを除去するために、和音の根音として平均律を用い、根音の上に構成する和音の音程を純正律の概念を用いて再構成する知識処理システムを構築した。同システムは楽譜に記述された和音情報を、音律に関する知識を用いて解析することで、和音を構成する各音についての純正律からの誤差を解析し、演奏情報を出力する。これにより、純正律における転調や演奏の煩雑さを取り除くことができ、かつ平均律における和音の濁りを除去することが可能となった。</p> <p>以下の「研究目的」では、純正律および音階構成方法の原理とその問題点を考察し、これを解消する方法を示した。また「研究内容」では、この方法を用いて楽譜情報から純正律和音情報を再構成するシステムについて、システム構成と動作例を示した。</p> <p><u>純正律による音階の構成方法と問題点</u></p> <p>純正律による音階は、ピタゴラス音階を基礎としている。ピタゴラスは、モノコードを用いた研究から、振動数比が1:2や2:3、あるいは3:4となる音程が協音程であることを発見した。これらの音程はそれぞれ、完全8度、完全5度および完全4度と呼ばれ、歴史的に見ても、ほぼ時代によらず協和的な音程であるとされている。ピタゴラス音階は、振動数比が2:3となる音程すなわち完全五度音程を繰り返し作成することで構成する。すなわち、ある音を主音として、その3/2倍の振動数を持つ音程を図1のように求めていく。この繰り返しで得られた音程を1オクターブの中に再配置したのがピタゴラス音階である。</p> <p>純正律は、ピタゴラス音階のmi、laおよびsiを修正することで和音の協和性を完全にした音律である。すなわち、do-miやfa-la、sol-siなどの長3度音程を振動数比4:5となるように調整することで、3つの音で構成する主要な和音について、各構成音の振動数比が一定の整数比となるように工夫されている。図2に純正律における各音の振動数比を示す。</p> <p>純正律はある主音に対してそれぞれの音の音程が決定されるので、主音が異なれば各音は別の音程を有することになる。例えばハ長調とニ長調では、互いに他の音階のなかで等しい音程を有する音は主音どおし以外には存在しない。このため純正律を演奏に用いるには、ある特定の主音についてそれぞれ別個の楽器が必要となる。したがって極めて単純な音楽は別として、今日よく演奏されるような、楽曲中で主たる調以外の音程を頻繁に用いる音楽を演奏することは実際上不可能である。これは、このような音楽は音律の観点からは頻繁に転調を繰り返していることと等価であるためである。また、演奏技術の困難さ、楽器製作の困難さ、演奏情報記述の困難さなどの問題が生じるため、いくつかの試みはあるものの純正律を演奏に用いることは今日ではほとんどおこなわれていない。なお、弦楽合奏や合唱においては原理的には純正律による演奏が可能であるが、演奏技術の困難さから一般には純正律による演奏は行われていないという。</p> <p><u>平均律による音階の構成方法と問題点</u></p> <p>平均律は、前述のような問題を解決するために考案された音律である。平均律では、オクターブを12等分し、半音の周波数比を$1:\sqrt[12]{2}$とすることで、すべての主音に対する各音の音程を共通に用いることができるように工夫がなされている。このことにより純正律のもつ問題点は解消されたが、今度はすべての音程についてわずかな誤差が生じるため、どの和音についても純正な響きが得られないという問題点が生じた。例えば、図3に示したハ長調の主和音について、特に第三音(mi)の音程が大きく異なることがわかる。第3音は和音の性格を決定する重要な音であり、このことは演奏上しばしば問題とされている。</p> | | |

研究概要報告書

(/)

研究内容

知識処理による純正律和音情報の再構成

以上の問題点を解決するために、平均律で記述された楽譜情報から和音情報を一つ一つ抽出し、各和音について、音律に関する知識を用いて純正律和音情報を再構成する知識処理システムを作成した。

本システムでは、和音の根音には平均律による音程を用い、その上に構成する音について純正律を適用する。根音に平均律による音程を用いるのは、本システムの目的が純正律による協和した響きをもつ和音を再構成する点にあるためである。単音の音階についても純正律を適用することは可能であるが、音楽の専門家でも単音階の音律を区別することは困難であるという事実から、根音には平均律を用いることにした。なお、このことによって和音の協和性が損なわれることはない。

本システムにおける処理の概略を図4に示す。本システムの処理対象となるのは、ある時点における平均律楽譜情報である。例えば図4において、第一拍めの和音を構成する各音がはじめに処理対象となる。この各音について、音程を知識ベース内のテンプレートと比較照合する。この結果から、この和音の根音と各構成音の相対的な根音に対する音程が決定される。また、各音の相対的な強度が決定される。和音の相対的な強度は、倍音構成に関する考察から決定される。これらより、図4にフレームで記述したような純正律による演奏データが得られる。

以上の処理を各和音について繰り返すことで、曲全体にわたる演奏情報が作成される。

システム構成

現在までに、システムのプロトタイプ版を作成した。プロトタイプ版では、楽譜上に記載された情報のうち、音程と音譜の長さに関する情報だけを符号化して入力し、推論システムの処理対象とする。それ以外の情報（発想記号や強弱記号など）はプロトタイプ版では扱わない。

推論はパターンマッチングにより行う。マッチングのテンプレートとして、任意の和音構造を与えることが可能であるよう知識構造を設計してある。ただしプロトタイプ版においては、平均律音程の各音上を根音とした三和音に関する知識のみを用いる。本システムへの入力である符号化した楽譜情報に含まれた音譜とテンプレートとのマッチングを行い、マッチした音譜について純正律音程とその相対強度を出力する。それ以外の音程の音譜に対しては、平均律音程と、和音内での平均強度を出力とする。

図4に示した平均律楽譜情報をプロトタイプ版で純正律音程に変換した場合の出力例を図5に示す。

まとめ

本システムを用いると、平均律で記述された楽譜情報を入力として、純正律による和音情報を得ることが可能である。これにより、現在一般的に演奏されている平均律による音楽に対して、純正律による和音を導入することが可能である。

現在までに開発したプロトタイプ版により、本方法による知識処理が可能であることが示された。今後、プロトタイプ版を拡張して入力の制限を無くす予定である。また、バッチ処理による変換だけでなく、キーボードからの入力をリアルタイムに処理して音を出力する「純正律和音演奏システム」を開発して音楽演奏に供用することで、純正律和音を用いた新しい音楽表現の手段を演奏家に提供する計画である。

説明書

(/)

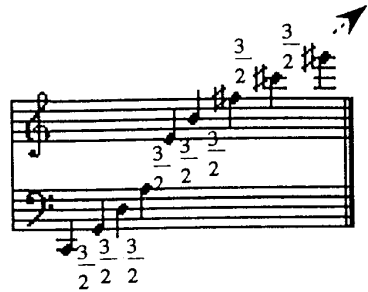


図1 ピタゴラス音階

| | 純正律 | 平均律 | 誤差 |
|-----|---------|---------|----------|
| sol | 1.50000 | 1.49831 | 0.00169 |
| mi | 1.25000 | 1.25992 | -0.00992 |
| do | 1.00000 | 1.00000 | 0 |

図3 振動数比でみた平均律の誤差

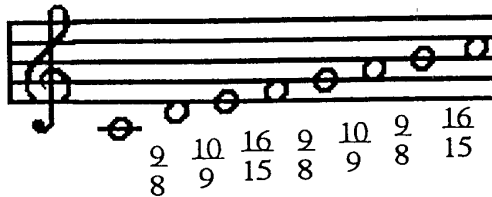


図2 純正律音階

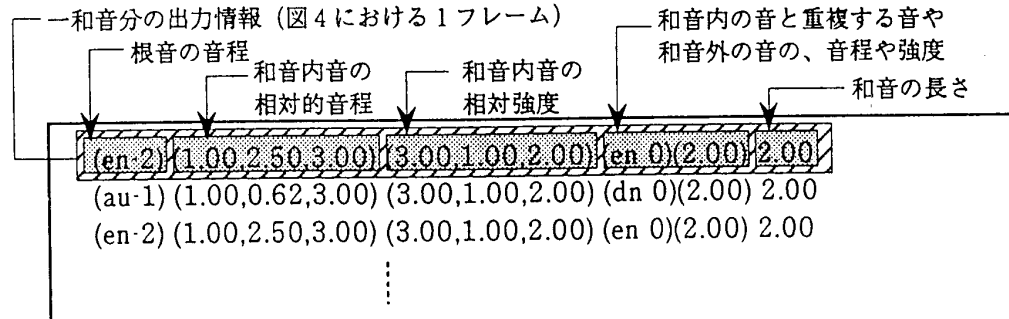


図5 出力の例

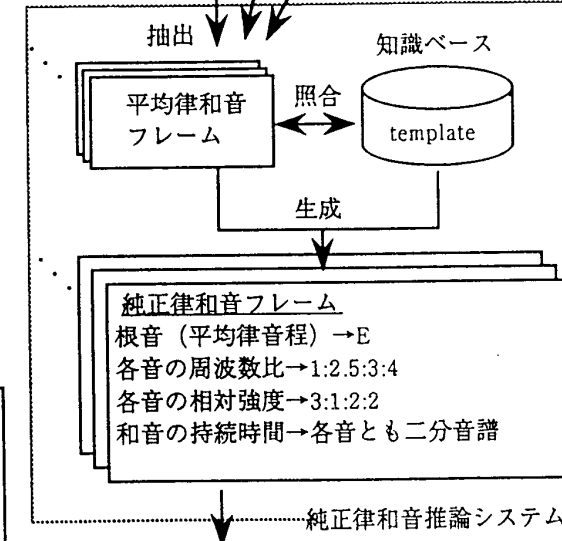


図4 処理の概略

(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御使用下さい)