

6M-5

音源分離知覚実験のための音像操作インタフェース

増井 誠生

富士通(株)国際情報社会科学研究所

1. はじめに

自動採譜処理における音響信号からの音源分離技術の向上を目指して、人間の音響分離識別能力を実験的に調査するための心理実験システムの試作を進めている。このシステムでは、実験中に音色や音像定位などの発音条件を自由に制御可能とすることにより、被験者自身の知覚イメージを確認しながら実験を進められるよう計画している。本稿では、音像操作インタフェースの設計方針を中心に、実験システムの概要を説明する。

2. 自動採譜における音色の扱い

現在の自動採譜処理においては、対象を単一音色に制限し、音色による音源分離の問題を避けているものが多い。単音系列の場合、信号処理の方法で容易にメロディが抽出できる。和音系列についても、音色を固定すれば、倍音的特徴を利用して各スペクトルピークが演奏音の基音であるかを決定でき、採譜が可能である。

実際の音楽演奏への適用を考えると、単一音色という制限は極めて強い。一般的な複数楽器による音楽演奏を対象とするには、音色を音源分離の手掛かりとして積極的に使っていく必要がある。

もちろん現状では複数音色からなる音響の音源分離は困難である。音色データとの照合によるピッチ抽出法は計算量の爆発を招く。信号処理的方法だけでは音源分離は不可能であり、少なくとも、音像定位などの音響的特徴や和音・旋律などの認知的情報を利用して、音響を音色として識別していく機構が要求される。

本研究の目的は複数音色の音源分離であり、問題の単純化のため、まず和音系列は対象外とする。音色ごとにひとつの旋律が発音されるような、複数音色からなる音楽音響を用いるものとする。

3. 研究の進め方

複数音源の分離を可能とする音響分離知覚機構の将来的な実現のため、以下のような手順で研究を進める。

- (1) 個人用心理実験システムの作成
 - (a) 音響認知空間/音像操作機能
 - (b) 立体的音響編集機能
 - (c) 対話的実験管理機能

(2) 心理実験の実施/結果の分析

(3) 分離知覚機構の概念モデルの検討

(4) 分離知覚機構(計算機モデル)の試作検討
現在は(1)の(a),(b)を進めている段階である。

4. 心理実験について

テーマ: 複数音色からなる音響情報の音源同定ここで音源同定とは音像の定位(左右方向)/奥行き
の決定、各音源の音色の差異の指摘を意味する。仮説: 音像の空間的位置は音源識別の手掛かりである。
(音響認知空間における位置が知覚上重要である)前提: 各音源は同時には単一音色でのみ発音できる。
複数の音源が音響空間上に疑似的に配置され、各音源から単音系列が同時に発音されるものとする。調査事項: 各音源の空間的位置や音色的特徴が、音響データからの音源の分離/識別に与える影響とその優先関係の分析を行なう。実験例: 2音源から同テンポの単旋律を同時に提示し、被験者に各旋律を指摘させる。ここで被験者自身に各音源の位置(定位・奥行き)や音色を独立に操作させることにより、2音源の発音が判別できる限界を調査する。これによって、音色、位置による音響データのクラスタリングの可能性を分析する。さらに、旋律パターンを変更することによって、音楽的構造が音源分離知覚に与える影響も検討する。補足: 第一段階としては、各個人に音響空間を積極的に操作させることによって、個人ごとの聴取能力自身に実験システムを適合できるようにする。将来的には、実験結果の一般性を保証するため、実験者と被験者を分離し、集団実験への対応を考える必要があろう。

5. 実験システム構成

5.1. 音像操作機能

本実験システムが音源の操作インタフェースとして提供する音響空間は、被験者自身が内面に持つメンタルイメージ(音響認知空間と呼ぶ)に対応するべきものである。このため、聴取上の心理的位置が正しく表示されるように、対話的な方法によって音響認知空間をカスタマイズ可能とする。(このカスタマイズ情報は保存/再利用可とする)

被験者自身が音響認知空間内で積極的に音像を操作することによって、各被験者ごとの分離知覚能力の限界を効率的に実験・調査できる。

5.2. 立体的音響編集機能

音像操作インタフェースを用いて被験者が設定した音像の位置、音色、発音パターンなどの情報を用いて、音刺激を立体的音響として作成・発音する機能を準備する。これは操作インタフェースとリンクさせて動作させることが望ましい。なお、上下方向への音像制御は一般に困難とされ、本研究においても将来的な検討課題である。

5.3. 対話的実験管理機能

被験者への実験刺激の提示、被験者からの回答の獲得を行なう。この機能の実現に関しては、音像操作インタフェースへの組み込み、または実験向け上位シェルとしての実現など、さらに検討が必要である。

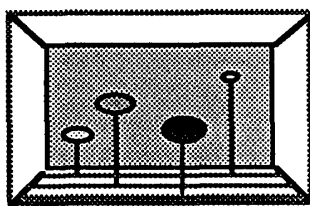
6. 音像操作インタフェースの実現について

Macintosh II 内蔵の DSP ボードのみを利用するコンパクトな実験構成と、DSP ボードと共に外部 MIDI 機器を利用する一般的構成の 2 種類を検討している。実験システムの可搬性を考えるとコンパクトな構成が望ましいのは勿論であるが、ここでは、MIDI 機器を利用した音像操作インタフェースの作成に関して述べる。

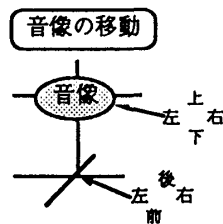
6.1. 音像操作インタフェース

計算機の画面に、音響認知空間を仮想的に配置する。これは、被験者の音像聴取時の心的イメージに対応するものであり、各音源の聴感上の位置に対応して音像が配置される。例えば、音像の大きさは発音レベルの大きさ、音像の色は音色を便宜的に示すものとする。被験者は、音像をマウスでドラッグして移動することにより、音像定位を積極的に操作しながら実験を進める。

さらに、音色の変更や、演奏パターンの変更は、マウスで音像をダブルクリックし、設定ダイアログを呼び出すことを行なう。



音像操作インタフェース



6.2. DSP ボードの利用

16bit ステレオ再生可能な DSP ボードを計算機内部に装着する。この DSP ボード用の市販ソフトウェアを利用してあらかじめ音響刺激を作成する。音像操作インタフェースから、設定条件に対応する音響ファイルを適宜呼び出すことで、擬似的な音像操作が可能である。

6.3. MIDI 機器の利用

MIDI 規格を利用して、各種電子楽器の機能の一部を計算機から操作し、音像操作を実現する。

6.3.1. サンプラ

サンプラと計算機を SCSI で接続し、DSP ボード上で編集した音響データを転送する。ここで、音響データの発音タイミングは外部から MIDI でリアルタイムに制御する。なお、サンプラでの定位制御は考えない。

6.3.2. ピアノ型鍵盤

音像操作インタフェースにおいて発音パターンの変更を行なう際に、計算機のキーボードからの入力だけでなく、ピアノ型鍵盤からの打鍵入力も可能とする。

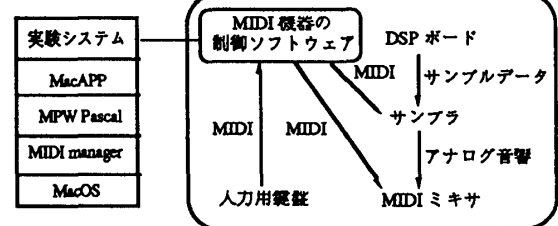
6.3.3. MIDI ミキサ

音源からの出力に対して、定位や音響効果の設定を行うため、計算機からリアルタイム制御できる MIDI ミキサを用いて、サンプラから発音された音刺激に対する音像定位を操作する。奥行きについては、ディレイ等の効果を用いて距離感を擬似的に与える。

6.4. MIDI 機器の制御

MPW 上のオブジェクト指向ライブラリ MacApp での音像操作インタフェース作成を目指している。MIDI 制御については、Apple MIDI Manager を利用する。DSP ボード上で準備した音色をサンプラに転送し、MIDI 信号によって発音させる。これを MIDI ミキサに送り、音像操作インタフェース上での音像の設定変更に合わせて、MIDI ミキサにおける定位/エフェクト処理を制御する。

実験システム構成



7. 終わりに

MIDI 機器を利用した心理実験向け音像操作インタフェースの試作案を説明した。将来的には、この実験システムを用いて心理実験を実施し、音源分離の認知モデル化や工学的実現につなげていきたい。

参考文献

- [1] 津崎実：音楽知覚心理学の動向 —旋律・ピッチ知覚を中心として—、心理学研究、第59巻、第3号別冊、日本心理学会 (1988)
- [2] 増井誠生：複数音色の分離知覚における群化：実験システムの試作、日本認知科学会第6回大会発表論文集 (1989)
- [3] D. Deutsch：音楽における群化のしくみ、音楽の心理学 (上) 第4章、西村書店 (1987)