

人間のピアノ演奏を
シミュレートするシステム

3N-10

今井正和 高見啓史 辻本敬一 井口征士
大阪大学 基礎工学部

1. はじめに

我々はこれまでに、音響信号から楽譜を出力する採譜システムや楽譜を読み取る読譜システムの開発を行ってきた¹⁾²⁾³⁾。音楽理解を考えたとき、人間のように音楽を聴き、楽譜を読むことによって演奏における演奏者の演奏技法を理解するシステムが重要になってくる。その第一段階としてあらかじめ楽譜データを与えた後ピアノ演奏を聴かせ、その演奏を再現するシステムの構築を試みたので、これについて述べる。

2. 演奏情報の抽出

本システムで必要となる情報は次の2つに分けることができる。

- a) 楽譜情報
- b) 演奏情報

ここで、a) は楽譜に書かれている情報を指し、読譜システムにより得られる。b) は人間をピアノを演奏する場合の鍵盤を弾く強さ、弾き始める時間、弾き終りの時間により構成されており、これは音の長さ、強さを示している。本システムの処理手順を図1に示す。以下にその処理の方法を示す。また、図2に今回使用した曲バッハのメヌエットの楽譜を示す。

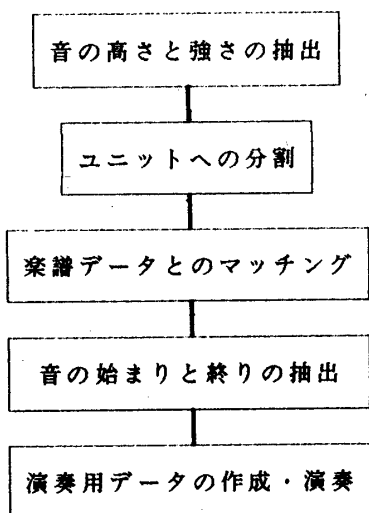


図1 演奏シミュレーションアルゴリズム

1) 演奏データにおける音の高さと強さの抽出

ピアノの鍵盤の各々は1つの音に対応しており、その間隔は隣あった音で周波数差にして6%以下で、短い観測時間で高い周波数分解能が要求される。ここでは採譜システムでも用いた複素スペクトルの内挿法⁴⁾を用いた。これによりピーク周波数を求めた結果を図3に示す。時間窓の大きさは100ms、間隔は6msである。

2) セグメンテーション

音響データである演奏データとシンボル表現された楽譜データとの間で比較するため、音の継続区間ごとに図3の縦線で区切られたようなユニットに分割する。各時間窓における音の大きさを $p(t_n)$ としたとき、この移動平均でノイズによる影響を除去する。この後次の式を計算し、ある値以上のものをユニットの始点とする。

$$\frac{p(t_{n+1}) - p(t_n)}{p(t_n)}$$

さらに、 $p(t_n)$ の極小点もユニットの始点とする。

3) 楽譜データとのマッチング

あらかじめ楽譜データは音符を基にしてユニットに分割しておく。分割された各ユニットと楽譜データとの間でマッチングを取ることで音響データと楽譜データとの間で対応をとる。いま $i-1$ 番目の楽譜ユニットと $j-1$ 番目の演奏ユニットとの間までマッチングが取れていたとする。演奏ユニットは音の不安定な部分やノイズの影響で必要



図2 シミュレートした曲
(バッハ作曲メヌエット)

以上に分割されている可能性があるため、j番目の演奏ユニットはi番目かi-1番目の楽譜ユニットと対応するはずである。j番目の演奏ユニットとi番目、i-1番目の楽譜ユニットについてそれぞれオクターブの剰余について音の大きさを累積としたヒストグラムを求め、その近似度から演奏ユニットがどちらに対応しているか決定する。同時に、演奏ユニットにある音のうち、楽譜データに存在する音のみを残し他は除去する。図4に対応付した結果を示す。この図の楽譜ユニットは演奏ユニットの長さに対応させている。

4) 音の始まりと終りの検出

音の始まりは、各音についてその音の始まりとなる候補を2)の項で用いた式により求める。音の大きさの最大値より以前にある候補の中から時間的に一番隔たったものを音の始まりとする。また、音の終りは継続している音の大きさの平均値の10%以下になる点とする。この結果を図5に示す。

5) 演奏データの作成・演奏

前項までの処理により得られた結果から楽器を演奏する時、音の強さは重要な問題となる。電子楽器の制御規格であるMIDIを用いて演奏するとき、音の大きさは127段階に調節できる。図6はピアノ音源Roland MKS20の指定された音の強さと実際に出力される音の大きさの関係を調べたものである。これから楽器に与える音の大きさを決定する。

3. まとめ

以上、人間のピアノ演奏をシミュレートするシステムについて述べた。このシステムで図2に示したメニューについて処理を行い再演奏したところ、音の始まりの抽出において不自然であった。これは抽出結果に誤差が含まれていたためと考えられ、今後その改良を行ってゆく。

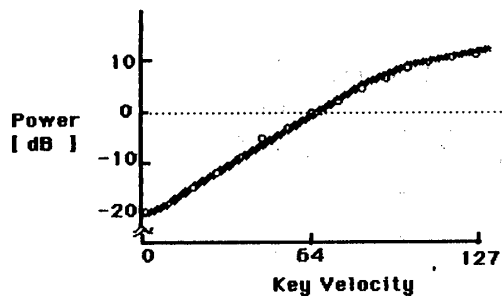


図6 電子楽器の特性

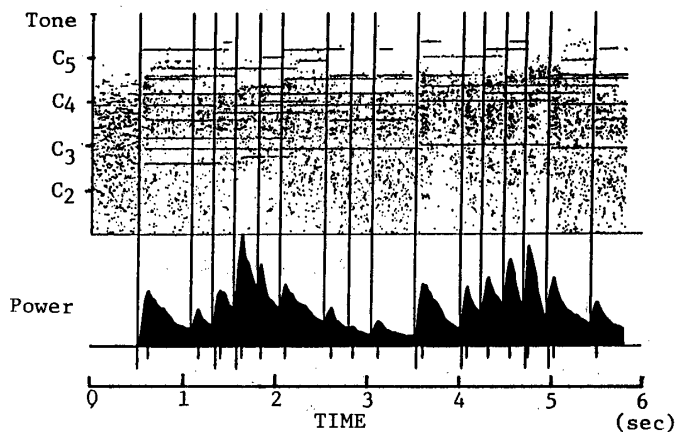


図3 ピーク周波数とユニット分け

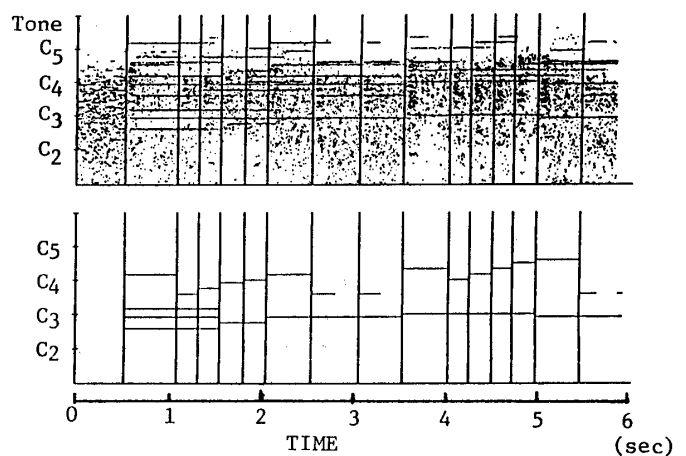


図4 演奏ユニットと楽譜ユニットとの対応 (上:演奏データ、下:楽譜データ)

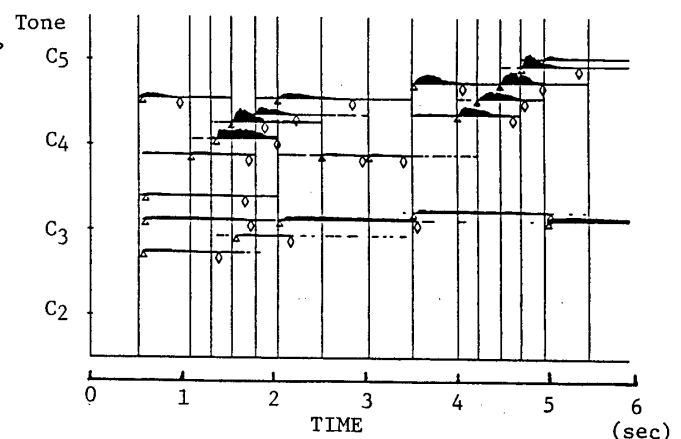


図5 音の始まりと終り

参考文献

- 1) Y.Nakamura and S.Inokuchi:Music Information Processing System and Its Application to Comparative Musicology, 6th IJCAI(1979)
- 2) 新原, 今井, 井口:自動採譜におけるAI的手法の適用、音楽音響研究会資料、MA85-17
- 3) 加藤、井口:音楽理解システムにおけるピアノ楽譜の自動認識、第33回情報処理学会全国大会予講集 3N-9(1986)
- 4) 原、井口:複素スペクトルを用いた周波数同定、計測自動制御学会論文集、Vol.19 No.9