

## 1Z-03 一定の主従関係を持たないインタラクティブな自動伴奏システム

瀧 陽一郎、橋本 周司

早稲田大学理工学部

### 1. はじめに

我々は、指揮棒の動きに追従する音楽演奏システムや歌声に合わせて伴奏を生成するシステムの開発を行ってきたが[1][2]、現在、一定の主従関係を持たない新しいタイプの自動伴奏システムについて検討している。従来の自動伴奏システムの多くは、人間の演奏にシステムが一方向的に追従することを念頭においたシステムである。しかし、常に人間に追従することが必ずしもよいとは限らない[3]。

従来の自動伴奏システムを用いた場合に比べ、よりユーザーとシステムが融合した演奏が実現するために、ここで提案するシステムでは、イニシアティブ(主導権)の交換を、演奏中にできるだけ自然な方法で可能にすることを目標としている。本稿では、人の歌や楽器演奏とのアンサンブルを可能にするシステムの基礎段階として、「手拍子」の音量とテンポを制御情報としてイニシアティブを受け渡す自動演奏システムの概要と実験結果について報告する。

### 2. システムの概要

#### 2.1 手拍子の解釈

本稿で紹介するシステムは手拍子による自動演奏システムである。手拍子からシステムが受け取る情報は、手拍子一拍を四分音符一拍と解釈したテンポ情報と手拍子の音の大きさによる強度情報の2つである。

#### 2.2 イニシアティブ

本稿において、「人にイニシアティブが在る」という場合、システムが人に対して伴奏を同期出力させ

ている状態のことを指す。一方、「システムにイニシアティブが在る」という場合は、システムが独自のテンポで演奏している状態のことを指す。

#### 2.3 システム構成

システムは図1に示した各パートから構成される。

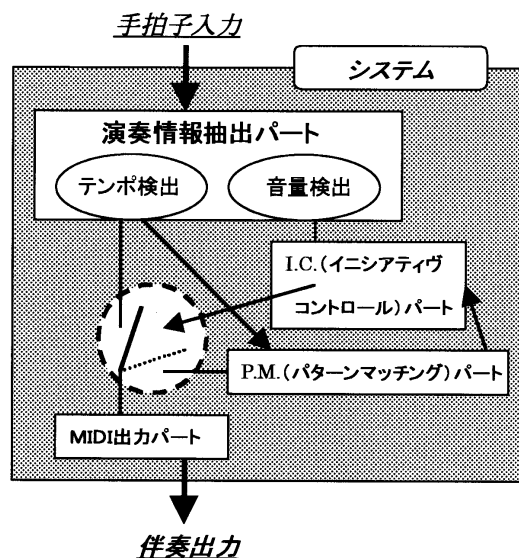


図1 システムの概略図

#### 2.4 システム内における作業の流れ

人とシステムのインタラクションは、始め人にイニシアティブが在る状態から開始する。演奏情報抽出パートでは、手拍子の入力から1小節毎の平均テンポ、平均音量情報を抽出する。手拍子のテンポ情報はMIDI出力パートで伴奏の同期のために用いられると同時に、パターンマッチング(P.M.)パートへも送られる。このパートは、演奏開始から終了まで各小節毎の手拍子の平均テンポが記された幾種類かの内部パターンを演奏の付加情報としてあらかじめ持っており、これらの内部パターンと、1小節毎に随時入力される手拍子の平均テンポとを比較す

る。その際、各内部パターン毎に累積二乗誤差  $S$  を計算することでマッチング指数とする。 $S$  はテンポ情報の入力の都度更新され、最小の  $S$  がある閾値を超えると、イニシアティブコントロール (I.C.) パートへ信号を送る。このパートはイニシアティブの交換を制御し、MIDI 出力パートへの演奏情報の転送を行う。システムにイニシアティブが移行した場合には、手拍子のテンポ情報の代わりに、イニシアティブが移行した時点で  $S$  が最小であった内部パターンに記されたテンポ情報が MIDI 出力パートに入力され、以後、再び人にイニシアティブが移行するまでは、内部パターンに基づくシステム側のテンポで演奏される。

### 2.5 イニシアティブコントロールの詳細

I.C. パートが信号を受け取ると、必ずイニシアティブの交換が起こるのではなく、人間からのイニシアティブ委譲の合図を受け入れる状態に移行するだけである。合図としては、例えば、何か決まった手拍子のパターン、または手拍子以外の音を出す、などが考えられるが、ここでは、出来るだけ自然な交換を実現するために手拍子や演奏の音量の増減を合図とし、原則として、音量の増加には『イニシアティブの要求』、減少には『イニシアティブの放棄』を表すといった、直感的な意味付けをした。具体的には、P.M. パートから I.C. パートへ信号が送られると、システムは伴奏の音量を増加させる (イニシアティブの催促)。このとき、システムにイニシアティブを移さないためには、譲渡拒否の合図として、人間は、一定時間、閾値以上の音量で手拍子をする必要がある。これに満たない場合、初めて人間からシステムへのイニシアティブの移行が実現する。

システムから人間へのイニシアティブの返還も同様のプロトコルで行なわれる。システムは一定時間演奏すると、イニシアティブ返還可能な合図として伴奏の音量を下げる。このとき、手拍子の音量を閾値以下にすることで、返還の拒否も可能であるが、手拍子の強度が閾値以上ならば人にイニシアティブが返還される。さらに、上述したようなシステムが出す合図を待たないイニシアティブ交換も可能であ

る。つまり、手拍子音量を一定時間増加させることで、システムからイニシアティブを奪うことが出来る。人間にイニシアティブが在る場合にも、逆に音量を意図的に下げることで、それをシステムに押しつけることが出来る。

### 3. 実験とその結果

以上のシステムを MAX 上に構成し、実演奏でのインタラクション実験を行った。システムの伴奏には MIDI ファイルを用いた。図 2 は、音量を意図的に下げて、イニシアティブを開放するときの様子である。閾値は  $-13 \text{ dB}$  とした。音量が閾値を割ることで、それまでの同期が解除され、その後の演奏者の急激なテンポの変化に反応せず、滑らかに内部パターンのテンポに移行していく様子が見られる。

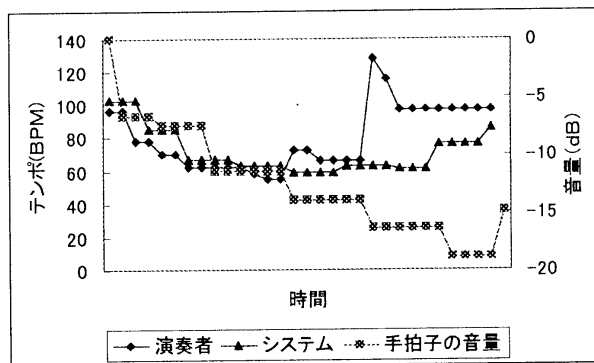


図2 イニシアティブが移行する様子

### 4. まとめ

イニシアティブの交換が可能な自動伴奏システムの基礎的な検討のために製作した手拍子による自動伴奏システムを紹介した。今後は、歌や楽器演奏を利用したシステムへの発展を考えている。

#### 参考文献

- [1] 澤田秀之、橋本周司：加速度センサを用いたジェスチャー認識と音楽制御への応用、電子情報通信学会論文誌 Vol.J79-A, No.2 pp.452 - pp.459 (1996)
- [2] 東英司、橋本周司：音声認識とピッチ検出を併用した歌声の自動伴奏、情報処理学会 97-MUS-22 pp.1 - pp.5 (1997)
- [3] 堀内靖雄、田中穂積：自主性を持つ伴奏システム、人工知能学会誌 Vol.10, No.1 pp.72 - pp.79 (1995)