

打楽器演奏の解析とその人間-計算機 重奏システムへの応用*

6S-4

小野 秀行 (筑波大学 第三学群 情報学類)[†]
五十嵐 滋 (筑波大学 電子・情報工学系)[/]

1. はじめに

人間は何をもってリズム、テンポを知覚するのであろうか。本論文では打楽器等のMIDI楽器を用いて、人間によるリズム、テンポの生成、計算機や人間の生成するリズム、テンポへの追従、演奏時のクセのあらわれ方、テンポの変化への対応等、種々の演奏の実験を行い、その解析、評価を行った。またその実験結果をもとに人間の行う打楽器演奏の打ち出すリズム、テンポを計算機が解釈、追従し、更に奏者のクセ、グルーブ（リズムを形作る音のある部分を微妙に揺らすことによって生まれるうねり）等を演奏に反映させて重奏を行うシステムを構成した。

2. 予備知識

音楽の起源は大きく2種類に分類できる。1つは主に聴くために作られた音楽、もう一つは踊るために発生した音楽である。聴くための音楽はテンポが柔軟に揺れることが許されるが、踊るための音楽には時間的な規則性が必要なことから、奏者にタイムキープと呼ばれるものが要求される。タイムキープとはテンポはもとより、ノリやグルーブ感、音楽の流れを維持することである。以下、このタイムキープの必要な音楽（ビートミュージック）について話を進める。

3. 実験

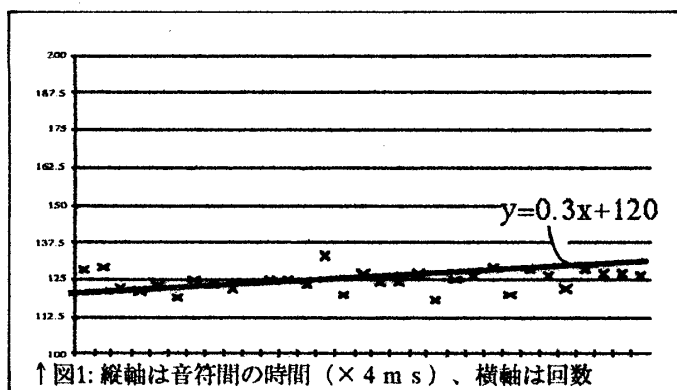
(i) テンポキープに関する実験

図1のグラフは、ロックドラム歴7年のドラマーに、MIDIドラムパッドをメトロノームを使わずに一定の速さでたたきように指示した結果である。これを見るとこの奏者はタイミングのずれた直後の打でテンポを調節してテンポキープしていることがわかる。また、若干テンポが遅い方向に向かっていることもわかる。このようにあらゆるドラマーは規則的なテンポを完全には打ち出すことはできない。

(ii) 異なるノリを出す実験

表1はメトロノームを使って図2のパターンを2種類の指示で(i)と同じ奏者に演奏させた結果である。1つめの指示はメトロノームに忠実に、もう1つはメトロノームの速さに合わせ、かつ重い雰囲気を出して、と注文した。この結果、この奏者は表の拍を少し遅らせて重さを表そうとしているのではないかと推測できる。一般的には、重くするためには裏拍を遅らせる傾向にあるが、この考え方は絶対のものではなく、奏者により異なるものだということがわかる。

この例のように、ビートミュージックでは短い時間空間を音符により仕切って独自のリズムを作り出すことでノリ、グルーブをキープすることが要求される。



| | | | |
|-------------------------|-----------|-----------|--------------------|
| (1) 「忠実に」 (a-bを24回繰り返し) | a平均 231.7 | b平均 233.3 | a,b平均 232.5 (×4ms) |
| (2) 「重く」 (a-bを20回繰り返し) | a平均 230.9 | b平均 234.1 | a,b平均 232.5 (×4ms) |

↑ 表1: 異なるノリを出す実験の結果

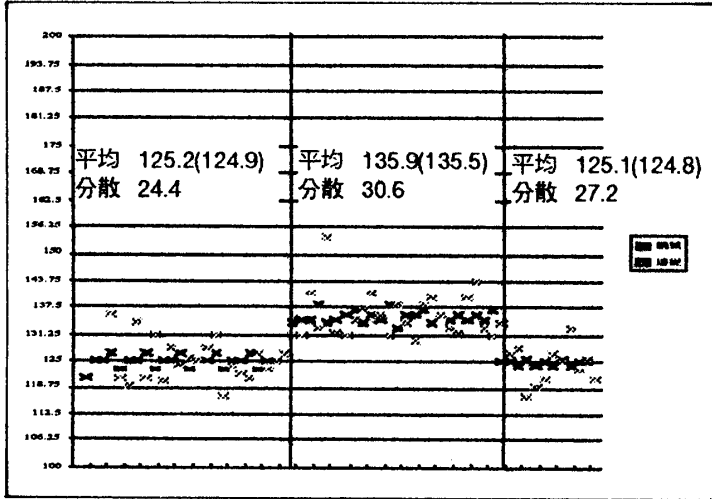
* Analyses of Percussion Performances with Applications to Person-Machine Ensemble Systems

[†] Hideyuki Ono, College of Information Science, 3rd Cluster of Colleges, University of Tsukuba

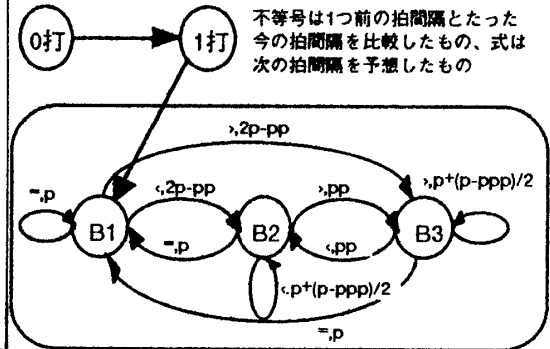
[/] Shigeru Igarashi, Institute of Information Sciences, University of Tsukuba

(iii) テンポ追従の実験

図3はベースギター歴9年、幼少時にピアノ経験のある奏者に機械の出すリズムに追従してMIDIキーボードを叩くように指示したときの結果のグラフである。この奏者はテンポの変化に、変化のあった最初の拍で気づいていることがわかる。また、変化の後のしばらくの拍は理想より少し乱れた演奏になっている。このように、優れた重奏をするためには絶えず相手の出す音に耳を傾けねばならない。



↑図3: テンポ追従の実験結果 縦軸:機械の前打からの時間(x4ms) 横軸:拍数



↑図4: テンポ追従の基本アルゴリズムの状態遷移図 (p→pp→pppの順で過去の拍間隔にさかのぼる)

(iv) 「同時刻イベント」の限界を知る実験

打楽器ではどの程度のずれまで「同時刻イベント」とみなせばよいのかを知るために、筆者自身がMIDIドラムパッドによりフラムの前打音と本音との間の時間を計測した。打楽器のフラム奏法とは、2本のスティックの高さを変えて構えて同時に振り下ろし、ごく接近して2つの音符をたたくことである。その結果すべての実験結果は16ms~68msの間に収まっていることがわかった。なお、この実験ではもはやフラムと感じられなくなるほど極端な演奏も含めたため、これ以上時間間隔の開いたフラム奏法は実演奏上考えられないと想定できる。

4. 応用

実験から得た知識をまとめて、人間の行う打楽器演奏の打ち出すリズム、テンポを計算機が解釈、追従し、更に奏者のクセ、グルーブ等を演奏に反映させて重奏を行うシステムを構成、実装した。

(i) テンポ追従

図4はシステムのテンポ追従を行う部分の状態遷移図である。機械は過去3個の拍間隔を使用して人間の次の拍を予測し、自らテンポをキープする。機械がまず最初に人間と重奏するときにはこの状態遷移に完全に依存する。

(ii) ノリ、グルーブ表現

何度か演奏するうちに曲によって(i)での予測がうまくいかない箇所が明らかになる。そこで、ある特定の状態で何度か機械の予測に反した状態に遷移すると、(i)での状態遷移への依存をやめ、その実演奏にふさわしい遷移に変化する。

5. まとめ

実際の演奏をもとに独自のタイムキープのアルゴリズムを構成し、それを実装したシステムを開発することができた。このシステムにより計算機の演奏のテンポとリズムは、打楽器の奏者のテンポ感、リズム感に依存することになり、機械的な演奏から脱却できることとなった。

参考文献

リズム&ドラム・マガジン No. 42 「タイム・キープ道場 part1」 三浦肇, 同 No. 55 「ハネるリズム・ハネないリズム」 近藤郁夫(リットーミュージック)、ドラムオールテクニク入門ゼミ 市川宇一郎 (自由現代社)