

コンピュータミュージック演奏の指揮に関する

同期処理の一考察

4Z-2

若林 裕介 市村 洋

国立東京工業高等専門学校 情報工学科

1. はじめに

指揮を仮想現実環境下で実現するシステムが既に報告されている(1)。このシステムは指揮の喜びを再現させる指揮熟達者を対象としている。指揮を志す初心者には難がある。本研究は、熟達者ではなく初心者を対象としたコンピュータ支援による指揮練習を目指している。これは、練習者の指揮状態から特徴量を抽出し、実時間で処理し指揮者に還元させる方式をとっている。これにより、指揮者は自分の指揮の状態を認識し、矯正することができる。

ここでは、システム(Conductor Consultant CCと略)と導入特徴量、演奏時の同期処理について報告する。

2. CCシステムの構成

2.1 指揮によって発信される情報

指揮によって発信される情報というのは様々なものがある。そこでCCでは指揮によって発信される情報の大部分を占める”演奏の速度”と”演奏の音量”の2つにしばって扱うことにする。ただし”演奏の音量”とは指揮棒の振りの大きさによって与えられるものである。又、一般に未熟な指揮者の悩みは指揮の速度の維持に関するものが多い。よって”演奏の速度”と”演奏の音量”の二つの情報についてさえ注目すれば、指揮の練習に必要な機能はほぼ実現することができる。ただし、CCでは指揮から取得する情報は今のところ”指揮の速度”のみとなっている。

2.2 フィードバックされる特徴量

一般的に指揮の初心者の悩みは、速度の維持に関するものが多い。そこで、CCでは

- ・指揮している速度
- ・演奏している速度
- ・演奏と指揮のずれ(何拍ずれているか)

の3つの情報を特徴量としてフィードバックする。

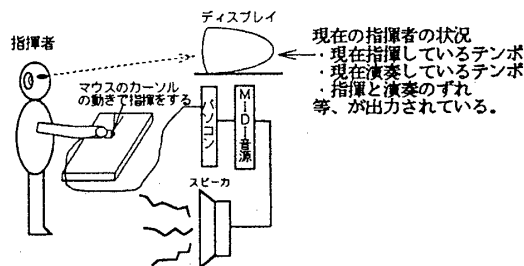
2.3 CCのシステム構成

簡単なシステム構成図を図1、開発環境を表1に示す。

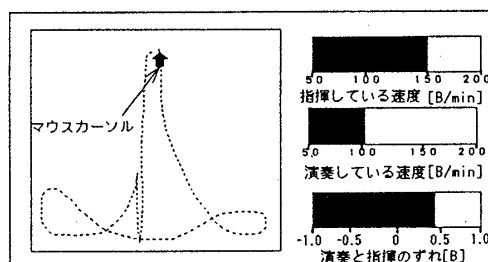
表1: CCの開発環境

パソコン	PC9821 As (i486DX 33MHz)
MIDI音源	Roland SC-55mk2
OS	MS-DOS ver5.00
その他	ディスプレイ、マウス、スピーカ

スピーカから聞こえる演奏と、ディスプレイからフィードバックされる情報により指揮者は今、自分がどういう状況にあるのかを客観的に認識できる。もし、目標とずれていたとしても容易に矯正することができる。



CCのシステム構成図



ディスプレイの出力(簡略図)

図1: CCのシステム構成図

3. 指揮棒の動きとMIDI音源による演奏との同期を取る方式について

3.1 計測量

音楽に関する情報というのは基本的に計測量が付いていないのでコンピュータで扱うには都合が悪い。そこでCCでは新たな計測量を3つ導入して定量化を行った。

以下にその3つの計測量について述べる。

- ・音符 : [B] (ビート)
四分音符1つを1[B]と数える。
- ・演奏速度 : [B/min]
例えば楽譜で”♩=120”の時は120[B/min]となる。
- ・演奏加速度 : [B/min²]
指揮とMIDIによる演奏との同期制御をするのためのベクトル量である。

3.2 加速度

突然演奏速度を大きく変化させると不自然な演奏になってしまう。できるだけ指揮に対する反応を自然にするには連続的にMIDIの演奏速度を変化させなくてはならない。そこで、CCでは演奏速度は加速度を使用して間接的に制御する。

加速度で演奏速度を制御するという考え方は実際の人間の演奏にもあてはまる。人間も指揮者を見て慣性で適切な加速度を算出して演奏していると仮定できるからである。

人間の演奏において加速度が発生する要因というのは無数に存在する。例えば

- ・指揮よりも遅い速度で演奏していたらその速度のずれに見合った正の加速度をかけてやる。
- ・指揮よりも先行して演奏していたらそれに見合った

A Study of Synchronize Procedure for a Computer Music System that Follows a Human Conductor
Yusuke Wakabayashi, Hiroshi Ichimura
Tokyo National College of Technology

負の加速度をかけてやる。
がある。

CCでは、このような無数に存在する加速度のうち4つの成分を算出、合成してMIDIによる演奏を制御している。これによりMIDIによる演奏を実際の人間の演奏に近似させることができる。

以下にその4つの加速度について説明する。

(1) 位相差更正加速度：pda

位相差*1を更正するための加速度。beet-point*2が検出される毎に改定される。図2参照

$$pda = p * (1/T1) * k1$$

(k1は定数、pは位相差、T1については図2参照)

(2) 速度差更正加速度：sda

速度差*注3を更正するための加速度。図3参照

(3) 遅延補正加速度：da

譜面上でritではない時、指揮者の指揮速度が前よりも遅くなった時に自然な演奏をさせるために必要な加速度。ここでは、詳しい説明は省略する。

(4) 基底加速度：ba

譜面上においてritやaccel等速度に関する変化があった時に発生する加速度。ritの時は負、accelの時は正の加速度が発生する。

基底加速度が発生する位置、大きさは編集することができる。

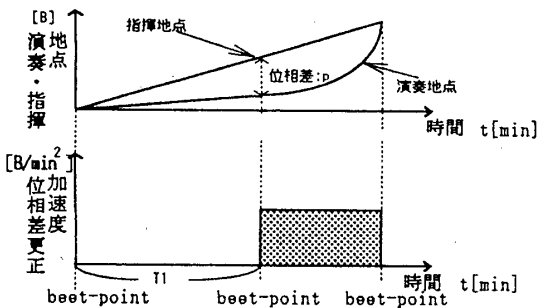


図2：位相差構成加速度

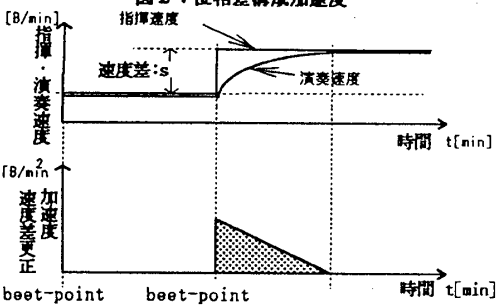


図3：速度差構成加速度

3. 3 演奏速度制御加速度：a

上記の4加速度からMIDIによる演奏を直接制御する加速度”演奏速度制御加速度：a”を以下に定義する。

$$a = pda + sda + da + ba \quad [B/min^2]$$

4. システム評価

以下の条件で指揮を行ってCCのシステム評価を行った。

曲名 : シンコペイテッドクロック

これはCCのシステム評価のために編集したMIDIデータである。

指揮速度 : 95~225 [B/min²] の間で不安定な速度で指揮をした。

この時の位相差と指揮速度の分布を図4に示す。図から分かるように、位相差は大体0.3[B]以下に保たれている。時間に換算すると最大約0.2秒のずれである。安定した速度で指揮をすれば0.1秒以下のずれしか発生しないことも実験済みである。この位のずれであれば指揮をしていて違和感を感じるほどではない。よって、CCの指揮と演奏の同期処理は十分初心者の指揮練習に耐えるものであることが分かった。同時に3.2で述べた4つの加速度で人間による演奏に近似することが妥当であることも分かった。

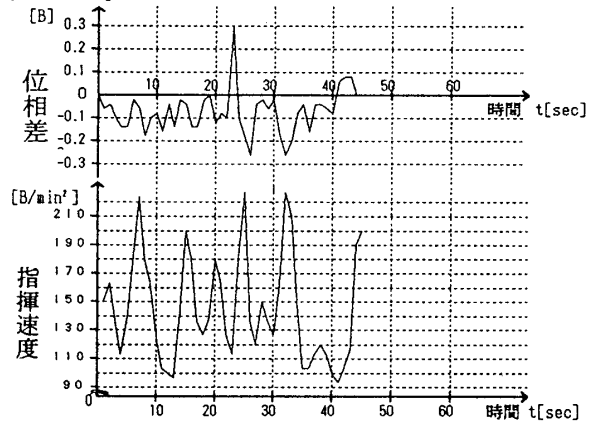


図4：位相差と指揮の速度の分布

5. 今後の課題

今後の課題としては以下のようなものがある。

(1) 音量制御機能の付加

指揮の振りの大きさから演奏の音量を制御できるようにする。

(2) 指揮棒による指揮

マウスによる指揮ではあまり良い練習にはならない。そこで、CCDカメラ等を使用して指揮棒による指揮ができるようにする。

(3) 指揮者に還元する特徴量を増やす

本研究では3つの特徴量を還元した。しかし、人によってはもっと他の情報が必要になる人もいる。そこで指揮者に還元する特徴量を追加することを考えている。

6. 参考文献

- (1) Hideyuki Morita, Shuji Hashimoto, and Sadamu Ohteru : "A Computer Music System that Follows a Human Conductor", IEEE Computer Society: "Computer", pp44-53, (July 1991)
- (2) 高階正光: "指揮法入門", 音楽の友社, (1994年5月)

注1：位相差[B]

譜面上において指揮と演奏が何[B]ずれているか。

注2：beet-point[sec]

曲が始まってから指揮によって拍が与えられた時間。参考文献(1)から引用

注3：速度差 [B/min]

指揮している速度と演奏している速度との差