

# 実時間協調演奏プログラムのための動的リハーサルシステム

安江 梓<sup>†</sup> 水谷 哲也<sup>‡</sup> 鈴木 龍生<sup>‡</sup> 七澤 尚資<sup>‡</sup> 居福 修寛<sup>†</sup>  
 筑波大学第三学群情報学類<sup>†</sup> 筑波大学大学院システム情報工学研究科<sup>‡</sup>

従来の協調演奏プログラムでは協調演奏を行う準備として、人間の演奏者が自分のパートのみを演奏しそのデータを得るといリハーサル処理が行われ、そのデータに基づいて計算機のパートの演奏が決定されていた。しかしこの場合、リハーサルは人間の独奏であるため、協調演奏で行われるべき相互作用が反映されない。そこで本研究では、計算機との協調演奏を行うリハーサルを提案し、相互作用が反映されたよりよい協調演奏を目指す。

## 1. はじめに

本研究では人間が演奏する主旋律に合わせて伴奏の出力を計算し付加する、実時間協調演奏プログラムを題材としてとりあげる。このプログラムは Primo パートを人間が、Secondo パートを計算機により駆動される楽器が演奏するものである。

本研究で用いる協調演奏システムは、MIDI アコースティックピアノを用いている。MIDI アコースティックピアノを用いることで、従来のシンセサイザーを用いたシステムに比べて格段に優れた表現力で協調演奏を行うことができるが、機械的な動作の制約により、MIDI メッセージを送信してから発音するまでに 0.5 秒の遅れが生じてしまう。実時間協調演奏システムの一番の難点は、それまでに行われた演奏から未来の演奏を予測しなくてはならないことである。

本研究室では、0.5 秒の遅れによる影響を軽減するためにリハーサル処理を行う手法が提案されている[1]。それに基づいたシステムでは、協調演奏を行う準備として、人間の演奏者が自分のパートのみを演奏しそのデータを得るといリハーサル処理が行われ、そのデータに基づいて計算機のパートの演奏が決定されている。

本研究室では他にも、より自然な協調演奏の為に構造機能に対応した演奏ルールによる表情曲線の適用[2]等が提案されている。また関連研究としては、人間は拍に相当する箇所において自身の内面にあるクロック情報を参照してテンポを保持していると考え、そのクロック情報を推定し協調演奏を行う手法[3]や、ピアノ連弾の練習の際に、互いの演奏プランを伝え合う手段としてどのように楽器奏が用いられるかの分析[4]などがある。

## 2. 先行研究における協調演奏システム

このシステムでは、まず Primo パートの演奏データを得るリハーサル処理を行い、計算機はそのデータと楽譜データを照らしあわせ、計算機の演奏時刻を決めておく。本番では、人間の演奏とリハーサルとのずれを計算機が修正することで協調演奏を行う。この修正は Gap (ズレ) と Tempo (テンポ) の 2 つの視点で行われる。これらの修正は 1 音演奏されるたびに行われるのではなく、あらかじめ決めておいた楽曲構造の先頭の部分でのみ行われる。

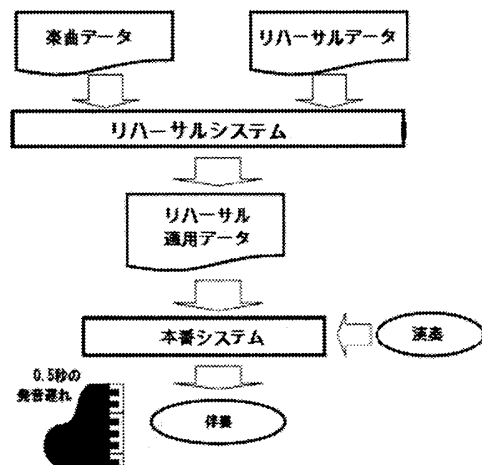


図1 先行研究のシステム

## 3. 提案するシステム

本来の人間同士による協調演奏では、主旋律と伴奏の演奏は互いに影響を及ぼしあっているが、先行研究のシステムではその相互作用がリハーサルデータに反映されていないため、本番の協調演奏での計算機の演奏にも相互作用は反映されない。そこで本稿では、計算機との協調演奏を行うリハーサルを提案する。本番システムは先行研究と同じシステムを使用する。

### 3.1 リハーサルシステム

リハーサルでは、まず人間と計算機が協調演奏を行い、その人間の演奏した Primo データと楽譜データ (Primo+Secondo) を照らし合わせ、本番での計算機の演奏時刻を決める。その際、上手く協調しない部分だけ、人間が自分のパートのみを演奏したデータを得てそれに合わせて計算機の演奏を修正しておき、本番での協調演奏をより自然なものにする。この方法の長所は、上手くいかなかったところだけを部分的に修正すれば良いところである。また人間同士の協調演奏の場合にもより近い方法であるともいえる。

具体的には、まず計算機に楽譜データを与え、計算機の演奏時刻を決めておき、人間の演奏と協調演奏を行う。計算機は人間の演奏と楽譜データを比較し、Gap と Tempo の二つの視点で修正を行いながら協調演奏を行う。

その後、人間の Primo パート演奏データと楽譜データ

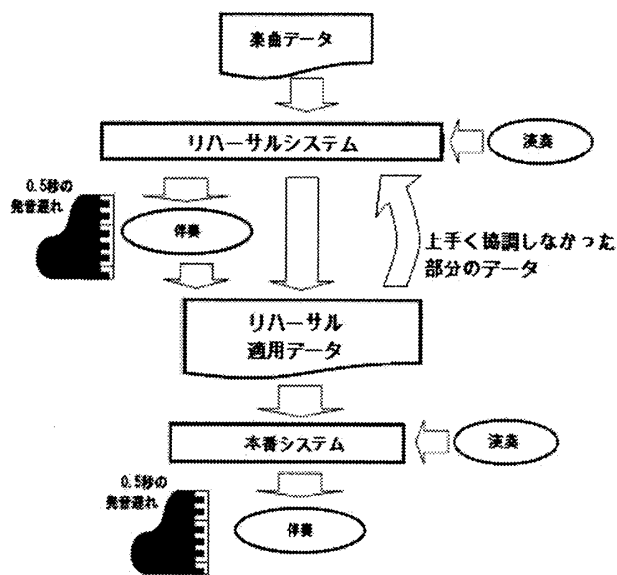


図2 提案するシステム

の Primo パートを照らし合わせる。これらのデータには演奏構造の先頭を判別するフィールドが置いてあり、それをもとに各構造の長さの比を求め、楽譜データ (Primo+Secondo) の対応する構造の音符データにその比を適用し、それをリハーサル適用データとする。

次に、リハーサル適用データの Primo パートと、人間の演奏した Primo パートを比較する。大きくずれている音があった場合、または人間側が計算機としっかり合わせて演奏をしたいと思う部分がある場合、その音を含む構造を人間の演奏者が自分のパートのみ演奏する。そのデータを seg\_primo とする。

seg\_primo に対応する構造のリハーサル適用データ Secondo パートを seg\_secondo とする。seg\_primo のそれぞれの音の長さを音価で除したものを、対応する seg\_secondo の音価に乗することで、seg\_primo に合わせた seg\_secondo が作られる。

リハーサル適用データの対応する構造部分を seg\_primo, seg\_secondo と入れ替え、最終的なリハーサル適用データが完成する。本番ではこのデータをもとにずれを修正しながら協調演奏を行う。

#### 4. 提案システムの評価実験

提案手法を実装し、システムを評価するための実験を行った。

##### 4.1 実験方法

本実験では、Gabriel Faure 作曲の“Sicilienne”の第 17 小節までを題材として用い、フルートのパートを Primo、ピアノのパートを Secondo として扱った。構造の先頭はおよそ 2 小節ごとに合計で 7 つ配置した。入力の Primo 演奏データにはある程度ピアノ演奏の経験がある人が弾いた MIDI データを用い、別の計算機からその MIDI データをシステムへ入力した。リハーサルで用いたデータのテンポを 1.05 倍したものを本番の演奏データとして使用した。

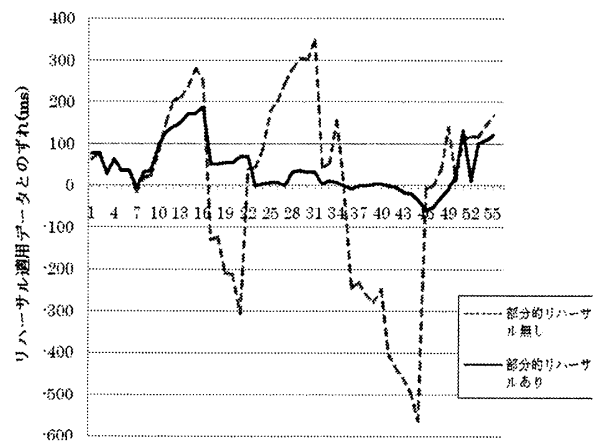


図3 実験結果

#### 4.2 実験結果

部分的なリハーサルを第 2、第 3、第 5 モチーフで行った結果を図 3 に示す。これらの構造では、構造先頭でのテンポと構造内の平均のテンポに差があるために、部分的リハーサルをしていない状態で協調演奏を行うと、大きなずれが生じている。部分的なリハーサルを行うことで、構造内のテンポの差に対応することが可能となっている。

#### 5. まとめ

本稿では、協調演奏を行う新しいリハーサルシステムを提案した。

現在のシステムではリハーサル適用データを作成する際、計算機の演奏テンポは構造ごとに計算されるため、構造内のテンポは一定であるが、人間の演奏のテンポは構造内で一定ではない。楽曲によって Secondo のパートも同じように構造内で変化すべき場合は、リハーサル適用データを構造内の変化に対応させることも考えられる。また楽曲そのものの分析[5][6]を利用し、自動的に協調演奏するにあたってのより良い構造の判別を行うことも考えられる。

#### 参考文献

- [1] 鈴木龍生、水谷哲也、七澤尚資、居福修寛、安江梓：リハーサルを用いた実時間協調演奏システム、情報処理学会第 70 回全国大会、2008。
- [2] 永田恵典：楽曲の構造機能を用いた協調演奏システム、筑波大学工学研究科修士論文、2001。
- [3] 矢島直人、堀内靖雄、西田昌史、市川薫：人間の伴奏制御モデルに基づく伴奏システムの実装と評価、情報処理学会研究報告、2005-MUS-63、pp. 37-42、2005。
- [4] 大島千佳、下嶋篤：ピアノ連弾における演奏プラン形成のための対話について(2)、情報処理学会研究報告、2003-HI-106、2003-MUS-52、pp. 65-72、2003。
- [5] 五十嵐滋：演奏を科学する-コンピュータが創る音楽創らない音楽、ヤマハミュージックメディア、2000。
- [6] Fred Lerdahl, Ray Jackendolf：A Generative Theory of Tonal Music, The MIT Press, 1983。