

リハーサルを用いた実時間協調演奏プログラム

鈴木 龍生[†] 水谷 哲也[†] 七澤 尚資[†] 居福 修寛[‡] 安江 梓[‡]

筑波大学大学院システム情報工学研究科[†] 筑波大学第三学群情報学類[‡]

人間の演奏する主旋律に対してそれと協調する伴奏を計算機が算出し MIDI アコースティックピアノに演奏させる協調演奏システムを構築し、そのシステムの評価実験を行った。本システムではアコースティックピアノの特性である 0.5 秒の遅延をいかに克服するかが問題であり、そのためにリハーサルを用いた。一方その評価手法に関しても検討した。

1 はじめに

本研究室では特に MIDI アコースティックピアノを用いた協調演奏システムに関して様々なアイデアが提案されてきた [1]。しかしそれに伴って行われてきた実時間で人間と計算機の協調演奏実験ではシステム本来の性能を評価するのに不十分であり、既存のシステムの正当性が明らかにされることが殆どなかった。

本研究では実時間プログラム検証理論により検証・解析されている設計 [2] をもとに協調演奏システムを構築し、それに対して様々な実験を行い多角的にその性能を検証することによりシステムに対して公正な性能評価を行い、新たに機能を追加もしくは削除する際の参考とすることを目的としている。システムによって変化を加える音の持つパラメータはその音のタイミングと音量、大きく 2 つに分かれるが今回はより比重が置かれるタイミングに着目して実験を行っている。

2 協調演奏システムの基礎事項

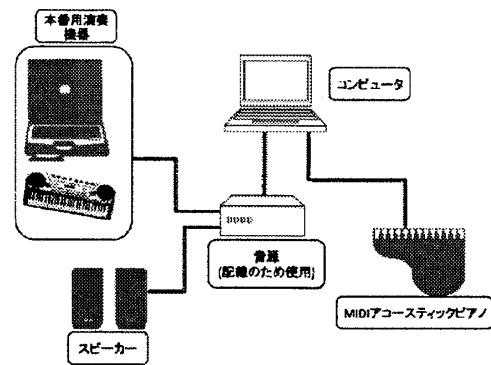
本研究で取り上げる協調演奏システムは Primo パートを人間が、Secondo パートを計算機により駆動されるアコースティックピアノ等の楽器が演奏するものである。

協調演奏システムは、計算機と電子楽器の間で情報を交換し、最終的に計算機で生成されたデータを電子楽器に送り演奏を実現させている。本研究で取り上げる協調演奏では、データの受信から制御までに 0.5 秒の遅延を伴う MIDI アコースティックピアノを用いている。

3 協調演奏プログラム

本研究で構築した協調演奏システムは既に検証された設計 [2] を実装したものである。また現段階で対象とする楽曲は Secondo による前奏をもって演奏が開始されるものに限定する。システムでは 1 音ずつその都度変化させていくのではなく、前もって決められた楽曲構造ごとに修正を行う。機器の配置は以下の図 1 のようになる。

図 1 協調演奏システム



A Realtime Ensemble Program with Rehearsal
Tetsuya Mizutani, Tatsuo Suzuki, Naosuke Nanasawa,
Nobuhiro Ifuku, Azusa Yasue : University of Tsukuba

3-1 リハーサルシステム

本研究ではリハーサル処理を行う。リハーサルは本番前に計算機に人間の演奏を学習させるためのものである。リハーサルで楽譜データ (Primo データを primo、Secondo データを secondo とする) と演奏される Primo データ (rehe_primo) から新たな Secondo データ (rehe_secondo) を作り出し、その Primo データと組み合わせた 1 つの楽曲データを作成する (図 2)。具体的には、予め作成しておく primo では新たに構造の先頭を判別するフィールドを置き、それをもとに primo と rehe_primo で各構造の長さを計測し 2 つの比 (lrate) を secondo の対応する構造の音符データに適用し rehe_secondo の各音のタイミング、音の長さを算出する。最後に rehe_primo と rehe_secondo を組み合わせた rehearsal_data を作成し、本番ではこれをもとに適宜加工して演奏する。

3-3 本番システム

リハーサルシステムに対して本番システムは実時間で人間の演奏に追従する伴奏を計算するシステムである。リハーサルシステムとの違いは、本番システムでは実時間演奏を行うため計算できる範囲がその都度制限されるという点にある。

本番システムでは Gap (ズレ) (図 3) と Tempo (テンポ) (図 4) の 2 つの視点で修正を行っている。本番ではまず演奏される Primo パート (play_primo) に対応する rehearsal_data を 1 音ずつマッチングする。それが構造の先頭の音であればその時刻を基準とした対応する play_primo データの Gap を計算し、その時刻から 0.5 秒以降に発音されるデータ全てに反映させる。また構造の先頭から一定区間までの時間を採取し、それに対応する play_primo の区間との比を計算し、それを 2 つのデータの Tempo 比とし play_primo のその計算に用いられた最後の音が発音されてから 0.5 秒後に発音されるデータ全てに反映される。

図 2 リハーサルシステムの概要

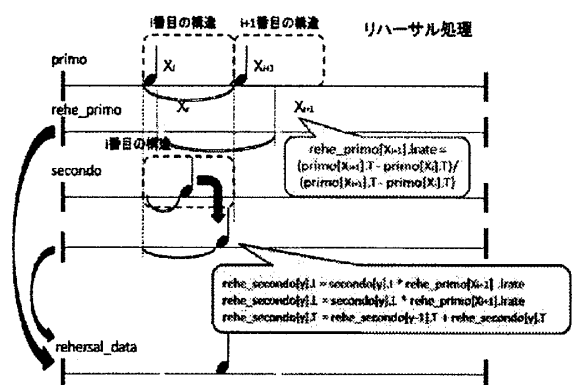


図3 Gapの修正

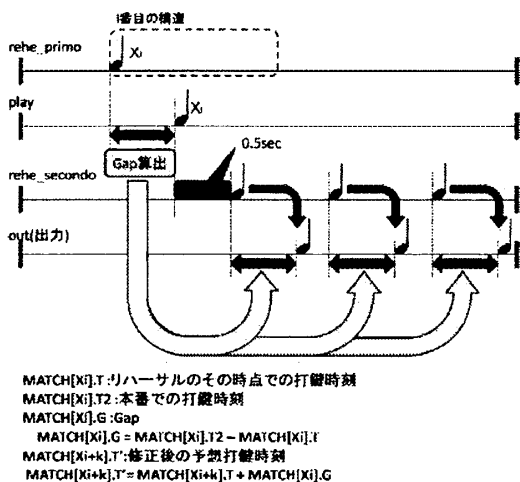
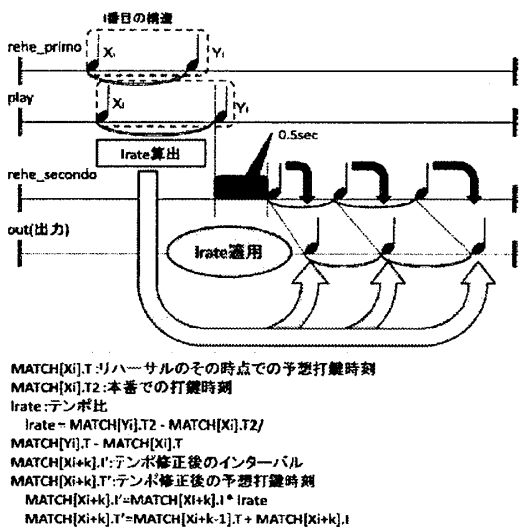


図4 Tempoの修正



*MATCH[]はプログラム上にある基のリハーサルデータとその変更後の値(play,out)を同時に格納する構造体

4 実験

4-1 実験方法

以上の仕様でシステムを実装し様々な観点から実験を行った。今回題材として用いたのは Gabriel Faure 作曲の“Sicilienne”の第17小節までで、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。実時間で人間と協調演奏する方式と、もう一つの計算機からMIDI対応のソフトを用いてplay_primoを出力する方式の両方を実験した。人間が実際に演奏して協調演奏をおこなう場合、計算機が人間に合わせるだけでなく人間も計算機が演奏する伴奏に無意識のうちに合わせてしまうため、後者を人間が計算機に影響されない環境におけるシステムの性能の測定に用いた。図5と図6はどちらも後者の方式で実験を行った結果である。初期設定ではシステムが楽曲をmotifごとに認識するように構造の先頭はおおよそ2小節ごとに置いた。

4-2 結果と考察

Tempo比の算出区間と構造の先頭の取り方により演奏の結果が

大きく変わった。結果的にTempo比の算出区間を四分音符1つ分に狭めて構造の数を増やす方法が最もずれが少なかった。次にGapとTempoの役割について実験してみたところ、どちらか一つのみを用いても修正能力は低かった。両方を用いて修正したときお互いの短所を補い合っとうまく演奏することができるようになる。また現状ではリハーサルなしで協調演奏を行うのは難しいということが分かった。

図5 play_primoにrehe_dataを1.05倍したものを使用した場合

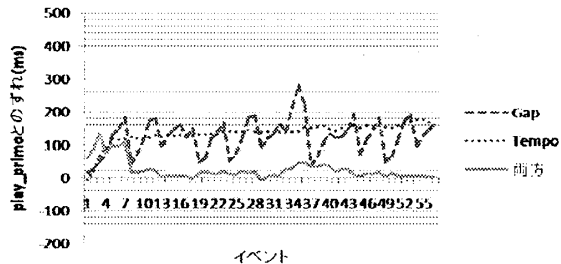
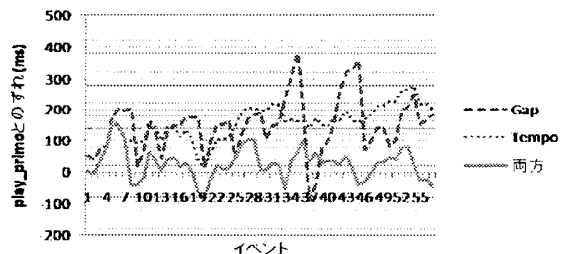


図6 図5の条件でのリハーサル無しの場合



5 まとめと今後の課題

本研究では理論的に検証・解析された設計に基づいて実時間協調演奏システムを構築しその性能を計測した。その結果正しい動作で修正を行い、ある程度の変化に対しては協調することができた[3]。

今後の課題として、構造の先頭の決め方によって修正の結果が大きく変わってくるのが実験によりわかったため、最適な構造決定のための規則を作り自動化することを考えており、その際楽曲分析の有効性なども検討する[4][5]。また新たな修正方法を考え、将来的にはリハーサルなしで実時間協調演奏が可能なシステムの構築も目的の一つである[6]。

参考文献

- [1]酒井祐樹：楽曲構造を用いた協調演奏システムの論理的仕様表現と実装、筑波大学情報工学科修士論文、2001。
- [2]Shigeru Igarashi, Tetsuya Mizutani, Masayuki Shio, Yasuwo Ikeda: Time-Concerned Programs Verified and Analyzed in Labeled Calculi, submitted.
- [3]西堀佑、多田幸生、曾根卓朗：遅延のある演奏系での遅延の認知に関する実験とその考察、情報処理学会研究報告 2003-MUS-53, p37-42.
- [4]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。
- [5]Fred Lerdahl, Ray Jackendolf: A Generative Theory of Tonal Music, The MIT Press, 1983.
- [6]安江梓、水谷哲也、鈴木龍生、七澤尚賢、居福修寛：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、情報処理学会第70回全国大会、2008。