

## ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2015 in Kyoto

長谷川 夏 美

Natsumi HASEGAWA

機械システム工学専攻修士課程 2年

### 1. はじめに

私は2014年5月17日から19日にかけて、京都府の京都市勧業館「みやこめっせ」において行われた「ロボティクス・メカトロニクス講演会 2015 in Kyoto」に参加した。

18日のポスター講演会で「アミューズメント・エンターテイナーロボット」のセッションにおいて「バイオリン演奏ロボットの弓圧変更による音量調節システムの構築」というテーマで発表を行った。

### 2. 研究内容

#### 2.1 緒言

近年、ロボットに人とのコミュニケーション能力やエンターテインメント性を求めるものが多く見られ、そのツールとして楽器演奏を行うロボットも存在している。本研究では、ロボットと人とのコミュニケーション方法として音楽空間におけるインタラクションに注目し、表現力豊かに楽曲演奏を行うことのできるバイオリン演奏ロボットの開発を目指している。本研究で開発中のバイオリン演奏ロボットを図1に示す。このロボットは両腕各7自由度であり、左ハンドには4本の指で構成されており、1本の指で異なる弦を押さえることが可能である。

表現力豊かな楽曲演奏のためには、楽譜に記されている演奏記号に沿った演奏の実現が必要であると考えた。様々な演奏記号中でも、本報告ではまず音量記号に注目した。音量変化は表情変化をつけやすい物理量の一つであろうと考えられる。そこで、ロボットの演奏動作を適宜変更することにより音量を調節し、強弱記号に沿った演奏を目指すこととした。

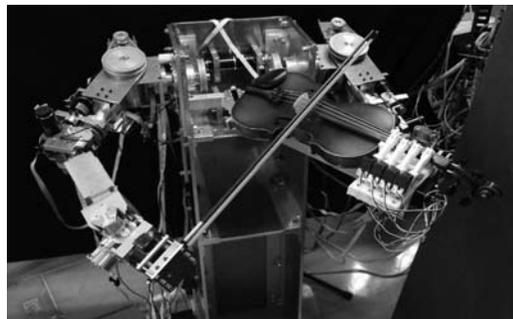


図1 Violin-playing Robot

本稿では、楽譜情報を基に、右腕、左腕、左ハンドの動作の相互関係を考慮した演奏動作を計画するシステムの構築、計画した動作を基にロボットを制御するプログラム、および弓圧変更による音量調節システムの構築と実験結果について述べる。

#### 2.2 演奏動作制御用プログラム

ロボットによる演奏を実現させるためには、右腕によるボーイング動作、左腕によるポジショニング動作、および左指によるフィンガリング動作を同時に制御する必要がある。そこで、Linux上でスレッドプログラミングを行う標準的なAPIである、POSIX thread (Pthread) プログラミングに着目した。

Pthread プログラミングとは、プログラムの main 文の中で複数のスレッドを作製し、それぞれのスレッド内の関数を一行一行、高速で順々に実行することで、見た目上、複数のプログラムを同時に実行することが可能な方法である。この方法を用いて演奏動作制御用プログラムを作製し、制御に成功した。

#### 2.3 演奏動作計画システム

これまでの動作計画システムでは右腕の動作しか考慮されていなかった。そこで、新たに左腕、左ハンドの動作計画システムを作製し、それぞれの相互関係を考慮した演奏動作システムを構築した。

## 2.4 音量調節方法

本研究では、弓圧を制御し音量を調節することで、強弱記号に沿った演奏の実現を目指す。そこで、新たに音量のパラメータ“velocity”を設定し、このデータを基にしてロボットの動作を変更して弓圧を制御するシステムを構築した。

## 2.5 適用結果

このシステムを適用し、ロボットに演奏させ、音量を計測した。音量の計測は騒音計で行っている。対象とした楽曲は「Go Tell Aunt Rhody」（むすんでひらいて）の1-4小節とし、テンポ60 BPMとした。この楽曲の楽譜を図2に示す。また、楽譜には今回表現する楽譜情報として使用される *f*（フォルテ）「強く」と *p*（ピアノ）「弱く」を示した。

図3に計測結果の一部を示す。中段の図は弓圧変更を行っておらず、最上段は *f* の部分のみ音量を上げ、最下段の図は *p* の部分のみ弓圧を下げた場合の結果である。図3から上の2つの図は11~12 [s] 間において平均2.84 [dB] 上がり、下の2つの図は5~6 [s] 間において平均9.68 [dB] 下がった。よって、弓圧を変更することで音量を3段階に変化させることができたと言える。

## 2.6 結論

ロボット全体の動作を考慮した演奏動作計画システム、計画した動作を制御するプログラム、弓圧変

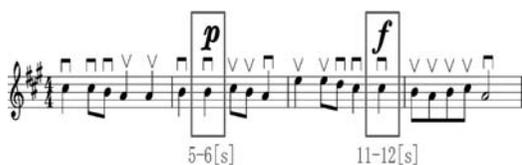


図2 Go Tell Aunt Rhody

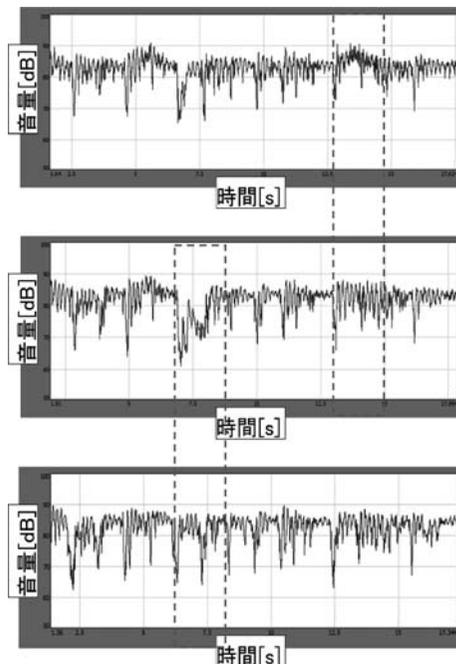


図3 Results of volume change experiment (Top: without volume change, Middle: volume of *f* was changed, Bottom: volume of *p* was changed)

更による音量調節システムを構築することができた。

今後は音量調節システムを扱う強弱記号の種類を増やす、またはロボットで表現する新たな演奏記号を設定することでさらなる表現力の向上を目指すことが考えられる。

## 3. おわりに

学会では様々な研究を知り、多くの方と意見交換を行い大変参考になりました。この学会の経験を今後の研究に活かしていきたい。

最後に、このような機会を与えていただき、ご指導いただいた渋谷恒司教授に深く感謝いたします。