

ロボティクス・メカトロニクス 講演会 2017

石本 浩之

Hiroyuki ISHIMOTO

機械システム工学専攻修士課程 2年

1. はじめに

2017年5月10日から13日に福島のビッグパレットふくしまで開催された「ロボティクス・メカトロニクス講演会 2017」に参加した。「バイオリン演奏ロボットに関する右ハンドの開発」についてポスターセッション形式で発表した。

2. 研究内容

2.1 研究背景

現代社会において、ロボットは人と直接関わる分野での活躍が期待されている。そこで問題となるのが、人とロボットのコミュニケーション能力である。本研究では、ロボットの表現能力の向上によって、人間のロボットに対する印象を向上することができると考えている。

2.2 現在の右ハンド

本研究で開発中のバイオリン演奏ロボットのアームは人間型であるが、Fig. 1に示すように弓を操る右ハンドは、弓を手先にボルトで固定する方法をとっている。これに対して人間は指によって音量の調



Fig. 1 A previous hand

整や切り返し時に微妙な弓の操作を行っている。人間と同じ機構を再現することでより細やかな音量調整や新たな音楽表現が可能になると考えられる。

2.3 指の機能

バイオリンを演奏する際には弓を持つ右手の5指を細やかに操作することで音量の調整や様々な演奏技法を実現している。しかし、これらをすべて再現するにはハードウェアに制限があるので、設計・制御の両面から課題が多い。そこでプロのバイオリン奏者の演奏から、小指と人差し指によって弓圧を調整する演奏技法に着目した。人間の行う演奏においては親指・中指で弓全体の重量を支え、小指・人差し指を使って弦に対する弓圧を調整している。そこで、本研究においてはこの演奏技法を Fig. 2のように親指・中指を中心とした回転運動として近似した。これにより人差し指・小指の指先を上下させることで弓圧を変化させることが可能になる。

2.4 小指の設計

自由度は2つとした。そして、DIP関節が常に同じ姿勢になるように Fig. 3のように設計した。ワイヤー1, 2はそれぞれのワイヤー巻取り機構に接続されており位置制御が可能である。ワイヤー3の両端は指先と指の付け根に固定されており、各関節のローラに沿うような経路で配置されている。このようにワイヤーを配置することで、MPとPIP関節を駆動した際、DIP関節が、3関節の角度の合計が常に一定の値をとるよう変化する。

本研究においては弓を安定させるため、小指は弓に対して垂直に接していることが望ましいと考え、3関節の角度の合計を90度となるよう調整した。

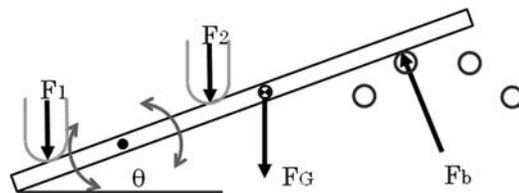


Fig. 2 An approximate figure of bow

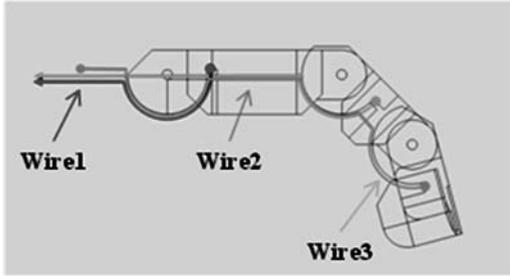


Fig. 3 Wires of little finger

2.5 中指・親指の設計

中指および親指は、弓を固定し続けることが求められる。しかし、指に一本のワイヤーを通す構造では弓に力が加わった場合把持姿勢が崩れてしまう。また、各関節を個別に制御するとシステム全体が必要以上に複雑になってしまう。そこで、Fig. 4のような機構を採用した。この機構の特徴は各関節に配置したローラを DIP と PIP 関節、PIP と MP 関節をワイヤーで接続し、それぞれが連動して動くことである。これにより各関節の角度の比が一定で保たれ、その関係は接続するローラの径の比で決定することができる。

2.6 人差し指・薬指の設計

弓圧と指圧の関係から、人間の演奏における弓圧

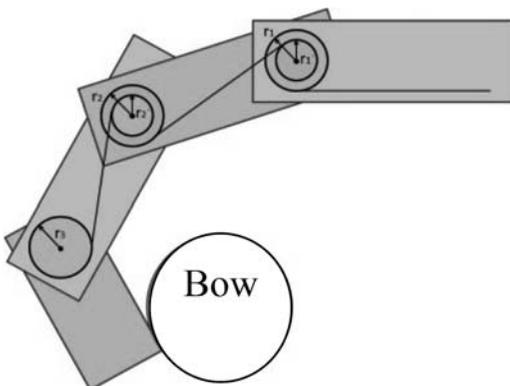


Fig. 4 Wires of thumb and middle finger

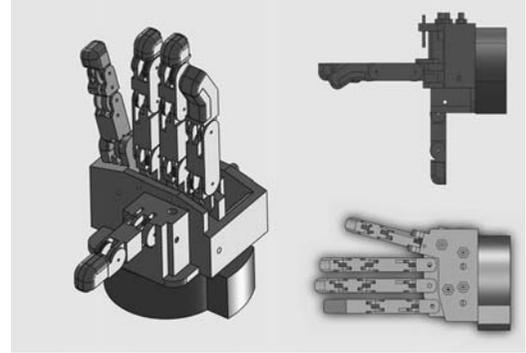


Fig. 5 3D CAD data

を最大で 2N としたとき、人差し指に求められる最大の力はおよそ 5N である。そこで、ハンド内部に引張ばねを設置し常に 5N 以上の力を発生させられるように張力を調整した。また、DIP 関節は弓と接することから駆動させることが難しく、人間の演奏を参考に PIP 関節に対し 30.0° であらかじめ固定した。

薬指に関しては弓が横方向にずれないように押さえつつ弓に合わせてある程度受動的に動く必要がある。そこで人差し指とおなじく引張ばねを設置し、指先が弓に触れる位置で調整した。

2.7 作成したハンド

ハンドは 3D プリンタで ABS 樹脂を用いて作成する。その CAD データを Fig. 5 に示す。

3. おわりに

ポスターセッションでは多くの方が質問に訪れてくれました。様々な方との意見交流ができ、貴重な経験ができた。

また他大学の研究を見学し、自分とは違うフィールドの研究や、近い研究など幅広いものを見ることができた。知見を今後の研究にも活かしていきたいと思う。