

視覚障害者支援のための電子指揮棒に関する研究

A Study of an Electronic Baton for a Visually Handicapped Person

○ 浅川 貴史 (近畿大高専) 河原崎徳之 (神奈川工大) 西原 主計 (神奈川工大)

Takashi ASAKAWA, Kinki Univ. Tech. College, asakawa@ktc.ac.jp

Noriyuki KAWARAZAKI, Kanagawa Institute of Technology

Kazue NISHIHARA, Kanagawa Institute of Technology

Key Words: Universal Design, Visual Handicapp, Haptic Interface

1. 緒言

近年、社会の高齢化が進む中で、各地の生涯学習センターでのサークル活動による「生きがい」の創出が注目を集めている。サークルで行われている内容は多岐に及ぶが、合唱サークルは特別な機器や技能が必要とされないため、誰もが参加しやすいものである。また、加齢による視力の低下や視覚障害者は、その障害のために社会参加が困難な場合が多いが、合唱サークルへの参加は「生きがい」の創出と社会参加の両面において有用である。

しかし、視覚障害者が健常者と一緒に合唱に参加する場合、視覚障害者からは指揮者の指揮棒の動きが視覚により認識できないため、全体でリズムを合わせるためには、視覚障害者に対し特別な配慮や対応が必要であり、視覚障害者と健常者が一緒に参加することが可能な合唱サークルはまだ少ない。

神奈川県ライトセンター内の合唱サークルでは、視覚障害者と健常者が一緒に参加できるための指導方法を長年模索してきた。練習段階では、カステネットの音に合わせる方法や、視覚障害者と健常者がペアになり、隣から合図を送る方法が取られてきたが、合唱祭などの大きな舞台では、どの方法にも無理があった。

そこで著者らは、指揮者の指揮棒の動きを、触覚インタフェースデバイス (Haptic Interface Device, 以下 HID) を用いて歌い手側に伝達する電子指揮棒システムの研究を進めている⁽¹⁾。この研究は、指揮棒に加速度センサを内蔵し、無線により測定値を演奏者側に伝送する。演奏者側では、受信したデータから指揮棒の特徴的な動きを抽出し、演奏者の手首に取り付けた HID により伝達する。この電子指揮棒システムは、指揮者が視覚障害者に対し、健常者の場合と同様に指揮棒を振るという動作で指示を行うことができるユニバーサルデザインを考慮したものである。

また、指揮者と歌い手側の関係は1人対多数であるため、有線であれば両者間の配線が多くなり配線が絡まったり、配線に足が取られたりと問題が発生する可能性があるが、この電子指揮棒システムは、無線装置を使っているため、歌い手側が多くなっても、問題なく指揮棒の動きを伝達することが可能となる。

音楽の演奏において、重要なことは同期である。指揮者は指揮棒により指示を出す。視覚と触覚とで反応速度にずれを生じることは問題となる。著者らは、これまで視覚と触覚の反応時間についての特性を明らかにする研究を行ってきた⁽²⁾。本研究では、指揮法で予備動作と呼ばれる振りかぶりの動作に着目し、反応速度に予備動作がどのような影響を与えるかを実験により検証する。

2. 電子指揮棒システムの概要

2-1 指揮の概要

一般的に、指揮とは集合による演奏に対して統一を与えていく行為である⁽³⁾。人間は外界からの刺激に対して無意識にそれ相応の反応をする習性があり、指揮者は指揮棒を使って演奏者に次の「音」を、統一性をもって出させることが、その役目である。

指揮の中で、最も重要なことは拍子を刻むことである。音楽には、行進曲などの2拍子、ワルツなどの3拍子、そして最も多くの曲で用いられている4拍子などがあり、この拍子のテンポを演奏者全員で合わせる事が重要である。

指揮者は、この拍子を指揮棒の動きにより演奏者に指示する。指揮棒の振り方には、「叩き」、「平均移動」、「しゃくい」などがあり、図1は最も代表的な「叩き」によるものである。

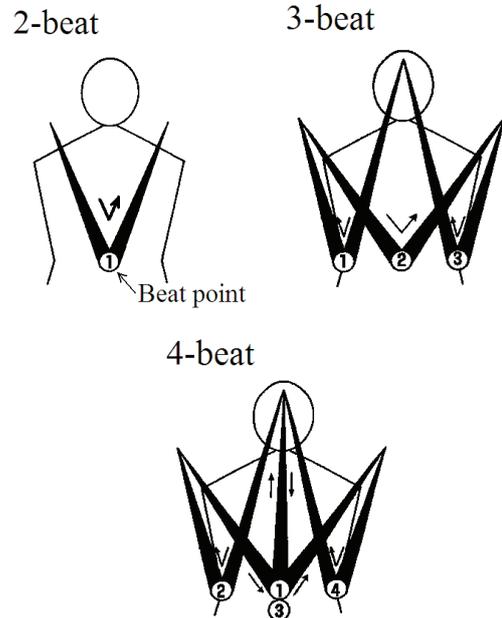


Fig.1 Basically swing method of music baton

2-2 システム構成

無線装置には、アサップシステム製の 2.4GHz データログを使用した。送信側の装置は、指揮棒内に 3 軸加速度センサを内蔵しており、指揮棒の動きを 10ms 間隔で測定している。図2がその外観である。

受信側の装置は、伝達装置として携帯電話などで使われ

ている小型振動モータを用いている。このモータを図3のように手首部分に装着する。

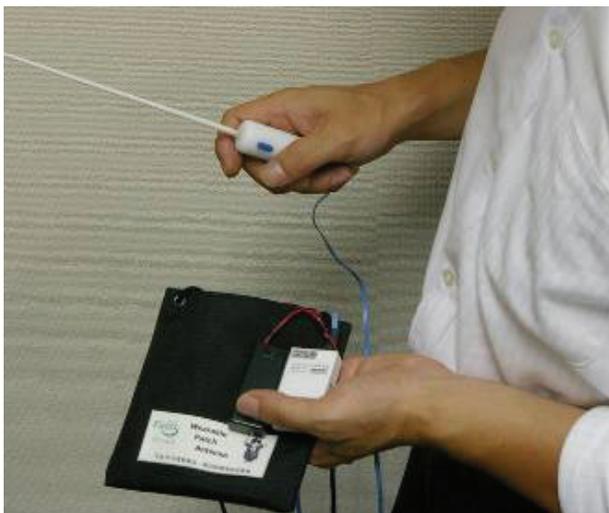


Fig. 2 The baton and the radio transmitter



Fig. 3 The radio receiver and the vibrator

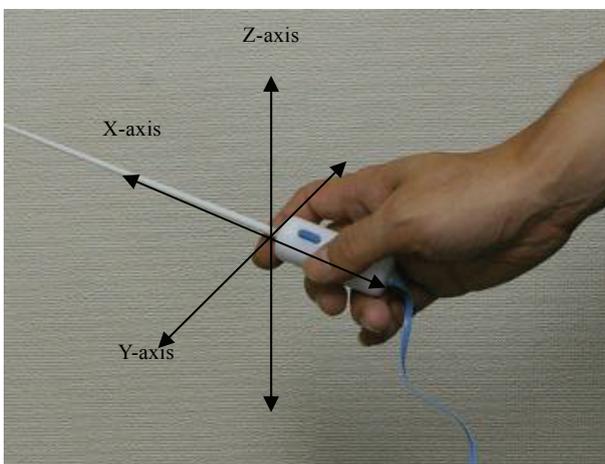


Fig. 4 The directions of the sensor axis

2-3 拍子の抽出方法

指揮棒の動き、すなわち拍子の抽出は、指揮棒に内蔵した3軸加速度センサにより行う。センサの軸の向きは、図4のように前後がX軸、左右がY軸、上下がZ軸とし、今回X軸は使用せずY、Z軸の出力を使用した。指揮棒の加速度 a として、式1によりY、Z軸の合成ベクトルの大きさを計算する。

$$a = \sqrt{y^2 + z^2} \quad (1)$$

$$j = a_n - a_{n-1} \quad (2)$$

拍子を刻んでいるポイントは、図1中の「点」の部分であり、指揮棒が下向きから急激に上向きに転じる部分である。このような部分を抽出する方法として、脈波などの解析(2)で用いられる式2の加加速度(Jerk)による演算処理を使用する。

図5は、「叩き」2拍子のY軸とZ軸の加速度センサからの出力であり、図6が式1と式2により計算した加加速度データである。「点」の位置ではっきりとしたピーク波形を抽出することができる

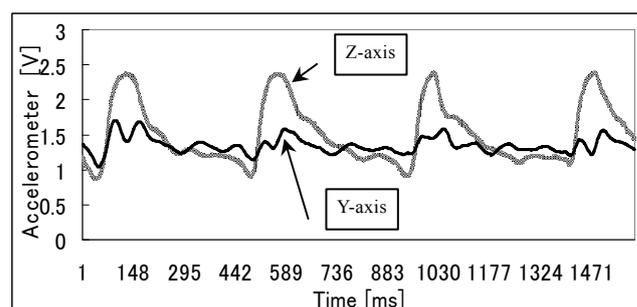


Fig. 5 Accelerometer value of the baton motion

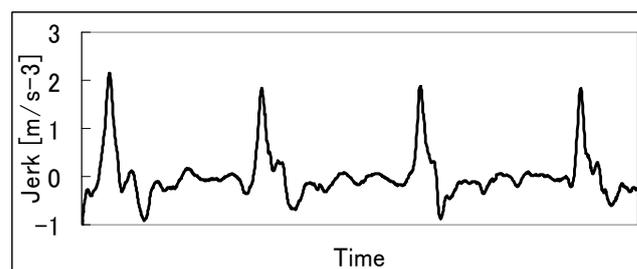


Fig. 6 The calculation result for jerk

3. 反応速度実験

被験者が、図7のパソコン画像の表示や図8の振動モータの振動を認識し、ボタンを押すまでの時間を計測する。それぞれの計測は、非定周期(ランダム)と定周期(リズム)の場合の実験を行った。非定周期は、単純に刺激に対する反応速度を測定するためである。定周期は、実際の音楽が定周期であり、次のタイミングを予測しながら認識していると考えられるため、重要であると考えた

また、実際の指揮者の動作では、予備動作がタイミング

を合わせる上で重要となる。そこで、視覚での非定周期・定周期の実験では、図9のように予備動作の代わりに図形がV字を描くように動き、V字の折り返し点を拍子のタイミングとして反応速度を測定した。

実験の被験者は、視覚による実験が20歳12名、触覚による実験が20歳10名で行った。それぞれの実験の反応時間の平均と標準偏差(SD)を表1と図10にまとめた。なお、標準偏差については、被験者の人数が少なく、視覚と触覚の実験では人数が異なるため、統計上の係数により調整を行った。

なお、表中と図中での実験項目の表記は以下のとおりである。

- VRA-NM：視覚，不定周期，予備動作なし
- VRA-WM：視覚，定周期，予備動作あり
- VRH-NM：視覚，不定周期，予備動作なし
- VRH-WM：視覚，定周期，予備動作あり
- HRA-NM：触覚，不定周期，予備動作なし
- HRH-NM：触覚，定周期，予備動作なし

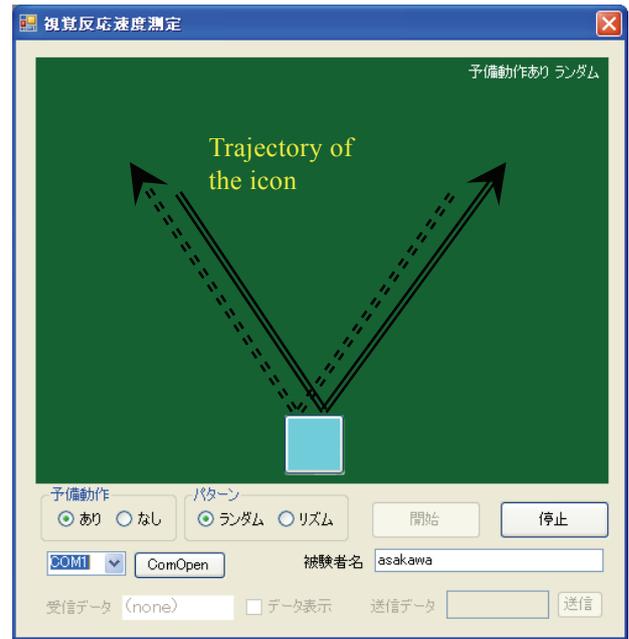


Fig.9 The screen shot of pre-motion experiment

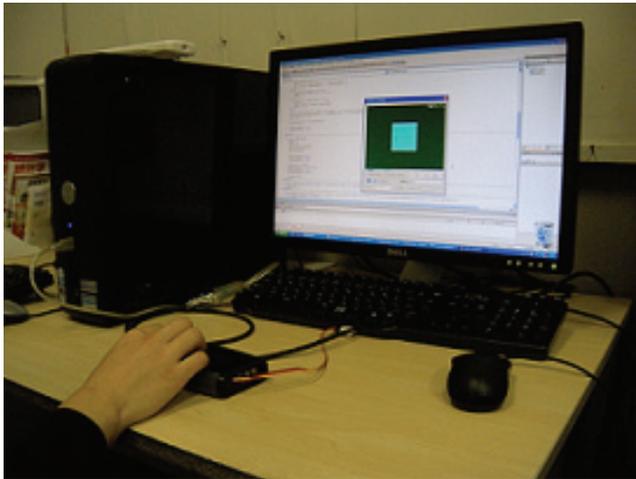


Fig.7 The view of the visual characteristic experiment

Table 1 The result of the response experiment

	VRA-NM	VRA-WM	VRH-NM	VRH-WM	HRA-NM	HRH-NM
Max.[ms]	252.9	56.6	218.2	34.0	293.9	209.7
Min.[ms]	190.5	-40.4	-22.5	-56.3	199.8	32.0
Ave.[ms]	207.9	5.2	77.4	-7.4	247.7	137.9
Std. dev.	19.2	31.1	72.0	26.5	27.1	60.1

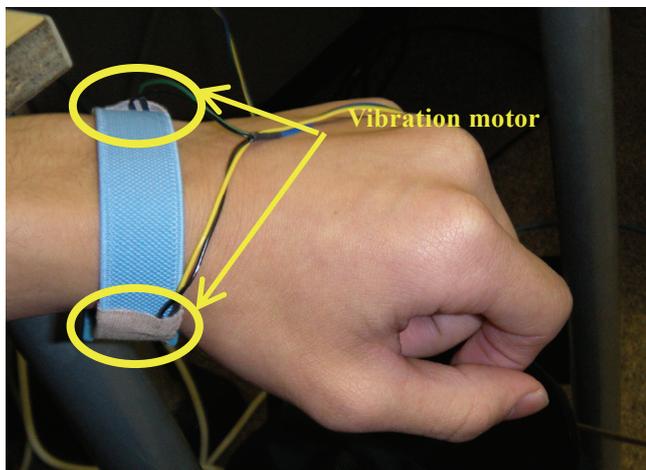


Fig.8 The view of the vibration motor

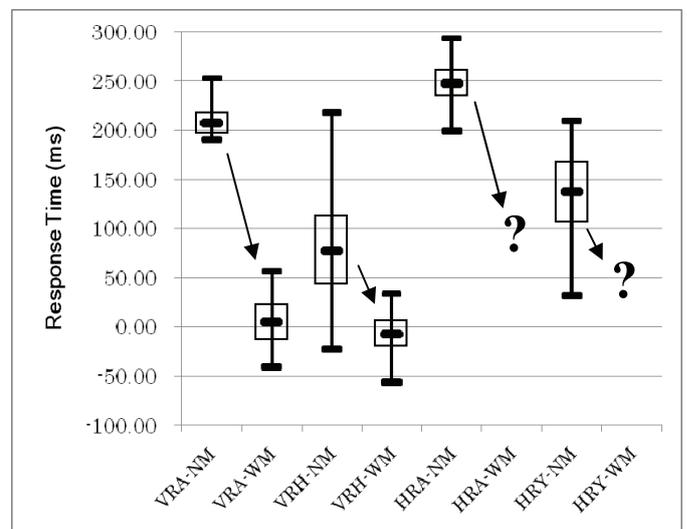


Fig. 10 Graph of response time

4. 考察

まず、実験の結果の非定周期より定周期の関係について考察する。視覚と触覚の両方で定周期の方が反応時間は短い、標準偏差は逆に大きくなっている。これは定周期では、次のタイミングを予測しようとするが、その予測が不完全であることを意味している。今回の実験では、被験者に数回の練習を行ったのち実験を行った。練習を続けることで、このばらつきが減少することも考えられるが、定周期の予測のみでは、反応時間にある程度のばらつきが発生するといえる。

次に、視覚と触覚の反応時間では、視覚の方が短くなっている。今回の実験では、HID に携帯電話で使用されている振動モータを使用しているが、このデバイスは起動時間が 100ms 前後かかる。触覚の反応時間からこの起動時間を差し引くと、視覚と触覚の反応時間は、ほぼ同程度あるといえる。触覚の反応時間を短くするためには、起動時間の速いデバイスが必要となる。

一方、視覚の予備動作ありの実験では、反応時間がほぼ 0ms となっている。これは理想的な状態であり、予備動作の重要性を示している。

しかし、現在の電子指揮棒システムでは、触覚による予備動作に相当する伝達方法を備えていない。そこで、予備動作の代わりに、加速度センサの測定値から速度を計算し、速度が最大となるタイミングを演奏者に伝達することで、予備動作の変わりとする方法が考えられる。

5. まとめ

視覚障害者支援のための電子指揮棒の研究として、視覚と触覚による反応時間測定のための実験を行い以下の結果を得た。

- 1) 非定周期と定周期による反応時間は、定周期の方が短い、ばらつきは大きかった。また、触覚と視覚で同じ傾向であった。
- 2) 触覚の反応時間は、HID の起動時間の影響で視覚より遅くなっており、起動時間の改善が必要である。
- 3) 視覚の実験で予備動作を加えた場合、反応時間が非定周期、定周期ともにほぼ 0ms となり、予備動作の重要性を確認した。

参考文献

- (1) 浅川貴史, 斎藤信之, 河原崎徳之, 吉留忠史, 西原主計, "視覚障害者の音楽学習支援のための電子指揮棒の開発", 日本機械学会福祉シンポジウム2009講演論文集, pp.112-113, 2009
- (2) 浅川貴史, 河原崎徳之, 西原主計, 斎藤信之, "視覚障害者支援のための触覚インタフェースに関する研究", 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会 2010, 1A1-C26, 2010
- (3) 齊田好男, "はじめての指揮法学", 音楽之友社, 2008