

Wearable Music Performer: 上半身の運動による音楽生成

木下凌一^{†1} 玉城絵美^{†1†2} 岩崎健一郎^{†1†3}

近年、身体を動かすインタラクティブデバイスが普及している。これらのデバイスは屋内で簡単に運動強度が調整できる利便性があるが、下半身による運動が中心であった。一方で、我が国ではベッドで過ごす人たちが車椅子の人たちが176万人いると報告されており、その人たちが楽しめるようなインタラクティブデバイスは少ない。本発表では、上半身だけで運動が可能なインタラクティブデバイス *Wearable Music Performer* を提案する。本デバイスは、肩の動きのみのジェスチャにより、音を奏するため、一般的な楽器で使用する指先の複雑な動きは使用しない。また、曲によって運動強度を変えることができ、低運動強度からでも楽しむことが可能である。実際に遅いテンポ (60bpm) の曲を被験者が演奏したところ、運動強度は平均して12.0%の低負荷運動が実現できた。

Wearable Music Performer: Music Generation by Shoulder Movements

Ryoichi Kinoshita^{†1} Emi Tamaki^{†1†2} Ken Iwasaki^{†1†3}

Recently, we benefit from exercise with interactive devices. The intensity of exercise can be adjusted with these devices. However, these devices often need users to move lower half of body. In Japan, it is reported that 1,760 thousand people should stay on the bed or use wheel chair. Few interactive devices are developed to benefit those people with exercise. In this paper, we suggest *Wearable Music Performer* that allows users to exercise with only upper half of the body. This device use only the shoulder movements and can adjust intensity of exercise by various musical tempos. For evaluation, participants played musical tune of relatively lower tempo (60 bpm) and achieved 12.0 % of exercise intensity. The result shows the device provides various exercise intensity from lower one.

1. はじめに

現代の高度に情報化された社会では、身体を動かすことや、心をリラックスさせる必要が高まっている。身体を動かしながら心をリラックスさせる方法として、音楽に合わせてダンスを行う Wii Fit [1] や Dance Dance Revolution [2] などのインタラクティブデバイスが普及している。また、ダンスパフォーマンスのためのウェアラブルデバイスについての研究もなされている[3]。これらのデバイスはテンポに合わせて簡単に運動強度が調整できる利便性があるが、下半身による運動が中心であった。

一方で、我が国ではベッドで過ごす人たちが車椅子の人たちが約176万人いると報告されており[4]、その人たちが身体を動かし心をリラックスさせるインタラクティブデバイスは少ない。そこで我々は、上半身だけで運動が可能なインタラクティブデバイス *Wearable Music Performer* を提案する。本デバイスは、肩の動きのみのジェスチャにより、音を奏するため、一般的な楽器で使用する指先の複雑な動きは使われていない(図1)。また、音楽のテンポによって運動強度を変えることができ、低運動強度からでも楽しむことが可能である。

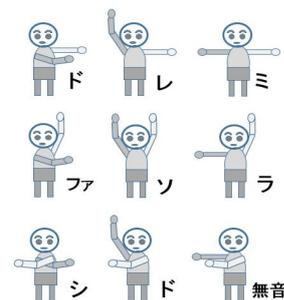


図1: 肩の動きのみのジェスチャと指定される音の種類

2. Wearable Music Performer

2.1 システム概要

Wearable Music Performer は、図1のように腕の動きを使ってメロディを生成する。システム構成図を図2に示す。実際の演奏モードは2種類から選択が可能である。

2.2 肩の動きのみで作れる簡単なジェスチャ

腕の伸ばす方向が左、上、右の順に大きくなるとし、右手を1桁目、左手を2桁目とする3進数で9種類の状態を生成できる。右腕が右を向いたら、左腕の状態が1つ上がり、右腕が左を向くといった形でジェスチャを定義した。

2.3 デバイス

Wearable Music Performer の具体的なシステム構成を図2に示す。3つのウェアラブルモジュールから送られたセンサ値をもとにMIDIデータを生成し、PC上で再生する。2つのウェアラブルモジュールは左右の手に装着し、加速

^{†1} プロトタイピング講座, Rapid Prototyping Class
^{†2} 早稲田大学 人間科学部 人間科学学術院
^{†3} 東京大学大学院 情報理工学系研究科

度センサのデータを送信する。また、片方の手に感圧センサのモジュールを持ち、押すことでメロディを出力できる。

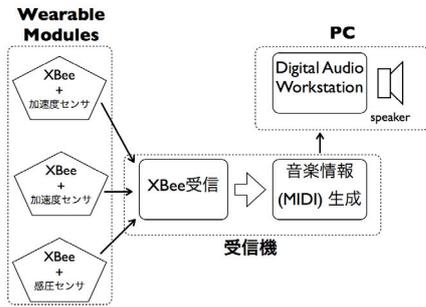


図2：システム構成



図3：ウェアラブルモジュールと装着の様子

2.4 演奏モードとアプリケーション

リズムとメロディの2つの出力アプリケーション用に2種類の演奏モードを用意した。

1. フリー・モード

腕の動きに合わせて連続的に音が出るモード。主にリズム出力アプリケーション向け。

2. コントロール・モード

感圧センサモジュールの値に応じて、音の長さや音程をコントロールする。メロディ出力アプリケーション向け。

3. 実験

3.1 概要

Wearable Music Performer は、ベッドで過ごす人たちの使用を想定しているため、高齢者や身体的な理由により低い運動強度での音楽演奏が出来なければならない。そこで、カルボーネン法で示される高齢者向けの低い運動強度30.00%以下での音楽演奏が可能であるかどうか実験を行う。また、短時間の使用でユーザに達成感を与えられるか演奏上達にかかる時間について実験を行った。20代~60代までの3名の被験者に提案装置を装着してもらい、2.4節で示されるコントロール・モードで、29音数で構成の「かえるの歌」を遅いテンポ(60bpm)で演奏してもらった。その運動強度と演奏上達についての結果を記す。

3.2 運動強度

安静時と運動直後の心拍数を測定した結果を図4に示す。安静時と運動後それぞれで一人の被験者あたり4回、脈拍数を計測した。結果、安静時に比べ、運動後は心拍数が

12.91上昇した。カルボーネン法による運動強度の定義(式1)によれば、この場合の運動強度は、平均12.00%である。

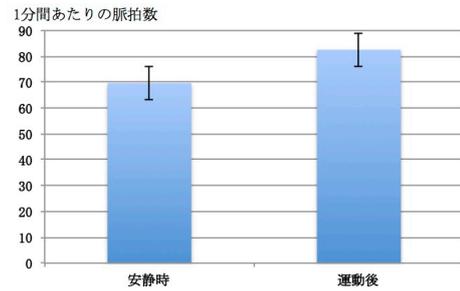


図4：安静時とWearable Music Performerでの運動後の1分あたりの脈拍数。上下バーは、安静時と運動後の標準誤差を示している

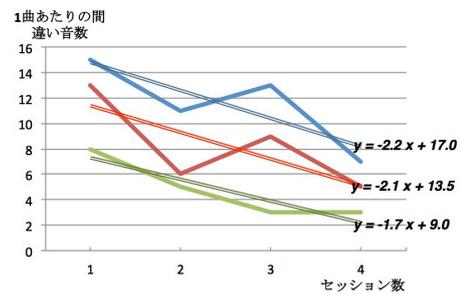


図5：1曲あたりの間違い音数の推移。青、赤と緑：それぞれ被験者A、BとCを示す。太線：各セッションの間違い音数の推移。2重線：各被験者の間違い音数の2次元近似曲線。

つまり、本実験で高齢者向けの低い運動強度30.00%以下もWearable Music Performerで実現できることが確認された。

$$\text{運動強度} = \frac{\text{運動後心拍数} - \text{安静時心拍数}}{220 - \text{年齢}} \times 100 \dots (\text{式1})$$

3.3 演奏上達

各被験者に、4セッション演奏してもらった場合の1曲あたりの間違い音数の推移を図5に示す。各セッションの間には3分以上の休みをおいた。2次元近似曲線から、多くとも8セッション行えば、間違い音数がゼロになることが予測される。1曲あたり40秒程度であるから、連続で演奏しても5分程度と、短時間での演奏上達が見込める。

4. まとめと今後の課題

上半身の運動のみで低い運動強度かつ短時間で音楽演奏が楽しめるインタラクティブデバイスWearable Music Performerを提案した。今後、本実験の被験者数を増やし、楽器としての演奏の楽しさや、他の楽器やインタラクティブデバイスとの比較実験、またフリー・モードでの評価を行う予定である。

参考文献

- 1) Wii Fit, 任天堂株式会社, <http://www.nintendo.co.jp/wii/rfnj/>
- 2) Dance Dance Revolution, コナミ株式会社, <http://www.konami.jp/bemani/ddr/jp/>

- 3) 藤本 実, 藤田直生, 竹川佳成, 寺田 努, 塚本昌彦, “ウェアラブルダ
ンスパフォーマンスのための動作認識手法の提案”, ユビキタス・ウ
ェアラブルワークショップ 2008 論文集, p. 43 (2008).
- 4) 平成 18 年身体障害児・者実態調査結果, 厚生労働省.