

腹部運動を促進するベルト型ゲームデバイスの提案

韓 旭^{†1} 串山 久美子^{†1}

概要: 近年、長時間のパソコン作業での座りすぎによる生活習慣病の増加を背景に、運動の促進方法が注目されている。このような背景の中、著者らは座りながら運動効果も得られるデバイスに着目した。既存の運動促進させるデバイスではパソコンを操作しながら直接腹部を鍛えるのは難しい。そこで本稿では、座位姿勢でも運動ができることに着眼したベルト型ゲームデバイスを制作し運動効果とインターフェースの操作性に関して検討した。

Proposal of Belt Type Game Device to Promote Abdominal Exercise

HAN XU^{†1} KUSHIYAMA KUMIKO^{†1}

Abstract: In recent years, with the increase of lifestyle diseases caused by using computer, the promotion of exercise has attracted researcher's attention. In this background, the authors focused on a device which can obtain exercise effect while sitting. It is difficult to directly train abdomen while operating a personal computer with the exercise promotion devices which has been developed. Therefore, in this paper we developed a belt type game device which can do exercise with a sitting position. We also examined the exercise effect and the operability of the interface.

1. はじめに

座りすぎによる運動不足は糖尿病や心血管疾患などを引き起こし死亡のリスクが大きくなる [1]。特にパソコンを長時間使用する人は立つ時間より座る時間の方が長い。このような背景の中、どのように運動を促すかが重視されている。例えば、中国の WeChat アプリケーションではスマートフォンに内蔵された加速度センサーで計測した一日の歩数を「WeRun-WeChat」公式アカウントを通じて友達と競争することで運動を促進させている。また、Kinect や Wii リモコンなど個人向けのゲームデバイスではユーザーの運動そのものをゲームシステムに取り入れ運動を促進させる。しかし、これらの手法では座位姿勢を保つ点に配慮していないため、座位姿勢で長時間パソコンを操作する有効性は確認できない。そこで、本研究では座位姿勢でも運動ができることに着眼した。著者らは腹部動作をセンシングしゲームシステムに取り入れるベルト型デバイスを提案した [2]。

そこでの知見を元に本論文では、ベルト型デバイスの試作機を制作し運動効果とインターフェースの操作性に関して検討した。

2. 関連研究と提案手法

住友ら [3] は腹囲の変化を用いる秘匿インターフェースを提案した。腹囲の大きさおよび腹部動作速度によるスライド式可変抵抗値の変化をに利用する入力手法としてプロトタイプを実装し、評価実験の結果、3段階に分けた腹囲の変化は精度が高いことがわかった。L.ErikNacke ら [4] による Biofeedback GameDesign では、腹部に張力センサを装着し、腹部動作によるセンサの張力の変化をアクションゲームのキャラクタ操作に利用する入力手法が提案されている。

しかし、これらのインターフェースでは複雑の操作が必要になる際、熟練者しかうまく操作できない。一般的にはユーザがすでにもつ概念モデルとシステム操作手法に近い方が良いとされている [5]。そこで、本研究ではアコーディオンの蛇腹と鍵盤の組み合わせ方および腹部操作手法といった概念モデルに基づいて、ユーザに馴染みやすいインターフェースを設計し、操作性に対する効果の検証を行い、運動効果の

^{†1} 現在、首都大学東京大学院 システムデザイン研究科
Presently with Graduate School of System Design, Tokyo
Metropolitan University

検証結果と合わせて報告する。

3. システム構成

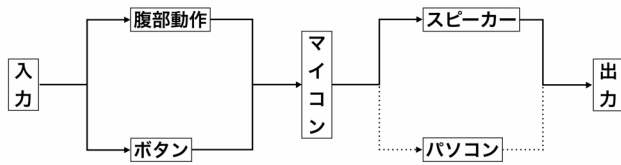


図 1 システムイメージ
Fig. 1 System Image

提案したシステムイメージは図 1 に示す。ゲームコンテンツなど腹部運動以外の因子による心拍数への影響を最低限に抑えるため、図 2、図 3 に示すようにベルト型楽器を試作することにした。ベルト型楽器は主にトレーニングベルト、タクトスイッチ、圧力センサー、AVR マイコンおよびスピーカーからなる構成である。圧力センサに入力された値と押されたタクトスイッチの番号がマイコンに送信され、その値を音量としタクトスイッチの番号に対応する音階をスピーカーで鳴らす、音階の対応関係は図 4 に示す。腹部

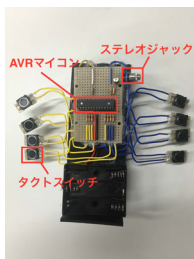


図 2 試作機(表)

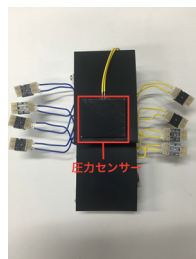


図 3 試作機(裏)

Fig. 2 Prototype(Front) Fig. 3 Prototype(Back)

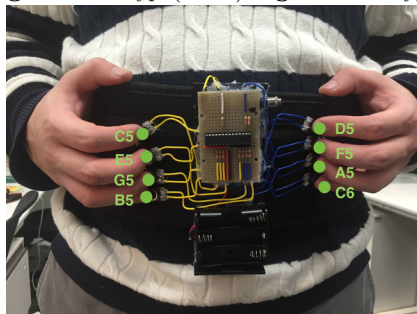


図 4 実装

Fig. 4 Installation

に力をいれて腹横筋が鍛えられるので、腹部をへこませて音量を大きくする操作にした。また、鍵盤の距離はアコーディオン型のインタフェースとして類似の「Dualo du-touch S」[6]を参考し腹部の中心から約 95mm 離れることにした。

4. 予備実験

運動効果とインタフェースの操作性を検証するために、体験者が座位姿勢で実験を行った。被験者は 20 代の学生 10 名 (男性 : 7 名, 女性 : 3 名) とした。運動効果が確認できるように Apple Watch[7] を実験中で常時左手首につけ、安静時の心拍数とベルト型楽器を使用時の心拍数の計測をした。実験の手順において、まずは安静状態を保てる環境で 3 分間の心拍数の計測をした。次に、図 5 に示すように被験者を背もたれにもたれないように座らせて、腹部操作を説明してから 5 分間使用させた。5 分間の間で音階の確認と「きらきら星」の演奏をタスクとし被験者に実行させた。5 分間以内にタスクを終了した場合は自由演奏にした。最後は、実験の終了後に被験者に運動効果とインタフェースの操作性におけるアンケートを実施した。

アンケートの設定項目は次の 3 つである。第一に「1 日 30 分以上運動しているか」、第二に「ベルト楽器を用いた 5 分間の演奏をどう感じたか」、第三に「お腹で音の大きさのコントロールをどう感じたか」を回答させた。



図 5 実験様子

Fig. 5 User Experience

5. 結果と考察

AppleWatch の「アクティビティ」というアプリケーションで計測した心拍数とアンケートの結果に基づいて運動効果とインタフェースについて考察を行った。

5.1 運動効果の検証

10 名の被験者の心拍数と回答させた設問 1 の結果を表 1 に示す。ベルト型楽器の使用後、腹部をへこますだけで 8 名の被験者の心拍数が上昇し運動効果が得られたとわかった。また、運動効果と運動頻度の相関を表すピアソンの積率相関係数 (r) は以下の式により計算され検証する。

$$r = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y})^2}} \quad (1)$$

ここで、 x_i , y_i は i 番目の被験者における運動頻度と心拍数変化を示しており、 N は相関係数を計算する際の被験者

10人のデータ数である。その結果、運動頻度と心拍数変化データのピアソン積率相関係数は約-0.45を示し、 r は-1~1の範囲をとり、その絶対値が1に近いほど相関が強いことを表す。したがって、運動効果と運動頻度は中程度の負の相関が見られ、運動頻度が低い被験者に対して運動効果が大きい傾向を示す。

表 1 心拍数と運動頻度
Table 1 Heart Rate & Frequency of Exercise

被験者	安静時	運動時	変化量	上昇	運動頻度
A	80 bpm	85 bpm	5 bpm		月 0 回
B	74 bpm	85 bpm	11 bpm		月 0 回
C	71 bpm	79 bpm	8 bpm		月 0 回
D	80 bpm	84 bpm	4 bpm		月 1 回
E	95 bpm	98 bpm	3 bpm		月 2.5 回
F	83 bpm	83 bpm	0 bpm	×	月 8 回以上
G	74 bpm	81 bpm	7 bpm		月 8 回以上
H	77 bpm	85 bpm	8 bpm		月 8 回以上
I	76 bpm	71 bpm	-5 bpm	×	月 8 回以上
J	104 bpm	108 bpm	4 bpm		月 8 回以上

5.2 インタフェースの操作性

ベルト型楽器のインタフェースに関して10名の被験者は5分以内に間違いなくきらきら星を演奏できるようになり、アコーディオンのような組み合わせ方のある程度の有用性があったと考えられる。設問2「ベルト楽器を用いた5分間の演奏をどう感じたか」に対して、9名の被験者が「ややきつい」と回答した。両手の操作位置を腹部の中心から95mmの距離に設定したが、被験者の腕や肩が疲れたと感じた。腕の重量を支えるため肩に多くの負荷がかかったことが原因と考えられる。したがって、肩の負荷を軽減する工夫が必要である。設問3「お腹で音の大きさのコントロールをどう感じたか」に対して、8名の被験者が「腹部を膨らませると音が大きくなる方が良い」と回答した。被験者は腹部を膨らませて音量を大きくする概念モデルをもつことがわかった。

被験者から「きらきら星」の楽譜に「クレッシェンドとデクレッシェンドのような指示があった方がいい」や「二つのベルト楽器の間のインタラクションができればいい」などの意見をもらった。

6. おわりに

本稿では、腹部動作と鍵盤の組み合わせ方および腹部操作手法を利用したベルト楽器のプロトタイプを実装し検証を行った。その結果では、ベルト型デバイスは運動頻度が低い人に対して、より大きな運動効果が得られることがわかった。また、インタフェースの操作性に関して、アコーディオンの蛇腹と鍵盤の組み合わせ方および腹部操作手法

はユーザにとっては馴染み深いと検証し、腹部を膨らませて音量を大きくする概念モデルをもつことがわかった。今後は、腹部を膨らませる操作手法をメイン操作手法とし、予備実験の結果を元に改良を進める。また、運動頻度と腹部操作頻度に配慮し、提案したベルト楽器をゲームデバイスとしてパソコンゲームの操作可能が期待できる。

参考文献

- [1] Karen Ravn : Don't just sit there. Really.(online) , 入手先 <http://articles.latimes.com/2013/may/25/health/la-he-dont-sit-20130525> (12月14日)
- [2] 韓旭, 串山久美子: 加圧ベルトを利用したゲームシステムの検討, 第21回日本バーチャルリアリティ学会大会, アート&エンターテイメント (34D-02), 2016.09.16.
- [3] 住友裕貴, 片山拓也, 寺田努, 塚本昌彦: 腹囲の変化を入力に用いる秘匿インタフェースの特性評価, 研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI)2012-HCI-149(14), 1-8, 2012.
- [4] L. ErikNacke, M. Kalyn, C. Lough, and R. Mandryk: Biofeedback Game Design: Using Direct and Indirect Physiological Control to Enhance Game Interaction, Proc. of the 2011 Annual Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI 2011), pp. 103-112 (2011).
- [5] Donald Norman: *The Psychology of Everyday Things*, Basic Books (1988).
- [6] ギズモード・ジャパン: 不思議な演奏感をもたらすアコーディオン型の電子楽器「Dualo du-touch S」(オンライン) , 入手先 <http://www.gizmodo.jp/2016/04/acordion-type-new-instrument-dualo-du-touch-s.html> (12月14日)
- [7] Apple Inc.: 心拍数。その意味と Apple Watch での表示方法。(オンライン) , 入手先 <https://support.apple.com/ja-jp/HT204666> (12月14日)