



上半身への触覚提示によるリズムカルな腕の動きを誘発する ダンスサポートシステムの提案

Proposal for a dance support system that induces rhythmic arm movements
by haptic presentation to the upper body

小川泰正¹⁾, 萩原隆義¹⁾, 谷地卓¹⁾, 松田健人¹⁾, 花光宣尚¹⁾, 川口碧¹⁾, 脇坂崇平¹⁾, 南澤孝太¹⁾
Hiromasa OGAWA, Takayoshi HAGIWARA, Taku TANICHI, Kento MATSUDA, Nobuhisa HANAMITSU,
Midori KAWAGUCHI, Sohei WAKISAKA, Kouta MINAMIZAWA

1) 慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科 (〒 223-8526 横浜市港北区日吉 4-1-1)

概要: 本研究は, ダンス初心者への身体動作習得を支援するためのダンスサポートシステムとして, 上半身への触覚提示による腕の動作誘発を提案した. 触覚パターンを腕を動かす方向と対応するように地面に水平な方向と垂直な方向の二軸で定義し, 触覚パターンの学習時間を減らすように工夫を行い体験会を実施した. 体験会では, 体験者による触覚の感じ分けによって平均して 70% が正しく動作誘発できたが, 触覚の感じ分けそのものが難しいなどの課題が見つかった. 触覚によって正確に動作誘発ができるようになることで, ダンスなどの身体動作習得時間を短くできる他, 視覚を使わない身体的に動きを感じる新しいダンス鑑賞体験への応用も期待できる.

キーワード: 触覚, 運動誘発, ダンス, 感覚共有

1. はじめに

ダンスは律動的で自然な身体運動 [1] でありながら, 身体のリズミカルな動作により感情や意思, 情景や状況などを表現する芸術 [2] である. 従来のダンス練習は, ダンスのインストラクターが学習者に対してお手本の動きを見せたり, 言語を使って動きの説明を行う. しかし, 実際の運動において動作を言語のみで伝えることは限界があり, 動作の実践 [3] や非言語でのコミュニケーション [4] が動作習得に対して重要な手段となる. ストリートダンスを教える教室には大きな鏡があり, 視覚的に身体の運動情報を伝えやすくしていることが窺える. 一方で, 非言語でのコミュニケーション手段は視覚のみでは無い. 本研究は身体へ直接情報を提示できる触覚刺激を用いた非言語コミュニケーションに着目し, ダンス初心者への身体動作習得を支援するためのダンスサポートシステムを提案する. 触覚刺激を用いたダンス初心者への触覚を使った運動誘発を行う.

2. 関連研究

触覚刺激を用いたダンスについては, 楽曲のビートを触覚でユーザへ示すことによってリズム感を高める手法 [5][6] が提案されている. また, 触覚刺激を用いたダンス教師による生徒へのダンスステップ指示 [4] では触覚刺激によって動きの誘発を行っているが, leader-follower ダンスというペアダンスにおける特定の場面における触覚パターンと動きに限定をしている.

3. 提案手法

触覚刺激による動作誘発の第一歩として, 上半身への触覚提示による腕の動きの誘発に重点を置いた. 触覚パターンを腕を動かす方向と対応するように地面に水平な方向と垂直な方向の二軸で定義した. 定義された二軸に基づいた触覚パターンをユーザーに与えることで, 上下左右の腕の動きを直感的に誘発することを試みた.

3.1 触覚とダンス

ユーザーの上半身に触覚を与えるために, Synesthesia Wear [7] を用いた. Synesthesia Wear は, 上半身の任意の位置に触覚モジュールを設置可能なジャケット型のウェアラブルインタフェースで, 触覚の提示範囲, 強度, パターンをカスタマイズすることができる. 本システムでは, 両手をそれぞれ上下左右の 4 方向に振る, 合計 8 パターンの腕の動きをユーザーにガイダンスをする. 図 1 に左腕の動作パターンを示す.

3.2 触覚モジュール

触覚モジュールの配置を 1(a) に示す. 触覚モジュールはマトリックス状にグループ化され, 腕を振る方向に応じた振動を提示する. 例えば, 下に振る場合, モジュール群は Z, Y, X, W の順に触覚を提示する. 腕を内側から外側へ振る場合は, A, B, C, D の順で体の胸から腕を通して背中側へ触覚を提示する.

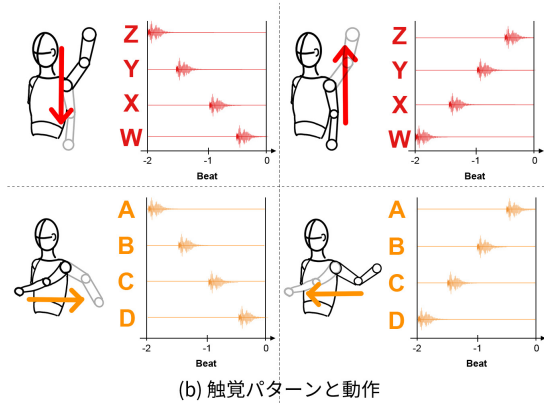
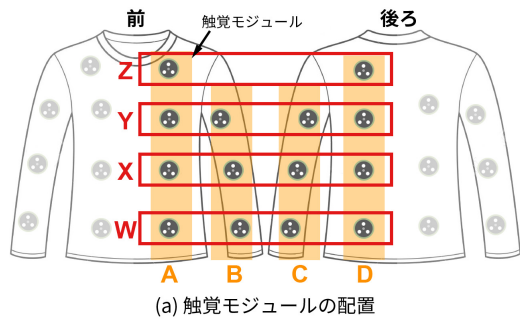


図 1: 触覚モジュールの配置とモジュール群をマトリックス状に配置する。横長の長方形 W, X, Y, Z は、振り上げ, 振り下ろしの動作を誘発する触覚モジュールの範囲を示す。縦長の四角形 A, B, C, D は、地面と水平方向への動作を誘発する触覚モジュールの範囲を示している。

3.3 触覚によるリズムと方向の誘発

動作開始の 2 拍前から触覚刺激を開始し、個々の触覚モジュール群が等間隔で触覚提示を行う。楽曲に合わせた触覚提示の流れを作ることによりリズムカルな腕の動作を誘発した。

4. ユーザ調査

本システムを評価するため、日本科学未来館にて体験会を 1 日行った (図 2)。

体験者は体験開始時に Synesthesia Wear を着用した。触覚モジュールと肌の適切な密着度を維持するためにバンドを巻いた。

Synesthesia Wear を着用後、体験者は約 4 分間のチュートリアルビデオを触覚刺激を感じながら動きの学習を行った。ビデオの画面は図 3 に示すとおり半分に分かれている。左半分には触覚提示されている場所が分かるように Synesthesia Wear に対応する触覚モジュールの図が表示されており、右半分には想定される実際の動きが表示されていた。曲に合わせて触覚を感じ、タイミングをあわせて動くことで触覚パターンと動きの学習を行った。

チュートリアル終了後に、体験者の同伴者またはスタッフが指示者として iPad を用いて動きの指示を出した。iPad に表示したコントローラーのインターフェースを図 4 として示す。指示者による動きの指示は曲と同期して自動で送信



図 2: 日本科学未来館で行われた体験会の様子。(a)Synesthesia Wear を着用する体験者。(b)ビデオを視聴しながら動きと触覚の対応を学習する体験者。



図 3: チュートリアルビデオの内容。左半分には触覚パターンをグラフィカルに表示し、右半分には動きを表示している。

される。Synesthesia Wear を着用した体験者は触覚刺激を感じ、対応する動きを表現した。Synesthesia Wear を着用した体験者の動きを指示者が確認し、動きの正誤をコントローラーに入力した。動作指示は 4 分間行われ、体験者によって回数は異なった。



図 4: 動作の指示を行うユーザーが使用したコントローラー画面。画面左側の矢印を押すと画面右側にキューとして指示が保存される。

また、体験終了後に本システムの評価に関するアンケートを行った。アンケート項目は 5 項目で以下の通りである。

1. 上手に動きましたか? (4 段階評価)
2. 振動と動きはわかりやすかったですか? (4 段階評価)

3. 年齢を教えてください
4. (ペアで参加されていた場合) ご参加いただいた方のご関係を教えてください (自由記述)
5. 体験をした感想を教えてください。

加えて体験の感想を共有するためのホワイトボードを設置し、体験終了直後に体験の感想を自由に記入するようにスタッフが促した。

5. 結果

触覚指示による動作の正答率に関する 22 件のデータを取得した。図 5 に正答率の分布を示す。触覚指示に対応する動作の正答率は平均して 70%であり、中央値は 75%であった。正答率が 100%の体験者が 2 名いるのに対して正答率が 40%の体験者も 3 名見られるなど、体験者によって正答率が大きく変わることが分かった。

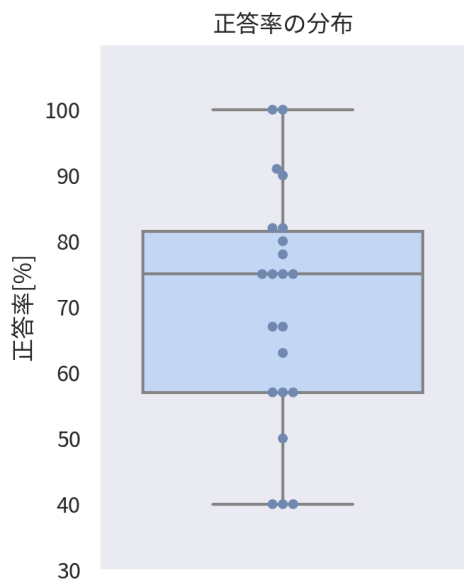


図 5: 触覚指示による動作の正答率を示す箱ひげ図。

動作と触覚に関するアンケート結果を図 6 に示す。体験の感想としては「楽しかった」や「面白かった」などポジティブな意見や、触覚パターンを覚えるのが難しかったなど、触覚を動きに変換する難しさに関する感想を得た。また、一部の体験者は「振動で自身の感覚が試されているような感じがした」や「感覚を捉えるのが難しかった」など、触覚モジュールによる上半身への触覚刺激に違和感を感じた感想を得た。さらに、左半身と右半身で触覚の強弱に差を感じる体験者や、背中側の触覚だけ弱く感じる体験者など、体験者によっては提示場所による知覚の違いも報告された。本体験会では実現しなかったが、知覚しづらい場所に対応する触覚モジュールの出力を上げることで対応が可能だと考える。触覚と動きの学習時に、上下の動きは直感的で分かりやすいが、左右が入ると急に難しくなるとの感想を得た。

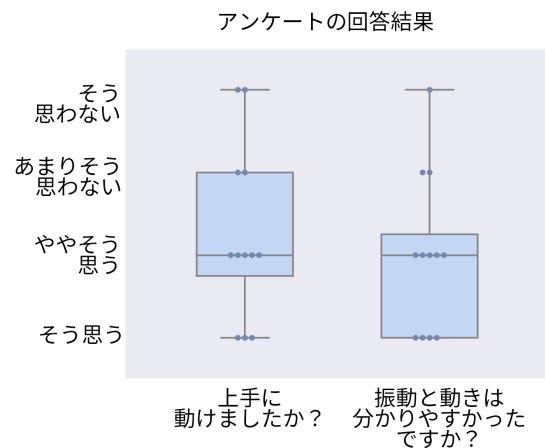


図 6: 動作と触覚に関するアンケート結果。

体験中にはこやかに体験を行っている体験者が多く見られた。同伴者に言葉で触感や触覚の気持ちよさを伝える体験者も多く見られた。チュートリアルの中や、触覚による動作指示を受けている間に上を向く体験者や目を閉じる体験者が多く見られた。

6. 考察

触覚指示に対応する動作の正答率は平均して 70%であり、触覚を動きに変換する難しさに関する感想を得た。上下方向と左右方向の感じ分けの違いについてと学習時間についてについてそれぞれ考察を行う。

上下方向と左右方向の感じ分けについて

正答率がばらついたのは、アンケートから得た通り上下方向の判断がつきやすく、左右方向の判断がつきづらいことが原因だと考えられる。本体験で誘発した動作は両腕の上下左右、計 8 方向であった。どちらの腕を動かすべきなのかは、体験中の様子から全ての体験者が判別できていたため、片腕の上下左右 4 方向を重点的に感じ分けていたと考えられる。正答率が 70%以上の体験者においては、地面に対して垂直(上下)・水平(左右)方向の判別はできるが、水平方向の指示時に判断がつかなかったものと考えられる。上下の動作指示と左右の動作指示の分かりやすさに違いがあった原因として、次の 2 点が考えられる。1 点目は触覚モジュール間の距離が足りなかったことである。図 1(a) の A, B, C, D 間と比較して W, X, Y, Z 間の物理的な間隔は短かった。そのため水平方向指示の触覚パターンは感じ分けが難しくなってしまったと考えられる。2 点目は触覚パターンのデザインである。垂直方向指示中は常に腕にも触覚提示をしているのに対して、水平方向は腕への触覚提示時間が短く、胸と背中に重要な触覚情報を提示していた。通常、腕を横に動かす際には、下から腕を持ち上げるようにして横に伸ばす場合や、肘を曲げた状態から伸ばす場合など様々な状況が考えられる。体験時是对応する腕に近接している胴体から腕の前を通り、後ろへ流れていく触覚パ

ターンであったため、体験者の持つ「腕を横に動かす」という運動イメージと一致しない場合があったと考えられる。そのため、現在の腕の角度や位置に応じて動的に触覚提示を変化させることで、より直感的な理解につながることを期待できる。

学習時間について

本体験における学習時間は4分であったが、より長い学習時間が必要だと考えられる。多くの体験者にとって触覚モジュールによる上半身への触覚提示そのものが初めての体験であった。そのため、上半身への刺激そのものに慣れるのに時間がかかったような感想が得られたと考えられる。従って動作指示の学習だけでなく、音楽に合わせて触覚を提示するだけの触覚刺激自体にある程度慣れることで正答率が向上するのでは無いかと考えられる。正答率が90%から100%の体験者は、触覚と動きの学習が早く、チュートリアル時点から垂直と水平方向の感じ分けはもちろん、水平の場合は触覚が胸から提示されるのか、背中から提示されるのが重要であることに気が付き感じ分けを意識的に行っていたように見られた。Synesthesia Wearによる触覚刺激そのものに慣れることで、触覚パターンの感じ分けをする余裕が生まれるのでは無いかを考える。しかし、長時間の学習が必要な場合、本来の目的であるダンス初心者への身体動作習得支援にならなくなってしまうことも考えられるため、学習しやすい触覚パターンを模索することが重要である。

提案システムのダンス学習への適応について

提案システムをダンス学習へ適応するには、以下の3点を考慮し改善する必要があると考えた。1点目は動作中に触覚刺激を与えられても刺激を感じづらいという点である。そのため、動作をしながら触覚刺激を感じるのでは無く、見ている動作を触覚刺激によって身体的に感じながら学習するような練習方法を提案する。2点目は触覚刺激の座標系である。今回のように腕を振るという1つ動作であれば地面を基準としたワールド座標系で動作指示を行えば良い。しかし、実際のダンスでは複数の身体動作が組み合わさっている。動作の組み合わせを提示する場合には腕の状態を基準としたローカル座標系で指示を行う必要があると考える。3点目は視覚と触覚の組み合わせ方法である。従来のダンス練習方法である言語と視覚による練習に組み込む場合には、触覚刺激と視覚の組み合わせによる動作知覚の支援を行う必要がある。本研究では触覚刺激のみで動作誘発を行ったため、視覚との組み合わせによる動作誘発は今後の課題である。

7. まとめ

本研究は、ダンス初心者への身体動作習得を支援するためのダンスサポートシステムとして、上半身への触覚提示による腕の動作誘発を提案した。触覚パターンを腕を動かす

方向と対応するように地面に水平な方向と垂直な方向の二軸で定義し、触覚パターンの学習時間を減らすように工夫を行い体験会を実施した。体験会では、体験者による触覚の感じ分けによって平均して70%が正しく動作誘発できたが、触覚の感じ分けそのものが難しいなどの課題が見つかった。触覚によって正確に動作誘発ができるようになることで、ダンスなどの身体動作習得時間を短くできる他、視覚を使わない身体的に動きを感じる新しいダンス鑑賞体験への応用も期待できる。

謝辞

本研究はJST ムーンショット型研究開発事業「身体的共創を生み出すサイバネティック・アバター技術と社会基盤の開発」(Grant number JPMJMS2013)の一環として実施された。本研究で用いたSynesthesia Wearは帝人株式会社と共同開発を行い同社から提供を受けた。

参考文献

- [1] Jo Butterworth, Dance Studies: the Basics : The Basics, Taylor & Francis Group, ProQuest Ebook Central, 2012. <https://ebookcentral.proquest.com/lib/keio/detail.action?docID=957902>.
- [2] DIGITALIO, Inc. , 舞踊とは - コトバンク, <https://kotobank.jp/word/舞踊-125843>.
- [3] 滝沢 文雄, 運動実践における言語の役割とその限界, 体育・スポーツ哲学研究, 31 巻, 1 号, p. 75-85, 2009.
- [4] Héctor M. Camarillo-Abad, María Gabriela Sandoval, J. Alfredo Sánchez, GuiDance: Wearable Technology Applied to Guided Dance, Proceedings of the 7th Mexican Conference on Human-Computer Interaction, Article 4, 1-8, pp.1-8, 2018.
- [5] Navid Shaghghi, Yu Yang Chee, Edmond Howser, Richard Mora, Requirements Analysis and Preliminary Development of SwingBeats: A Real-Time Haptic Beat Tracking System for Dance Education, 2019 IEEE International Symposium on Haptic, Audio and Visual Environments and Games (HAVE), pp. 1-6, 2019.
- [6] Graham Grindlay, Haptic Guidance Benefits Musical Motor Learning, 2008 Symposium on Haptic Interfaces for Virtual Environment and Teleoperator Systems, pp. 397-404, 2008.
- [7] Taichi Furukawa, Nobuhisa Hanamitsu, Yoichi Kamiyama, Hideaki Nii, Charalampos Krekoukiotis, Kouta Minamizawa, Akihito Noda, Junko Yamada, Keiichi Kitamura, Daisuke Niwa, Yoshiaki Hirano, Tetsuya Mizuguchi, Synesthesia Wear: Full-body haptic clothing interface based on two-dimensional signal transmission , SIGGRAPH Asia 2019 Emerging Technologies, pp. 48-50, ACM, 2019 .