

マッサージチェアを直感的に操作するための インタフェース設計に関する研究 (第 2 報)

Study and Implementation of Interface Design for Intuitive Controlling A Massage Chair

濱田健夫^{1) 4)}, 谷口祥平²⁾, 池島紗知子²⁾, 清水敬輔²⁾, 坂本大介^{3) 4)}, 長谷川晶一¹⁾, 稲見昌彦^{4) 5)}, 五十嵐健夫^{3) 4)}

Takeo HAMADA, Shohei TANIGUCHI, Sachiko IKEJIMA, Keisuke SHIMIZU, Daisuke SAKAMOTO, Shoichi HASEGAWA, Masahiko INAMI, and Takeo IGARASHI

1) 東京工業大学大学院 総合理工学研究科

(〒226-8503 神奈川県横浜市緑区長津田町 4259 R2-20, hamada.t.ad@m.titech.ac.jp, hase@pi.titech.ac.jp)

2) パナソニック株式会社

(〒525-8555 滋賀県草津市野路東 2 丁目 3 番 1-2 号, {taniguchi.shohei, ikejima.sachiko, shimizu.kei}@jp.panasonic.com)

3) 東京大学 情報理工学系研究科

(〒113-0033 東京都文京区本郷 7-3-1 東京大学理学部 7 号館 3 階 302 号室, sakamoto@is.s.u-tokyo.ac.jp)

4) JST ERATO 五十嵐デザインインタフェースプロジェクト

(〒112-0002 東京都文京区小石川 1-28-1 フロンティア小石川ビル 7F, takeo@acm.org)

5) 慶應義塾大学 メディアデザイン研究科

(〒223-8526 神奈川県横浜市港北区日吉 4-1-1, inami@kmd.keio.ac.jp)

Abstract: In this research, we propose a puppet user interface (Figure 1) for directly specifying massage position and intensity when they use a massage chair. They can indicate position on their backs by touching the puppet's one and modulate intensity by adjustment of pushing force on it. Besides, we also develop a massage chair system used by both a push-button interface and the puppet one. Experimental results confirm that the puppet interface enables the subject to adjust massage position smaller number of times than the button. In addition, most participants correctly predicted the way to regulate massage position of the puppet device we implemented.

Key Words: Puppet Interface, Master-Slave Control, Massage Chair, Direct Manipulation.

1. はじめに

マッサージチェアの操作はボタン式インタフェースが一般的である。インタフェースには全身マッサージコースやマッサージのパターン等のマッサージの種類を選択するボタンと、位置や強弱等のマッサージをユーザの好みに合わせて調節するボタンとが混在している。その結果多くのボタンが一つのコントローラ上に配置され、マッサージチェア操作に慣れていないユーザにとって、マッサージを好みの動作に調節することが困難な場合がある。また、ボタン式インタフェースを用いる場合、好みのマッサージにするためにボタン操作による段階的調節を要する。そのため、複数回の操作が必要となる。

これらの問題に対して、従来のボタン操作に代わるマッサージの調節方法が試みられている。ユーザの生体情報を用いたマッサージの調節では、脈拍、皮膚表面温、皮膚電気反射[1]、皮膚弾性[2]、心拍変動[3]等を取得し、ユーザの快/不快状態を推測し、柔軟にマッサージを組み直す



図 1: ぬいぐるみ型インタフェースによるマッサージチェア操作

ことができる。しかし、生体情報を取得するために身体を拘束する必要があり、また、状態推測の精度や応答性の問題が残る。

マネキンをマッサージチェアインタフェースとして用いた研究も行われている[4]。この研究では、マネキンの



図 2: 本マッサージシステムの構成

有する成人程度の大きさの身体性を利用して、マッサージの位置を調節することができる。しかし、この研究ではマッサージチェアを介したコミュニケーション支援を目的としており、操作者とマッサージチェアに座るユーザとが同一となることが想定されていない。マッサージチェアに座りながら成人ほどの大きさを持つインタフェースを操作することは困難である。

我々が過去に試作したぬいぐるみ型インタフェース [5] は、マッサージチェアに座りながらマッサージの位置および強弱を調節することができる (図 1)。ぬいぐるみの身体性を利用して、段階的な調節ではなく直接位置と強さの目標値を指定することが可能となるため、従来のボタン式インタフェースに比べて少ない操作回数での調節が期待できる。しかし、これまで上下移動のみ可能なマッサージチェアとの組み合わせでしか実装しておらず、その有効性を十分に検証できなかった。

そこで我々は、ユーザの希望するマッサージを実現するために必要なパラメータである位置調節機能に着目し、ぬいぐるみ型インタフェースを用いてマッサージの位置を上下左右方向に移動できるマッサージチェアシステムを開発した。また、このシステムを用いてぬいぐるみ型インタフェースによる位置調節操作の有効性を検証した。本稿ではこれらについて報告する。

2. マッサージチェアシステム

開発したマッサージチェアシステムは、ぬいぐるみ型インタフェース、市販のマッサージチェア (パナソニック株式会社製リアルプロ EP-MA70) およびチェア付属のボタン式インタフェースとから構成されている (図 2)。

2.1 マッサージチェア

使用したマッサージチェアは背もたれ部にマッサージを施す玉 (以下揉み玉) が左半身担当の上下 2 つと右半身担当の上下 2 つの計 4 つを搭載しており、これらは左右対称に動く仕様となっている。揉み玉は上下移動のほか、左右の揉み玉の間隔 (以下幅) の調節が可能である。このうち揉み玉を上下は約 78 [cm]、幅は約 5 [cm] から 21 [cm] 移動させることができる。これら揉み玉の移動速度は日本工業標準調査会の定める上限の 5.9 [cm/s] 以下に設定されている。

ぬいぐるみ型インタフェースだけでなく付属のボタン式インタフェースを使用した場合でも、揉み玉の位置を調

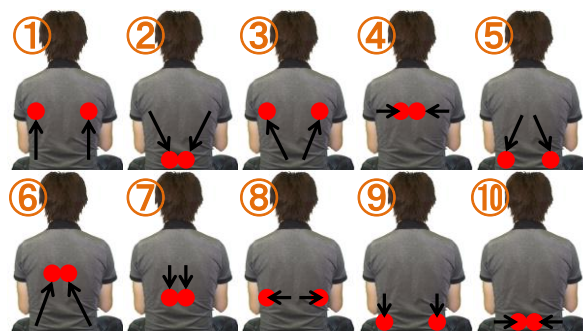


図 3: 実験タスク

節することができる。図 2 に示す通り、それぞれのボタンを押すことで揉み玉の位置が 1 段階移動する。また、上下方向に関してのみボタンを押した状態を保つことで、その間揉み玉を移動させ続けることができる。それぞれのボタンを押した際には、“ピッ”という電子音を発することで、入力操作が認識されていることをユーザに伝える。

2.2 ぬいぐるみ型インタフェース

揉み玉の位置を調節するために位置の目標値を直接指定できるぬいぐるみ型インタフェースをこれまで開発してきた [5]。このインタフェースはぬいぐるみの背中をユーザに向けるようにして持ち、その背中を押すことで揉み玉の位置を指定することができる。さらなる操作性向上のため、入力操作時に“ピロロロン”という音声を流すことで入力操作が認識されていることを伝えることとした。

3. 評価実験

ぬいぐるみ型インタフェースによる位置調節操作の有効性を検証するために、開発したマッサージチェアシステムを用いてボタン式インタフェース操作とぬいぐるみ型インタフェース操作について比較実験を行った。

3.1 被験者

人材派遣会社を通じて、実験の主旨を十分に説明し本人の同意が得られた、男性 7 名、女性 8 名の計 15 名の被験者が本評価に参加した。年齢は平均 40.5 歳 (SD : 12.1 歳) でマッサージの利用頻度は年間平均 9.5 回であった。評価終了後、被験者には人材派遣会社の基準に従った謝礼を支払った。

3.2 実験条件

本実験では 2 つの条件を設定する。一つはボタン式インタフェースを使用する条件と、ぬいぐるみ型インタフェースを使用する条件である。実験で被験者は 2 条件それぞれを体験し、順番効果を相殺するために使用するインタフェースの順番は被験者毎に変更した。

3.3 実験タスク

本実験では被験者に対して揉み玉を指定した位置へ移動させるタスクを設定した (図 3)。このタスクは図中の①から⑩まで順に行われ、①の初期値は被験者の腰の高さで体の外側に近い位置とした。被験者は図中の矢印の始点から終点の位置まで位置調節を行う。①および③のタスクは肩甲骨付近への調節であり、揉み玉が肩甲骨をまたぐような動作をして、痛みを伴う可能性があるため、より正確な

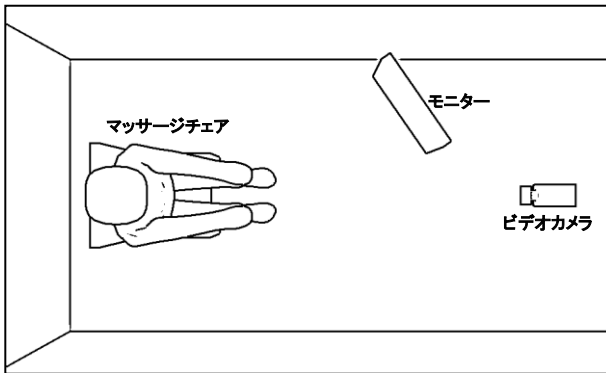


図 4: 実験機材の配置

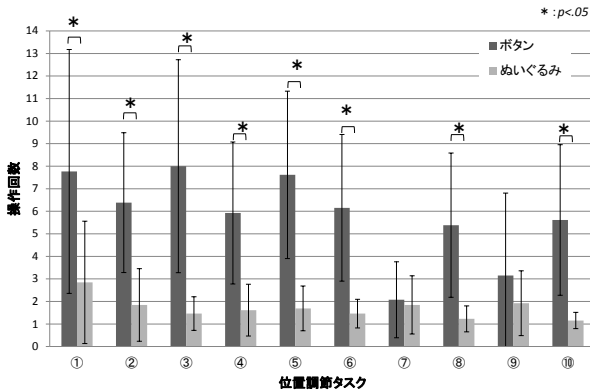


図 5: 位置調節の操作回数

調節精度が求められる。また⑦および⑨のタスクは、他のタスクに比べて短距離の調節である。

3.4 実験環境

図 4 に本実験で構築した環境を示す。本実験では調節操作回数を計測するために、ビデオカメラ 1 台を被験者の正面に配置した。また実験タスクの表示のためにモニターを使用し、実験タスクの所要時間を計測するためにストップウォッチを使用した。

3.5 実験手順

実験の手順を以下に示す。

- I. 実験者はボタン式インターフェースおよびぬいぐるみ型インターフェースのどちらか一方を被験者に手渡す。
- II. 被験者はインターフェースを触りながらマッサージの位置調節方法を予測し、口頭で実験者にその方法を説明する。
- III. 実験者は実装した位置調節方法を被験者に説明する。
- IV. 被験者は正しく調節操作可能であることを実感するまで、自由に操作練習を行う。
- V. 実験者は実験タスクの①から⑩のうち一つを被験者が記憶するまで提示し、記憶後は隠蔽する。
- VI. 被験者は記憶したタスクの目標値に揉み玉が移動するよう、手渡されたインターフェースを用いて調節する。
- VII. 被験者は目標値に揉み玉が到達したことを実験者に伝える。実験者は操作開始時からの所要時間を計測する。
- VIII. 実験タスクの①から⑩まで、V, VI, VIIの手順を繰り返す。
各インターフェースを用いて I から VIII までの手順を行う。

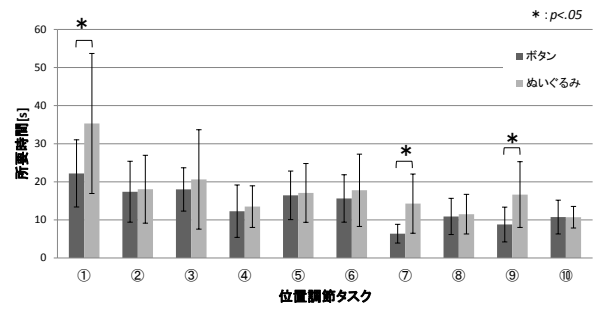


図 6: 実験タスクの所要時間

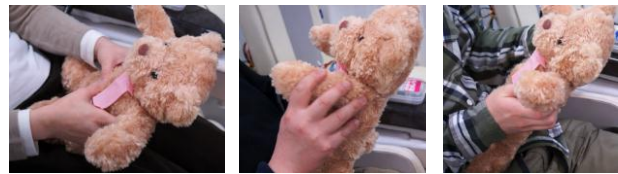


図 7: ぬいぐるみ型インターフェースを用いた揉み玉位置調節方法の予測

本実験では、マッサージチェアの起動、マッサージする部位の指定、およびマッサージパターンを選択は実験者が行い、被験者はその後の揉み玉の位置調節のみ操作する。すべての実験終了後、実験者は撮影された映像中の操作音および被験者の手元の動きから調節回数を計測する。

4. 実験結果

4.1 位置調節回数

本実験では、撮影の不手際からデータの得られなかった 2 名の女性を除く、被験者 13 名の位置調節回数を、撮影された映像から計測した。具体的には、映像中の被験者の手元の動きおよびインターフェース操作時に発生する音声から調節回数を計測した。ボタン式インターフェースとぬいぐるみ型インターフェースを用いて実験タスクを遂行した際の調節回数の被験者 (13 名) の平均を図 5 に示す。横軸の数字は実験タスクの番号を表している。この平均値から t 検定により、有意水準 5% で有意差が確認された項目を棒グラフ上の括弧で示す。この結果からボタン式インターフェースに比べて、ぬいぐるみ型インターフェースを操作する際に指定された位置に到達するまでの調節回数が⑦および⑨の微調節タスクを除き、有意に少なかったことが確認された。

4.2 実験タスクの所要時間

実験タスクを遂行している際にかかった時間を揉み玉移動時間も含め、ストップウォッチを用いて計測した。ボタン式インターフェースとぬいぐるみ型インターフェースを用いて実験タスクを遂行した際の所要時間の被験者 (15 名) の平均を図 6 に示す。この平均値から t 検定により、有意水準 5% で有意差が確認された項目について棒グラフ上の括弧で示す。この結果、①、⑦、⑨のタスクにおいて、ボタン式インターフェースを使用した場合に有意に所要時間が短くなることが確認された。その一方で、上記 3 項目以外のタスクについては有意な差が確認されなかった。

4.3 位置調節方法の予測

各インターフェースを手渡した際に、被験者は揉み玉の位置調節方法の予測を行い(図 7)、実験者に口頭で説明した。

その結果、ボタン式インタフェースは上下位置調節について全員正しく予測でき、幅については15名中7名が正答した。幅の調節方法を誤答した被験者の多くは、ボタン上の記号(図3参照)から揉み玉の動き方を正しく理解できていなかった。ぬいぐるみ型インタフェースは15名中10名が上下、幅ともに調節方法を正しく予測した。ぬいぐるみ型インタフェースについて誤った調節方法の予測をした被験者はいずれも、ぬいぐるみの顔を被験者に向け、向き合うように持っていた。また、“肩側を押している間上に移動し、腰側を押している間下に移動する”，という従来のボタン操作と同様に揉み玉を移動させる方法や、揉み玉の上下移動は腕の上げ下げ、幅の調節は腕を前方や後方に動かす等のぬいぐるみの各部位に位置調節の機能が割り当てられる方法を予測したものがあつた。

5. 議論

5.1 揉み玉位置の調節操作

実験により得られた操作回数の分析から、指定された位置まで揉み玉を調節する際にぬいぐるみ型インタフェースを使用することで、ボタン式インタフェースに比べて操作回数が有意に少なくなることが確認された。これはボタンが段階的な調節であるのに対して、ぬいぐるみ型インタフェースは直接目標値を指定できることが要因と考えられる。特に揉み玉が長距離移動する際に大きな操作回数の差が生まれていた。

一方で実験タスクの所要時間の分析結果から、ぬいぐるみ型インタフェースを用いると揉み玉の位置を微調節する際には指定された位置に移動するまでに、ボタン操作より多くの時間を要する可能性が示唆された。これは一度ぬいぐるみの背中から指を離した時に、直前の操作でどの位置を指定していたのか、正確に想起できなかったことが要因として考えられる。これに対してボタン操作では、直前の操作で指定した位置を起点として段階的な調節ができるため微調節を迅速に行うことができたと考えられる。また、ボタン操作では位置調節の分解能はボタンを押すことで容易に理解できるものの、ぬいぐるみ型インタフェースでは段階的調節ではないために分解能が不明確な点も一因として考えられる。

これらの点から、大まかな位置調節もしくはぬいぐるみの背中から指を離さずに行う継続的な調節操作にはぬいぐるみ型インタフェースが適していると考えられる。またボタン式インタフェースは微調節操作に適していると考えられる。

5.2 想定される位置調節操作イメージ

被験者によるぬいぐるみ型インタフェースの揉み玉位置調節方法の予測結果から、ぬいぐるみのような身体性を用いた位置指定方法は直感的に想起しやすいことが示唆された。しかし実装した調節方法以外の様々な調節方法も予測された。具体的には、従来のボタン操作と同様に、インタフェースを押している間揉み玉が移動し、指を離し

た際に揉み玉の移動が終了する、と考えていた被験者がいた。またぬいぐるみの身体それぞれに機能が割り振られていて、腕の上げ下げおよび前後に移動させることにより、揉み玉の位置を調節することができると予測した被験者もいた。これらの結果からマッサージチェア操作における段階的調節操作が広く認知されていることが示唆された。

6. おわりに

本稿ではぬいぐるみ型インタフェースによるマッサージの位置を上下左右方向に調節できるマッサージチェアシステムを開発した。またこのシステムによって、ぬいぐるみ型インタフェースを用いた位置調節操作の有効性を検証するために、実験を行った。

この実験の結果から、被験者が従来のボタン式インタフェースに比べてぬいぐるみ型インタフェースを用いることで、あらかじめ指定された位置にマッサージを移動させる際の操作回数が少なくなることが示された。また半数以上の被験者がぬいぐるみ型インタフェースに実装した位置調節方法を正しく予測した。一方、この位置調節操作に要した時間は従来のボタン操作と比較して多くの場面で有意な差が確認されなかったが、微調節するには多く時間がかかることが示唆された。

これらの結果から、ぬいぐるみ型インタフェースによるマッサージ位置調節操作方法は直感的に理解しやすく、また少ない操作回数で位置を調節できることが示唆された。

参考文献

- [1]Hiyamizu, K., Fujiwara, Y., Genno, H., Yasuda, M. and Koma, T.: Development of Human Sensory Sensor and Application to Massage Chairs, Proc. IEEE International Symposium on Computational Intelligence in Robotics and Automatics, pp.140-144 (2003).
- [2]Teramae, T., Kushida, D., Takemori, F., Kitamura, A., Fujiwara, M. and Kondo H.: Control Strategy for the Massage Chair Based on Human Skin Elasticity, SICE Annual Conference 2007, pp.631-636 (2007).
- [3]Hasegawa, Y., Ootsuka, T., Fukuda, Arai, F. and Kawaguchi, M.: A Relaxation System Adapting to User's Condition - Identification of relationship between massage intensity and heart rate variability -, Proc. IEEE International Conference on Robotics and Automation, pp.3195-3200 (2001).
- [4]一野瀬亮子, 尾坂忠史, 吉田和司: 遠隔肩もみコミュニケーションシステム, 情報処理学会シンポジウム論文集, Vol.2005, No.4, pp.89-90 (2005).
- [5]濱田健夫, 坂本大介, 稲見昌彦, 五十嵐健夫, マッサージチェアを直感的に操作するためのインタフェース設計に関する研究, 第16回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, Vol.16, No.21C-1 (2011).