

圧力センサを補助的入力に用いた選択入力 インタフェースに関する検討

吉田 尙 橋崎 裕人 伊藤 淳子 宗森 純
和歌山大学

モバイル端末で圧力センサを補助的に使用することにより、選択的な入力を効率的に行えるインタフェースを考案した。これを、絵文字を使ってコミュニケーションするためのツールである、絵文字チャットコミュニケータの絵文字入力に適用した。その結果、従来の GUI による選択のみで絵文字を入力するよりも、本入力インタフェースにより絵文字を選択する方が、操作時間が短縮でき、操作性が改善されることがわかった。

Examination about the Input Method Using Pressure Sensor Supplementary to Select from Some Candidates

Hajime Yoshida Hiroto Hashizaki Junko Ito and
Jun Munemori
Wakayama University

We developed the efficient input method of mobile devices using pressure sensor supplementary to select from some candidates. We applied this input method to select pictograph in communication application using pictograph, named "Pictograph Chat Communicator". From the results of the experiments, we found that our input method could make the selection of pictograph more speedy and usable than traditional GUI input method.

1. はじめに

長年、人とコンピュータとのインタフェースはキーボードによる文字入力とマウスを使って画面上のポインタを動かして画面上のアイコンを選択することによる入力によるものであり、今もマウスとキーボードによるインタフェースは主流である。そんな中で、最近ではタッチパネルを使用したコンピューティング端末が一般に受け入れられ普及しはじめている。マウスやタッチパネルを使った GUI 操作は、画面上のアイコンを選択するというわかりやすさがあり、今後も引き続き重要なインタフェースとなると考えられる。これらの GUI 操作では、基本的に画面上に表示されたものをマウスや指で「選択」することで、コンピュータに指示を出し操作する。

我々は、今後も主流となると考えられる「選択型のインタフェース」に対し、圧力センサを応用し入力を効率化させるインタフェースを検討した。圧力センサをマウスやモバイル端末等を持つときに手に触れる部分につけ、これらを握る強さをセンサで検知し、その強さに応じて入力を選択するインタフェースである。圧力センサは力を加えると値が連続的に変化するので、より自由度の高い能動的な入力インタフェースとしての利用に適していることや、端末等を操作する際に、マウスや端末本体を持つことは自然な行為であるため、ユーザに大きな負担を強いまいと考えたためである。

本研究では、圧力センサを補助的に使用する入力インタフェースとして、モバイル端末で絵文字等を入力する際に、選択候補が多い中から一つを選択する入力が必要なアプリケーションにおいて、圧力センサにより入力候補を選択し、その入力候補の中から入力したい文字等を選択することで入力の効率性を高めることを考え、プロトタイプを開発し実験を実施した。

2. 関連研究

圧力センサをモバイル端末の入力インタフェースとする研究はいくつかなされている。たとえばモバイル機器において、強くキーボードを押すと、大文字が入力される研究[1]や圧力センサーを押す強度によってメニュー項目を選択する研究がある[2]。前者の研究では圧力センサは力の強弱 2 種類による小文字、大文字の選択に用いられており、通常のキーボード入力より優れているとしている。後者の研究では、10 種類までにメニュー項目を選ぶことができる。4 種類の実験では選択に平均 10% の選択の誤差であるが、10 種類では 40% 近くに跳ね上がる。また、圧力のかかり具合を示す視覚的なフィードバックを備えていて操作エラーの減少に効果的である。

圧力センサを用いた入力インタフェースデバイスの研究としては、Handhelm[3]などがある。Handhelm は、圧力センサとボタンを搭載したリモコン型のインタフェースデバイスである。圧力センサの役割は、画面のズーム機能に割り当てられていること、及びリモコン操作の手ぶれ防止のために、どの程度強くボタンが押されているかの計測を行うことである。リモコン型のインタフェースであることから、これをリビングの TV 等の画面に向けポインティングした上で操作を行うものである。ただし、Handhelm では、多くの選択候補から一つを選択するインタフェースとしては、操作性は従来の GUI による選択と同程度であると考えられる。

3. 圧力センサのみで入力するインタフェース

我々は、はじめに、圧力センサのみで使用する入力インタフェースを考案し、テキストチャットシステムに実装した。これは、マウスに圧力センサを付け、マウスを握る強さに応じてテキストチャット画面に異なる顔文字を表示するものである (図 1, 図 2)

このシステムを使用し、学生のプレゼンテーションの評価[4]や、お笑いコンテンツを評価する実験を実施した[5]。どちらも、プレゼンテーションまたはコンテンツを見て、面白い、またはコメントしたい場面で、面白さ等の度合いに応じた強さで圧力センサを押し、そのログから内容の面白さやプレゼンの評価を数値化するという実験である。その結果、次のような課題があることがわかった。

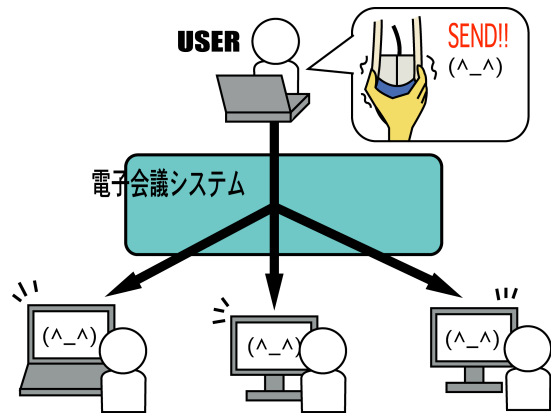


図 1 圧力センサのみで入力するシステムの概要

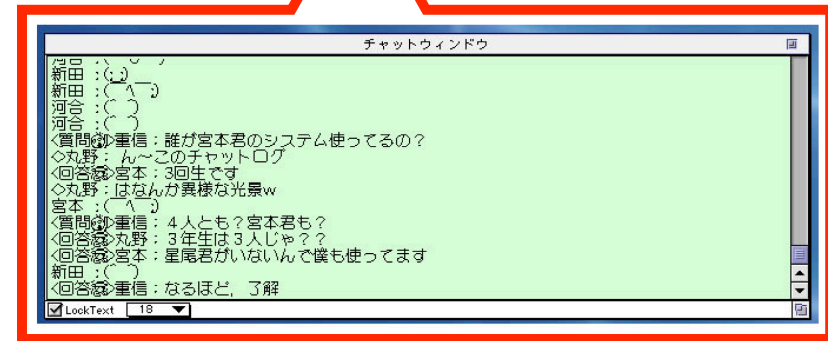
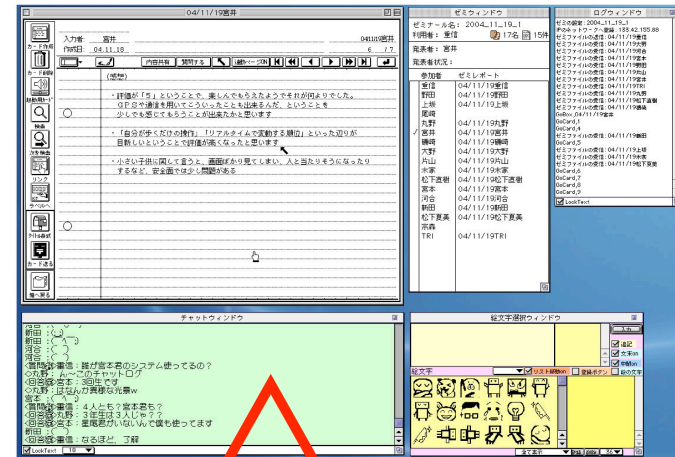


図 2 圧力センサのみで入力するシステムの画面例

(1) 顔文字は補助的な情報として使うのが効果的。顔文字のみでは情報不足。

顔文字は強さの度合いを示すアイコンであり、顔文字のみではそのとき感じた内容やコメントが記録されない。そのため、コメントやお笑いコンテンツの感想はテキストチャットや手書メモなど、別の手段で記録する必要があった。

(2) 圧力センサを押す強さで6つの顔文字を選択して入力するのは難しい。

本システムの設計段階では、「顔文字を選んで表示する」のではなく「直感的な感情の強さに合わせて握った結果顔文字が表示される」ことを狙ったインタフェースであったため、あえて圧力センサで制御が難しいと思われる「6つの顔文字を表示させる」設計としたが、実験後のアンケート結果から、利用者は「自分の思い通りの顔文字を出したい」と考えることがわかった。図3に使用した6種類の顔文字を示す[4]。

強度		顔文字
弱い	1	(-_-)
	2	(^^)
	3	(^▽^)
	4	\ (^▽^) /
	5	\ (≥▽≤) /
強い	6	\ (▽ ^ \) (/ ^ ▽) /

図3 実験に使用した6種類の顔文字

4. 圧力センサを補助的に使用する入力インタフェース

前項で述べた内容をふまえ、圧力センサを補助的に使用するような選択入力のインタフェースを考案した。これは、圧力センサとペン操作とを組み合わせ、入力候補から一つを選択して入力するものである。

4.1 設計方針

設計方針は以下の通りとした。

(1) モバイル端末を対象とする

モバイル端末では、片方の手で端末を持ち、もう一方の手で操作するという利用シーンが一般的であると考え、入力時に補助的な操作をする際に、本体を支える役目以外には使用されていない手も選択に使用することで入力効率を高めようと考えた。

(2) 端末を持つ手の親指が当たる位置に圧力センサをつける。

圧力センサを操作する際に、操作するために端末を持ち替えるものではなく、端末を持ったまま自然に圧力センサを操作出来るようにする。

(3) 圧力センサで選択候補を切り替え、その選択候補の中からタッチペン等で選択し入力する

たくさんある選択候補の中から一つを選択して入力する際に、一度にたくさんを選択候補が表示されると、その中から一つを探し出すのが難しくなる。そのため、圧力センサを押した強さに応じて選択候補の一覧表示を切り替えることで、一覧表示する選択候補数を探しやすくする。

(4) 圧力センサの出力を3段階とする

本研究では、我々の実験を基にした第3章で述べた議論や、参考文献[1]での、選択項目が2種類の場合、通常のキーボードより早く入力されているという結果が得られていることをふまえ、圧力センサの出力を「押していない」、「軽く押している」、「強く押している」の3段階に設定した。

(5) 圧力センサが押されている強さを画面に表示する

圧力センサを押している力と現在表示されている絵文字の関連性をわかりやすくするため、現在押している力を視覚的にフィードバックする機能を実装する。参考文献[2]の結果も視覚的なフィードバックがエラーを減少させており、本機能の必要性を示している。

4.2 対象とするアプリケーション

対象アプリケーションは、絵文字チャットコミュニケーションII[6]とする。これは、絵文字のみのやり取りのみで相手とコミュニケーションをとるためのシステムである。図4に絵文字チャットコミュニケーションIIの画面を、図5に実際に使用している様子を示す。絵文字チャットコミュニケーションIIでは、従来より目的の絵文字を見つけにくい点が指摘されている。一方で、目的とする絵文字が無かったという意見もあり、絵文字を探しやすくするために種類を減らすことは望ましくない。このため、絵文字を減らさずに目的の絵文字を探しやすくすることが課題となっていた。本研究では、絵文字チャットコミュニケーションIIの絵文字を効率的に入力するインタフェースとして適用するものとしてインタフェースを設計する。

4.3 システム概要

実験用システムの構成を図6に示す。本システムは圧力センサとセンサを制御する回路、絵文字を選択するための端末によって構成される。端末はソニー社製の vaio Type-U、圧力センサはニッタ株式会社製 FlexiForce A201-1 である。センサ回路は小型ユニバーサル基盤 ICB-88 上に電子回路を組み、PIC16F-873 によって制御する。制

御のためのプログラムは PICC で開発した約 100 行のプログラムである。実験システムは WindowsXP HomeEdition 上の Delphi7.0 で開発した約 400 行のプログラムである。また、センサ回路と端末はシリアルケーブルによって接続し、端末側は USB to シリアルケーブル UC-SGT を利用した

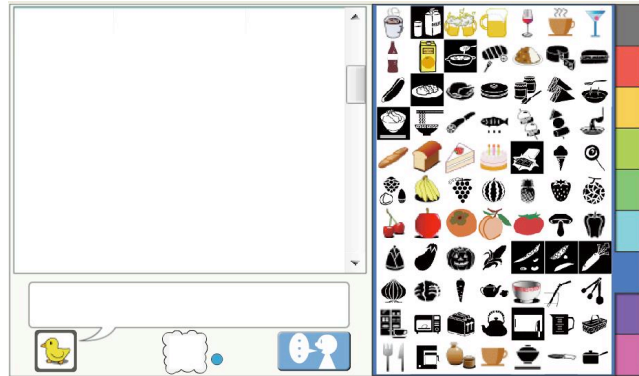


図 4 絵文字チャットコミュニケーターⅡの画面例



図 5 絵文字チャットコミュニケーターⅡの利用の様子

図 6 中央の VAIO Type-U の左手部分に設置されている圧力センサに力を加えると、センサ制御回路が入力された力をデジタルデータに変換し VAIO Type-U に転送する。このデータをもとに絵文字が配置されたパネルの切り替えを行う。本システムでは、560種類 of 絵文字が6枚のパネルに分けて配置されており、2つのタブにパネルがそれぞれ3枚ずつ重畳されている。ユーザは左手のセンサ入力によりパネルを切り替え、右手のペン操作によりタブを切り替える。目的の絵文字を見つけた場合、ペン操作により選択する。

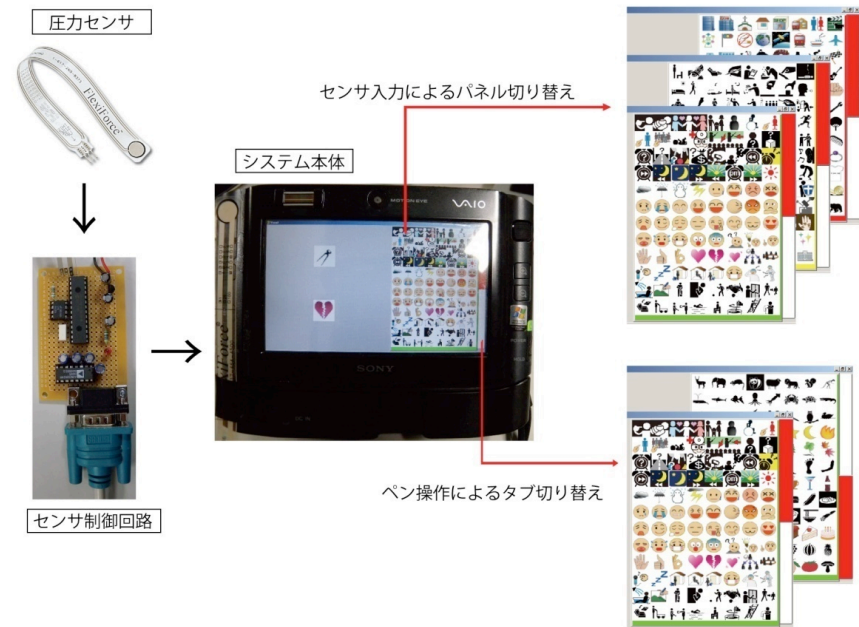


図 6 実験システム概要

実験システムの画面を図 7 に示す。

画面右側に絵文字選択欄、左側に設問欄と回答欄がある。絵文字選択欄の右端には絵文字群切り替え用タブがある。タブを切り替えることにより、パネル群を選択することができる。また、圧力センサへの入力によって各タブ内のパネルの切り替えを行う。絵文字選択欄の下にはカラーガイドがあり、圧力センサに加えている力を緑・黄・赤の 3 色でユーザにフィードバックする。

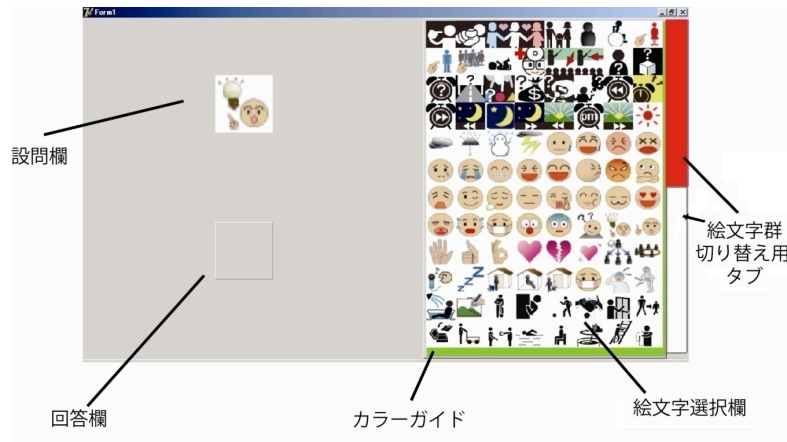


図 7 実験システムの画面例

4.4 絵文字の選択

本システムでは、圧力センサへの入力の強弱によるパネル切り替えと、ペン操作による画面右端に配置されたタブの切り替えとを併用して絵文字群を切り替える。切替操作によるパネルの状態遷移について図 8 に示す。図 8 において、上のタブが選択されている状態で圧力センサへ入力すると、パネルは水色の領域の中で切り替わる。同様に、下のタブが選択されている場合、パネルは朱色の領域で切り替わる。絵文字の並び順は、絵文字チャットコミュニケーター II で用いられているものと同等である。

絵文字選択領域下のカラーガイドは圧力センサを押していない状態では緑色であり、軽く押している状態で黄色に、強く押している状態で赤色に変化する。そして、目的の絵文字を発見した場合、その絵文字をペン操作によって選択する。



図 8 切替操作による画面遷移

5. 実験結果と考察

提案するインターフェースが絵文字選択において、操作時間や操作性の点で改善されるかを検証することを目的として実験を実施した。

5.1 実験概要

実験では、操作時間、操作性の評価のため、提案インターフェースを使用したシステムの場合と、比較用システムに実装した GUI を使用したシステムの場合において、50 回の絵文字選択操作が終了するまでにかかった時間と、タブを切り替えた回数を計測する。被験者は和歌山大学の学生 10 人である。各被験者は、実験の順番はカウンターバランスをとっている。実験の画面に時計が表示されないようにするなど、被験者には時間の要素を意識させないようにした。また、被験者には時間を計測していることを伝えていない。実験の様子を図 9 に示す。

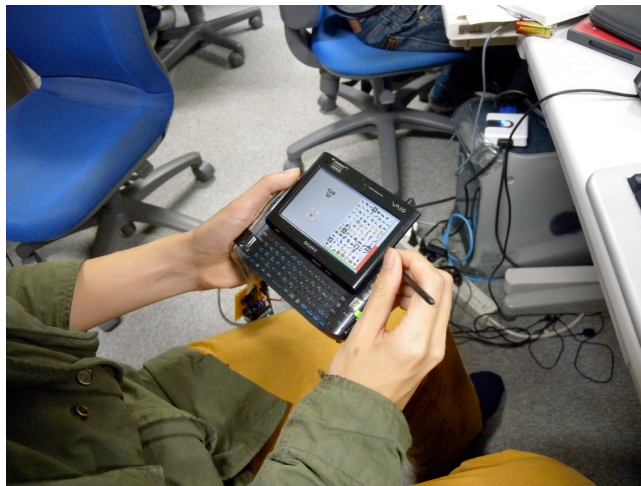


図 9 実験の様子

5.2 比較用システム

比較実験に使用するシステムの画面を図 10 に示す。これは一般的と考えられる GUI インターフェースを採用しており、6 つのパネルに対応する 6 つのタブを実装している。タブを選択することでパネルを切り替え、目的の絵文字が表示されている状態

でその絵文字をペンでタッチして選択する。



図 10 比較実験用システム画面例

5.3 実験結果

操作時間の結果は図 11 に示すグラフのようになった。横軸は設問数を表しており、45 問を 5 問ごとに区切って表示している。縦軸は絵文字一つを選択するのに要した時間を、5 問ごとに平均したものである。各設問での平均時間の値は、5 問分の結果を平均したものである。それぞれのシステムにおいて絵文字を 1 つ選択するまでに要する平均時間は、圧力センサを用いたシステムで 11.7 秒、圧力センサを用いないシステムで 14.5 秒であった。ただし、圧力センサはデータ処理のために、センサに入力してから画面に反映されるまでに約 0.3 秒程度の遅延が存在する。

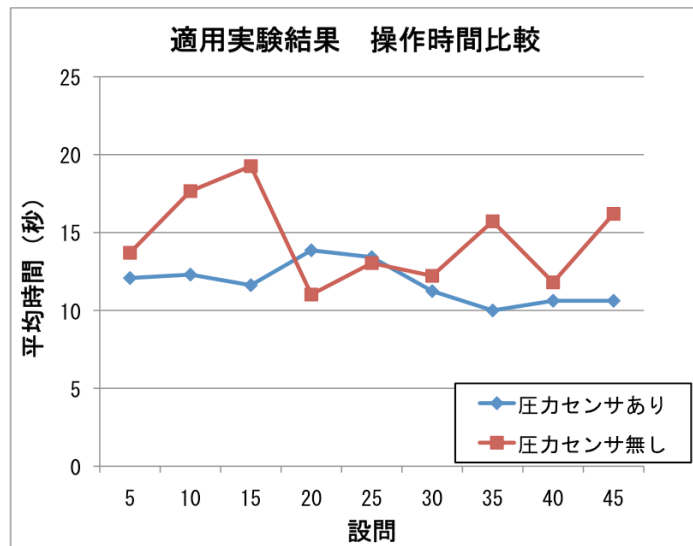


図 11 操作時間の比較

パネルの切り替え回数の結果は図 12 のようになった。このグラフでは横軸に各被験者を、縦軸に設問を終了するまでにパネルを切り替えた回数をとっている。ただし、圧力センサを使用したシステム側の結果は、圧力センサで切り替えた回数とタブで切り替えた回数の合計である。それぞれのシステムにおいてパネルを切り替えた平均回数は、圧力センサを用いたシステムで 223 回、圧力センサを用いないシステムで 161 回であった。

実験終了後に行ったアンケートの 5 段階評価部分を表 1 に示す。1 が最も評価が低い、または「全くそう思わない」であり、5 が最も評価が高い、または「強く思う」に相当する。

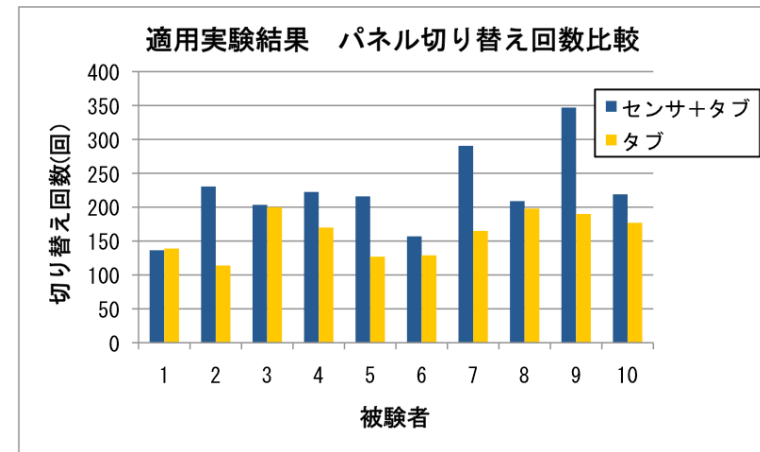


図 12 パネル切り替え回数

表 1 アンケートの 5 段階評価の結果

質問項目	平均
(1)圧力センサを用いたシステムについて	
1.絵文字は探しやすかったですか？	3.4
2.システム自体は使いやすかったですか？	3.7
(2)圧力センサを用いないシステムについて	
1.絵文字は探しやすかったですか？	2.8
2.システム自体は使いやすかったですか？	3.9
(3)圧力センサの操作性について	
1.絵文字を切り替えるためのセンサの強さはちょうど良かったですか？	3.7
2.圧力センサの位置はちょうど良かったですか？	4.2
3.タブとセンサを併用しているが、違和感なくシステムを使えましたか？	3.8

1：評価が低い/全くそう思わない - 5：評価が高い/強く思う

5.4 考察

まず、提案システムと比較用システムを、主観的な使いやすさの点から考察する。

表 1(1)-2 と表 1(2)-2 「システム自体は使いやすかったですか？」という項目の評価平均がそれぞれ 3.7, 3.9 と、明確な差がないという結果を得た。表 1(3)-3 「タブとセンサを併用しているが、違和感なくシステムを使えましたか？」という項目の評価平均が 3.8 と比較的肯定的な値が得られたことも考慮すると、被験者にとって圧力センサの存在が障害とならず、違和感なくシステムを利用できたと言える。

次に、操作時間について検討する。図 11 の操作時間の比較結果から、提案インタフェースは比較用システムに比べ平均で 2.8 秒短い結果を得た。平均時間では一部においてセンサを利用しないシステムの方が下回っている部分もあるが、t 検定の結果、5%の有意水準でセンサを利用したシステムの方が早いことが分かった。また、提案インタフェースの操作時間の分散は 1.69、比較用システムの操作時間の分散は 8.05 と、比較システムの方が操作時間にばらつきがあることが分かる。このことから、提案インタフェースでは絵文字の探索時間が安定しており、操作性が改善できていると言える。

さらに、パネルの切り替え回数について議論する。図 12 の結果より、提案インタフェースの方がパネルの切り替え回数が多いという結果を得た。t 検定の結果から、両者の結果には有意水準 5%において有意差があることが分かった。提案インタフェースの方が操作時間は短いことから、単位時間当たりのパネルの切り替え数が多いことが分かる。すなわち、単位時間当たりの作業量が増え、操作の効率が上がったと考えられる。また、表 1(1)-1 と表 1(2)-1 「絵文字は探しやすかったですか？」という項目の評価平均がそれぞれ 3.4, 2.8 と、圧力センサを用いたシステムの方が若干高い結果を得た。

操作時間についての検討とパネルの切り替え回数についての議論から、圧力センサを用いて左手を併用することで、本研究の目的である操作時間と操作性の改善を達成できたといえる。

最後に、圧力センサの操作性について考察する。表 1(3)-1 の「絵文字を切り替えるためのセンサの強さはちょうど良かったですか？」の設問に対し平均は 3.7 と比較的高い評価であるが、評価を 2 とした被験者が 2 人居た。このことから、センサを押す強さには個人差があり、各個人に合うように調整できることが望まれる。

6. おわりに

圧力センサを補助的に使用することにより、選択的な入力を効率的に行えるインタフェースを考案した。これを、絵文字を使ってコミュニケーションするためのツールである、絵文字チャットコミュニケーターの絵文字入力に適用することを想定し、入力速度等を測定することで効果を測定した。その結果、従来の GUI による選択のみで絵文字を入力するよりも、本入力インタフェースにより絵文字を選択する方が、操作時間が短縮でき、操作性が改善されることがわかった。

参考文献

- 1) Stephen A. Brewster and Michael Hughes: Pressure-Based Text Entry for Mobile Devices. *MobileHCI 2009*, No.9 (2009).
- 2) Graham Wilson, Craig Stewart and Stephen A. Brewster: Pressure-Based Menu Selection for Mobile Devices, *MobileHCI 2010*, pp.181-190 (2010).
- 3) 山内啓史, 赤池英夫, 角田博保: Handhelm: 感圧機構を備えたハンドヘルドキーパッド, *WISS2009 論文集*, pp.161-162 (2009).
- 4) H. Yosjida, T. Shigenobu, T. Yuizono, T. Yoshino, J. Munemori: Development and Evaluation of an Emotional Chat System using Sense of Touch, R.Khosla et al. (Eds.): *KES2005, Lecture Notes in Artificial Intelligence Volume3681*, pp.1057-1063 (2005)
- 5) 吉田 孝, 吉野 孝, 伊藤淳子, 宗森 純: 触覚情報を使った顔文字入力を持つチャットシステムの開発と評価, *情報処理学会研究報告*, 2006-GN-58 (4), pp.19-24 (2006).
- 6) 福田太郎, Binti Mohd Yatid Moonyati, 橋崎裕人, 伊藤淳子, 宗森純: 絵文字チャットコミュニケーター II の開発と適用, *DICOMO2008*, pp.1284-1293 (2008).