

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 25 年 6 月 17 日現在

機関番号：56302

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010 年度～2012 年度

課題番号：22700133

研究課題名（和文） 触覚ディスプレイ併用型タッチパネルディスプレイの研究

研究課題名（英文） Development of Tactile Display for Touch Screen Display

研究代表者

長井 弘志 (NAGAI Hiroyuki)

弓削商船高等専門学校・電子機械工学科・准教授

研究者番号：70453206

研究成果の概要（和文）：本研究では、タッチパネルとディスプレイの間に設置した押しボタンスイッチにより「項目決定」のための独立したクリック入力が行える押下時のクリック感を伴うタッチパネルディスプレイと、タッチパネルディスプレイ上に設置したエアバッグの膨張により透明な凸部を触覚提示することでソフトウェアによるボタンの自在な設置とハードウェアによるボタンの強調提示を両立するエアバッグ型触覚提示タッチパネルディスプレイを開発している。

研究成果の概要（英文）：In this paper, a touch screen display with a click feeling is developed. This system is installing push-button switches between a touch screen and a display. In addition, an airbag type tactile display for touch screen display is developed. The airbag type tactile display is installed on the touch screen display, expands with air by a compressor, and presents some transparent convex parts to a tactile sense. This system can be installed freely buttons on software and which can be presented highlights of buttons on hardware.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2011 年度	500,000	150,000	650,000
2012 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	2,300,000	690,000	2,990,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学

キーワード：ヒューマンインターフェース、マルチモーダルインターフェース、ユーザインタフェース、電子デバイス・機器、ディスプレイ

1. 研究開始当初の背景

情報機器への入力インタフェースとして、タッチパネルディスプレイが広く普及している。タッチパネルディスプレイは、ソフトウェア上でボタンを作成することで、ボタンの数・位置・形状・配色などを自在に設置でき、常に使用者や使用目的に合った直感的なインタフェースを提示することができる。一

方で、ハードウェア上のボタンは、ボタンの位置・形状などを手探りで認識でき、ボタンを直接目視しなくても押せるなどの特徴がある。タッチパネルディスプレイによるソフトウェアボタンにハードウェアボタンの特徴を組み合わせることで両者の長を生かしたインタフェースができ、以下の問題を解決できると考える。

(1) タッチパネルディスプレイはマウスのような押下時のクリック感がないため、タッチパネルをマウスの代替として使用するとき、「カーソル移動」と「項目決定」の操作の区別がつけづらい。

(2) タッチパネルディスプレイは、目視しなければ、「タッチする場所がわからない」、「タッチできているかがわからない」。

2. 研究の目的

タッチパネルディスプレイによるソフトウェアボタンにハードウェアボタンの特徴を組み合わせ両者の特長を生かした触覚提示ディスプレイ併用型タッチパネルディスプレイを開発する。

3. 研究の方法

以下の触覚提示ディスプレイ併用型タッチパネルディスプレイを開発し、評価を行う。

(1) タッチパネルとディスプレイの間に設置した押しボタンスイッチにより「項目決定」のための独立したクリック入力が行える、押下時のクリック感を伴うタッチパネルディスプレイを開発する。

(2) タッチパネルディスプレイ上に設置したエアバッグの膨張により透明な凸部を触覚提示することで、ソフトウェアによるボタンの自在な設置とハードウェアによるボタンの強調提示を両立するエアバッグ型触覚提示タッチパネルディスプレイを開発する。

4. 研究成果

タッチパネルディスプレイによるソフトウェアボタンにハードウェアボタンの特徴を組み合わせ両者の特長を生かした触覚提示ディスプレイ併用型タッチパネルディスプレイを開発した。

(1) 押下時のクリック感を伴うタッチパネルディスプレイの開発

①開発：タッチパネルとディスプレイの間に設置した押しボタンスイッチにより「項目決定」のための独立したクリック入力が行える押下時のクリック感を伴うタッチパネルディスプレイを開発した(図1)。タッチパネルとディスプレイの間のフレーム上に押しボタンスイッチ(上下4箇所、左右2箇所、計6個)を並列接続で設置している(図2)。スイッチ入力、チャタリング対策としてRC遅延回路を導入しており、USBマウスの左クリックに接続している。これにより、画面上でマウス操作と同様に「カーソル移動」と

「項目決定」の操作の区別が可能になり、入力動作がスムーズになる。なお、本システムは、USBコネクタを備えたWindows XP

(Microsoft)が動作するPC、4線式抵抗膜方式タッチパネルAST-150C140A(DMC)、タッチパネル用コントローラTSC-34/RU(DMC)、15インチ型液晶ディスプレイPCFP-PLB156-BX-R(丸山計測)を使用している。



図1 開発したクリック感を伴うタッチパネルディスプレイ

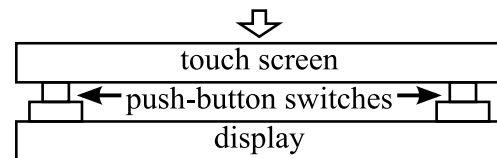
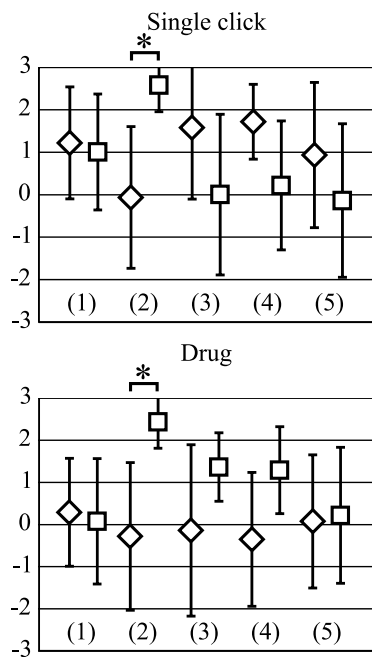


図2 クリック感を伴うタッチパネルディスプレイの概要

②動作確認：開発したクリック感を伴うタッチパネルディスプレイの入力特性を調べるため、動作確認を行った。縦25[cm]×横33[cm]の大きさのタッチパネルディスプレイを均等の長さで縦22ヶ所、横30ヶ所に分け、全体で合計660ヶ所の必要押下力を測定した。まず、タッチパネルディスプレイの上に荷重を乗せ、荷重で押しボタンスイッチがONになったときの質量を測定したところ、最小押下力は押しボタンスイッチ付近の135[g]であり、最大押下力は中央付近の700[g]であった。つぎに、荷重を取り外し、荷重で押しボタンスイッチがOFFになったときの質量を測定したところ、最小押下力は押しボタンスイッチ付近の40[g]であり、最大押下力は中央付近の360[g]であった。測定結果から、押しボタンスイッチ付近では押しやすく離れると押しづらくなること、押しボタンスイッチのONの最小押下力がOFFの最大押下力より小さいことが分かった。

③評価実験：既存のタッチパネル(以下、既存タッチパネル)と開発したクリック感を伴うタッチパネル(以下、クリックタッチパネル)について、PC上での「カーソル移動」

や「項目決定」などのシングルクリック操作とドラッグ操作の使用評価を行った。実験は、被験者に1人ずつ行わせた。まず、シングルクリック操作について既存タッチパネルとクリックタッチパネルを各3分間使用させた後、5つの項目について-3から3までの7段階（中立0）で官能評価させた。次に、ドラッグ操作について同様に各3分間使用後、官能評価させた。なお被験者は、19～20歳の学生14名であった。7段階評価の各項目の平均値、標準偏差、Friedmanの分散分析法による結果を図3に示す。実験結果から、「クリック感」は、既存タッチパネルよりクリックタッチパネルの方がより有意に高く評価されたが、そのほかの項目では有意な差はなかった。ドラッグ操作では、「移動はスムーズか」「使いやすいか」の項目で有意な差はないが評価が高いため、スイッチ入力部を改善することでより操作しやすいシステムができると考えられる。これらの結果は、本システムの有効性を示唆している。



- *: $p < 0.01$
- ◇ existing touch screen
- touch screen with a click feeling
- (1) Enjoyment
(2) Sense of click feeling
(3) Smooth movement
(4) Usability
(5) Preference

図3 クリック感を伴うタッチパネルディスプレイの7段階評価による官能評価結果

(2) エアバッグ型触覚提示タッチパネルディスプレイの開発

①開発：タッチパネルディスプレイ上に設置したエアバッグの膨張により透明な凸部

を触覚提示することでソフトウェアによるボタンの自在な設置とハードウェアによるボタンの強調提示を両立するエアバッグ型触覚提示タッチパネルディスプレイを開発した(図4)。エアバッグは、タッチパネルディスプレイ上に設置しており、小型コンプレッサからの空気を電磁バルブで制御して送風することで、タッチパネル上に透明な凸部を提示できる(図5)。PCは、状況に合わせた映像をディスプレイに表示しており、ユーザーがエアバッグの上からタッチパネルを押し込むことでその位置情報を取得できる。エアバッグは、空気を使用しているため手触りが柔らかく、年齢を問わず安全に扱うことができる。



図4 開発したエアバッグ型触覚提示タッチパネルディスプレイ

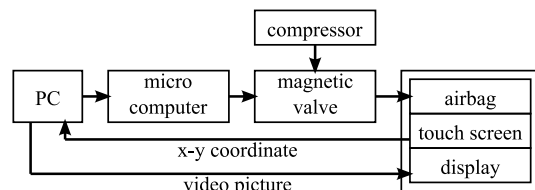


図5 エアバッグ型触覚提示タッチパネルディスプレイの概要

エアバッグは、縦90 [mm] ×横120 [mm]、厚さ0.1 [mm]の透明な塩化ビニルであるアルトロン587XC27S(三菱樹脂)を2枚重ね、クリップシーラーを用いて縦4個×横5個、計20個にブロック分けすることで制作している。アルトロンは、耐寒性が優れており冬場でも破れにくい、帯電防止性を付与しているため表面にほこりがつきにくい、透過率が高いためタッチパネル越しでもディスプレイの映像を鮮明に映し出すことができるなどの特徴がある。1ブロックのサイズは縦20 [mm] ×横21.6 [mm]であり、シーラーでプレスした際に生じるつなぎ目の幅は2 [mm]である。さらに、空気の送風用に、各ブロックの左上の角から縦2 [mm] ×横2 [mm]の

箇所直径 0.5 [mm] のラボランシリコンチューブ 986901 (アズワン) を通している。エアバッグ内に空気を送風したときの中央の高さは、約 3 [mm] である (図 6)。なお、本システムは、USB コネクタを備えた Windows XP (Microsoft) が動作する PC、小型コンプレッサ DP0140-X1-0001 (日東工器)、直接配管型マニホールドスタッキングタイプ電磁バルブ SS073M01-20C (SMC)、PIC18F4550 (Microchip) 搭載 USB マイコンボード (秋月電子通商)、4 線式抵抗膜方式タッチパネル AST-057A070A (DMC)、タッチパネル用コントローラ TSC-34/RU (DMC)、5.7 インチ型デジタル液晶モニター MS-5757 (ビデオデバイス) を使用している。



図 6 開発したエアバッグ型触覚提示ディスプレイ (1 ブロック)

②動作確認：開発した触覚提示タッチパネルディスプレイの入出力特性を調べるため、動作確認を行った。まず、メカニカルフォースゲージをエアバッグの各凸部の中央に押当て、タッチパネルが反応するまでに要する力を 20 ブロック測定し平均値を求めたところ、必要押下力は 0.1474 [kgf] であった。つぎに、動作スイッチを入れてからエアバッグが最大に膨張するまでに要する時間と、動作スイッチを切ってからエアバッグが元のサイズに収縮するまでの時間を 10 回測定し平均値を求めたところ、膨張時間は 0.28 [s]、収縮時間は 3.06 [s] であった。エアバッグは自然排気のため、膨張時間と収縮時間の差が大きくなったと考えられる。また、ビニル素材で空気を挟んでいるため光の屈折が多く角度によって画面が見えにくくなるなどの問題があった。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 (計 0 件)

〔学会発表〕 (計 2 件)

(1) 長井弘志, エアバッグ型触覚提示タッチパネルディスプレイの開発, 日本機械学会 2012 年度年次大会 DVD-ROM 論文集, No. 12-1, J112024, 全 2 項, 2012 年 9 月 11 日, 金沢.

(2) 長井弘志, クリック感を伴うタッチパネルディスプレイの開発, 日本機械学会 2012 年度年次大会 DVD-ROM 論文集, No. 12-1, J112023, 全 2 項, 2012 年 9 月 11 日, 金沢.

〔図書〕 (計 0 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

長井 弘志 (NAGAI Hiroyuki)

弓削商船高等専門学校・電子機械工学科・
准教授

研究者番号：70453206

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし