

2つの静電容量式マルチタッチパネルにおける 導電体位置検出現象を用いた端末連携システム

川畑 裕也†

志築 文太郎‡

田中 二郎‡

†筑波大学 情報学群 情報科学類

‡筑波大学 システム情報系

1 はじめに

スマートフォンやタブレット端末に多く使われている静電容量式マルチタッチパネル（以降、タッチパネル）は、人が触れたことにより変化する静電容量を測りタッチ位置を検出する。この仕組みにより、1つのタッチパネル上に複数の導電体を置きこれらを電氣的に接続した場合、それぞれの導電体に電位の変化が生じる。この電位の変化を測ることにより、タッチパネルが導電体の位置を検出することを Voelker らは見出した [3]。

今回我々は、2つのタッチパネル上にそれぞれ導電体を置きこれらを電氣的に接続した場合、それぞれの導電体に電位の変化が生じる現象を見出した。本稿においては本現象および本現象を用いた端末連携システムを示す。

2 関連研究

1つのタッチパネル上に複数の導電体を置きこれらを電氣的に接続した場合、それぞれの導電体に電位の変化が生じる現象を Voelker らは見出した [3]。また Voelker らはこの現象を用いることにより、タッチパネルが位置検出できる非接触マーカ PUCs を作成した。これに対して我々は、2つのタッチパネル上の、電氣的に接続された導電体の位置をそれぞれのタッチパネルが検出できることを見出した。

PUCs 以外にも、タッチパネルが位置を検出できるマーカは提案されている。Yu らは電流を流すことにより静電容量を変化させるマーカ [4] を作成した。Chan らの作成したマーカ [1] は表面とタッチパネルとの接触面を電氣的に接続している。これによりユーザが接触すると静電容量を変化させる。一方、我々が本稿において示す現象に基づくマーカは、電流やユーザによる接触が不要である。

複数のタッチパネル搭載端末（以降、端末）をわかりやすく連携させるために、端末同士を重ねることに基づく端末連携システムが研究されてきた。例として、

マルチタッチテーブルトップ上にタブレット端末を重ね連携を行う Hahne らのシステム [2] や携帯端末を重ねる三田らの連携システム [5] などがある。これらは、端末連携を行う際にカメラの映像や特定の操作を必要とした。しかし本システムは、ケースをつけた携帯端末を重ねるのみで端末連携を行える。

3 2つのタッチパネルにおける導電体位置検出現象

我々が見出した導電体位置検出現象はタッチパネルのタッチ位置検出原理に基づく。本節では、まずタッチパネルのタッチ位置検出原理を説明した後に、2つのタッチパネル端末における導電体位置検出現象を説明する。

タッチパネルは受信電極と送信電極が縦横に格子状に並べられた構造を持つ。人間の指などの導電体を送信電極および受信電極の交点に近づくと、その交点を持つ静電容量が減る。この減少を検出することによりタッチパネルのタッチ位置を検出する [3]。

我々が見出した2つのタッチパネルにおける導電体位置検出現象はこの原理に基づく。2つのタッチパネル上にそれぞれ導電体を設置し、それらを導電線で電氣的に接続する。すると [3] と同様に、それぞれの導電体が互いに接地点として機能するため、導電体が置かれた位置に静電容量の変化が生じる。この静電容量の変化により、タッチパネルはそれぞれの導電体の位置を検出できる。

この現象を確認するため、2つの端末 LG G2 L-01 および Acer ICONIA TAB A500 のタッチパネル上にそれぞれ導電体を置き、導電線を用いて接続した（図1）。この図に示されるように、両端末はどちらも導電体の位

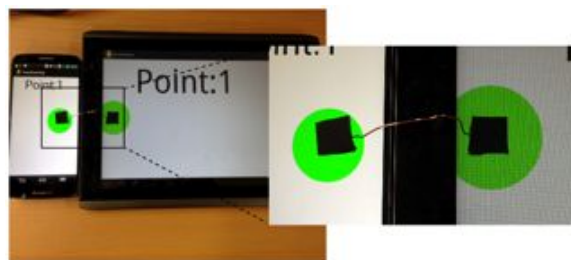


図1: 2つのタッチパネルにおける導電体位置検出現象。

Mobile Device Collaboration System using Capacitive Coupling between Two Capacitive Touch Panels

†Yuya KAWABATA ‡Buntarou SHIZUKI ‡Jiro TANAKA

†School of Informatics, University of Tsukuba

‡Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

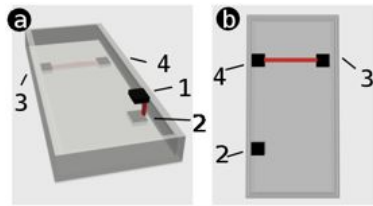


図 2: 導電体位置検出現象を用いたケース. a: 前面, b: 背面, 黒: 導電ゴム, 赤: 導電線.

置を検出できている.

4 応用アプリケーション: 端末連携システム

3 節に示した現象を応用した端末連携システムを実装した. ユーザは, 端末 (以降, 下端末) のタッチパネル上に別の端末 (以降, 上端末) を重ねることにより両端末を連携でき, また連携中は端末の相対位置に基づく操作を行える.

我々はこのシステムのために, 下端末が, 重ねられた上端末の位置および方向を検出できるような端末に装着するケース (以降ケース) を作成した. その模式図を図 2 に示す. ケースは本体, 本体に接着された 4 つの導電ゴム, 導電線から成る. 導電ゴム 1 はケースによって上端末のタッチパネルに接触される. 導電ゴム 2~4 はケース背面に位置し, 端末を重ねることにより下端末のタッチパネルと接触される. 導電ゴム 1, 2 は導電線にて接続される. 導電ゴム 3, 4 も同様である. なお, ケースを作成するにあたっては, 上端末のサイズに合わせてモデルを作成し, 3D プリンタを用いてケースを出力した (図 3). このケースを装着した上端末が下端末のタッチパネルに接触した場合, 上端末は導電ゴム 1 の位置を, 下端末は導電ゴム 2~4 の位置を検出できる. また, 高さをそろえるため導電ゴムと同じ厚みのゴムを背面に接着した.

導電ゴムの位置から, 下端末から見た上端末の位置と傾きを推定するため, ケースの背面上部に 2 つの導電ゴムを接着し, 電気的に接続した. 2 つの導電ゴムの位置には PUCs[3] の原理によりタッチイベントが生じる. 下端末はケース背面の 3 つの導電ゴムの位置から上端末の位置を推定する.

本システムにおける端末連携の流れは次のようになる. ケースを装着した上端末が下端末に重ねられると, 本システムは両端末が検出した導電体 2~4 の位置検出と検出タイミングを条件に連携を行う端末を特定し, Bluetooth 通信を開始する. 端末が重なっている間のみ, すなわち導電体 2~4 が検出され続けている間, 連携中とする. 連携中に導電体が検出されなくなった場合は両端末が離されたと判断し, 連携を解除する.

本システムの応用例としてレントゲン機能付き地図

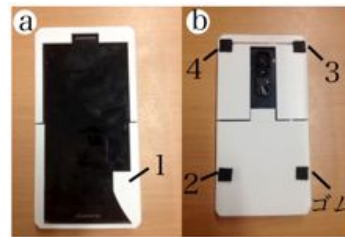


図 3: 作成したケース. a: 前面, b: 背面.



図 4: レントゲン機能付き地図ビューア.

ビューアを実装した (図 4). 端末連携を開始すると, 下端末上に航空写真の画像が表示される. また, 上端末には, 下端末を上端末が覆い隠している部分の地図が表示される. ユーザが, 上端末を下端末のタッチパネル上にて移動すると, 上端末に表示される画像も移動に追従して変化する. このビューアを用いることにより, 航空写真の中から地図を表示したい部分の指定する操作を, 端末を動かす動作のみで行える.

5 まとめ

本稿において我々は 2 つのタッチパネルにおける導電体位置検出現象を示し, この現象を用いた端末連携システムを実装した. 今後の課題として, 導電体位置検出の精度向上, 端末連携アプリケーションの応用のさらなる実装, および被験者実験による連携システムの評価が挙げられる.

参考文献

- [1] L. Chan, S. Müller, A. Roudaut, and P. Baudisch. CapStones and ZebraWidgets: Sensing stacks of building blocks, dials and sliders on capacitive touch screens. CHI '12, pp. 2189–2192, 2012.
- [2] U. Hahne, J. Schild, S. Elstner, and M. Alexa. Multi-touch focus+context sketch-based interaction. SBIM '09, pp. 77–84, 2009.
- [3] S. Voelker, K. Nakajima, C. Thoresen, Y. Itoh, K. I. Overgrd, and J. Borchers. PUCs: Detecting transparent, passive un-touched capacitive widgets on unmodified multi-touch displays. ITS '13, pp. 101–104, 2013.
- [4] N. Yu, L. Chan, S. Lau, S. Tsai, I. Hsiao, D. Tsai, F. Hsiao, L. Cheng, M. Chen, P. Huang, and Y. Hung. TUIC: Enabling tangible interaction on capacitive multi-touch displays. CHI '11, pp. 2995–3004, 2011.
- [5] 三田, 志築, 田中. タッチパネル搭載端末同士を重ねる操作による端末連携手法. 154 回ヒューマンコンピュータインタラクション研究会, No. 4, pp. 1–7, 2013.