

ホバー機能に基づくモバイル端末向け連携インタラクション

栗原 拓郎^{1,a)} 志築 文太郎² 田中 二郎²

概要: モバイル端末を連携させるための直接操作手法を示す。本手法は、端末（以降、non-base 端末）をもう一つのホバー機能付きの端末（以降、base 端末）のタッチパネル面に接触させると、base 端末のタッチパネル面にタッチイベントではなくホバーイベントが発生し続けるという現象に基づく。我々はこの現象を用いることにより、両端末に特殊なハードウェアを装着することなく、直接操作に基づく端末間の連携を実現した。ユーザは non-base 端末を base 端末に接触させることにより両端末がペアリングされ連携を開始する。連携中に、ユーザは手にした non-base 端末を用いて base 端末のデータを直接選択でき、また、base 端末から non-base 端末を離すことによりペアリングを解除することができる。これにより、ユーザは連携の開始、データのやりとり、及び連携の終了を容易に行うことができる。本稿では提案手法とともにその実装法を述べる。

1. はじめに

近くにある複数のスマートフォンやタブレット等の端末を連携させて使用することが容易になれば便利である。例えば、ある端末から別の端末へ写真や動画をコピーして共有することが容易になり、また複数人が協調して行った Web 検索の結果を効果的に共有することが可能となる [11]。

しかし、現状では、端末の連携を行う際に、ペアリング先の端末を選択する、ペアリングを行う、ペアリングを解除する等の多くの操作が必要である。例えば通信に Bluetooth 等のアドホック通信を用いる場合、ユーザはペアリングの対象となる端末を、端末のリストから選択するという操作を行う必要がある。また、ペアリングを解除する際も、ユーザは Bluetooth を OFF にする、メニューから解除のボタンを押す等、解除のための操作を行う必要がある。しかし、このようなアドホック通信を用いた連携を行う場合、各端末は近くにあることが想定されるため、より単純な方法も考えられる。

この問題に対して、先行研究は近くの端末をより簡単に連携させる為に画像検出 [1,8,23]、加速度センサ [4,25]、特殊なデバイス [12,14,21]、音 [2] を用いている。これらに対して、我々はホバー機能を用いる。ホバー機能とはディ

スプレイの上にある指の位置に直接触らずに、ディスプレイの上にある指の位置を検知する機能である。

我々の提案手法では、モバイル端末（以降、non-base 端末）をもう一つのホバー機能付き端末（以降、base 端末）のタッチパネル面に接触させると、ホバーイベントが base 端末のタッチパネル面に生じるという現象に基づく。特に non-base 端末が非導電体のカバーを装着していた場合、base 端末のタッチパネル面に non-base 端末を接触させてもタッチイベントは発生せずホバーイベントのみが base 端末に発生し続ける。我々はこの現象を用いることにより、両端末に特殊なハードウェアを装着することなく、直接操作に基づく端末間の連携を実現した。提案手法を用いるとユーザは base 端末のタッチパネル面に対して non-base 端末を接触させる（以降、ペアリング操作）ことによりペアリングが行える。ペアリング後、ユーザは non-base 端末の角を base 端末のポインティングに使用し、またこのポインティングと non-base 端末へのタッチ操作を併用することにより様々な操作を行う。ペアリングを解除するには non-base 端末を base 端末から離せば良い。なお、提案手法はペアリングの際にホバーイベントと両端末の加速度情報を併用することにより、指でのホバーとペアリング操作とを区別する。

本稿では提案手法とともにその実装法を述べる。

2. 関連研究

端末を容易に連携させるための手法はこれまでも研究されてきた。

特に、大画面と、小画面を持つ 1 つもしくは複数の端末

¹ 筑波大学大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻

Department of Computer Science, Graduate School of Systems and Information Engineering, University of Tsukuba

² 筑波大学システム情報系

Faculty of Engineering, Information and Systems, University of Tsukuba

a) kuribara@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

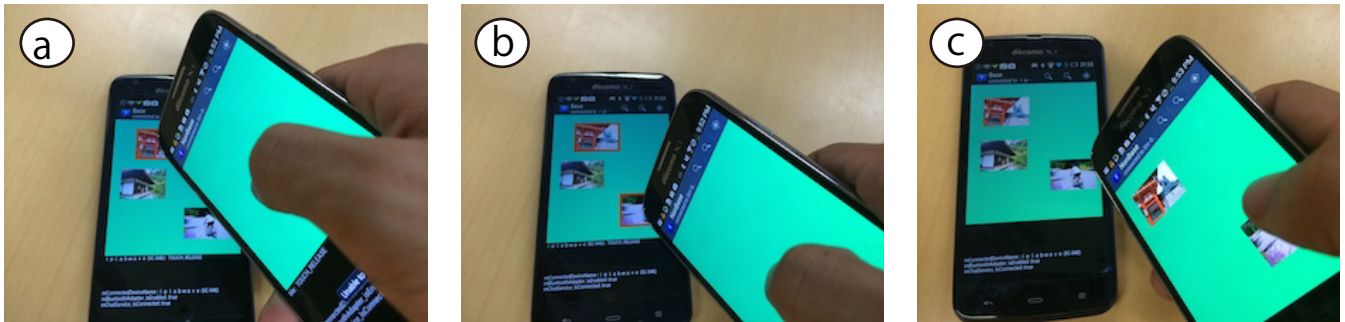


図 1 モバイル端末を連携させるための直接操作手法。 a) base 端末のタッチパネル面に non-base 端末を接触させることにより連携を開始。 b) 操作を行う。 c) base 端末から non-base 端末を離すことにより連携を終了。

Fig. 1 Interactions between the mobile devices. a) The user starts the interactions by touching the base device's touch screen with a non-base device. b) The interactions are enabled. c) The user finishes the interactions by detaching the non-base device from the base device's touch screen.

の連携を対象とした手法は数多く研究されてきた。大画面と小画面の連携では、小さな端末に大画面の追加情報を表示 [20,22,24]、小さな端末の情報を大画面に表示 [8,9]、端末間での情報のやりとり [17–19] が行われる。またこれらに関連した研究として大画面同士を連携させる手法の研究もある [23]。これらの手法に対し、我々はモバイル端末同士の連携を対象とする。

また、端末の大きさに関わらず、接続先を容易に指定する手法も数多く研究されている。同時に連携したい端末同士を操作することにより接続先を指定する手法として、端末をぶつけることによる手法 [4]、同時にタップすることによる手法 [15]、同時に端末を振ることによる手法 [6]、並べた複数の端末間をピンチする操作による手法 [10,13]、端末を重ねることによる手法 [3,27] 等がある。SurfaceLink [2] は平面に置かれた端末の間をユーザが指にてなぞる際の変化を取得して接続を行う。Touch-and-Connect [7] は、ユーザが物理デバイスおよびソフトウェア上のボタンを押す操作のみにより接続先を指定することを可能とする。Stitching [5] では、ユーザはペンデバイスにて片方の端末をタッチし、ベゼルを超えて近くにある別の端末までペンデバイスを動かすことにより接続先を指定する。記憶の石 [26] は、複数指にてタッチした際の指先の形に個人差があることを利用することにより、ユーザが物を複数指にてつまみあげて別の場所に移動させて置くような操作によってデータのコピー先を指定することを可能とする。また、赤外線を用いて連携する手法もある [16,21]。これらの手法に対し、我々の手法では base 端末の表面に non-base 端末を接触させることにより接続対象を指定する。

また、情報の移動やコピーを容易にする手法も研究されている。Toss-It [25] はボールを投げるように、あるいはカードを配るような操作による移動を実現している。FlashTouch [12] は、タッチパネル上を特殊なペンデバイスを用いてタッチする操作を、Pick-and-Drop [14] はペンデバイスを用いて情報を持ち上げて移動させるような操作

による移動を実現している。これらの手法に対し、我々の手法ではユーザは base 端末を用いて non-base 端末をタッチすることにより情報をコピーする。

3. モバイル端末を連携させるためのホバー機能に基づく直接操作手法

本節では、モバイル端末を連携させるためのホバー機能に基づく直接操作手法を述べる。

3.1 ホバー機能に基づいた連携

提案手法を図 1 に示す。ユーザが図 1a に示すように base 端末のタッチパネル面に non-base 端末を接触させることにより両端末はペアリングされ、連携が開始される。接触時、base 端末のタッチパネル面にはホバーイベントが発生し、このホバーイベントが終了するまでペアリングが行われる。また、この際に端末の加速度を用いて、指でのホバーと端末のペアリング操作との区別を行う。図 1b に示すように連携中は、ユーザは手にした non-base 端末を用いて base 端末のデータを直接選択することができる。図 1c に示すようにユーザが base 端末から non-base 端末を離すことによりペアリングの解除が行われる。これにより、ユーザは連携の開始、データのやりとり、及び連携の終了を容易に行うことができる。

本手法では、NTT Docomo の一部の端末 (ELUGA P P-03E, Galaxy S4 SC-04E, AQUOS Phone ZETA SH-06E, ARROWS NX F-06E 等) に搭載されているホバー機能を用いる。このホバー機能のための機構には指だけでなくモバイル端末も反応する。指及び non-base 端末と base 端末に発生するホバーイベントの関係を図 2 に示す。図 2a 及び図 2c に示すように、base 端末上に浮いた指または浮いた non-base 端末がある場合、ホバーイベントが発生する。しかし図 2b に示すように、指のタッチの場合はタッチイベントが発生するのに対して、図 2d に示すように、non-base 端末のタッチの場合、ホバーイベントが発生する。

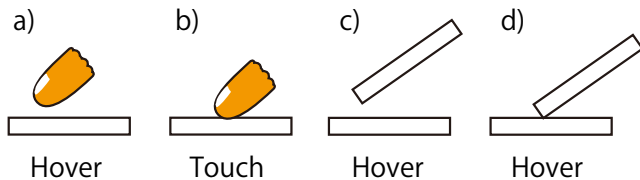


図 2 指及び non-base 端末と base 端末に発生するホバーイベントの関係。a) 指のホバー, b) 指のタッチ, c) 端末のホバー, d) 端末のタッチ。

Fig. 2 Relationship of a base device to a finger and a non-base device. a) A finger hovers, b) a finger touches, c) a non-base device hovers, d) a non-base device touches.

3.2 直接操作に基づくデータのコピー

本手法では、ユーザは non-base 端末の角を base 端末のポインティングに使用し、またこのポインティングと non-base 端末へのタッチ操作を併用することにより端末間の操作を行う。

base 端末から non-base 端末へのデータのコピー

base 端末から non-base 端末へデータをコピーする手法として、選択的にコピーする手法と全てのデータをコピーする手法を示す。

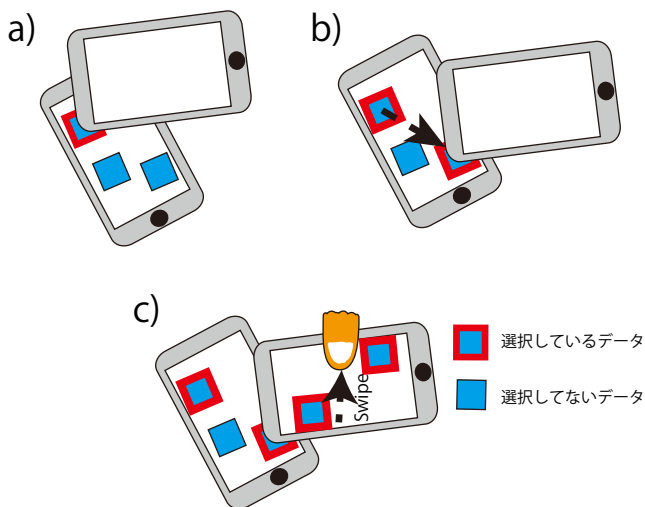


図 3 選択的にデータをコピー。a) base 端末上にあるデータを non-base 端末にてタッチすることにより選択, b) ドラッグ中に通過したデータを選択, non-base 端末をスワイプしてコピー。

Fig. 3 Selective copy. Our interaction allows the user to a) select some data by touching, b) select additional data by dragging, and c) copy them by swiping on the non-base device's touch screen.

選択的にコピーする手法を図 3 に示す。図 3a に示すように、両端末を連携後、ユーザは base 端末上にあるデータを non-base 端末にてタッチすることにより選択できる。また、図 3b に示すように、ユーザは base 端末上を non-base 端末にてドラッグしている間、ドラッグ中に通過したデータを選択できる。また、ユーザが選択したデータを再度ド

ラッグした場合、そのデータの選択を解除する。データ選択中に、図 3c に示すように non-base 端末上にてスワイプ操作を行うことにより、base 端末にて選択されているデータを全て non-base 端末へコピーする。なお、選択状態から連携を解除した場合、選択は解除される。

全てコピーする手法を図 4 に示す。図 4a に示すように、両端末を連携させ、non-base 端末上のデータが配置されていない位置をタップすることによって base 端末上の全てのデータを選択する。図 4b に示すように連携中に non-base 端末上にてスワイプ操作を行うことにより、全てのデータを non-base 端末にコピーすることができる。なお、この状態から端末間の連携を解除すると選択は解除される。これにより、ユーザは素速く全てのデータをコピーすることができる。

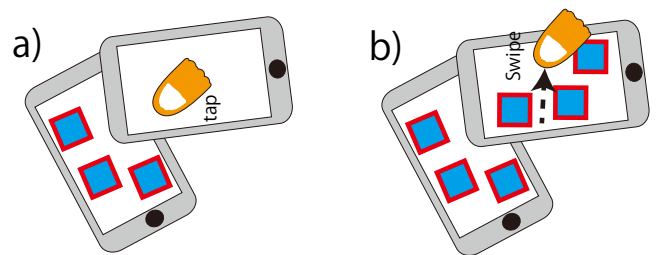


図 4 全てのデータをコピー。a) 連携中に non-base 端末をタップして全てのデータを選択する, b) non-base 端末をスワイプしてコピー。

Fig. 4 Full copy. Our interaction allows the user to a) select all the data by tapping a non-base devices's touch screen while connecting devices, and b) copy it by swiping the non-base device's touch screen.

non-base 端末から base 端末へのデータのコピー

non-base 端末から base 端末へデータをコピーする手法を図 5 に示す。図 5a に示すように、ユーザは両端末を連携させ、non-base 端末上にあるコピーしたいデータをタッチすることにより選択できる。選択後、図 5b に示すように、non-base 端末上にてスワイプ操作を行うことにより、選択したデータを base 端末にコピーできる。なお、この状態から端末間の連携を解除すると選択は解除される。これにより、ユーザは base 端末の任意の位置に non-base 端末のデータをコピーすることができる。

4. 調査

ホバー機能によって、ユーザが普段使用している端末の接触を検知することができるかの調査を行った。ユーザは保護シールやカバーを端末に装着することも多い為、実験用の端末だけではなく、実際にユーザが使用している端末にて調査を行った。検知できた場合、ユーザが普段使用している端末を、本手法における non-base 端末として使用できる。

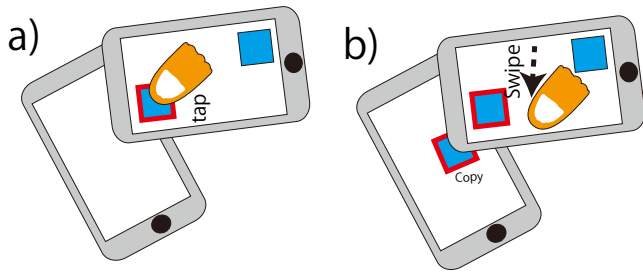


図 5 選択的にデータのコピー. a) 連携中に non-base 端末上にてコピーしたいデータをタップする. b) non-base 端末上にてスワイプ操作を行いデータをコピー.

Fig. 5 Selective copy. Our interaction allows the user to a) select some data by tapping the data on the non-base device, and to b) copy it by swiping the non-base device's touch screen.

4.1 使用端末

base 端末には AQUOS Phone ZETA SH-06E (Android 4.2.3) および Galaxy S4 SC-04E (Android 4.2.3) を用いた. また, non-base 端末には, base 端末に使用した 2 種類の端末を含む 12 種類の端末を用いた.

調査に用いた端末を図 6 に示す. 図 6a, b を除く 10 種類の端末は, 21 歳から 25 歳までの大学生, 大学院生計 9 名が所持している端末である. なお, 図 6i, j は同一のユーザが所持しており, 図 6h, l は同一の機種であるが, 異なるユーザが所持していた.

これらの図 6a, b を除く 10 種類の端末はユーザが普段使用している端末であり, いずれの端末も保護シールや本体カバー等, 取り外すことなく調査を行った.

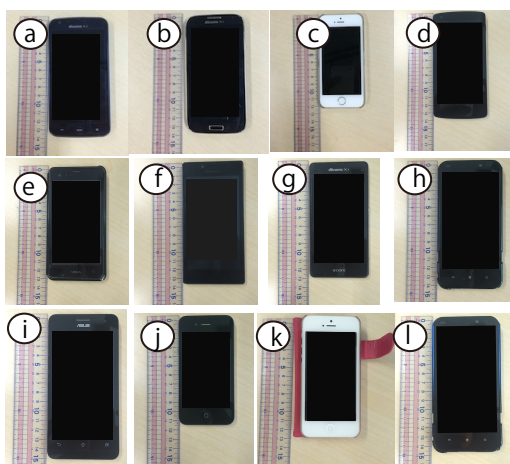


図 6 調査に使用した端末一覧.

Fig. 6 The list of the devices used in this survey.

4.2 調査手法

ユーザは non-base 端末を把持し, non-base 端末の角をテーブルの上に置かれた base 端末のタッチパネル面に接触させる. base 端末ではタッチ及びホバーの検出を行

う. なお, ユーザは接触中に non-base 端末の角度の変更, non-base 端末の移動を行う. この操作によって base 端末上に発生するイベントを調査する.

4.3 調査結果

調査結果を表 1 に示す. base 端末に non-base 端末を接触させることにより, カバーの有無に関わらず全ての端末においてホバーイベントが発生することが確認できた. また, 3 種類の端末では端末の角度によって, ホバーとタッチイベントの発生が切り替わることが確認できた.

表 1 結果

Table 1 Results of the survey.

ID	端末名	SH-06E へのイベント	SC-04E へのイベント
a	SH-06E		ホバーのみ
b	SC-04E	タッチ及びホバー	
c	iPhone 5s	ホバーのみ	ホバーのみ
d	Nexus 5	ホバーのみ	ホバーのみ
e	PTL21	ホバーのみ	ホバーのみ
f	L-01E	ホバーのみ	ホバーのみ
g	SO-02	タッチ及びホバー	タッチ及びホバー
h	SHL22	ホバーのみ	ホバーのみ
i	A500KL	ホバーのみ	ホバーのみ
j	iPhone 4	タッチ及びホバー	タッチ及びホバー
k	iPhone 5	ホバーのみ	ホバーのみ
l	SHL22	ホバーのみ	ホバーのみ

4.4 考察

3 種類の端末にてタッチイベントが発生した原因として, これらの端末の側面が導電体にて構成されていることが考えられる. 我々は, ユーザが端末の側面を把持していた為, 指から端末を経由して電流が流れタッチパネル面の静電容量が変化したと考えている.

また, 非導電体のカバーを装着した端末を含む, 全ての端末においてホバーイベントが発生したことを確認した. これにより, 本手法は現状の多くの端末にて使用できる.

5. 実装

提案手法を用いて端末同士の連携を行うプロトタイプを実装した.

5.1 ハードウェア及びソフトウェア

base 端末には AQUOS Phone ZETA SH-06E (Android 4.2.3) を, non-base 端末には Galaxy S4 SC-04E (Android 4.2.3) を用いた. 開発には Java を用いた. また端末同士の連携には Bluetooth 通信を用いた.

連携開始

本手法では, base 端末へ non-base 端末を接触させること

により連携が開始される。しかし、通常操作にて行われる指でのホバーと端末の接触を識別する必要がある。そこで base 端末と non-base 端末の接触の検知には、両端末の加速度の変化を利用する。両端末が接触した際、その衝撃により両端末の加速度は大きく変化する。この加速度が変化したタイミングを各端末が識別し、base 端末及び non-base 端末の Bluetooth を ON にする。その後、base 端末から一度接続したことがある Bluetooth が ON になっている端末に接続を試みる。

連携中

base 端末上にホバーイベントが発生している間は連携中となる。この間、Bluetooth 通信を用いてデータの送受信を行う。なお、接続中に base 端末にタッチイベントが発生した場合、接続が解除される。

連携の終了

本手法では、base 端末から non-base 端末を離すことによって連携が終了する。

6. 応用

提案手法の応用例として、non-base 端末を base 端末を操作するためのメニューとして用いる応用及び、大画面との連携への応用を示す。

6.1 non-base 端末をメニューとして用いる操作

我々は本手法の利用にモバイル端末間のデータコピーを想定しているが、データをコピーするだけでなく、non-base 端末をメニューとした操作も考えられる。

例としてペイントアプリケーションを示す。図 7a に示すように、base 端末をキャンバス、non-base 端末をペンデバイス及びメニューとして使用する。non-base 端末のタッチパネル面にペンの色やペンの大きさを設定できるメニューを表示し、non-base 端末を base 端末へ接触させてペイントを行う。図 7b に、描画を行いつつ、同時にペンの太さを変更する例を示す。このように non-base 端末をメニューに使用することによって、base 端末上での動きと non-base 端末への操作という 2 つの次元での操作が可能になる。

6.2 大画面との連携

我々は提案手法の base 端末に、ホバー機能を持つモバイル端末を想定している。これはホバー機能を搭載したモバイル端末が市販されるようになった為である。しかし、本手法を用いることにより、ユーザは図 8 に示すようにモバイル端末と同様の原理にてホバーを検出可能な大画面に対しても操作できる。この場合、2 節に示した先行研究と同様に端末と大画面間でのデータのやりとりや、端末を用いた大画面の操作が考えられる。

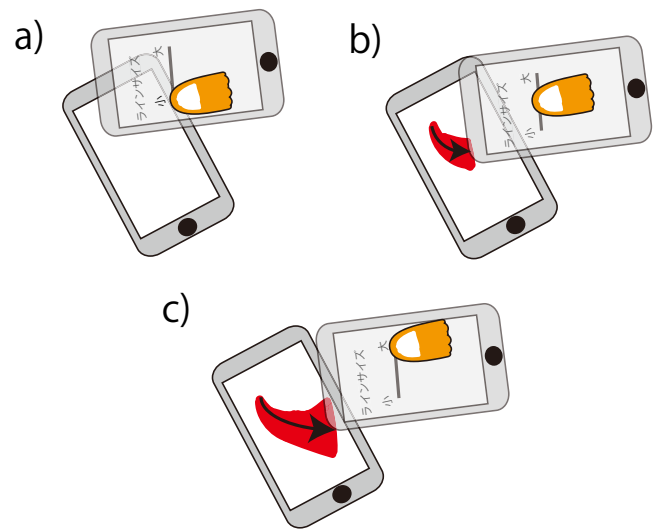


図 7 ペイントアプリケーションの例。a) base 端末をキャンバス、non-base 端末をペン及びメニューとして使用する。b) base 端末へ描画を行いつつ、同時にメニューからペンの太さを変更している。c) さらにペンを太くしている。

Fig. 7 Example application: menu of a paint application. a) We use a base device as a canvas and a non-base device as a menu. b) The user draws a line on the canvas and changes the line width simultaneously, c) making the line thicker.

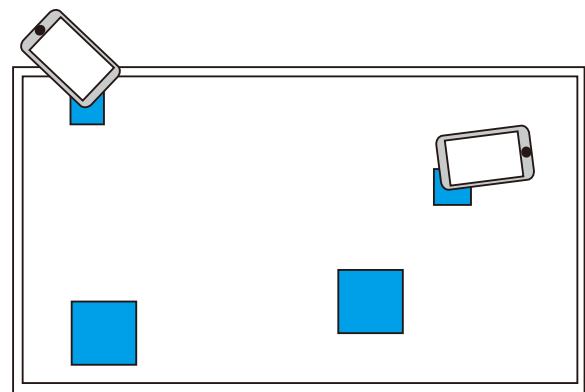


図 8 大画面との連携。

Fig. 8 Another application: interactions with a interactive surface.

7. 議論

5 節の実装では、base 端末を平面に接地した場合を想定している。しかし、base 端末を把持した場合についてもユーザは本手法を使用できる。加速度の変化が平面に接地した場合と、把持した場合では異なる為、最適な加速度変化のアルゴリズムを考えたい。

また、現在ほどの端末と接続するかを決定する為に、Bluetooth が ON になっている端末で、且つ一度接続したことがある端末を選んでいる。そのため、一度接続したことがある複数の端末の Bluetooth が ON になっていた場

合、接続する端末がわからなくなる問題が発生する。そこで、今後はRSSI (Received Signal Strength Indication) を用いることを考えている。RSSIを用いることにより、端末間の距離を調べることができ、その結果、最も距離に近い端末と接続できると考えている。

5節の実装において、ホバーイベントの発生位置は non-base 端末が接触した位置であると我々は考えている。しかし、タッチとホバーでは厳密にはタッチ場所が異なっている可能性がある。その為今後は、ホバーイベントの発生位置の調査を行いたい。具体的には、同一の non-base 端末に導電体のカバーをした場合と、非導電体のカバーをさせた場合の2条件において以下の実験を行う。カバーをした non-base 端末をロボットアームに取り付け、base 端末に接触させ、non-base 端末を移動させてタッチ点の軌跡を2条件間にて比較する。

8. まとめ

本稿ではホバー機能に基づいたモバイル端末を連携させるための直接操作手法を示した。本手法を用いることにより、ユーザは連携の開始、データのやりとり、及び連携の終了を容易に行うことができる。調査により、全ての端末がホバー検出可能な端末に接触させた際にホバーイベントを発生させることを確認した。今後は7節にて述べた改良を行う。また、評価実験を行い、本手法の有用性を示す。

参考文献

- [1] David Dearman, Richard T. Guy, and Khai N. Truong. Determining the orientation of proximate mobile devices using their back facing camera. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '12, pages 2231–2234, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [2] Mayank Goel, Brendan Lee, Md. Tanvir Islam Aumi, Shwetak Patel, Gaetano Borriello, Stacie Hibino, and Bo Begole. SurfaceLink: Using inertial and acoustic sensing to enable multi-device interaction on a surface. In *Proceedings of the 32nd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '14, pages 1387–1396, New York, NY, USA, 2014. ACM.
- [3] Uwe Hahne, Jonas Schild, Stefan Elstner, and Marc Alexa. Multi-touch focus+context sketch-based interaction. In *Proceedings of the 6th Eurographics Symposium on Sketch-based Interfaces and Modeling*, SBIM '09, pages 77–83, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [4] Ken Hinckley. Synchronous gestures for multiple persons and computers. In *Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '03, pages 149–158, New York, NY, USA, 2003. ACM.
- [5] Ken Hinckley, Gonzalo Ramos, Francois Guimbretiere, Patrick Baudisch, and Marc Smith. Stitching: Pen gestures that span multiple displays. In *Proceedings of the Working Conference on Advanced Visual Interfaces*, AVI '04, pages 23–31, New York, NY, USA, 2004. ACM.
- [6] Lars Erik Holmquist, Friedemann Mattern, Bernt Schiele, Petteri Alahuhta, Michael Beigl, and Hans-

- Werner Gellersen. Smart-its friends: A technique for users to easily establish connections between smart artefacts. In *Proceedings of the International Conference on Ubiquitous Computing*, UbiComp '01, pages 116–122, London, UK, UK, 2001. Springer-Verlag.
- [7] Yohei Iwasaki, Nobuo Kawaguchi, and Yasuyoshi Inagaki. Touch-and-Connect: A connection request framework for ad-hoc networks and the pervasive computing environment. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications*, PERCOM '03, page 20, Washington, DC, USA, 2003. IEEE Computer Society.
- [8] Shaun K. Kane, Daniel Avrahami, Jacob O. Wobbrock, Beverly Harrison, Adam D. Rea, Matthai Philipose, and Anthony LaMarca. Bonfire: A nomadic system for hybrid laptop-tabletop interaction. In *Proceedings of the 22nd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '09, pages 129–138, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [9] Andrés Lucero, Jussi Holopainen, and Tero Jokela. Mobicomics: Collaborative use of mobile phones and large displays for public expression. In *Proceedings of the International Conference on Human-computer Interaction with Mobile Devices and Services*, MobileHCI '12, pages 383–392, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [10] Andrés Lucero, Jaakko Keränen, and Hannu Korhonen. Collaborative use of mobile phones for brainstorming. In *Proceedings of the International Conference on Human Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, MobileHCI '10, pages 337–340, New York, NY, USA, 2010. ACM.
- [11] Meredith Ringel Morris. A survey of collaborative web search practices. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '08, pages 1657–1660, New York, NY, USA, 2008. ACM.
- [12] Masa Ogata, Yuta Sugiura, Hiroataka Osawa, and Michita Imai. FlashTouch: Data communication through touchscreens. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '13, pages 2321–2324, New York, NY, USA, 2013. ACM.
- [13] Takashi Ohta and Jun Tanaka. Using pinching gesture to relate applications running on discrete touch-screen devices. *International Journal of Creative Interfaces and Computer Graphics*, 4(1):1–20, January 2013.
- [14] Jun Rekimoto. Pick-and-Drop: A direct manipulation technique for multiple computer environments. In *Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '97, pages 31–39, New York, NY, USA, 1997. ACM.
- [15] Jun Rekimoto. SyncTap: Synchronous user operation for spontaneous network connection. *Personal and Ubiquitous Computing*, 8(2):126–134, May 2004.
- [16] Jun Rekimoto, Yuji Ayatsuka, Michimune Kohno, and Hauro Oba. Proximal interactions: A direct manipulation technique for wireless networking. In *Proceedings of the IFIP International Conference on Human-Computer Interaction*, INTERACT 2003, pages 511–518. Press, 2003.
- [17] Jun Rekimoto and Masanori Saitoh. Augmented surfaces: A spatially continuous work space for hybrid computing environments. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '99, pages 378–385, New York, NY, USA, 1999. ACM.
- [18] Dominik Schmidt, Fadi Chehimi, Enrico Rukzio, and Hans Gellersen. PhoneTouch: A technique for direct

- phone interaction on surfaces. In *Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '10, pages 13–16, New York, NY, USA, 2010. ACM.
- [19] Julian Seifert, Adalberto Simeone, Dominik Schmidt, Paul Holleis, Christian Reinartz, Matthias Wagner, Hans Gellersen, and Enrico Rukzio. MobiSurf: Improving co-located collaboration through integrating mobile devices and interactive surfaces. In *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*, ITS '12, pages 51–60, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [20] Chia Shen, Katherine Everitt, and Kathleen Ryall. UbiTable: Impromptu face-to-face collaboration on horizontal interactive surfaces. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Ubiquitous Computing*, UbiComp 2003, pages 281–288, 2003.
- [21] Colin Swindells, Kori M. Inkpen, John C. Dill, and Melanie Tory. That one there! Pointing to establish device identity. In *Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '02, pages 151–160, New York, NY, USA, 2002. ACM.
- [22] Daniel Wigdor, Hao Jiang, Clifton Forlines, Michelle Borkin, and Chia Shen. WeSpace: The design development and deployment of a walk-up and share multi-surface visual collaboration system. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '09, pages 1237–1246, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [23] Andrew D. Wilson and Hrvoje Benko. Combining multiple depth cameras and projectors for interactions on, above and between surfaces. In *Proceedings of the ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, UIST '10, pages 273–282, New York, NY, USA, 2010. ACM.
- [24] Andrew D. Wilson and Raman Sarin. BlueTable: Connecting wireless mobile devices on interactive surfaces using vision-based handshaking. In *Proceedings of Graphics Interface*, GI '07, pages 119–125, New York, NY, USA, 2007. ACM.
- [25] Koji Yatani, Koiti Tamura, Keiichi Hiroki, Masanori Sugimoto, and Hiromichi Hashizume. Toss-It: Intuitive information transfer techniques for mobile devices using toss and swing actions. *IEICE Transactions on Systems and Computers*, E89-D(1):150–157, 2006.
- [26] 池松 香 and 椎尾 一郎. 記憶の石：マルチタッチを利用したデバイス間情報移動. 情報処理学会論文誌, 55(4):1344–1352, 2014.
- [27] 三田 裕策, 志築 文太郎, 田中 二郎. 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. 情報処理学会研究報告 (第 154 回ヒューマンコンピュータインタラクシオン研究会), pages 1–7, 2013.