

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

三田 裕策¹ 志築 文太郎² 田中 二郎²

概要：タッチパネルを搭載した端末同士を連携させるための新たな手法を示す。本手法では、ユーザは端末同士を重ねることにより連携を行う。連携中は、重ねられた端末の画面が一体化される。また、連携は端末同士を離すことにより解除される。これにより、ユーザは連携を容易に行うことができ、かつ端末間におけるデータの移動を直接操作を用いてシームレスに行うことができる。本稿では提案インタラクション手法、及び携帯情報端末用のケースを用いたその実装法を述べる。

1. 序論

スマートフォンやタブレットといった、タッチパネルを搭載した端末が普及し、個人が複数の端末を所有するようになってきた。ただし、これらの端末にはファイルとしてそれぞれ別々に情報が保存される。そのため、保存されたファイルを別の端末において扱いたい時には、これらのファイルをコピーする、もしくは移動する必要がある。例えば、タブレットにおいて作成したプレゼンテーションファイルを、電車の中で点検するためにスマートフォンへコピーする、あるいはスマートフォンで撮影した画像ファイルを保存及び閲覧のために自分のタブレットへ移動する、等が例として挙げられる。

別の端末にファイルを移動（以降、コピーも含めて移動と呼ぶことにする）するためには、現状では、赤外線通信やBluetoothを用いた1対1の無線通信、もしくはファイル共有サービスが用いられる。しかしながら、これらには、予め端末同士を連携させる必要がある、ファイルの移動操作が分かりにくい、端末同士が連携しているのかが分かりにくい、という問題がある。特に1対1の無線通信を用いる場合、連携を行う度に連携対象となる端末のアドレスや機種名を指定するという煩雑な設定が必要となる。ファイル共有サービスを用いる場合、ひとたびファイル共有サービスの設定を行えばこの問題は解決されるが、その他の問題は依然として残る。

我々は、これらの問題を解消することを目的として、タッチパネルを搭載した端末同士を連携させるための新たな手法を示す。本手法では、ユーザは端末同士を重ねることにより連携を行う。連携中は、重ねられた端末の画面が一

体化される。また、連携は端末同士を離すことにより解除される。これにより、ユーザは連携を容易に行うことができ、かつ端末間におけるデータの移動を、直接操作を用いてシームレスに行うことができる。本稿では提案インタラクション手法、及び携帯情報端末用のケースを用いたその実装法を述べる。

2. 関連研究

無線通信を用いた端末同士の連携を容易に行うための様々なインタラクション手法が提案されている。岩崎らは物理デバイス及びソフトウェア上のボタンを押す操作のみにより連携を行う機器を指定できる Touch-and-Connect [1] を提案した。また、矢谷らはモバイルデバイスを振る操作により振った先の範囲にあるデバイスとの連携を行うインタフェース [2]、及びモバイルデバイスを連携相手の端末に向けて投げ上げる操作により情報の移動を行う Toss-It [3-5] を示した。Swindells らはペン状のデバイスを用いて機器を指し示すことにより連携を行う相手を選択する手法 [6] を提案した。これらに対して我々のインタラクション手法では、連携対象を指定する方法として、連携を行う端末同士を重ねる操作を行う。

端末同士の接触を連携手法に用いた研究として、Hinckley らの研究 [7,8] や Seifert らの MobIES [9] が挙げられる。これらの手法は端末の外周同士を接触させることにより端末同士の連携を行う。また、接触を行なっている辺において画面を繋げることにより、ユーザは複数の画面が一体化したかの様にインタラクションを行うことができる。さらに、連携を行う端末同士を接触させるため、ユーザはどの端末同士が連携しているかを識別することができる。しかし、不意により端末がずれた場合には、端末同士が離れているにもかかわらず連携が続くため、ユーザに混乱を与える。

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

² 筑波大学システム情報系

一方、本手法では端末を重ねる操作及び離す操作を連携の開始及び解除の条件としているため、この問題が生じない。

タッチパネルを搭載した端末同士を重ねることを活かした研究も存在する。Hahne らは、マルチタッチテーブルトップのスクリーンに対して、LED を付けたタブレットを重ねて操作するシステム [10] を提案した。ユーザは重ねたタブレットを操作することにより、マルチタッチテーブルトップに表示された情報を精密に操作することができる。一方、本研究は端末同士を重ねる操作を端末の連携、及び重ねた端末間におけるファイルの移動に用いる。

また、携帯情報端末を操作デバイスとして用いることにより、他の端末や画面とのインタラクションを行う研究がある。Seifert らの研究 [11] や Schmidt らの研究 [12,13], Baur らの Virtual Projection [14], Dippon らの研究 [15], Hardy らの Touch & Interact [16] は、携帯情報端末を大画面に対して接触させる操作、もしくは携帯情報端末を遠隔操作機器として扱うことにより、大画面に対してインタラクションを行う研究である。Yee の Peephole Displays [17] では、仮想的な大画面を覗き、その仮想的な大画面に対する操作を行うための機器として、携帯情報端末を用いる。本手法も同じく、携帯情報端末を用いて他の端末とのインタラクションを行うが、端末同士におけるファイルの移動を連携の目的としている点において異なる。

暦本の Pick-and-Drop [18][8] はデータをつまみ上げるというメタファに基づき設計された情報移動のためのインタラクション手法である。スタイラスを把持したユーザは、移動元の端末においてデータをスタイラスでタップした後に、移動先の端末において再度タップすることにより、データを移動することが可能となっている。この設計により、ユーザはあたかも情報がスタイラスを通して移動しているように感じることができる。本研究においても同じく情報移動を扱うが、端末を重ねるという別のアプローチを採る。

3. インタラクション手法

我々の提案するインタラクション手法によるデータの移動方法を述べる。

3.1 タッチパネル搭載端末同士を重ねる連携

本手法では、ユーザは連携を行う端末同士を重ねる操作により連携を開始し、端末同士を離すことにより連携を終了する。

連携中は、2つの端末の画面が一体化される。すなわち、ユーザは重ねた端末のタッチパネルを重ねられた端末のタッチパネルの一部として扱うことができる。これにより、両端末間においてデータの移動を直接操作を用いてシームレスに行うことができる。

本手法を利用してデータの移動を行なっている様子を図



図 1 インタラクションイメージ

Fig. 1 Data manipulation using our interaction technique.

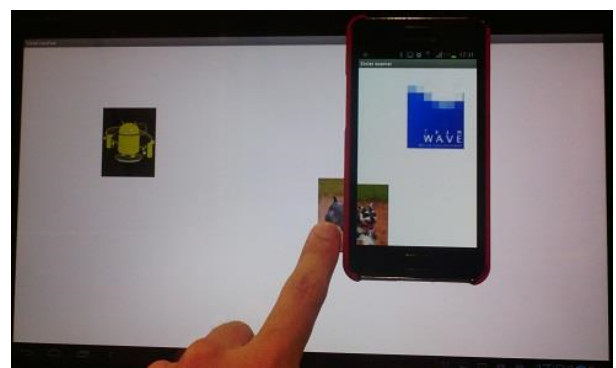


図 2 端末の境界付近における操作

Fig. 2 Interaction near to the border of a smartphone.

1 に示す。図 1 では、ユーザは携帯情報端末とタブレットを重ねて連携を行い、タブレット上に表示されている画像ファイルのアイコンを携帯情報端末上にドラッグ操作を行うことにより、ファイルの移動を行っている。

両端末の境界付近において、ファイルを表すアイコンの操作が行れると、図 2 のように両端末にそのアイコンが表示される。アイコンをもう一方の端末上に移動させると、そのアイコンのファイルが送信される。

本手法ではユーザは連携を行う端末同士を直接重ねる。この設計は、次の長所をもたらす。まず、連携を行う時、ユーザは連携対象となる端末の上にもう一方の端末を重ねさえすれば良いため、ユーザは端末のアドレスや機種名などを指定せずに連携を容易に行うことができる。また、連携中は、連携を行なっている端末同士は常に重なっているため、ユーザはどの端末同士が連携しているかの識別を容易に行うことができる。さらに、端末同士を離すのみにより、ユーザは連携の解除を行うことができる。

3.2 システムの動作

本節では、本手法におけるシステムの動作を、ユーザがタブレットから携帯情報端末へとファイルを移動させる場

合を例として述べる．システムの動作は図3の状態遷移図に基づく．この状態遷移図に基づき，それぞれの状態におけるシステムの動作を述べる．

初期状態

初期状態にあるタブレットのタッチパネルに携帯情報端末が接触されると，タブレットは携帯情報端末から固有IDを，自身のタッチパネルから接触位置を取得する．その後，接触位置を中心として，タブレットのタッチパネル上に携帯情報端末を重ねるための領域を表示する．以降この領域を設置領域と呼ぶことにする．

設置領域を表示後タブレットは待機状態となり，携帯情報端末に待機状態に変化したことが通知される．携帯情報端末はこの通知を受信した時，初期状態から待機状態となる．

待機状態

待機状態のタブレットの画面を図4に示す．タブレットは携帯情報端末の固有ID，大きさ，解像度をそれぞれ保存しており，初期状態においてタブレットが取得した携帯情報端末の大きさに設置領域を表示する．ユーザがこの設置領域に先ほど接触させた携帯情報端末を重ねると，両端末の画面は一体化される．

なお，画面を一体化するためには，端末の相対位置，向き，大きさ，解像度を知る必要がある．本手法では予めユーザに設置領域を表示することにより，重ねた端末の相対位置及び向きを認識する必要を解消した．

携帯情報端末を重ねることによりタブレットの状態は連携状態となり，携帯情報端末に連携状態に変化したことが通知される．携帯情報端末はこの通知を受信した時，待機状態から連携状態となる．両端末が連携状態となると，この両端末間において連携が行れる．

連携状態

連携状態の時に，一方の端末においてユーザがタッチ操作を行うと，もう一方の端末にそのタッチ操作の内容が送信される．

携帯情報端末がタブレットのタッチパネル上から離れると，タブレットの状態は初期状態へと戻る．この時，携帯情報端末に初期状態に変化したことが通知される．携帯情報端末はこの通知を受信した時，連携の解除を行う．

3.3 端末による接触の識別

本手法はタッチパネルに対する接触の内，端末による接触とユーザの指による接触を識別する必要がある．しかし，通常のタッチパネルにおいてはこれらの識別を行うことができない．この識別のため，本手法では端末に加わる加速度を利用する．端末による接触の場合，接触を行った端末には特定の加速度が発生する．本手法ではこの加速度を利用し，端末にタッチイベントが発生し，同時にもう一方の端末に特定の加速度が加わった場合，加速度が加わっ

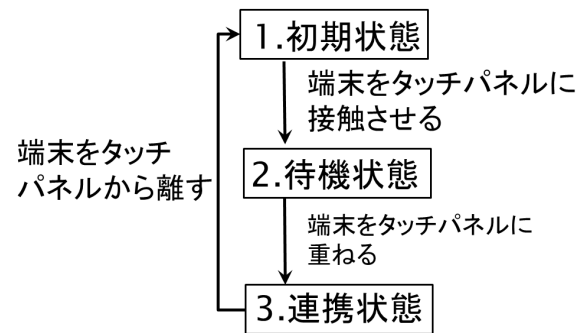


図3 本手法における端末の状態遷移
Fig. 3 State transition of the system.

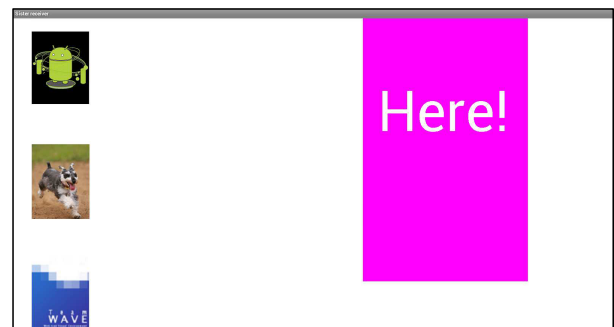


図4 端末を重ねる位置の提示
Fig. 4 Contact area showing the place where the terminal must be placed.

た端末により接触が行れたとみなす．また，端末による接触の操作，重ねる操作，離す操作においては，それぞれ異なる加速度が発生する．このため，加速度を利用することにより，それぞれの操作を識別することができる．

なお，初期状態の端末に対して端末による接触操作が行れた時，その端末の固有IDの記録を行うが，これにより連携を行うべき端末を他の端末と識別することができる．すなわち，連携を開始するために端末を重ねる時には，タッチイベントが発生すると同時に，その端末の固有IDを持つ端末に特定の加速度が加わり，連携が行れる．逆に，記録された端末以外の端末により重ねる操作が行れた時には，この条件が満たされないため，連携が行れない．

4. 実装

本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．ハードウェアに行った工夫と，作成した2つのプロトタイプについて述べる．また，これらのプロトタイプについて考察をする．

4.1 ハードウェア及びソフトウェア

プロトタイプの実装に用いたハードウェア及びソフトウェアについて述べる．使用した端末は，Android 端末である Galaxy SII 及び REGZA Tablet AT830 である．これらの端末は共に静電容量式のタッチパネルを搭載している．画



図 5 アルミニウム箔を貼った端末

Fig. 5 Smartphone with aluminium foil.

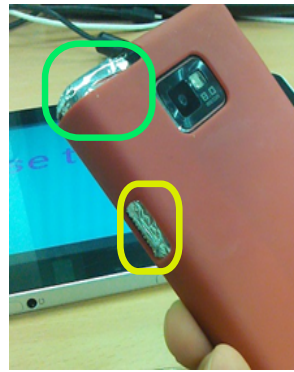


図 6 ケースを付けた後の端末
Fig. 6 Smartphone with the case.

面サイズと画素数はそれぞれ、Galaxy S II は 5.6cm×9.3cm 及び 480×800, REGZA Tablet AT830 は 16.7cm×29.5cm 及び 900×1600 である。プロトタイプの開発言語には Java を用いた。また、端末同士の通信には Bluetooth 通信を用いた。

4.2 端末の接触検出

本手法では、端末同士を接触させる時、連携先の端末にタッチイベントを発生させる必要がある。

本実装において用いた端末は静電容量式タッチパネルであり、また、外周は導電性を持たない。そのため、我々はユーザの指が触れる部分と連携対象となる端末に接触させる部分を、端末とケースの間に挟んだアルミニウム箔で繋ぐことによりタッチイベントを発生させることとした。

図 5 にアルミニウム箔を貼った端末の、ケースを付ける前の状態を示す。また、図 6 にケースを付けた後の状態を示す。ユーザは、接触操作を行う際に端末の側面（図 6 の黄色で囲んである部分）に指を接触させ、端末の右上端（緑色で囲んである部分）でタッチパネルに触れることにより、タッチイベントを発生させることができる。

4.3 プロトタイプ 1

端末同士の連携を行い、画面を一体化させた時の操作感について調査を行うため、本手法による端末同士の連携を行うプロトタイプ 1 を作成した。プロトタイプ 1 を用いてインタラクションを行なっている様子を図 7 に示す。

プロトタイプ 1 では端末を連携対象の端末のタッチパネルに一度触れさせてから重ねる操作により連携を行い、表示されるアイコンを連携を行なっている端末間において移動することができる。また、端末の接触の認識は、タッチイベントのみにより行なっている。初期状態において端末にタッチイベントが発生した時、その位置を中心として、設置領域が表示される。この領域内においてタッチイベントが発生すると、両端末間において連携が開始される。プ

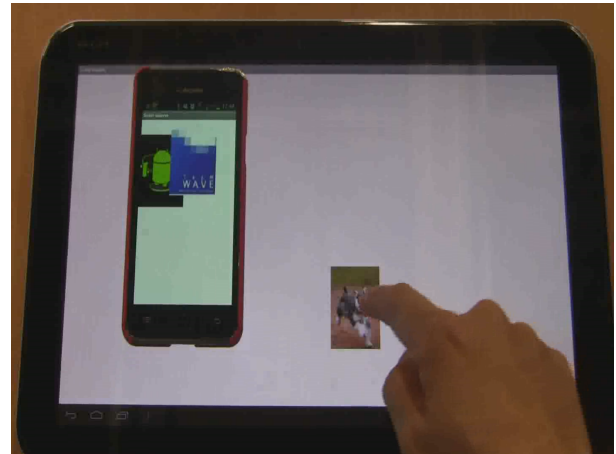


図 7 プロトタイプ 1 を用いたインタラクション
Fig. 7 Interaction using Prototype 1.

ロトタイプ 1 のプログラムは、重ねる端末と重ねられる端末に対してそれぞれ別のものを作成した。連携を行なっている 2 つの端末の内、一方の端末においてタッチイベントが発生すると、もう一方の端末に対してその座標が送信される。この座標は連携を行なっている端末の大きさと解像度に応じて修整される。なお、プロトタイプではアイコンの操作を行うため、Down 及び Move イベントが発生した時に上記のタッチイベントの座標を送信する。一方の端末からタッチ座標を受信すると、その位置に応じて自身のアイコンの表示位置を変更する。これにより両端末においてアイコンの座標の共有ができるため、小端末と大端末の境界付近においてタッチイベントが行われると、もう一方の端末の境界付近にもアイコンの一部が表示される。

プロトタイプ 1 を使用して、画面を一体化させた時に端末間においてアイコンを移動させた所、もう一方の端末に対してアイコンの移動を行うことができた。しかし、ドラッグ操作によるアイコンの移動は、端末を重ねることにより発生した段差の影響により煩わしく感じた。このため、ドラッグ操作だけではなく、フリック操作によりアイコンを滑らせて移動させる方法を実装した。これにより、段差の影響なくアイコンを移動できるようになった。

4.4 プロトタイプ 2

本手法では端末同士を重ねる操作、及び離す動作の認識に、端末に発生する加速度を用いる。このため、端末が重ねられた、または離されたとシステムが判定するための条件を実験的に探るためにプロトタイプ 2 を作成した。プロトタイプ 2 を用いてインタラクションを行なっている様子を図 8 に示す。

携帯情報端末に端末を重ねるような加速度が加わると、重ねる操作を行ったという情報が連携を行なっているタブレットに送信され、タブレットに「連携」の文字が表示される。端末を離すような加速度が加わると、離す操作を

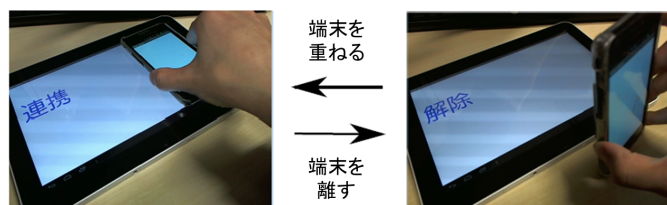


図 8 プロトタイプ 2 によるインタラクション

Fig. 8 Interaction using Prototype 2.

行ったという情報が連携を行なっているタブレットに送信され、タブレットに「解除」の文字が表示される。

まず、端末を重ねる操作を、端末を垂直に立てた状態からタッチパネルを上にして水平にした状態に変化させる操作とした。また、逆に、タッチパネルを上にして水平にした状態から端末を垂直に立てた状態への変化を端末から離す操作とした。我々はこれらの操作を何度か行い、重ねる端末において加速度を測定した。

端末を重ねる時及び離す時の操作として、端末を垂直に立てた状態からタッチパネルを上にして水平にした状態に変化させる操作を端末を重ねる操作とし、逆のタッチパネルを上にして水平にした状態から端末を垂直に立てた状態への変化を端末から離す操作とした。

加速度の測定には Android 端末に搭載されている加速度センサを利用した。この加速度は x , y , z 軸に分けて端末に加わる加速度の認識を行うことができ、端末の傾きを検知することが可能である。タッチパネルを上にして水平にした状態において各値は $x = 0$, $y = 0$, $z = 10$ を示し、タッチパネルを手前に向けて端末を垂直に立てた状態において各値は $x = 0$, $y = 10$, $z = 0$ を示す。このため、 x , y , z の各値が以下の 3 つの条件を満たした時を端末を重ねる操作とした。なお、各値の設定はプロトタイプ 2 を使用して調整を行い決定した。

- $x < 3$ を満たし続ける
- $7 < y$ から $y < 3$ に変化する
- $z < 3$ から $7 < z$ に変化する

端末を離す操作には、重ねる操作の y , z の値の変化を逆にした条件を用いた。

5. 応用例

我々は、本手法の主な用途を、個人の所持する端末間におけるファイルの移動と考えている。しかし、本手法は端末間におけるファイルの移動という、様々な場面において頻繁に行われる操作を対象とする。そのため、様々な場面に対して適用可能であると考え。本節では、本手法の応用例を述べる。

5.1 他人の端末との連携

本手法を個人の所持する端末間における連携だけでなく、自分の所持している端末以外からの情報の取得に利用する。現在、我々が外出先に携帯情報端末へと情報を取得する場合、2次元バーコードの読み取りや、赤外線通信などの方法が用いられる。しかし、前者についてはユーザは端末においてカメラを起動してバーコードの撮影を行う必要があり、後者については通信機器間の角度や位置に対する影響が大きく、使用場面が限られる。そのため、情報を取得する作業は煩雑である。本手法を用いることにより、ユーザは自身の所持している端末を連携対象となる端末に重ねてフリック操作を行うのみで情報を取得することが可能となる。

なお、本手法により連携を行う時、連携対象となる端末は接触を行った端末の識別を行う。このことから、自分の所持している端末外からの情報の取得に本手法を適用する際には、Access Control List (ACL) を導入し、予め、ACL に自身の端末に対して連携を行うことのできる端末の固有 ID を予め登録できるようにすることを考えている。これにより、ACL に含まれていない端末により接触操作が行われた時、その連携の要求を拒否することができるようになる。

ACL を導入することにより、特定の端末のみに情報を提供することが可能となるため、本手法を個人認証機能付きのシステムとして利用することができる。例えば複数人でのグループワークに用いる端末においては、そのグループのメンバーが所持する端末の固有 ID を ACL に登録する。また、公共空間に設置された端末では ACL を空としておき、誰もがアクセス可能とする、といったことが可能となる。

5.2 壁面型タッチパネルに対する連携

本手法は個人が所有するスマートフォンやタブレット同士の連携を想定しているため、連携対象となる端末のタッチパネルを水平に置くことを想定してインタラクションを設計している。しかし、壁面型タッチパネルに対しても、本手法を利用してインタラクションを行うことができると考える。この場合、ユーザは片方の手で端末をタッチパネルに押さえつけるようにして重ねた後に、もう片方の手を利用してファイルの移動を行うことにより、壁面型タッチパネルに対してインタラクションを行う。この連携方法の使用例を図 9 に示す。ユーザは、壁面型ディスプレイに映しだされているスケジュール表に対して自分の携帯情報端末を連携させ、スケジュールの共有を行っている。

6. 今後の課題

今後は、まず重ねる操作により端末同士の連携を行うプロトタイプ 1 と、携帯情報端末に加わる加速度により連携を行うプロトタイプ 2 を組み合わせる。これにより、3.3

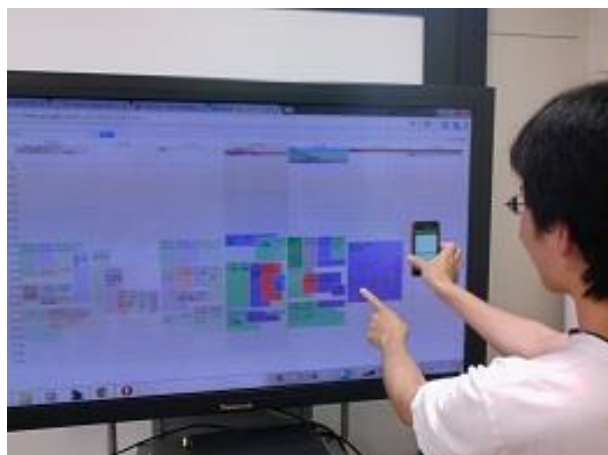


図 9 壁面型タッチパネルに対する連携

Fig. 9 Applying our technique to interaction with a wall-sized touch screen.

節において述べた端末同士の連携と解除の認識を実現する。また、現在のプロトタイプは、Bluetooth を用いて 1 対 1 の端末間の連携を行なっているが、3 台以上の端末を同時に連携することができるように改良する。

さらに、本手法により、ユーザが容易に連携を行うことができることを被験者実験を通じて検証を行う。検証方法としては、端末同士の連携開始からデータの移動が完了するまでの所要時間を計測すること、及び、本手法の使用感を調査することを検討している。

7. まとめ

タッチパネルを搭載した端末同士を連携させるための手法として、端末を重ねることにより連携を行う手法を示した。また、端末を重ねることにより連携を行い、端末間においてアイコンの移動を行うプロトタイプと、加速度を利用して連携を行うプロトタイプを作成した。今後は、6 節において挙げたシステムの改良及び、連携の容易性の検証を行い、本手法の有用性を示す。

参考文献

- [1] 岩崎陽平, 河口信夫, 稲垣康善. 無線機器間の直観的な接続指示手法. 情報処理学会研究報告「マルチメディア通信と分散処理研究会報告」, Vol. 2002, No. 32(DPS-107), pp. 13–18, 2002.
- [2] 矢谷浩司, 岸村俊哉, 田村晃一. モバイルデバイスを用いた「振る」ことによる情報の移動を実現するインタフェース. 情報処理学会シンポジウムインタラクショナル論文集, pp. 229–280, 2004.
- [3] Koji Yatani, Koiti Tamura, Masanori Sugimoto, and Hiromichi Hashizume. Information transfer techniques for mobile devices by "toss" and "swing" actions. In *Proceedings of the Sixth IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (WMSCA 2004)*, pp. 144–151, December 2004.
- [4] Koji Yatani, Koiti Tamura, Keiichi Hiroki, Masanori Sugimoto, and Hiromichi Hashizume. Toss-It: intuitive information transfer techniques for mobile devices. In

- CHI '05 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '05, pp. 1881–1884, New York, NY, USA, 2005. ACM.
- [5] Koji Yatani, Koiti Tamura, Masanori Sugimoto, and Hiromichi Hashizume. In *IEICE Transactions on Systems and Computers*, Vol. E89-D, pp. 150–157.
- [6] Colin Swindells, Kori M. Inkpen, John C. Dill, and Melanie Tory. That one there! Pointing to establish device identity. In *Proceedings of the 15th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '02, pp. 151–160, New York, NY, USA, 2002. ACM.
- [7] Ken Hinckley. Synchronous gestures for multiple persons and computers. In *Proceedings of the 16th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '03, pp. 149–158, New York, NY, USA, 2003. ACM.
- [8] 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, pp. 23–31, New York, NY, USA, 2004. ACM.
- [9] Dennis Schneider, Julian Seifert, and Enrico Rukzio. MoBIES: extending mobile interfaces using external screens. In *Proceedings of the 11th International Conference on Mobile and Ubiquitous Multimedia*, MUM '12, pp. 59:1–59:2, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [10] 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, pp. 77–83, New York, NY, USA, 2009. ACM.
- [11] Seifert Julian, Dobbelsstein David, Schmidt Dominik, Holleis Paul, and Rukzio Enrico. From the private into the public: privacy-respecting mobile interaction techniques for sharing data on surfaces. *Personal and Ubiquitous Computing*, pp. 1–14, 2013.
- [12] Dominik Schmidt, Fadi Chehimi, Enrico Rukzio, and Hans Gellersen. PhoneTouch: a technique for direct phone interaction on surfaces. In *Proceedings of the 23rd annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '10, pp. 13–16, New York, NY, USA, 2010. ACM.
- [13] Dominik Schmidt, Julian Seifert, Enrico Rukzio, and Hans Gellersen. A cross-device interaction style for mobiles and surfaces. In *Proceedings of the Designing Interactive Systems Conference*, DIS '12, pp. 318–327, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [14] Dominikus Baur, Sebastian Boring, and Steven Feiner. Virtual Projection: exploring optical projection as a metaphor for multi-device interaction. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '12, pp. 1693–1702, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [15] Andreas Dippon, Norbert Wiedermann, and Gudrun Klinker. Seamless integration of mobile devices into interactive surface environments. In *Proceedings of the 2012 ACM international conference on Interactive tabletops and surfaces*, ITS '12, pp. 331–334, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- [16] Robert Hardy and Enrico Rukzio. Touch & Interact: touch-based interaction of mobile phones with displays. In *Proceedings of the 10th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services*, MobileHCI '08, pp. 245–254, New York, NY, USA, 2008. ACM.

- [17] Ka-Ping Yee. Peephole Displays: pen interaction on spatially aware handheld computers. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '03, pp. 1–8, New York, NY, USA, 2003. ACM.
- [18] Jun Rekimoto. Pick-and-Drop: a direct manipulation technique for multiple computer environments. In *Proceedings of the 10th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '97, pp. 31–39, New York, NY, USA, 1997. ACM.