

筑波大学大学院博士課程

システム情報工学研究科修士論文

携帯情報端末の連携を行うための
重ねるインタラクション

三田 裕策

修士（工学）

（コンピュータサイエンス専攻）

指導教員 田中 二郎

2014年3月

概要

端末間においてデータ移動を行う際には、その端末同士において連携を行う必要がある。本論文では、タッチパネルを搭載した端末間における連携及びデータ移動の新たな手法を示す。提案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い、データの移動を行う。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。

本論文では提案インタラクション手法、実装方法、比較実験及び提案手法の評価を述べる。また、この評価を踏まえて、提案手法の応用例及び課題を述べる。

目次

第 1 章	序論	1
1.1	携帯情報端末間の通信	1
1.2	通信のための連携手法とその問題	1
1.3	本研究の目的とアプローチ	2
1.4	本論文の構成	2
第 2 章	インタラクション手法	3
2.1	タッチパネル搭載端末同士を重ねる連携手法	3
2.2	提案手法の利点	3
第 3 章	実装	7
3.1	ハードウェア及びソフトウェア	7
3.2	システムの動作	7
3.3	プロトタイプ	8
3.3.1	連携及び解除の条件	11
3.3.2	アイコンの移動	14
第 4 章	端末間の距離の取得	16
4.1	GPS を利用した端末間の距離の取得	16
4.1.1	実装	16
4.1.2	考察	18
4.1.3	結論	18
4.2	RSSI (Received Signal Strength Indicator) を利用した端末間の距離の取得	18
4.2.1	RSSI とは	19
4.2.2	RSSI による距離の取得を行う研究	19
4.2.3	実装	19
4.2.4	実験：端末間の距離毎の RSSI の取得	19
	考察	21
4.2.5	実験：端末毎の RSSI の取得	21
	考察	22
第 5 章	連携及び解除の比較実験	27
5.1	目的	27

5.2	評価手法	27
5.2.1	評価項目	27
5.2.2	操作手法	28
5.3	実験環境	30
5.4	実験方法	31
5.5	実験結果	32
5.6	考察	36
5.7	連携及び解除の比較実験のまとめ	39
第 6 章	ファイル移動の比較実験	40
6.1	目的	40
6.2	評価手法	40
6.2.1	評価項目	40
6.2.2	操作手法	41
6.3	実験環境	46
6.4	実験方法	48
6.5	実験結果	48
6.6	考察	50
6.7	ファイル移動の比較実験のまとめ	53
第 7 章	応用例	54
7.1	他人の端末との連携	54
7.2	壁面型タッチパネルに対する連携	55
第 8 章	関連研究	56
8.1	無線通信を用いた端末同士の連携を行う研究	56
8.2	携帯情報端末の接触を連携手法として用いる研究	56
8.3	携帯情報端末を重ねることによりインタラクションを行う研究	57
8.4	携帯情報端末を操作デバイスとして扱う研究	57
第 9 章	今後の課題	58
9.1	アプリケーションの同一化	58
9.2	タッチ精度の改善	58
9.3	連携の条件	59
9.4	壁面タッチパネルに対する連携	59
第 10 章	結論	61
	謝辞	62
	参考文献	63

付 録 A 付 録	66
A.1 実験に使用した書類	66
A.1.1 誓約書	67
A.1.2 実験手順書	68
A.1.3 アンケート	70
付 録 B 実験結果	82
B.1 連携及び解除の比較実験	82
B.1.1 5-リッカート尺度による評価の結果	82
B.1.2 使用したい手法の順位	84
B.1.3 コメント	85
Shaking	85
Bumping	87
Simultaneous Button Pressing	88
Stitching	89
Touching	90
Piling	91
操作手法の順位付けの理由	92
その他のコメント	92
B.2 ファイル移動の比較実験	93
B.2.1 5-リッカート尺度による評価の結果	93
B.2.2 コメント	94
操作手法 1	94
操作手法 2	95
操作手法 3	96
その他のコメント	97

図 目 次

2.1	ファイル移動の様子	4
2.2	従来の無線通信手法	5
3.1	提案手法における重ねられる端末の状態遷移	9
3.2	待機状態のタブレットの表示画面	9
3.3	プロトタイプを用いたインタラクション	10
3.4	アルミニウム箔を貼った端末	11
3.5	ケースを付けた後の端末	12
3.6	加速度認識アプリケーションによるインタラクション	13
3.7	端末による段差を超える時のドラッグ操作	15
4.1	端末同士が遠い場合のタブレットの画面	17
4.2	端末同士が近い場合のタブレットの画面	17
4.3	実験風景	20
4.4	RSSI の測定結果のグラフ	21
4.5	Galaxy S II (SC-02C) の外観	22
4.6	LifeTouch LT-TLX5W1A の外観	23
4.7	REGZA Tablet AT830 の外観	23
4.8	RSSI の測定結果のグラフ (受信側順)	24
4.9	RSSI の測定結果のグラフ (送信側順)	25
5.1	連携手法 ([RQ09] より転載した画像を含む)	29
5.2	連携及び解除の比較実験の実験環境	30
5.3	端末同士の距離による大端末の表示の違い	32
5.4	Wizard of Oz 法を行うアプリケーションの様子	32
5.5	連携及び解除の比較実験における実験者の様子	33
5.6	評価項目毎の評価の平均値	34
5.7	操作手法毎の評価の平均値	34
5.8	各操作手法の平均順位	35
6.1	操作手法 1 における連携の手順	42
6.2	操作手法 1 におけるファイルの移動の手順	43
6.3	操作手法 1 における連携の解除の手順	44

6.4	操作手法 1 における連携の手順	45
6.5	操作手法 2 におけるファイル移動の手順	46
6.6	操作手法 2 における連携の解除の手順	47
6.7	ファイル移動の比較実験の実験環境	47
6.8	評価項目毎の評価の平均値	49
6.9	連携手法毎の評価の平均値	50
7.1	壁面型タッチパネルに対する連携	55
9.1	新たな提案手法	60

第1章 序論

本章では，本研究の対象とする，携帯情報端末間の連携手法の問題点と，本研究の目的とアプローチを述べる．その後，本論文の構成を述べる．

1.1 携帯情報端末間の通信

スマートフォンやタブレット等の，タッチパネルを搭載した端末が普及し，個人が複数の携帯情報端末を所有するようになってきた．これらの端末において，情報はファイルとしてそれぞれ別々に保存される．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扱いたい端末へコピーする，もしくは移動する必要がある．これらの例として，以下の場面が挙げられる．

- 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，電車の中において点検するためにスマートフォンへ移動する
- 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タブレットへ移動する

端末間におけるファイルの移動の目的及び手段を知るため，筆者が調査を行った．この時使用したアンケートを付録として A.1.3 に示す．本調査では，大学生及び大学院生 8 名に対して，所持している端末から他の端末へファイルを移動するかを質問した．また，ファイルの移動を行う場合，移動元の端末，移動先の端末，送るファイルの種類について質問を行った．なお，質問を行った 8 名全員がスマートフォンを所持しており，この内 3 名はタブレットを所持していた．この調査の結果，8 名中 7 名はスマートフォンから他の端末へファイルを移動する時があると回答した．また，タブレットを所持していた 3 名の内全員がスマートフォンとタブレット間においてファイルの移動を行っているとは回答した．あわせて，送るファイルの種類は写真，動画，文章，音楽等，多岐に渡るものであった．この結果から，ユーザは写真や動画等の様々な種類のファイルを送るために，タッチパネルを搭載した携帯情報端末を用いて他の端末へファイルを移動することが確認できた．

1.2 通信のための連携手法とその問題

他の端末へファイルを移動（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，物理媒体を用いる方法として，ケーブルを用いた有線による連携や USB メモリ等の記憶媒体

を経由する方法が存在する．これらの手法はファイルの移動元の端末と移動先の端末以外に物理媒体が必要となる．これらの物理媒体を用いないファイルの移動方法として，赤外線通信や Bluetooth を用いた 1 対 1 の無線通信による連携，もしくはファイル共有サービスが用いられる．これらの手法は連携のための物理媒体を必要としないため，ファイルの移動元の端末と移動先の端末のみにて連携を行うことができる．しかしながらこれらの手法には，以下の問題がある．

- 連携対象の指定が困難である
- 連携の解除が困難である
- 端末同士の連携の把握が困難である

特に 1 対 1 の端末同士における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，一度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存在する．

1.3 本研究の目的とアプローチ

本研究は，1.2 節において述べた問題を解消することを目的として，個人の所有する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．提案手法では，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，ドラッグ操作により連携を行った端末へファイルの移動を行うことができる．また，重ねられた端末同士を離すことにより連携は解除される．これにより，ユーザは連携及び解除を容易に行うことができ，かつ端末間におけるファイルの移動を直接操作かつシームレスに行うことができる．

1.4 本論文の構成

以降，第 2 章において提案手法によるインタラクションを述べる．第 3 章において提案手法を行うために実装したハードウェア及びソフトウェアについて述べる．第 4 章において本システムのスケーラビリティについて述べる．第 5, 6 章において提案手法の有用性を検証するために行った実験とその結果を述べ，考察を行う．第 7 章において提案手法の応用例を述べる．第 8 章では本研究と関連した研究を挙げ，本研究の位置づけを述べる．第 9 章では提案手法の今後の課題を述べる．最後に，第 10 章において本研究の結論を述べる．

第2章 インタラクション手法

本章では、提案手法による端末の連携及び解除の方法とファイルの移動方法を述べる。その後、提案手法の利点を述べる。

2.1 タッチパネル搭載端末同士を重ねる連携手法

提案手法では、ユーザは端末同士を重ねる操作により連携を開始し、離すことにより連携を解除する。この端末同士を接触させる手法は、連携により通信的に繋がることのメタファとなっている。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、2つの端末の画面の境界が無くなり、画面内のウインドウに対して操作を行うようにファイルの移動を行うことができるため、ファイル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。

提案手法を利用してファイルの移動を行っている様子を図 2.1 に示す。図 2.1 では、ユーザはスマートフォンをタブレットに重ねて連携を行っている。この連携中のタブレットに表示されている画像ファイルのアイコンを、スマートフォンの画面上にドラッグ操作して移動させることにより、タブレットに保存されている画像ファイルをスマートフォンへ移動している。この2つの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われると、図 2.1 のように両端末に跨ってそのアイコンが表示される。アイコンを移動先の端末上に移動させると、そのアイコンのファイルが移動先の端末に送信される。

2.2 提案手法の利点

提案手法の利点は、以下の3つである。

- 連携対象の指定が容易である
- 連携の解除が容易である
- 接続状態が可視化されている

以下にそれぞれの利点について述べる。

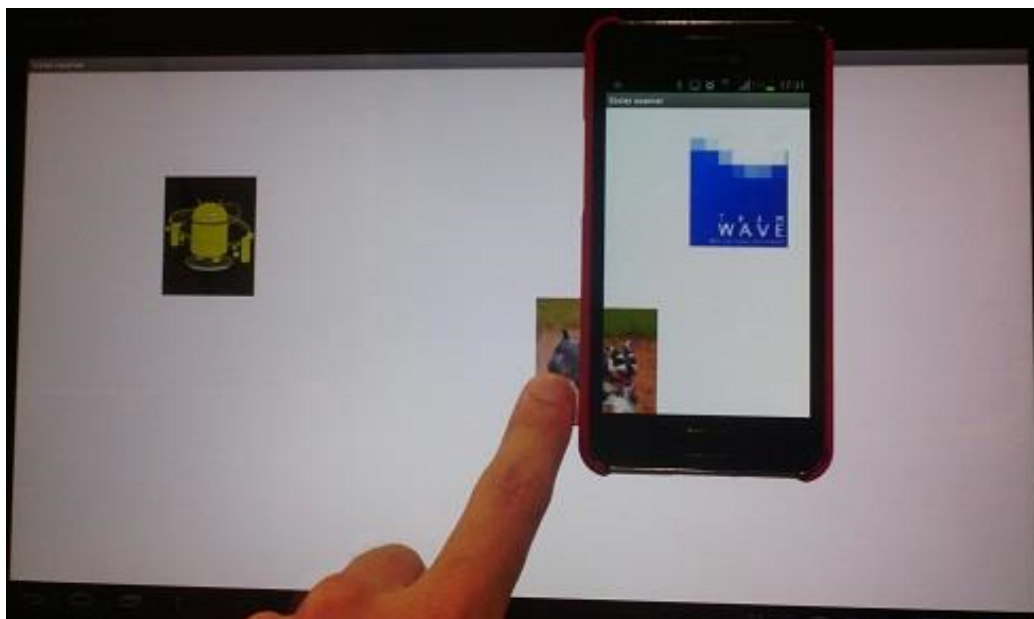


図 2.1: ファイル移動の様子

連携対象の指定が容易

従来の無線通信手法では、ユーザは連携を行う際にまず、連携を行う端末の指定を行う。端末の指定には図 2.2 に示すように連携を行う端末名やアドレスを用いていた、しかし、これらの情報は端末の外見からは判断しにくいいためわかりにくく、指定先を間違える等の誤動作が発生する場合がある。

一方、提案手法は連携を行う端末の上にもう一方の端末を重ねることにより連携を行うため、端末のアドレスや機種名等を指定する必要がある。これにより、容易に連携を行うことができるため、誤動作が発生しにくい。

連携の解除手法

通常、ユーザが端末間のファイル移動を行う場合、端末同士の連携を行う、ファイルの移動を行う、連携の解除を行う、の 3 つの手順を踏む。従来の携帯情報端末の連携を行う研究では、通信の電波が届かなくなる距離まで端末を離すことにより解除を行う手法 [MG09] や、端末に加わる加速度を用いて端末同士を離すことにより連携の解除を行う手法 [Hin03a] が提案された。

一方、提案手法は物理媒体である端末を重ねることにより連携を行い、離すことにより解除を行う連携の解除も考慮した手法を実装した。これにより、連携と解除が即座に可能となる。加えて、重なっている端末同士は多少ずれても離れることは少ないため、不意に連携中の端末が離れる問題を避ける事ができる。



図 2.2: 従来の無線通信手法

接続状態の可視化

端末の連携を行う際、ユーザが指定した端末と連携が行なわれているかを確認するためには、一方の端末を操作して連携の状態を確認する必要がある。このため、指定した端末と連携が行われているか、どの端末が相互に連携中であるかをユーザが即座に確認することは困難である。

一方、提案手法では連携を行う端末同士を重ねることにより連携を開始し、重なっている端末を離すことにより連携の解除を行う。このため、ユーザは端末を目視するのみにより連携の状態を確認することが可能となる。

第3章 実装

提案手法を用いて端末の連携と解除、及び端末間のファイル移動を行うシステムを実装した。本章では実装したソフトウェア及びハードウェアについて述べ、そのシステムの動作について述べる。また、実装したシステムに行った工夫や改良についても述べる。

3.1 ハードウェア及びソフトウェア

本節では、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。ハードウェアは、スマートフォンである Galaxy SII と、タブレット端末である REGZA Tablet AT830 を使用した。これらは共に Android 端末である。画面サイズと画素数はそれぞれ、Galaxy SII は 5.6cm×9.3cm 及び 480×800、REGZA Tablet AT830 は 16.7cm×29.5cm 及び 900×1600 である。ソフトウェアの開発言語には Java を用いた。また、端末同士の通信には Bluetooth 通信を用いた。

3.2 システムの動作

本システムの動作を、ユーザがタブレットからスマートフォンへファイルを移動させる場合について述べる。タブレットのシステムの動作は図 3.1 の状態遷移図に基づく。スマートフォンのシステムの状態は、タブレットの状態に準じて変化する。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順に述べる。

初期状態

初期状態にあるタブレットのタッチパネルにスマートフォンを接触させると、タブレットはスマートフォンから予め設定した固有 ID を、自身のタッチパネルからスマートフォンとの接触した位置を取得する。その後、接触した位置を中心として、タブレットのタッチパネル上にスマートフォンを重ねるための領域を表示する。この領域には、取得した固有 ID に応じて、接触した端末に応じた画像が表示される。端末に応じた画像を表示する理由は、誤動作によりシステムが接触した端末と異なる端末と連携を行おうとした場合、誤動作が発生したフィードバックをユーザに与えるためである。以降この領域を設置領域と呼ぶ。

設置領域を表示後タブレットは待機状態となり、スマートフォンに待機状態に変化したことが通知される。スマートフォン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 3.2 に示す。タブレットはスマートフォンの固有 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スマートフォンの大きさに合わせて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端末を重ねると、スマートフォンの画面にタブレットの設置領域に映る画面が表示され、両端末の画面は一体化される。

なお、2つの端末の画面を一体化するためには端末同士の相対位置と、重ねた端末の向き、大きさ、解像度を知る必要がある。端末同士の相対位置と重ねた端末の向きの認識は困難であるため、提案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。

スマートフォンを重ねることによりタブレットは連携状態となり、スマートフォンに連携状態に変化したことを通知する。スマートフォン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われる。

連携状態

連携状態の時に、一方の端末のタッチパネルに対し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。送信される内容とは、以下の2つである。

- ユーザが選択中のファイル
- ユーザがタッチしている座標

スマートフォン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、スマートフォンに初期状態へと変化したことを通知する。スマートフォンはこの通知を受信した時、連携状態から初期状態となる。両端末が初期状態となると、連携が解除される。

スマートフォンが離された時の認識は、連携状態において設置領域にタッチイベントが発生した時とした。これは、連携中はタブレットの設置領域にスマートフォンが重なっているためタッチイベントが発生しない一方、ユーザがスマートフォンを持ち上げるために把持すると、再び設置領域に対してタッチイベントが発生するためである。

3.3 プロトタイプ

提案手法により端末の連携を行うプロトタイプを実装した。プロトタイプのアプリケーションは、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。提案手法の理想は、同一のアプリケーションにおいて重ねる端末と重ねられる端末の区別を行い連携するものであるが、実装が困難であるため別々のアプリケーションを実装した。プロトタイプを用いてインタラクションを行っている様子を図 3.3 に示す。

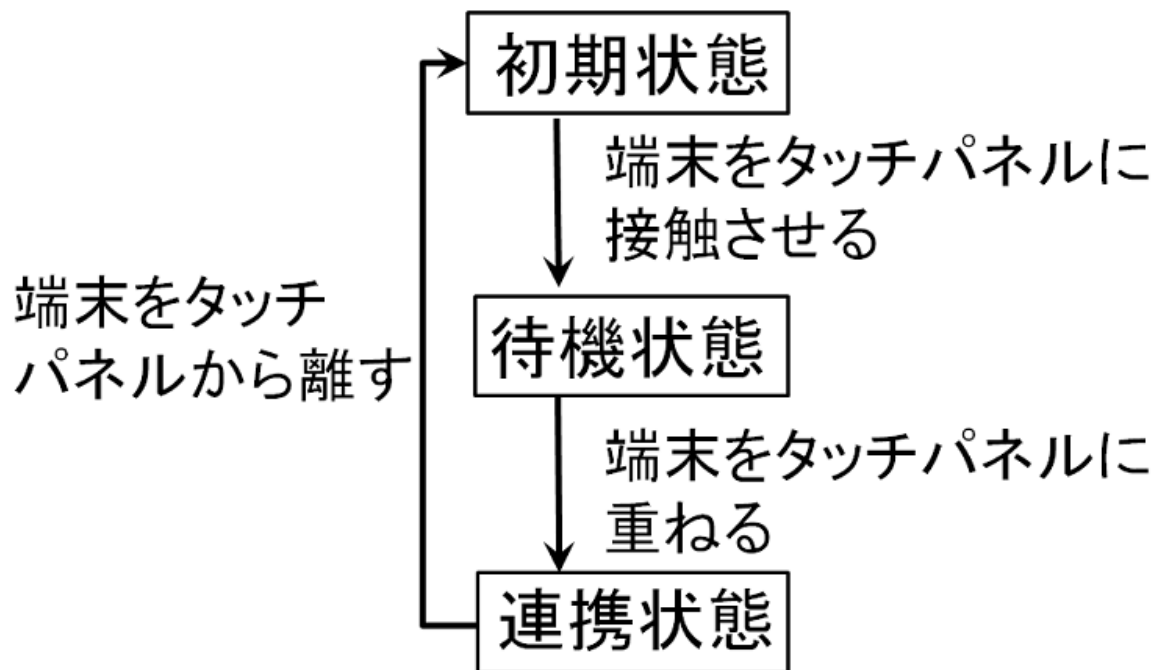


図 3.1: 提案手法における重ねられる端末の状態遷移

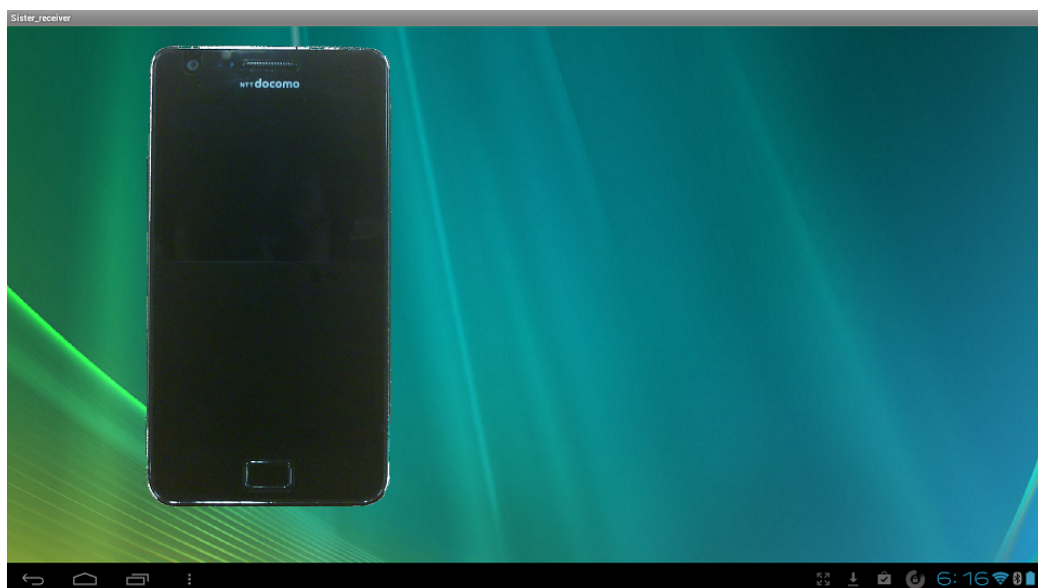


図 3.2: 待機状態のタブレットの表示画面

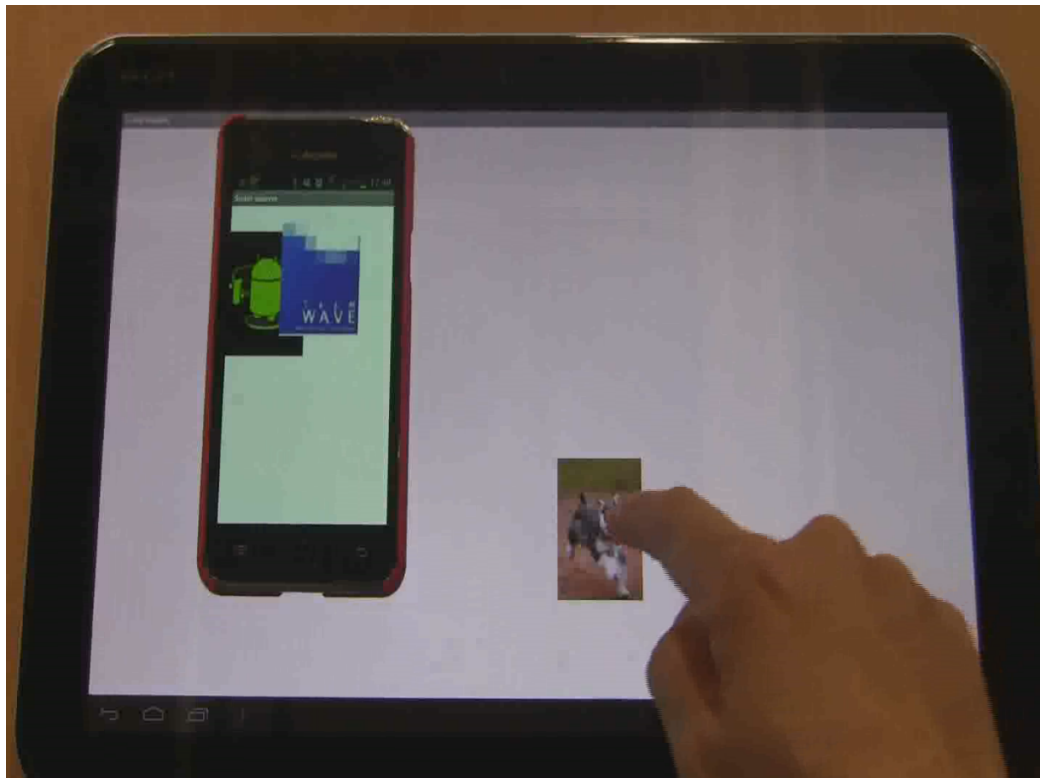


図 3.3: プロトタイプを用いたインタラクション



図 3.4: アルミニウム箔を貼った端末

3.3.1 連携及び解除の条件

提案手法では，端末同士を重ねることにより連携を行い，離すことにより解除を行う．この重ねること及び離すことの検出を一般的な携帯情報端末において実現させるためには，端末同士を接触させる時にタッチイベントを発生させる必要がある．

実装において用いたスマートフォン及びタブレット端末は静電容量式タッチパネルであり，また，スマートフォンの外周は導電性を持たない．このため，このままスマートフォンをタブレットのタッチパネルに対して接触させても，タッチイベントは発生しない．静電容量式タッチパネルに対してタッチイベントを発生させるためには，ユーザの指とタッチパネルを直接または導電性の物質を挟んで繋ぐ必要がある．プロトタイプでは，ユーザの指が触れる部分と連携を行う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 3.4 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 3.5 にケースを付けた後の状態を示す．使用したケースは ELECOM 社の PD-SCS2PVRRD である．ユーザは，接触操作を行う際に端末の側面（図 3.5 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）にて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．

プロトタイプでは，端末を重ねる操作は表示されている設置領域内にタッチイベントが発生した時に，端末が重ねられたと認識するようにした．初期状態において端末にタッチイベ



図 3.5: ケースを付けた後の端末

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

連携の解除の条件は，連携状態において設置領域に再度タッチイベントが発生した時とした．これは，ユーザが連携を解除するために携帯情報端末を把持すると，携帯情報端末に貼り付けられたアルミニウム箔を通じて設置領域にタッチイベントが発生するためである．また連携状態において，設置領域には携帯情報端末が重なっているため，ユーザのタッチによるタッチイベントは発生しないと考えた．

連携及び解除の方法の改良

プロトタイプでは，端末同士を重ねる操作と離す操作の認識に，タブレットのタッチパネルに発生するタッチイベントを利用していた．しかし，この方法ではユーザの指や連携の対象となるスマートフォン以外の端末が接触した場合においても連携が行われてしまう．また，連携中の端末の境界付近においてタッチ操作を行った時，設置領域に対してタッチイベントが発生してしまい，不意に連携が解除されてしまう場合があった．これらの問題を解決するため，連携の開始と解除の方法の改良を行った．

改良案は，操作の認識手法として，タッチイベントだけでなく，スマートフォンに発生する加速度を利用する方法である．スマートフォンを重ねる時と離す時には加速度が加わるため，加速度を用いてこれらの操作の認識を行うことができると考えた．

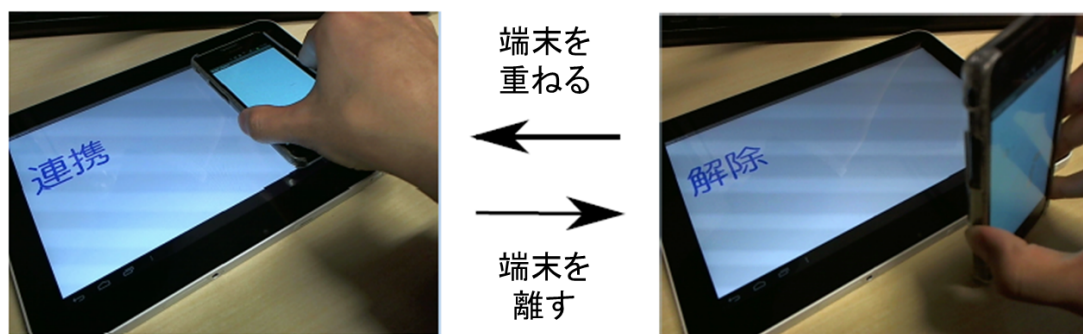


図 3.6: 加速度認識アプリケーションによるインタラクション

これらの操作を認識するための加速度の条件を実験的に探るため、加速度認識アプリケーションを作成した。加速度認識アプリケーションを用いてインタラクションを行っている様子を図 3.6 に示す。

加速度認識アプリケーションは、重ねる際の加速度がスマートフォンに加わると、重ねる操作を行ったとの情報をタブレットに送信し、この情報を受け取ったタブレットは画面に「連携」の文字を表示する。また、離す際の加速度がスマートフォンに加わると、離す操作を行ったとの情報をタブレットに送信し、この情報を受け取ったタブレットは画面に「解除」の文字を表示する。

加速度認識アプリケーションでは、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倒して重ねる操作とした。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る操作を端末から離す操作とした。1 度端末を垂直に立ててから倒す操作とした理由は、単純に端末を重ねる操作を連携の条件とすると、連携の誤認識が発生しやすいためである。これらの操作を筆者が複数回行い、スマートフォンに加わる加速度を測定した。

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。この加速度センサは端末に加わる加速度を x , y , z 軸に分けて認識することができ、端末の傾きを測定することが可能である。タッチパネルを上にして水平に置いた状態において各値は $x = 0$, $y = 0$, $z = 10$ を示し、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の条件とした。なお、各値の設定は筆者が加速度認識アプリケーションを実際に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

端末を離す操作の条件には、重ねる操作の y 及び z の値の変化を逆にした以下の条件を用いた。

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

この加速度認識アプリケーションを筆者以外のユーザに使用してもらい感想を伺った所、端末を重ねる時と離す時において端末を指定された方法により傾ける操作を行うことは煩わしいとの意見を頂いた。そのため、連携の解除の方法をより簡潔な方法とするため、端末をタッチパネルから離す操作の条件の中から端末を垂直に立てる操作を除き、接触している端末を離すのみの操作により連携を解除する方法に変更した。

端末をタッチパネルを上にして水平に置いた状態から持ち上げると、 z 軸の正方向に加速度が加わる。このため、端末を離す時の条件を $13 < z$ を満たした時とした。なお、 x 及び y 軸の加速度は、連携状態において、ユーザが端末に触れた時に変化する可能性があるため使用していない。加速度の絶対値として 10 を超える値が出現するのは端末に対して力が加わった時のみであり、端末のタッチパネルが上を向いた状況において上向きに力が加わると、 z 軸の値が 10 より大きい値となる。なお、この条件も加速度認識アプリケーションと同じく、実際に筆者が使用して調整を行い決定した値である。

この変更によりユーザの不意の操作により端末の解除が行われる懸念があったが、連携中の端末に加速度が発生する力が加わることは無く、ユーザが端末に触れて端末に力が加わったとしても、水平方向である x , y 軸方向に加速度が発生するのみで、 z 軸方向に加速度が発生することは無い。このため、連携を解除する条件を $13 < z$ を満たした時とした。なお、初期状態では端末はユーザが把持しており、端末に加わる加速度を予測することはできない。そのため、条件を簡潔なものとすると不意の操作により条件が満たされてしまう問題が存在する。この問題のため、連携を開始する時の条件は簡易にすることが不可能であった。

3.3.2 アイコンの移動

プロトタイプでは、連携を行っている 2 つの端末の内、一方の端末においてアイコンの移動を行うと、もう一方の端末へその座標が送信される。この座標は連携を行っている端末の

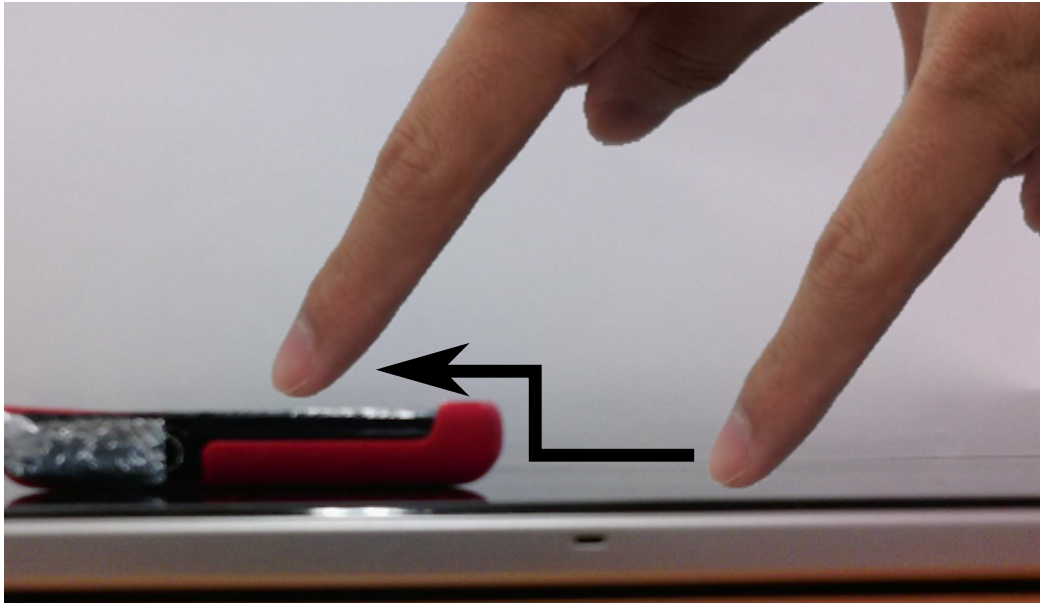


図 3.7: 端末による段差を超える時のドラッグ操作

大きさと解像度に応じて調整される。なお、プロトタイプではタッチ操作によりアイコンの移動を行うため、アイコンの選択中に **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、その位置に応じて画面に映るアイコンの表示位置が変更される。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、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。

このプロトタイプを使用して、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。なぜなら、段差を超えるドラッグ操作を行うためには操作中に指を浮かせなければならず、端末間のスムーズな指の移動の妨げとなるためである。この時の操作を図 3.7 に示す。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、段差の影響無くアイコンを移動できるようにした。この方法は、アイコンごとにタイマーと速度の変数を加え、以下の条件を満たす時にアイコンに毎フレーム 50 ピクセルの速度を与えることにより実装した。なお、この速度は 1 フレーム経過する毎に 0.9 倍となる。各値の設定は筆者が使用して調整を行い、以下の通りとした。

- アイコンを **Touch Down** してから **Touch Up** するまでの時間が 500ms 未満である
- アイコンの移動距離が 60 ピクセル以上である

第4章 端末間の距離の取得

提案手法は Bluetooth の通信可能である範囲（約 10m）に存在する端末全てに対して連携を行う。この範囲内に複数の端末が存在し、本システムを同時に使用した場合、コンフリクトが発生し、ユーザの意図しない端末に対して連携が行われる可能性がある。このコンフリクトを防ぐため、端末が連携を行う時お互いの端末同士の距離を取得する。端末同士の距離を取得することにより、接触している端末を認識することができる。本章ではこの提案手法の連携の及ぶ範囲の設定方法について、利用した方法毎にその実装と使用感を述べる。

4.1 GPS を利用した端末間の距離の取得

端末同士の距離を取得するために、携帯情報端末に搭載されている GPS の使用を試みた。GPS により端末の緯度と経度のデータ（以降、位置情報と述べる）を取得し、その位置情報の差が閾値以下の時に連携を行う。なお、緯度及び経度の閾値は 1×10^{-4} 度¹とした。この閾値の設定の理由を後の 4.1.2 節において述べる。

4.1.1 実装

GPS から端末の位置情報を取得し、連携を行う端末との位置情報の差により反応を変えるアプリケーションを実装した。

本アプリケーションは `android.location.LocationListener` から端末の緯度及び経度を取得し、Bluetooth 通信により連携を行う端末に位置情報を送信する。位置情報の送信のタイミングは、初期状態において端末がタッチパネルに接触した時とした。位置情報を受信した端末は、受信した位置情報と自身の位置情報の比較を行い、位置情報を送信した端末との距離が閾値以下であれば待機状態へと移行する。

図 4.1 及び図 4.2 に、端末同士の距離の差による端末の反応の違いを示す。この図はスマートフォンをタブレットに接触させた時のタブレットの画面である。端末同士の距離が遠い場合（緯度及び経度の差が 1×10^{-4} 度以上の場合）、システムはユーザに再度端末の接触を促す。一方、端末同士の距離が近い場合（緯度及び経度の差が 1×10^{-4} 度以内の場合）は、システムは待機状態へと移行し、接触した端末の画像をユーザに提示する。

¹約 100m

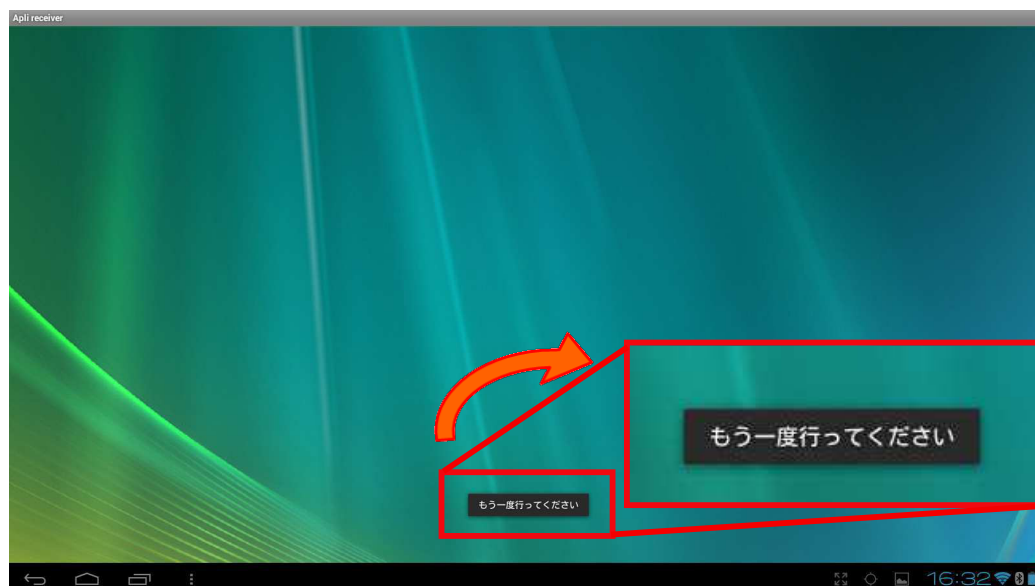


図 4.1: 端末同士が遠い場合のタブレットの画面

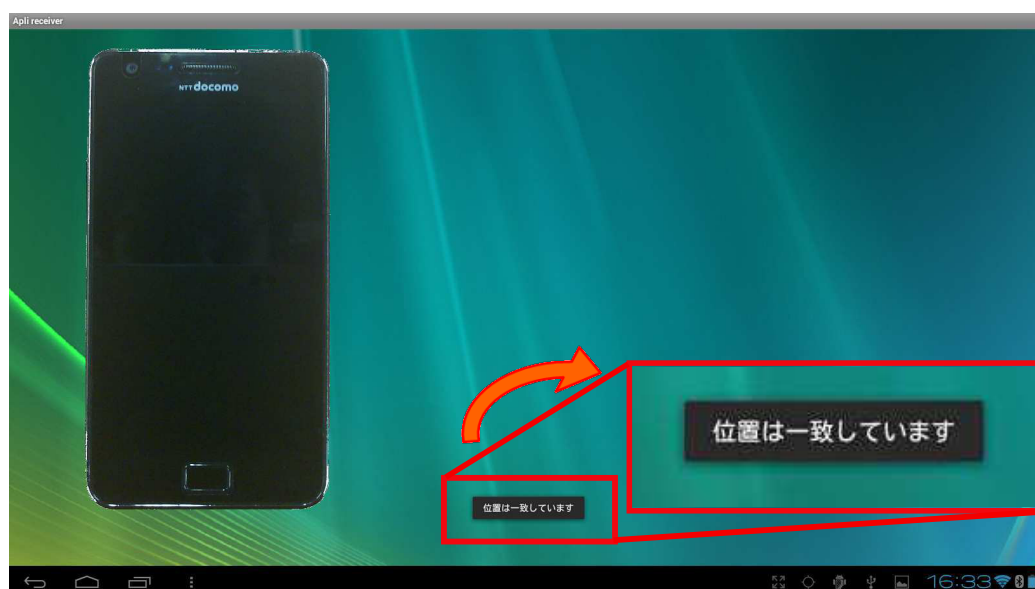


図 4.2: 端末同士が近い場合のタブレットの画面

4.1.2 考察

実装した GPS による端末同士の距離の取得手法の効果について述べる。

位置情報の習得による制限

提案手法では GPS を使用しているため、室内で使用した場合に位置情報を取得することが困難であった。その場合はユーザが屋外に出て使用すると、システムは端末の位置情報を取得することができた。

GPS の精度

実装において使用した端末である GALAXY SII に搭載されている GPS において、端末の位置を固定している場合においても取得した位置情報が定まらない問題が生じた。具体的には、緯度と経度共に 5×10^{-5} 度程の数値の差が生じた。このため、本システムでは前述したように、その差が 1×10^{-4} 度以内の時に同じ位置に存在する端末であるとしている。これは、同じ位置に存在する 2 つの端末の位置情報にお互いに逆方向の誤差が生じた場合においても、2 つの端末が同じ位置にあると認識できる最小の閾値である。

4.1.3 結論

GPS を使用した端末同士の距離の取得を行う手法は屋外のみでしか使用できないため、提案手法の使用用途を限定してしまう。また、GPS の精度の問題により、端末の位置情報に 50 メートル程度の誤差が生じる。Bluetooth 通信の限界距離は数メートル～数十メートルであるため、この精度では目的である端末同士が接触しているか否かの識別は困難である。

これらの結果から、携帯情報端末に内蔵された GPS を用いた手法では精度が悪く、端末同士の距離を取得することは困難であるとの結論を得た。このため、GPS を用いる以外の別の手法を試みた。

4.2 RSSI (Received Signal Strength Indicator) を利用した端末間の距離の取得

提案手法では端末同士の通信方法として Bluetooth 通信を使用しているため、端末同士の距離を取得する手法として、Bluetooth 通信の電波強度を使用して端末同士の距離を取得することを試みた。

4.2.1 RSSI とは

RSSI とは、主に無線 LAN や Bluetooth などの無線通信における、受信した電波の強度を示す指標である。送信機器からの送出電力ではなく、受信機器における受信した電波の強度を示す。そのため送信機器と受信機器の距離が遠くなれば、RSSI の値は小さくなる。この RSSI を端末間の距離の取得に使用することとした。

4.2.2 RSSI による距離の取得を行う研究

RSSI により送信機器と受信機器の間の距離の取得が可能であるか確認を行うため、まず、RSSI により機器同士の距離を取得している研究の調査を行った。

佐藤らの研究 [佐藤 11] 及び進藤の研究 [進藤 09] では、RSSI による端末間の距離の取得を行っていた。また、彼らの研究では、測定により送信機器と受信機器の距離と RSSI の相関が示されていた。

彼らの研究では、RSSI と距離は反比例の逆相関を示していた。特に近い距離において値は大きく変化するため、端末同士が接触しているか否かを識別する本システムにおいても RSSI を用いた手法は有用であると考えた。

4.2.3 実装

実装は、Android 端末に搭載されている Bluetooth 通信機能を用いる。周辺の Bluetooth 端末の発見時に BluetoothDevice.EXTRA_RSSI を用いることにより、RSSI の値の取得を行う。RSSI の値は端末毎に取得可能であるため、連携の対象となる端末の RSSI を他の機器と識別して取得することができる。受信機器は、送信機器と連携を開始する際に、送信機器から出力されている電波の RSSI を取得する。この RSSI の値が閾値以上であった場合、送信機器と接触しているとみなし、連携を開始する。閾値未満であった場合、連携を試みている機器は接触した機器ではないため、連携を行わない。

4.2.4 実験：端末間の距離毎の RSSI の取得

RSSI による端末同士の距離の認識を検証するため、また本システムにおける RSSI の閾値を決定するため、実験を行った。本実験では複数の距離においてそれぞれ複数回 RSSI の値を計測し、距離と RSSI の値の関係を調べる。本システムでは端末同士が接触しているか否かの認識を目的とするため、近距離である 0m（接触）、0.5m、1m、3m、6m の 5 種類の距離において測定を行った。また、それぞれの距離において 10 回の測定を行った。使用した端末はプロトタイプの作成に用いた端末であり、LifeTouch LT-TLX5W1A を送信機器、Galaxy S II (SC-02C) を受信機機として使用した。実験風景を図 4.3 に示す。

また、それぞれの距離における RSSI の値とその平均及び標準偏差を表にしたもの表 4.1 に示し、平均及び標準偏差をグラフにしたものを図 4.4 に示す。



図 4.3: 実験風景

表 4.1: RSSI の測定結果の表

距離 (m)	0	0.5	1	3	6
RSSI	-56	-60	-62	-73	-74
	-52	-63	-71	-67	-74
	-49	-58	-63	-74	-73
	-46	-60	-69	-77	-75
	-47	-62	-63	-74	-73
	-44	-58	-67	-68	-81
	-43	-59	-67	-73	-73
	-53	-64	-66	-69	-77
	-55	-58	-67	-64	-78
	-53	-59	-64	-67	-80
平均	-49.8	-60.1	-65.9	-70.6	-75.8
標準偏差	4.6380072	2.1832697	2.8848262	4.1419266	3.0110906

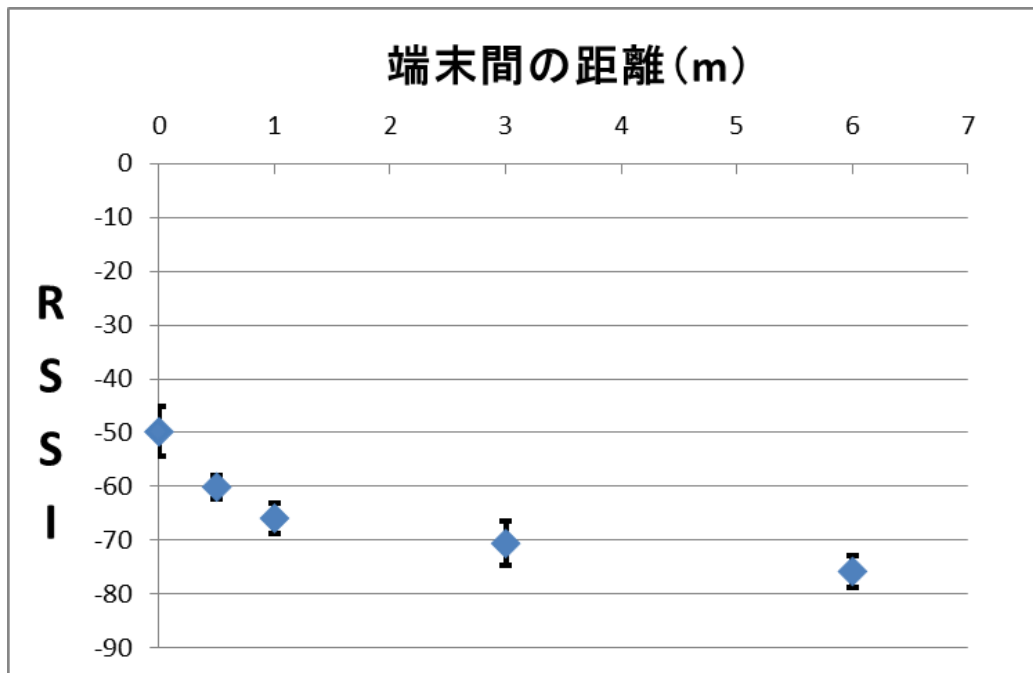


図 4.4: RSSI の測定結果のグラフ

考察

図 4.4 に示すように、端末間の距離に応じて RSSI の変化を測定することができた。この実験結果から、閾値を -57 として、端末同士が接触しているか否かの識別を行う。取得した RSSI の値が -57 以上の場合、端末同士が接触しているとみなす。この閾値とした理由は、実験結果において、端末同士の距離が 0m の場合の RSSI の最小値が -56 であり、端末同士の距離が 0.5m の場合の RSSI の最大値が -58 であったためである。これにより、追加のデバイスやセンサを用いることなく、端末間の距離の取得を行うことができる。

4.2.5 実験：端末毎の RSSI の取得

4.2.4 節において RSSI の閾値を決定したが、送信機器及び受信機器の端末の違いにより、RSSI の値が変化すると疑問が生じた。

そこで、端末の違いにより RSSI の値に差が生じるかを検証するため、実験を行った。

本実験では複数の端末の組み合わせにおいてそれぞれ複数回 RSSI の値を計測し、端末の組み合わせ方と RSSI の値の関係を調べる。本実験における端末間の距離は 0m（接触）とした。これは、本システムでは RSSI の取得を行う時に端末同士は接触しているためである。加えて、接触状態は RSSI の値が最も大きくなるため計測が容易であり、また値の差分が出やすくなるためである。実験場所は ?? 節の実験と同じ室内である。使用した端末は筆者が使用し

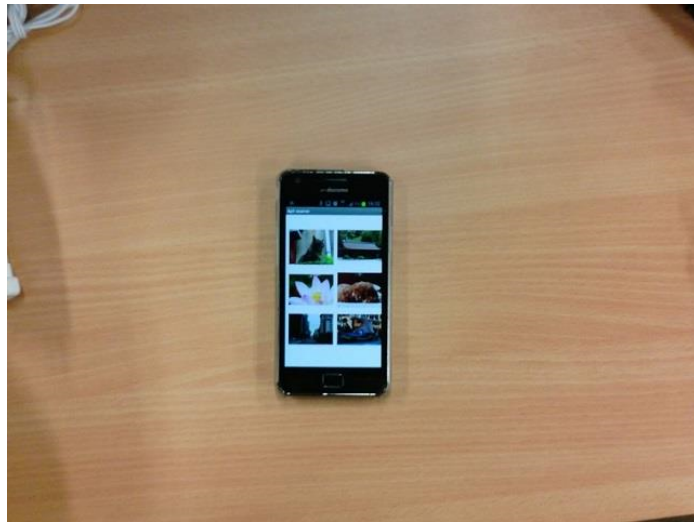


図 4.5: Galaxy S II (SC-02C) の外観

ている端末である以下の 3 つであり，以降それぞれの端末を端末 A，端末 B，端末 C と呼ぶ．それぞれの端末の外観を図 4.5，4.6，4.7 に示す．

端末 A Galaxy S II (SC-02C) (図 4.5)

端末 B LifeTouch LT-TLX5W1A (図 4.6)

端末 C REGZA Tablet AT830 (図 4.7)

これらの端末の送信側及び受信側を入れ替えて RSSI の値の取得を行った．送信側と受信側の組み合わせは全ての組み合わせである ${}_3P_2 = 6$ 通りである．それぞれの端末の組み合わせにおいて 10 回の測定を行った．

端末の各組み合わせにおける平均の RSSI の表を表 4.2，4.3 に示し，グラフを図 4.8，4.9 に示す．

図 4.2，4.8 は受信側の端末の種類順 (A, B, C) に並べた表とグラフであり，図 4.3，4.9 は送信側の端末の種類順 (A, B, C) に並べた表とグラフである．

考察

図 4.8 及び図 4.9 のグラフに示すように，端末の組み合わせ毎に取得できる RSSI の値に差が生じた．また，この値の差に送信機器や受信機器による関係性を見出すことはできなかった．

RSSI は端末ごとに値に差が生じるため，提案手法に利用するためには，連携させる端末同士における RSSI の閾値を予め設定しておく必要がある．実験の結果から RSSI の値の標準偏差が小さいことが確認できたため，特定の端末同士における RSSI の閾値を予め設定しておく



図 4.6: LifeTouch LT-TLX5W1A の外観



図 4.7: REGZA Tablet AT830 の外観

表 4.2: RSSI の測定結果の表（受信側順）

受信機器	A		B		C	
送信機器	B	C	A	B	A	C
RSSI	-32	-56	-46	-47	-46	-53
	-29	-52	-45	-46	-48	-54
	-29	-49	-44	-47	-44	-67
	-29	-46	-47	-45	-45	-59
	-28	-47	-47	-44	-45	-55
	-28	-44	-44	-45	-48	-54
	-28	-43	-42	-67	-46	-49
	-32	-53	-44	-49	-47	-48
	-32	-55	-46	-44	-42	-49
	-34	-53	-47	-44	-43	-61
平均	-30.1	-49.8	-45.2	-47.8	-45.4	-54.9
標準偏差	2.1832697	4.6380072	1.6865481	6.9410214	2.0110804	5.9898062

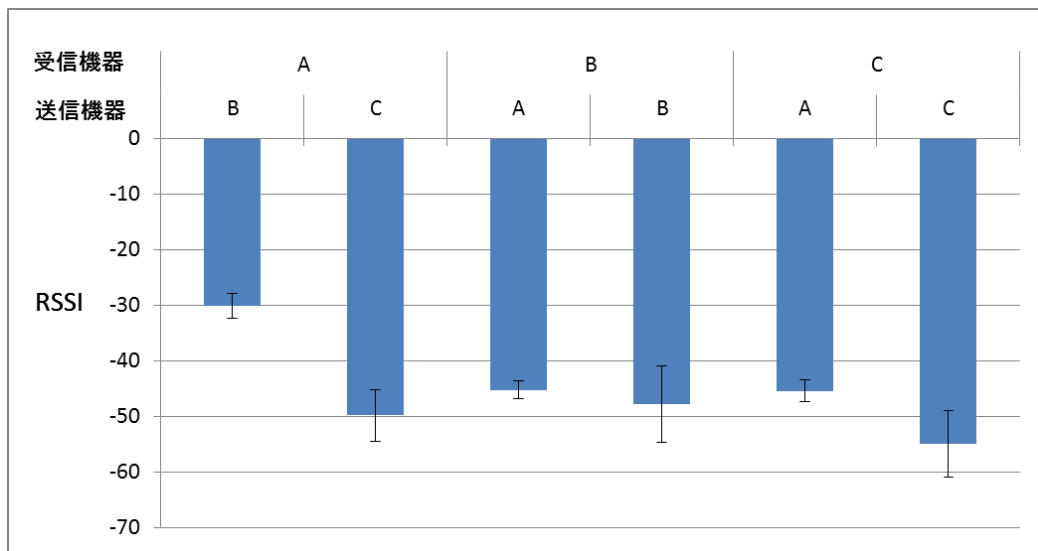


図 4.8: RSSI の測定結果のグラフ（受信側順）

表 4.3: RSSI の測定結果の表（送信側順）

送信機器	A		B		C	
受信機器	B	C	A	B	A	C
RSSI	-46	-46	-32	-53	-56	-47
	-45	-48	-29	-54	-52	-46
	-44	-44	-29	-67	-49	-47
	-47	-45	-29	-59	-46	-45
	-47	-45	-28	-55	-47	-44
	-44	-48	-28	-54	-44	-45
	-42	-46	-28	-49	-43	-67
	-44	-47	-32	-48	-53	-49
	-46	-42	-32	-49	-55	-44
	-47	-43	-34	-61	-53	-44
平均	-45.2	-45.4	-30.1	-54.9	-49.8	-47.8
標準偏差	1.6865481	2.0110804	2.1832697	5.9898062	4.6380072	6.9410214

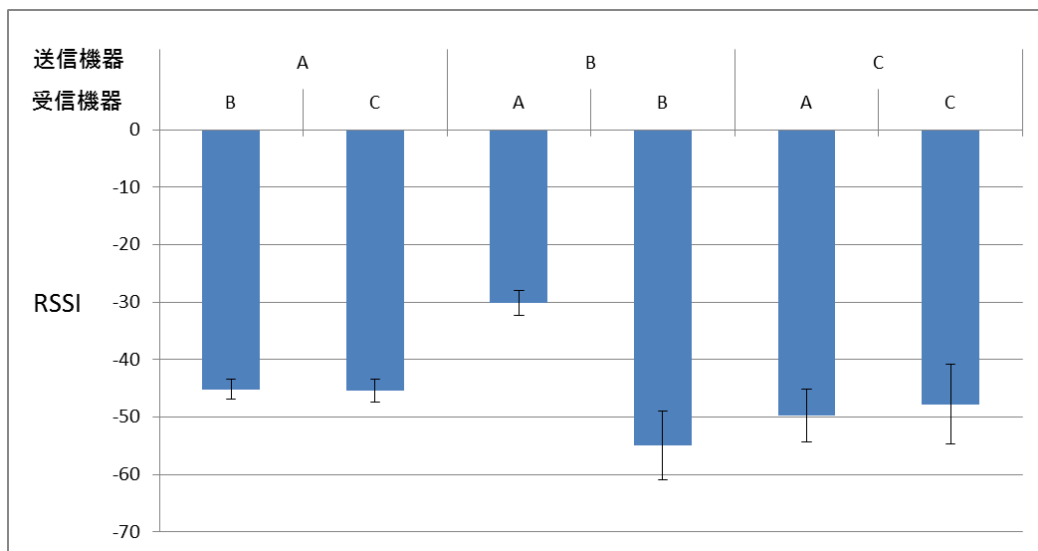


図 4.9: RSSI の測定結果のグラフ（送信側順）

ことにより，誤認識の少ない認識方法を行うことができる．提案手法では予め連携を行う端末の情報を登録しておくため，この情報に RSSI の値を加えることにより RSSI の利用を可能にする．

第5章 連携及び解除の比較実験

本章では、提案手法による連携及び解除の手法の有用性を調査するために行った実験について述べる。本実験は提案手法を含む6つの操作手法を用いて、被験者に携帯情報端末の連携及び解除を行って貰う。実験者は筆者1名である。被験者は全員タッチディスプレイを搭載した端末を利用したことがあり、提案手法を使用した経験の無い20歳から24歳の大学生及び大学院生8名であった。被験者の内、男性が7名女性が1名であり、右利きが7名左利きが1名であった。1名あたりの実験時間はアンケートの回答を含めて40分程度であった。

本実験において用いた実験手順書、実験アンケート、誓約書を付録A.1に添付する。

5.1 目的

複数の既存の携帯情報端末の連携手法を被験者に体験してもらい、これらの手法と比較した提案手法の特徴を知る。この実験の結果から提案手法における連携及び解除の方法の長所及び短所を発見することが本実験の目的である。

さらに、携帯情報端末の連携だけでなく、従来の研究では評価されることが少なかった連携の解除まで被験者に行って貰った上でその手法の評価を行う。ユーザが実際に携帯情報端末を連携させる際には端末を連携させ、そして解除させる操作まで行うため、本実験では実際の利用環境に即した評価方法として、連携から解除までの一連の流れを行う。

5.2 評価手法

Umarらの実験[RQ09]に用いられた携帯情報端末の連携手法である5種類の操作手法に本研究の提案手法を加えて実験を行う。評価にはUmarらが纏めた6つの評価項目に対する5-リッカート尺度を用いる。なお、Umarらは携帯情報端末の連携のみの評価を行っていたが、提案手法は連携に加えて解除まで行った場合の評価を行う。被験者には全ての操作手法を行った後に、評価に加えて被験者自身が使用したい順に順番を付けて貰う。また被験者に、各手法についてコメントがあれば記入してもらう。

5.2.1 評価項目

評価項目は以下の6つである。

使いやすさ この連携手法は使いやすかった

即時性 連携及び解除に時間はかからなかった

見た目 提案手法は魅力的であった

オリジナリティ 提案手法は独創的であった

確実性 連携・解除の動作を行った時、誤動作は発生しにくい

セキュリティ 連携を行った端末間において重要なデータを送信することに抵抗は無い

これらの各項目について、各操作手法を5-リッカート尺度により評価してもらう。また、その尺度を選択した理由や意見があればコメントとして書いて貰う。

5.2.2 操作手法

連携手法

本実験において用いる携帯情報端末の連携手法は以下に示す6通りである。これらの手法は Umar らの実験に用いられた手法に本提案手法を加えたものである。表現を統一するため、提案手法の名称を **Piling** として被験者に説明を行った。以降、**Piling** は提案手法による連携と解除の手法を表す。また、6通りの連携手法を図 5.1 に示す。

Shaking 端末を合わせて振り同様の加速度を与える

Bumping 端末同士を接触させる

Simultaneous Button Pressing 同じ位置にあるボタンを同時に押し、離す

Stitching 端末を並べ、接する辺を横切るようにスワイプ操作を行う

Touching 端末を持った手（人体）を媒体にして接触させる

Piling 端末同士を重ねる

解除手法

また、それぞれの手法において、連携の解除手法は以下とする。

Shaking 一定距離（10m）だけ端末同士を離す

Bumping 端末同士が接触している辺から切り離す

Simultaneous Button Pressing 片方の端末のメニューから「disconnect」を選択する



▪Shaking



▪Bumping



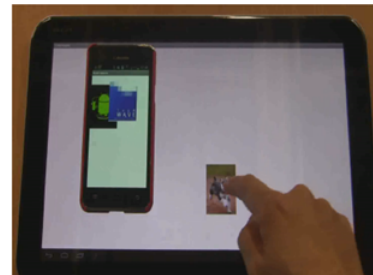
▪Simultaneous
Button Pressing



▪Stitching



▪Touching



▪Piling

図 5.1: 連携手法 ([RQ09] より転載した画像を含む)



図 5.2: 連携及び解除の比較実験の実験環境

Stitching 片方の端末のメニューから「disconnect」を選択する

Touching 両方の端末の解除ボタンの同じタイミングで押す

Piling 接触している端末同士を離す

これらの解除手法は，先行研究 [MG09, Hin03a, Rek04, HRG⁺04a, PKS⁺06] における解除手法を参考に，新たに設定した．Simultaneous Button Pressing については連携の解除手法が記述されていなかったため，片方の端末のメニューから「disconnect」を選択する方法を解除手法とした．この理由は，両方の端末の解除ボタンを押す操作よりも手軽に行うことができ，一定距離だけ端末を離す手法はユーザが即座に解除を行うことができないためである．

5.3 実験環境

本実験に用いた端末は REGZA Tablet AT830（以降，大端末）及び Galaxy S II（以降，小端末）である．

被験者には椅子に座ってもらい，机の上に置いた大端末と小端末を操作してもらう．なお，Shaking において連携の解除を行うときのみ，小端末を持って立ち上がり，机上の端末から 10m 離れるまで歩いて貰った．実際に実験を行っている様子を図 5.2 に示す．

表 5.1: 連携と解除の方法

手法	連携手法	解除手法
Shaking	端末を合わせて振る	端末を 10m 以上離す
Bumping	端末の辺同士を接触させる	端末同士を離す
Simultaneous Button Pressing	ボタンを同時に押し、離す	メニューから「disconnection」を選択
Stitching	横に並べた端末を横切るようにスワイプ操作を行う	メニューから「disconnection」を選択
Touching	端末を片手ずつで持ち、持った手を接触させる	「disconnection」ボタンを同じタイミングで押し、離す
Piling	端末同士を重ねる	端末同士を離す

5.4 実験方法

被験者にはまず、実験手順書に沿って実験の説明を行った。次に、操作手法について、それぞれの操作手法における連携と解除の方法の表と図 5.1 を見せて説明を行い、実験者が手本として各操作手法につき 1 度ずつ連携と解除を行って見せた。この時被験者に見せた表を表 5.1 に示す。

実験者が手本を見せた後、被験者に携帯情報端末の連携と解除を行って貰った。本実験において、被験者が行う手順を以下に示す。

1. 被験者の目の前に大端末と小端末の 2 つの端末が置かれる。
この 2 つの端末には図 5.3 (1) に示すように別々の画像が表示されている。
2. 被験者はこの 2 つの端末を実験者が指定した手法により連携させる。
2 つの端末が連携されると、図 5.3 (2) に示すようにスマートフォンの画像がタブレットに表示されている画像と同一のものとなる。
3. 端末を連携した後、実験者が指定した手法により連携の解除を行う。
連携が解除されると、図 5.3 (1) に示したように再び別々の画像が表示される。
4. 手順 1～3 を一つの操作手法につき、3 回繰り返す。
5. この 3 回の繰り返しをそれぞれ 6 通りの操作手法において行う。
つまり、被験者 1 名あたり計 18 回の連携と解除を行う。操作手法の順序は、5.2.2 節において述べた順に行った。
6. 全ての操作手法において 3 回ずつの連携と解除が終了した後、アンケートを記入する。

実験には、操作手法以外の環境を統一するため、Wizard of Oz 法 [DJA93] を用いた。Wizard of Oz 法とは、実験者がシステムの代わりにその処理を行うことにより、あたかもそのシステムが存在しているように見せかける手法である。実験者は被験者が連携を行う様子を観察し、



図 5.3: 端末同士の距離による大端末の表示の違い

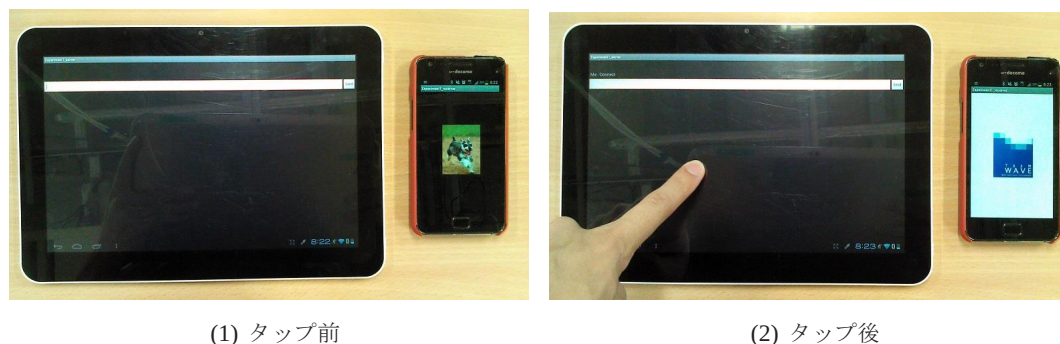


図 5.4: Wizard of Oz 法を行うアプリケーションの様子

被験者が連携を行ったタイミングにおいて被験者に見えない所から遠隔操作を行い、小端末の画面を大端末と同一の画面に変化させる。また、被験者が解除を行ったタイミングにおいて同様に遠隔操作を行い、小端末の画面を大端末と別々のものに変化させる。この遠隔操作を行う端末として、LifeTouch LT-TLX5W1A を使用した。

Wizard of Oz 法を実現するため、端末の画面上をタップすると指定された端末に表示される画像が切り替わり、もう一度タップすると指定された端末の表示が元に戻るアプリケーションを作成した。通信方法は Bluetooth 通信を使用した。アプリケーションの様子を図 5.4 に示す。

また、実験中の実験者の様子を図 5.5 に示す。図 5.5 内の右側の人物が実験者である。実験者は長机を挟んで被験者の対面に座り、遠隔操作を行う端末を被験者の死角である実験者の膝の上に乗せて操作した。

5.5 実験結果

5-リッカート尺度による評価の結果のリストを付録 B.1.1 に添付する。

各操作手法における各評価の平均値と、全ての評価項目の平均値を表 5.2 に示す。また、この平均値を纏めたグラフを図 5.6, 5.7 に示す。図 5.6 のグラフは評価項目毎に纏めたグラフであり、図 5.7 のグラフは操作手法毎に纏めたグラフである。図 5.7 の黒い円は各手法におけ



図 5.5: 連携及び解除の比較実験における実験者の様子

る全ての評価項目の平均値である．提案手法は全ての評価項目において **Shaking**, **Touching**, **Simultaneous Button Pressing** の評価を上回っていた．また，全ての評価項目の平均は提案手法が最も高かった．

被験者自身が使用したい順に付けた順位の表を付録 B.1.2 に添付する．また，この順位の平均を表 5.3 に示し，グラフに纏めたものを図 5.8 に示す．全ての操作手法の内，提案手法と **Stitching** が被験者に最も好まれた操作手法であった．

また，各操作手法における各評価のコメントと，順位付けの理由を付録 B.1.3 に添付する．

表 5.2: 各操作手法の評価の平均値

手法	使いやすさ	即時性	見た目	オリジナリティ	確実性	セキュリティ
Shaking	2.125	2.125	2.125	3.125	3.375	3.750
Bumping	4.500	5.000	3.875	3.000	2.375	4.000
Simultaneous Button Pressing	2.625	2.750	2.250	2.000	3.750	3.625
Stitching	4.250	4.375	4.250	4.375	4.375	4.125
Touching	3.000	3.750	3.625	3.875	3.625	4.000
Piling	4.375	4.375	4.375	4.375	4.000	4.375

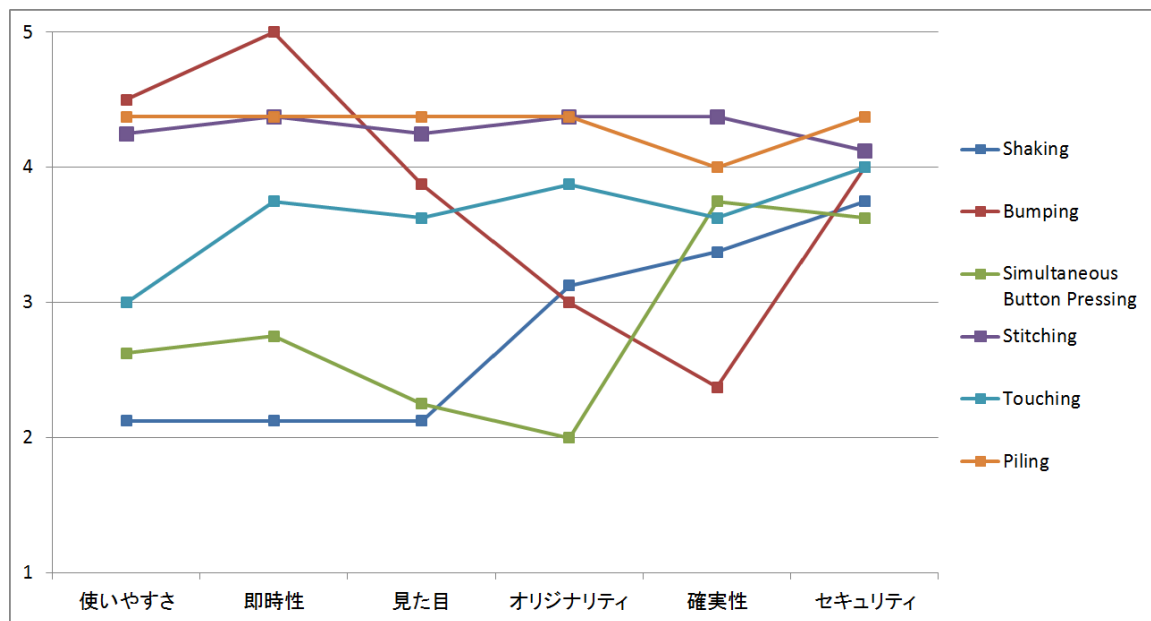


図 5.6: 評価項目毎の評価の平均値

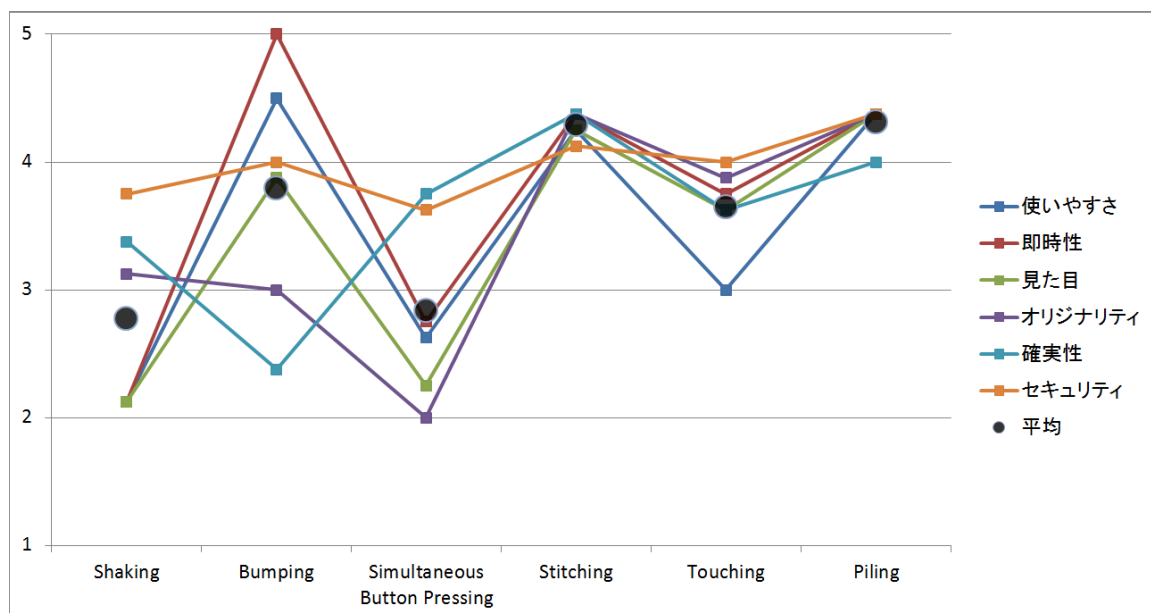


図 5.7: 操作手法毎の評価の平均値

表 5.3: 各操作手法の平均順位

操作手法	平均順位
Shaking	5.75
Bumping	3.00
Simultaneous Button Pressing	4.50
Stitching	2.00
Touching	3.75
Piling	2.00

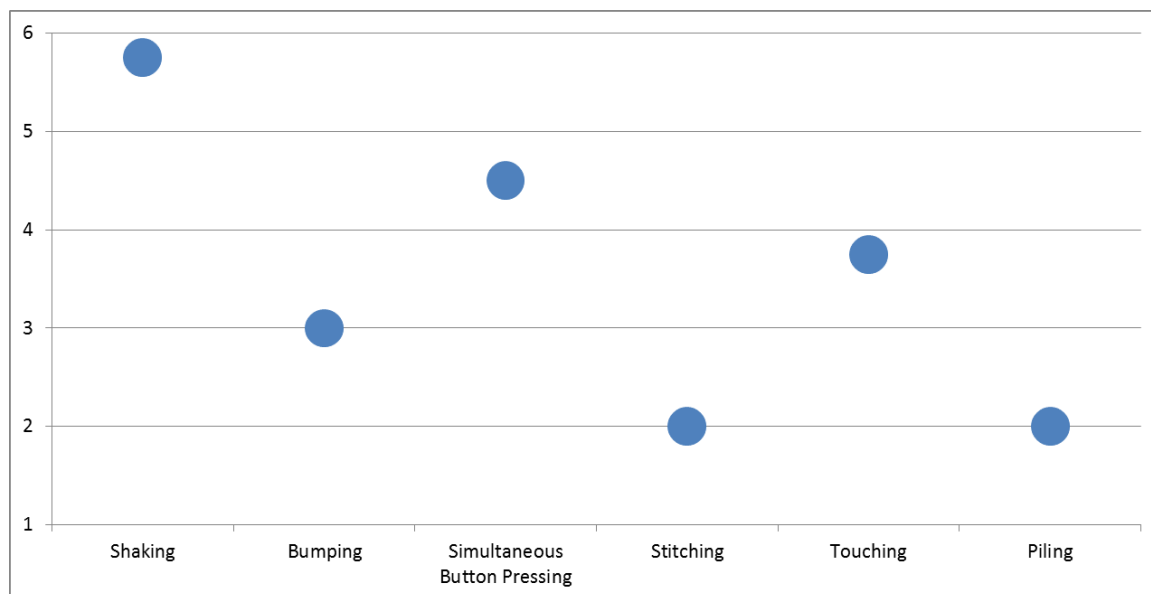


図 5.8: 各操作手法の平均順位

5.6 考察

評価項目毎に、提案手法と他の操作手法の評価を比較して考察を行う。また、評価の理由と操作手法の順位付けにおいて被験者が記入したコメントも考察の材料とする。

使いやすさ

提案手法は全ての操作手法の内、**Bumping** に次いで 2 番目に高い評価を得た。また、**Bumping**、**Stitching**、提案手法の 3 つと **Shaking**、**Simultaneous Button Pressing**、**Touching** の 3 つとの間には評価に差が生まれた。前者の操作手法らは、「操作が覚えやすい」、「わかりやすい」、「操作が少ないステップで済むのが良い」とのコメントを貰った。一方、後者の操作手法らは、「端末の大きさの差により操作を行い辛かった」、「タブレットは持ち辛かった」、「解除方法が手間である」、「2 つの離れた端末を同時に見て操作するのは困難である」とのコメントを貰った。また、タブレットのようなサイズの大きな端末の連携を行う時、その端末を把持して連携を行う手法である **Shaking** 及び **Touching** はユーザにとって好ましくなかった。加えて、連携と解除を行うための操作として複数の操作を行う必要があり、2 つの離れた端末を同時に見て操作を行う手法である **Simultaneous Button Pressing** 及び **Touching** は評価が低かった。

これらの問題に対して、提案手法はサイズの小さな端末のみを操作することにより連携と解除を行うことができる。また、連携と解除を端末を重ねる操作と離す操作という単一の手順にて行うことができるため、連携対象の指定や連携の解除が容易である。加えて、連携を行っている端末同士は重なり合っているため、ユーザはそれらの端末を同時に見ることができる。このため、提案手法は高い評価を得たと考えた。被験者からは、「わかりやすかった」、「解除方法が一番わかりやすくシンプルでよかった」等のコメントを貰い、使いやすい手法であると言える。一方、「連携を行う時に一度垂直に立てる前動作が面倒である」、「端末を立てずに重ねただけで連携できるとより良いと思った」とのコメントも貰った。これらのコメントから、連携の開始方法に一度端末を立てる操作が必要であったために、使いやすさを下げていたことがわかった。この点により、端末の辺同士を接触させる操作手法である **Bumping** よりも評価が下回ったと考えた。

即時性

提案手法は全ての操作手法の内、**Bumping** に次ぎ、**Stitching** と並んで 2 番目に高い評価を得た。連携の解除のために端末同士の距離を離す必要のある **Shaking** は、「解除するために離れる距離が遠い」、「解除に必要な距離が長い」とのコメントを貰った。連携の際に 2 つの端末を同時に操作する必要がある **Simultaneous Button Pressing** では、「ボタンを探して押す必要があり 2 つの端末を同時に操作するのは少し大変」とのコメントを貰った。**Touching** では、「連携は早い解除に少し時間がかかる」とのコメントを貰った。これは、連携を行う際に端末を片手ずつで把持するが、この状態において片方の端末の解除ボタンを選択する解除手法は

行いにくいためである。Bumping, Stitching, 提案手法では、「少ないステップの操作であるためすぐに連携と解除を行うことができる」とコメントを貰った。

これらのコメントから、連携と解除の操作の対応が取れている手法や、少ない手順において操作を行うことができる手法が、ユーザが連携と解除を行う際の即時性が高いことがわかった。

本評価項目において、提案手法は、「連携と解除を手軽に行うことができる手法である」とのコメントを貰った一方、使いやすさの項目においても問題となった、「端末を垂直に立てる前動作において時間がかかる」とのコメントを貰った。連携を行う際の端末を垂直に立てる動作の手間を除くことにより、提案手法はより即時性の高い手法となることがわかった。

見たい目

提案手法は全ての操作手法の内、最も高い評価を得た。Bumping, Stitching, Touching, 提案手法の4つと Shaking, Simultaneous Button Pressing の2つとの間には評価に差が生まれた。前者の操作手法らは、「連携を行う際に2つの端末を繋げる操作は見たい目にわかりやすい」、「操作手法が新鮮で面白い」とのコメントを貰った。一方、後者の操作手法らは、「2つの端末を手を持つ必要がない手法を使いたい」、「大きな動作を行いたくない」とのコメントを貰った。これらのコメントから、末同士の連携を行う際に端末同士を物理的に繋げる操作は、操作内容とユーザのイメージが合致した操作であることがわかった。また、動きの大きな操作は見たい目において評価を下げている。

提案手法は端末同士を重ねることにより連携を行い、離すことにより連携の解除を行う。つまり、連携中の端末同士は接触しており、連携を行っていない端末同士は接触していない。このように接続状態が可視化されているため、高い評価を得たと考えられる。一方、「異なる大きさの端末同士の連携ならば魅力的であるが同じ大きさの端末同士ならば他手法の方が良い」、「動作が少し大げさかも」とのコメントも貰った。提案手法は大きさの異なる端末同士の連携を対象とした手法であるが、同じ大きさ同士の連携において提案手法を用いる場合の利点の必要性を感じた。加えて、動作の縮小化も図る必要がある。

オリジナリティ

提案手法は全ての操作手法の内、Stitching と並んで最も高い評価を得た。本評価項目の評価は被験者により差があり、指定した手法を見たことが無い場合、または経験したことが無い場合において高い評価を得た。Simultaneous Button Pressing において、ボタンを押す操作は馴染みがあるために低い評価を行った被験者がいたが、連携時にボタンを押す動作を用いる操作は珍しいため高い評価を行った被験者も存在した。一方、提案手法は1名の被験者を除き、4または5の高い評価を得ていた。提案手法のオリジナリティに対して2と評価を行った被験者は、「連携時に接触させるのは自然だと感じたため」とコメントを記入した。

確実性

提案手法は全ての操作手法の内、**Stitching** に次いで 2 番目に高い評価を得た。**Bumping** 以外の操作手法の 5 つと **Bumping** との間には評価に差が生まれた。

Bumping では、「間違えて端末同士をぶつけてしまい連携が始まってしまいそうに感じた」、「少しでも離れたら解除されてしまうため大量のデータを送る際には注意が必要そう」とのコメントを貰った。**Shaking**, **Simultaneous Button Pressing** では、「接続も解除も手間と時間がかかるだけ確かな気がする」、「2 つの端末それぞれでメニューからボタンを押すため確実性が高い」とのコメントを貰った。これら 3 つの連携手法の評価において即時性と確実性の関係には、逆相関の関係が見て取れた。すなわち、即時性の高い操作手法は連携及び解除が容易な一方、確実性が低いことがわかった。また、即時性の低い操作手法は連携及び解除が困難な一方、確実性が高い評価を得た。

しかし、他の 3 つの操作手法は即時性の高い手法である一方、確実性の高い評価を得た。**Stitching** では、「連携と解除が異なる動きであるために確実性が高い」、「同じ動作をすることは無い」とのコメントを貰った。**Touching** では、「同時にボタンを押す操作は確実だと思う」とのコメントを貰った。提案手法では、「一番しっかり手順を踏んでいる気がする」、「重ねるだけだと誤動作しやすそうだが 1 度垂直にすると間違いが減りそうでいいと思った」とのコメントを貰った。**Stitching** におけるコメントから、即時性の高い操作手法であっても、オリジナリティが高い手法であると誤動作が発生しにくいのではないかと考えた。オリジナリティの評価を確認すると、これらの 3 つの操作手法は上位 3 つの操作手法であり、即時性が高い場合においても、手法のオリジナリティが高い場合は確実性が高かった。

また、本評価項目において複数の被験者から、実験環境ではなく実際に端末を持ち歩く移動中についてのコメントがあった。**Shaking**, **Bumping**, **Touching** において、「移動中に誤作動が起きやすそう」、「同じ鞆に端末を入れると誤作動しそう」とのコメントを貰った。また、提案手法においても、「持ち運ぶ時に端末を重ねることは多いと感じたため確実性は低い」とのコメントを貰った。このような、端末が静止している状態だけでなく、移動中の不意の誤作動についても考慮する必要があると感じた。提案手法においてこの問題を発生させないためには、端末同士がユーザの意図しない方法により重なった時に連携を行わない条件が必要である。

セキュリティ

提案手法は全ての操作手法の内、最も高い評価を得た。本評価項目は、全ての操作手法において評価が 3.625 以上である高い評価であった。

Shaking では、「共に降るだけで連携して離れるまで解除できないのはユーザの目の届かないところで勝手にやられてしまいそう」、とのコメントを貰った。**Bumping** では、「常に端末がくっついているので目が届く」とのコメントを貰った。連携を行っている端末全てを見ることができる手法はセキュリティに対する評価が高かった。

また、**Shaking** において、「鞆の中に入れた端末同士で勝手に連携しそう」とのコメントも

貰った。Simultaneous Button Pressing では、「知らない人と連携しそうで不安」とのコメントを貰った。Touching では、「手の接触は異なる人同士でもありえたりする」とのコメントを貰った。これらのコメントから、ユーザの意図しない連携を行う可能性がある操作手法はセキュリティに対する評価が低くなることがわかった。

提案手法のセキュリティの項目についてはコメントが得られなかったが、提案手法は全ての連携手法の内、唯一全ての被験者から 4 以上の評価を得た。これは、提案手法は連携中の 2 つの端末を同時に見ることができ、一度端末を垂直に立ててから倒す手法により連携を行うために意図しない連携が行われにくいためであると考えられる。

5.7 連携及び解除の比較実験のまとめ

提案手法は全ての評価項目を平均した値において、全ての操作手法の内、最も高い評価を得た。本実験により、従来の手法と比較した上で提案手法の有用性を確認することができた。提案手法は連携対象の指定及び解除が容易であり、また、接続状態が可視化されているため連携の状態を理解しやすい手法である。合わせて、様々な評価項目から提案手法による連携及び解除の長所及び短所を確認することができた。

また、提案手法を用いて連携を行う際には端末を一度連携を行う端末に対して垂直に立てて、その後水平に重ねる操作を行う。この操作はユーザにとって煩わしい操作であり、使いやすさ及び即時性の評価を妨げる原因となってしまった。しかし一方で、確実性及びセキュリティの評価においては、この操作がユーザにとって不意の動作を防止しているため、高い評価を得た。これらより、提案手法による連携を行う際に、確実性及びセキュリティを保ちつつ使いやすさと即時性を高める新たな連携時の方法を実装することが提案手法の課題となる。

第6章 ファイル移動の比較実験

本章では，提案手法によるファイル移動の手法の有用性を調査するために行った実験について述べる．実験は提案手法を含む3つの手法を用いて，携帯情報端末の連携，ファイル（画像）の移動，連携中の端末の連携解除の3つの操作を行って貰う．実験者は筆者1名であり，被験者は5章の実験と同じ8名であった．5章の実験を行った被験者に，続けて本実験を行って貰った．1名あたりの実験時間はアンケートの回答を含めて20分程度であった．

6.1 目的

提案手法と従来の手法により，被験者に実際にファイル移動を行う手順に則った操作を体験してもらい，提案手法の特徴を知る．実験の結果から提案手法におけるファイル移動の方法の長所及び短所を発見することが本実験の目的である．

6.2 評価手法

評価手法は，5章の実験と同様の6つの評価項目に対する5-リッカート尺度による評価手法を用いる．この評価項目と，本実験において使用する操作手法については後に詳しく述べる．

被験者には全ての操作手法を行った後に，評価を行って貰う．また被験者に，各手法についてコメントがあれば記入して貰った．

6.2.1 評価項目

5.2節において述べた評価項目と同様の項目により評価を行う．本実験において用いた6つの評価項目を以下に示す．

使いやすさ このファイル移動手法は使いやすかった

即時性 ファイルの移動に時間はかからなかった

見た目 提案手法は魅力的であった

オリジナリティ 提案手法は独創的であった

確実性 ファイル移動を行った時，ミスは発生しにくい

セキュリティ 提案手法により重要なデータを送信することに抵抗は無い

これらの各評価項目について、各連携手法を 5-リッカート尺度により評価して貰う。また、その尺度を選択した理由や意見があればコメントとして書いて貰う。

6.2.2 操作手法

本実験において用いる操作手法は以下に示す 3 通りである。それぞれの操作手法について、連携の手順、ファイル移動の手順、連携の解除の手順を述べる。

操作手法 1

操作手法 1 は、従来の連携方法及びファイル移動方法を模した手法である。連携手法 1 において、大端末に表示される画面は連携前と連携後共に、常に同一のものである。

連携の手順

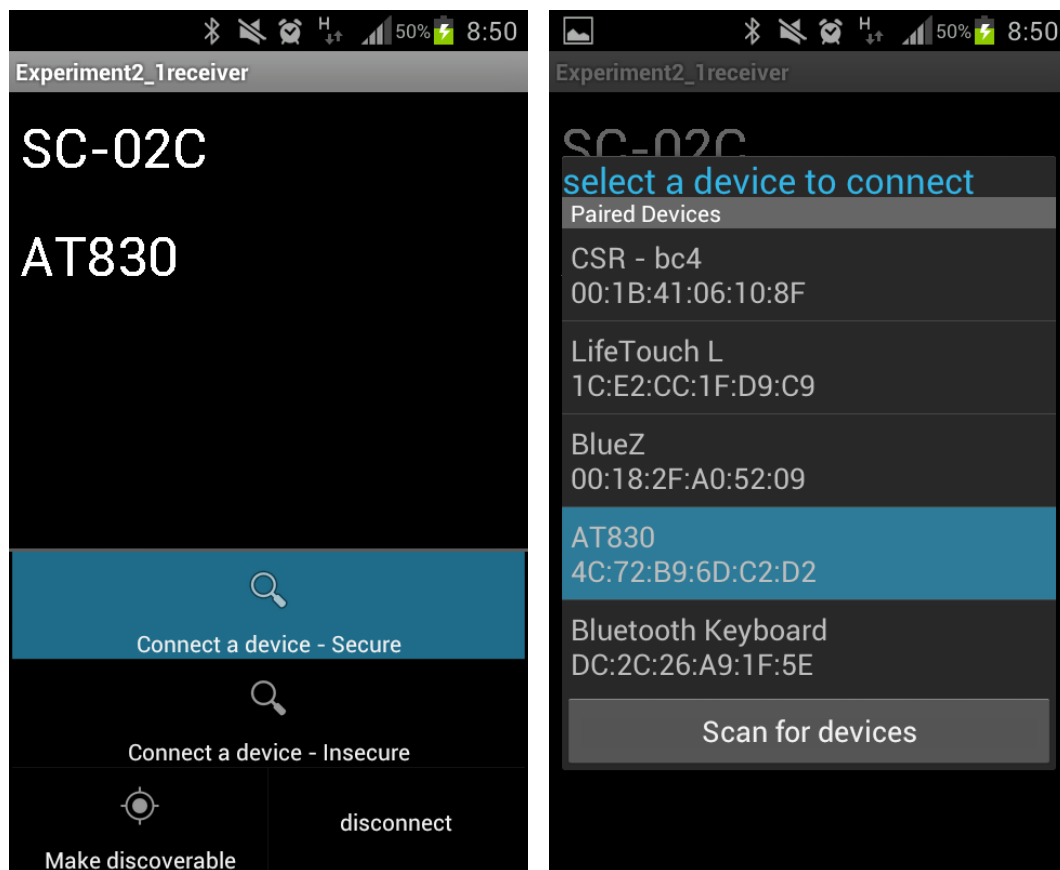
操作手法 1 における連携の手順を以下に示す。この時の小端末の様子を図 6.1 に示す。

- 1 小端末のメニューボタンを押し、表示されるメニューの中から「Connect a device - Secure」を選択する。
- 2 周囲の通信可能な端末の一覧が表示されるので、大端末である「AT830」を選択する。
連携先の端末を選択すると、連携が開始される。

ファイル移動の手順

操作手法 1 におけるファイル移動の手順を以下に示す。この時の小端末の画面を図 6.2 に示す。

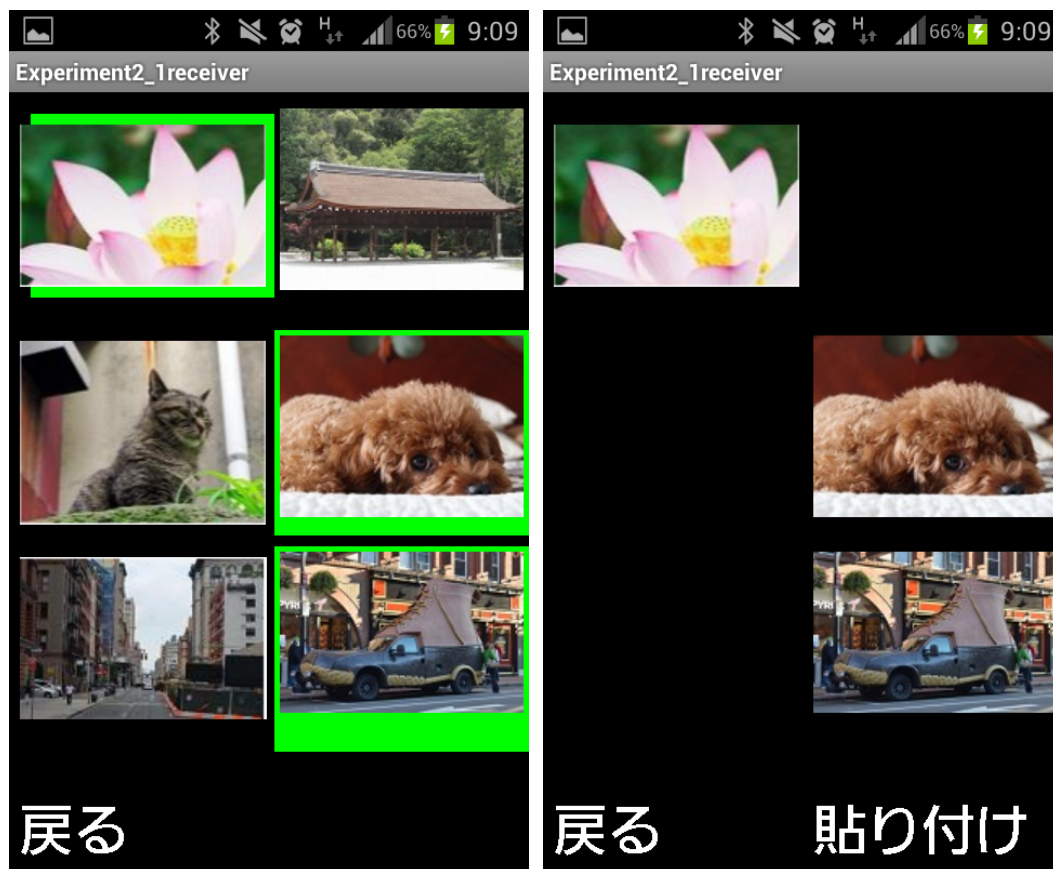
- 1 小端末において、移動するファイルを選択するために、「SC-02C」,「mnt」,「DCIM」,「Camera」の順に画面に映る文字を選択し、目的のファイルが保存されている Camera のフォルダに移動する。
Camera のフォルダに移動すると、6 つの画像が表示される。
- 2 移動させたいファイルをタップして選択する。
選択されたファイルは周囲が緑色になり、ユーザにフィードバックを与える (図 6.2 (1))。



(1) メニューの中から「Connnect a adevice - Secure」を選択する

(2) 端末の一覧から「AT830」を選択する

図 6.1: 操作手法 1 における連携の手順



(1) 移動するファイルを選択する

(2) 貼り付けを選択する

図 6.2: 操作手法 1 におけるファイルの移動の手順

- 3 「戻る」を選択することにより一度 HOME まで戻り、今度は「AT830」,「mnt」,「DCIM」,「Camera」の順に画面に映る文字を選択し、大端末におけるファイルの移動先のフォルダに移動する。
Camera のフォルダに移動すると、「貼り付け」の文字が表示される。
- 4 「貼り付け」を選択し、ファイルの貼り付けを行う。
ファイルの貼り付けが行われると、貼り付けたファイルがユーザに提示される（図 6.2 (2)）。

連携の解除の手順

操作手法 1 における連携の解除は、小端末のメニューボタンを押し、表示されるメニューの中から「disconnect」を選択することにより行う。この時の小端末の画面を図 6.3 に示す。

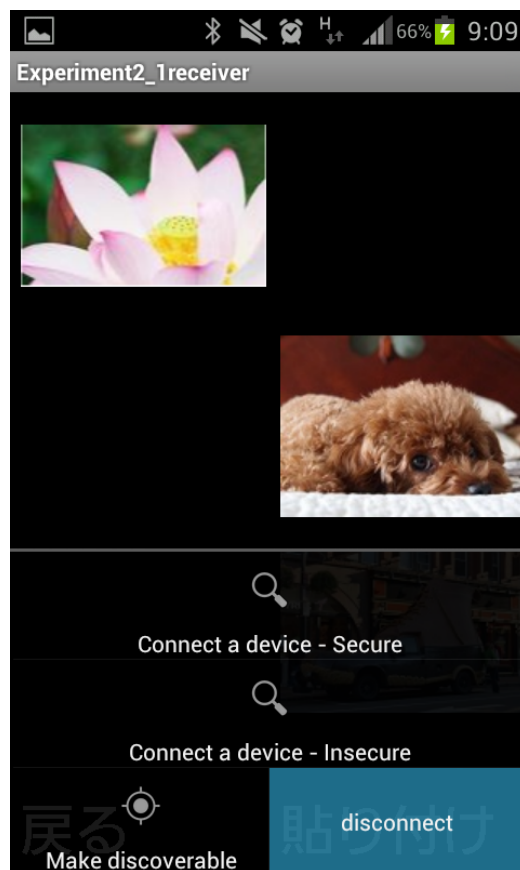


図 6.3: 操作手法 1 における連携の解除の手順



(1) 小端末を大端末のタッチパネルに接触させる



(2) 小端末を大端末に重ねる

図 6.4: 操作手法 1 における連携の手順

操作手法 2

操作手法 2 は，提案手法による連携と解除及びファイル移動手法である．なお，大端末は机の上に水平に置かれている．

連携の手順

操作手法 2 における連携の手順を以下に示す．この時の小端末及び大端末の様子を図 6.4 に示す．

- 1 小端末を水平に置かれた大端末のタッチパネルに接触させる．
接触が行われると，大端末のタッチパネルの接触を行った位置を中心として小端末の画像が表示される（図 6.4 (1)）．
- 2 小端末を大端末の先ほど画像が表示された位置に重ねる．この時，小端末を一度大端末に対して垂直に立ててから，水平に倒すように重ねる．
小端末が重ねられると，連携が開始される．連携が開始されると，小端末の画面が大端末の一部となり，小端末に保存されているファイルがユーザに提示される（図 6.4 (2)）．

ファイル移動の手順

操作手法 2 におけるファイル移動は，小端末の画面上に表示されているファイルの内，移動させたいファイルをドラッグ操作またはフリック操作により大端末の画面上に移動させることにより行う．この時の小端末及び大端末の様子を図 6.5 に示す．



図 6.5: 操作手法 2 におけるファイル移動の手順

連携の解除の手順

操作手法 2 における連携の解除は、小端末を大端末の上から離すことにより行う。この時の小端末及び大端末の様子を図 6.6 に示す。

操作手法 3

操作手法 3 は操作手法 2 と同一の手順による連携と解除及びファイル移動であるが、大端末が水平に置かれた状態ではなく、垂直に置かれた状態において操作を行う。

操作手法 3 では、操作手法 2 の操作と端末の向きが異なるため、連携を行う操作の条件を以下の通りに設定した。これは、端末の画面を下に向けて水平にした状態から、端末の画面をユーザに向けて垂直にした時の操作である。

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

6.3 実験環境

用いた端末は 5 章の実験において用いた端末と同じ端末（大端末及び小端末）である。

操作手法 1 及び操作手法 2 による操作では、被験者には椅子に座ってもらい、机の上に置かれた大端末と小端末を操作する。操作手法 3 による操作では、被験者は立った状態において、壁に垂直に立てられた大端末及び小端末を操作する。実験を行っている様子を図 6.7 に示す。



図 6.6: 操作手法 2 における連携の解除の手順



(1) 操作手法 1 及び操作手法 2 における実験環境



(2) 操作手法 3 における実験環境

図 6.7: ファイル移動の比較実験の実験環境

6.4 実験方法

被験者にはまず、実験手順書に沿って実験の説明を行った。操作手法について、それぞれの操作手法における連携と解除及びファイル移動の方法の説明を行い、実験者が手本として操作手法につき1度ずつ連携と解除及びファイル移動を行って見せた。

実験者が手本を見せた後、被験者に連携と解除及びファイル移動を行って貰った。本実験において、被験者が行う手順を以下に示す。

- 1 被験者の目の前に大端末と小端末の2つの端末が置かれる。
- 2 被験者はこの2つの端末を実験者が指定した手法により連携させる。
- 3 端末を連携した後、実験者が指定した手法により、指定したファイルの移動を行う。
- 4 ファイルの移動を行った後、実験者が指定した手法により連携の解除を行う。
- 5 手順1~4を一つの操作手法につき、3回繰り返す。
- 5 この3回の繰り返しをそれぞれ3通りの操作手法において行う。
つまり、被験者1名あたり計9回の連携と解除及びファイル移動を行う。操作手法の順は、6.2.2節において述べた順に行った。
- 6 全ての操作手法において3回ずつの連携と解除及びファイル移動が終了した後、アンケートを記入する。

移動する画像の枚数は1枚、3枚、6枚の3種類である。また、移動する画像の種類は全ての被験者において同じものであった。

6.5 実験結果

5-リッカート尺度による評価の結果のリストを付録B.2.1に添付する。

各操作手法の評価の平均値と、全ての評価項目の平均値を表6.1に示す。また、この平均値を纏めたグラフを図6.8、6.9に示す。図6.8のグラフは評価項目毎に纏めたグラフであり、また、図6.9のグラフは操作手法毎に纏めたグラフである。図6.9の黒い円は各手法における全ての評価項目の平均値である。提案手法を用いた操作手法である操作手法2及び操作手法3は、使いやすさ、即時性、見た目、オリジナリティの項目において操作手法1以上の評価であった。一方、確実性及びセキュリティの項目においては、操作手法1の評価が操作手法2及び操作手法3の評価を上回っていた。また、全ての評価項目の平均は操作手法2、操作手法3、操作手法1の順に高かった。

各操作手法における各評価のコメントを付録B.2.2に添付する。

表 6.1: 各操作手法の評価の平均値

手法	使いやすさ	即時性	見た目	オリジナリティ	確実性	セキュリティ
操作手法 1	2.750	1.875	1.625	1.250	4.000	4.500
操作手法 2	4.250	4.625	4.125	4.125	3.125	4.000
操作手法 3	2.750	4.000	3.750	4.250	3.000	3.625

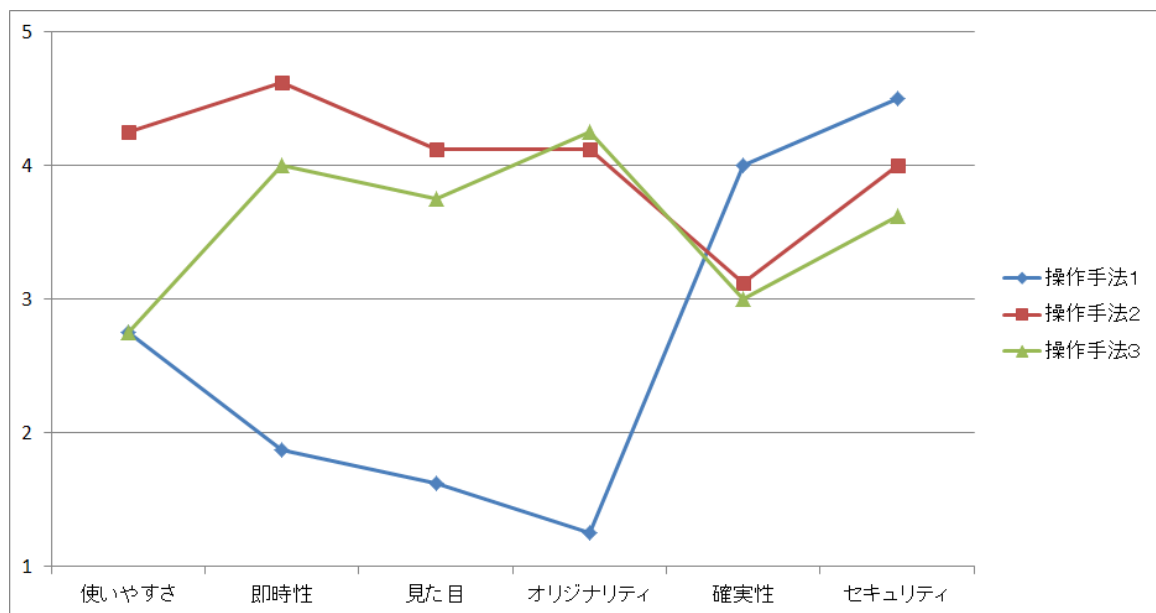


図 6.8: 評価項目毎の評価の平均値

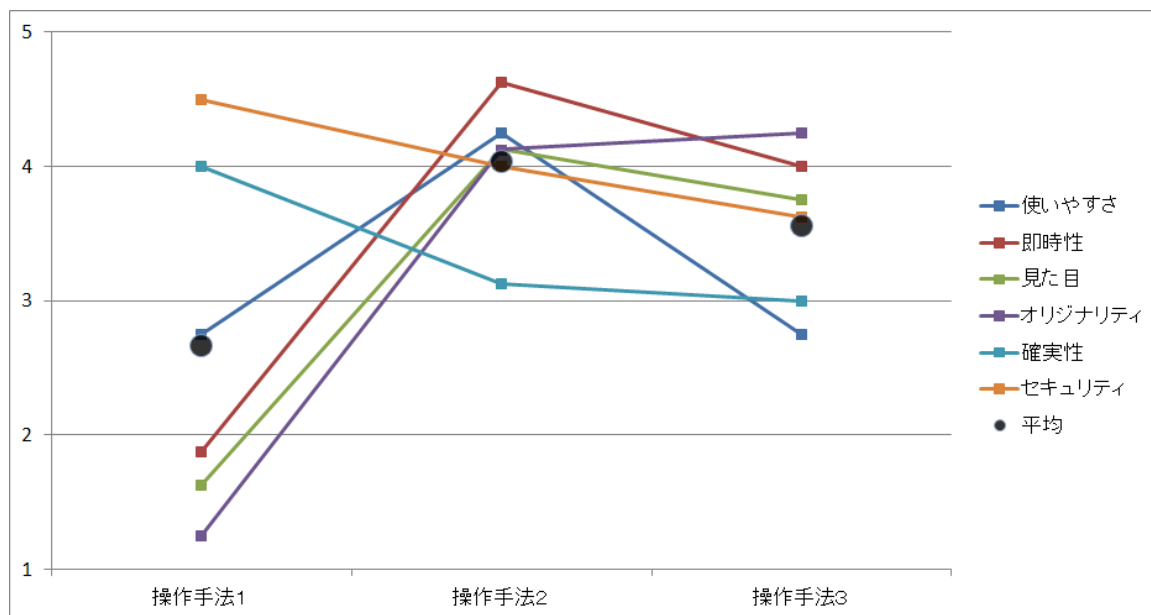


図 6.9: 連携手法毎の評価の平均値

6.6 考察

評価項目毎に、各操作手法の評価を比較して考察を行う。また、評価の理由において被験者が記入したコメントも考察の材料とする。

使いやすさ

本評価項目の評価は操作手法2の評価が最も高く、次いで操作手法1と操作手法3が同じ高さの評価であった。

操作手法1では、「普段使用している操作のため使用しやすい」とのコメントがあった一方、「手順が多くディレクトリの目的地を間違えそう」、「フォルダの階層を辿っていくのが大変」とのコメントもあった。操作手法2では、「ファイルの元の場所と貼り付け先が直接繋がっているようでわかりやすい」、「フォルダの把握や連携操作などをせずデータの移動の操作のみで済むので楽」とのコメントがあった一方、「小端末と大端末を一度垂直にするのが手間だった」とのコメントもあった。操作手法3では、「タブレットとスマートフォンの接続が難しくスマートフォンを支えながら操作を行うことは大変」とのコメントを貰った。これらのコメントから、複数の手順を行う操作や操作中に端末を把持し続ける操作はユーザにとって好ましくないことがわかった。一方、ユーザが普段から慣れている操作やフォルダの移動元と移動先を同時に見ることができる手法はユーザに好まれた。これに対して、提案手法は操作手法1と比較するとオリジナリティが高く、被験者は操作手法2の操作に慣れていないため、評価が下がったと考えた。

また、使いやすさは、操作手法2と操作手法3を比較した時の差が最も大きい評価項目であった。8名中7名の被験者は操作手法3よりも操作手法2の方が使いやすいと評価したが、1名のみ操作手法3の方が使いやすいと評価した被験者が存在した。この被験者は他の被験者と比較して低身長であった。そのため、固定した大端末に対して低い位置から端末を連携させていた。操作手法3では小端末を水平の状態から上に起こす操作を行うため、低い位置からの操作が行い易い。このため、操作手法3の方が使いやすいと評価した被験者が存在したと考えられる。提案手法は、連携を行う端末の画面が垂直である場合には端末の画面が水平の場合と異なる考慮が必要である。

即時性

本評価項目の評価は操作手法2が最も高く、次いで操作手法3、操作手法1の順の評価であった。

操作手法1では、「接続したい端末を探すのに苦労する」、「階層を行ったり来たりする必要があったため時間がかかった」とのコメントを貰った。操作手法2では、「2つの端末が1つの端末になったかのような感覚になったため即時性がある」とのコメントがあった一方、「精度が上がればきっと快適」とのコメントもあった。操作手法3では、操作手法2と同じく、「2つの端末が1つの端末になったかのような感覚になったため即時性がある」とのコメントがあった一方、「安定してファイルを移動できない」とのコメントを貰った。これらのコメントから、複数の手順を行う操作やユーザの想定通りに行うことのできない操作は即時性を低下させる一方、2つの端末を一度に操作できる手法は即時性を高めることがわかった。

本評価項目において、提案手法は連携の開始とファイル移動において操作手法1よりも即時性があるとの評価を受けた。これらの評価から、タッチ精度の改善や操作の安定性を高めることにより、より即時性を上げることができると考えた。

見た目

本評価項目の評価は操作手法2が最も高く、次いで操作手法3、操作手法1の順の評価であった。

操作手法2と操作手法3では、「移動の様子が絵で見て楽しくわかりやすい」、「アイコンが2画面に渡って移動する様子は連携していることが伝わって良い」とのコメントを貰った。これらのコメントから、ファイルの移動元と移動先を同時に見ることと、移動の結果だけでなく過程も見ることが可能である操作は見た目の評価が高いことがわかった。提案手法はこれらの条件を満たしており、見た目の評価項目において高い評価を得た。

オリジナリティ

本評価項目の評価は操作手法3の評価が最も高く、次いで操作手法2、操作手法1の順の評価であった。

操作手法1では、「アイコンを選択する操作は馴染み深いがオリジナリティはない」とのコメントを貰った。操作手法2では、「あまり見たことのない手法である」とのコメントを貰った。操作手法3では、「殆ど見たことがない」、「タブレット端末を垂直にするという考えを持ったことがなかった」とのコメントを貰った。

操作手法1のオリジナリティの評価の平均は1.25と非常に低く、この手法がユーザにとって普段から馴染みのある普遍的な手法であることが確認できた。一方、操作手法2及び操作手法3では評価が高く、提案手法はユーザにとって新規性のある手法であった。

確実性

本評価項目の評価は操作手法1の評価が最も高く、次いで操作手法2、操作手法3の順の評価であった。

操作手法1では、「カット & ペーストが独立した操作なので確実そう」、「接続先やファイルの一つ一つを選ぶため移動を間違えない限り誤作動はなさそう」とのコメントを貰った。操作手法2では、「実際にファイル移動するファイルを間違えた」、「端末間の境界に入ってしまった時の対処が困った」とのコメントを貰った。操作手法3では、「無理な手の状態や姿勢から端末を落としたりしてしまいそう」、「端末同士が不意に離れてしまうと不安」とのコメントを貰った。これらのコメントから、ファイル移動の操作では、操作の手順を独立させると即時性が低くなる一方、確実性が高いことがわかった。また、不安定な操作環境では被験者が想定通りの操作を行うことが困難であったため、確実性の評価が低かった。この内、提案手法では、操作の手順が少ないため、確実性が低かった。この問題に対して、操作環境を安定させることにより、確実性を上げることができると考えている。

セキュリティ

本評価項目の評価は操作手法1の評価が最も高く、次いで操作手法2、操作手法3の順の評価であった。

操作手法1では、「確実なので抵抗はない」とのコメントを貰った。操作手法2では、「端末同士が不意に離れてしまうためやや不安である」とのコメントを貰った。操作手法3では、「無理な手の状態や姿勢から端末を落としたりしてしまい安心してできなそう」とのコメントを貰った。

筆者は実験を行う前は、移動元のファイルの位置と移動先のファイルの位置を同時に見ることができ、ファイルが移動したことが確認できることによりセキュリティ性が高くなると考えていた。しかし、実験の結果は、被験者が想定した操作を確実に可能であるかにより、セキュリティの評価が上下していた。これは、被験者がファイルの移動元や移動先を確認するよりも、一つ一つの操作を想定通りに行うことができるかを重要視していることが考えられる。

6.7 ファイル移動の比較実験のまとめ

提案手法を用いた操作手法である操作手法2及び操作手法3は、全ての評価項目を平均した値において、操作手法1よりも高い評価を得た。本実験により、従来の手法と比較した上で提案手法の有用性を確認することができた。合わせて、様々な評価項目から提案手法によるファイル移動の長所及び短所を確認することができた。

ファイルの移動手法において、手順の少ない簡潔な操作は使いやすさ及び即時性の項目においてユーザに好まれる一方、複数の手順をかけて行う操作は確実性及びセキュリティの項目において高い評価を得た。また、ユーザが操作を安定して行うことができない時や、ユーザの意図通りの操作ができない時は、その手法の評価が下がった。提案手法は従来の手法と比較して手順の少ない簡潔な方法であり、使いやすさ及び即時性の評価において高い評価を得た一方、確実性及びセキュリティの評価において低い評価を得た。このため、使いやすさ及び即時性を保ちつつ確実性及びセキュリティを高めるファイルの移動方法を作成することが提案手法の課題となる。

また、連携の対象となる端末の画面が垂直の場合には、連携を行う際に手の姿勢が多くユーザに負担のかかる状態となった。また、操作中に端末を支え続けなければならない、片手をファイル移動の操作に使用することができない、不意に端末同士が離れる可能性がある等の問題が発生した。これらの問題を解消し、連携の対象となる端末の状態を問わずに連携を可能とすることも、提案手法の課題となる。

第7章 応用例

提案手法の主な用途は、個人の所持する端末間におけるファイルの移動である。しかし、提案手法は、様々な場面において頻繁に行われる端末間におけるファイルの移動操作を対象とする手法である。そのため、様々な場面に対して提案手法を適用可能である。本章では、提案手法の応用例を述べる。

7.1 他人の端末との連携

提案手法を個人の所持する端末間だけでなく、他人の所持している端末の情報の取得に利用する。従来の手法では、外出先にて携帯情報端末に情報を移動する場合、2次元バーコードの読み取りや、赤外線通信等が用いられた。しかし、前者はユーザが端末の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。このように、個人の所有する端末以外の端末間において情報を取得する操作は煩雑である。これらの手法の代わりに提案手法を用いることにより、ユーザは自身の端末を連携対象となる端末に重ねる操作を行うのみにより情報を取得することが可能となる。

また、Access Control List (ACL) を利用して、予め連携の対象となる端末の ACL に自身の端末の固有 ID を登録する方法を考えた。また、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可能となる。提案手法では、連携を行う対象となる端末から固有 ID 等の情報の取得を行うため、この取得する情報に ACL を加える事により実装を行う。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、提案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。例えば複数人によるグループワークに用いる端末において、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。これにより、メンバー以外の連携を防ぐことができ、セキュリティの向上を図ることができる。また、ACL を空としておくことにより、誰もがアクセス可能な端末として公共空間に設置することもできる。加えて、予め指定した端末に対してのみ連携を行うことも可能である。例えば、この機能を利用して、授業を履修している生徒のみに配布したい資料をオフラインにて配布することが可能となる。



図 7.1: 壁面型タッチパネルに対する連携

7.2 壁面型タッチパネルに対する連携

提案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た。しかし、壁面型タッチパネルに対しても、提案手法によるインタラクションを行うことができる。と考える。

ユーザは片方の手により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 7.1 に示す。図 7.1 において、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。また、他の使用例として、画面が垂直であるテレビと連携を行うことにより、スマートフォンにおいて予約を行った番組表のリストを共有することや、電子掲示板に対して連携を行い、気になる情報を指定してその情報をスマートフォンに移動することができる。

6 章の実験において、画面が垂直な端末に対して連携と解除及びファイル移動を行い、その評価とコメントを得た。連携を行う端末の画面が垂直の場合では、提案手法における連携の方法が困難であった。このため、壁面型タッチパネルに対する連携に対して、新たな操作手法を考察することが課題となる。

第8章 関連研究

本章では、提案手法究と関連した研究を挙げて差分を述べることにより、提案手法の位置づけを行う。

8.1 無線通信を用いた端末同士の連携を行う研究

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。暦本の Pick-and-Drop[Rek97] はデータをつまみ上げる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。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[岩崎 04] を提案した。また、矢谷らは携帯情報端末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 [矢谷 04]、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[YTSH04, YTH⁺05, YTSH06] 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 [SIDT02] を提案した。本研究においてもこれらの研究と同じくファイル移動を扱うが、本法では、連携を行う端末同士を重ねる操作により連携対象の指定を行う。

8.2 携帯情報端末の接触を連携手法として用いる研究

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 [Hin03b, HRG⁺04b] や Seifert らの MobIES[SSR12] 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、ユーザの不意により端末の位置がずれた場合には、端末同士が離れているにも関わらず連携が行われ続けるため、ユーザに混乱を与える。一方、提案手法では端末を重ねることにより連携を行うため、多少のずれでは端末同士離れることは無い。このため、ユーザの不意に連携中の端末が離れる問題を避ける事ができる。

8.3 携帯情報端末を重ねることによりインタラクションを行う研究

タッチパネルを搭載した端末同士を重ねることによるインタラクションを行う研究も存在する。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、タブレットを重ねて操作するシステム [HSEA09] 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と解除、及び重ねた端末間におけるファイルの移動に用いる点において異なる。

8.4 携帯情報端末を操作デバイスとして扱う研究

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 [JDD⁺13] や Schmidt らの研究 [SCRG10, SSRG12], Baur らの Virtual Projection [BBF12], Dippon らの研究 [DWK12], Hardy らの Touch & Interact [HR08] 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 [Yee03] では、仮想的な大画面を携帯情報端末を用いて覗き、その仮想的な大画面に対する操作を行う。提案手法も同じく、携帯情報端末を用いて操作を行うインタラクションであるが、インタラクション手法に端末同士を重ねる操作を用いる点において異なる。

第9章 今後の課題

本章では、プロトタイプにおいて実装することができなかった部分と、5章及び6章において明らかとなった提案手法の課題を、今後の課題として述べる。

9.1 アプリケーションの同一化

3.3節において述べた通り、本プロトタイプのアプリケーションを、重ねる端末と重ねられる端末に対するものとしてそれぞれ別のものを作成した。しかし、提案手法の理想は、同一のアプリケーションにおいて連携を行うことである。この手段として、アプリケーションにおいて重ねる端末と重ねられる端末の認識を行うことができれば、アプリケーションの統一化を行うことができる。この認識を行う手法を提案する。

提案手法において、連携を行う時に加速度が加わる端末は重ねる端末のみであり、タッチイベントが発生する端末は重ねられる端末のみである。このため、連携を行う時に、加速度が加わる端末とタッチイベントが発生する端末をそれぞれ重ねる端末と重ねられる端末としてアプリケーションにおいて認識することにより、連携を行うことができると考えた。この認識手法を利用してユーザが提案手法により連携を行う時、アプリケーションが正しく端末の認識を行うことができれば、アプリケーションの同一化を行うことができる。

9.2 タッチ精度の改善

プロトタイプでは、連携を行い、端末間において操作を行う時、3.3.2節に示すタッチ位置の調整が正確ではなかった。このため、6章の実験において被験者は操作を意図した通りに行うことができず、選択しようとしたアイコンと別のアイコンを選択してしまう場合があった。この問題は、提案手法の評価を下げる一因となっていた。この問題の原因は、スマートフォンの端末の大きさと画面の大きさの差を考慮していなかったためである。プロトタイプにおいて、タブレットが取得しているスマートフォンの情報は、3.2節に示す、固有ID、端末の大きさ、解像度にRSSIの閾値を加えたもののみであったため、タブレットの設置領域の画像をスマートフォンの画面に表示する際に縮尺がずれて表示されていた。このずれにより、タッチ精度が低下した。この問題を解消するため、予め入力しておく端末の情報に、端末の画面の位置とサイズを加えて、適切な調整を行う手法を考えた。この手法により適切な調整を行うアプリケーションの実装と、ユーザによる評価変化の確認が今後の課題となる。

9.3 連携の条件

提案手法を用いて連携を行う際には端末を一度連携を行う端末に対して垂直に立てて、その後水平に重ねる操作を行う。この操作はユーザにとって煩わしい操作であり、5章の実験において、使いやすさ及び即時性を下げる原因となった。また、3.3.1節において述べたように、連携の解除は簡潔な条件とすることができたが、連携を行う際の条件を簡潔にすることは困難である。加えて、条件を簡潔なものとすると、確実性及びセキュリティが低下する問題もある。このため、確実性及びセキュリティを保ちつつ、使いやすさと即時性を高める新たな連携の手法を実装することが提案手法の課題となる。

9.4 壁面タッチパネルに対する連携

6章の実験において、連携を行う端末の画面が垂直の場合に提案手法における連携の方法が困難であるとのコメントを得た。このため、壁面型タッチパネルに対する新たな連携手法を考察する。

6.6節において、画面が垂直の端末に対する連携において、ユーザに対する端末の高さによりこの使用感が異なることを述べた。このため、新たな連携手法として、複数の種類の操作により連携を行う手法を提案する。この新たな提案手法を図9.1に示す。

従来の提案手法は図9.1の下の方から中央の方に対する変化のみを連携の条件としていたが、新たな提案手法では、図9.1に示す4通りの変化の全てを連携の条件とする。これにより、ユーザ毎に行い易い手法により連携を行うことが可能であり、より容易に連携を行うことができる考えた。しかし、この新たな提案手法は連携の条件を増やしたため、誤動作による連携が発生してしまう懸念がある。また、図9.1に示す4通りの操作の内、いくつかの操作のみを条件とすることにより連携が容易となることも考えられる。この新たな提案手法について、それぞれの操作の比較実験及び考察を行うことが、今後の課題である。

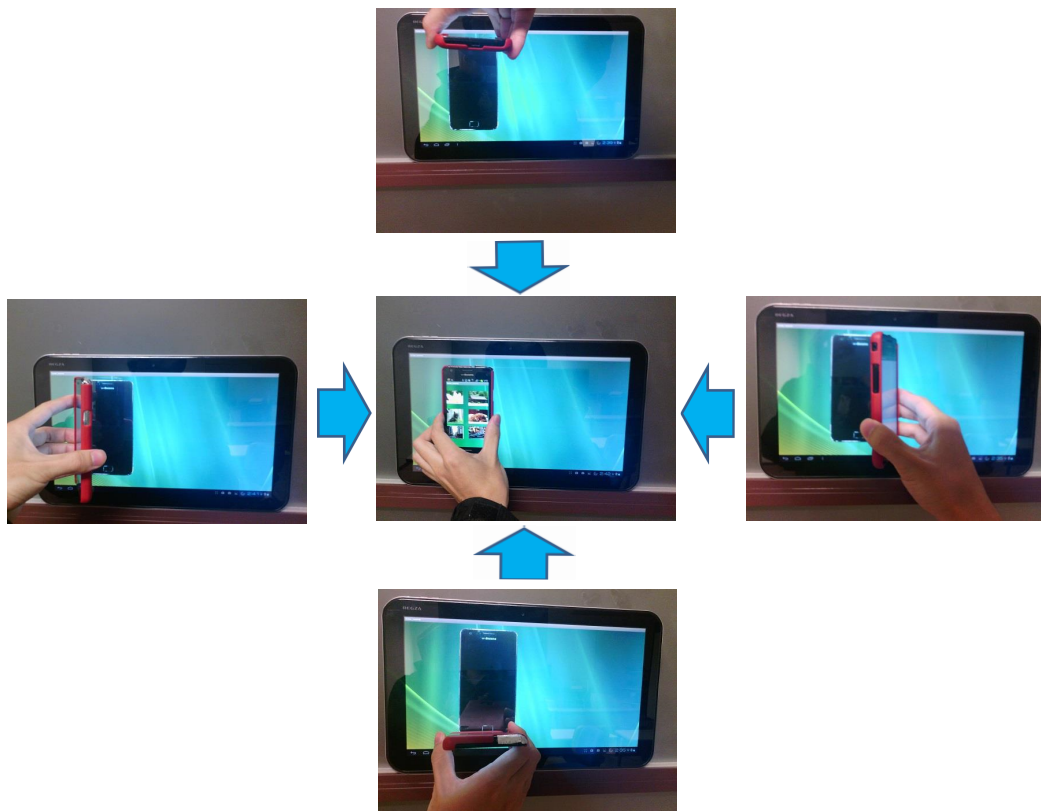


図 9.1: 新たな提案手法

第10章 結論

本研究では、タッチパネルを搭載した端末を連携させるための新たな手法として、端末同士を重ねる手法を示した。また、提案手法を用いた端末の連携と解除及びファイルの移動を行うプロトタイプを実装し、比較実験により評価を行った。この評価から、他の携帯情報端末の連携手法と比較した提案手法の特性を示すことができた。5章の実験では、提案手法は連携対象の指定及び解除が容易であり、加えて、接続状態が可視化されているため連携の状態を理解しやすい手法であることを示した。この結果より、連携対象の指定と連携の解除が困難である問題及び、端末同士の連携の把握が困難である問題を提案手法により解消する目的は達成された。6章の実験では、提案手法は使いやすさ及び即時性の評価が高い一方、確実性及びセキュリティの評価が低いことが示された。2つの実験から得た提案手法の長所及び短所を踏まえて提案手法の応用例を提案し、また、提案手法の課題について述べた。

謝辞

本研究を行うにあたり、指導教員である田中二郎先生には多くのご指導及びご助言をいただきました。また、WAVE チームの担当教員である志築文太郎先生には、日頃から細かく丁寧なご指導をいただき、研究の方針や実験、論文の添削、修士論文の執筆にあたり大変多くのご指導及びご助言をいただきました。また、研究だけではなく、大学院生活についても多くのご助言をいただき、大変感謝しております。三末和男先生、高橋伸先生、嵯峨智先生には、所属するチームは異なりますが、研究発表の際に多くのご意見やご助言をいただきました。心より感謝し、お礼申し上げます。

インタラクティブプログラミング研究室の皆さんには、研究活動やそれ以外の活動においても大変お世話になりました。特に WAVE チームの皆様には、日頃のチームゼミやミーティングにおいて、研究に関して多くの有用なご意見をいただきました。ここに深く感謝致します。

また、被験者の皆様には、大変お世話になりました。お忙しい中、お時間をいただいて実験に協力していただき、深く感謝しております。皆様の評価とコメントにより、本研究において大変有用なデータとご意見をいただくことができました。

加えて、大学院生活を共に過ごした友人達にも深く感謝致します。チーム研究において、先輩ながらも海外発表において研究発表を行うことができた際に、英語発表の練習にて、発音のアドバイスを頂きました。研究以外の場の活動においても、友人達と共に過ごした時間は生活の支えとなりました。友人達と共に有意義な大学院生活を行い、研究を完成させるべく活動できたことを、深く感謝致します。

皆様のおかげにより、ここまで研究を続け、本論文を執筆することが出来ました。研究生生活の纏めとなる修士論文を執筆することができ、大変嬉しく思います。この場をお借りして、お礼申し上げます。本当にありがとうございました。

参考文献

- [BBF12] 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.
- [DJA93] Nils Dahlbäck, Arne Jönsson, and Lars Ahrenberg. Wizard of oz studies: Why and how. In *Proceedings of the 1st International Conference on Intelligent User Interfaces*, IUI '93, pp. 193–200, New York, NY, USA, 1993. ACM.
- [DWK12] 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.
- [Hin03a] 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.
- [Hin03b] 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.
- [HR08] 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.
- [HRG⁺04a] 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.
- [HRG⁺04b] 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.

- [HSEA09] 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.
- [JDD⁺13] Seifert Julian, Dobbeltstein 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.
- [MG09] Rene Mayrhofer and Hans Gellersen. Shake well before use: Intuitive and secure pairing of mobile devices. *IEEE Transactions on Mobile Computing*, Vol. 8, No. 6, pp. 792–806, 2009.
- [PKS⁺06] Duck Gun Park, Jin Kyung Kim, Jin Bong Sung, Jung Hwan Hwang, Chang Hee Hyung, and Sung Weon Kang. Tap: Touch-and-play. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '06, pp. 677–680, New York, NY, USA, 2006. ACM.
- [Rek97] 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.
- [Rek04] Jun Rekimoto. Synctap: Synchronous user operation for spontaneous network connection. *Personal Ubiquitous Comput.*, Vol. 8, No. 2, pp. 126–134, May 2004.
- [RQ09] Umar Rashid and Aaron J. Quigley. Interaction techniques for binding smartphones: A desirability evaluation. In Masaaki Kurosu, editor, *HCI (10)*, Vol. 5619 of *Lecture Notes in Computer Science*, pp. 120–128. Springer, 2009.
- [SCRG10] 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.
- [SIDT02] 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.

- [SSR12] 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.
- [SSRG12] 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.
- [Yee03] 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.
- [YTH⁺05] 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.
- [YTSH04] 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, 2004.
- [YTSH06] Koji Yatani, Koiti Tamura, Masanori Sugimoto, and Hiromichi Hashizume. Information transfer techniques for mobile devices by “toss” and “swing” actions. In *IEICE Transactions on Systems and Computers*, Vol. e89-d, pp. 150–157, 2006.
- [岩崎 04] 岩崎陽平, 河口信夫, 稲垣康善. Touch-and-connect : ユビキタス環境における接続指示フレームワーク (ユビキタスコンピューティング) < 特集 > 次世代移動体通信システム). 情報処理学会論文誌, Vol. 45, No. 12, pp. 2642–2654, dec 2004.
- [佐藤 11] 佐藤智美, 小宮山哲, 下田雅彦, 劉渤江, 横田一正. Bluetooth の電波強度を用いた位置推定方式の検討. 情報処理学会データベースシステム研究会 2011, pp. B9–4. 一般社団法人情報処理学会, 2011.
- [進藤 09] 進藤和彦. 無線 LAN の受信信号強度を用いた迷子防止アプリケーションの検討. 平成 21 年度電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, p. 94. 電子情報通信学会, 2009.
- [矢谷 04] 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ン論文集, pp. 229–280, 2004.

付 録 A 付 録

A.1 実験に使用した書類

5 章及び 6 章における実験の際に使用した誓約書，実験手順書及びアンケートを付録として以下に示す．

A.1.1 誓約書

誓約書

携帯端末連携手法に関する実験におけるデータ収集

文責：三田裕策

この度は実験にご協力いただき、ありがとうございます。

- 本実験は、従来の携帯端末連携手法及び我々の提案する携帯端末連携手法の特性を調査することを目的とします。
- 実験途中には、任意のタイミングで休憩を取ることが可能です。
- 実験への参加は協力者の自由意志によるものであり、実験への参加を随時拒否・撤回することが可能です。
- この実験によって得られたデータは、個人が特定できないように処理を行います。
- 学内外にて発表する論文に実験結果を利用することがありますが、いかなる場合においても協力者のプライバシーは保全されます。

実験に関して、上記内容を十分に理解し、同意していただきましたら下部の署名欄に署名をお願いいたします。

平成 年 月 日

所属 _____

署名 _____

説明者 所属 システム情報工学研究科 コンピュータサイエンス専攻

氏名 _____

A.1.2 実験手順書

実験手順書

携帯情報端末連携手法に関する実験手順

文責：三田裕策

この度は実験にご協力いただき、ありがとうございます。
実験は2種類あり、各実験の前にはそれぞれ手本を示します。
実験が1種類終了するごとにアンケートを記入して頂きます。
なお、実験の所要時間は合計で1時間程度です。

◎実験1：端末の連携と解除の実験

- ・本実験は、6種類の端末連携手法を用いて、携帯端末の連携と解除を行います。
それぞれの手法の連携と解除の方法を以下に記載します。
また、それぞれの手法について1度ずつ手本を見せます。
なお、この方法の表は実験中に見直すことができます。

手法	連携方法	解除方法
Shaking	端末を合わせて振る	端末を10m以上離す
Bumping	端末の辺同士を接触させる	端末同士を離す
Simultaneous Button Pressing	ボタンを同時に押し、離す	メニューから「disconnection」を選択
Stitching	横に並べた端末を横切るようにスワイプ操作を行う	メニューから「disconnection」を選択
Touching	端末を片手ずつで持ち、持った手を接触させる	「disconnection」ボタンを同じタイミングで押し、離す
Piling	端末同士を重ねる	端末同士を離す

●実験手順

1. 目の前にスマートフォンとタブレット端末の2つの端末が置かれます。
2つの端末は別々の画像が表示されています。
2. 2つの端末を、こちらが指定した手法により連携を行って貰います。
2つの端末が連携されると、表示される画面が同一のものとなります。
3. 連携後、今度はその連携の解除を行って貰います。
連携が解除されると、表示される画面が再び別のものになります。
4. 手順1～3までを3回繰り返して頂きます。

5. この3回の繰り返しをそれぞれの6通りの手法で行って頂きます。
6. 実験終了時には、説明者から終了の合図があります。
全ての手順が終了した後、アンケートを記入して頂きます。

◎実験 2：情報移動実験

- ・本実験は3種類の方法により、片方の端末に保存されている画像をもう片方の端末に転送して頂きます。それぞれの操作手順を以下に記載いたします。
また、それぞれの手法について1度ずつ手本を見せます。
全ての操作手法が終了した後、アンケートに答えていただきます。

- ・用意される端末はスマートフォンとタブレット端末の2つの端末です。

●操作手法 1

1. スマートフォンのメニューボタンを押して「Connect a device・Secure」を押してください。その後、接続先として「AT830」を選択し、タブレット端末と接続します。
2. 移動するための画像を選択するために「¥SC-02C」「¥mnt」「¥DCIM」「¥Camera」の順に選択してください。
3. 「¥Camera」のフォルダに移動後、こちらで指定したファイルを選択してファイルの切り取りを行ってください。
4. 一度¥HOMEまで戻り、今度は「¥AT830」「¥mnt」「¥DCIM」「¥Camera」の順に選択してください。
5. 「¥Camera」のフォルダに移動後、ファイルの貼り付けを行ってください。
6. メニューから「Disconnect」を選択し、連携を解除します。

●操作手法 2・3

1. スマートフォンをタブレットに乗せて、タブレット端末と連携します。
2. 連携後、スマートフォンに表示されている画像ファイルの内、こちらで指定したファイルを選択して、スワイプ操作を行って移動してください。
3. 画像を移動後、連携を解除するため、スマートフォンを持ち上げてタブレット端末から離してください。

- ・操作手法 2,3 は、操作自体は同一であるが、
操作環境 2 ではタブレットは水平に、操作環境 3 ではタブレットは垂直に設置されます。

A.1.3 アンケート

携帯情報端末連携実験 アンケート

端末連携の実験にご協力いただきありがとうございます。

使用した感想・意見についてのアンケートにご協力をお願いします。

<タッチディスプレイ付きの端末の使用歴>

1. スマートフォン・タブレット等のタッチディスプレイが搭載された端末をお使いでしょうか？お使いの場合、その端末名と使用歴を記入してください。

「使用端末」	「使用歴」
スマートフォン・タブレット・その他（ ）	年 ヶ月
スマートフォン・タブレット・その他（ ）	年 ヶ月
スマートフォン・タブレット・その他（ ）	年 ヶ月
スマートフォン・タブレット・その他（ ）	年 ヶ月

<端末の連携について>

2. 端末から他の端末に対して情報を送信する時がありますか？

またあった場合、どのような情報を送りますか？

送信端末・受信端末の種類・情報を送る理由もあれば合わせてご記入ください。

（例：スマートフォンで撮影した写真を編集するために PC に送る）

<実験：端末の連携と解除の実験について>

1. Shaking について、以下の項目について5段階評価でお答えください

【使いやすさ】本手法は使いやすかった。

(使いづらかった) 1・2・3・4・5 (使いやすかった)

【即時性】連携と解除に時間はかからなかった。

(時間がかかった) 1・2・3・4・5 (時間はかからなかった)

【見た目】本手法は魅力的であった。

(魅力を感じなかった) 1・2・3・4・5 (魅力的であった)

【オリジナリティ】本手法は独創的であった。

(普遍的であった) 1・2・3・4・5 (独創的であった)

【確実性】連携と解除に誤動作は発生しにくいと感じた。

(誤動作が起きやすそう) 1・2・3・4・5 (誤動作は起きにくそう)

【セキュリティ】連携を行った端末間において重要なデータを送信することに抵抗は無い。

(抵抗がある) 1・2・3・4・5 (抵抗は無い)

また、それぞれの項目について評価の理由があれば記入してください。

【使いやすさ】	
【即時性】	
【見た目】	
【オリジナリティ】	
【確実性】	
【セキュリティ】	

2. Bumping について、以下の項目について5段階評価でお答えください

【使いやすさ】本手法は使いやすかった。

(使いづらかった) 1・2・3・4・5 (使いやすかった)

【即時性】連携と解除に時間はかからなかった。

(時間がかかった) 1・2・3・4・5 (時間はかからなかった)

【見た目】本手法は魅力的であった。

(魅力を感じなかった) 1・2・3・4・5 (魅力的であった)

【オリジナリティ】本手法は独創的であった。

(普遍的であった) 1・2・3・4・5 (独創的であった)

【確実性】連携と解除に誤動作は発生しにくいと感じた。

(誤動作が起きやすそう) 1・2・3・4・5 (誤動作は起きにくそう)

【セキュリティ】連携を行った端末間において重要なデータを送信することに抵抗は無い。

(抵抗がある) 1・2・3・4・5 (抵抗は無い)

また、それぞれの項目について評価の理由があれば記入してください。

【使いやすさ】	
【即時性】	
【見た目】	
【オリジナリティ】	
【確実性】	
【セキュリティ】	

3. Simultaneous Button Pressing について、
以下の項目について 5 段階評価でお答えください

【使いやすさ】本手法は使いやすかった。

(使いづらかった) 1・2・3・4・5 (使いやすかった)

【即時性】連携と解除に時間はかからなかった。

(時間がかかった) 1・2・3・4・5 (時間はかからなかった)

【見た目】本手法は魅力的であった。

(魅力を感じなかった) 1・2・3・4・5 (魅力的であった)

【オリジナリティ】本手法は独創的であった。

(普遍的であった) 1・2・3・4・5 (独創的であった)

【確実性】連携と解除に誤動作は発生しにくいと感じた。

(誤動作が起きやすそう) 1・2・3・4・5 (誤動作は起きにくそう)

【セキュリティ】連携を行った端末間において重要なデータを送信することに抵抗は無い。

(抵抗がある) 1・2・3・4・5 (抵抗は無い)

また、それぞれの項目について評価の理由があれば記入してください。

【使いやすさ】	
【即時性】	
【見た目】	
【オリジナリティ】	
【確実性】	
【セキュリティ】	

4. Stitching について、以下の項目について 5 段階評価でお答えください

【使いやすさ】本手法は使いやすかった。

(使いづらかった) 1・2・3・4・5 (使いやすかった)

【即時性】連携と解除に時間はかからなかった。

(時間がかかった) 1・2・3・4・5 (時間はかからなかった)

【見た目】本手法は魅力的であった。

(魅力を感じなかった) 1・2・3・4・5 (魅力的であった)

【オリジナリティ】本手法は独創的であった。

(普遍的であった) 1・2・3・4・5 (独創的であった)

【確実性】連携と解除に誤動作は発生しにくいと感じた。

(誤動作が起きやすそう) 1・2・3・4・5 (誤動作は起きにくそう)

【セキュリティ】連携を行った端末間において重要なデータを送信することに抵抗は無い。

(抵抗がある) 1・2・3・4・5 (抵抗は無い)

また、それぞれの項目について評価の理由があれば記入してください。

【使いやすさ】	
【即時性】	
【見た目】	
【オリジナリティ】	
【確実性】	
【セキュリティ】	

5. Touching について、以下の項目について5段階評価でお答えください

【使いやすさ】本手法は使いやすかった。

(使いづらかった) 1・2・3・4・5 (使いやすかった)

【即時性】連携と解除に時間はかからなかった。

(時間がかかった) 1・2・3・4・5 (時間はかからなかった)

【見た目】本手法は魅力的であった。

(魅力を感じなかった) 1・2・3・4・5 (魅力的であった)

【オリジナリティ】本手法は独創的であった。

(普遍的であった) 1・2・3・4・5 (独創的であった)

【確実性】連携と解除に誤動作は発生しにくいと感じた。

(誤動作が起きやすそう) 1・2・3・4・5 (誤動作は起きにくそう)

【セキュリティ】連携を行った端末間において重要なデータを送信することに抵抗は無い。

(抵抗がある) 1・2・3・4・5 (抵抗は無い)

また、それぞれの項目について評価の理由があれば記入してください。

【使いやすさ】	
【即時性】	
【見た目】	
【オリジナリティ】	
【確実性】	
【セキュリティ】	

6. Piling について、以下の項目について 5 段階評価でお答えください

【使いやすさ】本手法は使いやすかった。

(使いづらかった) 1・2・3・4・5 (使いやすかった)

【即時性】連携と解除に時間はかからなかった。

(時間がかかった) 1・2・3・4・5 (時間はかからなかった)

【見た目】本手法は魅力的であった。

(魅力を感じなかった) 1・2・3・4・5 (魅力的であった)

【オリジナリティ】本手法は独創的であった。

(普遍的であった) 1・2・3・4・5 (独創的であった)

【確実性】連携と解除に誤動作は発生しにくいと感じた。

(誤動作が起きやすそう) 1・2・3・4・5 (誤動作は起きにくそう)

【セキュリティ】連携を行った端末間において重要なデータを送信することに抵抗は無い。

(抵抗がある) 1・2・3・4・5 (抵抗は無い)

また、それぞれの項目について評価の理由があれば記入してください。

【使いやすさ】	
【即時性】	
【見た目】	
【オリジナリティ】	
【確実性】	
【セキュリティ】	

もしあなたが利用するとしたら、どの手法を利用したいですか？

利用したい順に 1～6 までの番号を付けてください。

Shaking	Bumping	Simultaneous Button Pressing	Stitching	Touching	Piling

また、その理由を教えてください。

--

その他にコメントがありましたら自由にご記入ください。

--

<実験：情報移動について>

1. 操作手法1について、以下の項目について5段階評価でお答えください

【使いやすさ】本手法は使いやすかった。

(使いづらかった) 1・2・3・4・5 (使いやすかった)

【即時性】ファイルの移動に時間はかからなかった。

(時間がかかった) 1・2・3・4・5 (時間はかからなかった)

【見た目】本手法は魅力的であった。

(魅力を感じなかった) 1・2・3・4・5 (魅力的であった)

【オリジナリティ】本手法は独創的であった。

(普遍的であった) 1・2・3・4・5 (独創的であった)

【確実性】ファイル移動に誤動作は発生しにくいと感じた。

(誤動作が起きやすそう) 1・2・3・4・5 (誤動作は起きにくそう)

【セキュリティ】本手法により重要なデータを送信することに抵抗は無い。

(抵抗がある) 1・2・3・4・5 (抵抗は無い)

また、それぞれの項目について評価の理由があれば記入してください。

【使いやすさ】	
【即時性】	
【見た目】	
【オリジナリティ】	
【確実性】	
【セキュリティ】	

2. 操作手法2について、以下の項目について5段階評価でお答えください

【使いやすさ】本手法は使いやすかった。

(使いづらかった) 1・2・3・4・5 (使いやすかった)

【即時性】ファイルの移動に時間はかからなかった。

(時間がかった) 1・2・3・4・5 (時間はかからなかった)

【見た目】本手法は魅力的であった。

(魅力を感じなかった) 1・2・3・4・5 (魅力的であった)

【オリジナリティ】本手法は独創的であった。

(普遍的であった) 1・2・3・4・5 (独創的であった)

【確実性】ファイル移動に誤動作は発生しにくいと感じた。

(誤動作が起きやすそう) 1・2・3・4・5 (誤動作は起きにくそう)

【セキュリティ】本手法により重要なデータを送信することに抵抗は無い。

(抵抗がある) 1・2・3・4・5 (抵抗は無い)

また、それぞれの項目について評価の理由があれば記入してください。

【使いやすさ】	
【即時性】	
【見た目】	
【オリジナリティ】	
【確実性】	
【セキュリティ】	

3. 操作手法3について、以下の項目について5段階評価でお答えください

【使いやすさ】本手法は使いやすかった。

(使いづらかった) 1・2・3・4・5 (使いやすかった)

【即時性】ファイルの移動に時間はかからなかった。

(時間がかかった) 1・2・3・4・5 (時間はかからなかった)

【見た目】本手法は魅力的であった。

(魅力を感じなかった) 1・2・3・4・5 (魅力的であった)

【オリジナリティ】本手法は独創的であった。

(普遍的であった) 1・2・3・4・5 (独創的であった)

【確実性】ファイル移動に誤動作は発生しにくいと感じた。

(誤動作が起きやすそう) 1・2・3・4・5 (誤動作は起きにくそう)

【セキュリティ】本手法により重要なデータを送信することに抵抗は無い。

(抵抗がある) 1・2・3・4・5 (抵抗は無い)

また、それぞれの項目について評価の理由があれば記入してください。

【使いやすさ】	
【即時性】	
【見た目】	
【オリジナリティ】	
【確実性】	
【セキュリティ】	

その他にコメントがありましたら自由にご記入ください。

性別 男 ・ 女 利き手 右 ・ 左 年齢

付 録 B 実験結果

5 章及び 6 章における実験において、5-リッカート尺度による評価及び被験者が記入したコメントを、操作手法毎に付録として以下に示す。

B.1 連携及び解除の比較実験

B.1.1 5-リッカート尺度による評価の結果

操作手法	評価項目	被験者 No.								平均	手法毎の 評価の平均値
		1	2	3	4	5	6	7	8		
Shaking	使いやすさ	2	2	3	2	1	1	2	4	2.125	2.770833333
	即時性	1	2	1	2	1	5	4	1	2.125	
	見た目	4	2	2	2	1	1	2	3	2.125	
	オリジナリティ	2	2	4	3	3	4	4	3	3.125	
	確実性	5	4	5	3	5	1	2	2	3.375	
	セキュリティ	2	4	4	4	5	5	2	4	3.750	
Bumping	使いやすさ	5	5	3	5	5	5	4	4	4.500	3.791666667
	即時性	5	5	5	5	5	5	5	5	5.000	
	見た目	4	5	2	4	5	3	4	4	3.875	
	オリジナリティ	4	4	1	2	3	2	4	4	3.000	
	確実性	1	2	3	2	3	2	3	3	2.375	
	セキュリティ	4	4	4	4	5	5	3	3	4.000	
Simultaneous Button Pressing	使いやすさ	3	3	2	3	3	2	3	2	2.625	2.833333333
	即時性	2	5	2	3	4	1	2	3	2.750	
	見た目	2	2	3	2	2	1	3	3	2.250	
	オリジナリティ	1	2	4	3	1	1	1	3	2.000	
	確実性	2	5	4	2	5	5	4	3	3.750	
	セキュリティ	3	4	4	2	5	5	2	4	3.625	
Stitching	使いやすさ	5	5	4	4	3	5	4	4	4.250	4.291666667
	即時性	4	5	5	4	4	5	5	3	4.375	

	見た目	4	5	4	4	5	4	4	4	4.250	
	オリジナリティ	4	5	4	4	4	5	5	4	4.375	
	確実性	4	5	3	5	5	5	4	4	4.375	
	セキュリティ	4	4	4	5	5	5	3	3	4.125	
Touching	使いやすさ	3	3	4	4	1	3	2	4	3.000	3.645833333
	即時性	3	5	5	5	2	5	2	3	3.750	
	見た目	2	4	4	5	5	3	2	4	3.625	
	オリジナリティ	2	5	4	5	5	1	5	4	3.875	
	確実性	5	2	2	5	5	1	5	4	3.625	
	セキュリティ	2	4	4	4	5	5	4	4	4.000	
Piling	使いやすさ	5	5	2	5	5	4	4	5	4.375	4.3125
	即時性	5	5	2	5	5	5	3	5	4.375	
	見た目	4	5	3	5	5	4	4	5	4.375	
	オリジナリティ	4	5	5	5	5	2	4	5	4.375	
	確実性	4	5	5	5	4	1	4	4	4.000	
	セキュリティ	4	4	4	5	5	5	4	4	4.375	

B.1.2 使用したい手法の順位

操作手法	被験者 No.								評価の平均値
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Shaking	6	6	5	6	6	6	6	5	5.75
Bumping	3	3	3	4	2	3	3	3	3.00
Simultaneous Button Pressing	4	4	4	5	5	4	4	6	4.50
Stitching	1	2	2	3	4	1	1	2	2.00
Touching	5	5	1	2	3	5	5	4	3.75
Piling	2	1	6	1	1	2	2	1	2.00

B.1.3 コメント

Shaking

使いやすさ 軽いものはいいが、今回のような重いものは大変。端末がどこかに飛びそう

2つの端末を重ねる点が使いづらかった

解除するために離れる距離が遠い

端末のサイズが違うので持ちにくかった

離れるのに時間がかかりすぎる

2つの端末の大きさが違うため、ふり辛かった

レグザタブレットは振ることに適してないと感じた

覚えやすい。しかし端末が少し重かったので振りにくかった

即時性 いちいち離れるのは大変

10m 離れるために時間がかかった

解除するために離れる距離が遠い

解除に必要な距離が長い

上の理由（離れるのに時間がかかりすぎる）で（時間が）かかる

レグザタブレットのような大きい端末には不向き

10m 離れるのに時間がかかる

見た目 他方がタブレット以上の大きさだと動作が大きくなる気がする

上の理由（離れるのに時間がかかりすぎる）のため魅力的でない

使いづらいと感じたため

ちょっとこっけいかも

オリジナリティ 一緒に振るという発想は無かった

確実性 接続も解除も手間と時間がかかるだけ確かな気がする

同じカバンに入れると誤作動しそう（連携）

移動中に誤作動が起きやすい気がした

連携したことのフィードバックは画面を見ないとわからないので少ない

セキュリティ 共に振るだけで連携し、離れるまで解除できないのはユーザの目の届かないところで勝手にやられてしまいそう

オープンネットワークに接続していなければ

連携を行う端末が2つとも手元にあるため（良い）

かばんの中に入れた端末同士で勝手に連携しそう

Bumping

使いやすさ 簡単でわかりやすい

簡単だった

端末をつけるだけでよかったので使いやすかった

少ないステップですむのがよい

覚えやすく、端末を置いたままでもできるのがよかった

即時性 すぐに出来た

少ないステップですむのがよい

スピーディ

見た目 少し話ただけで解除されるのは現実的に不便だと思う

並べて大きい写真を見るといったことができそう

オリジナリティ 既に普及している

確実性 少しでも離したら解除されてしまうため、大量のデータを送る際には注意が必要そう

間違えて端末同士をぶつけてしまい連携が始まってしまいそうに感じた

端末同士が接触することは多いと思う

移動中に誤作動が起きやすそうだと感じた

何と何をつなげるのか（つながっているか）一発で確認できる

セキュリティ 常に端末がくっついているので目が届く

離すとすぐに連携が解除されるので安心できる

勝手にぶつけてきてデータを盗って走り去る人とかでそう

Simultaneous Button Pressing

使いやすさ メニューを毎回呼び出すことが使いづらかった

端末ごとのキー配置にもよるが、メニューの呼び出しに戸惑った

一人だと両方見ないと行けないのがつらい

即時性 操作の段階が比較的多いので時間はかかる

ボタンを探して押す必要があったため（時間がかかる）。また、同時に押す必要があるため（時間がかかる）

タイミングを合わせたりするので手間が増える

2つの端末を同時に操作するのは少し大変

見た目 見た目は両手の指先で操作できるので悪くない

オリジナリティ ボタンを押すという昔からよくある方法だったため

連携時にこの動作を用いるのは珍しいと感じた

オリジナリティは無いが、いつものボタン操作という感じで馴染みがある

確実性 連携と解除が同じボタンなのは危ないと思った

同一人物が行うのは簡単かもしれないが、片方が他人だと少し難しいかも

知らない人と連携しそう

2つの端末それぞれでメニューからボタンを押すため

他の操作と競合しなさそうだと感じた

セキュリティ 知らない人と連携しそうで不安

横からこっそりボタンを押すのを見て、割り込みできそう

Stitching

使いやすさ 平面上に並べて置くシーンであれば使いやすい

ほぼ問題ないがケースによってはやりにくいかも

1回のスワイプ動作だけで良いため

Bumping に1手間加えて確実性を上げたもののような印象

使いやすかった。端末間の厚みに大きな差がある時は使いにくそう

即時性 解除には時間がかかるくらいのほうがユーザに間違いを行わせないと思う

ワンストロークで接続、解除も片方の端末のできるのでクイック

1回のスワイプ動作だけで良いため

3つ以上の端末や片手に持てないサイズの端末を使い場合にいいと思う

見た目 連携＝2つを繋げるというのはわかりやすい。見た目的に

最近の端末はベゼルが狭くなってきているので使えそう

見た目に分かりやすいと感じた

使ってみたくなる

オリジナリティ 初めて見る手法

3つ以上の端末でそれぞれが認識出来そう

あまり見たことがない

確実性 連携、解除が異なる動きなので

同じ動作をすることは無いと思うから

特に実験端末の1つが大きかったため

セキュリティ 連携、解除が異なる動きなので途中で途切れそう

どちらからでも解除できるのは嬉しい

Touching

使いやすさ 大きいタブレットを片手で持つことが大変だった

重い端末は持ちづらい

タッチの反動で端末が落ちなければ良さそう

持っていなければならないことを除けば分かりやすい

大きい端末を片手で持つことが大変だった

即時性 接続の時点で端末をしっかりと把持しているので、解除操作もスムーズだった

レグザタブレットがそもそも片手で持ち上げにくいので、そこで手間だった

連携は早いですが、解除に少し時間がかかる

見た目 手間が多すぎると感じた

面白かった

オリジナリティ どこかで聞いた覚えがあったため

あまり見たことがない

確実性 なんとなく他の手法よりパターンのマージンが大きそう

同時にボタンを推すのは確実だと思う

移動中に誤動作が起きやすそうだと感じた

セキュリティ 手の接触は異なる人同士でもありえたりするかも

連携も解除も分かりやすい

自分の手で持たないといけないので、連携に第3者が割り込んでくることは無さそう

Piling

使いやすさ 垂直に立てる前動作が面倒かも

わかりやすかった

解除方法が一番わかりやすくシンプルでよかった

使いやすかった。端末を立てずに重ねただけで連携できるとより良いと思った

即時性 上記の操作（垂直に立てる前動作）により時間もかかる

早い

見た目 異なる大きさの端末同士の連携ならば魅力的。同じ大きさ同士ならば他手法の方が

少し大げさかも

新鮮

オリジナリティ 2つの端末が2つとも自分のものだったのなら良いと思うけど、他人同士だったらこういった方法の利用シーンはありうるのか

連携時に接触させるのは自然だと感じたため

見たことがない

確実性 一番しっかり手順を踏んでいる気がする

持ち運ぶ時端末を重ねることは多いと感じたため

重ねるだけだと誤動作しやすそうだが、1度垂直にすると間違いが減りそうでいいと思った

セキュリティ

操作手法の順位付けの理由

- Sittching の連携と解除の流れはわかりやすく面白い
- Piling はディスプレイの上に乗せる行為が怖い。対して Bumping は少しでも離したら解除されそうなので Piling > Bumping だった
- 端末を持つ、持ち上げるより接触させるほうがより使いやすく、誤作動が起きづらそう
なため
- 大げさな動作を伴いたくない
- ペアリング解除は距離依存ではなく操作で行いたい
- 使った時のかっこよさから選んだ (Piling)。あとは使いやすさ
- Piling,Bumping は使用方法が簡単だった。Touching は面白かった。Stitching も簡単だった
が端末の厚さによっては利用しにくい。Simultaneous Button Pressing,Shaking は使い
づらい
- 2つの端末を手を持つ必要がない手法を使いたいと思った。また、あまり変わった行動
はとりたくないと考えたため
- 手軽にできそうと感じた順に選びました
- Piling は端末上に端末を重ねるだけで連携できるのが良かった。解除も簡単だった

その他のコメント

- 意図しない連携が起きてしまうケースも想像してみたら面白いかも
- スマホとタブレットの組み合わせで結果が変わると思う
- 2つの端末の大きさによって各種法の使いやすさは相当変わるのではないかと感じた
- タブレット端末がとても大きく、これってタブレット端末なのかと少し疑問に感じた
- 使用するのが両方共スマートフォンか、片方タブレットか、両方タブレットかで結果が
変わりそう

B.2 ファイル移動の比較実験

B.2.1 5-リッカート尺度による評価の結果

操作手法	評価項目	被験者 No.								平均	手法毎の 評価の平均値
		1	2	3	4	5	6	7	8		
操作手法 1	使いやすさ	3	3	3	3	1	5	2	2	2.750	2.666666667
	即時性	1	3	3	2	1	1	3	1	1.875	
	見た目	1	2	3	2	1	1	1	2	1.625	
	オリジナリティ	1	2	2	1	1	1	1	1	1.250	
	確実性	5	5	3	5	4	5	2	3	4.000	
	セキュリティ	5	5	4	5	5	5	5	2	4.500	
操作手法 2	使いやすさ	5	5	4	5	3	4	4	4	4.250	4.041666667
	即時性	5	5	4	5	5	5	4	4	4.625	
	見た目	4	4	4	5	4	4	4	4	4.125	
	オリジナリティ	4	5	4	5	5	3	3	4	4.125	
	確実性	4	2	2	3	5	2	4	3	3.125	
	セキュリティ	4	4	3	4	5	5	3	4	4.000	
操作手法 3	使いやすさ	2	2	3	4	2	1	3	5	2.750	3.56250000
	即時性	2	4	4	5	5	5	3	4	4.000	
	見た目	4	2	4	4	5	3	4	4	3.750	
	オリジナリティ	4	5	4	5	5	4	3	4	4.250	
	確実性	1	2	2	3	5	3	4	4	3.000	
	セキュリティ	2	3	3	4	5	5	3	4	3.625	

B.2.2 コメント

操作手法 1

使いやすさ 手順が多く、ディレクトリの移動中に目的地を間違えそう

いつもやっている動作なので迷いなくできた

ファイルシステムが使いづらい

昔からあるボタン操作のみのため

フォルダの階層を辿っていくのが大変

何度もディレクトリを行ったり来たりするので大変

即時性 手順が多いが、近いディレクトリならさほど時間はかからない

階層を行ったり来たりする必要があったため（時間がかかった）

接続したい端末を探すのに苦勞する

時間がかかる

見たい目

オリジナリティ 昔からあるボタン操作のみのため

アイコンのクリックなどは馴染み深いがオリジナリティはない

よくある

確実性 カット&ペーストが独立した操作なので確実そう

自分で送り先も確認しながらできるのでミスはなさそう

接続先やファイルを一つ一つ選ぶため、移動を間違えない限り誤作動はなさそう

表示される情報について予め知識があれば間違えなくできる

セキュリティ 確実なので抵抗はない

操作手法 2

使いやすさ ファイルの元の場所と貼り付け先が直接つながっているようでわかりやすい

小端末と大端末を一度垂直にするのが手間だった

2つの端末が1つになったかのような感覚になった（ため、使いやすい）

フォルダの把握や連携操作などをせず、データの移動の操作のみで済むので楽

慣れれば使いやすかった。わかりやすい

即時性 精度が上がればきっと快適

2つの端末が1つになったかのような感覚になった（ため、即時性がある）

操作手法 1 よりスピーディ

見た目 移動の様子が絵（画）で見えて楽しい。わかりやすい

アイコンが2画面に渡って移動する様子は、連携していることが伝わって良い

使いたくなる

オリジナリティ わかりやすいので誤作動は起きなさそう

あまり見たことがない

確実性 端末間の境界に入ってしまった時の対処が困った

別のファイルを触ってしまうことがあり送りたいファイルを送ってしまうことがあった

端末同士が不意に離れてしまうと不安

画像が見切れているときどうなっているのかわからない

実際にファイル移動するファイルを間違えたから

セキュリティ 上記の理由（端末同士が不意に離れてしまう）によりやや不安

操作手法 3

使いやすさ 手で抑えておくのは大変

タブレットとスマートフォンの接続が難しく、スマートフォンを支えながら操作を行うことが大変だった

垂直に突き立てて縦に起こす動作が少し難しい

操作手法 2 よりはつかいにくいが思ったほど難しくない

先の問題点（小端末と大端末を一度垂直にするのが手間）が、大端末が地面と垂直になっているためよりむずかしくなった

2つの端末を垂直状態で重ねながらスワイプ操作をする必要があったため

データの移動や連携は楽だが、端末を落とさないように支え得る分大変

操作手法 2 より使いやすかった

即時性 安定して移動できない

精度が上がればきっと快適

2つの端末が1つになったかのような感覚で使うことができた

早い

見た目 移動の様子が絵（画）で見えて楽しい。わかりやすい

使いたくなる

オリジナリティ タブレット端末を垂直にするという考えを持ったことがなかった

殆ど見たことがない

確実性 無理な手の状態や姿勢から端末を落としたりしてしまいそう

垂直にしたことにより誤って操作してしまうことが増えた

端末同士が不意に離れてしまうと不安

タッチ点をちゃんと取れば誤作動は無さそう

セキュリティ 上記の理由（無理な手の状態や姿勢から端末を落としたりしてしまいそう）から安心してできなそう

上記の理由（端末同士が不意に離れてしまう）によりやや不安

その他のコメント

- 操作手法3では、連携の際、垂直に立てるという動きをなくせば、まだ楽になりそう
- 垂直で使うよりも置く場所が無い状態だとどうなるか気になる。手で持っている場合など
- 操作手法3はデジタルサイネージ等に応用できそうだと感じた
- 現在は端末（スマートフォン）はどこに重ねても使えるようになっているので、置く場所に応じて機能や役割が違ったりすると、置く意味のようなものが広がるかと思いました。