

原著論文

写真撮影操作を用いた 複数モバイル機器に対するデータ送信手法

村田 和義¹⁾, 吉野 広太郎²⁾, 渋谷 雄¹⁾

¹⁾京都工芸繊維大学, ²⁾オムロンソーシアルソリューションズ株式会社

An Intuitive and Efficient Data Transmission Method to Surrounding Mobile Devices with the Manner of Taking a Picture

Kazuyoshi MURATA¹⁾, Kotaro YOSHINO²⁾, Yu SHIBUYA¹⁾

¹⁾ Kyoto Institute of Technology

²⁾ OMRON SOCIAL SOLUTIONS Co., Ltd.

Abstract: Nowadays, mobile devices embedded with a camera such as smart phones or tablet PCs are commonly used. When users of such devices take a picture and want to transmit it to some of people around them, they need to select individual mobile device one by one. However, such repeated selection is time consuming work for users. Users can also transmit using e-mail or wireless communication system, such as Bluetooth, but it is time consuming to choose intended mobile devices from a long list. In this paper, a method is proposed for transmitting pictures intuitively and efficiently to surrounding intended mobile devices. In this method, users can choose the devices by the similar way as taking a picture of them. As the result of experiment, it is found that the time to select the intended devices with the proposed method is shorter than with traditional methods. It is also found that the proposed method is intuitive and easy to learn its usage.

Keywords: mobile interaction, data transfer, smart phone, and tablet PC

キーワード: モバイルインタラクション, データ送信, スマートフォン, タブレット PC

1. はじめに

スマートフォンやタブレット PC などのモバイル機器にカメラが搭載される場合が増えてきた。また、赤外線通信、Bluetoothあるいは無線 LAN などの機器間無線通信機能もモバイル機器の多くに搭載されている。このようなカメラと無線通信機能を搭載したモバイル機器の普及によって、自分が撮影した写真のデータをその場で他のユーザのモバイル機器に送信したいという要求が増加すると考えられる。例えば、数人の仲間で行き先に出かけた際に、撮った写真をその都度交換する場面が考えられる。また、卒業式などで集合写真を撮る際に、1 台のカメラで撮影し、写っている全員のカメラに写真を配布する場面も考えられる。

現在、カメラ付きモバイル機器を用いて撮影した写真のデータをその場で相手のモバイル機器に渡す方法には、メモリカードなどの外部記録メディアを用いる方法、スマートフォンの赤外線通信のように機器同士を隣接させることにより送信先を

指定し送信する方法(以下、PtoP 手法と呼ぶ)、Bluetooth などの無線通信または e-mail を用いる場合のように送信先を一覧やアドレス帳から選択して送信する方法(以下、ListSelect 手法と呼ぶ)、そして flickr[1]やフォト蔵[2]などの写真共有サイトを利用する方法がある。

これらのうち、外部記録メディアを用いる方法は、送受信双方のモバイル機器で同じメディアに対応している必要がある上に、相手モバイル機器毎にメディアを着脱する必要がある。また、PtoP 手法では、送信先の指定に要する手順が少なく、データの送信を開始するまでの時間が比較的短い、1 対 1 の通信を前提としている。このようにこれらの方法では、複数のモバイル機器に写真データを送る場合に、同じ操作を機器数分繰り返す必要があり手間がかかる。

また、ListSelect 手法は、複数の送信先に一度にデータを送信できるが、その複数の送信先を指定するための操作が必要となる。例えば、送信先機器との通信経路を構築する「ペアリング」という操作やアドレス入力が必要となる。また、送信先候補一覧をあらかじめ作成しておいた場合でも、一覧から目的とする送信先を選択し、さらに送信先が正しいかどうかを確認する必要があるため手間がかかる。

さらに、写真共有サイトを用いた場合は、共有サイトの URL

2013 年 10 月 27 日受理

を相手に知らせる作業が必要であり、また、特定の相手のみと写真データを共有するためには、共有サイトの設定をその都度行う必要がある。

このように現状の手法には、「同時に複数の送信先を選択できないため、同じ操作の繰り返しが必要となり手間がかかる」あるいは「一度に送信することができるが、送信先の選択および確認に手間がかかる」といういずれかの問題点がある。

そこで本研究では、カメラ付モバイル機器を用いて撮影した写真データを、その場で周囲の目的とする複数のモバイル機器に効率的に送信するために、送信先の選択操作ならびに送信操作に写真撮影操作を用いる手法を提案し、その有用性を実験により評価する。

2. 関連研究

Rekimotoら[3]が提案する SyncTap は、卓上に置かれた PC などのデジタル機器同士を接続するために、2 台の機器のキーボード上の同じボタンを同時に同じ長さ押しという手法である。また、Hinckley ら[4]は、機器同士を接触させることでデータを送信する手法を提案している。さらに、Scott ら[5]の研究では、受信側機器のアドレスを埋め込んだ 2次元コードを受信側機器に表示し、送信側機器でそれを読み込むことによって Bluetooth の接続を行うという手法を提案している。また、Transfer Jet[6]は機器同士を直接かざすだけで通信を行う近接無線転送技術である。しかし、これらの手法は複数の機器と接続する場合、個々の機器に対して同じ操作を繰り返す必要があり、手間がかかる。

矢谷ら[7]は、携帯情報機器を持った手でユーザがボールをトスするような動作をし、そのトスを行った方向に存在する情報機器へファイルを送信する手法である Toss-It を提案した。Toss-It では、ユーザが持った携帯情報機器で扇を描くように手を振ると、1 度に複数の機器にファイルを送信することができる。しかし、手を振る動作によって送信するため、目的の機器を正確に選んだかどうかを確認することができず、手を振った範囲に送りたくない機器が存在しても送信してしまう可能性がある。これを回避するために手を振る範囲を限定すると、結局操作の回数が増え手間がかかることになる。

Wilson ら[8], Rekimoto ら[9], Shen ら[10]は、専用のテーブル上に置かれた機器間で写真などのデータを送信する手法を提案した。しかし、この手法では、テーブル面上という限られた場所のみでデータの送信が可能であるため、撮影したその場で写真を交換することができない。

3. 提案手法

本研究では、写真データを送信側のモバイル機器のカメラの撮影範囲内に受信側のモバイル機器を収め、シャッターボタンを押すという写真撮影操作によって受信側モバイル機器

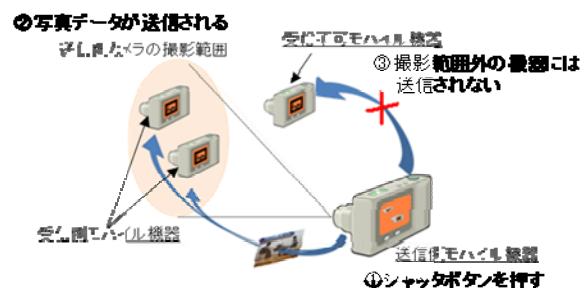


図 1. 提案手法概念図
Fig.1 Concept of proposed method.

を選択し、写真データを送信するという手法を提案する。この手法では、受信側のユーザは自身のモバイル機器を送信側の撮影範囲内に収めるだけでよい。

提案手法の概念図を図 1 に示す。図 1 において、「送信側モバイル機器」のシャッターボタンを押す(図 1 内の①)と、「送信側カメラの撮影範囲」に入っている「受信側モバイル機器」(図 2 においては 2 台)に写真データが送信される(図 1 内の②)。一方、「送信側カメラの撮影範囲」に入っていない「受信不可モバイル機器」には写真データは送信されない(図 1 内の③)。提案手法の利点を、以下に示す。

- (1) 送受信にモバイル機器以外の機器が不要であり、写真を撮影したその場で送信できる。
- (2) 送信に必要な操作が写真撮影と同様に撮影範囲の変更とシャッターボタン押下のみであるため、直感的かつ手間がかからない。
- (3) 送信側の撮影範囲に複数のモバイル機器を収めることによって、複数の機器を同時に選択できる。
- (4) 撮影範囲の調整ならびにモバイル機器の移動により周囲のモバイル機器の中から目的とする機器のみを選択できる。
- (5) 送信側のモバイル機器のディスプレイで受信側モバイル機器を目視により容易に確認できる。
- (6) カメラと機器間通信機能を備えた現行のモバイル機器で実現できる。

4. 試作システム

本章では、提案手法を実装した試作システムについて述べる。本システムでは、受信側モバイル機器のディスプレイに表示した 2次元画像パターン (AR マーカ[11]) を送信側モバイル機器で認識することにより、写真データ送信先となるモバイル機器を特定する。この試作システムの主たる部分は、他のモバイル機器との通信を処理する通信部と受信側となるモバイル機器を認識する認識部の 2 つに大別できる。

なお、本システムにおけるモバイル機器として、一般的なカメラのシャッターボタンの位置(ディスプレイを手前にして両手で把持した際の上右側)にボタンを加えた SONY 製の VAIO

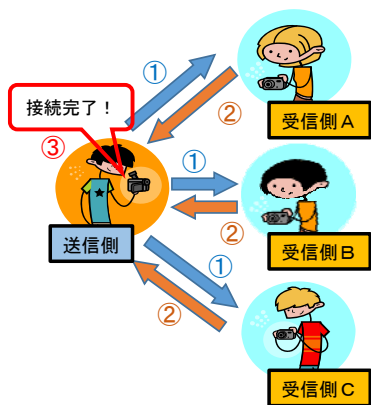


図 2. 送信側機器と受信側機器の接続
Fig.2 Connecting the sender's mobile device and the receivers' mobile devices.

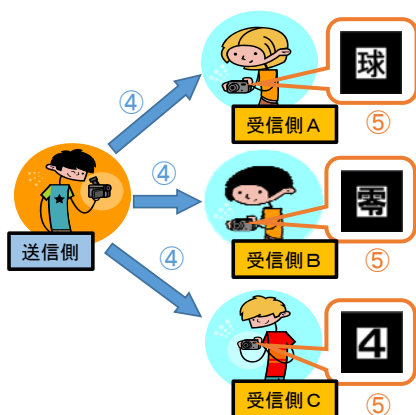


図 3. 2次元画像パターンの送信と表示
Fig.3 Sending two-dimensional image patterns to the receivers and displaying each pattern on each receiver's display.

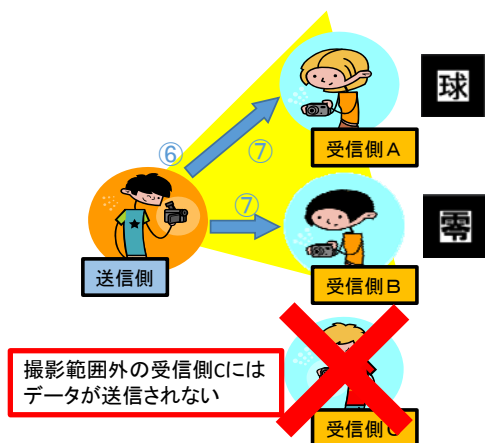


図 4. 受信側の特定とデータの送信
Fig.4 Identifying the destination of data transmission and transmitting the data.

type U VGN-UX90PS(CPU:Core Solo U1400 @1.20GHz, Memory: 512MB, OS:Microsoft Windows XP, ディスプレイ: 4.5 型 1024×600[pixel], 背面カメラ:131 万画素)を使用し, 通信には無線 LAN を用いた. また, プログラム開発には

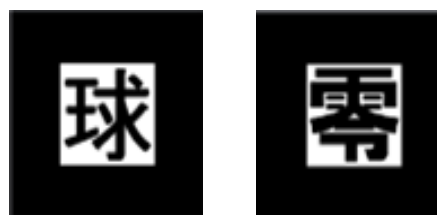


図 5. 2次元画像パターンの例
Fig.5 Examples of two-dimensional image patterns.

Microsoft 社の Visual Studio 2005 上の C#を使用した.

4.1 通信部

本システムでは, 送信側機器をサーバとし, 受信側機器をクライアントとする, サーバクライアントモデルによる通信を行う. 本システムにおいては各モバイル機器の IP アドレスは同一セグメント内の固定アドレスとした. 本システムにおける通信の手順を以下に示す. なお, < >内はユーザの操作である. また, 図 2 から図 4 はこれらの手順を図解したものである. 図中の番号は手順の項目番号と対応する.

- ① < 送信者が送信したい写真を選択しデータ送信モードに切り替える > 送信側機器が受信側機器に対して送信側機器の IP アドレスをブロードキャストする. これは UDP 通信により行う.
- ② 送信側機器の IP アドレスを受け取った受信側機器はその IP アドレスに対して接続要求をする. これ以降の通信は全て TCP/IP 通信により行う.
- ③ 送信側機器は接続要求を受けた順番にすべての受信側機器と接続を行う.
- ④ 送信側機器は接続した受信側機器それぞれに互いに異なる 2 次元画像パターンを送信する.
- ⑤ 受信側機器は送信されてきた 2 次元画像パターンをディスプレイに表示する. < 受信を希望する受信者は画像パターンが表示されたモバイル機器のディスプレイを送信者側機器に向ける >
- ⑥ < 送信者は目的とする受信側機器の 2 次元画像パターンを送信者側機器の撮影範囲内に収め, シャッターボタンを押す > 画像認識により送信側ディスプレイ内の 2 次元画像パターンがどの機器のものかを識別し, 受信側機器を特定する.
- ⑦ 特定した受信側機器にデータを送信する.

4.2 認識部

本システムでは, 受信側機器のディスプレイに 2 次元画像パターンを表示し, 送信側機器のカメラが捕らえた画像中からこの 2 次元画像パターンを認識することにより受信側機器を特定する. 2 次元画像パターンの認識には, ARToolKit[11]を用いた. また, 今回用いた 2 次元画像パターンは, 試作システムにおいて表示可能な最大サイズの正方形とし, その 1 辺は



図 6. 受信側端末認識例
Fig. 6 Four receivers on the sender's display are recognized.

約 5.8[cm]であった。2 次元画像パターンの例を図 5 に示す。
現在一般的に利用されているモバイル端末には液晶ディスプレイが標準的に備わっており、本システムの利用に際し特別な装置の追加を必要としない。また、表示内容を動的に変更できるために、時と場合に応じた固有の画像パターンを提示することが可能である。さらに、提示内容を送信者および受信者自身が視認できるために、動作の状況を確認することが容易である。

試作システムを屋外で使用したところ、ディスプレイに太陽光が差し込むと、画像パターンの認識が困難であったが、手をかざすなどして受信側のディスプレイに光が入りこまないようにすると、約 3[m]の距離で認識することができた。さらに、屋内であれば、同程度の距離で複数台の認識も可能であった。

ただし、今回の試作システムでは同時に 11 個以上の画像パターンを認識しようとする、撮影範囲内に収めていても認識できない場合があった。これは、使用したカメラの解像度による限界である可能性が考えられる。そのため、以下の評価実験では、10 台の機器までを対象とした。

また、2 次元画像パターンを検出すると、送信側機器のディスプレイ上の検出した位置に色の付いた立方体を重ねて表示し、現在どの機器が認識されているかを明示するようにした。図 6 に、4 台の受信側機器を検出した送信側機器のディスプレイの表示例を示す。

5. 評価実験

本実験の目的は、提案手法の有用性を従来手法との比較評価実験によって示すことである。

5.1 従来手法

従来手法としては、1. で述べた PtoP 手法と ListSelect 手法を用いた。PtoP 手法では、図 7 に示すように、送信側機器と受信側機器とを互いに近づけ、タッチパネルディスプレイに表示された「赤外線送信」ボタンを送信者が押すことによってデータが送信される。

ListSelect 手法では、送信者がタッチパネルディスプレイに表示された「機器検索」ボタンを押すと、受信可能機器の一覧が表示される(図 8 参照)。送信者は、受信者との対話等により



図 7 PtoP 手法によるデータ送信
Fig. 7 Data transmission with PtoP method.



図 8 ListSelect 手法の操作画面
(左: 受信可能機器一覧, 右: 操作ボタン)
Fig. 8 User interface of ListSelect method
(left: available receivers, right: command buttons).

目的の機器名を取得し、表示された一覧からその機器名を選択して「OK」ボタンを押すと、選択した機器にデータが送信される。

5.2 実験タスク

実験タスクは、実験者が指定した受信者に、被験者が持つモバイル機器上にあらかじめ用意した 1 つの写真データを送付することである。また、受信可能な受信者の数と実験者が指定する受信者の数の組み合わせとして以下の 4 種類を用意した。

- (受信可能者)1 人中(受信者として)1 人を指定 (以下、「タスク少」と呼ぶ)
- 4 人中 4 人を指定 (以下、「タスク中」)
- 10 人中 10 人を指定 (以下、「タスク多」)
- 10 人中 4 人を指定 (以下、「タスク選」)

なお、これらの組み合わせにした理由は以下のとおりである。まず、人数変化による影響を測るために、最も少ない 1 人、少人数での旅行を想定した 4 人、集合写真の人数を想定した 10 人を設定した。また、送信したくない人が周囲にいた場合の影響を調べるために 10 人から 4 人を選ぶ場合も設定した。したがって、被験者 1 人当たりのタスク数は 12 (=3 手法 × 受信側 4 条件) である。また、実験時に各被験者に与える手法および受信側条件の順序は、順序効果が生じないようにバランスを取った。

図 9 にタスク開始時の被験者等の配置を示す。図 9 に示すように、送信者である被験者を中心とした半径約 3[m]の円周上に受信者としてモバイル機器を持った協力者を最大 4 人配

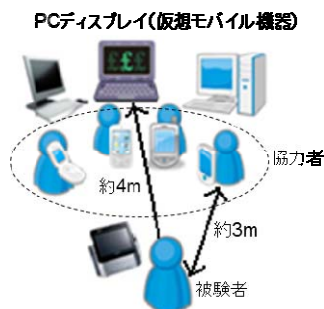


図9 実験設定

Fig. 9 Experimental configuration.

置した。また、半径約4[m]の円周上に3台のディスプレイを配置し、各ディスプレイに受信側モバイル機器の2次元画像パターンを提示したウィンドウ(仮想モバイル機器)を2個ずつ計6個提示した。協力者およびディスプレイの被験者からの距離は、10人程度の集合写真を撮る場合を想定して設定した。また、すべてのタスクにおいて、集合写真を撮る際には写る側の人が重ならないように並ぶ状況を想定して、初期位置では協力者とディスプレイが被験者から見て撮影範囲に収まりつつも互いに重ならないように配置した。

なお、「タスク少」では、協力者1人のみを配置し、3台のディスプレイの電源を切り何も表示しなかった。また、「タスク中」では、協力者4人を配置し、3台のディスプレイの電源を切り何も表示しなかった。さらに、「タスク多」では、協力者4人を配置し、3台のディスプレイそれぞれに仮想モバイル機器を2個ずつ計6個表示した。そして、「タスク選」では、協力者4人を配置し、3台のディスプレイそれぞれに仮想モバイル機器を2個ずつ計6個表示し、受信者として協力者4人を指定した。

5.3 被験者

本実験における送信者である被験者として12人を、受信者である協力者として15人を採用した。なお、いずれも携帯電話やデジタルカメラなどのモバイル機器およびPCを日常的に使用している大学生および大学院生であった。また、協力者については、実験間で一部重複があった。

被験者および協力者には、データの送信がしやすいように移動することを許した。なお、各手法で実験タスクを行う前に被験者および協力者がその手法に十分慣れたと思うまで練習を行ってもらった。また実験中、被験者には協力者を移動させたり、機器名を確認したりするために、協力者と対話することを許した。また、各タスクはできるだけ早く正確に達成するように指示した。

ListSelect手法においては指定された受信者と機器名とを対応させる必要があるが、機器名は各受信者と対話することにより得た。ただし、ディスプレイに表示された仮想モバイル機器の機器名は実験者との対話により得た。また、機器名を覚えることによる学習効果をなくすため、受信者の機器の名前は

タスクごとに異なるものとした。

また、各手法において実際にデータ送信を行うと、送信方法あるいは送信時のネットワーク状態などによって、送信に要する時間が変動することが考えられる。送信に要する時間が変動すると提案手法の有効性を正しく評価することができないと考え、本実験ではインタラクションにかかる手間の軽減に着目し、送信開始までをタスクとして扱った。さらに、PtoP手法では、被験者に赤外線通信を行う際に機器を近づけなければならないことを説明し、実験中には双方の機器を互いに十分近づけてもらった。

5.4 評価項目

本実験では、客観的評価尺度としてタスク達成時間とエラー率を測り、主観評価のためにアンケートとインタビューを行った。

各手法におけるタスク達成時間とは、各手法におけるタスク開始操作(提案手法:モバイル機器を下に向けてシャットボタンを押す, PtoP手法:実験開始ボタンを押す, ListSelect手法:機器検索ボタンを押す)からタスク完了操作(提案手法:受信者を確認してシャットボタンを押す, PtoP手法:最終受信者に対する赤外線送信ボタンを押す, ListSelect手法:目的の機器をすべて選択後OKボタンを押す)までとした。指定されていない受信者のモバイル機器を間違えて選択した場合、指定した受信者のモバイル機器を選択できなかった場合、および同じモバイル機器を2度選択してしまった場合は失敗タスクとし、タスク達成時間の評価から除外することとした。また、提案手法における2次元画像パターンの認識の際に、送信側機器の撮影範囲内の受信側機器を1台でもシステムが認識できなかった場合をシステムエラーとし、タスク達成時間およびエラー率の評価から除外することとした。

エラー率は以下に示す式のとおりである。

$$R_e = \frac{N_e}{N_t}$$

ここで、 R_e はエラー率、 N_t はシステムエラーを除いた有効タスク数、そして N_e は失敗タスク数である。

主観評価として、各手法による4つの実験タスクが終了するごとに以下の項目についてアンケートを実施した。

- Q1:この操作は簡単でしたか?
1:難しい, 2:どちらかといえば難しい, 3:どちらともいえない, 4:どちらかといえば簡単, 5:簡単
- Q2:この手法を覚えるのは容易でしたか?
1:困難, 2:どちらかといえば困難, 3:どちらともいえない, 4:どちらかといえば容易, 5:容易
- Q3:今後もこのシステムを使いたいと思いましたか?
1:使いたくない, 2:どちらかといえば使いたくない, 3:どちらともいえない, 4:どちらかといえば使いたい, 5:使いたい

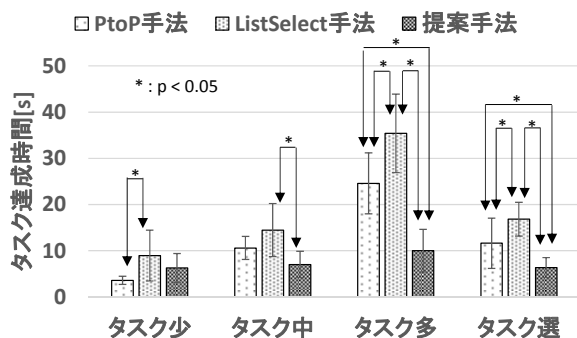


図 10. タスク達成時間
Fig.10 Task completion time.

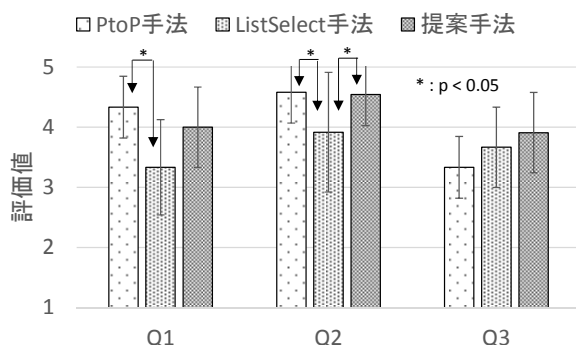


図 11. 主観評価結果
Fig.11 Result of subjective evaluation.

表 1. エラー率(R_e)

Table 1 Error rate (R_e)

手法	タスク少	タスク中	タスク多	タスク選
PtoP	0(=0/12)	0(=0/12)	0(=0/12)	0.08(=1/12)
ListSelect	0(=0/12)	0(=0/12)	0(=0/12)	0(=0/12)
提案	0(=0/12)	0(=0/(12-3))	0.14(=1/(12-5))	0(=0/(12-1))

また、全被験者の実験終了後、全員に「赤外線通信およびデジタルカメラ撮影の経験」と「今後も使いたいと思った理由」を対面のインタビューにより尋ねた。

5.5 実験結果

受信側条件別のタスク達成時間を図 10 に、エラー率を表 1 に示す。また、アンケート結果を図 11 に示す。なお、タスク達成時間の分析には手法と受信側条件による二元分散分析を、主観評価については手法による一元分散分析をそれぞれ行い、主効果が見られたものには Tukey の方法により多重比較を行った。以下で、有意差を論じる場合の危険率は 5% である。また、p 値が 0.05 以上 0.1 未満の場合は有意傾向にあるとする。

提案手法において、被験者が目的のユーザを撮影範囲に収めきれなかった失敗タスクが 1 個あり、システムが 2 次元画像パターンを認識できなかったシステムエラーが 9 個あった。

PtoP 手法においては 1 つの失敗タスクがあった。これは同じユーザに向けて「赤外線送信」ボタンを 2 回押し間違い、データを 2 回送ってしまったというものであった。

タスク達成時間において、「タスク中」では、提案手法が ListSelect 手法に比べ有意に短かった。「タスク多」および「タスク選」では、提案手法は PtoP 手法および ListSelect 手法よりも、また PtoP 手法は ListSelect 手法よりもタスク達成時間が有意に短かった。さらに、「タスク少」では、PtoP 手法が ListSelect 手法に比べ有意にタスク達成時間が短かった。

図 11 に示すとおり、Q1「この操作は簡単でしたか？」では、PtoP 手法が ListSelect 手法に比べ有意に簡単であるという結果であった。Q2「この手法を覚えるのは容易でしたか？」では、PtoP 手法と提案手法が ListSelect 手法に比べ有意に容易であるという結果であった。Q3「今後もこのシステムを使いたいと思いましたが？」では、危険率 5% では有意差がみられなかったものの、提案手法は他の手法よりも使いたいと評価されていた。また、提案手法と PtoP 手法の間の差は有意傾向にあった ($p=0.083$)。

6. 考察

6.1 タスク達成時間

PtoP 手法は 1 度に 1 人にしか送信できない。受信者数の増加に伴い送信者である被験者の移動回数および操作回数が増えた結果、タスク達成時間が増加したと考えられる。

ListSelect 手法においては、一覧上に表示される名前と目的の受信者が持つ機器の名前との一致の確認を受信者との対話により行う必要があったため、受信者数の増加に伴い、対話および一覧からの選択に時間がかかり、タスク達成時間が増加したと考えられる。

これらに対し、提案手法では、送信者と受信者が対話しつつ互いに移動することによって比較的短時間で受信者のモバイル機器を被験者の持つカメラの撮影範囲に収めることができたと考えられる。また、シャッターボタンを 1 度押す操作のみでデータを複数の機器に送信することができることもあり、受信者数が増えても、従来手法ほどにはタスク達成時間が増加しなかったと考えられる。

なお、受信者は同じ 4 人であるが受信可能者数が 4 人と 10 人と異なる「タスク中」と「タスク選」の間には違いを見いだすことはできなかった。これはいずれの場合にも受信者の初期位置が同じだったことおよび「タスク選」における非受信者であるディスプレイが被験者から見て受信者の背後に位置したことによりその影響が小さかったためと考えられる。非受信者が受信者の間に混在する場合の影響についてはさらなる実験が必要であると考えられるが、これは今後の課題とする。

6.2 エラー率

提案手法を用いた「タスク多」において、被験者が目的の機

器すべてを撮影範囲内に収めることができないという失敗タスクが1つ見られた。これは受信側のモバイル機器の1つを撮影範囲に収められず、またそのことに気づかなかったことが原因であった。送信者に選択中の受信者数を知らせたり、受信者に対して自身のモバイル機器が選択されているかどうかを知らせたりするフィードバックの導入が必要である。また、「タスク多」におけるシステムエラーが他の場合に比べて多い点は、カメラの解像度に起因すると考えられるが、今後改善すべき項目の1つである。

さらに、PtoP手法においても同じ機器にデータを2度送ってしまうという失敗タスクが1つ見られた。これは、早く次の機器に送信しようとするあまり誤って同じ機器に2度送ってしまったと考えられる。

6.3 主観評価

Q1「この操作は簡単でしたか？」では、PtoP手法がListSelect手法に比べ有意に簡単だったという結果であり、提案手法はその中間に位置していた。ListSelect手法は複数の受信機器を選択するためにそれぞれの機器名を取得し、一覧からタッチパネルを用いて選択する操作が必要である。また、提案手法は複数の受信機器を選択するための操作数がListSelect手法に比べて少ないが、受信者を移動させるためにそれぞれと対話しなければならない。これらに対し、PtoP手法は、そもそも1対1でしか通信ができないため受信機器名を取得する必要がなく、1送信あたりの操作数も少ない。そのため、このような結果になったと考えられる。

Q2「この手法を覚えるのは容易でしたか？」では、提案手法とPtoP手法がListSelect手法に比べ有意に優れていた。これは提案手法の写真を撮影するかのように受信側モバイル機器を撮影範囲に入れてシャッターボタンを押すという操作と、PtoP手法の赤外線送受信部を近づけて送信するという操作が、それぞれ自然で直感的であることが理由として考えられる。また、実験後のインタビューにより、被験者の12人中9人が赤外線通信を使用した経験があり全員がデジタルカメラによる写真撮影経験があったことがわかっており、このような経験が影響したことも考えられる。

Q3の「今後もこのシステムを使いたいと思いませんか？」という項目では、提案手法がPtoP手法に比べ、有意傾向ではあるが、高い評価を得た。実験後のインタビューにおいて使いたいと思った理由を尋ねたところ、5人が「提案手法は目新しさがあり、面白そうだから」と、2人が「人数が増えたらもっと楽になるから」と、そして1人が「知らない人に邪魔されず仲間内だけで使える手法だから」と答え、12人中8人が肯定的な回答をした。これより、提案手法は興味を引く手法であり、周囲の複数の受信者に対して効率的にデータを送信することができると被験者が感じる手法であることがわかった。

7. おわりに

本論文では、周囲の複数のモバイル機器に対してデータを送信する際に用いられている現状の手法には問題点として、「同時に複数の送信先を選択できないため、同じ操作の繰り返しが必要となり手間がかかる」あるいは「一度に送信することができず、送信先の選択および確認に手間がかかる」のいずれかが存在する点を指摘し、これらを解決するために写真撮影操作を用いたデータ送信手法を提案した。

赤外線通信のような個々のモバイル機器を選択し送信するPtoP手法および一覧からモバイル機器を選択して送信するListSelect手法との比較実験により、提案手法はこれらの従来手法に比べて、複数の目的のモバイル機器をより短い時間で選択できる手法であることがわかった。また、提案手法の操作として用いた写真撮影操作は、今回の被験者にとっては慣れた操作であり、学習が容易であることもわかった。さらに、被験者はこの手法を今後も使いたいと感じていることがわかった。

なお、本研究では送信対象として写真データを取り上げたが、提案手法は写真データに限らずモバイル機器間のデータ送信手法として利用可能であり、有用であると考えられる。

今後の課題として、6.1および6.2で述べたように、非受信者と受信者が混在する場合の評価、受信者の選択漏れを防ぐための有効なフィードバックの提示、および今回用いたカメラの解像度の限界に起因すると思われるシステムエラーの改善が挙げられる。また、今回の試作システムで用いた2次元画像パターンのサイズは現行のモバイル機器の標準的なディスプレイサイズに比べてやや大きなものであったので、カメラの解像度とあわせた今後の検討が必要である。さらに、モバイル機器の使用経験の違いが提案手法の有用性に与える影響の評価も行う必要がある。

参考文献

- [1] Yahoo! Inc.: flickr, <http://www.flickr.com/>, (参照 2013-10-27).
- [2] Unoh Inc.: フォト蔵, <http://photozou.jp/>, (参照 2013-10-27).
- [3] Rekimoto, J., Ayatsuka, Y. and Kohno, M.: SyncTap: An interaction technique for mobile networking, Proc. MobileHCI 2003, pp. 104-115 (2003).
- [4] Hinckley, K.: Synchronous gestures for multiple persons and computers, Proc. UIST 2003, pp. 149-158 (2003).
- [5] Scott, D., Sharp, R., Madhavapeddy, A. and Upton, E.: Using visual tags to bypass Bluetooth device discovery, SIGMOBILE Mob. Comput. Commun. Rev., Vol. 9, No. 1, pp. 41-53 (2005).
- [6] TransferJet Consortium: TransferJet ホワイトペーパー, http://www.transferjet.org/ja/tj/transferjet_whitepaper_J.pdf, (参照 2013-10-27).
- [7] 矢谷浩二, 岸村俊哉, 田村晃一, 杉本雅則, 橋爪宏

達:Toss-It: モバイルデバイスにおける情報の移動を直感的に実現するインタフェース, 電子情報通信学会技術研究報告, Vol. 104, No. 169, pp. 19-24 (2004).

- [8] Wilson, A. D. and Sarin, R.: BlueTable: connecting wireless mobile devices on interactive surfaces using vision-based handshaking, Proc. GI 2007, pp. 119-125 (2007).
- [9] Rekimoto, J. and Saitoh, M.: Augmented surfaces: a spatially continuous work space for hybrid computing environments, Proc. CHI 1999, pp. 378-385 (1999).
- [10] Shen, C., Everitt, K. and Ryall, K.: UbiTable: Impromptu face-to-face collaboration on horizontal interactive surfaces, Proc. UbiComp 2003, pp. 281-288 (2003).
- [11] Kato, H., Billingham, M., Poupyrev, I., Imamoto, K. and Tachibana, K.: Virtual object manipulation on a table-top AR environment, Proc. International Symposium on Augmented Reality, pp. 111-119 (2000).

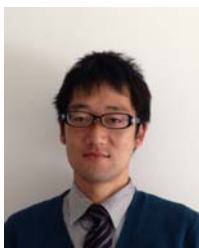
従事. ヒューマンインタフェース学会, 電子情報通信学会, システム制御情報学会, 日本人間工学会, 情報処理学会, ACM 各会員.

著者紹介



村田 和義(正会員)

2005 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科情報・生産科学専攻修了. 博士(工学). 同年東京農工大学産学官連携研究員. 同大学特任助手, 特任助教を経て, 2007 京都工芸繊維大学情報科学センター助教. 遠隔地間でのコミュニケーションやインタラクションの支援に関する研究に従事. 電子情報通信学会, ヒューマンインタフェース学会各会員.



吉野 広太郎

2009 京都工芸繊維大学大学院工芸科学研究科情報工学専攻博士前期課程修了. 現在オムロンソーシアルソリューションズ株式会社に勤務. 在学中はモバイルインタラクションに関する研究に従事.



渋谷 雄(正会員)

1985 阪大・工・通信工学卒. 1990 同大学大学院博士課程修了. 工博. 同年京都工芸繊維大学工芸学部助手. 同講師, 同助教授を経て, 2007 同大学情報科学センター教授. 1997~1998 ドイツ, カッセル大学客員研究員. ヒューマンインタフェース, メディアコミュニケーション, モバイルインタラクションに関する研究に