

## 様式 C-19

### 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 6月 1日現在

機関番号：14303

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21500121

研究課題名（和文） 対面する複数モバイルユーザ間の直感的かつ効率的データ交換手法

研究課題名（英文） An Intuitive and Efficient Data Transmission Method to Surrounding Mobile Devices with the Manner of Taking a Picture

研究代表者

渋谷 雄 (SHIBUYA YU)

京都工芸繊維大学・情報科学センター・教授

研究者番号：70226190

研究成果の概要（和文）：

カメラ付きモバイル機器を用いて撮影した写真データを、その場で効率的に周囲の複数のモバイル機器に送信するために、送信側のモバイル機器のカメラの撮影範囲に受信側のモバイル機器のディスプレイを収め、送信側がシャッターボタンを押すことで、データを送信する手法を提案した。なお、受信側のディスプレイには各機器固有の2次元画像パターンを提示し、送信側が受信側機器を特定できるようにした。評価実験の結果、提案手法は従来手法に比べて、複数の受信側モバイル機器をより効率的に選択でき、その操作方法の学習も容易であることがわかった。

研究成果の概要（英文）：

Nowadays, mobile devices embedded with a camera such as cellular phones or PDAs 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.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010年度	900,000	270,000	1,170,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：ヒューマンインタフェース

科研費の分科・細目：情報学、メディア情報学・データベース

キーワード：ユーザインタフェース、マルチモーダルインタフェース、ヒューマンインタフェース、モバイルインタラクション

## 1. 研究開始当初の背景

モバイル機器の普及により、モバイルユーザ間でのデータ交換の必要性も高まっている。しかし、現状のデータ交換手法は、PC等の従来型のデータ交換手法に倣ったものであり、データ交換相手を選択し、相手との接続を確保した後に、データを交換し、交換後に接続を解除するという手順が必要な場合が多い。このような手順は、一般ユーザにとっては複雑な作業であり、手数がかかる。さらに、複数の相手とのデータ交換を行う場合には非常に時間と手間がかかる。

これまでも、机上に置かれたモバイル機器間でデータを交換する手法等が提案されているが、このような手法では、データを交換するための特定の場所にユーザが集まる必要があるために、モバイル環境で利用するには不向きである。また、モバイル機器を複数の相手に向かって水平方向に振ることによってデータを送付する試みもあるが、同じ方向に送付相手以外がいた場合にそれを認識したり除外したりすることが困難である。

## 2. 研究の目的

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した。

## 3. 研究の方法

### (1) 提案手法

本研究では、写真データを送信する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1においては2台)に写真データが送信される。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。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。

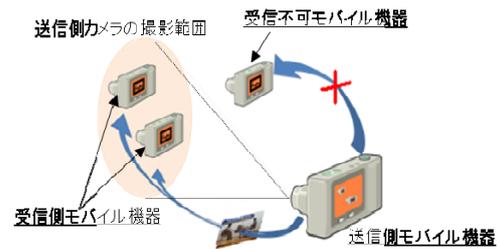


図1 提案手法概念図

### (2) 評価実験

提案手法と従来手法との比較評価実験を行った。なお、従来手法としては、携帯電話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）、および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）を採用した。

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 2 にタスク開始時の被験者等の配置を示す。図 2 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を重ね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。

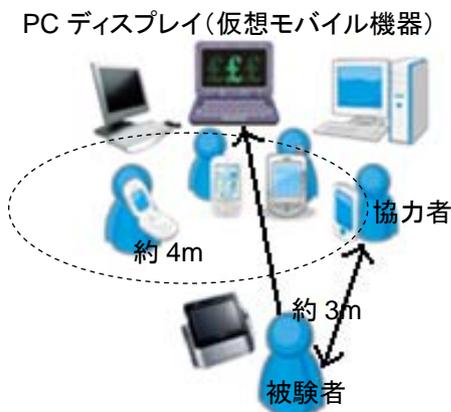


図 2 実験時配置図

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。

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。

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ターボタンを押す、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ターボタンを押す、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。

#### 4. 研究成果

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く、PtoP 手法は ListSelect 手法よりも短いという有意傾向が見られた。「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。

PtoP手法は1度に1人にしか送信できないので、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ため、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。

エラー率に関しては、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かった点は、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一つである。

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。

以上から、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、主観評価により、被験者はこの手法を今後も使いたいと感じていることもわかった。

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。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

- [1] 山田 浩輝, 村田 和義, 渋谷 雄: モバイル機器におけるドキュメント閲覧効率化のためのテキストと図表の独立ズームリング, モバイル学会誌, Vol. 2, No. 1, pp. 9-14 (2012). (査読有)
- [2] Yu Shibuya, Kazunobu Nagata, Kazuyoshi Murata: An Efficient Document Browsing Method with Floating Diagram Window on Mobile Device, Human-Computer Interaction (Proc. HCI2011), Vol. 6763, pp. 101-106 (2011). (査読有)
- [3] 村田 和義, 永友 圭一郎, 渋谷 雄: 携帯端末の動きによるズームとスクロールの並行実行を用いたWebページ閲覧手法, モバイル学会誌, Vol. 1, No. 1, pp. 55-61 (2011). (査読有)
- [4] 大下 純平, 村田 和義, 渋谷 雄: モバイル機器における電子メモ作成のための人差し指の一筆書き動作による文字入力手法, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 12, No. 4, pp. 459-470 (2010). (査読有)
- [5] Yu Shibuya, Keiichiro Nagatomo, Kazuyoshi Murata, Itaru Kuramoto, Yoshihiro Tsujino: Empirical Evaluation of Throwing Method to Move Object for Long Distance in 3D Information Space on Mobile Device, Human Interface and the Management of Information, Vol. LNCS5618, pp. 468-475 (2009). (査読有)

[学会発表] (計3件)

- [1] 永田 和信, 村田 和義, 渋谷 雄: モバイル機器における片手操作時の選択可能範囲外にあるオブジェクトの引き寄せ手法, シンポジウム「モバイル'12」論文集, pp. 35-40 (2012. 3. 16). 大阪市, 大阪市立大学 (査読無)
- [2] 川勝 光, 村田 和義, 渋谷 雄: リンク先への意図しない移動を防止するためのモバイル機器におけるWeb閲覧法, シンポジウム「モバイル'12」論文集 (別冊), pp. 10-10 (2012. 3. 16). 大阪市, 大阪市立大学 (査読無)
- [3] 永田 和信, 渋谷 雄, 村田 和義: モバイル機器における文書閲覧の効率化を目標とした図表引き寄せ手法, ヒューマンインタフェースシンポジウム 2010

論文集 (DVD-ROM), pp. 909-916  
(2010.9.10). 滋賀県, 立命館大学 (びわ  
こ・くさつキャンパス) (査読無)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

渋谷 雄 (SHIBUYA YU)  
京都工芸繊維大学・情報科学センター・  
教授  
研究者番号 : 70226190

(2) 研究分担者

村田 和義 (MURATA KAZUYOSHI)  
京都工芸繊維大学・情報科学センター・  
助教  
研究者番号 : 60422507

(3) 連携研究者

( )

研究者番号 :