

Grab&Drop: 方位センサに基づくデバイス認識と

ジェスチャー操作による情報交換方式の提案

Grab&Drop: Media Exchange by Gesture Operations based on Device Recognition using an Orientation Sensor

矢野 昭文† 外村 佳伸†
Akifumi Yano Yoshinobu Tonomura

1. はじめに

情報のやりとりをするための最も基本的な処理は、“移動”である。これをひとつのコンピュータ上で人が操作する場合には、GUIを介してアイコン操作などで、ある程度直感的に行うことができる。機器間の情報の移動については、ひとつのコンピュータ上で仮想的に同様に扱えるようにするか、機器間をまたぐ特殊なインターフェースを用意する必要がある。例えば、池松ら^[1]の記憶の石などが挙げられる。こうしたインターフェースでは、いかに人の操作としてあたかもモノを移動するように、直感的にできるかが重要になる。一方、ひとつの情報を複数の機器に分配しようとする、現状では、上記移動を機器毎に繰り返すしかない。

そこで本論文では、写真を複数の機器に分配するような状況を例に、人が直感的で効率的に操作できる方式 Grab&Drop を提案する。この方式では、近年、個人のポータブルな情報機器として普及が進みつつあるスマートフォンを対象に、その方位センサを基にした機器の識別と、テーブル上での簡単なジェスチャーにより、あたかもモノを扱うがごとく、直感的に情報を移動/分配できるインターフェースを持つことに特徴を有する。また、その特徴を活かし、各機器の向きに応じて異なる処理を施すことができ、そのことにより新たな付加価値が生まれる活用例を紹介する。

2. 情報の移動/分配

人と人、またコンピュータと人との間の情報のやりとりの基本形を図1に示す。まず、人がコンピュータとやりとりする際の“投稿”や“取得”がある。また、人と人が直接やりとりする“交換”や複数の人に同じ情報を送信する“分配”が考えられる。こうした情報のやりとりの基本操作は“移動”である。

現在一般に用いられている GUI では、ドラッグ&ドロップなどの操作でデータを移動できる。こうした操作は直感的で分かりやすく、多くの人が馴染んでいると思われる。図1のように、複数の人が情報を共有、交換、分配するためにデータを移動させることを考えると、各人の持つ機器間やコンピュータとのやりとり、特に複数に分配するのは簡単ではない。本論文では、これら“移動”と“分配”の機能に特徴を有する操作方式を提案する。

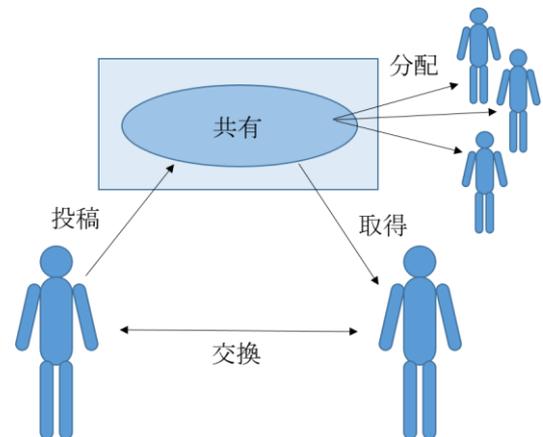


図1: 人と人/コンピュータと人との情報のやりとり

3. Grab&Drop の提案

3.1 基本コンセプト

本システムは、図1のような状況の具体例として、複数の人がスマートフォンに保存された写真を持ち寄ってテーブル上に拡げ、テーブルを囲む他者に写真を手渡したり、写真を共有しながら議論を交わすなど、情報共有や協創作業のための場を想定している。このためには、各人がスマートフォンに保持している画像を投稿して表示させ、さらにその画像を自由に配置や、全員で閲覧できる環境が必要となる。また、逆に各スマートフォンに画像を配ることを考えると複数あるスマートフォンのどれに配るかのデバイス認識も必要となってくる。以上を踏まえ、

- ・テーブル上で複数人が利用できる
- ・直観的で自然に操作できる
- ・対象機器を選別できる

を実現することとした。

3.1.1 テーブル上のシステム構成

各個人がスマートフォンに保持している画像を素材としてテーブル上に拡げて作業できるように、プロジェクタを用いて、テーブル上に投射を行う。投射することにより、特定のテーブルに依存せず、既存のテーブルをそのまま活かすことができるため、利用環境を容易に設置することが可能である。さらに、テーブルへの投射映像が作業中の利用者の手やモノで遮って影にならないように、テーブルの一辺上から超短焦点プロジェクタで投射する。

†龍谷大学理工学研究科情報メディア学専攻

また、テーブルを囲む全員で投影された素材画像を見る場合、テーブル上の表示では、利用者の見る方向がそれぞれ変わるため全員が同じように見ることは難しい。そこでテーブルの横にディスプレイを設置して、素材については全員が同じように見ることが出来る画面を設ける。

以上のことから、2つの映像出力を用いてテーブル環境を構築する(図2)。プロジェクタによるテーブル上への投影映像画面を“作業スペース”，ディスプレイによる表示映像画面を“供覧スペース”と役割づける。

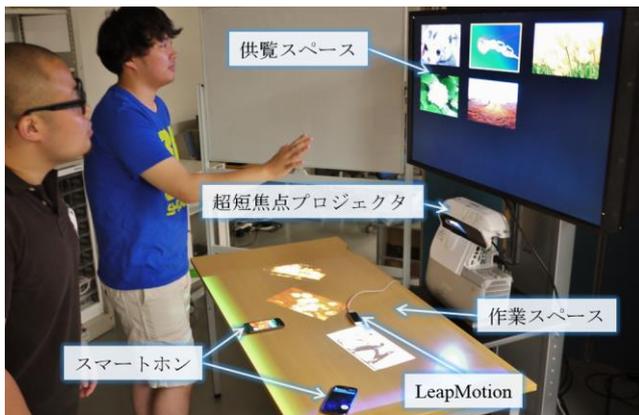


図2: システム構成図

3.1.2 複数人でも利用できる自然な操作

複数人でも利用できる直感的で自然な操作を実現するために対象を掴んで落とす“Grab&Drop”による操作方法を提案する。Grab&Dropはドラッグ&ドロップをモチーフとした手による直感操作であり、また、コンピュータ内及び機器間の画像の移動を同じ要領で可能とする操作方法である。

ドラッグ&ドロップでは、画面上でマウスポインタがファイルのアイコンなどに重なった状態でマウスのボタンを押し、そのままの状態でもうすを移動(ドラッグ)させ、別の場所でマウスのボタンを離してアイコンを落とす(ドロップ)操作で、コンピュータ内でのファイルの移動を視覚的かつ直接的にできる。

一方、複数の機器を対象にする場合、特に、供覧画面から作業画面間で移動する際には、ドラッグ&ドロップではうまくいかない。そこで Grab&Drop では、手の“掴む(Grab)”と“落とす(Drop)”のメタファを採用することで、手で画像を掴んだまま目標のところまで手を放す操作により、異なる画面間の移動をつなぐことができる(図4)。手の検出には赤外線を用いて距離が測れ、同時に複数の手を検出できる LeapMotion を使用する。

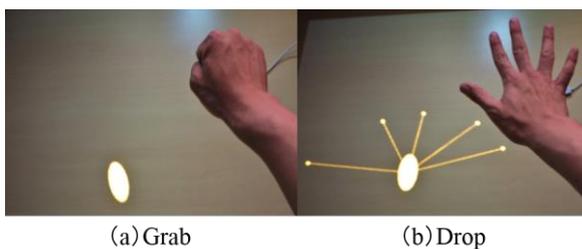


図3: 手の検出の様子

画像の移動操作は以下の手順により行う。

- (1) 供覧画面の前に開いた手を移動することで画像を選択
- (2) 画像の前で手を握ることで決定(図4(a)(c))
- (3) 握った状態のまま手を目的の場所に移動
- (4) 手を開くことで画像の移動が完了(図4(b)(d))

このように手の形と動きをジェスチャー操作に割り当てることで、キーボードやマウスなどを使うことなく、さらに、利用者にはあたたかも画像を掴んで移動させている操作感を与える直感的で自然なインタフェースを実現した。

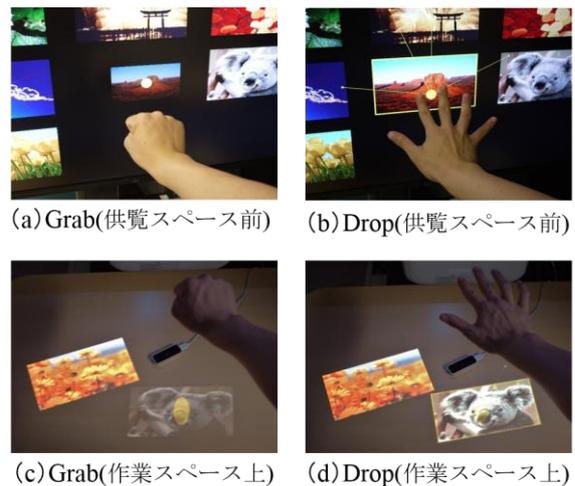


図4: 画像データを掴む/離す様子

また、図4(a)(c)に示すように、選択した画像を手の動きに追従しながら“画像の影”を表示させた。“画像の影”により選択操作の結果が分かりやすく提示され、また手とディスプレイとの距離に合わせて影の濃淡を変えることで、ディスプレイとの距離感も利用者に伝わりやすくさせている。

3.1.3 個別のデバイス認識

画像の分配対象となる機器を選択するために、個別のデバイスを認識する必要がある。このためには、対象となるデバイスの ID を含むデータの受け取りが可能かどうかでも分らなければならない。

本論文では、テーブル上の領域でデバイスの個別認識ができ、連続して対象を追跡できる必要がある。テーブル上のデバイスを検出する方法として、テーブルにカメラを設置して検出する研究が数多くなされている。例えば、綾塚ら^[2]は各デバイスにそのデバイスの情報が埋め込まれた2次元コードを貼り付け、カメラによる画像認識でその2次元コードを読み取り、デバイスを区別する「Gaze-Link メタファ」を提案している。これにより、見えているデバイスとの接続(ペアリング)を可能にした。また、松本ら^[3]はテーブルの下に赤外線 LED と CCD カメラを設置して、デバイスの輪郭を抽出し、その輪郭と対応したデバイスへの情報通信を行っている。これらの手法では、あらかじめデバイスの情報を2次元コードや輪郭特徴量を登

録する手順が不可欠であり、本研究が求める手間なく情報が提供されるインタフェースには向いていない。

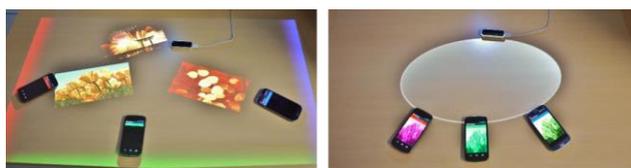
こうした背景からカメラによるデバイス認識を行わず、デバイスが持つセンサ情報などを利用するデバイス認識手法を試みた。まず、スマートホンの位置座標を取得できる GPS では、屋外での利用が主要であり、屋内や地下での利用は向いていない。また加速度センサなどを用いて屋内での GPS の精度を補正する研究⁴⁾も数多くなされているが、テーブルのどの位置にあるかという詳細な位置まで特定することは難しい。

そこで、まず対象のディスプレイなどのモニタに仮想的なデバイス位置としてカーソルを表示させ、デバイスのタッチパネルや傾きを利用したカーソル操作を行った⁵⁾。しかし、表示画面が限られているスマートホンでは、タッチ入力によって更に表示領域や他の操作が限られてしまい、またテーブルトッパ型のように、テーブル上にスマートホン置いて扱う場合、傾きを利用したカーソル操作も難しいという問題が生じた。

利用者が容易に扱える他の情報を考えると、スマートホンが向いている方向を検出する方位センサがある。スマートホンの向きであれば、タッチパネルを利用しないため、ディスプレイの表示領域を最大限利用することができ、また利用者がスマートホンを持って使うまたはテーブルに置いて使うといった状況でも左右されずに扱うことができる。さらに、スマートホンテーブルの中心に向けて置くものと仮定すると、テーブルの周りを囲んで利用する環境では、その向きだけでおおよそのスマートホンの位置を把握することも可能である。以上の点から、本論文ではスマートホンの方位センサを活用したデバイス認識を実現する。

3.2 提案方式の活用例

Grab&Drop による操作と方位センサに基づくデバイス認識を結びつけ、“分配モード”と“処理モード”の2つの活用形を実現した(図 5)。



(a)分配モード (b)処理モード

図 5: 提案方式による 2つの活用モード

分配モードでは供覧スペースに対し、各デバイスがどこを向いているかの値を用いて、図 5(a)のように 3 方向のグループに分類し、このグループ単位で画像を受け取る／受け取らない判断を行った。例として図 6(a)のように同じ方向に向いているスマートホン 2台は同じ画像を受け取ることができるが、別の方向に向いているスマートホンは受け取ることができないようにできる。これにより、受け取る／受け取らないを容易に選択・設定することができる。

処理モードではテーブル上に置かれているスマートホンの向きによって受け取る画像が変化するようにし、画像を受け取る時の楽しさを利用者に与えるようにした。

例として図 6(b)(c)(d)のように色合いや濃淡、明るさが変化させた。また、図 7のようにテーブル上に置かれたスマートホンの台数に合わせて画像を分割して、パノラマ画像が簡単に生成できるようにした。このモードの意義はデバイスの向きを変えるだけで、受け取った情報の処理内容を変えることができることであり、これにより、付加価値のある分配を実現している。



(a)分配表示 (b)色相変換処理 (c)彩度変換処理 (d)明度変換処理

図 6: 分配表示・変換処理後の様子



(a)原画像 (b)分割処理

図 7: 分割処理後の様子

4. 実験

4.1 方位センサによる検出誤差

Grab&Drop の操作精度に関わる基本事項として、スマートホンの方位センサがどの程度正確に方位を検出できるかの測定実験を行った。

測定方法は、基準となる 0 度、90 度、180 度、270 度の方向にスマートホンを置き、方位センサの値とどれくらい誤差があるかをそれぞれ 10 回測定した。また測定には 4 台のスマートホンを使用した。測定した結果を表 1 に示す。

表 1: 方位センサの誤差範囲 (単位:度)

| | SC-04D(1) | SC-04D(2) | SC-04D(3) | SC-06D |
|------|-----------|-----------|-----------|----------|
| 0度 | 8.9±3.31 | 3.5±1.24 | 9.4±4.36 | 9.5±2.15 |
| 90度 | 17.1±3.14 | 10.8±1.23 | 6.5±1.39 | 6.1±1.34 |
| 180度 | 2.9±0.85 | 2.3±1.11 | 2.7±1.49 | 3.0±1.85 |
| 270度 | 7.9±3.12 | 1.2±0.72 | 5.8±1.53 | 5.9±1.50 |
| 平均 | 9.2±4.22 | 4.4±2.57 | 6.1±2.92 | 6.1±2.25 |

測定の結果、スマートホンによって個体差があり、また同じスマートホンであっても誤差が生じた。そのため、方位センサによって各スマートホンを分類させる場合には、スマートホンがどの方向を検出しているか、あるいはどの分類に属しているかをリアルタイムで知らせる必要がある。さらに、誤差の振れ幅の最大が 17.1 ± 3.14 度であることから、その値以上の振れ幅を持たせて方位を分ける閾値を設定することで正確に活用できることが想定できる。

4.2 Grab&Dropの主観評価

実際に利用者が Grab&Drop のジェスチャー操作によって画像を作業スペース上の目的の場所へ正確に移動させることができるかを検証するために、被験者による評価実験を行った。

実験には、本システムの活用の1つである分配モードを用いて、供覧スペースに表示された画像を作業スペースの指定された箇所に移動する形で行った。移動する画像は10枚で、移動先は3カ所、6カ所、9カ所、12カ所、15カ所、18カ所と数と領域を変更して行い、誤った先に移動(誤操作)した枚数と10枚の画像を移動するのに掛った時間をそれぞれ測定した。図8に移動先が12カ所の場合の実験の様子を示す。



図8: 実験用評価システム(12カ所の場合)

また、被験者は20歳代の男女11名で、実験前に操作の説明を行った後、実際に使用してもらい、本システムを十分に理解してから行った。実験結果を表2に示す。

表2: 被験者による評価の平均結果

| | 3カ所 | 6カ所 | 9カ所 | 12カ所 | 15カ所 | 18カ所 |
|----------|------|------|------|------|------|------|
| 誤操作率 (%) | 0.9 | 0.0 | 1.8 | 3.6 | 7.2 | 9.0 |
| 操作時間 (秒) | 41.3 | 53.2 | 47.3 | 54.7 | 73.0 | 68.4 |

実験の結果、3カ所~12カ所の場合は誤操作も5%未満と少なく、正確に画像を移動でき、また操作時間も1枚あたり5秒前後と利用者にとって比較的容易に操作できている。

しかし、15カ所、18カ所の場合は誤操作も多く、操作時間も3カ所の場合に比べると2倍近くの時間が掛っていることが分かる。これは、移動先の領域を小さくしたことにより生じたと考えられる。そのため、移動先の配置を工夫し、領域を大きくする必要があるが、先の方位センサの測定から、正確にシステムを活用するには振れ幅を考慮する必要があり、その振れ幅を考慮すると12カ所以下で使用することが望ましく、その条件下では、Grab&Dropの操作では画像を正確に移動できることが分かった。

5. おわりに

本稿では複数の人が情報を供覧、分配する環境として、直感的なジェスチャー操作と方位センサに基づくデバイス認識を組み合わせて、情報をテーブル上の任意の場所への配置やスマートホンへのデータ転送が可能な方式 Grab&Drop を提案した。また、実際にプロトタイプシステムとして実装し、大学のイベントなどで多くの方に利用していただいた。その結果、簡単な手の形と動きによる直感的な操作ができることから好評を得ることができ、提案方式の有用性を確認できた。

今後、Grab&Dropの操作は、テーブル環境に限らず、公共の場に設置されているデジタルサイネージでの利用や、表示以外の情報を付加させ、空調・照明などをコントロールするなど、より自然なインタフェースでのコンピュータとの情報操作方式として期待できる。

参考文献

- [1] 池松香, 椎尾一郎, “記憶の石: マルチタッチを用いた複数計算機間情報移動”, インタラクシオン 2013 論文集, Vol.2013, No.1, pp.80-86, 2013.
- [2] 綾塚祐二, 松下信行, 歴本純一, “「見ているものに接続する」というメタファによる実世界指向ユーザインタフェース”, 情報処理学会論文誌, Vol.42, No.6, pp.1330-1337, 2001.
- [3] 松本匡史, 山本昇志, “複数の携帯端末が連動した画像表示システムの開発”, 映像情報処理学会技術報告, Vol.38, No.9, ME2014-54, pp.93-96, 2014.
- [4] 伊澤央貴, 甲田卓哉, 新津善弘, “加速度センサ・方位センサを用いた屋内位置推定方式”, 平成23年度電子情報通信学会東京支部学生会研究発表会, B巻, 7号, pp.197, 2012.
- [5] 矢野昭文, 外村佳伸, “PushPullSpace: 公衆型情報環境におけるスマートホンを用いた連携インタラクシオンの提案”, インタラクシオン 2014 論文集, Vol.2013, No.1, pp.699-722, 2014.