

携帯端末のカメラを用いた相対位置検出による 柔軟な端末グループ作成

塩見 和則¹ 高田 秀志²

概要: スマートフォン端末やタブレット端末の普及により、紙媒体で扱われてきた情報を電子媒体で利用する機会が増えている。これにともない、有用な情報を保持し、オフィスの会議などの場で、他者と情報を共有する場面が見受けられる。電子端末を持ち寄った協調作業において、直感的な情報共有が実現できれば、各参加者間で情報のやり取りが円滑に行われ、意思決定や合意形成の効率が向上することが期待される。しかし、既存の共有方法は操作の煩雑性が解消されておらず、余分な時間や労力を要する。そこで、電子データの即時的な共有を実現するために、ユーザの携帯端末のカメラで相手が所持している端末を検出することにより、位置関係を持った端末グループを形成する手法を提案する。本手法では、場所に依存せず端末グループの形成を行うことを可能にするために、端末内蔵の加速度センサとジャイロスコープを用いて各参加者の位置検出を行う。

キーワード: モバイル端末, 対面協調作業, デバイス間情報共有, ユーザインタフェース

Terminal Group Formation by Detection of Relative Position Using Camera Image Recognition

SHIOMI KAZUNORI¹ TAKADA HIDEYUKI²

Abstract: The advancement of multi-touch devices have paved the way to provide a rich quality and highly convenient daily lives. Paper media has been changed to digital data, and opportunity to share these data is increasing. However, existing information sharing of digital data in a co-located collaborative work wastefully requires a lot of time and effort. We present a method to form a co-located group with detection of relative position using camera image, for enabling a user to share digital content instantly. The method uses only incorporated components with mobile device without using peripheral devices such as RGB-D camera, and independent of work environment or arrangement of users. Location of each user is detected based on the value of the on-device accelerometer and gyroscope. This gives a user highly co-located interaction anywhere.

Keywords: mobile device, co-located collaborative work, cross-device, user interface

1. はじめに

近年、スマートフォン端末やタブレット端末のようにタッチパネルを搭載した携帯端末が普及している。これらの端

末では、データの保有や複製が容易であることから、これまで紙媒体で扱われてきた情報を電子媒体で利用する機会が増えている。情報の電子化にともない、携帯端末が保持している情報をオフィスの会議などの場で他者と容易に共有できるようにする必要性が高まっている。複数人が携帯端末を持ち寄って行う協調作業において、端末間の即時的な情報共有が実現されると、円滑に作業を進めることができ、意思決定や合意形成の効率が向上すると考えられる。しかし、従来のメッセージツールやオンラインストレージ

¹ 立命館大学大学院 情報理工学研究科
Graduate School of Information Science and Engineering,
Ritsumeikan University

² 立命館大学 情報理工学部
College of Information Science and Engineering, Rit-
sumeikan University

を用いた共有方法は煩雑な操作を要する。一方、近接無線通信を活用した情報共有支援ツールにおいては、Apple社のAirDropのように送信相手を指定する必要があったり、AndroidBeamのように端末同士を接触させる必要があるなど、操作の煩雑性が解消されているとは言えない。そこで、直感的な操作を情報共有のインタフェースとして活用することを考える。直感的な操作は、比較的少ない操作数でかつ、操作方法の修得が容易であるため、即時的な情報共有の実現が期待される。ここで、直感的な操作の一つとして、携帯端末のタッチパネル上で送信相手の方向へ指をはじく、フリック操作があげられる [1]。

送信相手へのフリック操作による情報送信を実現するためには、送信元の端末が送信先の端末の位置を認識しておく必要がある。つまり、複数人で行う協調作業において、上記の操作方法を導入した情報共有環境を実現するためには、各端末が他端末の位置を認識した端末グループの形成が求められる。これまでに、直感的な操作の導入を目的とした、端末グループの形成に関する研究が行われているが [1][2]、端末間の位置関係を容易に認識できるようにすることは考慮されておらず、位置設定は手動で行われている。手動での位置設定は、人的要因により、実際とは異なった位置を設定する可能性がある。その場合、期待した相手に情報が送信されず、参加者間での円滑なコミュニケーションが損なわれる。既存の位置設定の容易化に関する研究は、共有機が存在する、グループの各参加者が対面している、といった条件が必須であり、適用環境が限定されている。

そこで、本稿では、グループの形状や作業環境に依存せず、位置関係を持った端末グループの形成を目的とし、端末のカメラおよび、加速度センサとジャイロスコプを組み合わせたモーションセンサを活用して端末グループを形成する手法を提案する。

2. 関連研究

これまでに端末間の即時的な情報共有を目的とした、グループ形成に関する研究が行われている。

SearchTogether[3] は、天井に固定した Kinect カメラを用いて、参加者の位置および参加者が所持しているタブレット端末をトラッキングすることにより、タッチ操作による情報共有を実現している。また、タブレット端末の加速度センサを用いることで、端末を傾けるという単純な操作による情報共有も実現されている。SurfaceLink[4] では、端末が並べられた机上で手をこすり、発生した音と振動を時系列に記録することで位置関係を認識している。これらの研究は、付属の機器が整備された環境下で用いること、また、共有機上で作業を行うことを想定したものである。したがって、グループ活動を行う場所が既知である場合を想定したシステムと言える。

これらに対して、RealSense[5] は、端末に内蔵されたセン

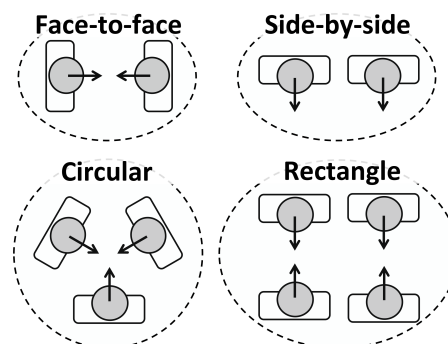


図 1 グループ活動における参加者の配置

サのみを用いており、場所に依存しないグループ形成を可能にしている。Orienteer[6] は、端末利用時に携帯端末の背面カメラが下を向く現象を利用しており、カメラの映像からグループ参加者の足の向きを検知することで各参加者の向きを認識している。しかし、これらの研究は、グループの各参加者が対面である場合にのみ適用できる。

企業が実施するグループディスカッションや、教育におけるグループワークのような、予期された協調作業の場では、共有機があらかじめ用意されていることが一般的である。一方で、前触れなく偶発的に発生した協調作業では、共有機が存在しない場合も考えられる。グループ活動において、各参加者の空間配置はグループ人数や共有機の有無など、参加者を取り巻く状況によって決定付けられる。例えば、図 1 に示すように、比較的グループ人数が少ない場合は、対面および横並びの配置が考えられ、グループ人数が増えたと、円形や長方形といった異なった配置を取る。これに加え、共有機の形状も参加者の配置決定の要因となる。

そこで本研究では、グループの形状や作業環境に依存せず、位置関係を持った端末グループの形成が可能な環境構築を目指す。

3. 携帯端末のカメラを用いた端末グループの形成

3.1 端末グループ形成方法

作業環境やグループの形状に依存せず、位置関係を持った端末グループの形成を実現するために、携帯端末のカメラを用いる。本手法では、図 2 のように、グループの参加者同士が所持している端末を向き合わせた時、端末は相手が存在している方向を向いていると想定される。そこで、端末のカメラで相手の端末を認識し、その時の端末角度を相手端末との相対角度とすることで、位置関係を持った端末グループの形成を行えるようにする。

3.2 実装

本研究では、上記のグループ形成を行う携帯端末として、Apple社のiPadを用いる。また、iPad間のP2P通信を実現するために、MultipeerConnectivityフレームワークを利



図 2 カメラによる端末検出

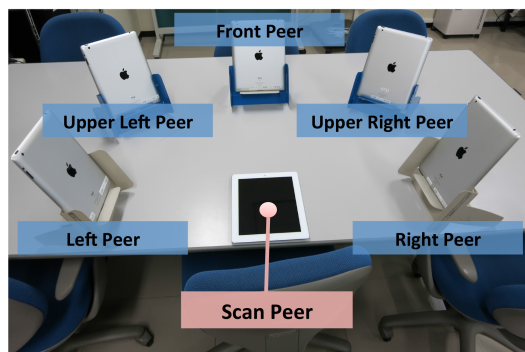


図 3 仮想環境の構築

用する。

まず、iPad に搭載されているカメラ映像の中から認識する対象として、あらかじめ Apple ロゴの画像を登録する。ここではマーカーレスの画像認識を行うために metaioSDK を用いる。ロゴを検出したさい、CoreMotion フレームワークから得られる iPad の端末角度を、端末間の相対角度として取得する。ここでは、端末から見て正面を 0° とし、右方向に正、左方向に負の角度を割り当てている。

4. モーションセンサの精度調査

4.1 調査概要

本手法において、位置関係の認識は、端末内蔵のモーションセンサの値に基づいている。そのため、本手法の実現性はモーションセンサの精度に委ねられるところが大きい。

そこで、我々はモーションセンサの精度調査を行った。ここでは、本手法を適用したグループ形成が行われることを想定し、仮想環境を構築した。この環境では、5つの方向(右, 右上, 正面, 左上, 左)に iPad を図 3 のように配置している。また、カメラによる認識を行う Scan Peer に対して、他の iPad との距離は 30-45[cm] であり、正面の iPad を 0° 、右上と左上の iPad を $\pm 30^\circ$ 、左右の iPad を $\pm 90^\circ$ の角度で設置している。

本調査では、右回り(左 左上 正面 右上 右)、左回り(右 右上 正面 左上 左)、振り子状(正面 左上 右上 左 右)の3つの順序パターンで、カメラによる認識を行った。全ての端末を認識できた場合を1回の試行とし、それぞれの順序パターンに対して30回ずつ、計90回の試行を行った。また、各試行終了後はモーションセンサによる値の計測を止め、初期位置に戻すようにした。

4.2 調査結果

試行ごとの計測値を図 4、各方向に対する最大値と最小値を表 1 に示す。結果から、左右の端末におけるモーションセンサの計測値は、他の方向の計測値に比べて、ばらつきが大きくなったが、各方向に対して、モーションセンサの値は一定の範囲内におさまっており、それぞれの範囲は重複がなく排他的であることが確認できた。このことから、

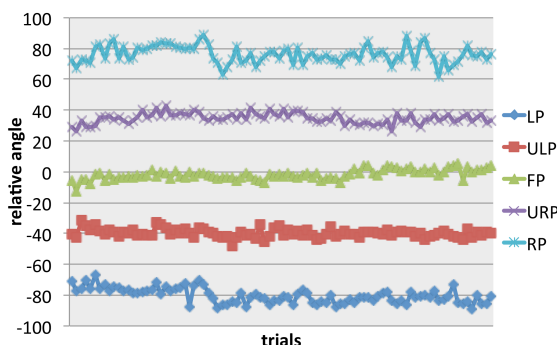


図 4 試行ごとのモーションセンサ値

表 1 各方向の最大値と最小値

	LP	ULP	FP	URP	RP
MAX	-67.0	-31.4	5.6	43.1	89.0
MIN	-89.0	-47.8	-12.5	26.0	61.7

モーションセンサの値を5方向に区分することが可能であると言える。

5. おわりに

本稿では、同一空間内の協調作業における情報共有支援を目的として、携帯端末のカメラとモーションセンサを用いたグループ形成手法を提案した。本手法は、作業環境やグループの形状に依存せずに、位置関係を持った端末グループの形成が可能であるという特長を持つ。また、本手法を適用した場合を想定した仮想環境を構築し、モーションセンサの精度調査を行った。その結果、モーションセンサの値を相対角度として利用できることが確認できた。今後は、実環境における精度調査を行った上で、本手法を適用したシステムを構築し、有用性を検証するための評価実験を行う予定である。

謝辞

本研究は JSPS 科研費 25330249 の助成を受けたものである。

参考文献

- [1] 桑野 元樹, 森口 友也, 高田 秀志: 方向を意識したフリック操作による情報送信機能を備えた協調検索ツールの構築, 第 84 回 GN 研究会, Vol.2012-GN-84 No.5, (2012).
- [2] Tero, Jokela, Andres Lucero: FlexiGroups: Binding Mobile Devices for Collaborative Interactions in Medium-Sized Groups with Device Touch, In Proc. CHI '14, 369-378, (2014).
- [3] Nicolai Marquardt, Ken Hinckley, Saul Greenberg: Cross-Device Interaction via Micro-mobility and Formations, In Proc. UIST '12, 13-22, (2012).
- [4] Mayank Goel, Brendan Lee, Md. Tanvir Islam Aumi, Shwetak Patel, Gaetano Borriello, Stacie Hibino, James Begole: SurfaceLink: Using Inertial and Acoustic Sensing to Enable Multi-Device Interaction on a Surface, In Proc. CHI'14, 1387-1396, (2014).
- [5] Chien-Pang Lin, Cheng-Yao Wang, Hou-Ren Chen, Wei-Chen Chu, Mike Y. Chen: RealSense: Directional Interaction for Proximate Mobile Sharing Using Built-in Orientation Sensors, In Proc. MM'13, 777-780, (2013).
- [6] David Dearman, Richard T. Guy, Khai N. Truong: Determining the Orientation of Proximate Mobile Devices using their Back Facing Camera, In Proc. CHI'12, 2231-2234, (2012).