

タンジブルデバイスによるグループ形成機能を持つ 情報共有環境

大坪 真悟¹ 是常 雄大¹ 高田 秀志²

概要: タブレット端末やスマートフォンなどの電子端末が普及しているに伴い、協調作業において、これらの端末を用いた情報共有を行う機会が増えている。本研究は、このような協調作業の中でも、対面型協調作業を対象とする。対面型協調作業では、複数人が同一空間に集まり、参加者が各自持ち寄ったタブレット端末間で情報共有を行う場合が多い。情報共有を行う際、情報を共有するグループを形成する必要がある。これまでに、対面型協調作業で行われる情報共有を支援するための研究として、外部機器を用いた研究が数多く提案されている。しかし、これらの研究では、特定の環境下での情報共有が想定されている。また、グループを形成する際に、端末の途中参加や途中離脱に対して考慮されていない。そこで、本研究では、特定の作業環境に依存せず、参加者がタブレット端末を持ち寄ると同様に、外部機器であるタンジブルデバイスを持ち寄ることで情報共有を行う環境を提案する。提案する情報共有環境では、側面に光センサが搭載されたタンジブルデバイスを用いる。このタンジブルデバイスの側面同士を内側に向けて寄せ合うことで、タンジブルデバイスとペアリングされたタブレット端末間で情報共有を行うことができる。本環境による情報共有に関して評価したところ、直感的にグループ形成を認識できるという性質が確認された。

Information Sharing Environment with Group Formation Function Using Tangible Device

OTSUBO SHINGO¹ KORETSUNE TAKEHIRO¹ TAKADA HIDEYUKI²

Abstract: As digital terminals such as tablet devices and smartphones spread into our lives, the opportunities to share information using such terminals are increasing in cooperative work. This research targets a face-to-face style of cooperative work. In face-to-face cooperative work, people gather in the same space. They bring their tablet terminals, and often share the information with others. When sharing information, it is necessary to form a group in which they share the information. Many researches have proposed several methods using external equipment for supporting information sharing in face-to-face cooperative work. However, these methods assume a specific environment where the information is shared. It is also required to support joining and leaving the group during a task. In this research, we build an environment which enables users to share the information by bringing their tangible devices as well as their tablet terminals. In this information sharing environment, a tangible device with a light sensor equipped aside is used. It enables the information to be shared between tablet terminals paired with tangible devices by attaching the sensor side of the tangible device. The result confirmed the advantage that makes the group formation intuitive.

1. はじめに

近年、タブレット端末やスマートフォンなどの電子端末が普及している。平成 26 年末の携帯電話・PHS の世帯普及率は、94.6%である [1]。また、スマートフォンに至って

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, Shiga 525-8577, Japan

² 立命館大学情報理工学部
College of Information Science and Engineering, Rit-
sumeikan University, Kusatsu, Shiga 525-8577, Japan

は、携帯電話・PHSの64.2%を占めている。これに伴い、人々が日常的に行っている協調的な作業において、これらの端末を用いた情報共有を行う機会が増えている。例えば、オフィスにおいて複数人で会議の資料を作成したり、学校でレポートを作成するために、電子端末で得た情報を他者と共有するような機会である。このような協調作業は、対面型と分散型に分類される。本研究では、ユーザが向かい合って協調して作業を行う対面型協調作業を対象とする。

対面型協調作業で行われる情報共有を支援するための研究は数多く行われている。対面型協調作業では、複数人が同一空間に集まり、参加者が各自持ち寄った電子端末間で情報共有が行われる場合が多い。

記憶の石 [2] では、マルチタッチによる端末間のコピー・アンド・ペースト操作が実現されている。また、Jokelaらは、端末の近接センサを用いることで、お互いに端末を検出し、情報共有を行うグループ形成を提案している [3]。これらの情報共有方法は、有用であることが示されているものの、実際には、対面環境・非対面環境においても、従来のサービスとして存在するLINEやFacebook等のSNSや、Gmail等のメールなどを用いた情報共有を日常的に用いることが多い。しかし、SNSやメール等を利用した場合、情報共有を行う度に送信先を選択する、もしくは、情報を共有するグループを作成する必要があり、煩雑な操作が必要となる。SNSを利用する以外にも、Dropboxなどのオンラインストレージを利用して、情報共有を行うためのグループを形成する方法がある。しかし、この方法では、グループメンバーのアカウント情報を事前に知っておく必要があることや、メンバーの途中参加・退出において、新たにメンバーのアカウントを設定する必要があり、グループを再形成することに手間が生じる。

そこで、本研究では、ユーザが各々、外部機器と端末を持ち寄ることで、グループでの情報共有を容易に実現できる環境を構築する。本情報共有環境では、外部機器であるタンジブルデバイスの移動によりグループが形成され、情報共有を行うことができる環境を実現する。グループ形成は、タンジブルデバイスに接続された光センサによってタンジブルデバイス同士がくっつけられているかを識別することによって行う。また、上記の環境を実現した上で、情報共有における本環境の有用性に関する評価を行う。

2. 対面型協調作業における情報共有環境

2.1 対面型協調作業の分類

協調作業とは、複数人が共通の目的を持ち、協調しながら行う作業のことである。また、協調作業は表1のように分類することができる。

本研究では、この中でも、同期的な対面型協調作業を対象とする。この形態の作業では、複数人が同一空間に集まり、各メンバーの所有する電子端末で情報共有が行われる。

表1 協調作業の分類

	同期的作業	非同期的作業
対面型	同一空間での作業	
分散型	遠隔で同一の時間に、メールやチャットなどを用いた作業	遠隔で自由な時間に、メールやチャットなどを用いた作業

表2 対面協調作業

Formalな協調作業	Informalな対面協調作業
<ul style="list-style-type: none"> ・計画的 ・決められた参加者 ・一方向コミュニケーション 	<ul style="list-style-type: none"> ・偶発的 ・ランダムな参加者 ・双方向コミュニケーション

また、このような同期的な対面協調作業を分析した研究 [4] では、この作業を表2に記すように分類している。

Formalな対面協調作業は、ホストが存在し、予め決められた議題をホストからグループ全体に報告し、グループ全体で意思決定を行うものである。例えば、企業における会議や教育現場でのグループワークを指す。一方で、Informalな協調作業とは、偶発的に集まったメンバー間で、ある目的を達成するために、各メンバー間で意見をやりとりし、意思決定を行うものである。これらのFormalな協調作業やInformalな協調作業において行なわれる情報共有は、以下のように思われる。

- Formalな協調作業
計画的に行なわれる作業のため、予め参加者が決められており、事前に、オンラインストレージで情報共有グループを形成できる、もしくは、SNSでグループを形成できる。このため、メンバー間で情報の共有を行いたい際に、煩雑さを伴わない。
- Informalな協調作業
偶発的に行なわれる作業のため、参加者の途中参加・退出が見込まれ、その都度、グループを形成する必要がある。このため、メンバー間で情報の共有を行いたい場合に、煩雑さを伴う。さらに、情報共有時においては、一対一で共有したい場合や一対多で共有したい場合、メンバー全員で共有したい場合があり、その都度、グループ形成が求められる。

2.2 関連研究

Informalな協調作業で行われる情報共有の形態として、以下のものが考えられる。

- 一対一：一人の参加者がグループ内の一人に対して情報を共有する
- 一対多：一人の参加者がグループ内の複数人に対して情報を共有する
- 一対全員：一人の参加者がグループ内の全員に対して情報を共有する

Informalな協調作業においては、これらの条件全てを容易にできるような手法が必要とされている。

情報共有を支援するサービスとして、Apple が提供している AirDrop や AndroidOS でサポートされている Wi-Fi Direct では、端末名を手動で選択することで送信先を特定することができる。しかし、これらのサービスでは、情報共有を行う度に、情報共有したい端末名をユーザが認識し、手動で選択しなければならない。また、複数人に対して情報共有を行う度に端末の台数分、端末名を選択する必要がある。一方で、LINE のようなメッセージング機能のアプリケーションでは、情報共有を行う人が複数人である場合、グループを作成することにより複数人に情報を送ることが可能である。しかし、情報共有する人数が減少したり増加する度に手動で選択し、グループを作成し直す必要がある。これらの操作は、ユーザに煩雑な操作を必要とする。

Informal な協調作業という環境を活かすことによって、ユーザの煩雑な操作をなくすために、環境情報やユーザの直感的な動作から端末を選択し、情報共有を行う研究が数多く行なわれている。これらは、タブレット端末のみで行う情報共有と、外部機器とタブレット端末を連携して行う情報共有に分けられる。近接端末間方向認識 [5] は、端末内蔵のカメラを用いて受信先である端末の位置を把握し、フリック操作によって情報共有を実現している。Adrian らは、端末に内蔵されているセンサを用いてグループ形成を可能にする手法を提案している [6]。これらの研究は、端末のみで情報共有を行っているが、一対一の端末間での情報共有のみしか考えられておらず、グループでの情報共有について考えられていないという問題点がある。一方で、外部機器を用いることで、直感的に情報共有を行う研究が存在する。Toss-It [7] では、直感的な「振り」の動作を検知することで情報の共有が行われる。この方法では、赤外線マーカーとステレオカメラを利用することで、グループメンバーの位置関係を事前に認識する。次に、情報を送信したい端末が振られたときに、振りの幅を検知し、その範囲内に存在する全ての端末に対し、情報を送信する。GroupTogether [8] は、Kinect を用いてユーザの位置を認識することで情報共有を実現している。これらの研究は、あらかじめ環境側に必要な機器が設置されていることを前提としているため、情報共有を行う環境に場所的制約がある。

本研究では Informal な対面型協調作業を対象としているため、端末間での情報共有と多端末間での情報共有の両方を支援する必要がある。そこで、本研究では、情報共有の対象に依存せず、環境側に設置することを必要としない外部機器を用いることで、情報共有環境を構築する。

3. タンジブルデバイスを用いた情報共有環境

本章では、外部機器を用いて端末間のグループ形成を行う情報共有環境について述べる。本研究では、複数端末同士のグループを形成するための外部機器を「タンジブルデバイス」と呼ぶ。

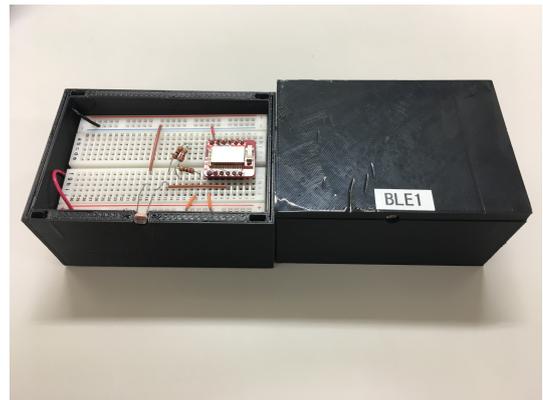


図 1 タンジブルデバイス

3.1 タンジブルデバイスによるグループ形成

本研究では、複数のタブレット端末が即時的にグループを形成し、情報共有を行うことが可能な環境を考える。このような情報共有を行う際には、複数のタブレット端末の中からどの端末同士で情報共有を行うかを選別できる必要がある。本情報共有環境では、このタブレット端末の選別をタンジブルデバイスを用いることにより実現する。タンジブルデバイスは、タブレット端末と 1 対 1 でペアリングされている。どのタブレット端末の間で情報共有を行うかは、情報共有を行いたいタブレット端末とペアリングされたタンジブルデバイス同士をくっつけることで指定できる。タンジブルデバイス同士をくっつけた状態でタブレット端末の画面上で送信ボタンを押すと、情報が共有される。

本研究では、タブレット端末として、Apple 社が提供している iPad を使用し、タンジブルデバイスと連携する。タンジブルデバイスの外観を図 1 に示す。

タンジブルデバイスを用いて情報共有を行うグループを形成する際の流れは以下の通りである。

- ユーザは、図 2 に示すように、自身のタブレット端末とタンジブルデバイスをペアリングする。
- 端末間で情報共有を行いたい際、図 3 に示すように、互いの端末とペアリングしているタンジブルデバイス同士をくっつけることで情報共有グループを形成する。
- 図 3 の状態から新たに端末をグループに追加する際、図 4 に示すように、タンジブルデバイス同士を同様にくっつけることで新たな情報共有グループを形成する。
- 情報共有を行わない場合、タンジブルデバイスを離すことにより、グループから離脱することができる。

上に述べた方法は、環境側に設置された外部機器を必要としない。本環境を利用するにはテーブルが必要であるが、すれ違い時などに情報共有を行うことは想定しておらず、Informal な対面協調作業での情報共有を行う場面においては、テーブル上での作業は、想定できると考える。また、後に示すように、本タンジブルデバイスでは光センサから得られる明暗の情報によってタンジブルデバイス同士

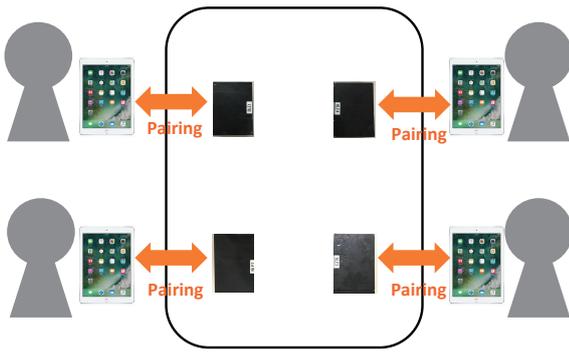


図 2 初期状態

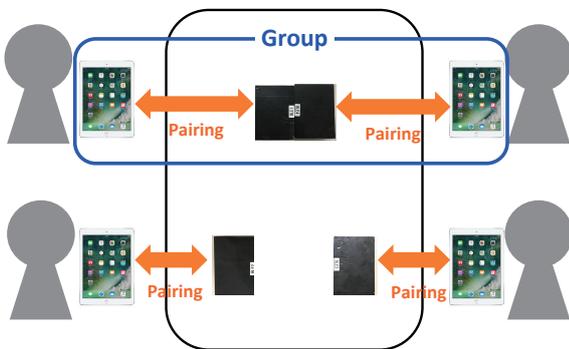


図 3 端末同士のグループ形成

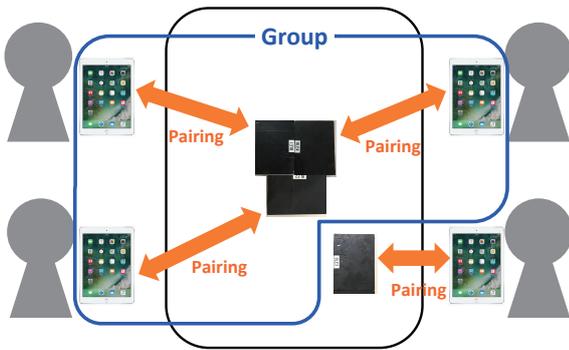


図 4 複数端末でのグループ形成

がくっつけられているかを判別しているが、環境光がない場所での作業を想定する必要は無いと考える。

3.2 システムの機能

各ユーザは iPad とタンジブルデバイスをそれぞれ一台ずつ所持していることとする。図 5 に起動時の画面を示す。システムを起動すると、付近に存在するタンジブルデバイスの名前が一覧で表示されるので、ユーザが自身で所持しているタンジブルデバイスを選択する。今回のシステムで



図 5 起動時の画面

は、ユーザ間で Web ページを共有することとし、Web 検索画面を表示する。ユーザが Web 検索時に他者と共有したい Web ページがあれば、タンジブルデバイスを移動し、右下の Web ページ共有ボタンを押すことによって、開いている Web ページが共有される。

3.3 実装

3.3.1 タンジブルデバイス側の実装

今回構築したタンジブルデバイスは、BLE Nano と光センサ、ブレッドボード、6kΩ の抵抗、ジャンパワイヤ、バッテリーによって構成される。タンジブルデバイスの黒い箱は、3D プリントによって形成し、図 6 にあるように、箱の側面に光センサのみが出るようにしてある。BLE Nano は、RedBear 社の Bluetooth Low Energy 搭載の小型マイコンである。回路図を図 7 に示す。光センサは、暗い場所に置くと、センサ内部の抵抗値が大きくなり、また、明るい場所に置くと、抵抗値が低くなる性質がある。この性質を利用して、タンジブルデバイスの光センサ面が他のタンジブルデバイスによって隠され、初期環境の光センサの値よりも抵抗値が大きくなり、数値が変化した場合に、情報共有を行うグループに加わっていると判断するようにする。

BLE Nano がタブレット端末とペアリングできるようにするためには、BLEAPI を利用する。BLE Nano は、接続されている光センサの値を取得し、タブレット端末に BLE 通信で光センサの値を送信する。

3.3.2 タブレット端末側の実装

iPad 間での情報共有におけるデータの送受信を実現するために、iOS のソフトウェア開発において P2P 通信を実現するために提供されている MultipeerConnectivity フレームワークを利用する。iPad 上で行われる処理の手順を図 8 に示す。具体的には、以下の通りである。

- アプリケーションが起動されると、ユーザによってペ



図 6 タンジブルデバイスの側面

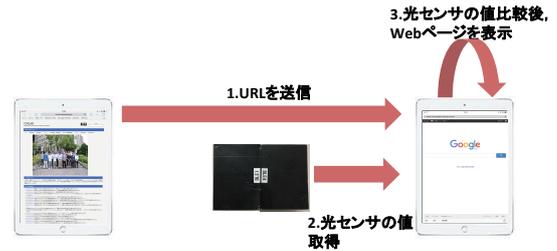


図 8 システム動作手順

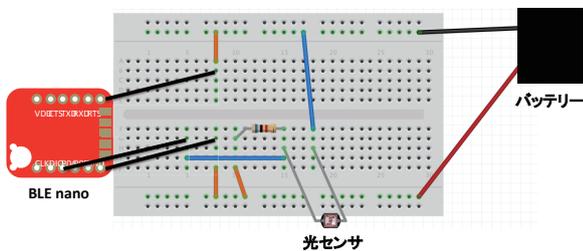


図 7 回路図

アリング指定されたタンジブルデバイスから光センサの初期値を受信する。

- iPad は、ペアリングされたタンジブルデバイスから常に光センサの値を受け取る。
- 右下の Web ページ共有ボタンが押されると、送信者の iPad に表示されている Web ページの URL を他のすべての iPad へ送信する。
- URL を受信した iPad は、タンジブルデバイスから受信していた光センサの値と光センサの初期値との差が閾値より大きければ、情報共有グループに加わっているとみなし、対応する Web ページを表示する。
- タンジブルデバイスから受信した光センサの値と光センサとの差が閾値より小さければ、グループに加わっていないとみなし、対応する Web ページの表示は行わない。

ここで、互いにくっつけられているタンジブルデバイスの組が二つ以上あると、光センサから得られる情報だけではどのグループに属しているかを判定できないため、同時に作業をしているユーザの間で形成できるグループは、一つのみとする。

4. 実験と評価

4.1 実験目的

本実験では、タンジブルデバイスを用いた際の情報共有と、従来のサービスとしてあるメッセージング機能を持つ SNS での情報共有の様子をアンケートやビデオ録画により調査し、どのような有用性があるかを分析する。また、タンジブルデバイスを用いることでグループ形成にどのような影響を与えるかについて NASA-TLX に基づくアンケート結果から検証する。

4.2 実験内容

本実験では、対面型協調作業環境下での情報共有を対象とし、本環境による情報共有方法と、メッセージング機能を持つ Slack での情報共有を比較することにより、情報共有における本環境の有用性に関する調査を行う。そのため、情報共有を行うことを焦点とした実験を実施する。

本実験の被験者は、情報系の学生 12 人である。被験者は 4 人 1 グループを形成し、本環境での情報共有と Slack を用いた情報共有の 2 つのタスクを行う。Slack を用いる比較システムでは、自身のアカウントにログインし、1 対 1 での情報共有を行うグループ、1 対 2 での情報共有を行うグループ、1 対 3 での情報共有を行うグループの 7 通りのグループを Direct Messages の機能を用いて作成する。本実験では、被験者は適当な Web ページをランダムに指定された被験者に対して 1 回以上、それぞれ本環境での情報共有と Slack での情報共有を行う。Slack を用いた場合の情報共有は、Web ブラウザ (Safari) 上で共有したい Web ページを開いている状態で共有ボタンを押し、共有を行うアプリケーションとして Slack を選択した後、共有相手を示すグループを選択することで行う。どちらのシステムにおいても、情報共有時の操作の練習を 1 度設けている。片方のシステムでのタスクが終われば、表 3 に示すような NASA-TLX に基づいたアンケートを実施する。両方のタ

表 3 NASA-TLX でのアンケート

尺度	質問内容
Mental(精神的要求)	情報共有において、どの程度考える、決める、記憶するなどといった知的活動を必要としましたか
Physical(身体的要求)	情報共有において、どの程度、操作する・動き回るなどの身体活動を必要としましたか
Temporal(時間的圧迫感)	情報共有に時間の圧迫(ゆっくり行ったまたは、急いで必死に行った)を感じましたか
Performance(作業的達成度)	情報共有方法にどの程度満足していますか
Effort(努力)	情報共有を行うにあたって、どの程度一生懸命に作業をしなければならなかったですか
Frustration(不満)	情報共有中に、イライラ、ストレス、不安感などをどの程度感じましたか

表 4 アンケート内容

番号	質問項目	回答項目
Q1	被験者が1対1で情報共有を行う際、どちらが使いやすかったですか(4段階評価)	タンジブルデバイスを用いたシステム・どちらかといえばタンジブルデバイス・どちらかといえばSlack・Slack
Q2	Q1の理由を教えてください	記述式
Q3	被験者が1対2で情報共有を行う際、どちらが使いやすかったですか(4段階評価)	タンジブルデバイスを用いたシステム・どちらかといえばタンジブルデバイス・どちらかといえばSlack・Slack
Q4	Q3の理由を教えてください	記述式
Q5	被験者が1対3で情報共有を行う際、どちらが使いやすかったですか(4段階評価)	タンジブルデバイスを用いたシステム・どちらかといえばタンジブルデバイス・どちらかといえばSlack・Slack
Q6	Q5の理由を教えてください	記述式
Q7	何か気づいたことや感じたことがあれば、記入してください	記述式



図 10 Slack での実験風景



図 9 本環境での実験風景

スクが終了すれば、表 4 に示すアンケート内容を実施する。本環境を用いた実際の作業風景を図 9, Slack を用いた作業風景を図 10 に示す。

4.3 実験結果

4.3.1 アンケート結果

本環境での情報共有と、Slack での情報共有の NASA-TLX によるアンケートの結果を図 11 に示す。この結果から、Mental と Performance の二つの尺度は、タンジブルデバイスでの情報共有と Slack での情報共有とで、評価値の平均に有意差があることがわかった。また、どちらが使いやすかったかに関するアンケート結果を表 5 に示す。共有する相手の人数によらず、多くの被験者がタンジブルデバイスでの情報共有が使いやすかったと回答している。

4.3.2 グループ形成・選択から情報共有までの時間

ここでは、情報共有にかかる時間を比較する。タンジブル

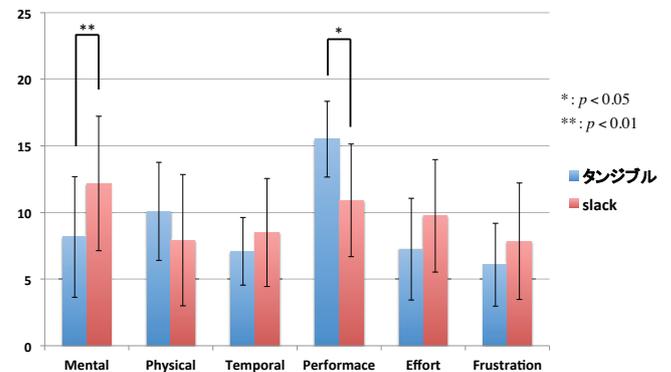


図 11 NASA-TLX の結果グラフ

表 5 情報共有のアンケート結果

	タンジブルデバイス	どちらかといえば タンジブルデバイス	どちらかといえば Slack	Slack
1 対 1 での情報共有	7	3	2	0
1 対 2 での情報共有	6	3	3	0
1 対 3 での情報共有	7	2	3	0

ルデバイスでの情報共有では、タンジブルデバイスを移動しはじめてから、iPad 上の共有ボタンを押すまで、Slack での情報共有では、Web ブラウザで共有ボタンを押してから、Slack アプリケーションで Post ボタンを押すまでの所要時間としている。これらの所要時間の平均を図 12 に示す。すべてのグループにおいて、タンジブルデバイスで情報共有を行う場合の方がグループを形成して共有ボタンを押すまでの所要時間が短かった。全体の平均としては、タンジブルデバイスでグループ形成し、情報共有ボタンを押すまでの時間の平均が 6.48[s] であったのに対し、Slack でグループを選択し、情報共有ボタンを押すまでの時間の平均が 14.03[s] となった。

表 6 アンケートの各項目における自由記述

番号	タンジブルデバイス	Slack
Q2	<ul style="list-style-type: none"> ● タンジブルデバイスは送信先を探す必要がなかったから ● 物理的な動作の方がシンプルで情報共有がしやすかった ● 端末のみで操作ができるから ● 送る相手がわかり易く、間違えたりしないところがいい ● Slack でも個人の選択は難しくはなかったが、タンジブルの方が直感的 ● Slack の方は送信先を文字で認識するのに対し、タンジブルデバイスを用いると直感的で理解しやすかった ● タンジブルデバイスを動かしてボタンを押すのみだったから ● 名前を検索する必要がなかったから 	<ul style="list-style-type: none"> ● Slack と Web ページを行き来するのがめんどろだった ● Slack の場合、共有したい人を数多くの選択肢から見つけたいけないため ● Slack は、多くの人から個人を探すことや送信者が文字で出てくるので、合っているかどうか確認するのがめんどろくさかった
Q4	<ul style="list-style-type: none"> ● グループの選択よりもタンジブルの方がわかりやすかった ● タンジブルの場合、視覚的に誰と誰がつながっているかがわかりやすかったから ● タンジブルデバイスの集め方を少し考えた ● 共有したい相手とデバイスを近付けるだけで一括送信できた ● Q2 と同じ理由 	<ul style="list-style-type: none"> ● グループ化されているのが文字で分かったから ● 画面上だけで操作できる ● Slack は、リストから選ぶのが面倒だった ● Q2 と同じ理由
Q6	<ul style="list-style-type: none"> ● 皆でタンジブルデバイスを合わせる方が分かり易いと感じた ● くっつけるのが楽しい 	<ul style="list-style-type: none"> ● Q2 と同じ理由
Q7	<ul style="list-style-type: none"> ● 送りたい相手とデバイスを近付ける直感的な操作で共有を行えた ● タンジブルデバイスを用いた場合、パッと見たときにグループができていくか分かりやすかった ● 考える時間が少なく情報共有できた ● タンジブルデバイスが重たいので、日常的に持ち運んで協調作業を行うのには向かないと思う 	

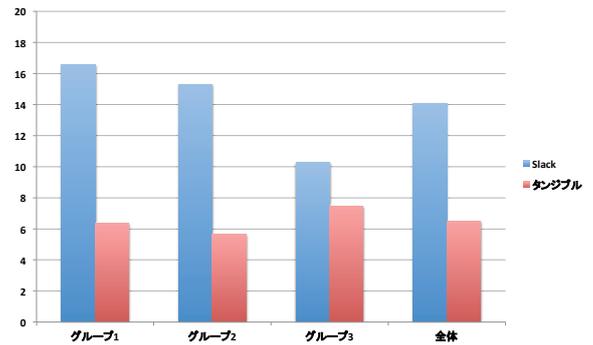


図 12 グループ選択から共有までの時間

有環境よりも直感的であり、グループの形成をしやすいたことが影響していると考えられる。

4.4.2 グループ形成・選択から情報共有までの時間

本環境における情報共有では、タンジブルデバイスを移動することで迷うことなくグループを形成できていたと考えられる。一方で、Slack を用いた情報共有では、共有するグループを探すのに時間がかかっていた。また Slack を用いた情報共有時には、あらかじめ全通りのグループを形成しているため、情報共有する際にはグループを選択するのにも関わらず、被験者にとって Web ブラウザと Slack アプリケーションを行き来することが煩雑な操作であると感じたと考える。

4.4.3 タンジブルデバイスの改良

自由記述において、協調作業に適用する際、現状のタンジブルデバイスのままだと重量があり、タブレット端末同様に持ち寄ることが考えにくいという回答が見られた。現状では、電源として単三電池を使用しているためサイズが大きくなっているが、ボタン電池で稼働させるようにし、さらに、ブレッドボードも小さなものを使うことで、小型化・軽量化を行うことが可能である。また、今回は光センサを用いたため、同時に形成できるグループは一つだけという制約が生じているが、グループを認識する手段として別の方法を用いることにより、この制約を回避する必要があると考えている。

4.3.3 カメラ映像からの観察結果

動画から観察された被験者の会話や行動について分析する。Slack による情報共有時では、情報共有するグループを選択する際に、アイコンがローマ字になっているため、他の被験者の名前を教えあう場面が見られた。タンジブルデバイスによる情報共有では、ユーザ同士で同じ動作を行ってタンジブルデバイスを動かしてグループを作るので、グループに一体感が見られた。また、その行動が楽しさを与えている様子がうかがえた。

4.4 考察

4.4.1 グループ形成と情報共有の容易性

Q1 から Q7 の結果から、グループ形成と情報共有の容易性に関して、多くの被験者が本環境による情報共有を高く評価していることがわかる。これは、NASA-TLX に基づくアンケートから精神的な要求を表す Mental と作業的達成度を表す Performance の結果からもわかるように、タンジブルデバイスを用いてグループを形成し、情報共有を行う環境は、Slack のような画面上のタッチ操作による情報共

5. おわりに

本研究では、タブレット端末とペアリングした光センサを搭載したタンジブルデバイス同士を一箇所に集めることにより、直感的にグループを形成し、情報共有を行える情報共有環境を構築した。また、情報共有という点に着目し、有用性を評価するための実験を、Slack を用いた情報共有方法と本環境での情報共有を比較することで行った。その結果から、直感的に情報共有を行うことができるという性

質が確認された。グループ形成から情報共有までにかかる所用時間については、本環境の情報共有の方が Slack での情報共有よりも時間を短くすることができた。

今後は、タンジブルデバイスを用いて、同時に複数のグループを形成することができる方法について検討する。また、様々な場面で行われる協調作業に適用できるように、タンジブルデバイスの軽量化を行う必要がある。

参考文献

- [1] 総務省：平成 26 年通信利用動向調査，<http://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/statistics/data/160722.1.pdf>.
- [2] 池松香，椎尾一郎：記憶の石：マルチタッチを利用したデバイス間情報移動，情報処理学会論文誌，Vol. 55, No. 4, pp. 1344–1352 (2014).
- [3] Jokela, T. and Lucero, A.: A comparative evaluation of touch-based methods to bind mobile devices for collaborative interactions, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM, pp. 3355–3364 (2013).
- [4] 森岡靖太，村井信哉，田仲史子，杉川明彦：使用場所の制約のない対面会議支援システム，電子情報通信学会技術研究報告. OFS, オフィスシステム，Vol. 97, No. 412, pp. 19–24 (1997).
- [5] 塩見和則，高田秀志：情報共有を伴うアドホックな対面協調作業のための近接端末間方向認識，情報処理学会論文誌，Vol. 58, No. 1, pp. 143–152 (2017).
- [6] de Freitas, A. A. and Dey, A. K.: Using Multiple Contexts to Detect and Form Opportunistic Groups, *CSCW*, pp. 1612–1621 (2015).
- [7] Yatani, K., Tamura, K., Hiroki, K., Sugimoto, M. and Hashizume, H.: Toss-it: Intuitive information transfer techniques for mobile devices using toss and swing actions, *IEICE transactions on information and systems*, Vol. 89, No. 1, pp. 150–157 (2006).
- [8] Marquardt, N., Hinckley, K. and Greenberg, S.: Cross-device interaction via micro-mobility and f-formations, *Proceedings of the 25th annual ACM symposium on User interface software and technology*, ACM, pp. 13–22 (2012).