

タブレット端末を利用した仮想テーブルトップ環境におけるフリック操作の導入

高田 秀志^{1,a)} 武田 悠暉¹ 高橋 佑輔¹

概要: 複数ユーザによる協調作業に適しているテーブルトップ環境をタブレット端末を用いて擬似的に実現する環境として、我々は「仮想テーブルトップ環境」を構築している。本研究では、仮想作業空間上に存在するオブジェクトを移動させる手段として、フリック操作を導入することを検討する。仮想テーブルトップ環境では、フリックされた方向へオブジェクトを移動させるという単純な方法をとるだけでは、オブジェクトが仮想作業空間の見えない部分に移動したり、ユーザ間で合意が取れていない移動が発生したりするという問題がある。本稿では、このような問題を考慮した適切なフリックインタフェースを提案するとともに、そのインタフェースをタブレット端末上で実装するための方法について述べる。

Introducing the Flick Gesture to the Virtual Tabletop Environment Using Tablet Terminals

HIDEYUKI TAKADA^{1,a)} YUKI TAKEDA¹ YUSUKE TAKAHASHI¹

Abstract: The *Virtual Tabletop Environment* (VTTE) is a tablet-based framework which simulates the tabletop environment suitable for supporting collaborative works. In this research, we discuss introducing the flick gesture to this environment as a means of moving objects existing on a virtual workspace. In the VTTE, undesirable situations may happen if we adopt a method of simply move the object toward the flicked direction; objects may move to an invisible area of the virtual workspace or users may receive an object unintentionally from another user. In this paper, we propose an appropriate flicking interface considering these problems and describe a method to implement this interface on tablet terminals.

1. はじめに

テーブルトップ環境はタッチパネルを装着した大画面ディスプレイをテーブル状に設置し、その画面に表示された情報を複数の作業者が共有しながら操作を行えるようなインタフェースを提供する。例えば、WeSearch[1]は協調Web検索をテーブルトップ環境によって支援するシステムである。また、比較的小さい画面を持つタブレット端末をテーブルに置き、テーブルトップ環境と連携させたり、タブレット端末同士で連携させたりすることによる協調作業支援に関する研究も行われている [2]。

テーブルトップ環境は、大画面という性質を活かして複

数のユーザが同時に同じ作業空間を共有できるという利点がある一方で、機器が大掛かりなため自由にどこでも利用できるという環境を構築するのは困難である。また、タブレット端末は手軽に持ち運ぶことができ、テーブル上に置いて利用すれば複数ユーザでも利用できるという利点があるが、画面が小さいためユーザ間で共有できる作業空間を大きくすることができない。

我々は、テーブルトップ環境の大画面性とタブレット端末の手軽さを持ち合わせたシステムとして、タブレット端末を用いた仮想テーブルトップ環境とそのアプリケーションを構築している [3][4]。仮想テーブルトップ環境は、テーブル上に仮想的に存在する作業空間を複数のタブレット端末を移動させながら覗き込むようなインタフェースを提供している。これまでに、フリック操作によって作業空間をスクロールさせるシステムに比べて、実空間と仮想作業空

¹ 立命館大学情報理工学部
Ritsumeikan University, Kusatsu, Shiga 525-8577, Japan

^{a)} htakada@cs.ritsumeik.ac.jp

間を対応付けて認識できるという性質が得られることや、作業者間で指差し動作や指示語を始めとしたコミュニケーションの活性化が起こることが示されている。

現状の仮想テーブルトップ環境では、作業空間上に存在するオブジェクトを移動する手段としてはドラッグ操作を提供しているが、タブレット端末の画面の大きさを越えた範囲でオブジェクトを移動させるには、タブレット端末上でオブジェクトをタッチしたまま端末を移動させるという操作が必要であり、簡便とは言い難い。一方で、テーブルトップ環境ではオブジェクトをフリック操作によって弾くような操作が導入されており、作業空間上の広い範囲で簡便にオブジェクトを移動させることが可能である。仮想テーブルトップ環境にもフリック操作を導入することによって、タブレット端末の画面を越える範囲でオブジェクトを移動させるようにすることができるようになるが、仮想テーブルトップ環境では、通常のテーブルトップ環境とは異なり、作業空間全体が見えているわけではないため、フリックされた方向へオブジェクトを移動させるという単純な方式をとることは、却って仮想テーブルトップ環境の利点を損なってしまうことにもつながる可能性がある。

本稿では、仮想テーブルトップ環境にフリック操作を導入する上で、オブジェクトが仮想作業空間の見えない部分に移動したり、ユーザ間で合意が取れていない移動が発生したりする問題を考慮したインタフェースを提案する。また、そのようなインタフェースを実際にタブレット端末上で実装するための方法について述べる。

2. 仮想テーブルトップ環境の概要

仮想テーブルトップ環境上での協調作業の様子を図1に示す。実在するテーブルの上には仮想的な作業空間が存在し、ユーザはタブレット端末を通してこの作業空間を「覗き見」することができる。作業空間上で見たい位置を変えたいときは、机上でタブレット端末を滑らせて移動すると、画面に表示されている作業空間が端末の移動量に応じてスクロールされる。作業空間はタブレット端末間で共有されているため、机上の同じ位置にタブレットを移動させると、どのタブレットでも同じ作業空間が表示される。

仮想テーブルトップ環境を用いて実際に作業を行っている様子を図2に示す。現在の実装では、タブレット端末の移動の取得にマウスを用いている。したがって、端末の移動量に対する誤差が蓄積する、また、端末の方向を変えられないなどの問題が存在しているが、端末の移動や向きを検出できる効率の良いデバイスが開発されれば、このような問題は解消できると考えている。

3. フリック操作の導入

本節では、上記で述べた仮想テーブルトップ環境にフリック操作を導入するに当たって検討すべき利用シナリ

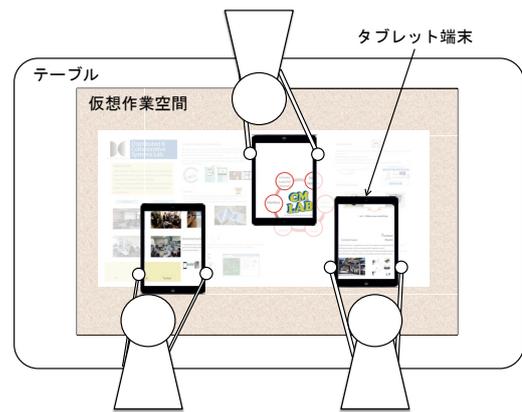


図1 仮想テーブルトップ環境



図2 作業の様子

オと、実際にフリック操作が行われた際の動作について述べる。

3.1 フリック操作のシナリオ

仮想テーブルトップ環境において、タブレット端末の画面の範囲を超える位置へオブジェクトを移動させるためのフリック操作が行われる場合、図3に示すように二通りのシナリオが考えられる。一つは、他端末が存在する方向へのフリックである。例えば、端末Aを利用しているユーザが端末Bを利用しているユーザに対して図中の円形のオブジェクトを渡したいと思った場合には、端末A上で端末Bの方向へ向かってフリック操作を行うことにより、端末Bが存在する仮想作業空間上の位置へオブジェクトを移動させるような場合がこれに相当する。もう一つは、他端末が存在しない方向へのフリックである。例えば、端末Aに表示されている円形のオブジェクトを、どの端末にも表示されていない位置へ移動させようとする場合がこれに相当する。

仮想テーブルトップ環境の特性として、作業空間全体がユーザに見えているというわけではなく、タブレット端末が置かれた部分のみが覗き窓のように表示されているということがある。他端末が存在する方向へフリック操作が行われた場合には、フリックされたオブジェクトがその方向に存在している端末の位置へ移動すれば、作業空間上のオブジェクトを表示したままにすることができる。一方で、他端末が存在しない方向へフリックされた場合、もしどの

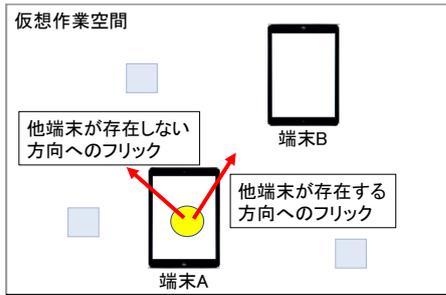


図 3 フリック操作のシナリオ

端末も存在していない位置へフリックされたオブジェクトを移動させてしまうと、そのオブジェクトはどのタブレット端末上でも表示されていない状態になり、オブジェクトが行方不明になってしまう可能性がある。

さらに、他端末が存在する方向へフリックが行われた場合にも、フリックされた方向の端末上の位置へオブジェクトを無条件で移動させてしまうと、ユーザ間で合意が取れていないオブジェクトの受け渡しが発生してしまう可能性もある。

3.2 フリック操作に対する動作

以上のような状況を考慮し、フリック操作に対する動作を以下のように定める。

- オブジェクトがフリックされた場合、フリックされた方向に向かってオブジェクトが移動する。移動の過程は、アニメーションによって表示する。
- フリックされたオブジェクトが移動した後、一定時間停止している間にユーザによってタップされると、そのオブジェクトはその位置に留まる。
- 上記において、一定時間の間にタップされない場合には、オブジェクトはフリックされた位置に戻る。戻る際の移動の過程は、アニメーションによって表示する。

上記の指針によって実際にオブジェクトがフリックされた場合の動作を図 4 に示す。

図の A のように、他端末が存在しない方向へフリックされた場合には、フリックされた方向へオブジェクトが一旦は移動するものの、そのオブジェクトはどの端末にも表示されず、停止中にタップされることは無いので元の位置に戻ることで、オブジェクトが行方不明になることを防ぐことができる。

また、図の B のように他端末が存在する方向へフリックされた場合には、その端末の中心位置までオブジェクトが移動し、オブジェクトが停止している間にタップされた場合にはその位置に留まり、タップされない場合には元の位置に戻る。これにより、ユーザ間で意図しないオブジェクトの受け渡しが発生しないようにすることと、オブジェクトを移動したい方向の端末へ直感的にオブジェクトを移動させることができるということを両立させる。

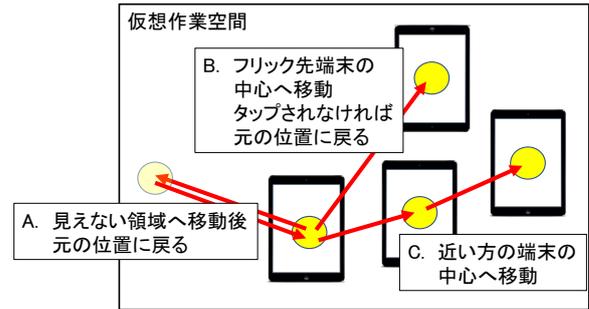


図 4 フリック操作の動作

さらに、図の C のようにフリックされた方向に複数の端末が存在している場合には、近い方の端末の位置をオブジェクトの移動先とする。さらに離れた端末の位置へオブジェクトを移動させたい場合には、さらにフリック操作を行うものとする。

3.3 実装

本環境は Apple 社のタブレット端末である iPad 上で実装している。以下に、上記のようなフリック操作に対する動作を実装する方法について示す。

- タブレット端末間の通信
仮想テーブルトップ環境を構成している複数の端末で一つの仮想作業空間を共有するために、仮想作業空間に配置されているオブジェクトの属性やタブレット端末上で行われた操作を同期する必要がある。そのため、Apple 社の提供している MultipeerConnectivity フレームワークを用いて端末間のグループ通信を実現し、オブジェクトの座標情報などを共有している。
- フリック操作の共有
フリック操作が行われた場合には、操作が行われた端末上で対象のオブジェクトの移動先を仮想作業空間上の座標として定め、他の端末に通知する。その後、各端末でその座標へオブジェクトをアニメーションにより移動させる処理を行う。また、アニメーションによる移動後、一定時間内にオブジェクトがタップされた場合には、タップが行われた端末がその情報を他の端末に通知し、そのオブジェクトをその座標に留める処理を行う。
このような処理により、フリック操作が行われた端末では端末の画面上からオブジェクトが出ていくようなアニメーションが表示され、フリック操作による移動先となる端末ではオブジェクトが画面の外から画面上へ入ってくるようなアニメーションが表示される。これらがほぼ同期して動作することによって、端末間をまたいでオブジェクトが移動しているような印象をユーザに与えることができる。
- タブレット位置の共有
オブジェクトがフリックされた際の移動先座標を決定

する上では、フリックされた方向に他端末が存在しているかどうかをフリックされた端末上で判定できる必要がある。そのため、端末移動が発生した場合にその端末の仮想作業空間上での座標を他の端末へ通知し、通知を受け取った端末では常に他端末の座標を保持しておく。

4. 評価の方針

このようなフリック操作によって、仮想テーブルトップ環境上でオブジェクトを移動させる操作がどの程度簡便になるのかについて評価を行う予定である。評価の方針を以下に示す。

- 仮想作業空間上に並べられた数字付きラベルを、同じ数字を持つものを集めていくようなタスクを複数人で協力しながら行う。
- フリック操作を導入していない仮想テーブルトップ環境に比べて、どの程度タスクを早く完了させることができるのかを計測する。
- フリック操作によって、実空間と仮想空間を関連付けたオブジェクトの位置認識や、コミュニケーションの活性化が損なわれていないかどうかを、ユーザアンケートによって評価する。

5. おわりに

本稿では、タブレット端末を利用した仮想テーブルトップ環境において、フリック操作を導入する上での利用シナリオについて検討した上で、実際にフリック操作が行われた場合の動作について述べた。また、そのようなインタフェースをタブレット端末上で実装するための方法について示した。

今後は、4節で述べた方針に従ってユーザ評価を行い、仮想テーブルトップ環境の利点を損なうこと無く、フリック操作によって簡便にオブジェクトを移動させられるようになっているかどうかを明らかにしていく予定である。

参考文献

- [1] Morris, M. R., Lombardo, J. and Wigdor, D.: WeSearch: Supporting Collaborative Search and Sensemaking on a Tabletop Display, *Proceedings of the 2010 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work, CSCW '10*, pp. 401–410 (2010).
- [2] Zagermann, J., Pfeil, U., Rädle, R., Jetter, H.-C., Klok-mose, C. and Reiterer, H.: When Tablets Meet Tabletops: The Effect of Tabletop Size on Around-the-Table Collaboration with Personal Tablets, *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '16*, pp. 5470–5481 (2016).
- [3] Ito, N., Takada, H. and Piumarta, I.: Effectiveness of tabletop interaction using tablet terminals in a shared virtual workspace, *CYTED-RITOS International Workshop on Groupware*, Springer, pp. 98–114 (2016).
- [4] Inoue, T., Piumarta, I. and Takada, H.: Collaborative