

アイコン変化によるフィードバックが得やすい非接触操作の比較

天早 健太^{*1} 木戸 瑛一^{*2} 中道 上^{*2} 渡辺 恵太^{*3} 山田 俊哉^{*4}

Comparison of Non-Contact Operations for Noticeable Feedback by Icon Variation

Kenta Amahaya^{*1}, Eiichi Kido^{*2}, Noboru Nakamichi^{*2}, Kita Watanabe^{*3}, Toshiya Yamada

Abstract - Non-contact operating system for large screen has been studied. However, gestures in current studies are not ordinary gesture in our life. In this study, we propose a virtual touch panel system which can operate like a tablet computer on a large screen. As the result, this paper showed the proposed method can operate corresponding to Mouse down and up. Furthermore, this paper showed that the proposed system can easily obtain the feedback by operation from the comparison with the associated technology.

Keywords: Sight, Tap, Senses and Natural User Interface

1. はじめに

離れた位置にある画面に対してのインタラクションとして近年、医療から教育に至るまで様々な分野で非接触操作の研究が提案されている。例えば、医療分野であれば医療現場の院内案内システムやCT・MRIなどで撮影された画像を閲覧する医療従事者向けシステムに適用されている^[1]。非接触操作技術を導入することによって画面やキーボードへの直接接触を避けることができ、院内感染の危険性を回避することができるとされている。このように離れた位置にある画面に対してのインタラクションは様々な場面での導入が期待されている。しかし、多くの操作手法は大画面での操作には向いておらず、私たちが身近に使われているようなジェスチャーとは異なるためユーザーは操作時に操作方法を学習する必要がある。

本研究では、大画面に対してユーザーが直観的な操作を実現するためにすでに浸透しているタッチパネルのような操作方法であるタッチジェスチャーに着目した。そして、タブレット端末のように操作が可能な仮想タッチパネルシステムについて提案してきた^[2]。本論文では、タッチパネル操作の内、最も利用されるジェスチャーであるTap操作に着目し、非接触操作時に利用される2つの関連技術と提案システムのインタラクションとしての相互作用について比較分析を行った。

2. 関連研究

ポインティング手法の研究としては大画面環境を想定し、仮想的なタッチスクリーンを利用したポインティン

グ手法の研究がある^[3]。しかし、Chengらの提案した仮想タッチスクリーンを用いたシステムでは単一webカメラを用いているため指の前後の動きを検出することが困難であり、ユーザーがカメラの正面の位置に立っている場合、システムが確実に頭と手を区別し認識することが困難であるとされている。そのため、タブレットのような操作方法である対象物をTapするような動作は難しいとされている。また、ジェスチャーによるマウスカーソルの移動を利用したポインティングシステムとして、Remote Touch Pointingの研究が進められている^[4]。Remote Touch Pointingは体一部を基点、操作点としそれらの延長線上をポインティング位置としてマウスカーソルを表示する。そのため、直観的にポインティングを行うことが可能である。本研究の提案システムである仮想タッチパネルを用いた操作におけるポインティングシステムの部分ではRemote Touch Pointingを利用して実現している。

大画面環境におけるハンドジェスチャーの選択手法を比較した研究がある^[5]。中村らはハンドジェスチャーの物体を選択する手法として使われているウェイティング、シングルクロッシングと提案システムであるシングルクロッシングを改良したダブルクロッシングの比較実験を行っている。

3. 仮想タッチパネルシステムと関連技術

仮想タッチパネルシステムとは離れた位置にある画面へのタブレットのようなジェスチャー操作を想定したシステムである。プレゼンテーションの際、発表者にとってスクリーンの大きさはタブレット端末のサイズと同じ大きさを感じられる。例えば、縦1.4cm、横1.8mのスクリーンに対して3.0m離れた発表者が、手の届く範囲0.3mの位置で操作しようとする場合、スクリーンは縦0.14m、横0.18mの大きさを感じる。そのためタブレット端末と同じような感覚で操作できることを目的とし、提案システムである仮想的なタッチパネルシステムをRemote Touch Panelと命名する。

*1: 福山大学大学院工学研究科

*2: 福山大学工学部

*3: 株式会社DNP デジタルソリューションズ

*4: NTT テクノクロス株式会社

*1: Graduate School of Engineering, Fukuyama University

*2: Fukuyama University

*3: DNP Digital Solutions Co., Ltd

*4: NTT Techno Cross Corporation.

3.1 Remote Touch Panel

Remote Touch Panel は指差しジェスチャーによるポインティングシステムと選択位置を選択する操作を可能にする操作インターフェースから構成される。図 1 に Remote Touch Panel の使用例を示す。指差しジェスチャーによるポインティングシステムには Remote Touch Pointing を用いることでポインティングする際にポインティングデバイスを用いることなく操作を行うことが可能となる。仮想タッチパネルの位置は操作者から自由に設定することが可能である。本研究では仮想タッチパネルの位置を操作者が手の届く範囲を想定し、操作者の前方の 0.5m の距離に設定した。

操作者は仮想タッチパネル計測空間内であれば、ポインティング操作が可能になる。また、選択操作を可能にする Remote Touch Panel の操作インターフェースは操作者が仮想タッチパネル範囲に手が通過するか仮想タッチパネルに手が触れることでタッチパネルと同様の操作が可能になり、ポインティングしている画面の一部が選択可能になる。

図 2 に Remote Touch Panel の操作空間を示す。図 2 より、Kinect から広がっている点線は Kinect のセンサーが深度検知できる空間を表している。本研究では、この空間のことを Kinect 計測空間と定義する。また、Kinect 計測空間は 512×424 , 30 Hz, FOV : 70×60 , One モード : 0.5m~4.5m^[6]である。また、Display の 4 端点と操作者の基点を結んだ点線と Kinect の計測空間を表した点線が交わってできた空間のことを仮想タッチパネル計測空間と定義する。この仮想タッチパネル計測空間は Kinect のセンサーが深度検知できる範囲と操作者の操作点を検知し、操作時に Display に反映することが可能な空間を表している。仮想タッチパネル計測空間のうち、操作者の基点から一定距離に設定した位置に仮想タッチパネルが生成される。仮想タッチパネルから Kinect 側の範囲のことを仮想タッチパネル範囲と定義する。

3.2 関連技術

非接触でのコンピュータの入力操作における関連技術について説明する。現在、タブレット端末を操作する入力方法は主に Apple^[7], Google^[8], Microsoft^[9]の 3 種類である。タブレット操作の入力種類と標準インタラクションを表 1 に示す。表 1 の代表的な 3 種類のタブレット操作の標準インタラクションのうち、本研究では大画面環境内でのタッチパネル操作の実現を想定するため、大画面に映し出す機会が多い、Microsoft Universal Windows Platform Touch interaction^[9]に着目した。また、Microsoft Universal Windows Platform Touch interaction の内タッチパネル操作の中で最も利用されている Tap 操作について検討をした。

Kinect や Leap Motion Controller などを用いて、離れた

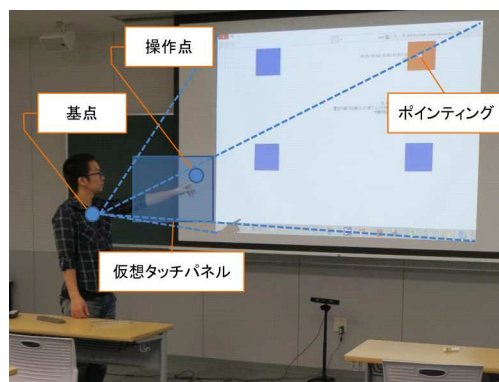


図 1 Remote Touch Panel の使用例
Fig.1 Usage example of remote touch panel.

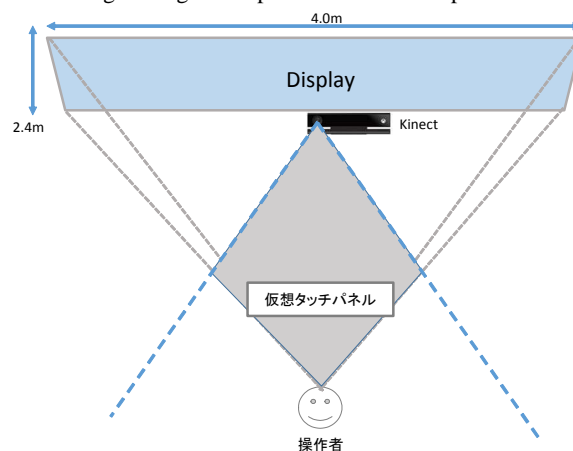


図 2 Remote Touch Panel の操作空間
Fig.2 Environment of remote touch panel.

表 1 タブレット操作(入力方法の種類)

Table 1 Input method for operation of each tablet computer.

Apple iOS HIG ^[7]	Google Material Design ^[8]	MS UWP ^[9]
Tap	Touch	Tap
Double Tap	Double Touch	-
-	Double touch drag	-
Drag	Drag	Slide
Flick	Fling	Slide
Touch & hold	Long Press	Press & hold
-	Long Press drag	-
Pinch in / out	Pinch open / closed	Pinch / stretch Turn
-	Rotate	

位置にある画面上の対象物を直観的に選択する操作として多く利用されているジェスチャー操作がある。スクリーンタップ・ジェスチャー(Type Screen Tap)^[10]は Leap Motion Controller を使用したジェスチャーで、スクリーンをタッチするような動作で手を一定距離前方に動かすことで対象物を選択する操作である。また、もう一つの操作方法として、Waiting^[5]が挙げられる。これは選択するオブジェクト上をポインティングし、ポインター(マウスカーソル)を一定時間静止させると対象物を選択する操作である。

4. インタラクションの比較分析

提案システムである Remote Touch Panel と 2 手法の関連技術についてインタラクションに着目し、利用時のユーザーとシステムの相互作用を分析した。また、3 手法それぞれの操作に対する視覚的なフィードバックを比較し分析する。

4.1 3 手法の操作面による分析

3 手法のインタラクションに着目し、ユーザーとシステムの相互作用の観点から 3 手法の相互作用について分析し、ポインティング操作には差がないことが明らかになった。

提案手法と 2 手法の関連技術の相互作用の違いを分析するためにシーケンス図を用いて処理手順を可視化した。提案手法である Remote Touch Panel の処理手順を可視化したシーケンス図を図 3 に、関連技術である Waiting の処理手順を可視化したシーケンス図を図 4 に、関連技術であるスクリーンタップ・ジェスチャーの処理手順を可視化したシーケンス図を図 5 に示す。

図 3、図 4、図 5 より提案手法と 2 手法の関連技術のアクターの要素を比較すると、提案手法では「操作者」、「Kinect」、「仮想タッチパネル」、「Display」の 4 つの要素で成り立っていた。また、Waiting とスクリーンタップ・ジェスチャーは「操作者」、「Kinect」、「Display」の 3 つの要素で成り立っている。

提案手法と 2 手法の関連技術の最初の「手を挙げる」から「ポインティング位置の移動を表示」までの処理手順を比較したその結果、操作者が次のアクターにメッセージを送る処理である操作手順では、3 手法ともに同数で 3 工程であった。そのため、ポインティング操作の操作手順では操作者の負担に差はないことが分かる。

提案手法と 2 手法の関連技術の「選択位置の画面変化を表示」までの処理手順を比較したその結果、コンピュータの入力操作における処理手順のうち、操作者が次のアクターにメッセージを送る処理である操作手順では、提案手法は「手を一定距離前に出す」と「手を一定距離後ろに引く」の 2 工程であるのに対し、Waiting では「ポインティング位置で手を静止」の 1 工程であった。また、スクリーンタップ・ジェスチャーも「手を一定距離前に動かす」の 1 工程であった。

この結果から、コンピュータの入力操作の部分では、提案手法は 2 手法の関連技術に比べて手順が 1 工程多くなるので操作者は操作に慣れるための学習量が多くなり負担になる可能性がある。しかし、Display の実行仕様と Display 自身に返されるメッセージを比較すると、提案手法では実行仕様が 3 工程であるのに対してその他の 2 手法では 2 工程であった。また、メッセージでも提案手法は 3 つであるのに対し、他の 2 手法では 2 つであった。

このことから、提案手法は他の 2 手法に比べて、操作

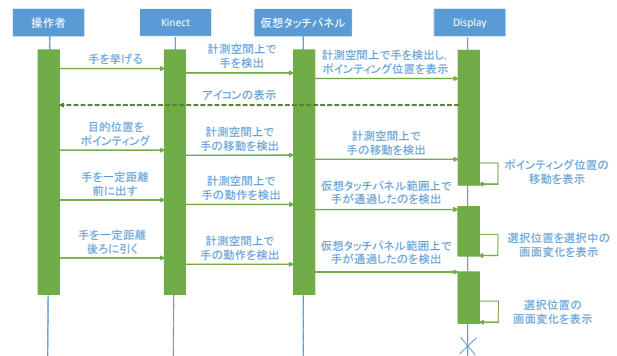


図 3 Remote Touch Panel の操作手順
Fig.3 Operation procedure of remote touch panel.

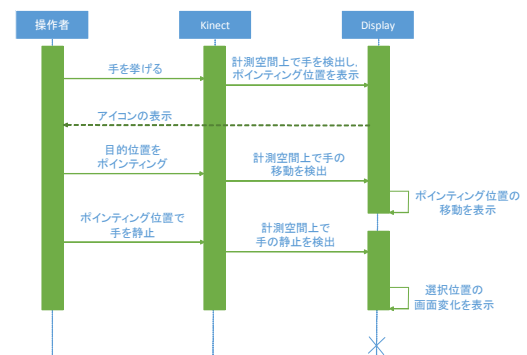


図 4 Waiting の操作手順
Fig.4 Operational procedure of waiting.

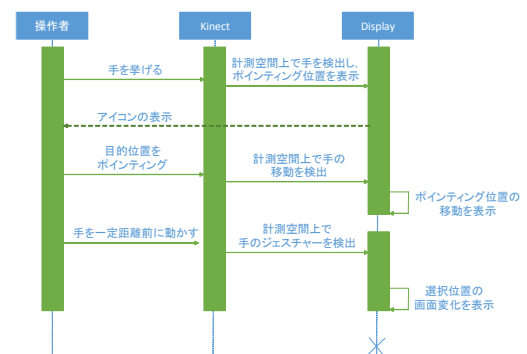


図 5 スクリーンタップ・ジェスチャーの操作手順
Fig.5 Operational procedure of screen tap gesture.

者が行ったコンピュータの入力操作に対して、より細かく Display 上で画面変化の情報を提示することが可能であることが分かった。これによって、操作者は現在の操作の状態を把握することができる可能性があると考えられる。

4.2 操作に対するフィードバック

3 手法の操作に対する視覚的なフィードバックとしてポインティング操作から対象物を選択する操作までの Mouse over, Mouse down, Mouse up のアイコンの変化に着目して分析した。提案手法である Remote Touch Pointing は Mouse down, Mouse up に対応する操作が可能であり、操作に対するフィードバックが得やすいことを明らかにした。

表 2 5 手法のアイコンの変化
Table 2 Variation icon in 5 methods.

アイコン変化	Touch panel	Mouse	Remote Touch Panel	Waiting	スクリーンタップ・ジェスチャー
Mouse over	-	○	○	○	○
Mouse down	○	○	○	どちらか一方	○
Mouse up	○	○	○	のみ	×

本研究では 3 手法の操作と一般的に使用されている Mouse と Touch Panel を加えた 5 手法の操作に対するフィードバックの種類の違いについて分析を行った。一般的に使用される、画面上のアイコンが変化する操作は主に「Mouse over」,「Mouse down」,「Mouse up」の 3 種類である。「Mouse over」はアイコンを対象物に向かって動かし、対象物に重ねる操作である。「Mouse down」はアイコン上にある対象物に対して押し込む操作である。「Mouse up」は Mouse down した後の対象物に対して離す操作である。

表 2 に 5 手法のアイコンの変化を示す。表 2 より、Waiting では「Mouse over」と「Mouse down 又は Mouse up」のどちらか一方の 2 種類の操作でフィードバックが返される。スクリーンタップ・ジェスチャーでは「Mouse over」,「Mouse down」の 2 種類の操作でフィードバックが返される。しかし、「Mouse up」は返されない。提案手法では「Mouse over」,「Mouse down」,「Mouse up」の 3 種類すべての操作でアイコンが変化するフィードバックが返される。

この結果、提案手法は他の 2 手法に比べて、「Mouse over」,「Mouse down」,「Mouse up」に対応する操作が可能であり、Mouse と同様に操作に対するフィードバックが得られることが明らかになった^[11]。また、非接触操作時に返される視覚的なフィードバックを含む場合と含まない場合では操作性に対して統計的な差が存在することが明らかになっている。そのため、「Mouse over」,「Mouse up」,「Mouse down」の 3 種類の操作からフィードバックを得ることができる提案手法は操作者が操作の状態をより把握することができるため操作を学習しやすくなることが考えられる。

5. まとめ

本研究では、大画面に対してユーザーが直観的な操作を実現するため、すでに浸透しているタブレットのような操作方法であるタッチジェスチャーに着目し、大画面に対してタブレット端末のように操作が可能な仮想タッチパネルシステムを提案した。本論文では、タッチパネル操作の中で最も利用されている Tap 操作に着目し、非接触操作時に利用される 2 手法の関連技術と提案手法についてインタラクションとしての相互作用について比較分析を行い、ポインティング操作には差がないことが明

らかった。また、3 手法の操作に対するフィードバックを分析した結果、提案手法は他の 2 手法に比べて、「Mouse over」,「Mouse down」,「Mouse up」に対応する操作が可能であり、Mouse と同様に操作に対するフィードバックが得られることが明らかになった。

謝辞

本研究は日本学術振興会の科学研究費補助金（若手研究 (B) 15K16108）の助成により実施しました。厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] フィンガージェスチャー,
<http://www.nec-solutioninnovators.co.jp/sl/finger/>
(最終アクセス：2017/07/21).
- [2] 天早, 中道, 渡辺, 他: 大画面に対する仮想タッチパネルシステムの提案; 電子情報通信学会 HCG シンポジウム 2016 論文集, pp.395-396 (2016).
- [3] Kevin, C., Masahiro, T: Estimating Virtual Touchscreen for Fingertip Interaction with Large Display; Proc. 18th Australia Conf. on OZCHI'06, pp397-400 (2006).
- [4] 渡辺, 中道, 他: プレゼンテーションのための直観的ポインティングシステムの提案と評価; HCG シンポジウム 2014 論文集, pp.545-552 (2014).
- [5] 中村, 高橋, 他: 大画面環境におけるハンドジェスチャーの選択手法-ダブルクロッシングの提案と他の手法との比較; 電子情報通信学会論文誌, Vol. J96-D, pp.978-988 (2013).
- [6] Kinect
<https://developer.microsoft.com/ja-jp/windows/kinect/hardware> (最終アクセス：2017/07/21).
- [7] Apple: iOS Human Interface Guidelines (2016/12/02).
- [8] Google: Google Material Design (2016/12/02).
- [9] Microsoft: Microsoft Universal Windows Platform Touch interactions (2016/12/02).
- [10] 中村: Leap Motion プログラミングガイド, 株式会社工学者 (2015).
- [11] Amahaya, K., Sugihara, K., et al.: Evaluation of Feedback Conditions in the Noncontact Operation; IEEE 5th Global Conference on Consumer Electronics, pp.178-182 (2016).