

大型マルチタッチテーブルトップ向けの 4本指シェイクを用いた仮想マウス

栗原 拓郎^{1,a)} 志築 文太郎^{2,b)} 田中 二郎^{2,c)}

概要：本研究では、任意の位置から片手にて起動可能な、大型マルチタッチテーブルトップ向けの仮想マウスを示す。ユーザはこの仮想マウスを、4本の指をタッチパネルに接触させ、手を振るように動かすジェスチャにより起動する。このジェスチャは既存のタッチ操作と競合しないため、ユーザは仮想マウスを大型マルチタッチテーブル上の任意の位置にて起動でき、かつ複数人が同時に起動できる。加えて、この仮想マウスでは、親指と薬指の間の距離を変えることにより Control-Display 比を動的に変更できるため、ユーザは素早く遠隔地をポインティングできる。

A Virtual Mouse using a Four Finger Shake on Large Multi-Touch Tabletops

TAKURO KURIBARA^{1,a)} BUNTAROU SHIZUKI^{2,b)} JIRO TANAKA^{2,c)}

Abstract: We present a virtual mouse for large multi-touch tabletops. The virtual mouse is activated by a shake gesture with four fingers on the tabletops. The gesture allows a user to activate the virtual mouse anywhere on the tabletops without conflicting with other touch gestures. This gesture also allows multiple users to simultaneously activate the virtual mice. Moreover, the user can point at far position quickly because the virtual mouse can change control-display ratio according to the distance between the user's thumb and ring finger.

1. はじめに

マルチタッチ操作を含むタッチ操作には、操作対象を直接操作できるという長所がある一方、マウス操作と比較して困難な操作もある。例えば、大型マルチタッチテーブルトップにおいては、手が届かない領域（遠隔地）の操作が困難である [2]。また、手の届く領域においても、タッチ操作には、ユーザ自身の手によりタッチしたオブジェクト等が遮蔽されるという問題もある [3, 6]。

これらの問題に対して、仮想マウスや仮想タッチパッド（例、[1]）等の、間接操作を可能とする GUI を用いる解決策がある。しかし、現状ではこれらの GUI は、任意の位

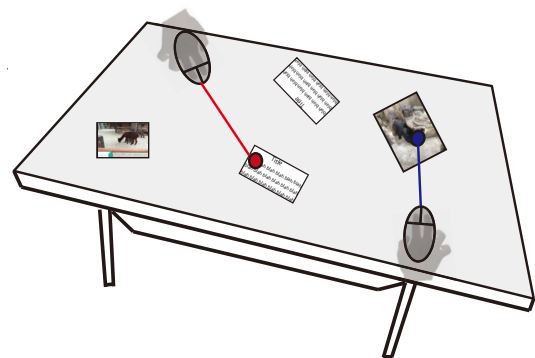


図 1 複数人による仮想マウスの使用。

Fig. 1 Using virtual mice by multiple users.

置において起動することができないため、複数人にて様々な位置から同時に使用されることの多い大型マルチタッチ

¹ 筑波大学大学院システム情報工学研究科コンピュータサイエンス専攻

² 筑波大学システム情報系

a) kuribara@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

b) shizuki@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

c) jiro@iplab.cs.tsukuba.ac.jp

テーブルトップには向かない。

本研究は、任意の位置から片手にて起動可能な、大型マルチタッチテーブルトップ向けの仮想マウスを示す。ユーザはこの仮想マウスを、4本の指をタッチパネルに接触させ、手を振るというジェスチャ（4本指シェイク）により起動する。4本指シェイクは既存のタッチ操作と競合しないため、ユーザは仮想マウスを大型マルチタッチテーブル上の任意の位置にて起動でき、かつ図1に示すように複数人が同時に起動できる。加えて、この仮想マウスでは、親指と薬指の間の距離を変えることにより Control-Display (CD) 比を動的に変更できるため、ユーザは素早く遠隔地をポインティングできる。

2. 関連研究

本手法を用いたユーザは、4本指シェイクにより起動される仮想マウスを用いて、タッチパネルにおけるポインティングを行う。そこで、複数の指を用いた起動ジェスチャ、仮想マウスに関する研究、およびタッチパネルにおけるポインティングを扱った研究を示し、本手法の立ち位置を述べる。

2.1 複数の指を用いた起動ジェスチャ

起動ジェスチャとして、複数の指を用いる手法はいくつか存在する。栗原らは、3本の指の接触によってウィジェットを起動する手法を示した [8]。吉川らは、タッチした2本の指の間をもう1本の指にて横切る手法を示した [14]。TouchTools [7] は、実世界における実物体を操作する際の手の形にてディスプレイを触ることによって、その実物体を模したアプリケーションを起動するツールである。これらの研究と異なり、本研究では、仮想マウスの起動のために、4本指シェイクを用いる。

2.2 仮想マウスに関する研究

マルチタッチパネルにおける仮想マウスの研究もいくつか存在する。SurfaceMouse [5] は手の接触形状を認識することにより起動する仮想マウスである。ユーザは現実のマウスと同様に左右のクリック操作に加えてスクロール操作も可能である。この研究では、タッチパネルが手の接触形状を認識する必要があるのに対し、我々の仮想マウスは複数のタッチ点のみを検出可能なマルチタッチパネルにて実装可能である。また、TouchTools の一つの例として仮想マウスがあげられている。しかしその設計には CD 比の変更、複数人による利用は考慮されていない。SDMouse [9] は表示されているマウスカーソルをタッチすることにより起動する仮想マウスであり、ジェスチャによる CD 比の変更を可能とする。ただし、SDMouse の起動位置はカーソルの位置に依存するのに対し、本研究にて示す仮想マウスは任意の位置において起動可能である。

2.3 タッチパネルにおけるポインティング

タッチパネルにおいて、遠隔地をポインティングする手法が研究されている。Parker らは、スタイラスの先端の影を用いてポインティングする手法 [11] を、Banerjee らは、指を指す動作によりポインティングする手法を示した [4]。また、柘原らは、指を用いてつまむジェスチャによりポインティングする手法を示した [16]。これらの手法は、ポインティングを実現するために追加のデバイスを必要とする一方、我々の手法は追加のデバイスを必要としない。また、我々の手法と同様に追加のデバイスを必要としない遠隔地ポインティング手法もいくつか存在する [2, 15] が、しかしこれらの手法では両手を用いる必要がある一方、我々の手法では片手のみにてポインティングできる。

タッチパネルでのポインティングにおける遮蔽を扱った関連研究も存在する。Shift [12] は指にて遮蔽された領域を遮蔽されていない領域にコピーし、指の下の選択されている点を視覚フィードバックにより示す手法である。また、Escape [13] は選択したいオブジェクト近くの領域をタッチし、選択したいオブジェクトが示す方向に指をスライドさせることによって選択を行う手法である。これらの手法と比較し、本研究では、仮想マウスによりポインティングを行うことによって指による遮蔽問題を解決する。

3. 提案システム

本節では、仮想マウスの起動方法、仮想マウスを用いたポインティング方法、仮想マウスの終了方法を述べる。

3.1 仮想マウスの起動

ユーザは図 2a に示すように4本の指をタッチパネルに接触させ、接触させた4本の指を図 2b に示すように振ることにより仮想マウスを起動できる。仮想マウスの起動位置は図 2c に示すように4本の指の接触点の重心位置となる。タッチパネルに接触させた指を小刻みに動かして操作する研究 [10] を参考に、本研究では4本の指にてこの操作を行うことを仮想マウスの起動ジェスチャとしている。4本指シェイクは既存のマルチタッチ操作と競合しないため、ユーザは任意の位置にて片手にて仮想マウスを起動でき、かつ複数人が同時に仮想マウスを起動できる。

3.2 仮想マウスを用いたポインティング

ユーザは起動時にタッチパネル面に接触させた親指を、接触させたまま動かすことによって、図3に示すように仮想マウスとカーソルを動かすことができる。この時、仮想マウスは、起動時の仮想マウスと親指の距離を保ったまま、親指の動きと連動して動く。また、この時のカーソル位置 $P_i(x, y)$ は以下の式によって表される。

$$P_i(x, y) = P_{i-1}(x, y) + k_i(M_i(x, y) - M_{i-1}(x, y)),$$

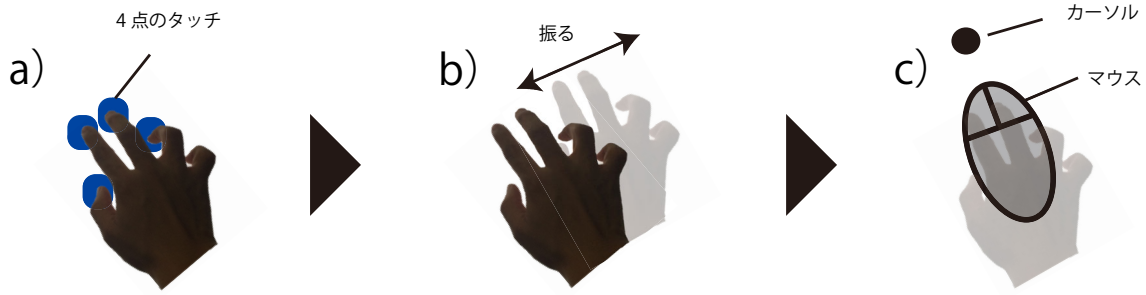


図 2 4本指シェイクを用いた仮想マウスの起動. a) タッチパネル面に4本の指にてタッチする. b) 指を接触させたまま振るように動かす. c) 4本の指の接触点の重心に仮想マウスが出現する.

Fig. 2 Activating a virtual mouse using a four finger shake. a) When the user places his four fingers, and b) shakes them, then c) the virtual mouse is activated.

$$k_i = \alpha \times \frac{|S_i|}{|S_0|}. \quad (1)$$

ここで、 M_0 は仮想マウスの初期位置であり、 M_i は起動後 i フレーム時のマウスの位置である。 α は定数であり、 k_i は CD 比を表す。 S_0 は仮想マウス起動時の親指と薬指の距離であり S_i は i フレーム時の親指と薬指の距離である。すなわち、図 4 に示すように、親指と薬指の距離を広げると CD 比を表す k_i が大きくなり、逆もまた同様になる。2本の指の間の距離によって CD 比を変更する設計は、我々の先行研究 [15] と同様である。これにより、ユーザは大きな CD 比による大まかなポインティングと、小さな CD 比による精密なポインティングを滑らかに変化させることにより、遠隔地を高速かつ精密にポインティングできる。

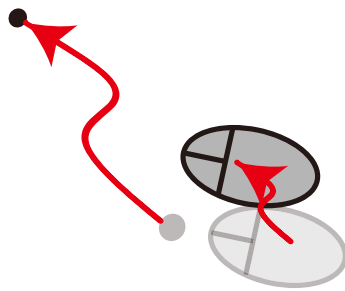


図 3 仮想マウスの移動とカーソルの移動.

Fig. 3 Cursor translation according to the virtual mouse.

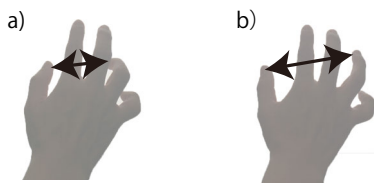


図 4 親指と薬指の間の距離を用いた CD 比の変更. a) CD 比が低い状態. b) CD 比が高い状態.

Fig. 4 Dynamic C-D ratio according to the distance between user's thumb and ring finger. a) A small C-D ratio. b) A large C-D ratio.

3.3 仮想マウスの終了

ユーザはタッチパネル面から親指を離すことにより、仮想マウスを終了できる。

4. プロトタイプ

マルチタッチパネルに Sony VAIO Tap 20 を、開発言語に WPF と C#を用いて、提案システムのプロトタイプを実装した。図 5 にプロトタイプを用いている様子を示す。本プロトタイプでは、式 (1) における定数 α を 2 とした。試用の結果、仮想マウスおよびカーソルを移動させ、ターゲットを正しくポインティングできることが確認できた。

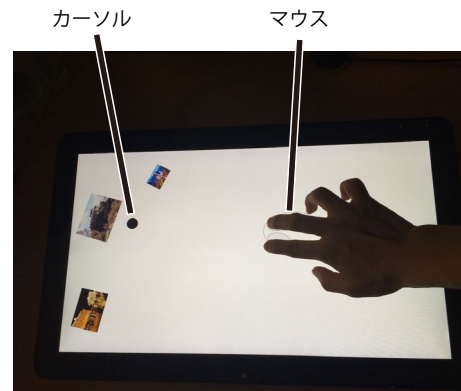


図 5 プロトタイプシステムを試用している様子.

Fig. 5 A user uses the prototype system.

5. まとめと今後の課題

本研究では、大型マルチタッチテーブルトップ向けの仮想マウスを示し、そのプロトタイプを実装した。ユーザは4本指シェイクにより仮想マウスを起動し、遠隔地を含めた操作を指による遮蔽なく行える。また、4本指シェイクは既存のタッチ操作と競合しないため、複数人が同時に任意の位置から使用できる。

今後は、ポインティング性能の評価および、ユーザのフィードバックを元にしたシステムの改良を行う。また、

複数人での使用や，複数のディスプレイを連携させた際の本手法の有用性についても調査していく．

参考文献

- [1] TouchMousePointer. <http://www.lovesummertrue.com/touchmousepointer/ja-jp/>.
- [2] Martha Abednego, Joong-Ho Lee, Won Moon, and Ji-Hyung Park. I-Grabber: Expanding physical reach in a large-display tabletop environment through the use of a virtual grabber. In *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*, ITS '09, pp. 61–64.
- [3] Pär-Anders Albinsson and Shumin Zhai. High precision touch screen interaction. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '03, pp. 105–112.
- [4] Amartya Banerjee, Jesse Burstyn, Audrey Girouard, and Roel Vertegaal. Pointable: An in-air pointing technique to manipulate out-of-reach targets on tabletops. In *Proceedings of the ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*, ITS '11, pp. 11–20.
- [5] Tom Bartindale, Chris Harrison, Patrick Olivier, and Scott E. Hudson. SurfaceMouse: Supplementing multi-touch interaction with a virtual mouse. In *Proceedings of the fifth international conference on Tangible, embedded, and embodied interaction*, TEI '11, pp. 293–296.
- [6] Hrvoje Benko, Andrew D. Wilson, and Patrick Baudisch. Precise selection techniques for multi-touch screens. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '06, pp. 1263–1272.
- [7] Chris Harrison, Robert Xiao, Julia Schwarz, and Scott E. Hudson. TouchTools: Leveraging familiarity and skill with physical tools to augment touch interaction. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '14, pp. 2913–2916.
- [8] Kazutaka Kurihara, Naoshi Nagano, Yuta Watanabe, Yuichi Fujimura, Akinori Minaduki, Hidehiko Hayashi, and Yohei Tutiya. Toward localizing audiences' gaze using a multi-touch electronic whiteboard with spiemenu. In *Proceedings of the 16th International Conference on Intelligent User Interfaces*, IUI '11, pp. 379–382.
- [9] Justin Matejka, Tovi Grossman, Jessica Lo, and George Fitzmaurice. The design and evaluation of multi-finger mouse emulation techniques. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '09, pp. 1073–1082.
- [10] Alex Olwal, Steven Feiner, and Susanna Heyman. Rubbing and tapping for precise and rapid selection on touch-screen displays. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '08, pp. 295–304.
- [11] J. Karen Parker, Regan L. Mandryk, and Kori M. Inkpen. TractorBeam: Seamless integration of local and remote pointing for tabletop displays. In *Proceedings of Graphics Interface 2005*, GI '05, pp. 33–40.
- [12] Daniel Vogel and Patrick Baudisch. Shift: A technique for operating pen-based interfaces using touch. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '07, pp. 657–666.
- [13] Koji Yatani, Kurt Partridge, Marshall Bern, and Mark W. Newman. Escape: A target selection technique using visually-cued gestures. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '08, pp. 285–294.
- [14] Takuto Yoshikawa, Buntarou Shizuki, and Jiro Tanaka. Handywidgets: Local widgets pulled-out from hands. In *Proceedings of the 2012 ACM International Conference on Interactive Tabletops and Surfaces*, ITS '12, pp. 197–200.
- [15] 栗原拓郎, 三田裕策, 大西主紗, 吉川拓人, 志築文太郎, 田中二郎. Handyscope: 引き出しジェスチャによる遠隔地操作手法. コンピュータソフトウェア, Vol. 31, No. 3, pp. 284–293, 2014.
- [16] 柘原直哉, 佐藤俊樹, 小池英樹. つまむ動作を用いた大型テーブルトップシステムにおける遠隔ポインティング. WISS '14, pp. 125–126. 日本ソフトウェア科学会, 2014.