

# Multi-Press Interaction: 擬似押下圧力を用いたマルチタッチ技法

池松 香<sup>1,a)</sup> 椎尾 一郎<sup>1,b)</sup>

**概要:** スマートフォンやタブレットの普及によってマルチタッチジェスチャは一般的な操作方法になりつつあり、近年はより直感的なインターフェースに注目が集まっている。そこで本研究では、タッチパネル上において、複数本の指やタッチペン等の接触面積を取得し、これから指とペンの識別、指や手の接触状態、押下圧力を推定し利用する新しいマルチタッチインタラクション、Multi-Press Interaction を実現する。従来のマルチタッチに加えて、マルチプレスを用いることでアプリケーション上でモードの切り替えや入力を直感的かつシームレスに行うことが可能となる。本論文では、このインターフェースを実装し、ペイントアプリケーションを試作した。

## Multi-Press Interaction: A Multi-touch Technique Using Pseudo-Depression Pressure for Interactive Surface

IKEMATSU KAORI<sup>1,a)</sup> SHIO ITIRO<sup>1,b)</sup>

**Abstract:** This paper proposes Multi-Press Interaction extending touch-based interaction using pseudo-depression pressure. Our proposed technique enables a system to distinguish fingers (e.g. a thumb or a pinkie) or touch pens by using the amount of their contact areas and deal with the different inputs. In addition to conventional touch interface, multi-press input allows users to switch the modes and to input intuitively. We have developed a prototype application: a paint application.

### 1. はじめに

近年、マルチタッチインターフェースは、iOS、Android、Mac OS X、Windows 8 など主要な OS でサポートされ、一般的な手法になりつつある。マルチタッチインターフェースの普及により、標準装備の入力デバイスのみで、ユーザの複数指を使った直接的な操作が可能になった。そこで、我々はタッチパネル上で指やタッチペン等の接触面積を取得し、これにより、指とペンの識別、指や手の接触状態、押下圧力を推定し利用する新しいマルチタッチインタラクションとして Multi-Press Interaction を提案する。従来のマルチタッチ入力に加え、この Multi-Press Interaction を組み合わせることで、より直感的かつ操作性の高いイン

ターフェースを提供することが可能である。

本論文では、タッチインタラクションの拡張としての Multi-Press Interaction の、コンセプトと実用性について述べ、提案手法を実現するアプリケーションプロトタイプを紹介する。

### 2. 関連研究

これまでに多くのタッチインタラクションの研究が蓄積されてきた。本章では、タッチサーフェスへの入力を識別する手法に関する研究と、多様な入力手法をサポートする研究の 2 つに分けて紹介する。

#### 2.1 タッチインターフェースへの入力識別のための研究

タッチの際に指を認識し、指の違いを入力として利用するインタラクション手法 [10] や、指紋認証により各々の指を区別し、タッチした指によって予め割り当てられた

<sup>1</sup> お茶の水女子大学人間文化創成科学研究科  
Ochanomizu University, Bunkyo, Tokyo 112-8610, Japan

a) ikematsu.kaori@is.ocha.ac.jp

b) siiio@acm.org

コマンドに対応する処理を行うインターフェース [7], 特殊なマイクをデバイスに埋め込み, タッチした瞬間の音の違いにより, 指先, 指の腹, 爪, 関節の 4 箇所を識別する技術 [2], 複数本の指の組み合わせを用いたジェスチャによるメニュー操作 [4] などがある. Manual Deskterity[3] では赤外線 LED を搭載したペンデバイスを用いて, ペンと指先のマルチタッチの同時入力を利用したインターフェースを提案した. また, 製品化されているものでは, MVPen テクノロジーズがノートブック PC やデスクトップ PC の側面に赤外線センサを取り付けることで, 専用のペンデバイスと指でのタッチ入力を識別する Touch8\*1 を開発した. これらの研究では, いずれも入力・入力方法の識別に外付けのハードウェアやセンサ, カメラ, 専用の入力ペンなどを必要とするが, 提案手法では特殊なデバイスが不要な方法を目指した.

我々と同じく指の接触面積に着目した研究では, The fat thumb[1] がある. これはタッチパネルと指先の接触面積の変化を利用して, ズームや画面内での移動を実現する. この研究は, 片手しか使えない状況や, 画面が小さく複数本の指での操作に向いていないデバイスを使用している状況にフォーカスし, 一本指ジェスチャに特化している. 一方, 我々の提案する Multi-Press Interaction では, このようにシチュエーションや使用する指の本数を限定しない, 広範囲な利用状況を対象としている.

## 2.2 タッチサーフェス上で多様な入力方法を実現する研究

従来のタッチインタラクションでは, 指の接触した点座標のみを用いて操作を行っているものが多い. これに対し, 触れた際の座標以外の情報を取得し, インタラクションに応用している研究を以下に挙げる.

Z-touch[9] では, 高速カメラをディスプレイに取り付けることで, 指の向きや傾きを用いたインタラクションを実現した. WrinkleSurface[8] や, PhotoelasticTouch[5] では, 弾性素材のタッチサーフェスを指でつまんだりねじったりする入力を可能にした.

上記の研究においても, 弾性ディスプレイや高速カメラなど特殊なハードウェアを用いるの必要があり, 実用性に課題がある. 本研究では, トラックパッドやスマートフォン, タブレット PC など広く普及しつつあるマルチタッチ可能なタッチディスプレイのみで実現可能である.

## 3. Multi-Press Interaction

ディスプレイ上に指でタッチすると, 指圧の強度や, 指先で触れるあるいは, 指の腹で触れるといった指の姿勢によって指とタッチディスプレイとの接触面積は変化する. また, 図 1 のような, 先端に静電式タッチスクリーン対応



図 1 透明ディスク付きのタッチペン.  
Fig. 1 Example of a touch-pen with disk tip.



図 2 先端がゴム製のタッチペン.  
Fig. 2 Example of a touch-pen with conductive rubber tip.

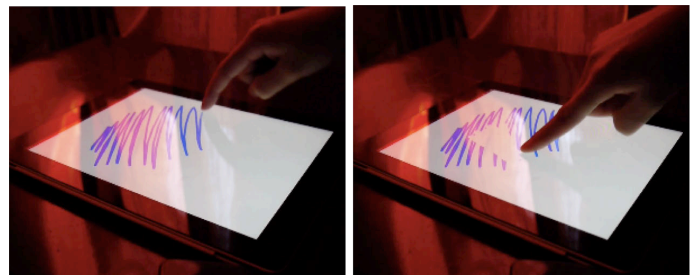


図 3 1点タッチ入力とプレス入力の使い分けによる使用機能変更の様子.  
Fig. 3 Mode switching by touch and press by one finger.

の透明ディスクのあるスタイラスや, 図 2 のようなペン先がゴムできていないタッチペンでは, ペン先の接触面積が異なる. また, これらのタッチパネル用のペンでは, 一般的に接触面は指より小さく, 形状が比較的安定しているため, 力を加えても面積は変化しにくいという特徴が挙げられる. これらの入力を多点タッチとして組み合わせ, さらにスワイプやピンチなどのジェスチャを加えることで, 様々なインタラクションを定義できる. 本研究では, このようなタッチディスプレイと指やタッチペンにおける接触面積の違いを利用し, データの閲覧や編集作業をシームレスに行えるインターフェース手法を提案する.

## 4. 応用例と実装

本章では, 提案手法を用いて開発した試作アプリケーションとして, iOS6 上で稼働する iPad 用ペイントアプリケーションを紹介する. 接触面積の取得には iOS の API

\*1 <http://mvpen.shop-pro.jp/?pid=52837346>

を用いている。この API は接触点の半径をピクセル値で返すものである。指の腹などで強くディスプレイを押せばこの接触面積は広く、指先で軽く触れれば狭くなる。提案手法は、この接触面積の変化を疑似押下圧力として利用する。

#### 4.1 タッチ/プレスでの機能の切り替え

Multi-Press Interaction を利用したベーシックなインタラクション手法の有用性を確認するためにペイントアプリケーションを試作した。従来のタッチインタラクションと同様の操作でタッチディスプレイに触れる入力をタッチ、指をディスプレイに押し付けるような、タッチに比べて強い力での入力をプレスと表記する。今回試作したアプリケーションでは、一本指で線描画を行い、そのままプレスすると消しゴムに切り替わる(図3)。また、タッチペンを用いることで描画色の変更を行うことができる。

#### 4.2 主機能/オプション機能の切り替え

主機能とオプション機能も接触面積の広さによって割り当てた。例えば、図4のように、右手の指先もしくはタッチペンで線描画を行っている際に、左手の指の腹でディスプレイにタッチすることでカラーパレットを表示し、描画中のペンの色を変更する。この手法により、メインタスク(描画)とオプション(色変更)の操作をシームレスかつ素早く行うことが可能となる。

他にも、図5のように、タッチペンでの作業中にもう片方の手の指でディスプレイに触れることで、画面のスクロールやズーム、回転をできるような機能を割り当てた。従来のペイントソフトでは、カラーパレット表示のために階層状のメニューをたどる必要があったり、メニューを表示し続けるために作業領域が縮小するなどの問題があった。提案手法は、実世界の画家が非利き手にパレットを持つことのメタファを利用し、非利き手を画面に触れてメニューを出し、利き手から機能を選択して使用する直感的な操作を提供する。

筆者らの研究に、手を使って紙を押さえる動作をメタファとして利用したインターフェース、文鎮メタファ [6] がある。本機能はこの研究をリファインしたものであると言える。文鎮メタファは手で押さえるという動作を機器が認識するために、ペンを持つ手のひらがあたる場所にタッチセンサを取り付けていた。本研究では押さえるために使用する指をタッチディスプレイ自体が認識するため、追加のタッチセンサを使用する必要がなく、標準装備のマルチタッチ入力デバイスのみで実現できる、シンプルかつ直感的なインターフェースである。

#### 4.3 マルチプレスによる機能

このプロトタイプでは、穴あけパンチのメタファを用いたプレスジェスチャを実装した。通常、穴あけパンチを使

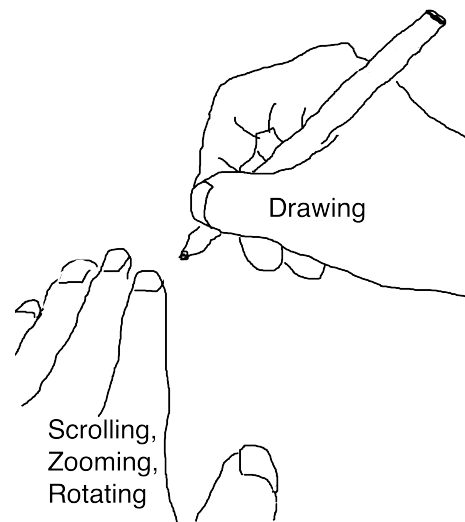


図5 スクロール/ズーム/回転機能の割り当て。

Fig. 5 Assigned functions to user's dominant and non-dominant hand.

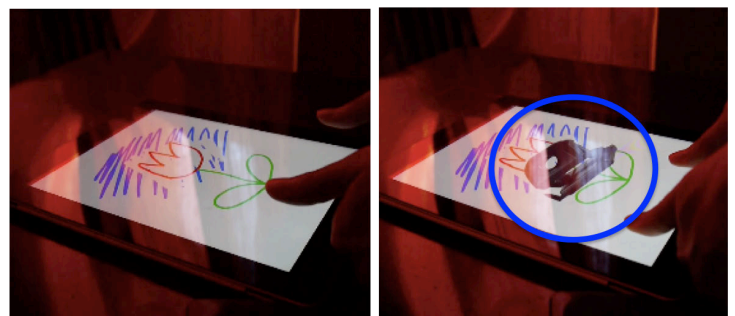


図6 マルチプレスによる穴あけパンチジェスチャ。

Fig. 6 2 point Multi-pressin triggeres punching hold function.

用する際、両手の親指でパンチャー上部を押し込むことで、書類に穴をあけ、フォルダや紐でまとめ、保存することができる。このメタファを利用し、本プロトタイプでは、図6のように、編集時のキャンバス上で2点のマルチプレスを行うことで、作業内容が保存される(ファイリングされる)機能を実装した。

## 5. まとめと今後の展望

本論文では、タッチパネルに触れる際の指やスタイラス等での接触面積の違いを、疑似押下圧力として利用した Multi-Press Interaction について報告した。作成したプロトタイプのペイントアプリケーションでは、入力に使用する指の本数や指先姿勢、タッチペンや両手の組み合わせにより多彩なインタラクションを提供する。

今後は、手の各指先や指の腹、関節部分などでタッチした場合、さらにその各部位において軽く触れた場合と強く押した場合に分類し、そのデータから識別可能な部位を考察したい。また、ユーザー毎の指接触面積を登録する機能

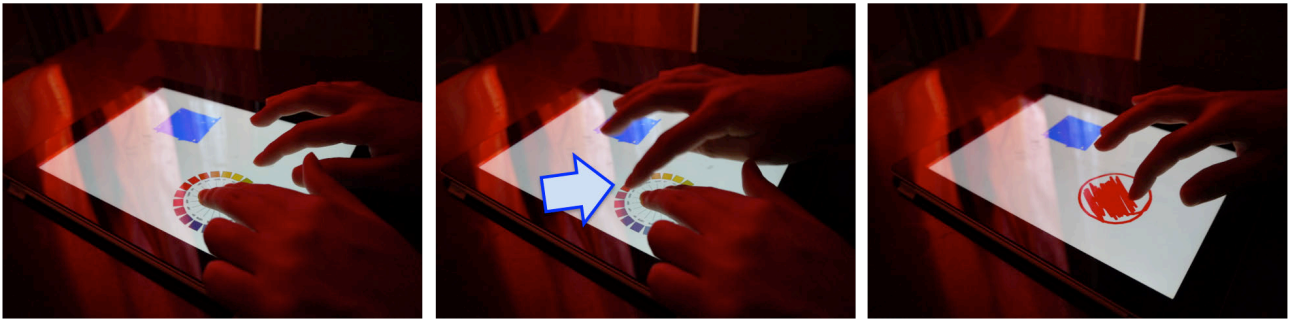


図 4 非利き手でオプションメニューを表示する。

Fig. 4 Popping-up a menu by non-dominant hand while drawing by dominant hand.

などを実装して各ユーザーの指の使い分けに適應し、精度を向上を目指したい。また、様々な指やペンの組み合わせの入力に、どういった機能の割り当てが適しているのかを検討し、Multi-Press Interaction をより有効に用いることが可能なアプリケーションを実装したい。そして、実際に多くのユーザーの使用をもとに、評価を行いたい。

#### 参考文献

- [1] Boring, S., Ledo, D., Chen, X. A., Marquardt, N., Tang, A. and Greenberg, S.: The fat thumb: using the thumb's contact size for single-handed mobile interaction, *Proceedings of the 14th international conference on Human-computer interaction with mobile devices and services*, MobileHCI '12, New York, NY, USA, ACM, pp. 39–48 (online), DOI: 10.1145/2371574.2371582 (2012).
- [2] Harrison, C., Schwarz, J. and Hudson, S. E.: TapSense: enhancing finger interaction on touch surfaces, *Proceedings of the 24th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '11, New York, NY, USA, ACM, pp. 627–636 (online), DOI: 10.1145/2047196.2047279 (2011).
- [3] Hinckley, K., Yatani, K., Pahud, M., Coddington, N., Rodenhouse, J., Wilson, A., Benko, H. and Buxton, B.: Manual deskterity: an exploration of simultaneous pen + touch direct input, *CHI '10 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, CHI EA '10, New York, NY, USA, ACM, pp. 2793–2802 (online), DOI: 10.1145/1753846.1753865 (2010).
- [4] Lepinski, G. J., Grossman, T. and Fitzmaurice, G.: The design and evaluation of multitouch marking menus, *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '10, New York, NY, USA, ACM, pp. 2233–2242 (online), DOI: 10.1145/1753326.1753663 (2010).
- [5] Sato, T., Mamiya, H., Koike, H. and Fukuchi, K.: PhotoelasticTouch: transparent rubbery tangible interface using an LCD and photoelasticity, *Proceedings of the 22nd annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '09, New York, NY, USA, ACM, pp. 43–50 (online), DOI: 10.1145/1622176.1622185 (2009).
- [6] Siio, I. and Tsujita, H.: Mobile interaction using paper-weight metaphor, *Proceedings of the 19th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '06, New York, NY, USA, ACM, pp. 111–114 (online), DOI: 10.1145/1166253.1166271 (2006).
- [7] Sugiura, A. and Koseki, Y.: A user interface using fingerprint recognition: holding commands and data objects on fingers, *Proceedings of the 11th annual ACM symposium on User interface software and technology*, UIST '98, New York, NY, USA, ACM, pp. 71–79 (online), DOI: 10.1145/288392.288575 (1998).
- [8] 大江龍人 志築文太郎 福本雅朗 田中二郎坂本侑一郎: WrinkleSurface: しわを作って入力できる柔らかいマルチタッチインタフェース, 第19回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2011), pp. 7–12 (2011).
- [9] 義樹竹岡, 崇味八木, 曆本純一: 指先の3次元姿勢を検出する3次元マルチタッチ Z-touch, *情報処理学会論文誌*, Vol. 53, No. 4, pp. 1338–1348 (2012).
- [10] 優 鈴木, 和男三末, 二郎田中: 指を識別するタッチインタフェース向けインタラクション手法の検討, *情報処理学会研究報告. HCI, ヒューマンコンピュータインタラクション研究会報告*, Vol. 2011, No. 4, pp. 1–6 (2011).