

# 超小型マルチタッチ表示装置における ズーム・スクロールを用いたタッチ入力の評価

原 清貴<sup>†</sup> 梅澤 猛<sup>‡</sup> 大澤 範高<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>千葉大学工学部情報画像学科

<sup>‡</sup>千葉大学大学院融合科学研究科

## 1. はじめに

超小型マルチタッチ表示装置を搭載した腕時計型端末が新たな情報通信端末の1つとして注目されている。腕時計型端末は携帯性に優れるが、ディスプレイサイズの制約が強いため、表示する情報量を増やすと操作が困難になるという問題がある。そこで本研究では、ズームとスクロールを併用することで狭い領域でも効率的な操作を実現するタッチ入力法を提案する。

## 2. 関連研究

Oney らは、超小型マルチタッチ表示装置向けの入力法として ZoomBoard を開発した[1]。ZoomBoard は文字入力を対象にし、QWERTY 配列のソフトウェアキーボード全体を画面に表示（入力初期状態）、タップでタップ位置を拡大、拡大したキーのタップによる入力、入力後自動で入力初期状態に戻るといった流れを繰り返すことで、狭い領域での入力を可能とした。しかし、拡大率が固定である、ズーム位置を修正する場合に、入力初期状態に戻って操作をやり直す必要があるなどユーザビリティに課題がある。

## 3. 提案手法

### 3.1. ズーム・スクロールジェスチャ

現在のスマートフォンなどに搭載されたマルチタッチ表示装置では、ズームはピンチ操作、スクロールは指1本によるドラッグで定義されている。提案手法では、ズームに関してはピンチ操作を踏襲し、スクロールは2本指ドラッグで定義することで、双方のジェスチャをシームレスに利用可能とする。ズームとスクロールを同時に操作可能とすることで、ズーム位置の修正が

容易になると期待できる。

ここで、腕時計サイズの表示装置上では2本の指両方を自由に動かせる領域を確保できない場合がある。そこで、1本の指は固定し、もう1本の指のみを動かすジェスチャを活用する。従来、片方の指のみを動かすジェスチャはピンチズームまたは回転が割り当てられることが多いが、文字入力の際には回転操作は不要である。したがって、提案手法では2指間の距離変化をズームに、指の変位量をスクロールにそれぞれ反映させることで、狭い領域での操作の効率化を図る。

### 3.2. 変換式

画面右向きに X 軸、上向きに Y 軸がある座標系において、時刻  $t$  のある点  $A$  の位置を  $A$ 、2本の指の位置をそれぞれ  $p, q$ 、その直前の時刻  $t'$  の点  $A$  の位置を  $A'$ 、指の位置をそれぞれ  $p', q'$  とすると、 $t'$  から  $t$  におけるズーム・スクロールによる変位は以下の式で示される。

$$\begin{pmatrix} A_x \\ A_y \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s & 0 & (1-s)c_x + t_x \\ 0 & s & (1-s)c_y + t_y \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A'_x \\ A'_y \\ 1 \end{pmatrix} \quad (1)$$

ここで、時刻  $t'$  のズーム率を  $s'$  とすると、ズーム率  $s$ 、ズームの中心の位置  $c$ 、スクロール量ベクトル  $t$  は、以下の式で与えられる。

$$s = s' \times \frac{\|p - q\|}{\|p' - q'\|} \quad (2)$$

$$c = \begin{pmatrix} c_x \\ c_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \min(p_x, q_x) + \frac{|p_x - q_x|}{2} \\ \min(p_y, q_y) + \frac{|p_y - q_y|}{2} \end{pmatrix} \quad (3)$$

$$t = \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{\Delta p_x + \Delta q_x}{2} \\ \frac{\Delta p_y + \Delta q_y}{2} \end{pmatrix} \quad (4)$$

$\|v\|$  はベクトルの長さ、 $v_x$  はベクトルの  $x$  成分、 $v_y$  はベクトルの  $y$  成分、 $\Delta v_x$  は  $t'$  から  $t$  までのベクトルの  $x$  成分の変位量 ( $v_x - v'_x$ )、 $\Delta v_y$  は  $t'$  から  $t$  までのベクトルの  $y$  成分の変位量 ( $v_y - v'_y$ )、 $\min(a, b)$  は引数の最小値と定義する。(1)、

(2)、(3) 式は既存のピンチズームとスクロールの実装に利用されている。また、スクロー

Evaluation of Touch Input Method with Zooming and Scrolling for Ultra-Small Multi-Touch Displays

Kiyotaka HARA<sup>†</sup>, Takeshi UMEZAWA<sup>‡</sup> and Noritaka OSAWA<sup>‡</sup>

<sup>†</sup>Department of Informatics and Imaging Systems, Faculty of Engineering, Chiba University

<sup>‡</sup>Graduate School of Advanced Integration Science, Chiba University

ル量を (4) 式のように指 2 本の変位量の平均とすることで、2 本指ドラッグだけでなく、指 2 本のうち 1 本のみ動かすジェスチャの場合でもスクロールを可能とする。(4) 式でスクロール量を決定する場合、ズームを意図した操作でもスクロールが行われるが、ユーザのスクロール操作による調整で対応する。

#### 4. ソフトウェアキーボードへの実装

既存手法である ZoomBoard と比較を行い、提案手法の有用性を確認するために、提案手法によるズーム・スクロール機能をタブレット端末 Google Nexus7 (2012) 上で動作するソフトウェアキーボードとして実装した。iPod nano (第 6 世代) のディスプレイサイズ 1.54 インチを参考に、入力領域は 28 mm × 28 mm とした。図 1 に実装したソフトウェアキーボードの概観を示す。入力領域の上半分を入力文字出力領域、下半分をキーボード表示領域とした。

図 2 に操作の様子を示す。拡大は指先の間隔を広げる動作、縮小は狭める動作で行う。図 2 (a) のように片方の指 (図 2 (a) では下の指) を固定した状態で、もう一方の指を動かすことでズーム率を調整することができる。また、スクロールは図 2 (b) のような 2 本指ドラッグ、もしくは図 2 (c) のように片方の指 (図 2 (c) では左の指) を固定した状態で、もう一方の指を動かすことで行う。一方の指のみを動かすスクロールは、スクロール量は指を動かした距離の半分になり、2 指間の距離に合わせてズーム率が変わる。しかし、固定した指方向でなければズーム率の変化は緩やかになるため、操作性への影響は小さいと考える。

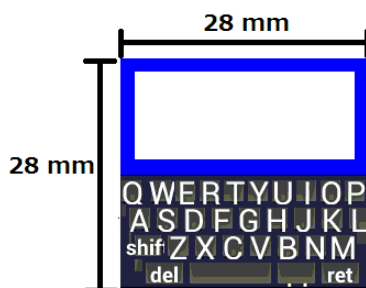


図 1: 実装したソフトウェアキーボード

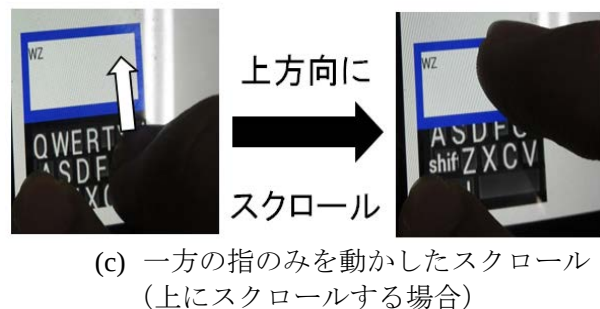
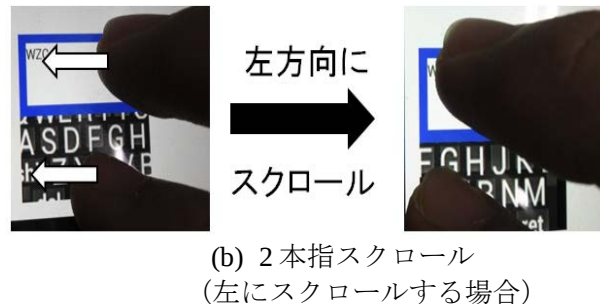
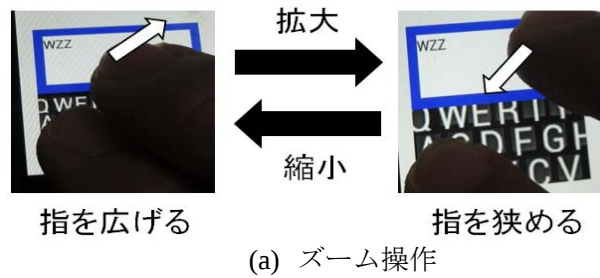


図 2: 操作の様子 (白矢印: 指の移動方向)

#### 5. まとめ

本研究では、ズームとスクロールを併用することで超小型マルチタッチ表示装置を想定したタッチ入力法を提案した。提案手法をソフトウェアキーボードに実装したところ、28mm 角の領域で英字入力が可能であることが確認できた。今後は、提案手法と ZoomBoard を用いて被験者実験を行い、入力時間やキー誤入力数などから提案手法の有効性を検証していく予定である。

#### 参考文献

- [1] Oney, S., Harrison, C., Ogan, A. and Wiese, J. "ZoomBoard: A Diminutive QWERTY Soft Keyboard Using Iterative Zooming for Ultra-Small Devices". Proc. CHI 2013, pp.2799-2802 (2013).