

母音, 子音の順に選択を行う 間接タッチ用かな文字入力手法

和田 優斗*, 白根 薫*, 崔 明根†*, 志築 文太郎*

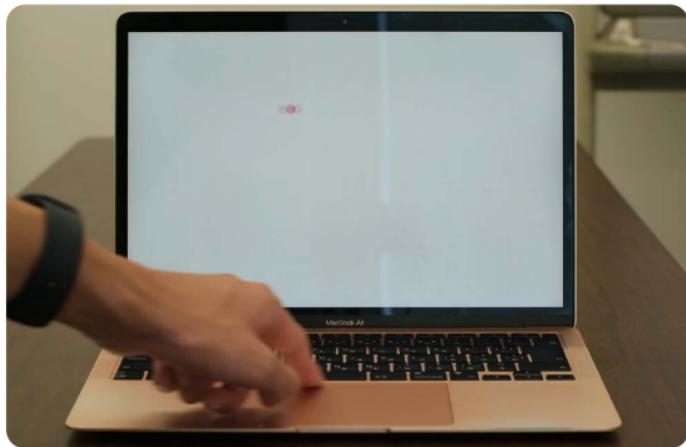
*筑波大学 IPLAB †日本学術振興会 / wada@iplab.cs.tsukuba.ac.jp



1. 背景 (1/4)

間接タッチ

出力面とは別の入力面を介して行われるタッチ



利用

トラックパッド, ペンタブレットの操作に利用
近年では **スマート TV, HMD** の操作にも活用^[1]

利点

垂直な出力面のタッチ時に
腕を持ち上げる疲弊 (ゴリラアーム現象) を抑制^[2]

[1] Yang et al. Investigating Gesture Typing for Indirect Touch. IMWUT, Vol. 3, pp. 117:1–117:22, 2019.

[2] Voelker et al. Combining Direct and Indirect Touch Input for Interactive Workspaces using Gaze Input. SUI'15, pp. 79–88, 2015.

間接タッチ × 文字入力

出力面から目を離さず

他の物体を見ながら文字入力が可能

利用例

スマート TV

動画視聴中，内容から目を離さずコメント入力

VR/MR

チャットにて相手の顔を見ながらメッセージ送信

1. 背景 (2/4)

**入力面を直接視認しないため
タッチダウン時の
正確なターゲット選択は困難 [3]**

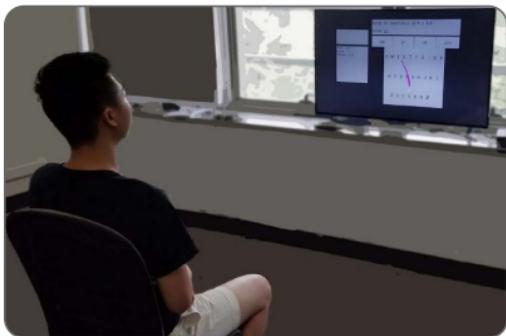
**➡ キーを直接タッチする手法
(例：フリック入力) は操作が難しい**

1. 背景 (3/4)

間接タッチ用の英文字入力手法

- ・ 出力面にキーボードおよびポインタを表示
- ・ 間接タッチを通じてポインタを操作してキーを選択

G-keyboard [1]



日常利用の拡張現実感環境における タッチタイピング可能な文字入力システム [4]



HoldBoard [5]



[4] 川瀬ら. 日常利用の拡張現実感環境におけるタッチタイピング可能な文字入力システム. MR2022-10, pp. 30–35, 2022.

[5] Ahn et al. Typing on a Smartwatch for Smart Glasses. ISS '17, pp. 201–209, 2017.

1. 背景 (3/4)

- **QWERTY キーボードを使用**
日本語入力に非対応 or
対応したとしてもタッチ数が増加
- **間接タッチ向けに設計された
日本語文字入力手法は未提案**

[4] 川瀬ら. 日常利用の拡張現実感環境におけるタッチタイピング可能な文字入力システム. MR2022-10, pp. 30-35, 2022.

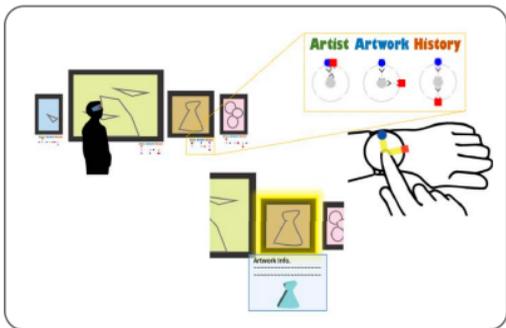
[5] Ahn et al. Typing on a Smartwatch for Smart Glasses. ISS '17, pp. 201-209, 2017.

1. 背景 (4/4)

スマートウォッチ, ベゼルを用いた入力

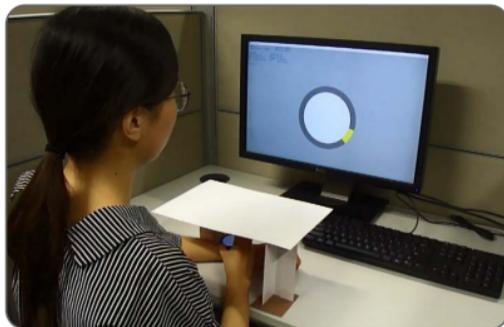
GestureMark^[6]

スマートウォッチによる
xR ターゲット選択



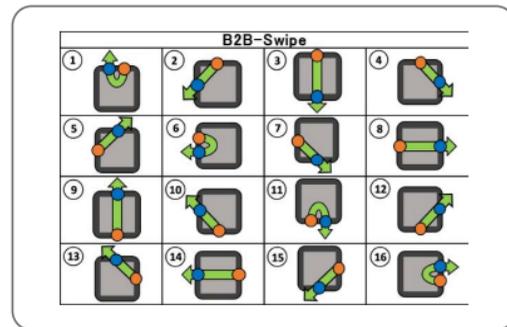
BIS^[7] (Bezel-initiated Swipe)

ベゼルからのスワイプ
➡ 入力面を視認せずにジェスチャを実行可能



B2B-Swipe^[8]

ベゼルが始点/終点
➡ 入力面を視認せずにジェスチャを実行可能



[6] Lee et al. GestureMark: Shortcut Input Technique using Smartwatch Touch Gestures for XR Glasses. AHs '24, pp. 63–71, 2024.

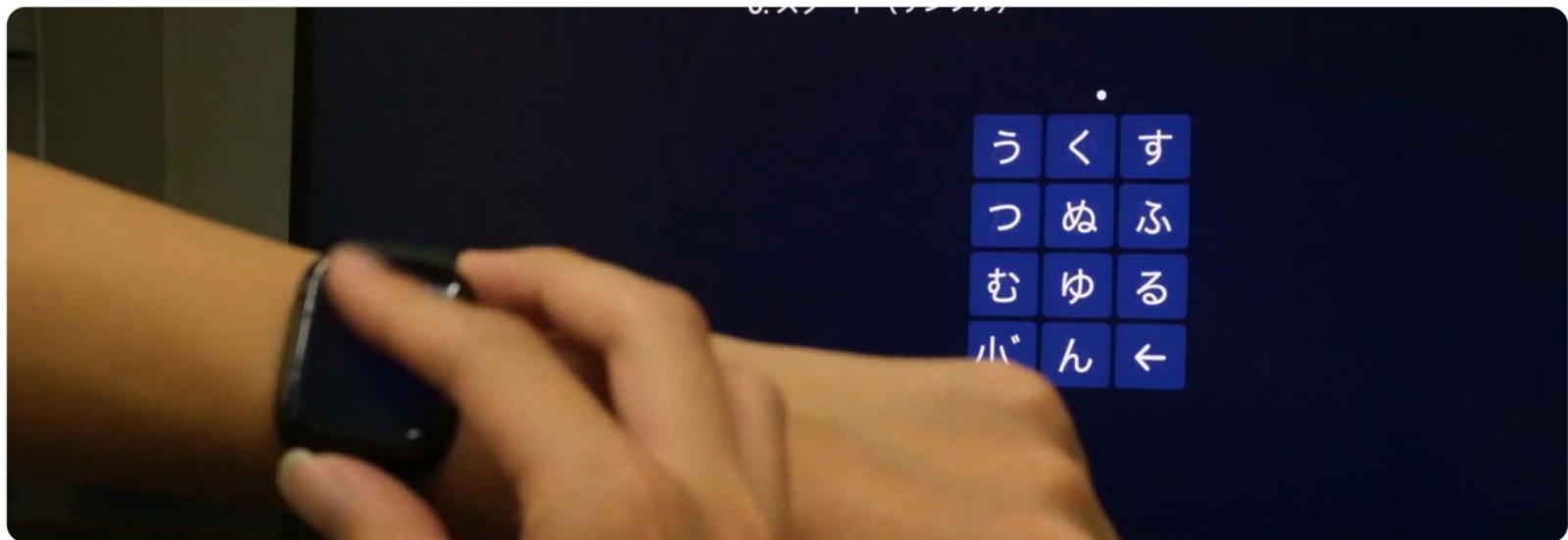
[7] Wong et al. Exploring Eyes-free Bezel-initiated Swipe on Round Smartwatches. CHI' 20, pp. 1–11, 2020.

[8] Kubo et al. B2B-Swipe: Swipe Gesture for Rectangular Smartwatches from a Bezel to a Bezel. CHI '16, pp. 3852–3856, 2016.

2. 手法 (1/3)

間接タッチ用かな文字入力手法

スマートウォッチを用いて間接タッチを実施





ベゼルおよび画面中央には, 母音が割り当てられている



0: スタート (サンプル)

出力面

| | | |
|---|---|---|
| あ | か | さ |
| た | な | は |
| ま | や | ら |
| わ | わ | ← |

タッチダウンまたはスライドインにより母音を選択した時点にて、
タッチ位置を示すポインタが出力面に表示される

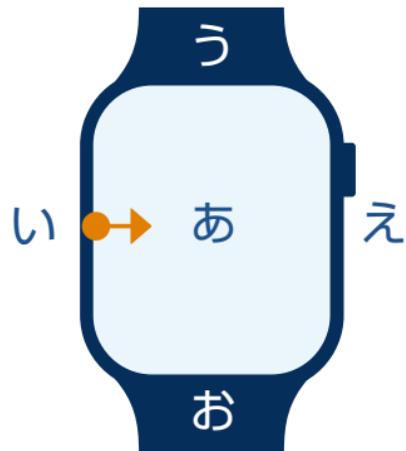


さ
は
ら
←
か
な
や
わ
あ
た
ま
小

2. 手法 (2/3) 設計の特徴①

母音選択の先行 + ベゼルからのスライドイン (BIS)

画面を視認せず正確なタッチは困難^[9] 一方
入力方向が少ない BIS は正確に実行可能^[7]



本手法

数の少ない母音入力を BIS に割当

タッチダウン後はポインタを出力面に表示

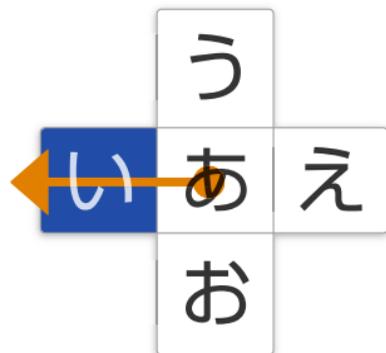
➔ 入力面を視認せず, 母音, 子音を正確に入力可能

2. 手法 (3/3) 設計の特徴②

母音

スライドインの始点を
フリック方向と共通化

フリック入力



本手法

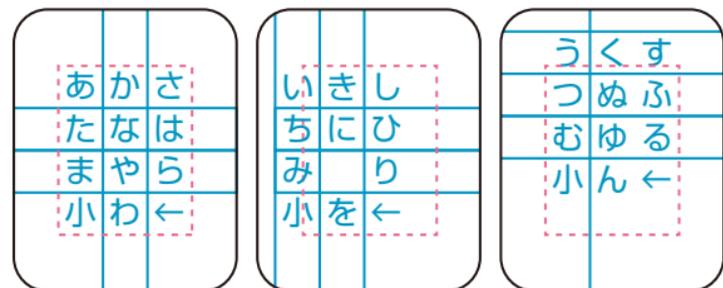


子音

+ フリック配列を採用

子音の判定領域

始点方向に判定領域が移動



4. 実験 (1/7)

実験目的

間接タッチ, 直接タッチにおける本手法の性能評価

実験内容

文字入力タスク

・ 参加者内計画 (研究室 12 人, 平均 22.8 歳)

・ 独立変数: タッチ

間接タッチ, 直接タッチ

×

手法

本手法, フリック入力

4. 実験 (2/7) 実験条件①

indirect-slide (IS) 間接タッチ × 本手法



4. 実験 (3/7) 実験条件②

indirect-flick (IF) 間接タッチ × フリック入力



4. 実験 (4/7) 実験条件③

direct-slide (DS) 直接タッチ × 本手法



4. 実験 (5/7) 実験条件④

direct-flick (DF) 直接タッチ × フリック入力



4. 実験 (6/7) 実験手順

1. 実験説明

2. 実験前アンケート

3. タスク説明

4. 実験 (4 セッション)

セッション順序は

ラテン方格法に基づいて決定

5. 実験後アンケート

実験タスク

指示「可能な限り早く, 正確に」

- ・ **練習タスク** : 練習文 12 文
- ・ **本番タスク** : 課題文 28 文

課題文セット

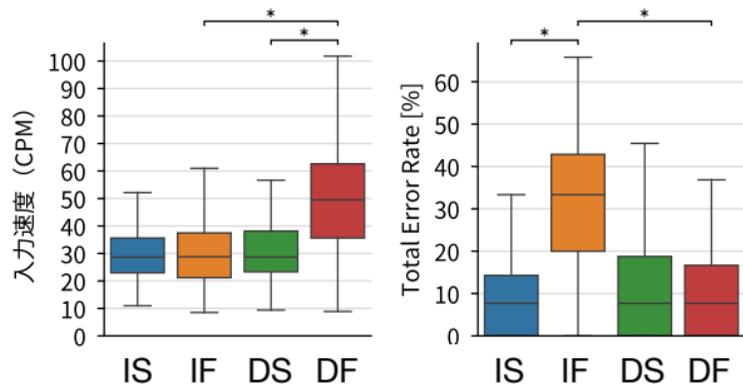
かな短文 × 4 セット

例「はるのおとずれをかんじる」

4. 実験 (7/7) 評価指標

| | |
|---------|--|
| 入力速度 | Characters Per Minute (CPM) 1分あたりの入力文字数 |
| エラー率 | Total Error Rate (TER) 全体に対する誤入力した文字数 |
| ユーザビリティ | System Usability Scale (SUS) ユーザビリティの評価指標 |
| ワークロード | NASA-Raw Task Load Index (NASA-RTLX) メンタルワークロードの評価手法 |

5. 結果, 考察 (1/4) 入力速度, エラー率



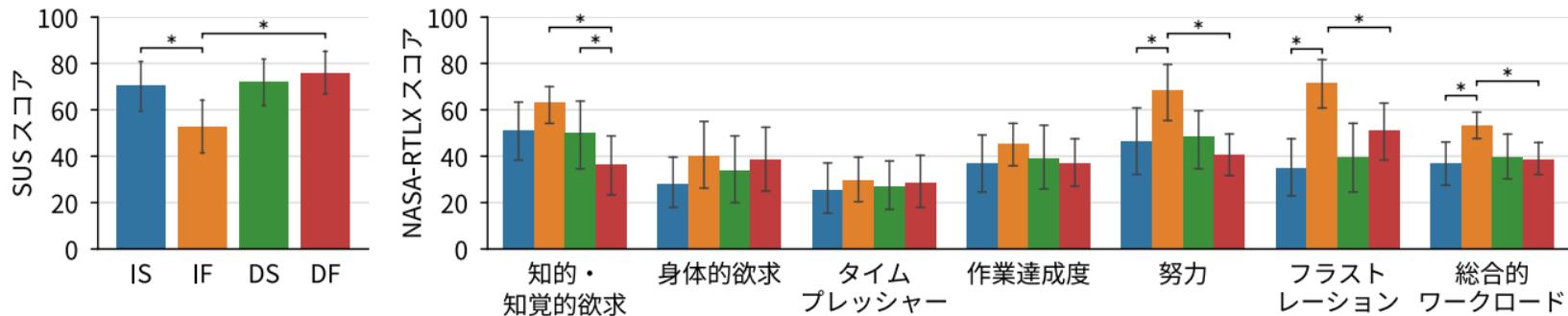
| | CPM | TER |
|----|----------|-------|
| IS | 29.5 CPM | 10.0% |
| IF | 31.4 CPM | 32.3% |
| DS | 30.8 CPM | 11.8% |
| DF | 51.2 CPM | 10.8% |

間接タッチ

本手法 (IS) はフリック入力 (IF) と比べて
入力速度が同程度でありながら, エラー率が有意に低い

➔ 間接タッチにおける本手法の有用性が示唆

5. 結果, 考察 (2/4) ユーザビリティ, ワークロード



間接タッチ

本手法 (IS) はフリック入力 (IF) と比べて
ユーザビリティが有意に高く, ワークロードが有意に低い

➔ 間接タッチにおける本手法の有用性が示唆

5. 結果, 考察 (3/4) 好みの手法

間接タッチ

本手法 11名 フリック入力 1名

本手法の選択理由

誤入力が少ない, 触っている位置が分かりやすい
指の開始位置を判断しやすい, タッチ時にキーを選択しなくてよい
正確にキーを選択できる, ミスタッチした際にリカバリできる

直接タッチ

本手法 6名 フリック入力 6名

本手法の選択理由

誤入力が少ない, キーの小ささが気にならない
どのキーを選択しているか把握できる, 端のキーが選択しやすい

5. 結果, 考察 (4/4)

直接タッチに おける本手法

- ・ パフォーマンス自体は改善しない
- ・ 指をスライドさせながら操作するため
「**選択中のキーが分かりやすい**」との意見

➔ ファットフィンガ問題に効果的な可能性

小さなキーを正確にタッチすることが困難な問題

改善点

母音入力時のスライドインの始点について
複数名が「混乱した」と回答

➔ **スライドイン方向の再検討が必要**

6. 今後の課題

追加実験

- ・ 研究室外実験を通じた正確な性能の調査
- ・ MR, VR 環境における本手法の性能調査

インタフェースの改善

- ・ フィードバックを基にした入力手法の改善
- ・ 別デバイス用インタフェースの設計
例) 入力面：スマートフォン, 出力面：HMD

母音, 子音の順に行う 間接タッチ用かな文字入力手法 を提案

母音選択の先行 + ベゼルからのスライドイン

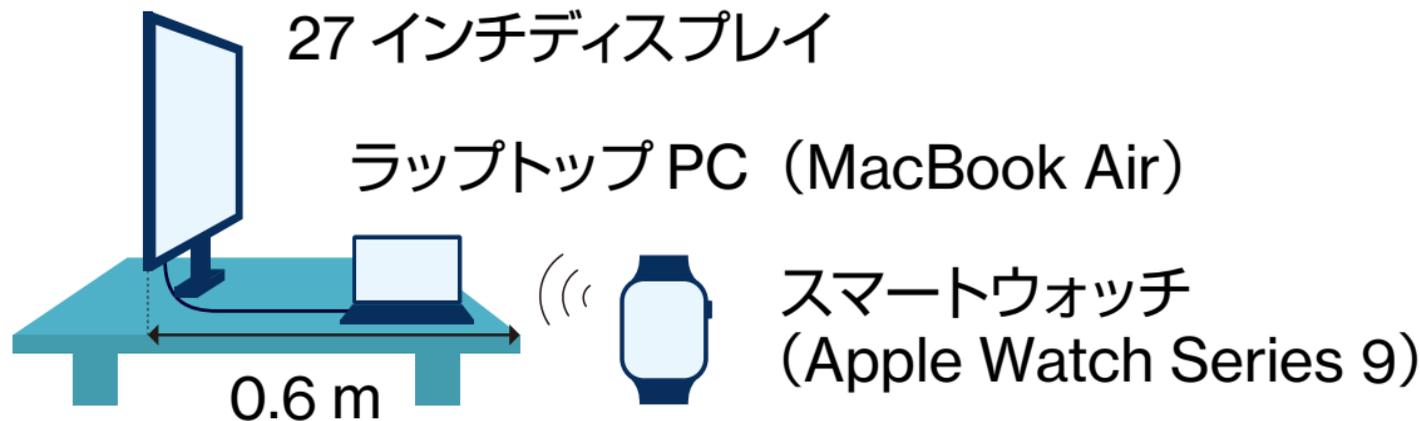
➡ 入力面を視認せず, 母音, 子音を正確に入力

評価実験

- ・ 間接タッチ時に平均 29.5 CPM,
平均 TER 10.0% を記録
- ・ 実験参加者のコメントを参考に
本手法の改善点を提示



補足資料：実装



アプリケーション

- ・ 実装：Swift, Swift UI
- ・ 通信：Bluetooth Low Energy (近距離無線通信技術)

可能な限り早く、正確に文字入力を行う

実験参加者は、全課題文について以下を実施

1. 表示された課題文を入力
2. 入力完了と判断したら竜頭を回転 → 次の課題文を表示

課題文セット

- ・ 日本語短文 28 文 × 4 セット（例：はるのおとずれをかんじる）
- ・ 構成文字：ひらがな（清音，濁音，半濁音，捨てがな）＋長音
- ・ 条件　　：セット毎に同じ文字数，全体で 50 音を最低 1 文字含む