

4つのキーのみでかな文字入力を 可能とする文字入力方式

日本大学 生産工学部 数理情報工学科
教授 中村 喜宏

2021年12月21日

背景 — スマートウォッチとは —

- スマートウォッチ
 - ウェアラブル端末の一種であり、腕時計型の小型情報端末
 - 電話・メール・SNSの通知,
 - 各種センサによるヘルスケア, ナビゲーションなど
 - Apple社のApple Watch, Samsung社のGalaxy Gearなど



citation: www.apple.com

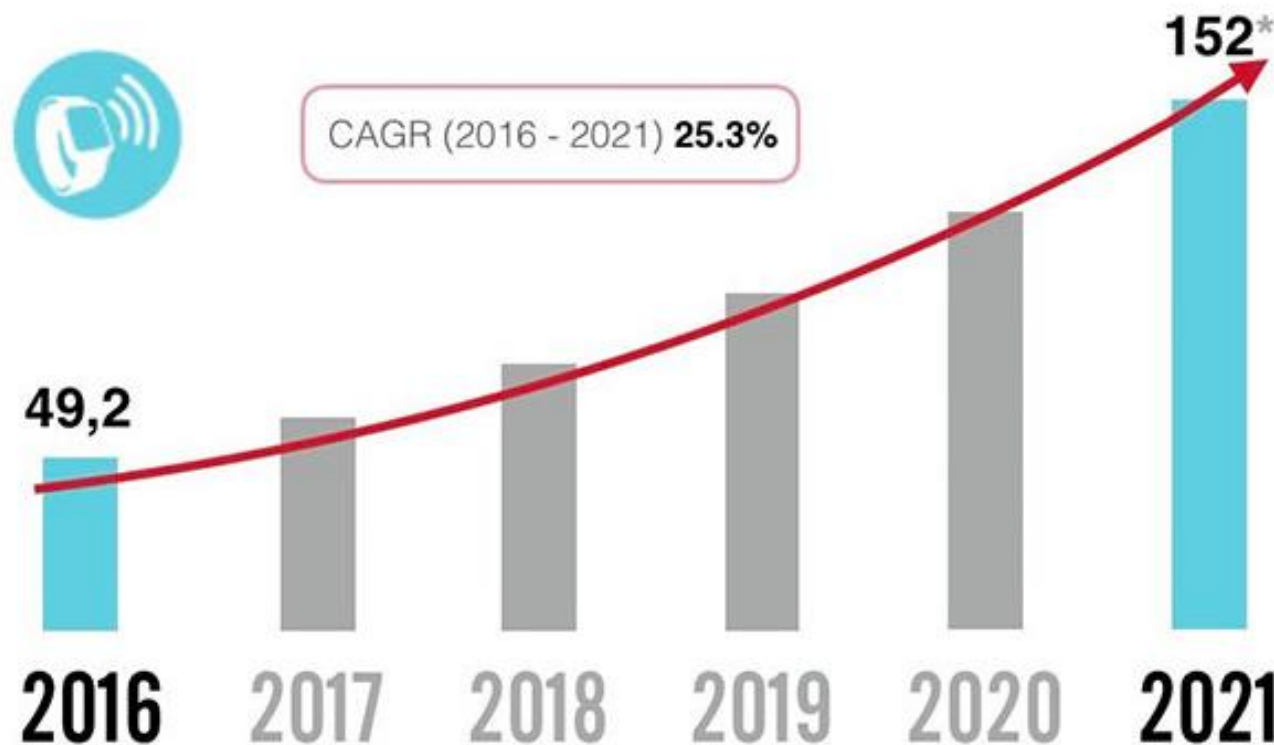


citation: www.samsung.com

背景 — スマートウォッチの市場 —

- スマートウォッチの市場は年々増加している
- 2021年には1.5億台に達すると予測されている

(2017年3月のデータ)



Data source: IDC - 20 March 2017

Smartwatch Shipments in Millions | * Forecast data

従来技術とその問題点

• 文字の入力が困難

– 音声入力

- 雑音環境下での認識率の低さ
- 公共の場で使いにくい

– ソフトウェアキーボード



(-;-)

• QWERTY (アルファベット入力)

- かな文字を入力するのに約1.79回(文字)の入力操作が必要^{*1}
- 26~35キーほど必要



へ(汗)

• フリック

- 12~20キーほど必要

多くのキーが必要

*1 尾崎尚人, 本多信吾, 田中敏光, 秋田光平, 佐川雄二: ストロークジェスチャとタップの組み合わせによる角形スマートウォッチ向けの文字入力手法

－ スマートウォッチの問題点(ソフトウェアキーボード) －

- 多くのキーが必要となる

タッチパネルが小さいため、キーを押し分けて入力するのが困難

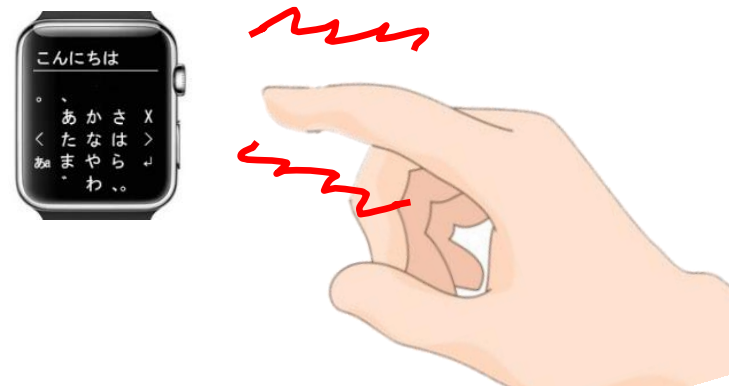


－ オクルージョンの問題

- キーが指に隠れてしまい入力の妨げになる

－ ファットフィンガーの問題

- キーが指よりも小さくなり押下したいキーを正確に押下できない



目的

- スマートウォッチに適した文字入力方式

- オクルージョン問題の改善
- ファットフィンガー問題の改善

必須

- 高い入力性能

- 速い文字入力速度
- エラーの少ない文字入力

+ 実用性

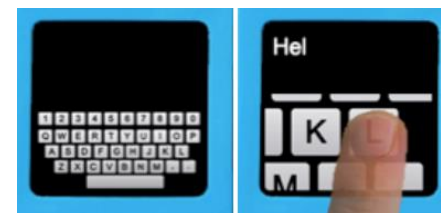


これらを兼ね備えた
スマートウォッチ向けのかな文字入力方式の開発

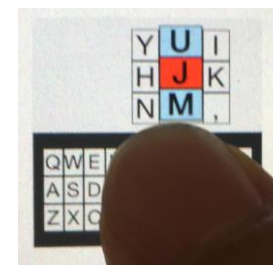
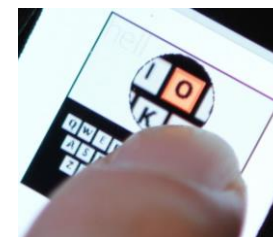
関連研究

- 小型端末向けの文字入力
(オクルージョン・ファットフィンガー問題の改善)
 - タッチ操作による**キーボード自体の“拡大”表示**
 - ZoomBoard ^{*1} など
 - タッチ位置周辺を**ふきだし部分に“拡大”表示**
 - ZShift ^{*2}, Flickey ^{*3} など

ZoomBoard



上 : Zshift,
下 : Flickey



QWERTYキーボードベース

かな文字の入力には向かない
(かな文字を入力するのに**約1.79回**の入力操作が必要)

^{*1} Oney, S., Harrison, C., Ogan, A. and Wiese, J.: ZoomBoard: A Diminutive Qwerty Soft Keyboard Using Iterative Zooming for Ultra-small Devices

^{*2} Leiva, L. A., Sahami, A., Catala, A., Henze, N. and Schmidt, A.: Text Entry on Tiny QWERTY Soft Keyboards

^{*3} 石井 晃, 箱田博之, 志筑文太郎, 田中二郎: Flickey: 超小型タッチパネル端末におけるフリック操作を活用したQWERTYキーボード

提案方式 — アプローチ —

- オクルージョン問題の改善
- ファットフィンガー問題の改善



キーの数の削減
= 各キーサイズの拡大

- 高い文字入力性能



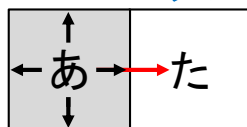
1ストローク入力



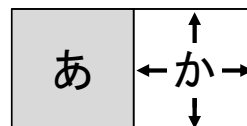
- ・ フリックキーボードベース（5方向のためかな文字入力と相性が良い）
- ・ 隣接キーへのスライドにより文字割り当てを切り替える

提案方式 — 概要・仕組み —

- 隣接キーへのスライドにより文字割り当てを切り替える



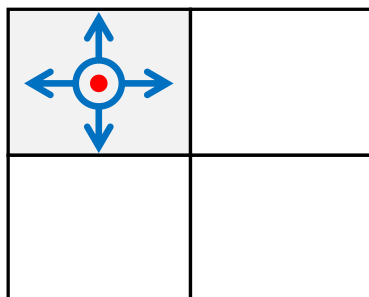
[あ]キーから[た]キーへスライド



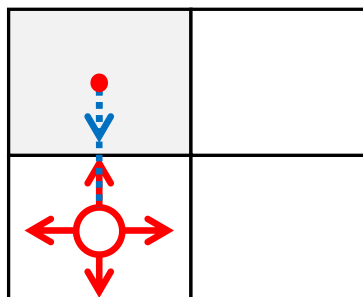
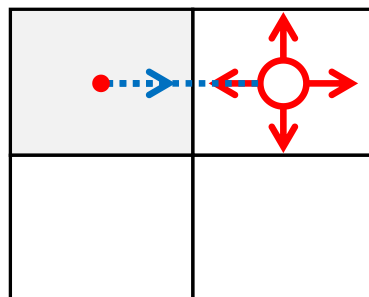
[た]キーが [か]キー に切り替わる

- 4キーで60文字の入力が可能(かな文字46個, 特殊文字14個)

メイン文字群入力状態



サブ文字群入力状態



5文字 × 3方向 × 4キー
= 60

提案方式 — 文字割り当て—

あ _か さ	は _た な
や _ま ら	、 小わ

習熟のしやすさを優先し,
50音を順番に配置

タッチキー	スライド先	中央	左	上	右	下
左上	→右上 →左下	あ か さ	い き し	う く す	え け せ	お こ そ
右上	→右下 →左上	た な は	ち に ひ	つ ぬ ふ	て ね へ	と の ほ
左下	→左上 →右下	ま や ら	み ゝ り	む ゆ る	め 。 れ	も よ ろ
右下	→左下 →右上	わ [記号] 、	を [BS] 。	ん [英] ?	[確定] [数] !	[空白] [小] ー

提案方式 — 入力方法 —

あ ^か さ	は ^た な
や ^ま ら	、 小わ

● : タッチダウン位置 ← : 指の移動

く
きかけ
こ

①

あ ^か さ	は ^た な
や ^ま ら	、 小わ

こ

ん
をわ
ん

②

あ ^か さ	は ^た な
や ^ま ら	小 ^わ

ん

ぬ
になね
の

③

あ ^か さ	は ^た な
や ^ま ら	小 ^わ

に

つ
ちたて
と

④

あ ^か さ	は ^た な
や ^ま ら	小 ^わ

ち

ふ
ひはへ
ほ

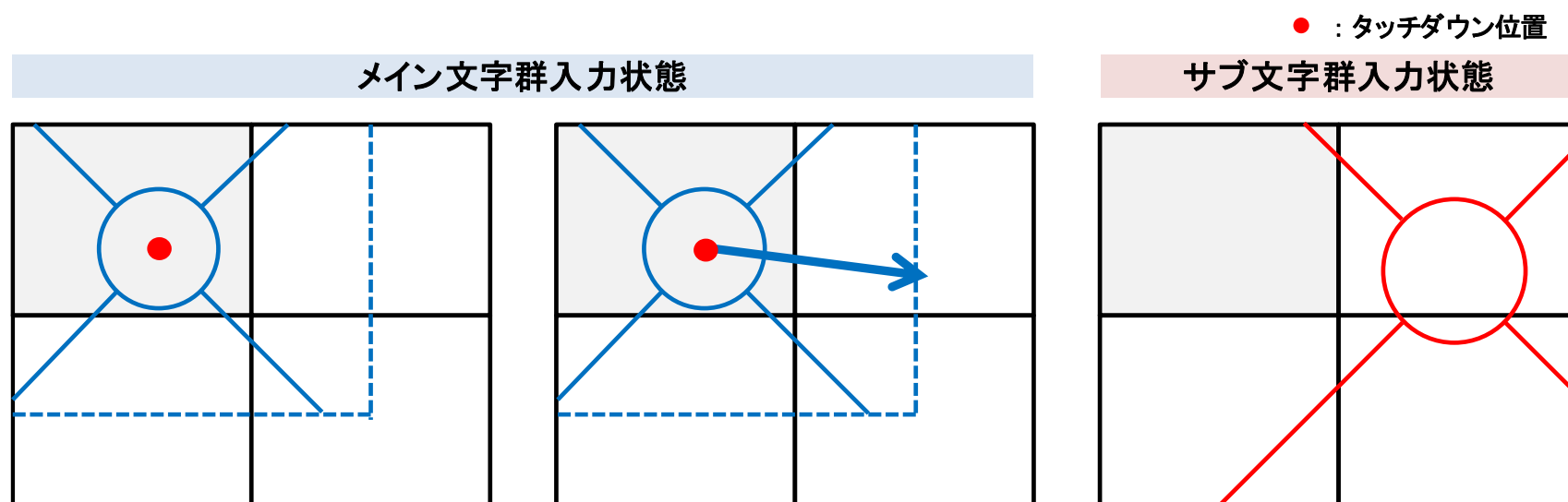
⑤

あ ^か さ	は ^た な
や ^ま ら	小 ^わ

は

提案方式 — 詳細な文字判定 —

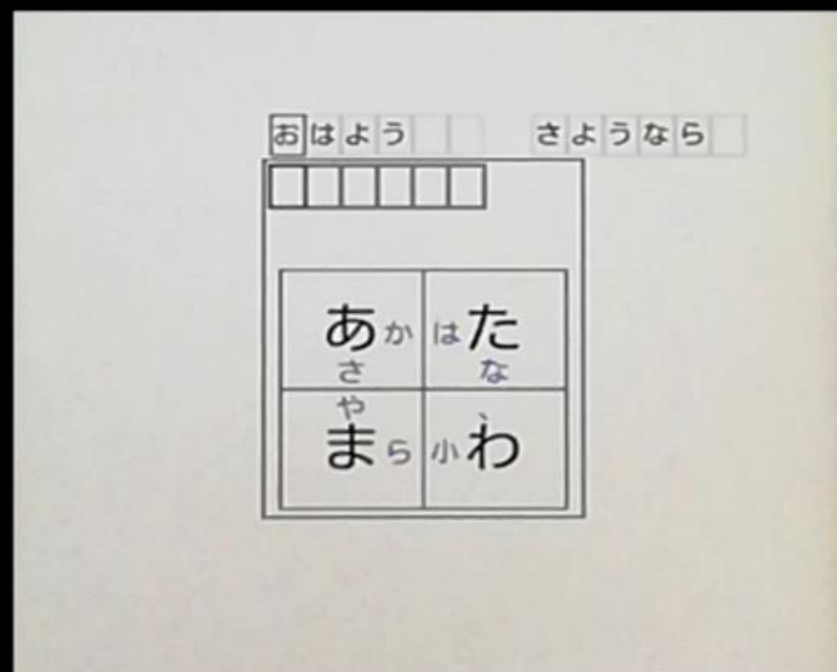
左上キーをタッチダウンし、右上キーにスライドした場合



- ▶ 中央の円領域
 - ▶ 直径がキー横幅の50%
- ▶ 上下左右のフリック領域
 - ▶ キーの1.5倍の範囲まで

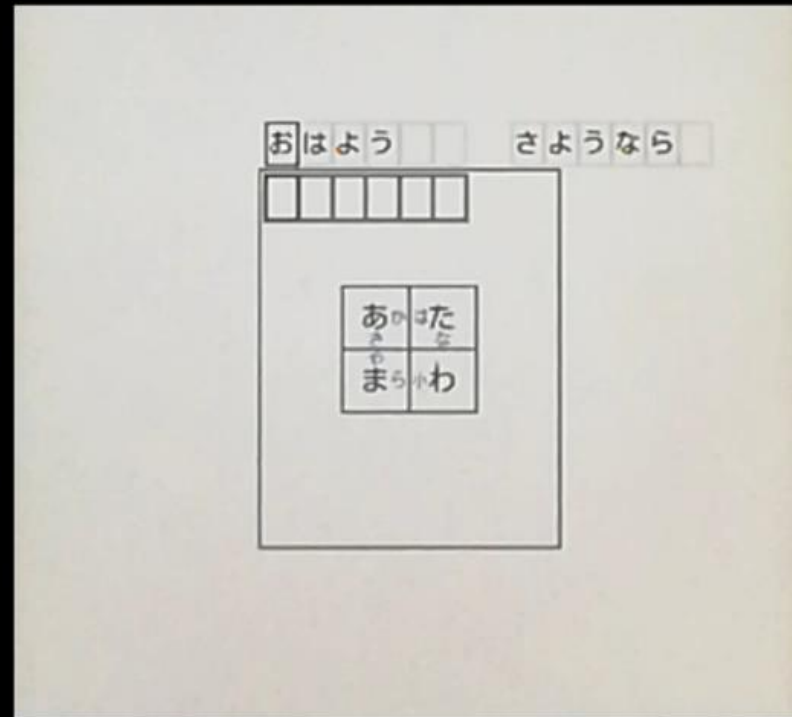
- ▶ 中央の円領域
 - ▶ 直径がキー横幅の60%
- ▶ 上下左右のフリック領域
 - ▶ キーボード全体まで

実際の入力風景



1つのキーサイズ 8mm × 10mm

実際の入力風景 — smallサイズ —



1つのキーサイズ 5mm × 5mm

評価実験 — 文字入力実験 —

- 実験協力者

- フリック入力の経験がある20代の男性7名

- 出題単語

- かなで4~6文字の単語を150個ずつ, 計450単語
(国立国語研究所の現代日本語書き言葉均衡コーパスの頻度リストより頻度順で抽出)
- 重複なくランダムに出題される
(1文字ごとに正誤判定, 単語の最後の文字まで正解したら次の単語へ進む)

- 比較対象

- No-look Flick *1

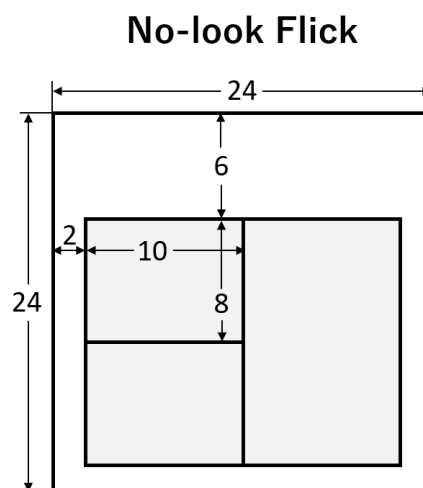
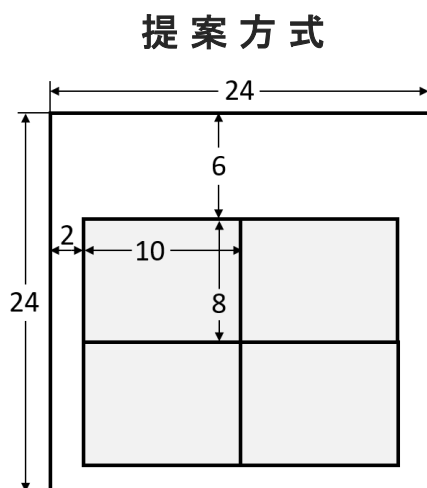
- スマートフォン向けのアイズフリーかな文字入力方式
- **3キー**で構成され, 基本的にかな1文字を2フリックで入力する

*1 Fukatsu, Y., Shizuki, B. and Tanaka, J.:
No-look Flick: Single-handed and Eyes-free
Japanese Text Input System on Touch
Screens of Mobile Devices

提案方式(4キー, 1ストローク) ↔ No-look Flick(3キー, 2フリック)

評価実験 — 文字入力実験 —

- 実験回数・手順
 - 1セッションを5単語(平均25文字)として, 1日5セッションを30日間で, 各キーボードともに, 合計150セッション
- 実験環境・機器
 - スマートフォン上にスマートウォッチを想定したキーボードを実装し, それを腕に装着
 - 実験用キーボードのサイズ(mm)



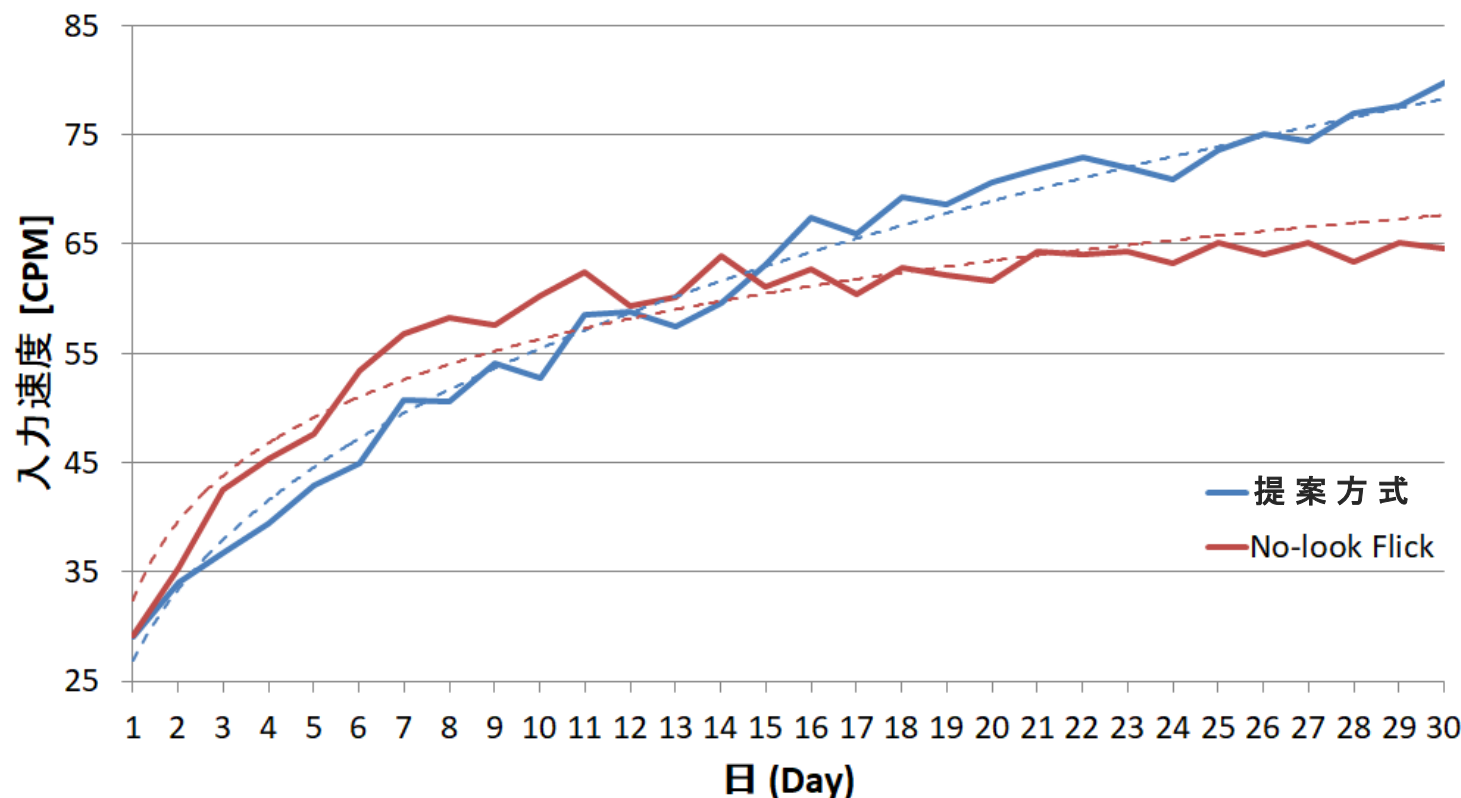
実験結果 — 入力速度 (CPM) —

※ 最終日(146～150セッションの平均)

	提案方式	No-look Flick
#1	86.7 (4.5)	67.6 (2.5)
#2	76.6 (2.8)	63.4 (2.0)
#3	78.3 (2.1)	64.8 (2.8)
#4	84.1 (3.7)	62.2 (1.8)
#5	75.8 (2.8)	66.7 (3.1)
#6	77.2 (3.5)	65.3 (2.9)
#7	79.5 (1.7)	61.7 (3.4)
平均	79.7 (4.0)	64.5 (1.8)

- 提案方式のほうが15.2CPMほど高い
- 提案方式のほうが結果にばらつきがある
 - 習熟(学習)に個人差がやすい
- 片側 $t(6) = 8.95$, $p = 0.00 < 0.05$ 有意差あり

実験結果 — 入力速度 (CPM) の変化—



- 提案方式のほうが比較的, 緩やかに上昇
— 習熟が遅い, 難しい
- 提案方式は30日目の時点でも上昇傾向

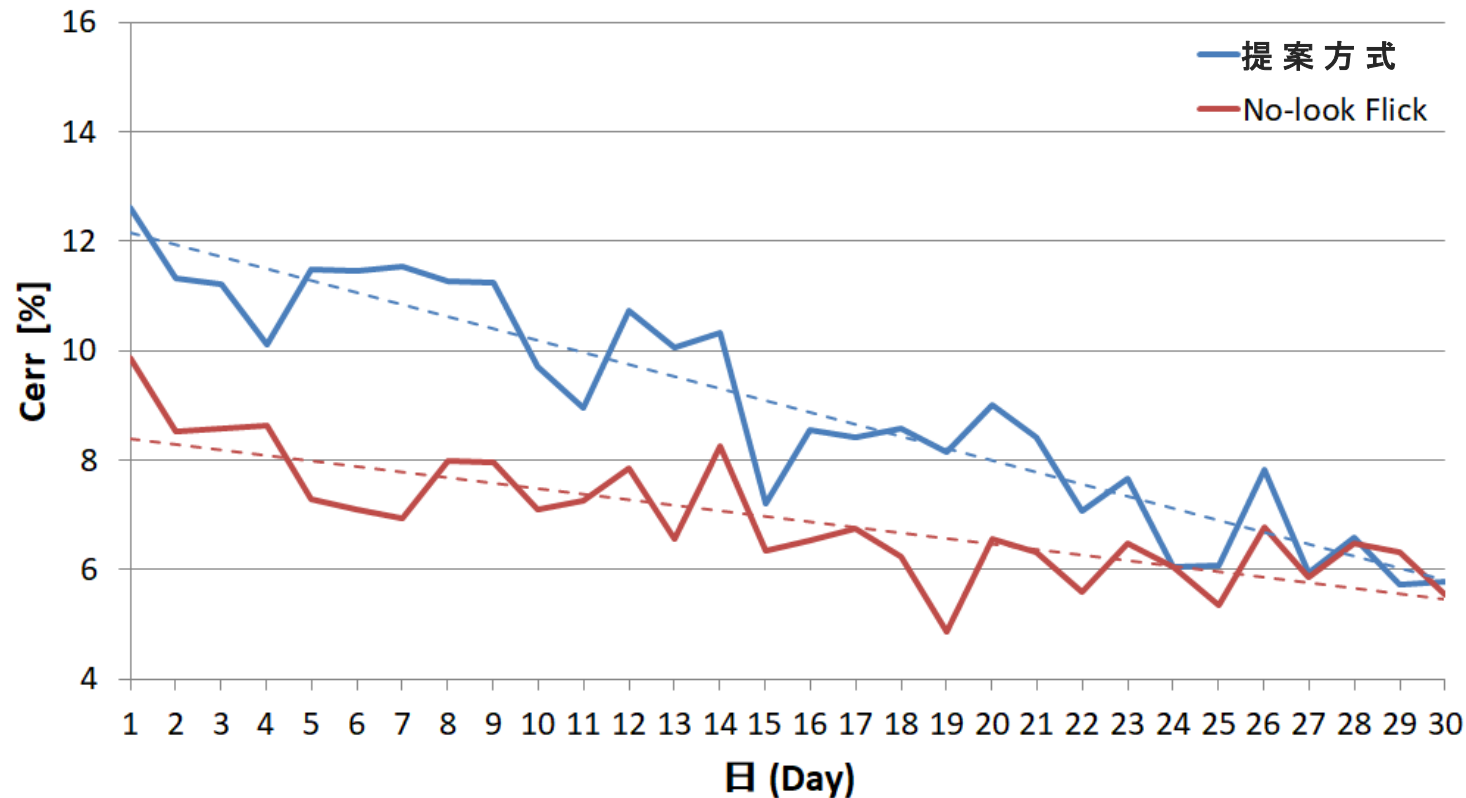
実験結果 — 修正済みエラー率 Cerr (%) —

※ 最終日(146～150セッションの平均)

	提案方式	No-look Flick
#1	4.59 (3.7)	4.43 (3.9)
#2	6.50 (3.6)	5.08 (3.2)
#3	6.17 (3.7)	6.82 (5.8)
#4	4.93 (2.8)	5.49 (2.5)
#5	4.63 (1.5)	6.70 (2.6)
#6	8.21 (5.2)	4.15 (2.8)
#7	5.47 (3.7)	6.06 (2.3)
平均	5.78 (1.3)	5.53 (1.1)

- 提案方式のほうが0.25ポイントほど高い
- 両側 $t(6) = 0.34$, $p = 0.75 > 0.05$ 有意差なし

実験結果 — 修正済みエラー率 Cerr (%) の変化—



- 提案方式のほうがCerrが高いが、徐々に差は縮まっている
— 習熟が遅い

考察・まとめ — オクルージョン・ファットフィンガー問題 —

- Cerrが5.78%と小さい
 - エラー原因の多くはスライド方向の間違いであり, タッチダウンキーの間違いは5.78%のうち約0.6%と非常に小さい
 - キーを押し分けることが容易になっている
 - 習熟不足に起因
- 高い入力速度がでている

提案方式は,
オクルージョン・ファットフィンガー問題の改善に
有効であるといえる

考察・まとめ — 入力性能 —

- 入力速度が79.7CPMと高く, Cerrが5.78%と小さい
 - 1ストロークによる入力
 - 習熟により文字ごとのストローク操作をパターンとして記憶
 - 1文字の入力に要するキーへのタッチ操作が1回
 - 入力の起点となるキーが2×2の4キー
 - キー位置を把握しやすく, 所望のキーへのターゲティングに要する時間が短くなる

提案方式は,
高い入力性能を有しているといえる

— 他方式の入力性能 —

方式名	(字種)	CPM	Cerr[%]	備考
フリック	(かな)	90.7	11~	
ZoomBoard	(英字)	22.9	5.9	large
		24.9	2.01	large
		34.7	7~	
ZShift	(英字)	25.4	11.4	large
		34.6	6.52	large
Flickey	(英字)	24.6	9.48	large
Swipeboard	(英字)	54.7	16.9~	
		30.5	6~	
ShuttleBoard	(かな)	49.2	12~	
尾崎らの方式	(かな)	41.8	3.86*	熟練者
BubbleSlide	(かな)	44.4	10*	全員
No-look Flick	(かな)	64.5	5.53	
提案方式	(かな)	79.7	5.78	

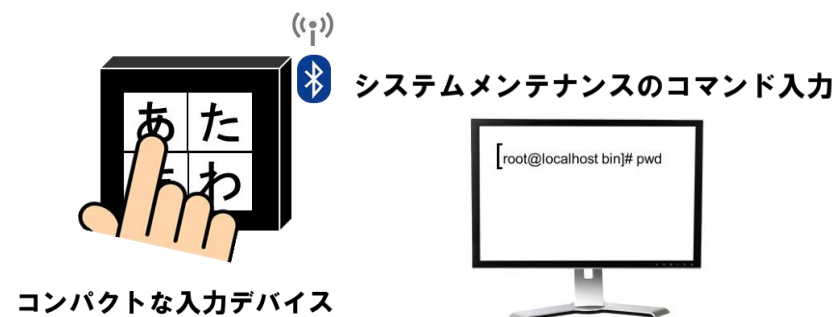
~: グラフより読み取った値, 計算した値 *: Cerr 以外の評価指標

新技術の特徴・従来技術との比較

- わずか4つのキーで60文字の打ち分けができ、かな文字1文字を1ストロークで入力可能
- 従来技術の問題点だったオクルージョン・ファットフィンガー問題を改善
- 入力速度79.7CPM, エラー率5.78%となり、従来技術よりも高い入力性能

想定される用途

- スマートウォッチ等のウェアラブルデバイス、スマート家電
- システムメンテナンスの際のコマンド入力など、入力画面が大きく取れない装置
- 入力環境の省スペース化が求められるシーンなど



実用化に向けた課題

- スマートウォッチOS向けの日本語入力ソフトの開発
- スマート家電等の専用デバイス用の日本語入力ドライバの開発

企業への期待

下記の企業様への技術移転を想定

- * スマートウォッチ等のウェアラブルデバイスのメーカー
- * スマート家電メーカー,
- * それらの日本語入力ソフトの開発企業

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : 文字入力装置、文字入力方法およびプログラム
- 出願番号 : 特願2019-027713
- 出願人 : 日本大学
- 発明者 : 中村 喜宏

お問い合わせ先

日本大学産官学連携知財センター

TEL 03-5275-8139

FAX 03-5275-8328

e-mail nubic@nihon-u.ac.jp