

五本指装着型入力デバイスでのタップ動作における平仮名入力規則の評価手法



田中 純之介 勝間亮
大阪府立大学

文字入力デバイスの特徴

PC, スマートフォンへの入力手段

- ・キーボード

↳ 設置場所が必要



- ・タッチパネル

↳ 画面を注視する必要あり



文字入力デバイスの特徴



指装着型デバイス

片手に装着，机の上や自分の膝の上などでタップするだけで，文字入力が可能



- ☆場所を取らない
- ☆画面を注視する必要なし

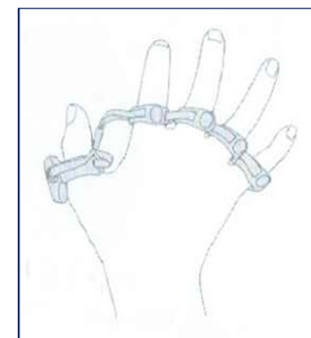
指装着型デバイスの仕組み

- 5本の指それぞれに
加速度センサ内臓のリングを装着
- 指のタップ動作を認識
- タップされた五つの指を区別し、
同時にタップされた指の組みあわせを文字入力に変換



Tap Strap

- 片手のみでタイピング可能
- 五本指にはめて使用
- 独自の指の組み合わせを用いて入力



例)

a: ● ○ ○ ○ ○
親指 人差し指 中指 薬指 小指

w: ● ○ ● ○ ●
親指 人差し指 中指 薬指 小指

○ タップしない指 ● タップする指

入力表



TAP ALPHABET™	
A ●○○○	H ●●●●
B ○●○○	I ○○○○
C ●●●●	J ●●●●
D ●○○○	K ○○○○
E ○●○○	L ○○○○
F ●●○○	M ●●●●
G ○●○○	N ●●○○
TAP ALPHABET™	
O ○○○○	U ○○○○
P ●●○○	V ●●●●
Q ○●○○	W ○●●●
R ●●○○	X ○○○○
S ○○○○	Y ●○○○
T ○●○○	Z ○●●●

Tap Strapの課題点

課題点

- ・特殊な指の形への慣れが必要
- ・英語入力に特化 → 平仮名入力困難
- ・入力表の法則性が見えにくい
↳ 覚えるのに時間がかかる

改良が必要

- ① 実現しやすい指の形を使用
- ② 平仮名入力に特化
- ③ 利便性の高い入力表

TAP ALPHABET™	
A ●○○○	H ○●●●
B ○●○○	I ○○○○
C ●○○●	J ●○○○
D ●○●○	K ○○○○
E ○●○○	L ○●○○
F ●●○○	M ○●○○
G ○○○○	N ●○○○
TAP ALPHABET™	
O ○○○○	U ○○○○
P ●○○○	V ●●○○
Q ○●○○	W ○●○○
R ●●○○	X ○○○○
S ○○○○	Y ●○○○
T ○●○○	Z ○○○○

目次

- 研究背景
- 提案手法
- 実験方法および結果
- まとめ

提案手法

改良点①: 実現し易い指の形を使用

先行研究から各文字の入力成功率を取得

実験内容

- ランダムに表示されるアルファベットを入力
- 入力成功までの平均ミス回数を計測

文字	指のパターン	ミス回数	文字	指のパターン	ミス回数
o	○○○●○	4.6	n	●●○○○	38.5
u	○○○○●	6.2	w	●○●○●	59.0
s	○○○●●	7.0	l	○○●●○	100.5
y	●○○○●	8.0	i	○○●○○	101.7
x	○●○●●	10.0	c	●○●●●	108.4
k	●○○●○	11.4	z	○○●○●	109.4
m	○●○●○	12.1	t	○●●○○	111.4
a	○●○○○	17.1	h	○●●●●	113.9
e	●○○○○	22.3	q	○●●○●	114.1
v	●●○●●	23.7	g	●○●●○	119.3
b	○●○○●	24.9	r	●●●●○	122.4
f	●●○●○	25.8	j	●●●○●	131.0
p	●●○○●	33.4	d	●○●○○	157.5

提案手法

改良点②: 平仮名入力に特化

- ◆ 1タップ : 平仮名の行指定
- ◆ 2タップ : 平仮名の列指定
- ◆ 3タップ : 濁点, 半濁点など

入力1段階目		入力2段階目	
あ行選択	●○○○○	母音 a 選択	●○○○○
か行選択	○●○○○	母音 i 選択	○●○○○
さ行選択	○○●○○	母音 u 選択	○○●○○
た行選択	○○○●○	母音 e 選択	○○○●○
な行選択	○○○○●	母音 o 選択	○○○○●
は行選択	●●○○○	濁点	●○●○○
ま行選択	○●●○○	半濁点	●○○●○
や行選択	○○●●○	小文字	●○○○●
ら行選択	○○○●●	取り消し	○●●●●
わをん選択	●●●○○		

提案手法

改良点③: 利便性の高い入力表

どちらの表が使いやすいか？

あ行 ●○●○○
か行 ○○●○○
さ行 ○●○○●
た行 ○○○●●
親人中薬小

あ行 ●○○○○
か行 ○●○○○
さ行 ○○●○○
た行 ○○○●○
親人中薬小

入力表の使いやすさは評価基準が明確に定まっていない

入力表の利便性を数値で評価する方法を提案

(入力表を点数化する手法は今までなかった)

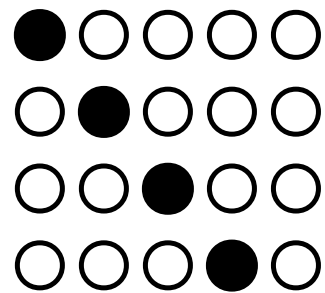
提案手法

改良点③: 利便性の高い入力表

3つの評価基準



タップする指の本数



規則性



用いる規則の少なさ

入力表の3つの評価基準

利便性の基準1

タップする指の本数

使用する指の本数は少なければ
少ないほど覚えやすい



あ行	●	○	○	○	○
か行	○	○	●	○	●
さ行	○	●	○	○	○
た行	○	○	○	○	●
	親	人	中	薬	小



あ行	●	○	●	○	○
か行	●	○	●	○	●
さ行	○	●	○	○	●
た行	○	●	○	●	●
	親	人	中	薬	小

入力表の3つの評価基準

利便性の基準2 規則性 (階段と共通)

①階段

あ行	●	○	○	○	○
か行	○	●	○	○	○
さ行	○	○	●	○	○
た行	○	○	○	●	○

親人中薬小

②共通

あ行	●	○	●	○	○
か行	●	●	○	○	○
さ行	●	○	○	○	●

親人中薬小

③共通階段

あ行	●	●	●	○	○
か行	●	○	●	●	○
さ行	●	○	○	●	●

④規則性なし

①～③に該当しない
指のパターン

4つのいずれかのグループに分類

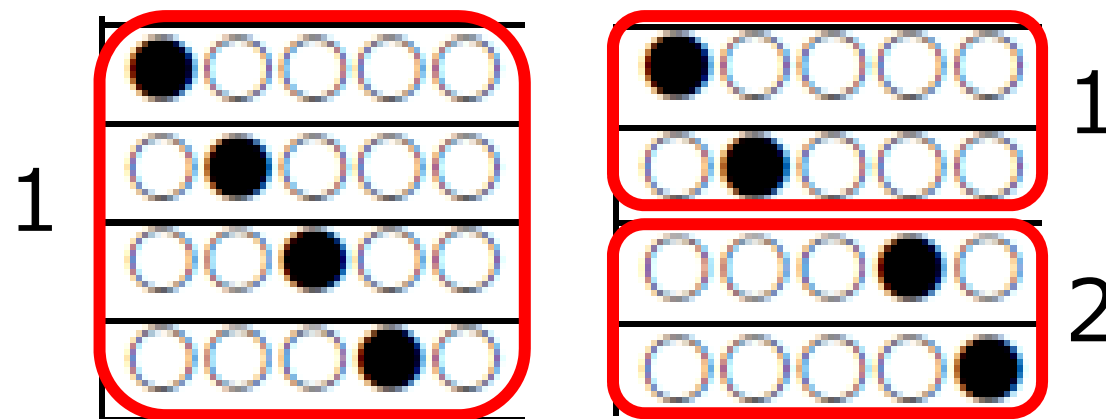
入力表の3つの評価基準

利便性の基準3

用いる規則の少なさ

1つの規則であらわすことのできる
指のパターンの集合を1つのカテゴリとする

入力表の全ての
指のパターンを
カテゴリに分類



カテゴリの数が少なければ少ないほど
用いる規則が少ない = 記憶・理解しやすい

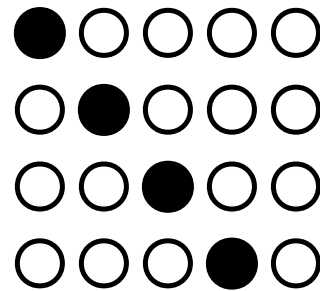
提案手法

改良点③: 利便性の高い入力表

3つの評価基準



タップする指の本数



規則性



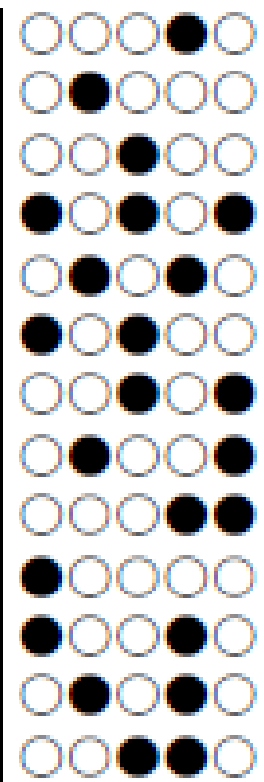
用いる規則の少なさ

これら3つの基準から、入力表の覚えやすさを数値化

利便性の数値化

利便性の数値化の基本方針

入力表



加點評価

良い部分にポイントを与える

ペナルティ評価

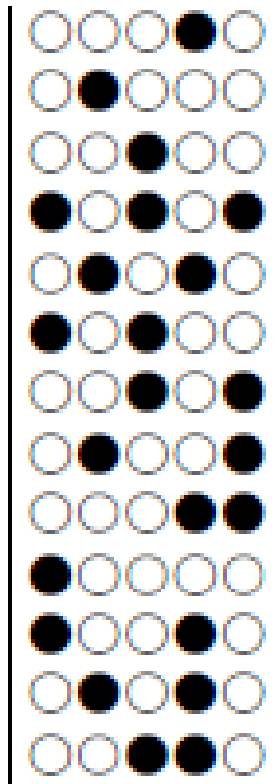
悪い部分にポイントを与える

→ ポイントが少ない方が良い評価

用いる規則の少なさを表現しやすい

利便性の数値化の基本方針

入力表



入力表の中から

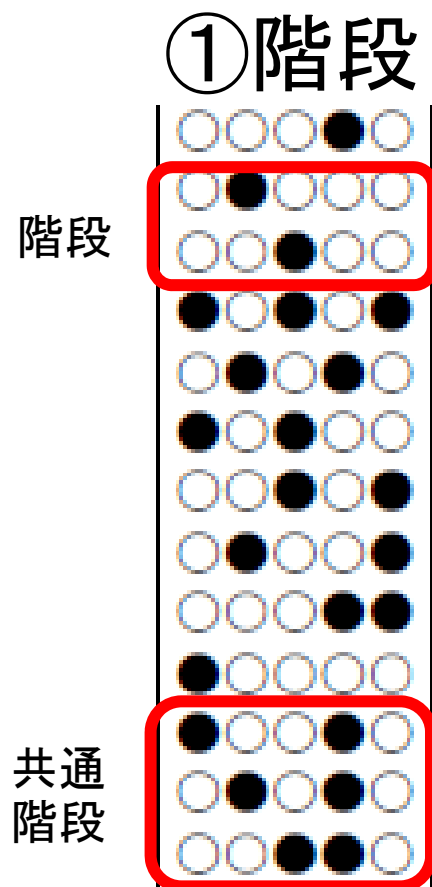
- ①階段と共通階段 → 低ポイント
- ②共通 → 中ポイント
- ③規則性なし → 高ポイント

を見つける。

各規則に対してペナルティポイントを付与

入力表の分類例

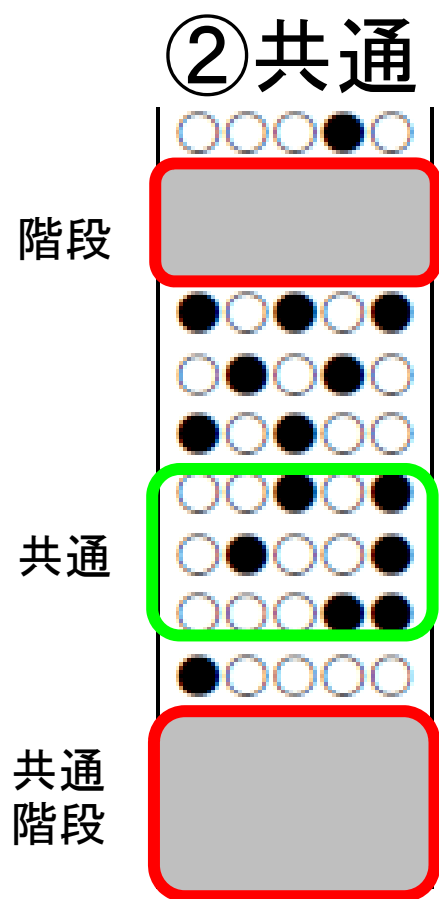
手順①: 階段と共通階段の発見



- 入力表の中から階段および共通階段を全て見つける
- カテゴリに分類された指のパターンは入力表から除外

入力表の分類例

手順②: 共通の発見

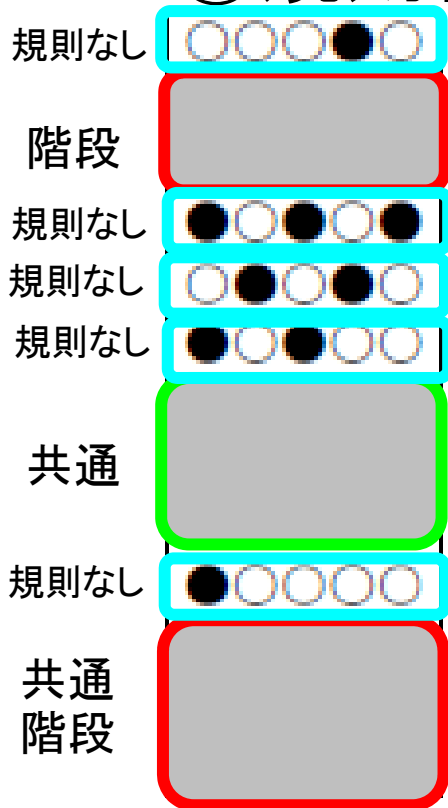


- 入力表の中から共通を全て見つける
- カテゴリに分類された指のパターンは入力表から除外

入力表の分類例

手順③: 規則性なし

③規則性なし



- ・分類されなかった指のパターンは1つ1つが規則性なしとする

- ・それぞれが別々のカテゴリとして分類

利便性の数値化

評価値決定のためのポイント表

- 各カテゴリと使用する指の本数に対応したポイント表を作成
- 事前実験の結果から、入力しやすい場合に低く、入力が困難な場合に高くなるように設定
- 先ほどの分類例は評価値の低いカテゴリから順番に分類

カテゴリ/指の本数	1	2	3	4
階段	0.1	0.2	0.3	0.4
共通階段		0.25	0.35	0.45
共通		0.5	0.55	0.6
規則性なし	0.1	0.2	0.3	0.4

利便性の数値化

評価値決定の例

分類前	手順 1	手順 2	手順 3	ポイント
○○○●○	○○○●○	○○○●○	○○○●○	0.1
○●○○○	○●○○○	○●○○○	○●○○○	0.1
○○●○○	○○●○○	○○●○○	○○●○○	
●○●○○	●○●○○	●○●○○	●○●○○	0.3
○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	0.2
●○●○○	●○●○○	●○●○○	●○●○○	0.2
○○●○○	○○●○○	○○●○○	○○●○○	
○●○○●	○●○○●	○●○○●	○●○○●	0.5
○○○●●	○○○●●	○○○●●	○○○●●	
●○○○○	●○○○○	●○○○○	●○○○○	0.1
●○○●○	●○○●○	●○○●○	●○○●○	
○●○●○	○●○●○	○●○●○	○●○●○	0.25
○○●●○	○○●●○	○○●●○	○○●●○	
ポイント	階段 (0.1) 共通階段 (0.25)	共通 (0.5)	規則性なし (0.9)	評価値 1.75

評価値が最小の入力表 = 最も利便性が高い入力表

目次

- 研究背景
- 提案手法
- 実験方法および結果
- まとめ

実験方法

- ◆ 3種の入力表それぞれを用いてデバイス使用経験の皆無な被験者6人に対して、平仮名で構成された文字列を31個入力させる

- ◆ 50音すべてが出現するような単語で構成

第1問	あさひ	第11問	おとうと	第21問	そろばんが
第2問	みみ	第12問	でんわ	第22問	つぶれた
第3問	よる	第13問	おねがい	第23問	もぐらを
第4問	しつけ	第14問	へいぼん	第24問	あらって
第5問	むれ	第15問	ゆうじょう	第25問	りさいくる
第6問	さいのう	第16問	りすを	第26問	ひつじに
第7問	ぬめり	第17問	あらう	第27問	ろうそくを
第8問	たいりく	第18問	なんて	第28問	つけました
第9問	えてして	第19問	おかしいぞ	第29問	かぜで
第10問	おちゃ	第20問	きあつで	第30問	ばそこんが
				第31問	つくれた

提案手法

入力表A

改良点①から③をもとに3つの入力表を使用
評価値をもとにした利便性の高い入力表A
(評価値0.9)

入力1段階目	階段	入力2段階目	
あ行選択	●○○○○	母音 a 選択	●○○○○
か行選択	○●○○○	母音 i 選択	○●○○○
さ行選択	○○●○○	母音 u 選択	○○●○○
た行選択	○○○●○	母音 e 選択	○○○●○
な行選択	○○○○●	母音 o 選択	○○○○●
は行選択	●●○○○	入力3段階目	
ま行選択	○●●○○	濁点	●○●○○
や行選択	○○●●○	半濁点	●○○●○
ら行選択	○○○●●	小文字	○●○●○
わをん選択	●○○○●	削除	○●○○●

階段

共通階段

共通階段

階段

提案手法

入力表B

先行研究をもとにした
入力成功率の高い入力表B(評価値3.2)

入力1段階目	階段	入力2段階目	
あ行選択	○ ○ ○ ● ○	母音 a 選択	○ ○ ○ ● ○
か行選択	○ ○ ○ ○ ●	母音 i 選択	○ ○ ○ ○ ●
さ行選択	○ ○ ○ ● ●	母音 u 選択	○ ○ ○ ● ●
た行選択	● ○ ○ ○ ●	母音 e 選択	● ○ ○ ○ ●
な行選択	○ ● ○ ● ●	母音 o 選択	○ ● ○ ● ●
は行選択	● ○ ○ ● ○	入力3段階目	
ま行選択	○ ● ○ ● ○	濁点	○ ● ○ ○ ●
や行選択	○ ● ○ ○ ○	半濁点	● ● ○ ● ○
ら行選択	● ○ ○ ○ ○	小文字	● ● ○ ○ ●
わをん選択	● ● ○ ● ●	削除	● ● ○ ○ ○

共通階段

共通階段

共通階段

共通階段

研究背景

入力表C

評価値と高い入力成功率を両立した入力表C
(評価値2.55)

入力1段階目	階段	入力2段階目	
あ行選択	●○○○○	母音 a 選択	●○○○○
か行選択	○●○○○	母音 i 選択	○●○○○
さ行選択	○○○●○	母音 u 選択	○○○●○
た行選択	○○○○●	母音 e 選択	○○○○●
な行選択	●○○●○	母音 o 選択	●○○●○
は行選択	●○○○●	入力3段階目	
ま行選択	○●○●○	濁点	●●○○○
や行選択	○●○○●	半濁点	●●○○●○
ら行選択	○●○○●●	小文字	●●○○●●
わをん選択	○●○●●	削除	●●○●●

階段

階段

共通階段

共通階段

評価項目

◆ 定量的評価

- ✓ タイピング速度 → 1単語を入力完了するまでの時間
- ✓ 入力失敗率 → 1単語あたり1分以上かかると失敗となる
- ✓ 誤字率 → 誤字の割合

◆ 主観評価（アンケート）

- ✓ ストレス度 → 10段階評価
- ✓ 表の覚えやすさ → 4段階評価
- ✓ 総合評価の順位付け

数値が低い方が
良い結果となる

実験方法

タイピング速度と入力失敗率

- ◆ 文字列の入力が成功するまでの時間を計測
- ◆ 1単語の入力制限時間1分，制限時間内であれば何度でも入力可能
- ◆ 制限時間を超えた場合のみ文字列の入力失敗と判定

$$\text{入力失敗率} = \frac{\text{入力失敗した被験者の人数}}{\text{総被験者数}}$$

誤字率

- ◆ 入力された母音や子音, 文字列の情報を集計し, タップしようとした文字と実際にタップされた文字を比較
- ◆ 入力表の各文字の成功回数と失敗回数を計測

$$\text{誤字率} = \frac{\text{失敗回数}}{\text{成功回数} + \text{失敗回数}}$$

被験者に対するアンケート

- ◆ 全ての入力作業終了後，被験者に対して入力表に関するアンケートを実施

- ◆ アンケート内容
 - ① 各入力表に対して 覚えやすいと感じたかどうか
 - [1・当てはまる
 - 2・やや当てはまる
 - 3・やや当てはまらない
 - 4・当てはまらない] の4段階評価

アンケート内容

②入力失敗時に感じたストレスを1から10の10段階で評価

(最もストレスを感じなかった場合1,
最もストレスを感じた場合10を選択)

③3つの入力表に対して総合的な順位づけ

実験結果

	表A 評価値0.9	表B 評価値3.2	表C 評価値2.55
平均入力成功時間[秒]	23.5	28.5	27.2
平均入力失敗率[%]	14.0	22.0	15.1
平均誤字率[%]	27.7	53.8	43.6
平均ストレス度[10段階評価]	2.2	5.8	4.2

悪 良

入力表 A が平均入力成功時間，平均入力失敗率，平均誤字率，ストレス度の 全ての項目において 最良の値を出している

実験結果

アンケート結果（覚えやすさ）

覚えやすいと感じた回答者の割合

回答内容	表A 評価値0.9	表B 評価値3.2	表C 評価値2.55
当てはまる	100%	0%	0%
やや当てはまる	0%	0%	83%
やや当てはまらない	0%	17%	17%
当てはまらない	0%	83%	0%

入力表 A が覚えやすさに関するアンケートにおいて 最高評価を獲得している 次点で入力表 C が続く結果となっている

実験結果

アンケート結果（総合評価）

総合評価と回答者の割合

回答内容	表A 評価値0.9	表B 評価値3.2	表C 評価値2.55
1位	100%	0%	0%
2位	0%	17%	83%
3位	0%	83%	17%

入力表 A が総合評価に関するアンケートにおいても最高評価を獲得している
次点で入力表 C が続く結果となっている

目次

- 研究概要
- 研究背景
- 実験方法および結果
- 考察
- まとめ

まとめ

- 加速度センサを指に装着して文字入力を行うデバイスに着目
- 平仮名の入力成功率の向上, 入力手順の簡易化を目的とした
- 利便性を数値化する方法を提案し, その正しさを検証する実験を行った
- 実験の結果, 入力表の覚えやすさがある程度数値化できることが分かった