

## 2022 年度 修士論文概要

主査	舟橋健司	副査	徳田恵一	研究室	舟橋研究室
入学年度	2021 年度	学籍番号	33414035	氏名	加藤馨

論文題目 非視認状態でのタッチパネル利用を想定した多様な操作インタフェースの提案 (Various operation interfaces on capacitive touch screen in non-visual state)

### 1 はじめに

現在、タブレットやスマートフォンなどのタッチパネル式デバイスが普及している。これらのデバイスには、パソコンや従来型の携帯電話に搭載されているキーボードや通話ボタンなどの物理的なボタンが搭載されていない場合が多い。したがって、触覚的手掛かりがないため画面を視認していない状態で思い通りに操作することは難しい。そこで我々は静電容量式のタッチパネルを対象に、画面を見なくとも思い通りの操作が可能なインタフェースを提案している。先行研究では、画面を見ずに操作可能な「逆タップ」という通常のタップ操作に代わる新たな操作方法を提案した [1]。画面に触れている指を離して、再度触れた場合に逆タップ操作と判定する。なお、先行研究および本研究のインタフェースでは指を画面に触れてすぐに離れた場合や、触れてその後触れたまま動かした場合は通常のタップやスワイプ操作と判定しない。また、操作箇所にはあらかじめ画面上に点字のような突起物を貼り付けておく。この突起物の数は操作画面の操作箇所の数と同じ数を想定している。そのため、複雑なアプリケーションの実現のために操作箇所を増やし突起物の数も増やすことはユーザにとって負担になるであろう。そこで本論文ではまず、スワイプ操作を想定した新たな操作方法「切替スワイプ」を提案する [2]。画面レイアウトに依存しない操作方法を提案することで、画面上の操作箇所の数が限られる逆タップインタフェースの補助をする。ところで、揺れている車内において通常のタップや逆タップを行うと、指が操作箇所からずれてしまうかもしれない。そこで本論文ではまた、指での支持を前提とした新たな操作方法「支持タップ」も提案する。非視認状態かつ動揺状態でのタッチパネル利用をより容易にする。

### 2 切替スワイプ

ユーザが、(0) 1本の指で画面に触れている、(1) 触れている指を他の指に入れ替える、(2) 入れ替えた指を上下左右へ滑らせる、(3) 入れ替えていた指を元に戻す、という動作を行った時に切替スワイプと判定する (図 1)。

全盲者を想定した切替スワイプと逆タップとの比較

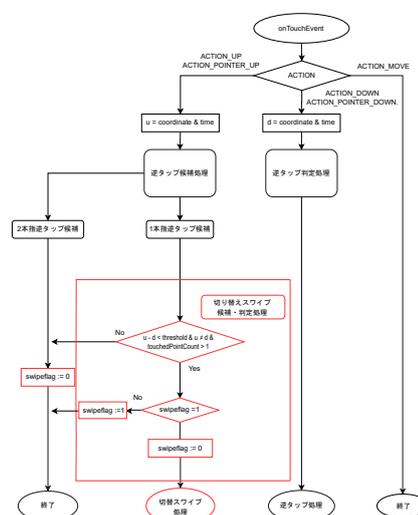


図 1: 切替スワイプのアルゴリズムフロー

実験を行った。アイマスクを着用した被験者は、タブレット操作タスクの指示を受けて実行し、操作できたとしたら合図をする。これを 1 分間繰り返す。正しく操作できた回数を記録する。タブレット操作タスクはオーディオパネルを模した画面における曲、音量の変更である。曲は 3 曲、音量は 15 段階で変更が可能である。逆タップ操作の場合は対応するボタンを逆タップで、切替スワイプ操作の場合は上下左右方向（画面上であれば操作する場所は問わない）への切替スワイプで曲、音量の変更が行える。この手順を逆タップ操作のみで行う場合と切替スワイプ操作のみで行う場合との 2 回行った。実験結果を表 1 に示す。切替スワイプ操作の方が 1 分間でのタスク達成回数は多かった。しかし、それは約 0.1 回とわずかなものであり大きく向上したとは言えない結果となった。

続いて、タブレット操作タスクを 15 段階で変更が可能な音量の変更のみに限定し、10 回タスクを達成するまでに要した時間を記録した (表 2)。切替スワイプ操作の方が逆タップ操作の場合より平均で約 9 秒短かった。よって変更する量が多い場合、例えば実験で行ったように音量を変更する場合や、シークバー等を操作する場合には切替スワイプ操作が有用であることが確認できた。なお、実験での操作のミスなどは見られなかったため、全盲状態でも正しく操作可能であることも確認できた。



図 2: 切替スワイプ実験の様子

表 1: 曲、音量を変更する実験

被験者	逆タップ	切替スワイプ
A	7回	6回
B	8回	8回
C	7回	7回
D	7回	9回
E	6回	6回
F	8回	7回
G	8回	9回
平均	7.3回	7.4回

表 2: 音量のみを変更する実験

被験者	逆タップ	切替スワイプ
A	65秒	54秒
B	60秒	53秒
C	62秒	54秒
D	64秒	53秒
E	68秒	56秒
F	65秒	53秒
G	58秒	55秒
平均	63秒	54秒

### 3 支持タップ

ユーザが、(1) 指で画面に触れる、(2) 画面に触れたまま指を動かして操作箇所を見つける、(3) 画面に触れている指の近傍に指に触れる、(4) 一定時間以内にその触れた指を離す、という動作を行った時に支持タップと判定する (図 3)。なお、支持タップは逆タップインタフェースの他、通常タップと併用できる実装も可能である。

全盲状態かつ動揺状態を想定した通常タップ、逆タップと支持タップとの比較実験を行った。アイマスクを着用した被験者は、タブレット操作タスクを受けて実行し、実行できたと思ったら合図をする。これを 1 分間繰り返し、正しく操作できた回数と誤った回数を記録した。なお、タブレット操作タスクは振動する装置に固定したタブレットで、かつ腕をゴムボールの上に乗せた状態で実行した。タブレット操作タスクは空調パネルを模した画面における温度、風量、風向きの変更である。この

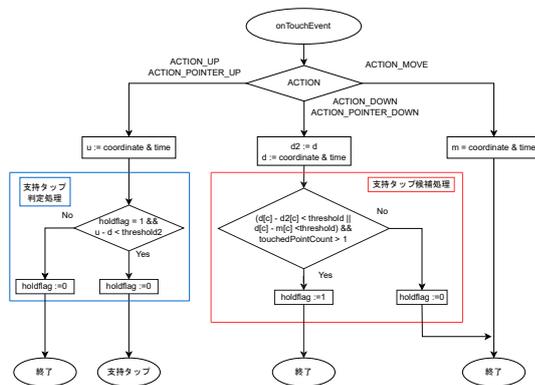


図 3: 支持タップのアルゴリズムフロー

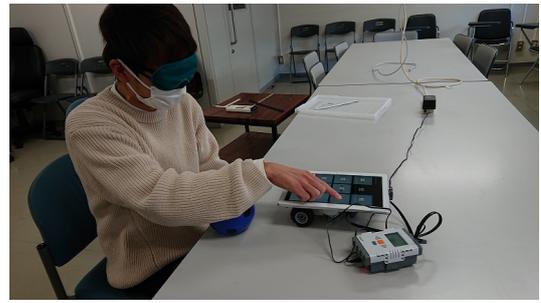


図 4: 支持タップ実験の様子

表 3: 支持タップ実験の結果

被験者	通常タップのみ		逆タップのみ		支持タップのみ	
	成功回数	失敗回数	成功回数	失敗回数	成功回数	失敗回数
A	2回	7回	4回	4回	7回	0回
B	3回	10回	2回	7回	6回	2回
C	2回	8回	5回	2回	6回	0回
D	0回	9回	5回	3回	6回	1回
E	3回	6回	6回	0回	8回	0回
F	1回	8回	3回	5回	7回	0回
G	2回	7回	6回	1回	7回	1回
平均	1.9回	7.9回	4.4回	3.1回	6.7回	0.6回
成功割合	19%		59%		91%	

手順を通常タップのみ、逆タップのみ、支持タップのみで行う場合の 3 回行った (図 4)。実験結果を表 3 に示す。逆タップ操作の場合の成功割合は 59% だったのに対し、支持タップ操作の場合は 91% であった。非視認かつ動揺状態において支持タップ操作が有効であることが確認できた。また支持タップの方が、逆タップの「離す、触れる」ではなく通常のタップと同じ「触れる、離す」であるため、操作しやすいという感想も得られた。

### 4 むすび

本論文では、先行研究で提案している非視認状態で操作可能なインタフェースにおける新たな操作方法を提案した。より複雑なアプリケーションの実現や非視認かつ動揺状態での操作が容易になった。今後も操作方法が複雑になりすぎないように熟慮しつつ、非視認状態でのタッチパネル利用がより容易になるような操作方法について検討していきたい。

### 参考文献

- [1] Kenji Funahashi, Hayato Maki, Yuji Iwahori, "Novel tap operation on capacitive touch screen for people with visual impairment", ICAT-EGVE 2020 Posters and Demos, pp. 3-4, 2020.
- [2] 加藤 馨, 舟橋 健司, "非視認状態でのタッチパネル利用を想定した新しいスワイプ操作インタフェース", 日本バーチャルリアリティ学会第 27 回大会講演論文集, 2D1-4, 2022.