

電動車椅子用マルチタッチインタフェースの製作

飯澤 貴洋[†] 小島 春樹[†] 堀越 大輔[‡] 小野里 大志[‡] 田村 仁[†]

日本工業大学工学部[†] 日本工業大学工学研究科[‡]

1. はじめに

日本では電動車椅子の事故が毎年 200 件以上発生している。警察庁交通局によると事故の原因として以下の 3 点を挙げている。

- ①視点が低く、視点の稼動範囲を固定するため死角が発生しやすい。
- ②電動車椅子の車両感覚と自己の位置が把握しにくい。
- ③操作時の疲労や直感的に操作できないためのミス。

このうち、私たちは「③の操作時の疲労や直感的に操作できないためのミス」に着目し、操作時の疲労を軽減させ、直感的かつ容易に操作できるインタフェースがあれば、電動車椅子の事故を減らすことに繋がるのではないかと考えた。本研究では操作性と操作ミスの割合を比較するために平面状インタフェースと半球状インタフェースの二つのインタフェースを製作し検証する。

2. システムの構築

本研究では IRLED をインタフェース内に照射し、操作面に接触し光った指の面を IR フィルタを取り付けた Web カメラで撮影し、撮影した画像に二値化等の処理を施した後、接触部分を白、非接触部分を黒とすることで、指の接触位置、本数、動きを画像処理により判別し動作を決定するマルチタッチインタフェースを製作した。プログラミング言語は C++ を使用し、画像処理用ライブラリである OpenCV ライブラリを使用した。

平面状インタフェースと半球状インタフェースは条件を同じにするためそれぞれ自作した。平面状インタフェースは汎用的なタッチパネルの形状のため比較用として製作した。半球状インタフェースは手を乗せやすいため疲労を軽減でき、本研究の目的に適していると予想し製作した。

ハードウェアの実現として、1 面のみ開いている不透明なプラスチックケース内部に Web カメラを上向きに設置し、プラスチックケース上部に透明なプラスチック板を取り付け、その上に各インタフェースを設置した。(図 1) また、外光に左右されないためにインタフェースを黒い布で覆った。

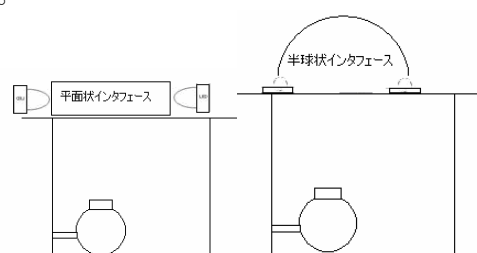


図1 システムの概要図



図2 電動車椅子への搭載イメージ

3. 実装

マルチタッチインタフェースを構築する為には、図 1 で撮影した画像から操作面に触れている複数の指先を抽出する必要がある。そのため下記の手順で処理を行った。

- (1) 撮影した画像の取り込み
- (2) 取り込んだ画像の左右反転
- (3) 二値化処理

関数 `cvThreshold()` によって、画像の二値化処理を行った。閾値処理の種類は `CV_THRESH_BINARY` を指定した。

Design of Multi-Touch Interface for Motorized Wheelchairs
[†] Takahiro IIZAWA, Haruki KOJIMA, Hitoshi TAMURA · Faculty of Engineering, Nippon Institute of Technology
[‡] Daisuke HORIKOSHI, Taishi ONOZATO · Graduate School of Engineering, Nippon Institute of Technology

- (4) ノイズ除去
膨張、収縮処理をし、ノイズを除去した。
- (5) 抽出した白領域の重心座標の算出
- (6) 白領域のカウント(指数)
- (7) 指位置の算出
白領域の重心を操作数の中心を原点とする極座標で算出した。

4. 操作方法

操作方法として次のような 2 種類を決定し実験を行った。これらの操作は最小限の動作で直感的な操作であることにより疲労を軽減でき本研究の目的に適していると予想した。

(操作方法 1) 指の本数と角の位置(図 3)

- (1) 前進：指 5 本
- (2) 後退：指 4 本
- (3) 右折：指 3 本
- (4) 左折：指 2 本
- (5) 右斜め前進：指 1 本で A の領域
- (6) 左斜め前進：指 1 本で B の領域
- (7) 右斜め後退：指 1 本で C の領域
- (8) 左斜め後退：指 1 本で D の領域
- (9) 停止：触れていない状態

(操作方法 2) 指の本数と上下(左右)の領域(図 4)

- (1) 前進：指 5 本かつ上
- (2) 後退：指 5 本かつ下
- (3) 右折：指 4 本かつ上
- (4) 左折：指 4 本かつ下
- (5) 右斜め前進：指 3 本かつ上
- (6) 左斜め前進：指 3 本かつ下
- (7) 右斜め後退：指 2 本かつ上
- (8) 左斜め後退：指 2 本かつ下
- (9) 停止：指 1 本または触れていない状態

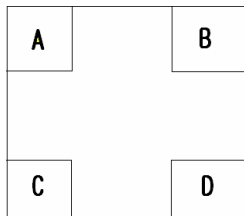


図 3 操作方法 1 の領域

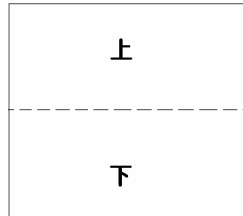


図 4 操作方法 2 の領域

5. 実験方法

半球状インタフェースと平面状インタフェースとの操作性と操作ミス割合を検証するために操作方法で示した 2 種類の操作方法で次のような実験方法で比較した。

- (1) 被験者は操作方法を記した表を見ながら操作を行う。
- (2) 被験者は表に記述してある方向を順番通りに操作する
- (3) コンソール上に指示した操作と同じ方向が 2 秒間表示されるまで操作を繰り返し、全方向終了するまでの秒数を測定した。
これにより操作性と操作ミスの割合を比較した。

6. 実験結果

実験結果は次のとおりである。

表 1 実験結果

平面状インタフェース	平均秒数
操作方法 1	59 秒
操作方法 2	79 秒
半球状インタフェース	平均秒数
操作方法 1	43 秒
操作方法 2	61 秒

実験結果から半球状インタフェースで操作方法 1 が有用であると思われる。平面状インタフェースに比べ半球状インタフェースは指をインタフェースに密着させ易いことが操作性の良さに繋がった。また、操作方法の比較では上下に領域を分けるだけでは境界付近で操作をしたときに誤作動を起こすことが多かった。

7. おわりに

電動車椅子用のマルチタッチインタフェースを構築した。操作性の実験結果から半球状インタフェースで操作方法 1 を用いた方法が操作時間からみて有用であると思われる。今後の課題としては実際に電動車椅子に搭載し、操作性、疲労具合の検証を目指す。

参考文献

[1] 前迫 孝憲、田守 寛文、繁樹 算男、清水 康敬、坂本 昂 「多次元入力可能な指滑動型半球状インタフェース」電子情報通信学会論文誌' 87/3 Vol. J70-A No. 3

[2] FTIR 方式によるマルチタッチディスプレイの作り方 (<http://www.artful.jp/jpblog/185>)

[3] 平間 浩二 「Web カメラを用いたマルチポイントインタフェースの構築」全国大会講演論文集 第 71 回平成 21 年(2), "2-421"-2-422", 2009-03-10