

Webカメラを用いたマルチポインティングインタフェースの構築

田村研究室 平間 浩二

1. はじめに

ポインティングデバイスとは直感的で使用者の思い通りに操作が出来、複数点同時入力が可能である。しかし、マルチタッチパネルにも問題が存在し、下記の問題点が挙げられる。

- (1) 低解像度の市販商品でも価格が7万円前後と非常に高価
- (2) 画面に触れて操作する為、操作時に画面が隠れる
- (3) 新たに画面に触れる場合、使用者の視点から触ろうとしている位置と実際に触れる位置が異なる視差の問題が発生

以上の問題点を解決する為、本研究では低価格でマルチポインティングデバイスと使用者に支障がないGUIの構築を提案する。これらを総称して「マルチポインティングインタフェース」と呼ぶことにした。関連するシステムとしてはTactiva社の「TactaPad」[4]とSeth Sandler氏が考案したWebカメラを使用したマルチタッチパネル[5]などがある。[4]では使用者の手を上部から撮影し、撮影画像を薄くモニターに重ねて描画し、タッチパッド部分はモニター表示されたメニューアイコン部分のみ連動してタッチできる様になっている。[5]はWebカメラを使用して手の影を撮影し、撮影した画像を処理することで複数の指を検出している。

2. システム構築

本研究ではWebカメラを使用して手の影を撮影し、撮影した画像を処理することで複数点認識を実現している。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USB 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に薄い紙を貼り付けた不透明なパネルを取り付けた(図1左)。また、プログラミング言語としてC++を使用し、画像処理ライブラリであるOpenCVライブラリを使用した。尚、Webカメラの解像度はOpenCVの現在の仕様で解像度を変更できない為、本研究では320×240で処理を行いフレームレートは20[fps]とした。動作環境としてPentium4 3.0GHzを搭載したデスクトップパソコンを使用し、使用OSはWindowsXPである。

使用者の操作性を向上するために、Webカメラで撮影した手の影をディスプレイ上に合成表示させるオーバーレイ動作を構築した(図1右)。

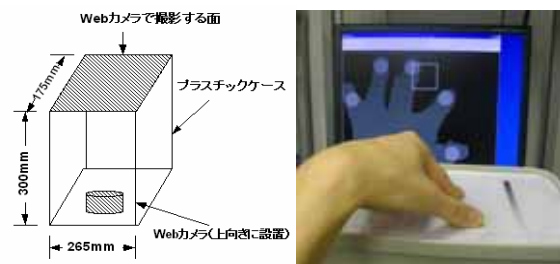


図1 構築図と動作例

3. 実装

マルチポインティングインタフェースを構築する為には、上記条件で撮影した画像から操作板に触れている複数の指先を抽出する必要がある。本研究では一様な証明条件下であることを条件に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) グレースケールによる明度調整

操作盤右側の上部から下部にかけ入力画像白黒256段階のグレースケールを設置し、平均明度32と標準偏差128に標準化する。

- (4) 操作板に触れている部分の検出(図2参照)

標準化された画像の明度値で114以下の部分を白色、115以上に部分を黒色の二値画像で抽出する。

- (5) 白領域の収縮膨張処理

抽出した二値画像に存在する面積の10画素以下の白領域(ノイズ)を収縮膨張処理で消去する。

- (6) 二値画像から不要な白領域の消去

抽出した二値画像は、使用者の腕や手なども抽出されている。映像面の大きさに対して全体の5%以下の面積のものだけを指として検出する。

- (7) 抽出した領域の重心座標の算出

抽出した二値画像から各白領域の重心座標を計算する。

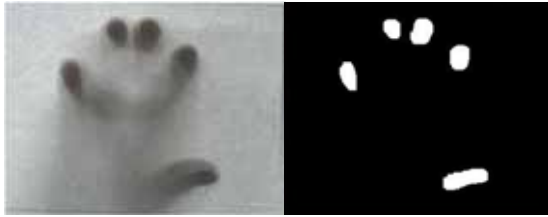


図2 接触部分の検出

また、ポインティングデバイスとして必要不可欠な動作が、クリック、ドラッグ、移動などであり、各処理は下記の通り実現する。

(1) クリック動作

指が触れている状態から離し、もう一度触れる動作をクリックして認識する。その為には、予め 20 フレーム前(1 秒)の指先の重心座標を記録しておき、撮影画面上で現在の重心座標から半径 15[px]以内かつ 2 フレームから 20 フレーム前に重心座標が存在していたら、クリックする座標として扱う。

(2) ドラッグ動作

1 フレーム前に撮影した指先の重心座標と現在の重心座標を比較し、一番近い座標を同じポイントとして認識する。2 点間の座標距離をドラッグする距離として扱う。

(3) 移動動作

移動使用者が操作する際に手の位置が把握できれば操作性が向上すると考えられる為、Web カメラで撮影した手の影をディスプレイ上に合成表示させる。

4. 評価実験

操作性を評価する手法として、メニューを操作する仮想アプリケーションを構築した。本実験で構築した仮想アプリケーションの仕様は下記の通りである。

(1) クリック実験

ランダムに表示されるボタンを被験者が 10 回正確にクリックし、操作ミスと誤反応の回数を記録した。

(2) ドラッグ実験

複数点座標を利用し、フレームの拡大縮小を 10 回正確に行い、時間を記録した。

実験には、マルチポインティングデバイスの使用経験のない学生に操作して貰い、使用者が思い通りに動かせるか評価実験を行った。結果は表 1 の通りである。

表 1 実験結果

	[times]	[sec]
被験者 A	4	44.26
被験者 B	15	79.81
被験者 C	19	115.06
被験者 D	8	65.77
被験者 E	4	67.21
平均	10	74.422

実験を考察した結果より、双方の実験においてポインティングデバイスに触れる際に、使用者の手のかざし角度とグレースケールによる明度調整によって誤認識した。一番正確だった被験者 A・E の場合、指を垂直に近い角度でかざした為、手の影による誤認識が起こらなかった。しかし被験者 B・C・D の場合、指のかざし方が平行に近かった為、手の影による誤認識が発生してしまった。右腕の影によってグレースケールによる明度調整が正しく行われなかった。改善案として、グレースケールを操作板上部に設置することが考えられる。

5. おわりに

マルチポインティングインタフェースを構築し評価実験を行い、マルチタッチパネルの欠点である価格・視差・操作性を検証した。価格を約 10%まで抑えることができ、視差を GUI により手をオーバーレイ表示させることで被験者の 80%がマルチタッチパネルより視差を抑えることが出来た。操作性においては誤認識が多く改善の余地がある。

参考文献

- [1]満田 成紀, 鰐坂 恒夫, 沢田 篤史「情報分割に基づくユーザインタフェース設計」
電子情報通信学会論文誌 D Vol. J85-D1 No.11 pp.1047-1056
- [2]佐藤 洋一郎, 横平 徳美, 籠谷 裕人, 岡本 卓爾, 茅野 功「描画時合成方式と表示時合成方式の併用によるスムーズ操作が可能なマルチウィンドウシステム」
電子情報通信学会論文誌 D Vol. J86-D1 No.9 pp.650-660
- [3]綱手 雅彦, 佐藤 基次, 森本 大資, 藤川 浩一「上肢機能障害者の文字入力のためのマウス軌跡平滑化機能を有するソフトウェアキーボード」
電子情報通信学会論文誌 D Vol. J90-D No.3 pp.763-770
- [4]Tactiva, TactaPad, <http://tactiva.com/index.html>
- [5]Seth Sandler, Mtmini, <http://ssandler.wordpress.com>

