

モバイル端末内蔵の照度センサによる ハンドジェスチャ認識を用いたアプリケーションの検討

山下 大輔

Daisuke YAMASHITA

1 はじめに

近年、人間の身振りや手振りをコンピュータで読み取るジェスチャ認識に注目が集まっている。商用化されているジェスチャ認識デバイスとして、Leap Motion や Kinect などがある。しかし、これらを用いてジェスチャ認識を行うためには専用の機器を用意しなければならない。この問題の解決策としてモバイル端末を用いたジェスチャ認識があり、カメラを用いた手法¹⁾や外部マイクを用いた手法²⁾がある。しかし、カメラを用いた場合では消費電力やプライバシーの問題が発生し、外部マイクを用いた場合においても、モバイル端末以外の追加デバイスを必要とする。

本研究では、モバイル端末内蔵の照度センサを用いてハンドジェスチャを認識する手法を提案する。本稿では、モバイル端末内蔵の照度センサを内蔵照度センサと定義する。省電力かつモバイル端末内蔵のセンサを用いることで消費電力、プライバシー、追加デバイスの必要性といった課題を解決する。内蔵照度センサを用いてハンドジェスチャを認識するアルゴリズムを提案するとともに、提案手法に対応したアプリケーションを作成して検証を行った。提案手法によるハンドジェスチャ認識が、省電力かつ追加デバイスが不要だけでなく、ジェスチャ認識が有効な状況において活用可能であることを確かめた。

2 内蔵照度センサによる

ハンドジェスチャ認識手法の提案

2.1 ハンドジェスチャ認識の概要

本研究では、内蔵照度センサを用いてハンドジェスチャを認識する手法を提案する。ユーザが手を動かした際に生じる照度変化を内蔵照度センサにより検知し、ハンドジェスチャを認識する。ユーザは、平面な机の上に置いたモバイル端末に、手をかざすようにしてハンドジェスチャを行う。照度変化を検知してから、手の動きが終了して照度が一定の値に収束するまでを一回のハンドジェスチャとする。一回のハンドジェスチャにおける照度変化のデータから分類を行う。提案手法で分類するハンドジェスチャは以下の5種類であり、手の動きのイメージを Fig. 1 に示す。

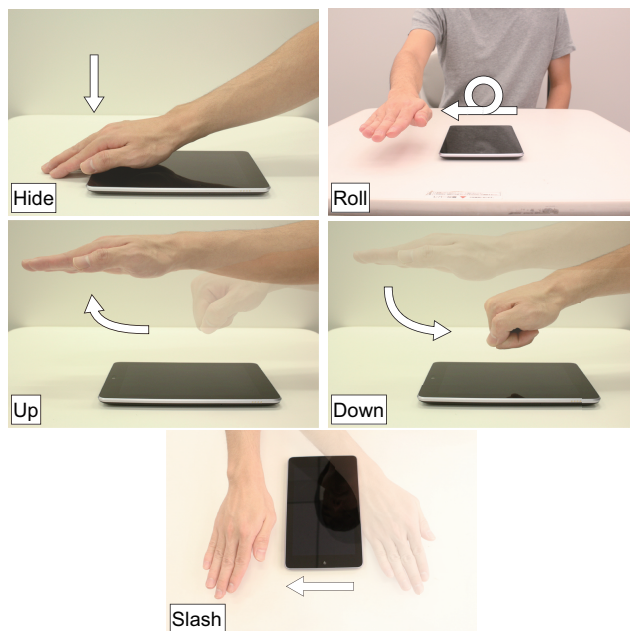


Fig. 1 5種類のハンドジェスチャ

- HIDE : 照度センサ部分を手で覆う動作
- ROLL : 手を一回転させる動作
- UP : 手を手前から奥に振り上げる動作
- DOWN : 手を奥から手前に振り下げる動作
- SLASH : 手を横にスライドさせる動作

2.2 ハンドジェスチャによる照度変化

5種類のハンドジェスチャは、それぞれ照度変化に特徴がある。各ハンドジェスチャの照度変化の特徴から分類を行う。ハンドジェスチャを分類するにあたり、訓練データを用意する。データ収集の際には、端末表面が 300 lx 、 500 lx 、 700 lx 、 1000 lx となる4種類の照明環境を用意した。7人の対象者が、4種類の環境で、5種類のハンドジェスチャを10回ずつ入力した。合計1400の訓練データの中から、各ハンドジェスチャにおける特徴を抽出した。抽出した特徴を以下の式1, 2, 3に示す。式1, 2, 3と、照度変化を示す波の数をもとに決定木を作成しハンドジェスチャの分類を行う。

$$D = A/I \quad (1)$$

$$S = A/T_s - A/T_e \quad (2)$$

$$T = T_s + T_e \quad (3)$$

A : 照度の変化量 I : 現在照度 [lx]

T_s : 照度変化の波が最深部に達するまでの時間 [ms]

T_e : 照度変化の波が最深部に達してから時間 [ms]

2.3 ハンドジェスチャ認識精度の検証

提案したアルゴリズムにおけるハンドジェスチャ認識精度の検証を行った。訓練データとする合計 1400 のデータに対して、一個抜き交差検証を行った。一個抜き交差検証とは、1 つのデータを抜き出してテストデータとし、残りのデータを訓練データとして分類を行うことでその精度を確かめる検証手法である。すべてのデータに対して一個抜き交差検証を行った結果を Table 1 に示す。Table 1 から、平均 95.4 % で 5 種類のハンドジェスチャを分類していることがわかる。検証結果から、提案したハンドジェスチャ分類手法は、訓練データに存在しない未知のデータに対しても有効といえる。

Table 1 未知のデータに対する認識精度の検証結果

	Hide	Roll	Up	Down	Slash
Hide	96.8 %	0.0 %	2.1 %	1.1 %	0.0 %
Roll	0.0 %	95.4 %	2.9 %	1.4 %	0.4 %
Up	0.7 %	0.0 %	94.3 %	0.4 %	4.6 %
Down	1.4 %	0.0 %	1.4 %	93.6 %	3.6 %
Slash	0.0 %	0.0 %	3.2 %	0.4 %	96.4 %

3 アプリケーションを用いた検証実験

3.1 実験概要

ハンドジェスチャ操作に対応した Web ブラウザを作成して被験者実験を行った。実験では、タッチ操作が容易に行えない状況において提案手法が有効に活用できるのかを検証した。実験は、軍手をした状態で Web ブラウザを用いて作業内容を確認する状況を想定している。色のついたブロックと 1~12 の番号を記載したシートを用意した。作業内容は、指定した色のブロックを指定した番号の場所に移動するという簡単な動作にして作業内容による実験への影響が出ないようにした。被験者は、タッチ操作とハンドジェスチャ操作の両方で実験を行い、一連の動作を終えるまでの時間を計測した。被験者 6 名のうち 3 名は、先にタッチ操作でアプリケーションを利用し、次にハンドジェスチャ操作を用いた。残りの 3 名

は、先にハンドジェスチャ操作でアプリケーションを利用し、次にタッチ操作を用いた。先にハンドジェスチャ操作を行った被験者を Group A、先にタッチ操作を行った被験者を Group B とする。

3.2 実験結果と考察

ハンドジェスチャ操作に対応した Web ブラウザを用いた実験において、軍手を使用した作業を想定した実験にかかった時間の平均と標準偏差を Fig. 2 に示す。

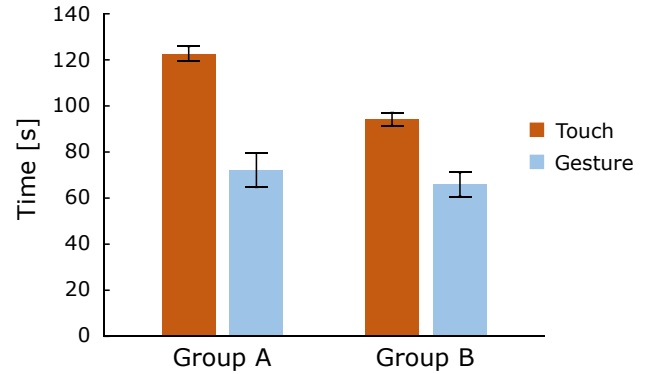


Fig. 2 Web ブラウザ利用実験における作業時間の平均

Fig. 2 から Group A、Group B のどちらも、タッチ操作を用いて作業を行った場合に比べてハンドジェスチャ操作を用いて作業を行った場合の方が作業にかかった時間が短いことがわかる。タッチ操作と比較して Group A は約 41 %、Group B は約 30 % 作業時間を短縮した。この結果から、提案手法はタッチ操作が容易に行えない状況において有効に活用可能といえる。

4 まとめ

モバイル端末を用いたジェスチャ認識における消費電力、プライバシー、追加デバイスの必要性という 3 つの課題に着目し、それらを解決するハンドジェスチャ認識手法を提案した。提案手法は、内蔵照度センサを用いて手の影による明暗変化を取得し、5 種類のハンドジェスチャを分類する。ジェスチャ認識は機器に直接触れることなく操作可能であることから、状況によって有効に活用可能と考えられる。その一例としてタッチ操作が容易に行えない状況を想定した実験を行い、提案手法によるハンドジェスチャ操作が有効であることを確かめた。

参考文献

- 1) Song J. and Sörös Gábor and Pece F. and Fanello S. R. and Izadi S. and Keskin C. and Hilliges O., "In-air Gestures Around Unmodified Mobile Devices," In Proc UIST 2014, pp.319-329
- 2) Goel M. and Lee B. and Aumi I. T. Md. and Patel S. and Borriello G. and Hibino S. and Begole J., "SurfaceLink: Using Inertial and Acoustic Sensing to Enable Multi-device Interaction on a Surface," In Proc CHI 2014, pp.1387-1396