

モバイル端末における照度センサを用いた ハンドジェスチャアプリケーションの検討

山下 大輔

Daisuke Yamashita

1 はじめに

近年、直感的なコンピュータの操作を可能にする NUI (Natural User Interface) の研究が進み、中でも身振りや手振りなどのジェスチャ認識の研究^{4) 3)} が盛んに行われている。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、専用デバイスを必要とすることからコンピュータ操作に用いられる機会は少ない。

この課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の研究^{2) 1)} が行われているが、追加のデバイスが必要であったり、カメラ画像を用いることでプライバシーの問題が生まれたりと課題が残る。しかし、近年普及しているモバイル端末には多種多様なセンサが内蔵されており、様々なセンサ情報を得ることが可能である。

本研究では、モバイル端末に内蔵されている照度センサ (以下、内蔵照度センサと称す) を用いてハンドジェスチャ認識を行う。内蔵照度センサは、端末画面の明るさ調整の際に用いられるセンサであり、端末表面の照度を取得できる。内蔵照度センサを用いたハンドジェスチャ認識手法を提案すると共に、提案手法を用いてハンドジェスチャアプリケーションを作成し、コンピュータ操作におけるハンドジェスチャ操作の有効性を検証する。

2 照度センサを用いたハンドジェスチャ認識

2.1 ハンドジェスチャ認識手法の概要

モバイル端末における内蔵照度センサを用いることで端末表面の照度を取得可能である。内蔵照度センサから得られる端末表面に起こる明暗変化を利用してハンドジェスチャ認識を行う。また今回提案する手法では端末を机の上に置き、その上でハンドジェスチャを行う。認識するハンドジェスチャは以下の 5 種類であり、そのイメージ図を Fig.1 に示す。

- SLASH : 手を横にスライドさせる動作
- 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
- HIDE : 照度センサ部分を手で覆う動作

内蔵照度センサを用いて、ハンドジェスチャを行った際に生じる端末表面の照度変化を識別し、ハンドジェスチャ認識を行う。一定の値で収束している照度値が閾値以上の変化を示してから、次に一定の値に収束するまでを 1 つのハンドジェスチャとして認識を行う。

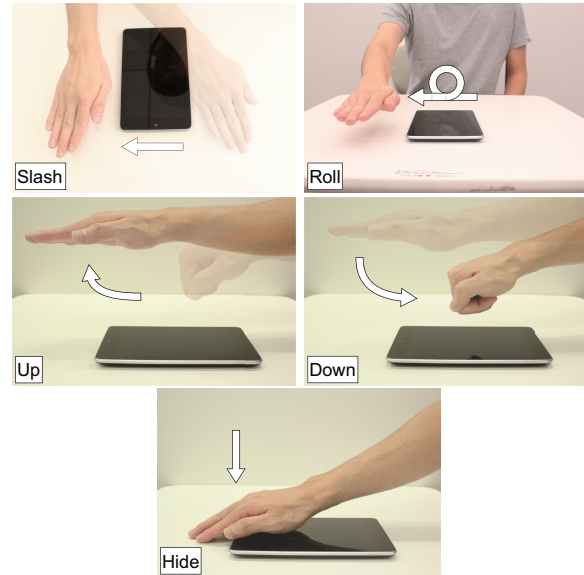


Fig.1 5 種類のハンドジェスチャ

2.2 ハンドジェスチャ認識アルゴリズム

ハンドジェスチャを認識するあたり、5 種類のハンドジェスチャを行った際に生じる照度変化のサンプルデータを 7 人分用意した。データ取得の際には、端末表面の照度値が 300 lx, 500 lx, 700 lx, 1000 lx となる異なる照明環境でハンドジェスチャをそれぞれ 10 回ずつ計測した。すなわち、1 人につき 200 のデータ、合計 1400 のデータを用意した。このデータセットの中から以下の式 1 から式 3 に表す特徴と照度変化を表す波の数の合計 4 つの特徴を抽出した。

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

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

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

A : 照度の変化量, I : 現在照度 [lx]

T_s : 照度変化を表す波が最深部に達するまでの時間 [ms]

T_e : 照度変化を表す波が最深部に達してからの時間 [ms]

これらの特徴をもとに決定木学習を用いてハンドジェスチャの認識を行う。特徴からハンドジェスチャを識別する決定木を作成しハンドジェスチャ認識アルゴリズムとした。

3 ハンドジェスチャアプリケーション

2.2節で述べたハンドジェスチャ認識アルゴリズムを用いてハンドジェスチャ操作可能なアプリケーションのプロトタイプを作成した。作成したアプリケーションは音楽プレイヤー、Webブラウザ、シューティングゲームの3種類である。

音楽プレイヤーは、他の作業を行いながら利用する状況を想定する。そのため、ハンドジェスチャ操作を可能にすることで、画面を確認しながらタッチ操作を行う手間を省略することが可能である。ハンドジェスチャ入力において、再生、一時停止、停止、曲送り、曲戻し、および頭出し再生の操作を可能にした。想定する状況において操作性の向上を図る。

Webブラウザは、1つのページを閲覧しながら作業を行う状況を想定する。例えば、料理のレシピが掲載されたWebページを閲覧しながら調理を行う状況が考えられる。ブラウジングを行うことでなく、1つのページを閲覧することを目的とするため、ハンドジェスチャ入力によって行える操作は上下左右のスクロールや拡大縮小とした。手が汚れている、手が塞がっているなどの理由からタッチ操作が行えない状況でも操作を可能にする。

シューティングゲームは、ハンドジェスチャ操作とタッチ操作を併用して行う状況を想定する。ハンドジェスチャ操作とタッチ操作を両方行うことで、タッチ操作のみ場合と比較して、エンターテインメント性の向上を図る。

4 ユーザビリティ評価実験

4.1 実験概要

前章で述べたハンドジェスチャアプリケーションの中の音楽プレイヤーを用いてユーザビリティ評価実験を行った。画面を確認する必要のない操作を行う状況においてハンドジェスチャ操作の有効性を検証する。

実験は、20代前半の学生3人を対象に行った。対象者は、30分間パソコンを用いた作業を行いながら、ハンドジェスチャ操作可能な音楽プレイヤーを利用した。その後、アンケート調査を実施し、ハンドジェスチャ操作の容易さ、正確さ、そしてハンドジェスチャとアプリケーションの挙動の対応が直感的か、など評価した。

実験は照明9灯が等間隔に設置された部屋で行った。机と椅子を設置し、対象者は机の上に置かれた実験用端末を座った姿勢で操作した。実験環境の図をFig.2に示す。

4.2 アンケート調査の結果

3人の被験者のうちの2人は、容易かつ正確にアプリケーションを利用することができた。しかし、1人はハンドジェスチャ操作が少し困難に感じ、ハンドジェスチャ認識の正確さにも不満を持っていた。ハンドジェスチャ操作に慣れるまでに時間がかかった、とコメントしていることから、ハンドジェスチャ操作には慣れが必要であり、慣れるまでに要する時間に個人差があるものと推測できる。また、服装による影響があるのではないかと、というコメントもあった。

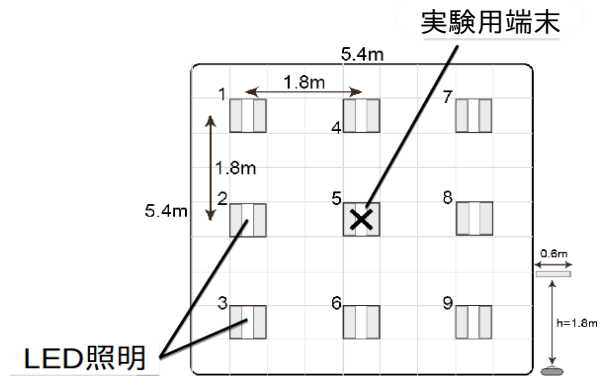


Fig.2 実験環境

問題なくアプリケーションを利用していた2人からもハンドジェスチャ操作とアプリケーションの挙動の対応付けやアプリケーションを用いる状況について、不満の声があった。アプリケーションのシステム構成の見直し、利用状況およびハンドジェスチャ操作における個人差への配慮が必要である。

5 まとめと今後の展望

モバイル端末内蔵の照度センサを用いたハンドジェスチャ認識手法を提案し、ハンドジェスチャ操作可能なアプリケーションのプロトタイプを作成した。音楽プレイヤー、Webブラウザ、シューティングゲームの3種類のアプリケーションを作成し、それぞれハンドジェスチャ入力での操作が可能である。

また、作成したハンドジェスチャアプリケーションのプロトタイプの中の音楽プレイヤーを用いてユーザビリティ評価実験を行った。実験結果から、ハンドジェスチャ操作に慣れるまでの時間の個人差や、想定される状況など、検討し直すべき今後の課題を得た。

今後は、アプリケーションの改良を行った後にWebブラウザ、シューティングゲームを含めたユーザビリティ評価実験を行い、さらに検証を重ねていく予定である。ハンドジェスチャ認識精度の向上を図ると共に、ジェスチャ操作の有効性について、ジェスチャ操作を用いる状況および環境に着目して検証を行う。

参考文献

- 1) Zhihan LV. Wearable smartphone: Wearable hybrid framework for hand and foot gesture interaction on smartphone. *ICCVW, 2013 IEEE International Conference on*, pages 436–443, 2013.
- 2) Jie Song. In-air gestures around unmodified mobile devices. *Proc. ACM UIST'14*, pages 319–329, 2014.
- 3) Antti Oulasvirta Srinath Sridhar. Investigating the dexterity of multi-finger input for mid-air text entry. *Proc. CHI'15*, pages 3643–3625, 2015.
- 4) Shahram Izadi Toby Sharp, Cem Keskin. Accurate, robust, and flexible real-time hand tracking. *Proc. CHI'15*, pages 3633–3642, 2015.