

プロジェクタとモバイル端末を用いた仮想タッチスクリーンの提案

相馬 啓佑

Keisuke Soma

1 はじめに

パソコンのマウスのようにユーザが実際に触れて操作するデバイスとその操作によって動作するものが別である UI が従来は一般的であった。しかしながら近年、スマートフォンやタブレットのタッチパネル操作のように操作するものと動作するものが同一となる UI (User Interce) が盛んになってきている。これにより、ユーザは今まで以上に直感的にデバイスを操作することができるようになり、より利便性の高いシステムが開発されてきた。

そこで我々はモバイル端末を用いてプロジェクタを直感的に仮想的にタッチ操作することのできるシステムを提案する。現在、スマートフォンの日本での普及率は 2015 年で 53.5% とテレビの普及率 55.9% とほぼ同等の割合となっている¹⁾。スマートフォンには多くのセンサが搭載されており、スマートフォンを他のデバイスと連携したインタラクションデバイスとして使用することは容易であると考えられる。

また、プロジェクターはプレゼンテーションをはじめとしてエンターテイメントコンテンツとしても利用されて始めている。プロジェクターを用いたエンターテイメントコンテンツの例としてプロジェクターで投影したスクリーンをタッチ可能なディスプレイにするものがある²⁾。しかしながら、このシステムでは Microsoft 社の kinect を用いて指の動きをセンシングすることでタッチパネル化を実現しているため、プロジェクターとは別に機器を利用する必要がある。

そこで我々は、現在普及率 50% を超えるスマートフォンでプロジェクターに投影された映像にタッチすることにより、マウスカーソルを動作させるシステムを開発した。

2 関連研究

イギリスのランカスター大学の Dominik Schmidt らはスマートフォンを用いてマルチタッチディスプレイをタッチすることでデータの送受信を行うシステムが開発をした³⁾。また、カナダのウォータールー大学の Faizan Haque らは Myopoint という筋電センサと加速度センサを用いてコンピュータのマウスカーソルを操作するシステムが開発したと発表した⁴⁾。他に、プロジェクターが投影する映像に専用のペンを用いてタッチすることで情報の入力することが可能なプロジェクターとして Touchjet, Inc. の Touch Pico がある⁵⁾。これはプロジェクターの光源の横に内蔵した小型カメラがペンの位置をセンシングすることによりタッチパネル化を実現し

ている。ここで紹介したシステムは、マルチタッチディスプレイ、筋電センサあるいは専用のプロジェクターとペンが必要であり、汎用性の高いシステムとは言えない。

そこで我々は 2015 年現在で 50% を超える普及率があり、かつ、高性能なセンサを複数搭載しているスマートフォンを用いることで既存のプロジェクターで投影した映像をタッチすることで操作が可能なシステムの提案する。

3 システム概要

本システムではプロジェクターに投影されたスクリーンをタッチ操作可能にするために、スマートフォンを用いた、スクリーン上でスマートフォンを移動させるとスマートフォンがある位置にマウスカーソルを移動させるシステムである。スマートフォンの位置に追従してマウスカーソルが移動するためにスクリーン上のスマートフォンの位置推定は主に加速度センサを用いることで実現した。

また、加速度センサによる位置推定の誤差を修正するためにスマートフォンのカメラ機能を利用した。システムの概要図を Fig. 1 に示す。取得したデータはすべてサーバーに送信し、そのデータをもとにパソコン側で位置推定を行いマウスカーソルを操作した。

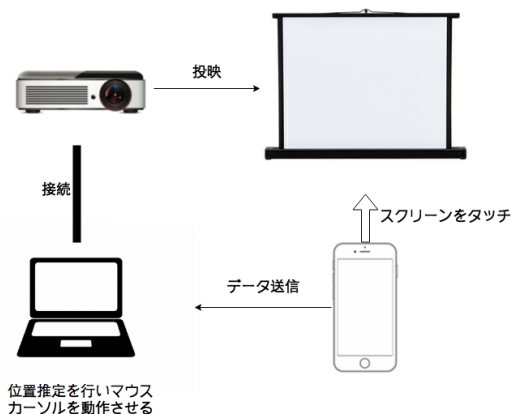


Fig.1 システムの概要図

本システムはスマートフォンで取得した加速度データ、カメラ画像のデータをサーバーに送信した値をコンピュータで計算することにより位置推定並びに位置推定誤差の修正を行いマウスカーソルを操作した。

3.1 加速度センサを用いた位置推定

スマートフォン内部に搭載された 3 軸加速度センサの値にローパスフィルタを行う。それらの値をハイパス

フィルタにかけることによって値の増減を算出する。その値を2回積分することによって移動距離を算出した。しかしながら、加速度センサのみを用いた場合位置推定に累積誤差が生じることがわかっている。

3.2 カメラ画像を用いた位置推定誤差の修正

加速度センサのデータで位置推定を行った場合、誤差が生じる。その誤差は時間とともに蓄積されるため一定の時間ごとに修正を行う必要がある。本システムでは、その修正をカメラ画像を用いて行った。スマートフォンのカメラ機能を用いてスクリーン上のある一点からプロジェクターを撮影した場合、スマートフォンがある位置の色のみを認識する。

そのため、カメラ画像から任意の画素数を抜き出しその平均のRGBを計算しその画像のRGB値を決定する。このことを利用し、色の変化を感知した際に加速度センサを用いて算出した推定位置の付近で色に変化する位置を見つけそこを真の位置推定とする。

4 実験方法

本実験ではiPhone6を用いて位置推定を行った。モバイル端末ではデータの送信のみを行い、位置推定の算出はプロジェクタと接続しているコンピュータで行った。また、マウスカーソルの動作遅延を少なくするため、フィルタリング、積分及びマウスカーソル移動は並列に処理するために実装するプログラムを個別に作成した。

5 加速度センサを用いた位置推定の実験結果

本実験ではスマートフォンにiphone6を用いた。また、サーバーはJavaScriptのNode.jsを用いて作成した。フィルタリング、積分及びマウスカーソル移動の3つの処理はマウスカーソルの動作遅延を少なくするために並列処理を行った。

iphone6から送られてきた加速度データにローパスフィルタを実装する前の値をFig. 2に、ローパスフィルタを実装した後の値のグラフをFig. 3に示す。Fig. 3からわかるように、データの外れ値を補正することができていることがわかる。これにより、二重積分を行った際の誤差を小さくできると考えられる。

6 結論と考察

本稿で、スマートフォンの内部センサのみを用いることでスクリーンをタッチすることで直感的にマウスカーソルを操作することができることわかった。しかしながら、位置推定の誤差などにより本システムを実際に利用することはまだ容易ではない。そのため、加速度センサのフィルタリングにカルマンフィルタを実装することで、より誤差の少ない位置推定を行いたいと考えている。また、スマートフォンの移動とマウスカーソルの移動に遅延が生じているため、その遅延を少なくするためにシステムの改良が必要であると考えている。

今後はマウスカーソルで行うことができる動作を増やし、被験者実験によるユーザビリティ評価をすることで

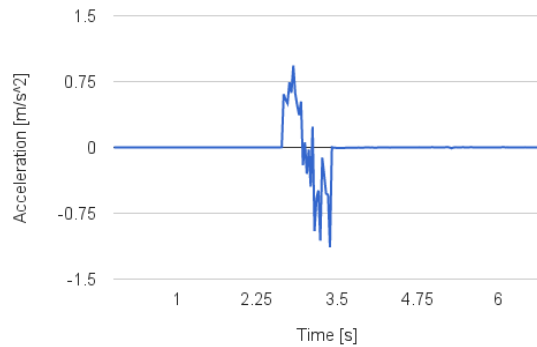


Fig.2 ローパスフィルタ実装前

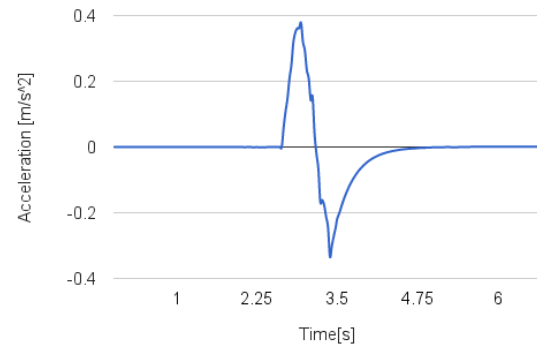


Fig.3 ローパスフィルタ実装後

本システムの有用性の検証を行いたい。また、本システムが他のインタラクションデバイスと連携することにより、より良いインタラクションデバイスの発展に貢献すると我々は考えている。

参考文献

- 1) 総務省「ictの進化がもたらす社会へのインパクトに関する調査研究」(平成26年)。
- 2) Xbox 360 kinect hack - keyboard anywhere!
- 3) *A Cross-device Interaction Style for Mobiles and Surfaces*, DIS '12, New York, NY, USA, 2012. ACM.
- 4) Faizan Haque, Mathieu Nancel, and Daniel Vogel. Myopoint: Pointing and clicking using forearm mounted electromyography and inertial motion sensors. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '15, pp. 3653–3656, New York, NY, USA, 2015. ACM.
- 5) *Touch Pico*.