

姿勢入力を有するモバイル端末のための触覚提示

Haptic Feedback for Mobile Device with Tilt Sensor

竹原 裕輔 木村 朝子 佐藤 宏介*

Summary. Recently mobile devices that install a tilt sensor as an input device increased. The tilt sensor has a potential to free the users from complicated button operation. However a small monitor is not enough for quick and accurate tilt control. The purpose of this study is to test if the combination of haptic feedback and tilt sensor might improve the usability of mobile devices. We developed a prototype system providing the haptic feedback over pitch and roll movement of the device. Every inner side of the device contains a solenoid. The reaction force is generated from the impact of the solenoid against the inner wall, and the direction of the force is the perpendicular to each wall. Two type haptic feedbacks; STOP and NOTCH feelings, are available by controlling impact speed of the solenoid. We also developed prototype applications that apply proposed haptic feedback to operations of menu and scroll bar. For example, the STOP feedback is presented when the scrollbar hits a window frame.

1 はじめに

携帯電話やPDAなどのモバイル端末の普及が進む一方、それらの多くは設計段階でデバイスを可能な限り小型化することに力を注がれているため、結果としてボタンが押しにくく操作を行いにくい、視覚ディスプレイも十分な大きさが確保されていないという問題が指摘されている。デスクトップPCを操作しているとき、ユーザの注意はほとんどPCの操作に向いている。それに対しモバイル端末の場合、ユーザの注意が機器の操作とは別のことに向いていることも少なくない。そこで近年、ユーザが視覚ディスプレイを注視する負担を減らし、たとえ歩きながらも手軽に操作可能なインタフェースが求められている。

また最近ではモバイル端末に姿勢センサを付加する動きも活発になってきている。例えば携帯電話に姿勢センサを付加し、携帯電話を傾けることでメニューの選択や付属ゲームの操作を行うことができるものもある。このような姿勢入力はユーザが一度操作を覚えてしまえば、身体的な感覚を利用して操作することができる。

そこで本研究では姿勢入力を有するモバイル端末に触覚フィードバックを組み合わせ、ユーザが他のことに気をとられていても手軽に操作できるモバイル機器のインタフェースを提案する。

2 関連研究

触覚フィードバックと姿勢入力を組み合わせた研究として、Poupyrevらは、振動アクチュエータを用いて、ボタンのクリック感や、刻み感などPDAの様々な操作を可触化する触覚デバイスを開発している[1]。また、これを姿勢入力と組み合わせたインタフェースについても検討している。しかし、振動素子によって触覚を生成しているため、ボタンのクリック感のような端末画面に対して垂直方向の触覚は提示できるが、水平方向の触覚提示は難しい。例えば端末を傾けてカーソルを動かすという方式で、カーソルが端末画面の上端で衝突したのか右端で衝突したのかを区別して表現することはできない。一方、関口らは加速度センサとソレノイドアクチュエータを利用し、端末を振ると箱の中に物が入っているような触覚を提示するデバイスを構築している[2]。この研究では、画面操作と触覚を組み合わせないが、衝突感とその向きを利用して、箱の中にも物が入っている触感を再現している。

本研究では姿勢入力を付加したモバイル端末におけるメニュー操作や文書の閲覧・編集操作に、端末の上下左右に設置したソレノイドによる触覚を組み合わせることで、操作の状態をよりすばやく、簡単に確認することができるインタフェースを提案する。

3 姿勢入力と触覚提示

本研究が想定する姿勢入力は(1) デバイスを前後に傾ける(ピッチ方向の回転)、(2) デバイスを左右に傾ける(ロール方向の回転)の2種類とする(図1)。

それぞれの姿勢入力を、以下のような操作に利用する。

© 2005 日本ソフトウェア科学会 ISS 研究会。

* Yusuke Takehara and Kosuke Sato, 大阪大学 大学院基礎工学研究科 システム創成専攻, Asako Kimura, 立命館大学 情報理工学部

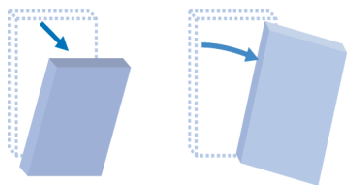


図 1. 姿勢入力の種類 (左) ピッチ方向 (右) ロール方向



図 2. 触覚の種類 (左) 衝突感 (右) 刻み感

[前後方向の姿勢変化] 縦に並んでいるメニュー項目の選択や、縦に長いコンテンツの画面スクロール。後者の場合、デバイスを手前に傾けていくと画面が下にスクロールしていき、後ろに傾けると画面が上にスクロールする。このときスクロールの速さは傾きの大きさに関係づける。

[左右方向の姿勢変化] 横に並んでいるメニューの選択や文字の予測変換における候補の切り替え。縦スクロールと同様、カーソルが移動する速さは傾きの大きさに比例する。さらにデバイスを左右に勢いよく傾けることで、カーソルが画面の端まで移動する。

端末の姿勢変化をカーソルやスクロールの移動に対応させることにより、ボタンによる入力と比べ、すばやい移動や移動スピードの調整が可能となる。しかし、すばやい操作は画面での確認を難しくする。そこで、上記の姿勢入力操作に対して、以下のような上下左右方向の”衝突感”や”刻み感”フィードバックを提示する(図2)

[衝突感] 上下へのスクロール操作中に、スクロールバーが上端もしくは下端に達すると、デバイス上面もしくは底面に”衝突感”を提示。同様に、カーソルが上下左右の端まで来ると、カーソルの進行方向の側面に”衝突感”を提示。ユーザはスクロールバーやカーソルが端末の壁に当たってそれ以上進まないことを、触覚で実感する。

[刻み感] メニューの選択や文字の予測変換における候補の切り替えなどで、カーソルが一つずつ移動するたびに、カーソルの移動方向のソレノイドによって”刻み感”を提示する。また、メールやWebページなどの閲覧中にメールアドレスや電話番号、URLなどが現れるとスクロールしている方向に”刻み感”を提示する。

このように姿勢入力と触覚フィードバックを組み合わせることによって、ユーザは探している情報を見逃すことなく、素早く発見できると考えられる。

4 プロトタイプシステム

3章で述べたシステムの有用性を確認するために、プロトタイプシステムを構築した。

姿勢センサとして、InterSense社の3自由度姿勢角検出センサ(inertiaCube2)を利用する。inertiaCube2はロール、ヨー、ピッチの3軸回転をリアルタイム(サンプリングレート120Hz)で計測可能であるが、本システムではロール、ピッチ2軸の入力のみ利用する。inertiaCube2とPCとの接続はRS-232Cで行う。また、ユーザの意図しない動作による姿勢入力によって端末が誤操作されないように、姿勢入力を可能とするモードと停止するモードを用意し、それらをユーザが任意に選択できるようにする。本システムではデバイス側面にスイッチを取り付け、2つのモードの切り替えを行う。

デバイス側面への”衝突感”、”刻み感”の触覚提示にはソレノイドを用いる。ソレノイドはデバイス内部の各側面に一つずつ配置し、それぞれ独立に制御をする(図3)。ソレノイド両端に電圧をかけ、中の鉄芯が飛び出しデバイスの側面と衝突することで”衝突感”の提示を行う。また、ソレノイド両端にかける電圧値を小さくすることで、”刻み感”の提示を行う。

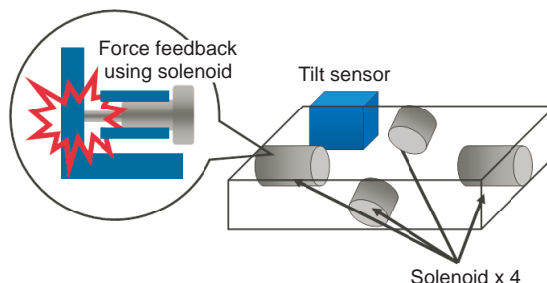


図 3. 触覚機構

5 まとめ

本稿ではモバイル機器の姿勢入力合わせて”衝突感”、”刻み感”を提示することを提案した。今後は被験者実験を行い、本システムの有効性の検証を行う。

参考文献

- [1] I. Poupyrev, S. Maruyama and J. Rekimoto: Ambient Touch: Designing Tactile Interface for Handheld Device; UIST2002, pp51-60, 2002
- [2] Y. Sekiguchi, K. Hirota, M. Hirose: Haptic Interface Using Estimation of Box Contents Metaphor; Proc. ICAT2003, pp197-202, 2003.