

参加型ポインティングシステムに関する一検討

片山 将司*
北大

野中 秀俊†
北大

栗原 正仁‡
北大

1 はじめに

コンピュータの小型化、高性能化、および通信技術の発達により、携帯情報端末等を用いたモバイルコンピューティングが普及した。また、互いに協調しあう情報機器が社会のいたるところに偏在し、いつでもどこでもユーザを支援するユビキタスコンピューティングも実現しつつある。このような環境において、ユーザが多種多様な情報機器を活用するためには、機器に依存しない簡便で直感的な入力方法が望まれる。このことから、ウェアラブルデバイス、ジェスチャ入力デバイスなど種々の入出力デバイスが提案されている。

ここでは、上述の環境のサブセットとして、ウィンドウベースの情報端末が複数存在し、これらに対して複数のユーザがポインティング操作を行うことを想定する。コンピュータの GUI は通常、1 人のユーザが占有することが前提となっているため、複数のユーザが共同で利用する場合は入力デバイスを交代で使用する必要がある。これに対して筆者らは、入力デバイスが特定のコンピュータに付随するのではなく、ユーザが各自の入力デバイスを用いて不特定多数のコンピュータに対してポインティング操作が可能なシステムを提案している。本稿では、このシステムを使用する際に生じる手ぶれについて検討を行う。

2 参加型ポインティングシステム

〈参加型〉ポインティングシステムは、ユーザ側の装置（操作ユニット）とコンピュータ側の装置（制御ユニット）からなる。試作では、情報の送受信に超音波と赤外線を用いており、操作ユニット - 制御ユニット間のワイヤレス化を実現している。

よって、参加型ポインティングシステムでは、操作ユ

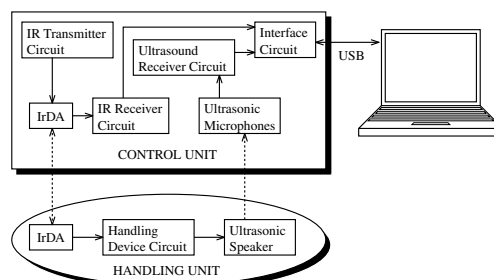


図1 システム構成

ニットと制御ユニットを多対多で対応させることができる。したがって、このシステムではユーザの区別なく操作に参加することができ、参加したユーザの操作全体を1つの合成された操作とみなす。このため、「ユーザが各自の操作ユニットを用いてそれぞれのコンピュータを操作する」、「1 台のコンピュータを複数のユーザが同時に操作する」などの利用形態が可能である。

参加型ポインティングシステムは、コンピュータ利用の教育現場や、単一の GUI を共有した対面型討論および協調作業、複数のディスプレイを用いた展示システム等において有効であると考えられる。

3 実 装

3.1 全体構成

本システムの構成を図1に示す。制御ユニットのIrDA 1.0 準拠の送受信モジュール（HSDL-1001）から80 kHz のパルス波（デューティ比：3/16）が送信される。これを自らの操作ユニットで受信することにより、ユーザは操作に参加することとなる。操作ユニットの送受信モジュール（HSDL-3600）の受信波形は40 kHz（デューティ比：1/2）に分周され、ラインドライバを介して超音波スピーカに送られる。スピーカから発せられた超音波を、制御ユニットに取り付けられたx, y 軸それぞれ2個、計4個の超音波マイクロフォンで受信する（図2）。そして、受信波から文献[1]の原理によって操作ユニットの各軸の移動量を算出し、コンピュータに転送する。

A Study on Participatory Pointing Systems

* Masashi KATAYAMA, Hokkaido University

† Hidetoshi NONAKA, Hokkaido University

‡ Masahito KURIHARA, Hokkaido University

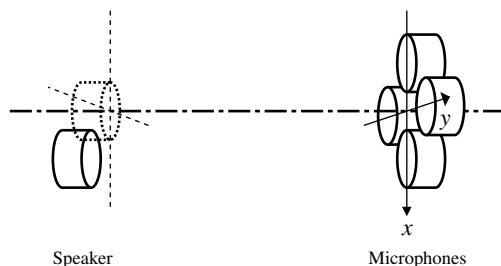


図2 超音波センサの位置関係

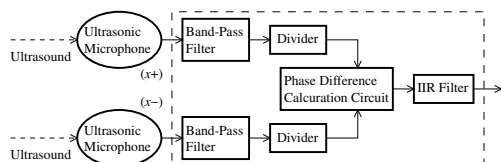


図3 超音波受信回路

3.2 制御ユニット

制御ユニットは、赤外線送信回路、赤外線受信回路、超音波受信回路、およびインタフェース回路からなる。

■赤外線送信回路 10.24 MHz の発振素子から 80 kHz のパルス波（デューティ比：3/16）を生成する（IrDA 1.0 において、“0”を送信し続けることに相当。）。

■赤外線受信回路 上記の送信時の迷光をカットするために 80 kHz、デューティ比：1/4 でマスキングする。送受信モジュールから受信した ASK 変調波を復調し、クリックの検出を行う。

■超音波受信回路 x 軸についてのみ図3に示す（y 軸も同様）。2 対の超音波マイクロフォンで受信した超音波は、まず中心周波数 40 kHz のバンドパスフィルタによって不要成分が除去された後、矩形波に変換される。x 軸、y 軸それぞれについて 16 分周された後、10.24 MHz で位相差がカウントされる。これにより位相差 $\pm 16\pi$ に相当する 12 bit のデータ（-2048～2047）が得られる。このデータを IIR フィルタによって平滑化する。

文献 [1] では操作ユニットが 1 個であることを想定し、絶対位置を測定するために位相差 $\pm 2\pi$ からのオーバーフローを検出し補正していた。これに対して本稿では複数の操作ユニットを扱い、相対的な移動量を測定することを目的としているため、上述の方法を採用した。

■インタフェース回路 計測データは USB インタフェースを経由してコンピュータに転送される。

3.3 操作ユニット

操作ユニットは赤外線受信回路、超音波送信回路、および赤外線送信回路からなる。

■赤外線受信回路および超音波送信回路 80 kHz（デューティ比：13/16）のパルス波形を 40 kHz（デューティ比：1/2）に分周し、RS232C 用ラインドライバを経由して超音波スピーカを駆動する。

■赤外線送信回路 クリックの情報を、赤外線受信回路からのパルス波によって生成された 40 kHz の搬送波で ASK 変調し、IrDA 送受信モジュールから送信する。

4 手ぶれの補正

一般的なポインティングデバイスであるマウスは通常、机上で用いられる。マウスやタッチパッドであれば、これら进行操作する手が机やタッチパッドの表面で支えられるために、静止させたり、意図した方向へ移動させることは容易である。一方、参加型ポインティングシステムにおいてユーザは、操作ユニットを把持して空中で操作を行う。このとき、空中では何の支えもないため、カーソルを静止させておこうとしてユーザが空中で操作ユニットを静止させたとしても、手ぶれによって意図しないカーソルの動きが生じることがある。

森本ら [2] は、ポインティングデバイスにおける手ぶれの影響を除去する手法として、移動平均法を用いている。しかし、手の微細な振動は数～数十 Hz であることが知られており、制御ユニットから得られた操作ユニットの移動量データを FIR フィルタに通すことによって数 Hz 以上の成分を除去することで、意図しないカーソルの振動を低減できると考えられる。

5 ま と め

超音波と赤外線を用いた参加型ポインティングシステムを試作し、このシステムを用いる際に生じる手ぶれに関して検討した。

参考文献

- [1] Nonaka, H. and Da-te, T.: Ultrasonic Position Measurement and Its Applications to Human Interface, *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, Vol.44, No.3, pp.771–774 (1995).
- [2] 森本大資, 縄手雅彦, 渡辺哲也, 安部あかね, 福岡慎治, 本多茂男: 手ぶれ補正機能を有するペイントツール, FIT2003 一般講演論文集, 第3分冊, pp.543–545 (2003).
- [3] 星宮 望, 赤澤堅造: 筋運動制御系, 昭晃堂 (1993).