

マウスを利用した人の立ち位置検出デバイスの開発

山木 妙子

椎尾 一郎

お茶の水女子大学理学部情報科学科

1 はじめに

屋内における人の位置を検出する方法として、従来、様々な手法が提案され実現されてきた。たとえば、仮想現実や拡張現実のシステムでは、磁気センサ、超音波発信器、赤外線ビーコン、電波発信器等を人に装着する方法や、カメラで人位置を認識する方法などが用いられている。しかし、これらの方式の多くは、高精度で人の3D位置が検出できるものの、デバイスが高価であり、キャリブレーションに手間がかかり、稼働エリアも数m四方程度に限られるという欠点があった。

本研究では、広い屋内での人の立ち位置を利用した館内案内システムやエンターテインメントシステムへの応用をめざして、安価に人の2Dの位置を検出する方法を提案する。

2 デバイスの概要

図1に本デバイスを人に装着して使用している様子を示す。本デバイスは、おもりと、その重心から外れた位置に設置されたワイヤレスマウスで構成されている。マウスはおもりの後方に付けられた薄いプラスチック板の上に固定されている。床に置いた本デバイスのおもりと人の腰を紐で結び、人に引きずられるマウスの動きを利用して、人の位置を決定する。マウスからはマウスのY方向とX方向それぞれの変化量が検出される。人が歩くと紐でおもりが引っ張られ、また方向転換するとデバイスはおもり付近を中心に回転する。マウスはおもりの重心から外れた位置に設置されているので、マウスのY軸方向変化量は、マウスが向いた方向への移動量になり、マウスのX軸方向変化量は、マウスの回転量を反映する。

方向転換だけをおこなう場合、本デバイスはY軸方向に移動しないので、おもりを中心に回転する。すなわち、おもりの重心からマウスまでの距離を R とし、マウスの向いた方向を θ とすると、マウスのX軸方向変化量は $R\theta$ の変化量に比例する。

人が前進しながら方向転換する場合、本デバイスはY

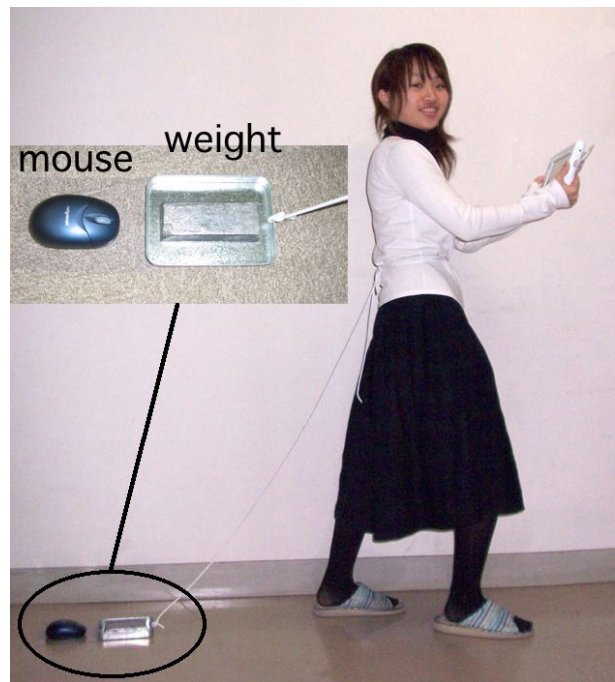


図1: 本デバイス(左上)とこれを人に装着した様子

軸方向に進みながら回転する。このとき、本デバイスの回転の中心は、おもりの重心よりY軸移動量だけ後方(マウス寄り)に位置すると考えられる。このため、マウスのX軸方向変化量も($R-Y$ 軸方向変換量) θ の変化量に比例する。

以上のように、本デバイスが回転のみを行う場合と、移動しながら回転する場合の両方を考慮した結果、

$$\frac{R}{R-Y \text{ 軸方向変換量}} \times (X \text{ 軸方向変換量})$$

が、本デバイスの回転量に比例すると考えた。これらの関係から、本デバイスの2D位置、すなわち人の立ち位置座標を得ることができる。

3 デバイスの試作

マウスはもともと机上で使い、人の手の動きのデータを取得するデバイスである。そこで、試作に先立って、人がマウスを引きずる動きをマウスで検出可能であるかの確認が必要であった。そこで、LED式光学マウス、レーザーマウス、ボールによる機械式マウス、ゲーム用レーザ

Development of Human Position Detection by using Optical Mouse,
Taeko Yamaki and Itiro Siio
Faculty of Science, Ochanomizu University

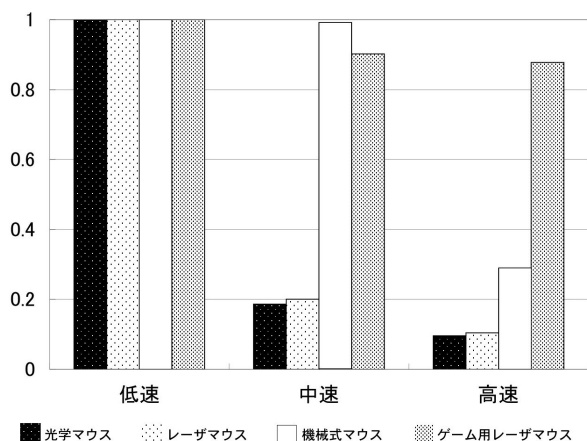


図 2: マウスの性能比較

マウス^{*1}の4種類のマウスをカーペットの床に置き、低速 10cm/s(手動の早さ)、中速 40cm/s、高速 100cm/s(人がゆっくり歩く速度)の速さで、同じ距離を動かしてカウント値を比較した。実験結果のグラフを図2に示す。グラフの横軸はマウスを動かした速度、縦軸はマウスの低速のカウント値を1とした相対値である。通常の光学マウスやレーザーマウスでは中速で、また、機械式マウスでは高速でカウント値が低下して、移動速度に追従できなかった。一方で、ゲーム用レーザーマウスは、高速でも比較的安定しており、10%程度の誤差でゆっくり歩く人の移動を検出できることが確認できた^{*2}。以上の実験結果より、本研究ではゲーム用レーザーマウスを用いて実装した。

おもりの重量と大きさと形状について、いくつかの試作を行い、動作を確認した。おもりが軽いと、人の歩行動作によりおもりが持ち上げられ、その結果、重心から外れた位置を中心に回転する。またマウスまで持ち上げられると、正しい移動量を検出できなくなる。おもりが持ち上がる現象は、床との摩擦が大きい場合にも発生した。そこで、おもりの下にテフロンのシールを貼り、スムーズに移動するように工夫した。おもりの重量は500g以上が必要であることがわかった。現在の試作では、約1kgの鉛のおもりを使っている。また、反対方向に歩き出す場合のように、人が歩行方向を大きく変える場合、おもり部分が転倒する場合もあった。そこで、おもりの形状を平板状にして、重心を十分に下げて、転倒しないように工夫した。その結果、人の歩行動作にほぼ確実に追従するデバイスを試作することができた。

^{*1}それぞれ、アーベル社: MOTPUS-BL, サンワサプライ社: MA-LS1W, Logitech社: M-UB48, および, Logicool社: G5 Laser Mouse である。

^{*2}メーカー公表の仕様によると追従する最高速度は114cm/sである。

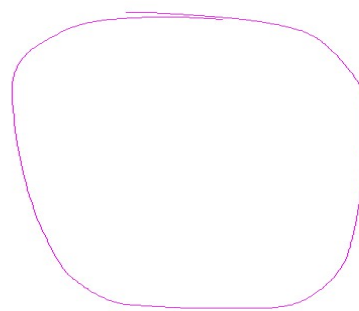


図 3: 人が動いた軌跡

4 動作試験と今後の予定

軌跡を示す簡単なプログラムを作って本デバイスの動作確認をした。図3は、180cm x 210cmの矩形のテーブルの周囲を歩行した時の軌跡である。一周したところほぼ出発点に戻っていることが確認できた。今後は、おもりの重量、形状、底面の素材等の最適化により精度を向上させていきたい。さらに、人の動きに追従する3D画像を表示した簡易型VRアプリケーションやエンターテイメントアプリケーションなどを試作したり、床上のバーコードなどの絶対位置マーカと組み合わせた館内案内システムなどの試作予定している。

5 関連研究

人の2D立ち位置を安価に検出する方法として、床にRFIDタグを多数設置して、履物に装着したリーダで読み取る方法が提案されている[2][3]。本方式は絶対的位置の検出はできないものの、連続的な人位置をさらに安価に検出する事が可能である。

加速度センサやジャイロセンサなどにより人の歩数、歩幅、方向などを計測して、人の位置を検出する提案もある[1]。本方式はデバイスを引きずる必要があるものの、安価で調整などの手間が少ないと考えられる。

参考文献

- [1] Kourogi, M., Sakata, N., Okuma, T. and Kurata, T.: Indoor/Outdoor Pedestrian Navigation with an Embedded GPS/RFID/Self-contained Sensor System, *16th International Conference on Artificial Reality and Telexistence(ICAT2006)*, pp. 1310-1321 (2006).
- [2] 島田義弘, 志和新一, 石橋聡: 屋内二次元位置測定システム, 電子情報通信学会総合大会講演論文集, A-16-5 (2000年).
- [3] 椎尾一郎, 山本吉伸: コミュニケーションツールのための簡易型ARシステム, *コンピュータソフトウェア*, Vol. 19, No. 4, pp. 2-9 (2002).