

直進歩行モニターの開発

岡田秀希

山口大学工学部

はじめに

過去に実施した視覚障害者団体との懇談会の場で、外出歩行時に横断歩道など直進すべき所でまっすぐに歩くことができず、車道に飛び出し危険な目にあうという体験が多くの参加者から寄せられた。主要な道路の場合は歩道に点字ブロックなどが設置されている場合もあり、設置されていなくても壁や縁石のある場所では白杖からの情報を頼りに歩行することが可能であるが、横断歩道のような白杖の手掛かりの無い場所では平衡感覚だけが頼りとなる。青信号の限られた時間に安全に反対の歩道まで渡るためには、障害者自身が正しい方角に真っ直ぐに歩いていることを的確に認識できることが必要である。本研究では、視覚障害者の社会参画の障害となっているこうした外出歩行に伴う危険と恐怖心を取り除くため、横断歩道での使用を想定した簡便な歩行支援機器を開発した。

1 従来技術

人の歩行運動の計測はいくつかの分野で長年行われてきたが、大別すると以下の通りとなる。

- (1) トレッドミルで連続、あるいは室内の短い距離の規則的(定常)な歩行動作を対象に、衣服等へのマーキングを手掛かりにビデオ撮影による画像から動きを定量化する手法。測定場所が限られるので、フィールドでの計測は困難。
- (2) 人体に取付けたセンサにより、各部の動きを直接的に計測する手法。加速度センサのデータを基本とし、ジャイロで補正する方式が一般的。医療・福祉分野で研究報告がある。近年は関連するロボット工学の裾野が急速に拡大しており、一方でセンサの小型化・低価格化も進んでいる。

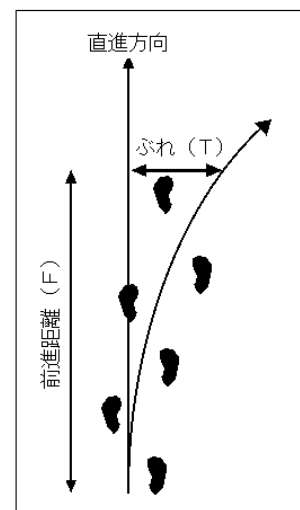
2 設計

バリアフリーの思想が社会に浸透する中で多くの福祉関連機器が提案されている。しかし実際のユーザレベルで普及している機器はほとんど無く、現在も白杖がほぼ唯一の道具となっている。こうした現状を背景に懇談会での意見を集約した結果、より多くの対象者に受け入れられる製品をイメージしながら試作する機器のコンセプトを次のように設定した。

2.1 機器のコンセプト

- ・道路や電柱などインフラには手を付けず、単体で動作する。
- ・簡便なセンサを中心に装置全体を低コストで製作する。
- ・必要最小限の機能に絞り込み、それらを単純な操作で利用できる。
- ・小型・軽量で携帯性に優れ、省エネタイプである。

なお、対象者が最も信頼できる確実な道具としての白杖はこれまで同様利用することを前提とし、本機器は白杖の補助的機器としての位置付けで開発を進めた。



2.2 機器の目的

図1で装着者が直進方向↑を目標としているにも関わらず、実際には右斜め方向へずれていく場面を想定する。本研究ではこのずれを“ぶれ(T)”と定義する。試作する機器の目的は、一定の前進歩行距離(F)あたりの左右方向への“ぶれ”を検出し、ある限度を超えると対象者に通知することにある。機器は利用者の腰部に取り付ける方式とし、動きの検出方法として以下の方式を試みた。

3 センサの選択と歩行実験

歩行中の横方向へのぶれの検出に適したセンサ選択のため、購入してすぐに測定可能なセンサモジュールキット他を購入し、腰部で歩行動作の邪魔にならない場所に固定して歩行実験・計測を行った。

3.1 加速度センサ(アナログ・デバイス, ADXL202)

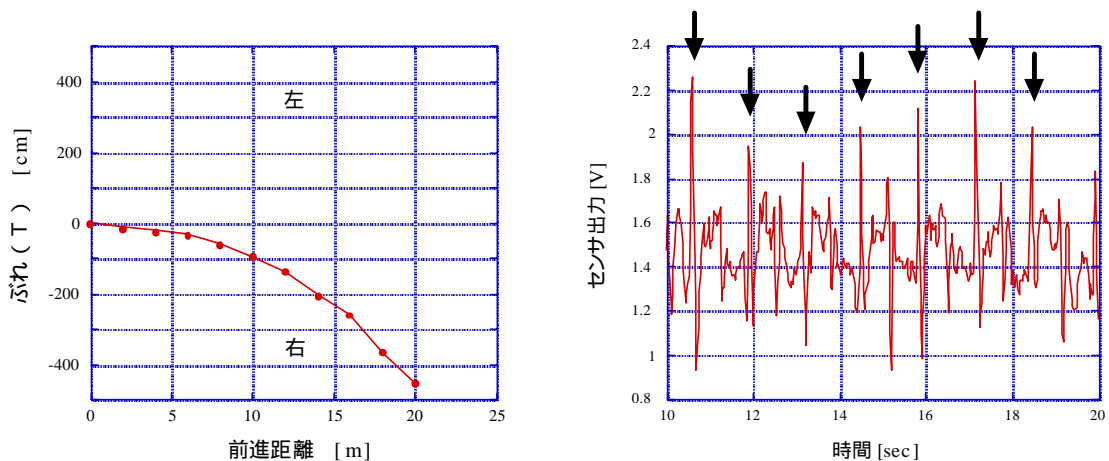
マイクロマシニング技術の進歩により、従来の piezo 効果を利用したものより小型で高感度のセンサが市販されている。ここでは、2軸(X-Y軸)加速度センサにPICマイコンによる制御機能を追加したモジュールキット(秋月電子通商)を使って歩行計測を行った。結果、歩行中の体中心軸の揺動による成分(センサの傾きによる成分)が想像以上に大きく、2軸水平方向の成分がその中に埋もれてしまい両者の分離が困難であることがわかった。またセンサから得られる物理量は加速度なので、これから変位を算出するためには2回の積分操作を必要とし、その過程で誤差の積算が生じる。他分野の研究でも、100m程度の歩行実験で行程の10%程度の誤差が報告されている。携帯型の機器でこの問題をクリアするのは難しい。

3.2 圧電振動ジャイロ(村田製作所, ENC-03J)

セラミック振動子を使用した超小型角速度センサ用に製作された実験評価基盤(共立電子産業)を用いて、加速度センサと同様に歩行計測を行った。ジャイロの場合は加速度センサが横方向の動きを直接計測するのとは異なり、左右の足の踏み出しに対応して腰部が体軸を中心に反復して“ねじれる”のを検出することになる。本研究では「定常な直進状態では“ねじれ”は等しく、ぶれが発生する場合には“ねじれ”も片寄り」と想定し、これから“ぶれ”の大きさを推定することにした。計測結果の一例を図2に示す。実験では、目隠しをした状態で被験者に直進歩行を指示し、路面上の移動軌跡を実測するとともにジャイロからの出力をデータロガー(T&D, VR-71, サンプルング周波数50Hz)で記録した。この被験者の場合(a)に示すように、進行方向に20[m]歩行する間に右方向へ約4[m]のぶれを生じた。同時に計測したジャイロの出力信号の一部分を拡大表示すると、(b)の上部↓の時点で左右の足の踏み出しに対応する成分(ピーク)が顕著に現れた。また縦軸は1.5[V]を中心にそれ以上が左回転、以下が右回転に相当するが、全体に右方向にトレンドしている傾向も見てとれる。本研究ではこのセンサをプロトタイプに採用し、信号の積分値と設定値(しきい値)を比較し、これを越えた場合には振動で提示する方式とした。

3.3 方位センサ(GEOSENSORY, RDCM-802)

歩行中の転倒や大きな障害物の迂回の直後に方向を見失う場合がある。そこで、デジタルコンパスモジュールを用いて、自身の向いている方位を使用者に提示することにした。これで横断歩道を渡る直前に予め直進すべき方向を見定めることができるので、直進センサとの併用でさらにスムーズな横断が可能になる。モジュールは8つの方角(北, 北東, 東, 南東, 南, 南西, 西, 北西)を検知し、それを3ビットパラレル(TTL)で出力する。出力信号(8方位)はPICマイコンを介して、筆者らのグループで以前に開発した触覚ディスプレイ[1][2]により振動情報として利用者に提示する。



3.4 白線センサ

横断中には白杖の手掛かりとなる物体がないため、自分がその時点で横断歩道エリア上にいることが確認できればかなりの不安が解消される。そこで、光ファイバーと光センサにより路面の白線を検知する機能を組み込んだ白杖を試作した[1]。装置は路面付近に設置した2対の光ファイバーと光センサで、杖自体の白色を基準として路面のアスファルトの黒灰色と白線の白色を識別する方式とした。本方式は光源が不要であるとともに、環境照度の明暗の影響を受けにくい白線検出ができるのが特長である。

4 まとめ

方位センサで予め進行方向を見定め、圧電振動ジャイロによる直進センサと上記白線センサを併用しながら横断歩道を渡るシステムを構築した。今後はユニバーサル・デザインの観点から、より使いやすい製品プロトタイプの実現を目標に改良を重ねていく。

参考文献

- [1] 井上登紀子, 松浦友和, 岡田秀希, 三木俊克 “視覚障害者用歩行支援機器の開発” 電気・情報関連学会中国支部第54回連合大会講演論文集(2003)
- [2] 井上登紀子, 岡田秀希, 三木俊克 “感覚代行システムの開発 ~振動型触覚ディスプレイの試作と評価~” 電気・情報関連学会中国支部第53回連合大会講演論文集(2002)

謝辞

本研究は、平成15年度科学研究費補助金(奨励研究)の補助を受け実施しました。また全体にわたって宇部市視覚障害者福祉協会の会員の皆様および宇部市社会福祉協議会の担当者の方にご協力いただきました。ここに感謝いたします。