

J027022

## スマートフォンを用いた視覚障害者向け電子白杖システムの構築

塙 暁成\*, 金丸 隆志\*

### Construction of an Electronic White Cane System for the Blind with Smartphone

Akinari HANAWA\* and Takashi KANAMARU\*

\*Kogakuin Univ. Major in Mechanical Engineering  
139 Inume, Hachioji-city, Tokyo, 193-0802 Japan

For visually handicapped people, it is important to recognize dangerous situations using white cane. However, its detection range is limited by the length of the white cane. Some previous studies try to extend this range by adding some sensors to the white cane, and such cane is called electronic white cane. In the present study, we develop small electronic white cane using smartphone, and we detect dangerous object earlier than usual white cane. In addition to smartphone, we also added an acceleration sensor and an ultrasonic sensor to get information around the cane. The data from the sensors are sent to smartphone via Bluetooth synchronously, and some data processing are performed on the smartphone. By this experiment, we could measure the distance to the wall and we could also detect on which side an obstacle exists.

**Key Words** : Sensor, Measurement, Medical and Welfare Assistance, Visually Handicapped people, Smart Phone, Electronic White Cane, Ultrasonic Ranging Sensor, Acceleration Sensor, Bluetooth

#### 1. 緒 言

私たち人間は外部情報を五感で取得しているが、そのうち約 8 割は視覚を用いている。視覚障害者においては残りの 2 割の感覚を用いて生活を行っている。そのため、視覚障害者にとって白杖と呼ばれる白い杖を用いた階段や段差などの危険箇所認識はとても重要な役割を果たす。単独歩行を行う場合には白杖を用いて前方の道路状況などを確認するが、検知できるのは前方下方約 1.5m と大変狭い範囲だけである。その範囲を広げるため、センサなどを使用した電子白杖などの研究が行われ始めているが、データ処理に PC を用いたりするため実用化に至る物は少ない。本研究はこの電子白杖をスマートフォン (Android OS を搭載) を用いて小型化し、従来の白杖では検知できない危険とされる路面状況、障害物を早期認識することを目指す。

解決手法として、携帯性に優れ、高い計算能力を有するスマートフォンに、我々はさらに外部の超音波センサからの距離情報と加速度センサからの加速度情報を用いて、視覚障害者にとって有用な情報の抽出、提供できるシステムの構築を実現する。

#### 2. システムの全体構成

スマートフォンは、現在の実現手法である小型回路やノート PC に比べ携帯性に優れ、高い計算能力を有している。本研究はこのスマートフォンを用いて電子白杖を小型化し、従来の白杖では検知できない危険な路面状況や危険物を認識することを目指している。図 1 にシステムの全体構成を示す。システムは超音波センサと 3 軸加速度センサを備え、障害物までの距離情報と白杖の動きを同時系列で取得できる。収集したデータはスマートフォンとの通信を可能にするアールティ社製の RT-ADKmini というマイクロコンピュータボード (以下マイコン)

\* 非会員, 工学院大学大学院工学研究科機械工学専攻 (〒193-0802 東京都八王子市犬目町 139)  
E-mail: am11062@ns.kogakuin.ac.jp

を使用し、送受信を行う。その際、スマートフォンとマイコンは無線（Bluetooth）で接続している。なお、PICマイコンとスマートフォンとの間で Bluetooth 通信を行うために、hrdakinori 氏による BT\_DROID を活用した<sup>(1)</sup>。

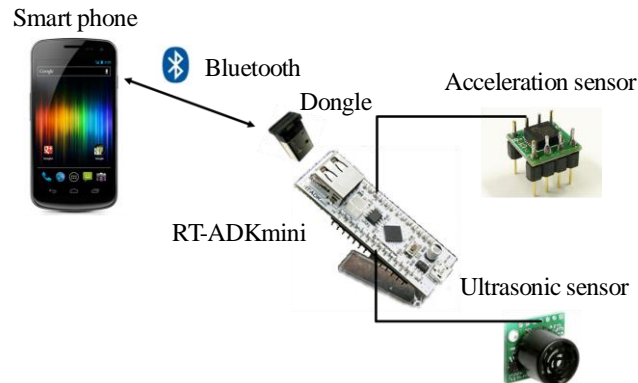


Fig.1 Electronic white cane system

### 2・1 超音波センサと加速度センサ

超音波を対象物に向け発信すると、対象物面で反射して超音波が戻って来るため、それまでの時間を計測することにより音速から対象物までの距離を知ることができる<sup>(2)</sup>。使用した超音波センサは米国 MaxBotix 社製の LV-Maxsonar-EZ1 である。仕様は測定範囲 0.15m~6.54m、距離分解能 25.4mm の範囲で対象物を測定できる。

また、加速度センサにはチップ型 3 軸加速度センサ KXM1050 を使用し、白杖の動きを測定する。仕様は測定レンジ±2g、感度 0.66V である。

## 3. 実 験

### 3・1 予備実験 1

上記の超音波センサと加速度センサを白杖に装着し、距離計測データ取得状況の確認を行った。周りに障害物の無い部屋で壁から 7m 離れた地点から壁に向かって歩き、前方の壁までの距離を取得する。今回は予備実験として超音波センサと加速度センサ情報からのデータをサンプリング周波数 10Hz で取得し、スマートフォン内部の SD カードに CSV ファイルとして保存する<sup>(3)</sup>。超音波センサは地面から 0.5m の位置、加速度センサは鉛直下向きを X 軸の正方向とし、地面から 0.6m の位置に取り付ける（図 2）。超音波センサは地面と平行になるように取り付け、白杖は使用者の中心から左右 0.3m の範囲で地面を突かずに振るものとする。

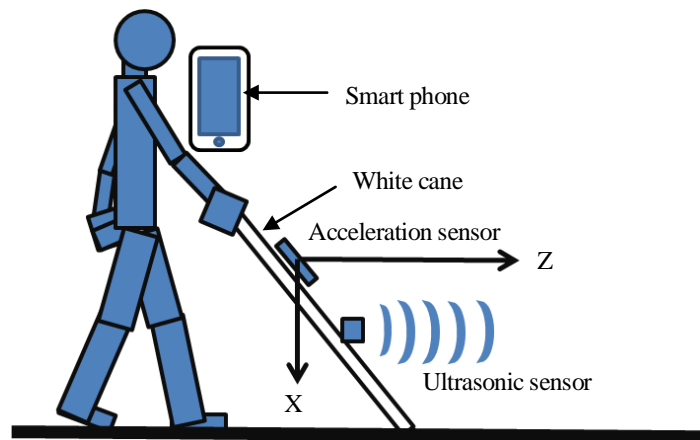


Fig.2 Concept of system

### 3・2 予備実験 1 結果

図 3 (a) には加速度センサにおける Y 軸方向の加速度を示し、図 3 (b) には白杖に装着した超音波センサから壁までの距離を示している。Y 軸方向の加速度を取得することにより白杖の振られている状態を確認できる。横軸はデータ保存開始時からの経過時間とした。なお、この二つのグラフは同時系列でデータ取得を行っている。

白杖を振り始め、歩き出した時には距離検出限界を超えているため取得距離は最大値 (6.5m) を示し安定している。しかし、3m から 6m の距離検出範囲において取得距離が不安定になっていることが確認できる。これは、白杖を振ることにより超音波センサが反射波を正常に受信できず生じた乱れだと考える。この時、加速度センサのグラフを見ることにより白杖が振られていることが確認できる。また、3m より近い部分で安定して取得できたのは壁までの距離が近くなったことにより、反射波のずれが少なくなったためだと考える。このように、取得距離に若干の誤認識は生じるものの、白杖の状態と壁までの距離を取得することができた。

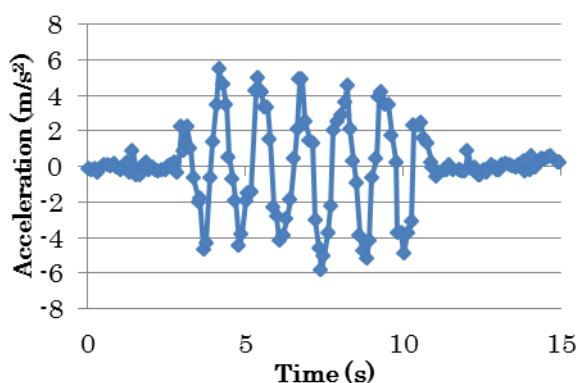


Fig.3(a) Y axis data of acceleration

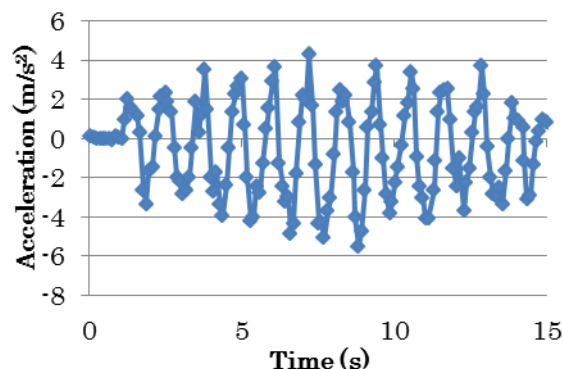


Fig.4(a) Y axis data of acceleration

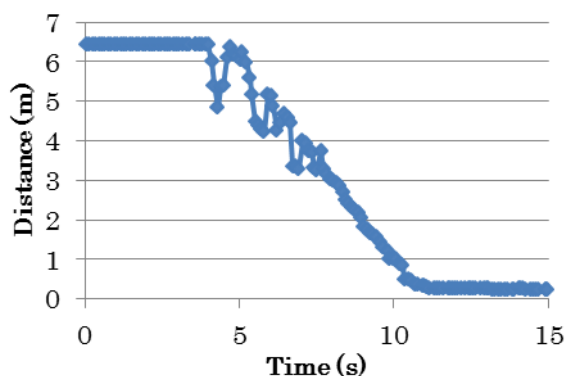


Fig.3(b) Data of distance

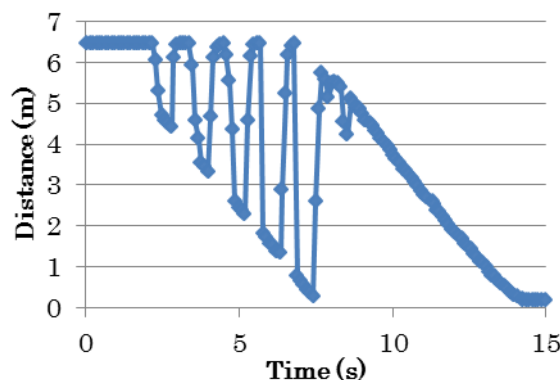


Fig.4(b) Data of distance

Fig.3 Data of acceleration sensor and ultrasonic sensor

Fig.4 A situation with a obstacle

### 3・3 予備実験 2

次に、この二つのセンサを用いて、前方の障害物が使用者の左右どちらの方向にあるのかを検知する実験を行った。図 5 に示すように使用者の中心から左の位置に  $0.6 \times 0.9 \times 0.3\text{m}$  の長方形の障害物を置き距離取得状況の確認を行った。使用機器や白杖への各センサの装着方法などは予備実験 1 と同様である。白杖が左側に振られている場合のみ障害物を検知できると考えられる。

### 3・4 予備実験 2 結果

図 4 (a) には加速度センサにおける Y 軸方向の加速度を示し、図 4 (b) には白杖に装着した超音波センサから壁までの距離を示している。超音波センサのグラフより、取得距離が一定周期で短くなっている所は左側の障害物までの距離である。計測開始後 8 秒で障害物に一番近づき、通過すると正面の壁を検知し始める。この時、Y 軸の加速度においてプラス側の加速度は白杖が左方向に振られている状態である。図 6 は図 4 で示した障害物を認識したグラフの 3 秒から 8 秒までを拡大したものである。白杖を左方向に振っている場合は障害物に徐々に

近づいていき、白杖が右方向に振られている場合には障害物なしとなった。この結果より、使用者のどちらの方向に障害物があるのが確認できる。

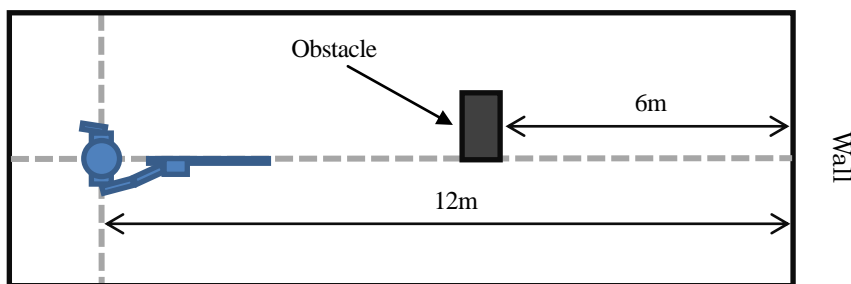


Fig.5 Situation of experiment

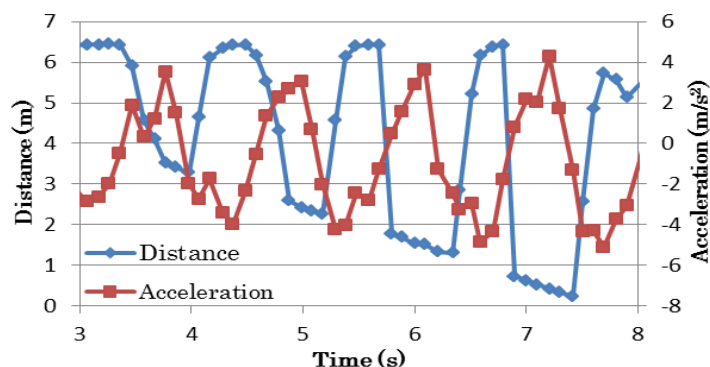


Fig.6 3 to 8 seconds data of a situation with a obstacle

#### 4. 結 語

本研究ではスマートフォンを用いた電子白杖システム構築を目指している。その予備実験として外部の超音波センサと加速度センサのデータをスマートフォンに送信し、距離計測データの取得を行った。予備実験の結果より 3m から 6.5m の距離検出範囲において取得距離が不安定になっていることが確認できた。3m より近い部分では安定して取得できたが、意図しない距離の値が数個発生する場合もあった。この現象は超音波センサが障害物から近い場合であっても反射波を上手く受信できなかった場合に起きると考えているため、今後検討を行う。また、使用者の左右どちらの方向に障害物があるのかを検知することができた。これは白杖がどちらの向きに加速しているのかを確認することにより判断している。

意図しない距離情報を取得する超音波センサだけでは正常な判断を行うのは難しいと考える。今後さらに別のセンサを併用することも含め検討を行い、最終的にはシステム化を予定している。

講演ではこれらの結果に加え、スマートフォンのシステムについて紹介する。

#### 文 献

- (1) hrdakinori/BT\_DROID.[https://github.com/hrdakinori/BT\\_DROID](https://github.com/hrdakinori/BT_DROID)
- (2) 竹上健, “カメラ画像と超音波距離センサを併用した視覚障害者のための周辺状況認知の検討”, 映像情報メディア学会年次大会講演予稿集, Vol. 10 (4-1), (2010).
- (3) 齊藤翼, 高木祐介, 金丸隆志, “Android OS を搭載した組み込みデバイスとスマートフォンによるモータ制御”, FIT2011 情報科学技術フォーラム講演論文集, No. 1 (2011), pp. 453-454.