

## 距離センサによる障害物認識と音声による視覚障害者向け歩行支援システム The walking support system for visually-impaired person using obstacle recognition, sound and distance sensor

越智 徹† 高先 修平‡ 中西 通雄†  
Toru Ochi Shuhei Takasaki Michio Nakanishi

### 1. はじめに

現在, Kinect をはじめとした安価な距離センサが各社から発売されている. 我々はこの距離センサを用いて歩行を誘導するにはどのように空間情報を得て, それをどのような音で表現するのが有効であるか検討し, 視覚障がい者向けの歩行支援システムを開発した.

### 2. システム

#### 2.1 システム概要

図 1 にシステム概要を示す. システムは距離センサ, 処理装置, 骨伝導イヤフォンから構成され, 処理装置は Windows タブレットや Raspberry Pi に代表されるボードコンピュータを想定している.

距離センサで物体との距離を計測し, 近距離の障害物を発見すると, 警告音を発する. 警告音は耳をふさがない骨伝導イヤフォンで伝えられるので, 環境音を阻害しない.



図 1 システム概要

距離センサは安価なものが販売され, さまざまな先行研究が存在する. 一般に距離センサは距離画像センサとも呼ばれ, 距離はもちろんのこと, SDK によって人そのものや骨格・関節の認識が可能である. 下久保ら[1]は, Kinect を用いて人体の身体特徴量を取得して個人認証を行っている. Kinect を使用した先行研究は他にも数多く行われているが, 我々は Kinect 互換の Xtion Pro Live (以降, Xtion と表記), DS 311, Kinect v2, の 3 つのセンサを用意し, 比較・検討した. 表 1 に各センサの仕様を示す.

これらのセンサのうち, Xtion がもっとも小さく軽い. また, Xtion はインタフェースと電源を 1 本の USB ケーブルで兼用している. DS 311 は 1 本の USB ケーブルが接続インタフェースとして機能し, さらにもう 1 本 USB ケーブルを電源用として使用する. Kinect v2 は専用電源アダ

プタが付属しているため, 100V 外部電源が必要である. これらを比較すると, Xtion, DS 311, Kinect v2 の順に可搬性に優れていると言える. そのため, 可搬性を第 1 に考え, 我々は Xtion を使用することとした. ただし, センサ性能は Kinect v2 が他のセンサと比べて優れているため, 軽量のポータブル電源を用意すれば, Kinect v2 を採用したい.

表 1 距離センサの仕様

メーカー	Asus	SoftKinetic	Microsoft
名称	Xtion Pro Live	DS 311	Kinect v2
方式	赤外線	LED	ToF
有効距離 (m)	0.8-3.5	0.15-1.0, 1.5-4.5	0.5-8.0
電源	USB	USB	外部 AC

これらのセンサのうち, Xtion がもっとも小さく軽い. また, Xtion はインタフェースと電源を 1 本の USB ケーブルで兼用している. DS 311 は 1 本の USB ケーブルが接続インタフェースとして機能し, さらにもう 1 本 USB ケーブルを電源用として使用する. Kinect v2 は専用電源アダプタが付属しているため, 100 V 外部電源が必要である. これらを比較すると, Xtion, DS 311, Kinect v2 の順に可搬性に優れていると言える. そのため, 可搬性を第 1 に考え, 我々は Xtion を使用することとした. ただし, センサ性能は Kinect v2 が他のセンサと比べて優れているため, 軽量のポータブル電源を用意すれば, Kinect v2 を採用したい.

我々は, これらの距離センサを頭部装着可能な形に加工した. 図 2 が Xtion の加工例で, 図 3 が装着である. センサを 3D プリンタで製作した装着装置にはめ込んだ.

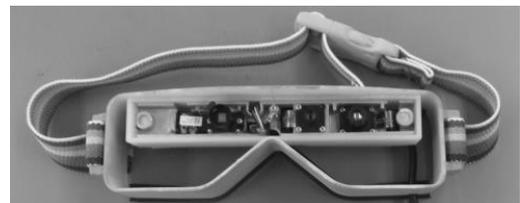


図 2 頭部装着用に改造したセンサ

†大阪工業大学, Osaka Institute of Technology

‡ (株) 豊國, Toyokuni Co., Ltd.



図3 センサ装着例

## 2.2 警告音

本システムでは、247 Hz(B3)、311 Hz(D#4)、392 Hz(G4)から構成される和音を三角波で生成したものを使用している。

最終的に街頭での使用を考慮すると、正弦波や矩形波による単音は、環境音に紛れて聞こえづらい。そのため、単音ではなく和音による警告音とし、また、警告音として警報感がなくてはならない。岩宮[2]によると、和音による警報感は Cdim(C, Es, Ges)が音の長さにかかわらず強いという結果のため、当初は Cdim による警告音を使用した。実験を繰り返したところ、Cdim よりも現在の B-D#-G の和音がより警告感を感じる結果になったため、この和音を採用した。

## 3. 実験結果と今後の予定

健常者の大学4年生男子7名にこのシステムを装着し、実際に障害物を回避できるか、実験を行い、アンケートによる評価を得た。評価結果を図4に示す。アンケートの質問項目は以下である。

1. 歩行する上で障害物を回避できるか
2. 障害物との距離を感じられたか
3. 警告音は警告に適していたか
4. 警告音が環境音の妨げになっていないか

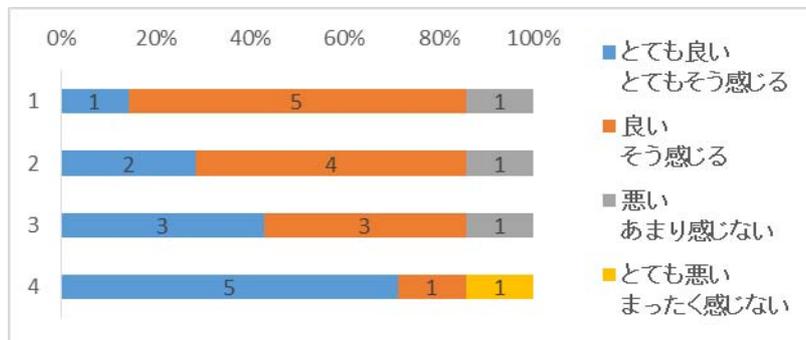


図4 アンケート結果

評価結果より、「歩行する上で障害物を回避できるか」の項目で被験者の多くが「良い」を選択している。被験者が「とても良い」を選択しなかった理由として、

歩行速度を落とした状態で実験を行ったことが原因と思われる。速度を落とすようにした理由は、警告音が鳴り被験者が危険と感じた時点で、被験者の停止が間に合わず障害物に接触する可能性があるからである。警告音を早めに出すれば、歩行速度を落とす必要はなくなるが、障害物や壁などに反応し警告音が多すぎて被験者が混乱することが考えられたため、これは実装しなかった。また、「障害物との距離を感じられたか」の項目の評価も先の項目とほぼ同じとなったことも、これらが原因と思われる。

また、警告音について、評価結果より、「警告音は警告に適していたか」の項目の評価は「とても良い」「良い」合わせると80%を超える。このことから警告音によりある程度の危機感は伝わっていると思われる。

以上から、このシステムは障害物検知には有効であると言える。現在、システムは処理装置を起動後、プログラムを起動するという手順が必要のため、今後は装置全体の電源を投入すると、プログラムが自動的に起動して、より簡易に扱えるようにし、また最終ユーザとして想定している視覚障がい者の方の協力の下、よりさまざまな実験を行う予定である。

## 謝辞

本研究は株式会社豊國による奨学寄附による。

## 参考文献

- [1] 下久保弘樹, 北栄輔, "Kinect を用いた歩行動作による個人認証", 情報処理学会研究報告, 2014-MPS-101(11), pp.1-2, 2014.
- [2] 岩宮眞一郎, サイン音の科学, コロナ社, 東京, 2012.