

深度センサを用いた歩行支援システムの小型化 および進行方向提示機能の追加

山本真平 越智徹 高先修平 中西通雄

Shimpei Yamamoto Toru Ochi Shuhei Takasaki Michio Nakanishi
大阪工業大学情報科学部コンピュータ科学科

Department of Computer Science, Faculty of Information Science and Technology
Osaka Institute of Technology
Email: naka@is.oit.ac.jp

あらまし: センサ前方の深度データを読み取ることのできる Xtion を用いることによって、視覚障がいをもつ人に対し歩行支援を行うシステムの開発を行っている。読み取った深度データから、利用者が物体と接触しない進行方向を音で提示する。安全な進路が無い場合は警告音を再生する。実験から安全な方向を正確に提示できることが分かった。現在のシステムでは、自分がどの方向を歩いているか分からない、ドアを認識できずに警告音が再生される、など実用化にはいくつかの課題が残されている。
キーワード: 深度センサ, 歩行支援, 報知音, 警告音

1. はじめに

Xtion PRO LIVE (以下, Xtion と表記)は, 取得した範囲の深度を読み取ることができるセンサカメラである。本研究は Xtion から得られた深度データをもとに障害物が無い安全な進行方向を探し, 視覚に障がいのある利用者に音で伝達して歩行支援を行う。

本研究は前年度および前々年度に株式会社豊國と共同で行われた研究を継続して改良を行うものである⁽¹⁾⁽²⁾。前年度のシステムでは, タブレット PC を用いたことによる携帯性の問題や, 壁を障害物として認識してしまうなどの問題があった⁽¹⁾。そのため, 小型なスティック型 PC に換え, 問題を解決できるようにソフトウェアを改良した(図 1)。開発言語には C++を用い, プログラム行数は全体で 430 行程度である。

2. システムの機能

2.1 安全な進行方向の検知

Xtion で深度(距離)データを取得できる範囲を 5×5 の区画に分割し, 図 2 のシステム開発画面に, 利用者との距離を mm 単位で表示する。また, 深度データを正常に測定ができなかった区画があった場合は 0 を表示する。

分割した各区画の中心の深度を列ごとに調べ, 1 区画でも物体との距離が 1m を下回る区画がある列は, 安全でないと判断し, 候補から除外する。残りの列のうち, 深度データの最小値が最も大きい区画を含む列を安全な列として, その方向を報知音で通知する。安全な列が 1 つも無かった場合は, 警告音と音声によって前方に進路が無いことを知らせる。また, 前年度のシステムでは常に音が再生されていたが, 後述するヒストグラム比較を行うことで, 利用者がある程度移動するごとにその状況に合った音を再生する。例として図 2 では, 最左列は 956 という値を含むので, 安全な列の候補から除外する。残り

4 列のなかで最も大きい最小値は左から 4 列目の 2765 となり, 右のチャンネルから音を再生する。



図 1 システム構成

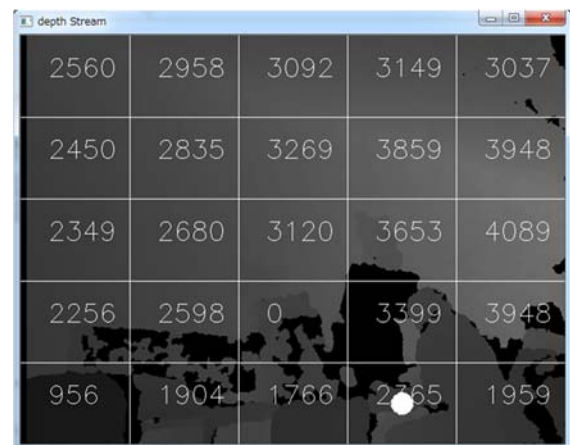


図 2 システム開発画面

2.2 濃度ヒストグラム比較

システム開始時に保存した比較元となる画像と, Xtion が取得している画像をグレースケールに変換し, その濃度ヒストグラムを OpenCV ライブラリを用いて比較する。濃度ヒストグラムの類似度が一定以下だった場合, Xtion が取得している画像を比較元の画像として保存し, 進行方向を報知音で通知する。

2.3 報知音および警告音

報知音は、利用者がどの方向が安全か把握できるような位置によって音色と定位を変更している。直進が安全な場合の報知音は、著者が聴きやすいと感じた 740Hz(F#)の三角波と正弦波を合成した音をイヤホンの両チャンネルから鳴らす。左右どちらかに安全な進路があった場合、音色は「Windows エラー.wav」をトリミングやリバーブ効果をつけるなどして加工したものを報知音として使用する。左側が安全な場合は左チャンネル、右側が安全な場合は右チャンネルから音を鳴らし、安全な進路と利用者との相対角度に応じて左右各 2 パターンのいずれかの音を鳴らす。この 2 パターンの音色は同一であるが、リズムが異なる。

警告音は、著者が危機感があると感じた 1480Hz(F#)の矩形波と三角波を合成したものと VoiceText の API で作成した「前方注意」という音声をミックスしたものである。

3. 評価

はじめに予備実験を行い、被験者に対して後述するアンケートを行った。次に、予備実験で得られた結果をふまえて、安全であると判断する距離を 0.8m から 1m に変更し、イヤホンを骨伝道タイプのものに置き換えて本実験を行った。どちらの実験も、本学部 4 年生に実験を依頼し、図 3 のように目隠しとイヤホンをした状態で行った。



図 3 本実験の様子

アンケート項目は、(1)報知、警告音は環境音の妨げにならなかった、(2)報知、警告音は聞きやすかった、(3)報知、警告音は適度な間隔で鳴っていた、(4)どこに安全な進路があるか把握できた、(5)歩行する上で障害物を回避できた、(6)意見・感想の 6 項目で 4 段階評価である。図 4 に本実験で得られたアンケート結果を示す。なお、縦軸の番号はアンケート項

目に、横軸の数字は回答人数にそれぞれ対応している。

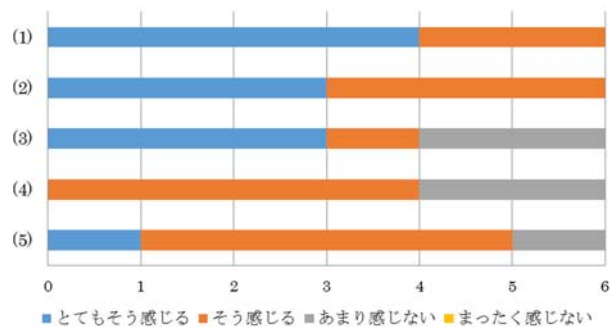


図 4 アンケート結果

アンケート結果から音色や環境音の遮音性については、すべての被験者が「とてもそう感じる」、「そう感じる」と回答しており、良い結果が得られた。一方、システムに関する項目では「あまり感じない」と回答している被験者がおり課題の残る結果となった。システムに関する意見では、「もう少し早く歩きたい」という歩行速度に関する意見や、「Xtion を手で持っていたので、ぶれて正常に動作しなかった」という意見があった。歩行速度については、現在安全と判断する最短距離を 1m に設定しているところを最適な値に変更することで、解決できると考えられる。また、Xion がぶれてしまう問題は Xtion を腰の位置で固定できる機構を用いることで解決することができる。

4. 結論

スティック型 PC を用いたことによる携帯性の向上、ヒストグラム比較によって音が頻繁に再生されることの防止、など改良によって前年度より実用性を向上させることができた。しかし、現在のシステムでは、自分がどの方向を歩いているか分からない、前方にドアがあっても認識できずに警告音が再生される、など実用化するにはいくつかの課題が残されている。今後、利用者に方位を通知する機能や、ドアや点字ブロックを識別して通知する機能を追加することによって課題を解決することで、実用化に近づけることができる。

参考文献

- (1) 山田亮, Xtion を用いた障害物検知および警告音による歩行支援システムの改良と背景抽出との連動, 大阪工業大学情報科学部コンピュータ科学科, 卒業論文(2015)
- (2) 永山幸輝, Kinect を用いた障害物認識と音声による視覚障がい者向け歩行支援システムの試作, 教育システム情報学会, 2013 年度学生研究発表会 (2014)