

見守りロボット: 追従性能の向上 による転倒検知率の改善

基盤システムソフトウェア研究室
指導教員 菅谷みどり
AL13003 天利友弥

背景

- 転倒による死亡事故に占める高齢者の割合は85%を超える[1]
- 高齢者の一人暮らしの割合は年々増加傾向[2]

一人暮らしの高齢者が
**転倒時、生命に関わる
事故**になる危険性



転倒をいち早く、確実に
検知することが重要

[1]日本損害保険代理業協会 “みなさまの保険情報 (2015年1月号)”
[2]内閣府 “平成27年版高齢社会白書” <http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/html/gaiyou/index.html>
2017/2/14 2016年度卒業研究発表会

見守りロボット[3]

- 概要
 - 移動ロボットにKinectを搭載
追従しながら、骨格情報より転倒検知
- 追従速度[4]
 - 固定速度20cm/s
→対象者に合わせた追従が出来ない
- 環境
 - 直線かつ障害物のない環境
→住居での使用に不十分
- 追従距離[4]
 - 対象者の身長と同程度
 - 転倒時、カメラの視野から外れない
→方向転換時、間に障害物侵入の可能性



[3] 鈴木達也, “転倒検知による見守りシステム” 卒業論文概要集, 芝浦工業大学, 第35号, 27-28p
[4] T. Sumiya, Y. Matsubara, Y. Nakano, M. Sugaya, “A mobile robot for fall detection for elderly-care,” *Procedia Computer Science*, 2015, 116, pp.870-880.

目的/提案

- 目的
 - 見守りロボットの転倒検知率の向上
- 提案
 - 機能追加による追従性能の向上
 - 追従方法の改善
→移動検知、速度調整、追従距離の調整
 - 障害物を考慮した移動
→障害物検知/回避

使用機材

- TurtleBot
 - Kobuki
 - 移動ロボット
 - Kinect
 - カメラセンサ
 - 骨格情報取得
 - 転倒検知
- 側域センサ
 - URG-04LX
 - 光で距離測定
 - 周期100ms

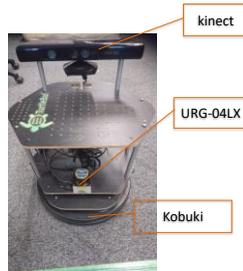
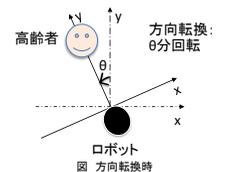


写真3 使用機材

追従方法

- 移動検知
 - 対象者位置を計測
 - 検知周期100ms
 - 対象者の追従可能範囲外への移動より早い
- 直線移動時
 - 対象者との距離を保つ
 - 移動検知と速度調整
- 方向転換時
 - 対象者がx軸方向へ移動
 - 対象者の移動角度θ分回転
 - ロボットの正面の角度を0度
 - 対象者とロボットの角度をθ



速度調整

- 速度調整には式(1)を用いる[5]
→100msごと調整を行う

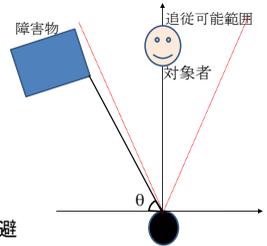
$$R(t+1) = Kp \cdot (Vdes(t) - R(t)) \quad \dots(1)$$

- R(t) ... 速度(初期値0)
- Vdes(t) ... 現在の対象者とロボットの距離と追従距離の差
- Kp ... 比例制御ゲイン
速度調整するための比例定数

[5]小野里 太志"自動追従ショッピングカートの制御システムの実装と評価", 2011. 日本工業大学, 修士論文
2017/2/14 2016年度卒業研究発表会

障害物検知/回避

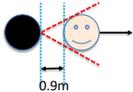
- 対象者の移動範囲
→追従可能範囲
→中心を対象者位置
- 障害物検知方法
- 追従可能範囲内に侵入
- 回避方法
- ロボットを回転させる
- θ が大きくなるほど大きく回避



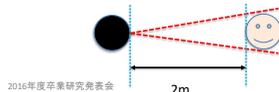
[5]小野里 太志"自動追従ショッピングカートの制御システムの実装と評価", 2011. 日本工業大学, 修士論文
2017/2/14 2016年度卒業研究発表会

追従距離の調整

- 対象者移動状態
 - 判定方法
 - 移動状態
 - 追従距離
 - 0.9m
 - 追従可能範囲
 - 正面40度程度
- 対象者停止状態
 - 判定方法
 - 停止状態を一定時間
 - 追従距離
 - 身長と同程度(2m)
 - 追従可能範囲
 - 正面10度程度



2017/2/14



2016年度卒業研究発表会

評価実験(速度検知)

- 実験目的
 - 移動検知・速度調整が正しく行われているか
 - 移動検知・速度調整は有効であるか
- 実験環境
 - 15mの直線で障害物なし
 - 追従距離1.5m
 - 対象者は緩急つけ歩行
 - 速度は0~0.7m/s
- 実験方法
 - 計測
 - 追従対象者との距離
 - ロボットの速度



写真4 実験の様子

2017/2/14

2016年度卒業研究発表会

実験結果

- 対象者との距離の最大値は2.611m
 - kinectの人物認識可能範囲は0.8m~4.0m
→転倒検知可能範囲内
- 図1、図2よりほぼ波形が一致
→対象者に合わせた追従ができています

移動検知と速度調整は有効である

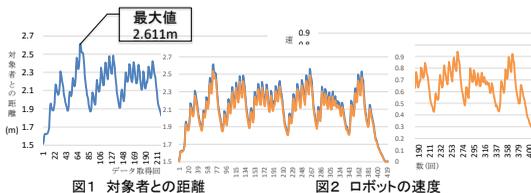


図1 対象者との距離

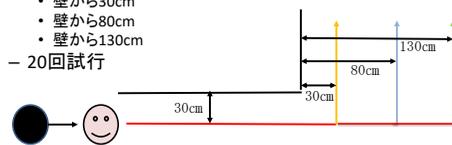
図2 ロボットの速度

2017/2/14

2016年度卒業研究発表会

評価実験(障害物回避)

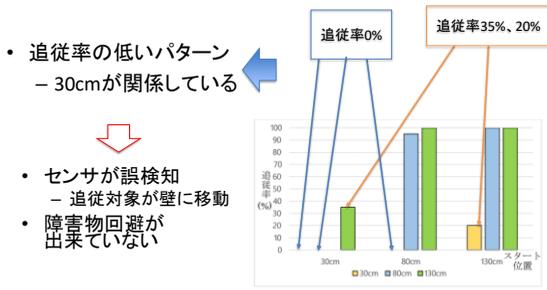
- 実験目的
 - 障害物検知、回避が行われているか
 - 障害物検知、回避が有効か
- 実験方法
 - 3m直進後、曲がり角を曲がる
 - スタート位置、ゴール地点は3通りずつ
 - 壁から30cm
 - 壁から80cm
 - 壁から130cm
 - 20回試行



2017/2/14

2016年度卒業研究発表会

実験結果(障害物検知/回避なし)

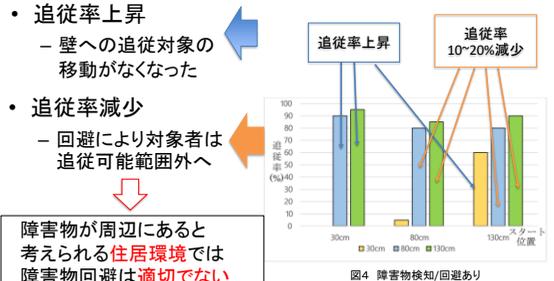


2017/2/14

2016年度卒業研究発表会

13

実験結果(障害物検知/回避あり)

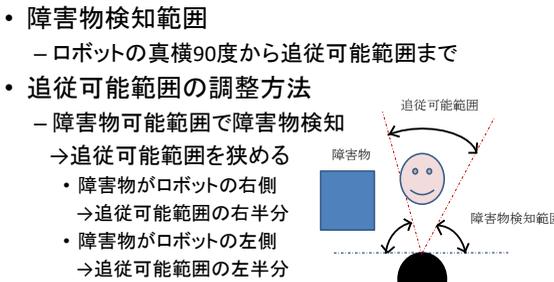


2017/2/14

2016年度卒業研究発表会

14

追従可能範囲の調整

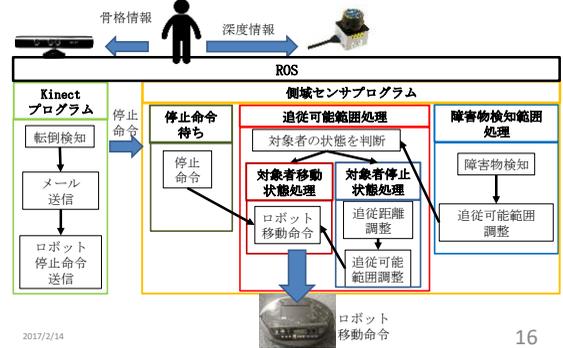


2017/2/14

2016年度卒業研究発表会

15

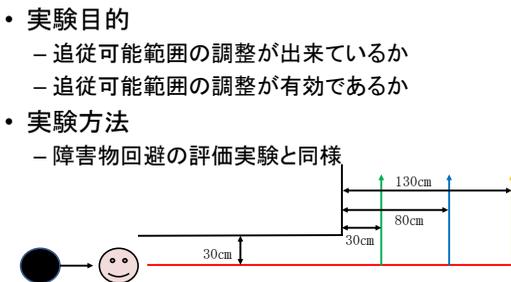
システム構成



2017/2/14

16

評価実験(追従可能範囲の調整)

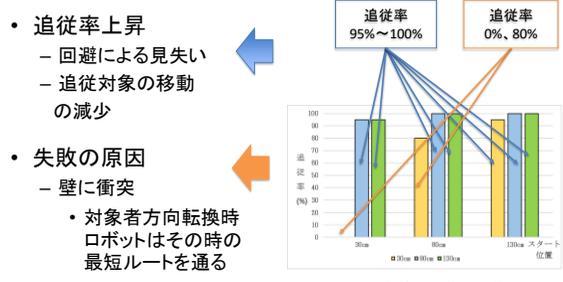


2017/2/14

2016年度卒業研究発表会

17

実験結果(追従可能範囲の調整)



2017/2/14

2016年度卒業研究発表会

18

評価実験(転倒検知率)

- 実験目的
 - 既存の見守りロボットとの転倒検知率の比較
- 実験環境
 - 転倒方向は正面から45度
 - 既存の見守りロボット[4]で最も検知率が良いため
 - 試行回数20回
- 実験方法
 - 人物検知成功後、歩行開始
 - 2m直進後、転倒



2017/2/14

2016年度卒業研究発表会

19

実験結果(転倒検知率)

- 既存の見守りロボット[4]
 - 試行回数10回
 - 転倒検知率60%
- 実験結果
 - 転倒検知率55%
 - 大きな変化はない
 - 転倒検知方法を改良していないため



写真5 実験の様子

↓

追従性能を向上させることで転倒検知率は増加

2017/2/14

2016年度卒業研究発表会

20

まとめ

- 機能追加
 - 対象者にあわせた追従
 - 障害物検知
 - 追従可能範囲の調整
 - 転倒検知可能範囲への移動
- 追従性能が向上



転倒検知率が向上

2017/2/14

2016年度卒業研究発表会

21

課題

- 追従性能
 - ロボットに近い障害物の回避
 - 対象者の歩行ルートを通る
- 転倒検知性能
 - 歩行中の人物検知失敗
 - 人物検知の安定性の向上
 - 転倒時であっても人物検知を可能に

2017/2/14

2016年度卒業研究発表会

22

参考文献

- [1] 日本損害保険代理業協会
"みなさまの保険情報(2015年1月号)"
- [2] 内閣府."平成27年度版高齢社会白書"(参照2016/10/2)
<http://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2015/html/gaiyou/index.html>
- [3] 鈴木達也.
"転倒検知による見守りシステム".
卒業論文概要集. 芝浦工業大学. 第35号. 27-28p
- [4] T. Sumiya, Y. Matsubara, Y. Nakano, M. Sugaya,
"A mobile robot for fall detection for elderly-care. Procedia Computer Science". 2015, 1版, 巻数60, pp.870-880.
- [5] 小野里 太志
"自動追従ショッピングカートの制御システムの実装と評価"
2011. 日本工業大学. 修士論文.

2017/2/14

2016年度卒業研究発表会

23

ご清聴ありがとうございました

2017/2/14

2016年度卒業研究発表会

24

