

第IV部門

対人安全性と利用者快適性を考慮した「盲導ロボット犬」の挙動制御

大阪市立大学工学部

学生員 ○吉川 令

大阪市立大学都市研究プラザ 正会員 松本 浩子

大阪市立大学大学院工学研究科 正会員 内田 敬

1. 研究背景・目的

「ことばの地図」と連動した「盲導ロボット犬」により視覚障害者が苦手な広場空間での歩行が支援されている。本研究ではショッピングモールでの利用を前提として、障害物とセンサの特性を踏まえて最適な減速挙動を明らかにすることを目的とする。

2. 研究内容

「盲導ロボット犬」はセンサで周囲を検知し自律的に障害物を回避しながら目的地まで利用者を誘導する。本研究では施設内の障害物を把握し、センサの検知特性を明らかにする。さらにそれを踏まえて利用者にとって安全で快適な減速を明らかにする(図1)。

1) 障害物とセンサの特性把握

1)-1 障害物把握のための悉皆調査

2)-2 センサ特性把握のためのセンシング実験

2) 最適減速把握実験

視覚障害者の協力の下、2)では実験を行い最適な減速についてのユーザーエクスペリエンスを得る。

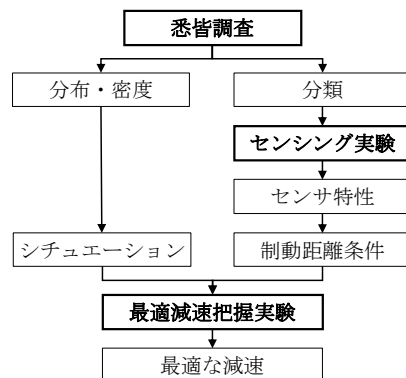


図1 研究フロー

表1 障害物分布

場所	位置	件数	幅員	個数	間隔	物体
通路	中央	4	8m	6~16	1~4m	ソファ・植栽
通路	中央	3	10m	1		簡易掲示板
通路	端部	11	5~10m	多数	0m	店舗・掲示板
通路	端部	14	5~10m	1~2		立看板・ゴミ箱
EV前	壁際	8	8m~	2~5	0m	ソファ・自販機
W.C.	壁際	11	3m	4~5	0m	ソファ・自販機

3. 障害物とセンサの特性把握

3.1 障害物把握のための悉皆調査

あべのキューズモールにて写真撮影による悉皆調査を行い、障害物の分布状況をまとめた(表1)。さらに超音波測距センサの特性に着目して分類した(表2)。

(A)「大きさ」が小さな物体は検知範囲に入らない。

(B)「下部空間」が大きな物体は超音波がすり抜ける。

(C)「表面形状」が曲面の場合反射波の方向が変わる。

(D)「材質」で粗面の場合反射波が乱反射する。

3.2 センサ特性把握のためのセンシング実験

悉皆調査の分類を用いて大学内の同様の特徴を有する物体をセンサで測定した(表3)。概ね検知できたが全体的にセンサ距離50, 100cmでは検知範囲が狭いため検知精度が落ちた。下記に詳細を記す。

(A)「大きさ」については高さがセンサより低いと検知できず、幅数cmの物体は精度が悪かった。

(B)「下部空間」については検知しづらかった。

(C)「表面形状」については検知できた。

(D)「材質」については検知できた。

表2 悉皆調査の結果と分類

分類		項目		
基本項目		写真番	撮影日	物体名
		フロア	周辺環境	移動有
観点	(A)大きさ	幅	高さ	奥行き
	(B)下部空間	幅		足の高さ
	(C)表面形状	平面		曲面
	(D)材質	粗面		滑面

表3 センシング実験結果(一部)

観点	物体名	高さ	幅	足の長さ	結果
(A)	台車	20	40		▲
	ゴミ箱	60	40		○
	ボール柵	40	20		▲
	ポール	80	6		△
(B)	立て看板(T字)		50	150	×
	ベルトパーテーション		100	80	×
	ベルトパーテーション		50	80	△

(結果 ○:精度高 △:精度低 ▲:一部不可 ×:不可)

Rei YOSHIKAWA, Takashi UCHIDA and Hiroko MATSUMOTO

uchida@urban.eng.osaka-cu.ac.jp

表4 減速実験概要

目的	快適な減速の把握
期間	令和2年1月8日～令和2年1月25日
場所	大阪市立大学工学部C棟廊下
人数	17名（全盲:11名 弱視:6名, 各15～30分）
方法	ヒアリング

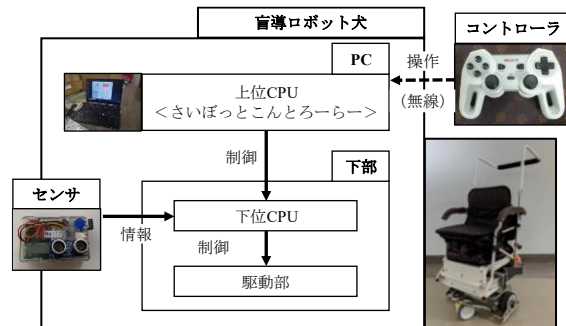


図2 制御体系

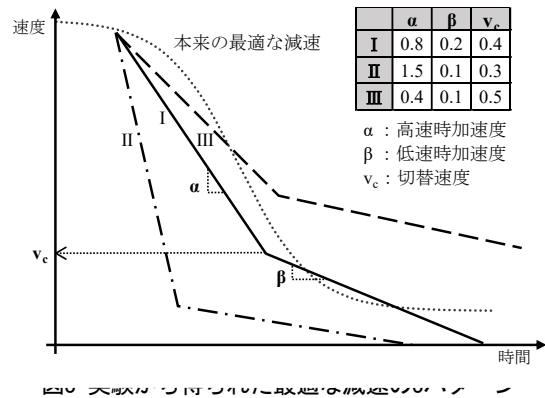


表5 制御パラメータ

	最小値	最大値	最小単位
高速時減速度 $[m/s^2]$	0.1	5.0	0.1
低速時減速度 $[m/s^2]$	0.1	5.0	0.1
切替速度 $[km/h]$	0.0	6.0	0.1

4. 最適減速把握実験

4.1 実験概要

障害物との接触を避ける停止において、利用者にとってどのような減速が快適であり、どの程度の急減速まで許容されるのかを実験によって明らかにした。実験概要を表4に示す。

4.2 制御体系とパラメータ

制御体系を図2に示す。下部のシステムクラフト製SCIBOT(Type-XM)を上位CPUである「さいぼつとこんとろーら」で制御する。本実験では実験者が無線コントローラによってマニュアル操作した。

本来の最適な減速とは図3にあるような速度と時間のグラフがS字となる減速であるが、本実験では減速開始時の緩い減速を省いた形の台形制御を行う。制御パラメータは以下の3つである（表5）。

高速時加速度 α : S字減速に比べ最初の減速が急になるため快適性に大きな影響を及ぼす。回避においては大きい方がよい。

低速時加速度 β : S字減速と同様の停止直前の緩い減速度である。回避においては大きい方がよい。

切替速度 v_c : 減速度を切替える速度であり、回避においては小さい方がよい。

4.3 実験内容

実験協力者には実際の利用状況に近づけるため、直進・右左折・カーブ回避を含んだ動きで工学部C棟内を利用してもらった。その動きの間にランダムに停止し、随時制御パラメータを変化させながら快適性についてヒアリングを行った。

4.4 実験結果

実験協力者が快適と答えた減速は図3に示すような3つのパターンに大別された。

- I. 一般的なパターンで最も件数が多く、S字減速に近い自然な減速であった。
- II. 台形制御により減速開始時の減速度が大きくなるにも関わらず、最初に大きな減速を望んだ。
- III. 減速度自体もその差も小さく、緩やかな減速を快適と感じるパターンであった。

実用段階ではIを基本パターンとして、3パターンから選択できるようにするべきである。また本実験では停止に対する意識や運動能力のみならず、把持の強さによっても快適性が大きく左右された。以上より実験で得られた3パターンを基に各利用者に柔軟にカスタマイズできるシステムが望まれる。

5. おわりに

本研究ではショッピングモール内の障害物を分類し、分布とセンサ特性を明らかにした。それらを踏まえて「盲導ロボット犬」の最適な3パターンの減速を明らかにした。

今後は利用者快適性・対周辺人安全性の向上のためのデバイスの搭載と、周辺人のような移動する障害物に対する回避のためのセンサとロボット挙動のアルゴリズムの構築を目指す。

参考文献

- 1) 高橋咲衣, 根木和幸, 内田敬: 視覚障害者向け音声ARアプリの地物記述ガイドライン, 第33回交通工学研究発表会論文集, pp.509-514, 2013.
- 2) 崎山賢人, 内田敬, 松本浩子: 視覚障害者の誘導歩行のためのシェアリング型「盲導ロボット犬」の仕様検討, 第39回交通工学研究発表会論文集, pp.1-4, 2019.