

令和 2 年 6 月 9 日現在

機関番号：24402

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K18911

研究課題名（和文）視覚障害者等の外出意欲向上のための対話・盲導ロボット犬の共用システムの開発

研究課題名（英文）Sharing System of Guiding Robots for Visually Impaired People

研究代表者

内田 敬（UCHIDA, Takashi）

大阪市立大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：60203535

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,900,000円

研究成果の概要（和文）：視覚障害者は白杖を頼りにして、壁面や点字ブロックなどの“線的”地物を認識し、伝い歩きする。そのためショッピングモールの様に非整形な施設内・通路では、「言葉の地図」による空間認識や進行方向指示では、単独歩行は困難である。自律走行する誘導ロボットが求められている。誘導ロボットを視覚障害当事者が個人所有することは現実的ではない。そこで本研究では、ショッピングモール等で視覚障害者に限定せずに貸出す（シェアリング）システムを創案し、その概念設計・実現可能性検討を行った。

また、ロボット犬を試作し歩行者などの障害物回避の際の転回・停止挙動について、利用者の安全性・快適性の観点から実験を通じて検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

シェアリングシステムの構成要素には、視覚障害者に限らず高齢者等が楽しく利用するためにAI（人工知能）対話ロボットを組み込むこととした。AI対話ロボットは、音声認識や履歴反映の段階に留まっている。本研究ではロボットと人の対話音声データを解析して、間や発話頻度・量などから会話活性度を評価する手法を開発した。対話ロボットの発展に貢献する学術的成果を得ることができた。

歩行誘導ロボット犬は、視覚障害者が自由に買い物を楽しむための有効なツールとなり得るものであり社会的意義が高い。本研究の成果として、他の買い物客が居る場面でも安心して利用できるようにするための基礎的な成果を上げることができた。

研究成果の概要（英文）：Visually impaired people rely on a white cane to recognize and follow “linear” features such as walls and Braille blocks. Therefore, it is difficult to walk alone in a non-shaped facility/passage, such as a shopping mall, by recognizing the space using the “verbal maps” and verbal directions to walk. There is a need for autonomous guiding robots.

It is not realistic for the visually impaired person to individually own the guided robot. Therefore, in this research, we invent a lending (sharing) system in shopping malls, etc. that is not limited to visually impaired people. Conceptual design and feasibility study were conducted.

In addition, a “robot dog” was prototyped, and the turning and stopping behavior when avoiding obstacles such as pedestrians were examined through experiments from the viewpoint of user safety and comfort.

研究分野：土木計画学・交通工学

キーワード：バリアフリー ユニバーサルデザイン 買物支援 歩行支援 AI 自動操舵 シェアリング・システム
プロトタイプ実験

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) (研究の意義) 視覚障害者が通勤・通院、買い物、外食などの日常生活目的を果たすための移動支援は未だ貧弱な状況にある。晴眼者がスマホなどの“歩行者ナビ”によって不案内な場所でも街歩きを楽しめるのに比して、視覚障害者は断片的な点字ブロックと自身の記憶に頼った伝い歩きにとどまっている。ガイドヘルパー利用によって視覚障害者も買い物等を楽しむことは出来るが、ヘルパー人員の制約などの障壁も大きく、自宅外活動のレベルは依然として低い。本研究の成果により、視覚障害者の社会参加を促進することが期待できる。

(2) (研究経緯) 申請者は晴眼者向け歩行者ナビと同等のサービスを視覚障害者に提供するための研究を長年行ってきた。その結果、「言葉の地図」によって複雑な街路網にあっても街歩きを支援する視覚障害者向け歩行者ナビを実用化する見通しを得るに至っている。

しかしながら、道路、通路と認識され易い“線的”な空間・ネットワークでは上手く機能するナビも、“広場的”通路では利用者(視覚障害者)の期待に応えられずにいる。具体的には、再開発地区などの建蔽率が低いエリアにおけるビル入り口への誘導、地下街やショッピングモールにおいて放射状に通路が集散している“広場”を通過するための誘導が困難であって、その様な場所(最近の集客施設には多い)へのアクセスニーズに応えられずにいる。

(3) (問題の所在) “広場的”通路において誘導が困難な理由は、視覚障害者の空間把握特性に合致したユーザインタフェースの欠如に求められる。通常の街路を歩行する際に視覚障害者は、白杖による音・触感、環境音・反射音、気流方向を頼りにして、壁面や道路端部、点字ブロックなどの“線的”地物を認識し、それに沿って云わば伝い歩きをする。つまり、基本的には白杖を振って触れる範囲内の特徴を頼りにして空間を把握する。このような視覚障害者にとって“広場”は、歩むべき場所、進むべき方向に関する手がかりが極めて乏しい、“広場”に接続する複数の出口(通路)の識別が困難である、という問題を有している。「言葉の地図」で空間の形状を正しく認識できたとしても、その空間イメージと現実空間・所在位置とのマッチングを自身で検証できるインタフェースがなければ、視覚障害者が“広場”を歩行することは困難である。

2. 研究の目的

(1) 小型車輪付きロボットを、視覚障害者が“広場”内で斜め歩行(壁や点字ブロックに頼らない歩行)をする際のユーザインタフェース機器(「盲導ロボット犬」として、申請者が開発中の視覚障害者ナビシステムに組み込む。

(2) 盲導ロボット犬は、特定のエリア・施設内での利用に限定することが実現性・安全性の点からは現実的である。一方、対象者人数の点から、利用対象者を視覚障害者に限定するとコスト面で現実的でない。そこで、ロボットに対話機能を付加して、晴眼者も対象とした共用・貸出システムの概念構築を行い、実現性(フィージビリティ)を評価する。

3. 研究の方法

(1) 第1年度にあたるH29年度は、上記目的(1)に関しては、盲導ロボット犬の方向指示機能に関する仕様を検討し、開発中の操輪ロボットの試作・改良を進めた。

上記目的(2)に関しては、貸出・共用システムの機能設計に掛かる類似システムの調査、並びに、ロボットに付加すべき対話機能として、経路・店舗案内などのいわゆるナビ機能だけでなく利用者の感情を推察して対話する機能について予備的な実験を行った。

(2) 第2年度にあたるH30年度は、上記目的(1)に関しては、走行ロボット(ベースロボット)を購入してショッピングカートと接合し、さらに制御アプリを作成して「盲導ロボット犬」プロトタイプを作製した。そして、プロトタイプ機を視覚障害当事者(10人強)に試用してもらい、制御仕様を検討・改良した。

上記目的(2)に関しては、貸出・共用システムの機能設計に掛かる類似システムの調査を踏まえて、共用・貸出システムの概念構築を行った。

(3) 第3年度にあたる2019年度は、上記目的(1)に関しては、前年度に作製した「盲導ロボット犬」プロトタイプを用いて、利用者(視覚障害者等)の安全性・快適性の観点から、障害物を回避するための転向・停止挙動の制御パラメータに関する検討を行った。視覚障害当事者(10人強)に試用してもらい、快適な制御アルゴリズム確立に有用な知見を得た。

上記目的(2)に関しては、ロボットの対話機能に関わる実験を行うとともに、貸出・共用システムの機能設計に掛かる類似システムの調査を拡充して、実現性(フィージビリティ)評価の基盤を整えた。

4. 研究成果

(1) 主な研究成果

ショッピングモールでの利用を想定したシェアリング(貸出・共有)システムについて、図1に示す骨格をベースとして、自転車のシェアリングシステムや構内清掃の自動走行ロボット

などに関する文献調査を経て、ことばの地図と連携した歩行誘導ロボット(「盲導ロボット犬」)の機能設計を成した(図2)

ショッピングモールの様に周辺に多数の歩行者や滞留者が存在する通路・空間において、安全かつ快適に「盲導ロボット犬」を走行・利用するための制御のあり方について検討するために、図3に示す様に市販のシニア用ショッピングカートに接合した実験用プロトタイプシステムを作製した。

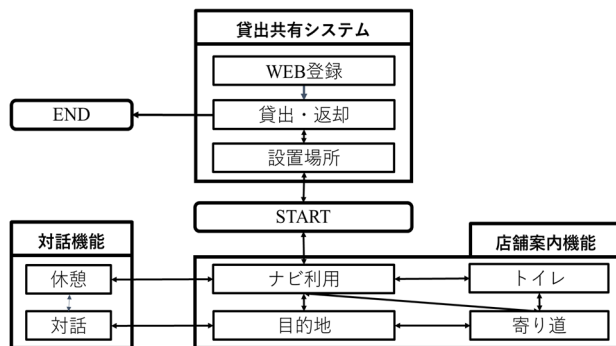


図1 貸出・共有システムモデル

上記の実験用プロトタイプシステム機を用いて、視覚障碍当事者を研究協力者として、大学内において諸実験を行って、安全かつ快適な走行・回避・停止挙動にかかる制御アルゴリズム・パラメータの検討を行った。その成果として、加減速パラメータの標準値を得た。

利用者を視覚障碍者に限定せずに多様な利用を図る(社会実装するための必要条件を満たす)ために導入する対話ロボット機能について、対話音声データ解析による会話満足度評価の方法論を確立した。

(2) 成果の位置づけ・インパクト

上記の成果は学会において口頭発表するとともに、交通工学研究会では審査を通過した。発表の結果は、実用へ向けて大きな期待が寄せられるとともに、学術面での意義も認められた。

上記の実験用プロトタイプシステム機は、視覚障碍当事者に試用していただいた結果、好評価を得た。更に、産業界の開発部門にも試用してもらい、今後の実用展開への足掛かりを得ることができた。

(3) 今後の展望

上記の成果で想定しているショッピングモールでの実用化に向けて、プロトタイプシステム機の機能拡充を予定している。そして、(2)で述べた産業界との連携を実質化して、社会実験を行うことを目指している。

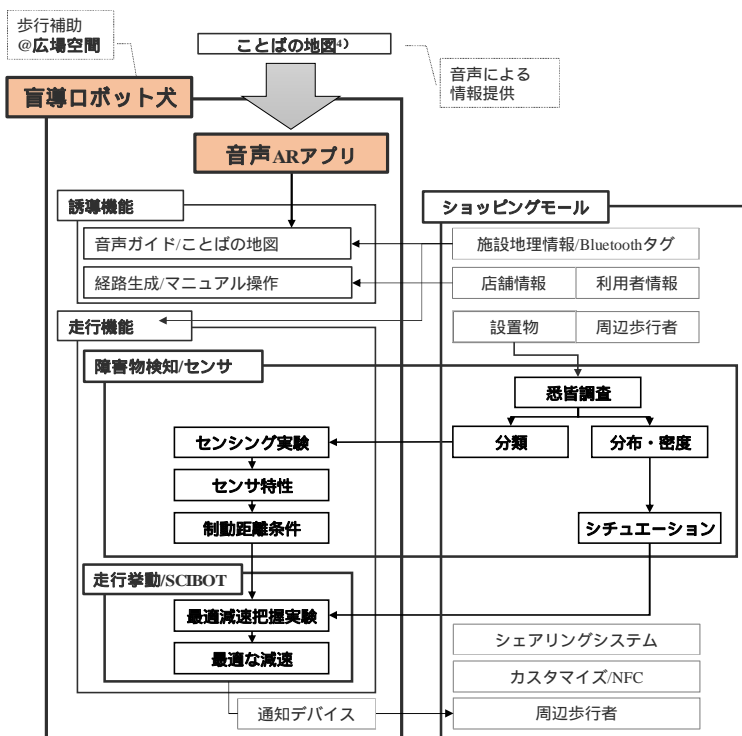


図2 ことばの地図と連携した歩行誘導ロボット

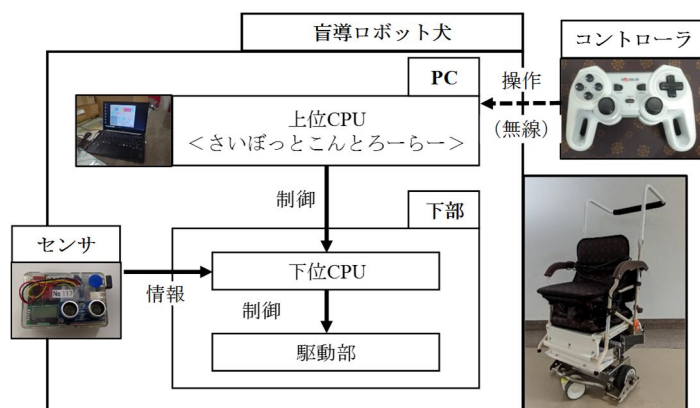


図3 実験用の盲導ロボット犬

社会実験を行うことを目指している。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 崎山賢人, 内田敬, 松本浩子	4. 巻 39
2. 論文標題 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	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第39回交通工学研究発表会論文集	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 別所叶望, 内田敬, 松本浩子
2. 発表標題 視覚障害者・高齢者の外出意欲増進対話ロボットの評価実験手法
3. 学会等名 平成29年度土木学会全国大会第72回年次学術講演会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 慶金佑利子, 盛沢里穂, 松本浩子, 内田敬
2. 発表標題 視覚障害者・高齢者外出意欲増進のための対話ロボット開発における対話シナリオの評価指標の検討
3. 学会等名 第58回土木計画学研究発表会（秋大会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 崎山賢人, 内田敬
2. 発表標題 視覚障害者誘導のためのシェアリング型「盲導ロボット犬」の仕様検討
3. 学会等名 平成31年度土木学会全国大会第74回年次学術講演会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 吉川令, 内田敬, 松本浩子
2. 発表標題 対人安全性と利用者快適性を考慮した「盲導ロボット犬」挙動制御
3. 学会等名 2020年度 土木学会関西支部 年次学術講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 慶金佑利子, 松本浩子, 内田敬
2. 発表標題 発話データ解析に基づく外出意欲増進対話ロボットのシナリオ評価指標
3. 学会等名 第61回土木計画学研究発表会(春大会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考