

[Original article]

(2009年3月2日 Accepted)

案内ロボット用のリード開発と安心性の検証

津田大作¹, 王碩玉¹, 三浦直樹¹, 姜銀来¹

1) 高知工科大学

要約: 病院または福祉施設で高齢者や障害者を安心して目的地まで誘導する案内ロボットが開発されている。しかし、視覚障害者を案内するためには視覚情報以外の手段で視覚障害者を案内する方法が必要である。本研究では、被験者とロボットの間で相互に力情報を伝達できる5種類の案内ロボット用リードを開発した。また、被験者に案内実験を行った結果をアンケートにより評価し、各リードの安心性を検証した。その結果、リードの固定部にバネのような弾性のある物を取り付けることで、より安心して案内できることが示された。

キーワード: 案内ロボット, リード, 安心性, 視覚障害者, 力情報

Development and Safety Validation of Lead for a Guidance Robot

Daisaku TSUDA¹, Shuoyu WANG¹, Naoki MIURA¹

1) Kochi University of Technology

Abstract: Guidance robots that safety guide senior and impaired person at hospitals or welfare facilities have been developed. In order to guide visually impaired safety, it is required to provide them non-visual information to realize the guidance. In this study, we developed 5 kinds of guidance leads that conduct bidirectional force information between user and the robot for our guidance robot. The characteristics of each guidance lead about usability and safety were evaluated by psychological experiment. The results showed that the lead whose connection with the robot is elastic is more secure

Keywords: Guidance Robot, Lead, Safety, Visually impaired, Force Information

Daisaku TSUDA

MiyanoGuchi185, tosayamadacho, kamisi, kouchi,782-8502, Japan

Phone: 0887-57-2013, Fax: 0887-57-2013, E-mail: 125049v@gs.kochi-tech.ac.jp

1. 緒言

近年、人を案内するロボットが研究されてきた。株式会社トヨタ自動車の開発した施設案内ロボットは目的地まで障害物を回避し自立移動することを目的としている[1]。このロボットは、主にロボット自身の移動機能と案内における軌道計画と画像認識などを課題としているため人の安心な案内については考慮されていない。本研究室で開発したロボットは、あいまいな言葉を理解し、被案内者との会話により人に安心感を与え目的地まで案内できる[2]。しかし、これまでは弱視や目の見えない視覚障害者を対象とはしていない。視覚障害者を案内するロボットについては、山梨大学の歩行ガイドロボットがある。このロボットは、音声とボタンによるヒューマンインタフェースで人を案内する[3]。本論文では、音声とボタンによる案内ではロボットに視覚障害者の歩行速度やロボットとの距離情報が伝わらない点に注目しリードを用いた案内を提案してロボットと被案内者の相互に情報が伝わり易いと考えられる5種類の形状のリードを開発する。また、開発した案内ロボットにリードを装着し、案内実験を行い被験者による安心性の評価とリードによるロボットと被験者との情報伝達について検討する。

2. リードの開発

2.1 案内ロボット

本研究室で開発した案内ロボットを図1(a)に示す。大きさは全高900mm直径300mm、重量30kgで円柱形である。特徴として、ロボットの底面には3つのタイヤが三角形の各頂点の位置に配置されており、図1(b)に示すプーリーとギアを用いて1つのモータによって駆動している。タイヤは全て同じ方向を向いており、同じ回転数で回転する。方向転換はタイヤの回転中心と床平面に対して垂直な軸にプーリーを用いて回転する。図1(c)に示す赤外線センサ×12、図1(d)に示す超音波センサ×9を実装しており、障害物の回避や後ろから追従する被験者の歩行速度に合わせて移動速度を調整し、より円滑な案内行動が可能である[2]。図1(e)に示すタッチセンサ×6が実装されており、もし障害物に接触した場合、緊急停止できるようになっている。また、マイクとスピーカーを用いることにより、簡単な音声インタラクションも可能である[4]。

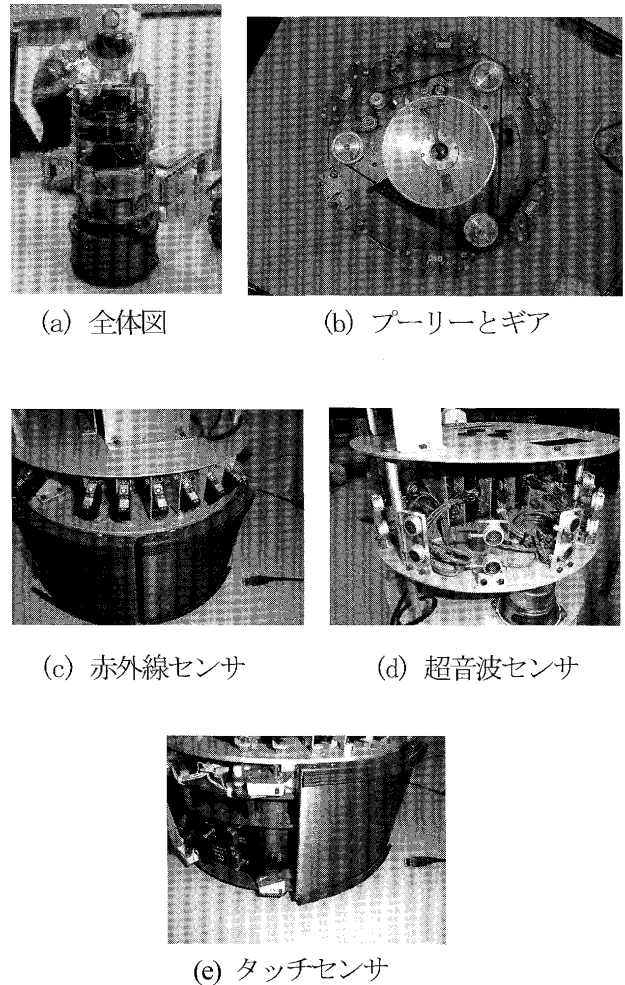


図1 案内ロボット

2.2 リードの製作

本研究では、視覚障害者と案内ロボットとの新たなインターフェースを提案しロボットと被験者の相互に情報を伝達できる5種類のリードを開発した。開発したリードを図2から図6に示す。

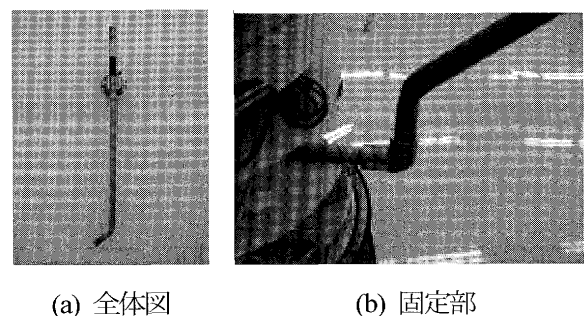


図2 1点固定リード

第一に開発した1点固定リードを図2 (a) に示す。特徴として、ロボットに図2 (b) に示す専用の固定具を取り付けており、そこに完全に固定されることによってロボットのすべての細かな動きの情報も被験者に伝達することができる。ロボットの動きが被案内者に伝わり易いため角を曲がる時、被案内者が振り回され易い。

第二に開発した関節固定リードを図3 (a) に示す。特徴として、ロボットの両側面に図3 (b) に示す専用の固定具を取り付けており、そこにリードの先端を差し込み固定する。図3(a)に示す様にリードの関節を固定することにより、ロボットの左右の細かな動きの情報も被験者に伝達できる。

第三に開発した関節自由リードを図4 (a) に示す。特徴として、ロボットの両側面に図4 (b) に示す専用の固定具を取り付けており、そこにリードの先端を差し込み固定する。図4 (a) に示す様にリードの関節が自由に動く機構によりロボットが角を曲がる時の情報を緩やかに被験者に伝達することができる。このことより、ロボットが角を曲がる時に被案内者が振り回されないようになっている。

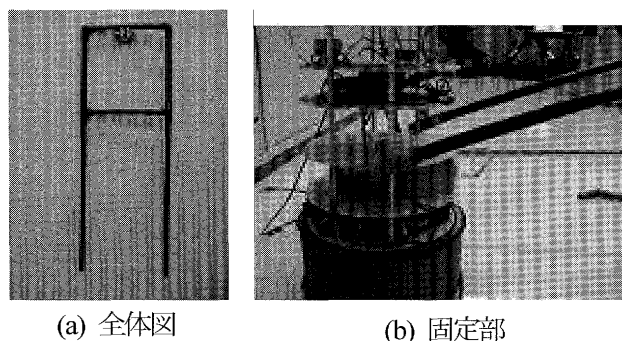


図3 関節固定リード

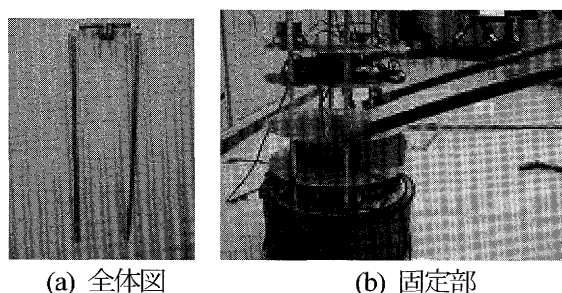
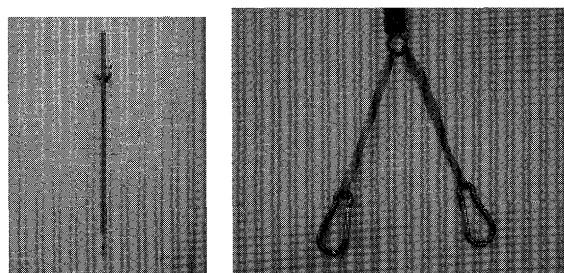
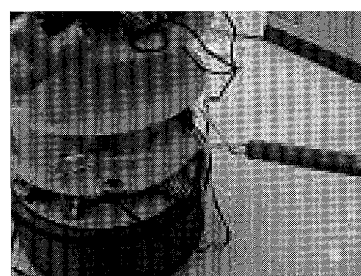


図4 関節自由リード

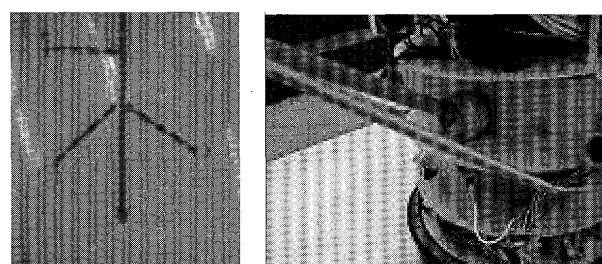


(a) 全体図 (b) リード先端部



(c) 固定部

図5 ゴムリード



(a) 全体図 (b) 固定部

図6 バネリード

第四に開発したゴムリードを図5 (a) に示す。特徴として、リードの先端に図5 (b) に示すゴムとフックを取り付けており、図5 (b) に示すロボットの両側面にフックを引っ掛けて固定する。先端に取り付けられたゴムによりロボットのすべての情報を被験者に緩やかに伝達することができる。このことより、発進時、停止時、における被案内者の動きを滑らかにすることができる。また、角を曲がる時に被験者が振り回されないようになっている。

第五に開発したバネリードを図6 (a) に示す。特徴として、ロボットに図6 (b) に示す専用の固定具を取り付けており、そこにリードの先端を差し込みバネで固定する。リードに取り付けられバネによりロボットの前進後退以外のすべての情報を緩やかに被験者に伝

達することができる。このことより、ロボットが角を曲がる時に被案内者が振り回されないようになっている。

なお、開発したリードに特別な操作方法はなく、リードを被案内者が持つだけで、案内を受けることができるようになっている。

リードの取り付け位置としては、ロボットの底部から30cmの場所になるように固定した。本実験で用いたロボットの仕様と重心を考慮したものである。

リードの握り位置をとしては、地面から約90cmの位置とした。これは、日本人男性の平均身長を170cmとした時の腰の位置である。人の重心は腰の辺りにあるため、最も安定してリードを握っていられると考慮したからである。

3. 案内行動時における リードの安心性検証実験

3.1 被験者

実験では20代の健常な男性10名を対象として実験を行った。平均年齢は21.5歳である。

3.2 案内コース

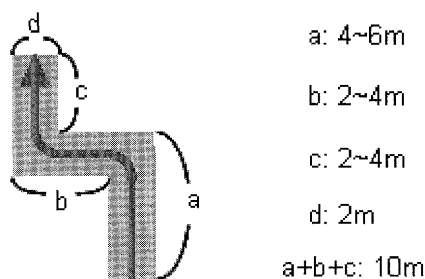


図7 案内コース

コースは病院施設などの屋内を想定して図7のような右左折双方の曲がり角のあるクランク状のコースとした。他に図7の左右を対象に変化させたコースがある。1つのコースに右左折の曲がり角があるのはどちらのコースが選ばれても平等な条件で測定できるためである。また、図7に示したように、全長10m、幅2mを一定とした上で、実験者がコースの形状を自由に変化できるものとする。これは、一度実験を行った被験者がコースの予測をできないようにするためである。

3.3 ロボット

ロボットの前進速度は、人がゆっくり歩行する祭の速度を想定して秒速20cmの速さで案内させた。ロボットが角を曲がる時の角速度とは0.5rad/sとした。

ロボットの軌道は、コースの中心を通る。しかし、軌道が中心より逸れた場合を考慮して軌道修正を行うために、超音波センサ、赤外線センサを用いた。超音波センサ・赤外線センサ共に60cmに設定し、この距離よりロボットが壁に近づいた際、進行方向を変え、軌道を修正する。また、タッチセンサを用いロボットが障害物や壁に接触した際、緊急停止するように設定した。

ロボットの発進時には、「案内を開始します。」、停止時には「案内を終了します。」、角を曲がる時は、「右に曲がります。」、「左に曲がります。」と音声が出力される。

3.4 実験内容

本論文では、図8に示すように目隠しをして擬似的に視覚情報を遮断した被験者を用いた。案内ロボットにリードを取り付け、リードを持った被験者を図1に示すコースに従って案内させた。コースは実験者がランダムに設定するものとし被験者には通路に関する情報は与えなかった。

3.5 評価方法

各リードについて実験を行った後、それぞれのリードについての安心性を検証した。検証にあたり必要となる安心性の定量化には5段階評価のアンケートを用いた。被験者に4つのアンケート(表1)を行ってもらい被験者の感じた安心性について評価を行った。

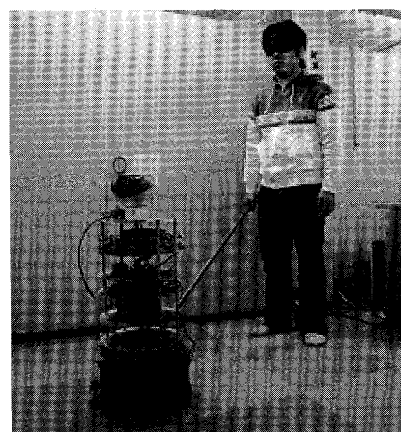
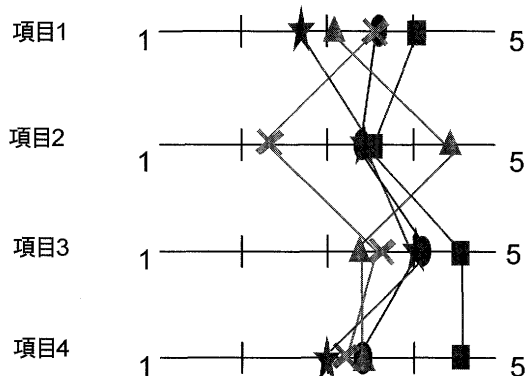


図8 案内図

このアンケート項目は、著者が今までにリードを用いた案内実験を行った際に行った聞き取り調査より、案内行動を受けるときの安心性を反映すると予測される項目を設定した。また、アンケートの他に各リードについて被験者から意見を聞き、アンケートと合わせ総合的な考察を行った。

表1 安心性検証アンケート

項目1. ロボットの動きが把握し易いか。 1 ———— ———— ———— 5 (難しい)1~5(容易)
項目2. ロボットに振り回されなかったか。 1 ———— ———— ———— 5 (回される)1~5(回されない)
項目3. 混乱しなかったか。 1 ———— ———— ———— 5 (混乱する)1~5(混乱しない)
項目4. 安心できたか。 1 ———— ———— ———— 5 (出来ない)1~5(出来る)



- × : 1本固定リード
- : 関節固定リード
- ▲ : 関節自由リード
- ★ : ゴムリード
- : バネリード

図9 アンケート結果

4. 実験結果

実験におけるアンケート結果を図2に示す。アンケート結果は上から項目1~4を表しており横軸が各項目におけるアンケートの数値結果を表している。なお、各項目の数値が大きい程、安心性が高いとする。そのことより、折れ線が右側に位置するほど安心性の度合いが高いことを示している。

項目1ではバネリードが最も大きい値を示した。項目2では関節自由リードが最も大きい値を示した。項目3ではバネリードが最も大きい値を示した。項目4ではバネリードが最も高い値を示した。総合的に見るとバネリードが全体的に高い値を示した。

5. 考察

図2 (a) に示した1点固定リードを用いた場合、項目2に関して最も小さい値を示している。項目3と項目4に関しては2番目に小さい値を示している。被験者の意見としては、「角を曲がる時に大きく振り回され安心できない。」「ロボットの動きの情報が伝わり易い。」と示された。以上のことより、ロボットの情報は伝わり易いが角を曲がる時被験者がロボットに大きく振り回されるため少し混乱してしまい、あまり安心することができないと考察できる。

図3 (a) に示した関節固定リードを用いた場合、すべての項目に関して大きい値を示している。被験者の意見としては、「角を曲がる時や軌道修正の際、1点固定リードよりロボットに振り回されない。」「ロボットの動きが伝わり易い。」「混乱しなかった。」と示された。以上のことより、ロボットの動きが伝わり易い点では1点固定リードと同じだが、角を曲がる時に1点固定リードより振り回されないため混乱しなかったと考察できる。また、アンケート結果より安定していると考察できる。

図4 (a) に示した関節自由リードを用いた場合、項目2に関しては最も大きい値を示しているが、項目3に関しては最も小さい値を示している。被験者の意見としては「角を曲がる時、ロボットに振り回されない。」「リードの持ち手部分が固定でないためロボットの情報が伝わりにくく混乱した。」と示された。以上のことよりロボットに振り回されないが、ロボットの情報が被験者に伝達しにくく混乱しやすいことが考察できる。

図5 (a) に示したゴムリードを用いた場合、項目1、4、に関して最も小さい値を示している。被験者の意

見としては「角を曲がる時、振り回されず、滑らかに曲がる事が出来た。」「ロボットの情報が伝達さにくい」と示された。以上のことより、ロボットの情報が被験者に伝達しにくく安心できないことが考察できる。また、アンケートの項目1と項目4において最も小さい値を示しているのに項目3では三番目に混乱しなかったとなっている。項目1と項目4については、ロボットの情報が伝わりにくいため被験者は不安になったと考察できる。項目3については、ゴムリードは、ロボットから被験者に伝わる情報が少ない、そのため、被験者は情報を処理し易くなり混乱しなかったと考察できる。

図6(a)に示したバネリードを用いた場合、項目1, 3, 4, に関して最も大きい値を示している。被験者の意見としては「角を曲がる時、ロボットに振り回されず、滑らかに曲がる事が出来た。」「ロボットの動きが伝わり易い。」と示された。以上のことより、バネリードが最も安心できると考察できる。

以上の結果から、ロボットとリードの間にバネの様な弾性体を用いることにより、案内には不必要と考えられる微小な軌道修正の情報が被験者に伝達されず、より利用者が安心できる案内が可能になると考察できる。また、ロボットから被験者に伝わる情報の多さによって被験者の混乱具合が変化することが考察できる。

6. 結言

本論文では、リードの構造が利用者の安心感に与える影響をアンケートにより調査した。その結果リードの固定部にバネのような弾性のある物を取り付けることで、より安心な案内ができることが示された。

今後の課題としては、実際に障害者の方に案内実験を行って頂き、より使い易く安心性の高いリードを開発する。開発したリードについて被案内者を安全に目的地まで誘導できるロボットの軌道計画を研究する。今回実験で使用したアンケートは、それぞれのリードの特徴を調べるものであったが今後は基準となるリードを開発し、それを基にアンケートを製作する。また、リードとロボットの結合部に力センサを取り付け被案内者の情報をロボットに伝達できるようにする。

参考文献

- [1] トヨタ自動車：トヨタニュースリリーストヨタ、「施設案内ロボット」を開発
http://www.toyota.co.jp/news/07/Aug/nt07_0805.html

- [2] 溝淵宣誠, 王碩玉, 河田耕一, 山本正樹：距離型ファジィ推論法に基づく案内ロボットの軌道計画法, 知能と情報, Vol.17, No.1, pp.112-121 (2005)
- [3] 史 亜芳, 小谷信司, 森 英雄 歩行ガイドロボットのヒューマンインタフェース pp.25-30 日本福祉工学会誌 2002年 vol.4 No.1
- [4] 王碩玉：健康増進・医療・福祉ロボット, 知能と情報, Vol.19, No.4, pp.360-369 (2007)

津田 大作 (つだ だいさく)

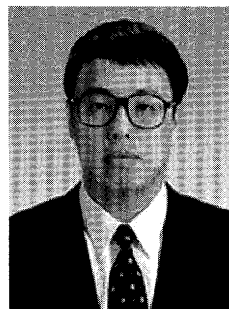
高知工科大学大学院基盤専攻
 知能機械システム工学コース
 2007年高知工科大学学部卒業
 現在高知工科大学大学院基盤工学
 専攻在学。

研究テーマ：案内ロボットにおける視覚障害者向け案内機能の研究



王 碩玉 (おう せきぎょく)

高知工科大学
 知能機械システム工学科
 1983年, 中国瀋陽工業大学自動制御工学専攻卒業. 1988年, 同大学院修士課程自動制御工学専攻修了. 1993年, 北海道大学大学院博士課程電気工学専攻修了. 工学博士. 同年, 山形大学工学部助手. 1996年, 同大学助教授. 1997年, 高知工科大学工学部助教授. 2002年, 同大学教授となり, 現在に至る。



三浦 直樹 (みうら なおき)

高知工科大学
 知能機械システム工学科

2005年東北大学大学院工学研究科博士後期課程終了. 博士(工学). 科学技術振興機構研究員, 東北大学加齢医学研究所助手を経て2007年より高知工科大学知能機械システム工学科講師
 学会活動 計測自動制御学会, 日本神経科学会, Organization for Human Brain Mapping 各会員

