

ロボットによる視覚障害ランドマークの検出と獲得 Detection and acquisition of visual impairments landmark through robot

村井 保之† 巽 久行‡ 宮川 正弘‡
Yasuyuki Murai Hisayuki Tatsumi Masahiro Miyakawa

1. はじめに

視覚障害者が一人で歩行する場合、移動経路上のランドマーク等の記憶から歩行経路を確認する。このため、見知らぬ場所では最初に、視覚障害者は晴眼者である介護者や歩行訓練士などに、移動経路の状況や注意点、白杖を使用する際に有用な確認物などを、触覚や聴覚を使ってランドマークとして記憶する。最終的には、そのランドマーク等の配置から、移動経路に対する彼自身の認知地図（メンタルマップ）が創生される。

著者らはこれまで、触覚情報を提示できる力覚デバイスで白杖を模擬した歩行支援シミュレータの構築[1,2]や、RFID タグを用いた室内ランドマークの提供[3]等の研究を通して、視覚障害者への認知地図獲得支援を行ってきた。しかしながら、視覚障害者がどのように認知地図を創生するのか、ランドマークの提供がどのように認知地図に寄与するのかなどの、地図の創生に関わる過程については全くもって解明できていない。我々が目を隠して歩行しても、恐怖が立ちはだかつて事前に目をつけたランドマークすら掴めない。先天盲と中途失明では認知地図の創生に明確な違いがあり、彼らに地図創生の過程を聞いても経験や感性がじゃまをする。いっそう、経験や記憶をリセットできる人型ロボットに、視覚以外の状況獲得手段を与えて（理想としては白杖等を持たせて）、認知地図の創生を工学的に追及することが必要であり、その成果を視覚障害補償支援に活かしたいとの考えに至った。

本研究は、視覚障害者の認知地図創生の過程を明らかにするための準備として、簡易型の二足歩行ロボットによる歩行のためのランドマークの検出と獲得を試みる。視覚障害者に的確なランドマークを提供することは、視覚障害者が認知地図の創生を効率のかつ効果的に行えることにつながる。そのためには、晴眼者自身もしくは機械が疑似視覚障害者となり、実験的にランドマークの検出や獲得を行い、歩行に寄与するランドマークを分析する必要がある。本報告ではその第一段階として、二足歩行ロボットに距離センサーを搭載し、オペレータ（晴眼者）が距離センサーから得られる情報のみでロボットを歩行させて、歩行に必要なランドマークの検出と獲得を目指す。

2. 準備

二足歩行ロボットの環境情報獲得手段として、本来ならば白杖を用いて歩行経路の状況を得ることが理想であるが、実験で使用できるロボットは安価で小型のものに限られるので、白杖の触知を模擬するような距離センサーをつけて歩行を試みた。図 1 にシステムの概要を示す。

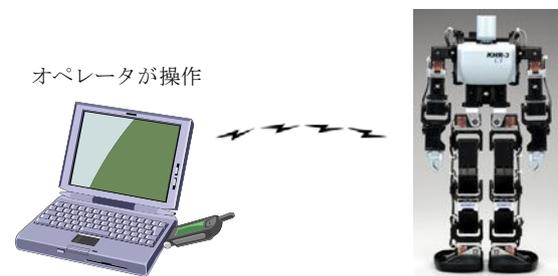


図 1 システム構成

図 1 において、オペレータ（晴眼者が操作）は、ロボットを通して歩行環境情報を取得する疑似視覚障害者であり、視覚情報（CCD カメラの情報）等は一切与えられていない。このため、本報告ではロボット自身が SLAM (Simultaneous Localization and Mapping) のような自己位置推定と環境地図作成は行わず、これまでに PC が学習したランドマークの知識のみで室内を移動する。歩行のためのランドマークの検出と獲得、そのランドマークの知識化が本研究の課題である。

3. 実験の概要

3.1 実験システム

図 1 に示すように、ロボットは無線 LAN で遠隔操作が可能で、ジャイロや加速度センサーを搭載したものを使用している。PC はロボットから送信された距離データ（模擬触知データ）に基づいてランドマークを検出し、獲得したランドマークを用いてオペレータが認知地図を創生する。その際、ロボットの加速度センサーやジャイロのデータが躓きや転倒を検出した場合も歩行注意情報として、ランドマークデータが自動的に構築される。

本報告で使用した二足歩行ロボットは、近藤科学株式会社の KHR-3HV 無線 LAN セット（ロボットのサイズ：高さ 401mm, 幅 194mm, 奥行き 129mm, 重量：1500g）であり、サーボモーターを 17 個持ち、コントロールボード

† 日本薬科大学, Nihon Pharmaceutical University

‡ 筑波技術大学, Tsukuba University of Technology

と無線 LAN 付きマイコンボードが搭載されている。CPU は Linux OS で稼働しているため、オリジナルのプログラムが作成可能である。センサー系は、ジャイロセンサーと加速度センサーで方角や傾きなどを検出することが可能であり、距離センサーは赤外線を使った三角測量を応用した方式で障害物を検出できる。使用したロボットには高精度で高速な距離センサー（検出距離：10～80cm）を4つ搭載しており、この距離センサーが白杖の触知を模擬している。図2にロボットの動作の様子を、図3に足に装着した距離センサーを、それぞれ示す。

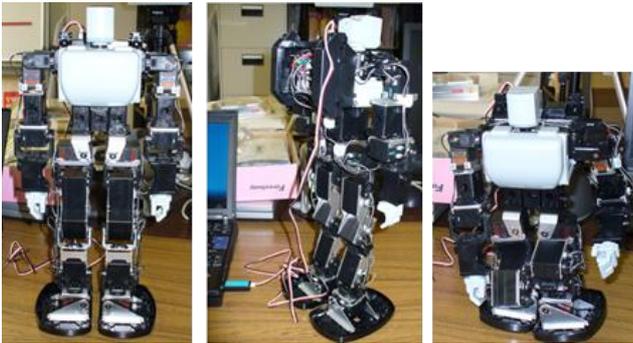


図2 ロボットの様子

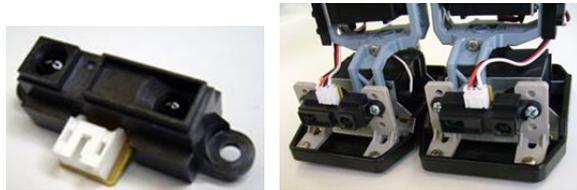


図3 距離センサー

3.2 実験の手順

本研究では、白杖が触知するような歩行に寄与するランドマークに焦点を当てているので、実験は点字ブロックや地上に置かれた物など、二足歩行ロボットの足元に設置された距離センサーで検出できるような環境モデルのもとで行う。実際には、白杖で得られるような触知を模擬して、距離データで置き換えるような制限を課している（白杖で捉えにくいような物は配慮していない）。ロボットを移動させる際に、オペレータは環境の視覚情報をリアルタイムに提供されないが、移動環境は前もって触地図等で知っている場合（既知環境）と知らない場合（未知環境）を明確に区別する必要がある。本報告では簡単な既知環境の場合で実験を行っている。すなわち、ロボットのスタート地点とゴール地点は前もって知っており、移動しながら歩行に有用なランドマークを検知し、それを知識として獲得する。その際、一度の移動で環境を把握する（認知地図の創生を行う）ことはできないため、データに記憶度合を表すパラ

メータを用意し、繰り返しの回数や物の特徴により、パラメータを増減させる（印象に残ったもの、ランドマークとなりうるものは増分を増やす）。また、ロボットが足元の障害物に躓いたり転んだりした場合、ランドマークの寄与は少なくとも注意を促す意味で、記憶度合を表すパラメータを多めに増やす。危険を察知することで歩行経路の印象が残り、歩行経路のランドマークの検知や獲得に対する学習能力も向上する。

オペレータは無線 LAN を通じて、ロボットが距離センサーで取得した模擬触知（距離データ）を用いて、状況を把握しながらロボットを操作して移動するが、移動方法として次の2つを用意している。1つは検出した物（壁や点字ブロックなど）に沿って移動する。もう一つは、任意の方角にまっすぐ移動しながら周囲の状況を検出し、ランドマークとなりうるものを記憶する。その際、記憶は、次のような連結リスト構造として保持する。

```
{識別番号, 前データへのポインタ,
  角度, 移動距離, ランドマーク情報,
  記憶度合, 次データへのポインタ}
```

ここで、角度は方向転換の角度、移動距離は歩数、ランドマークはオペレータ判断で行っているが、このデータ構造は暫定的であり、今後の実験を通してより良いものに変更する。ロボットは、オペレータのランドマーク獲得をもとに、自律的な移動とランドマーク取得が可能となっている。

4. まとめ

本研究の目標は視覚障害者の認知地図創生の過程を明らかにすることである。認知地図の研究については、心理学的なアプローチや地理学的なアプローチの研究はあるものの、理論的な取り組みはあまり行われていない。本報告も、工学的にあまり成果のない実験になるが、それはロボットの能力に起因する。高性能な触覚センサーを持った歩行ロボットを用いて、歩行に関する知識・経験・記憶を自由に操作し、様々な環境下で認知地図創生を繰り返し実験できるならば、真に科学的な成果が得られると期待している。

参考文献

- [1] Y. Murai, H. Tatsumi, N. Nagai, and M. Miyakawa: "A haptic interface for an indoor-walk-guide simulator," Springer LNCS 4061, Computers Helping People with Special Needs (Proc. 10th Int. Conf. ICCHP), pp.1287-1293, July 2006.
- [2] 村井, 巽, 宮川, 徳増: "距離場を用いた力覚歩行支援シミュレータ", FIT2008 (第7回情報科学技術フォーラム), K-031, pp.585-586, 2008年9月.
- [3] 村井, 巽, 宮川: "視覚障害のための RFID による周辺状況認識支援", FIT2006 (第5回情報科学技術フォーラム), K-062, pp.515-516, 2006年9月.