

点字ブロックを利用した自律移動ロボットのナビゲーション

Braille block based autonomous mobile robot navigation

○ 吉田 智章 (筑波大学)
Tomoaki Yoshida, University of Tsukuba

正 大矢 晃久 (筑波大学)
Akihisa OHYA, University of Tsukuba

正 油田 信一 (筑波大学)
Shin'ichi Yuta, University of Tsukuba

This paper describes the strategy of mobile robot navigation using braille block. The braille blocks are designed to be able to walk through the path with it without any other environmental information. Using laser slit beam and camera, the mobile robot will be able to perceive the braille blocks and navigate through the path without detailed environmental information.

Also the robot system for this navigation task is proposed. The system is equipped with notebook PC running Linux system. *Keywords:* Braille block, Laser range sensor, Mobile robot

1 はじめに

市街地の歩道や駅構内などには点字ブロックが敷設されている所が多い。点字ブロックの主な利用者は視覚障害者であるので、敷設状況のみで最低限歩行に必要な周囲の道の情報が得られるように設計されている。移動ロボットが点字ブロックを認識し利用することができれば、新たにロボット専用のランドマークを敷設することなく、精度の良いナビゲーションが実現できる。

これまでに、レーザースリット光とカメラを適当に配置することで点字ブロックの凹凸を検出するのに十分な精度をもつ、路面の凹凸を調べるセンサを開発した。[1]

本稿では、点字ブロックを利用したナビゲーションの基本戦略と使用するシステムについて述べる。

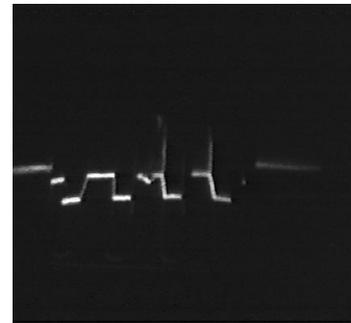


fig. 2: Camera image of guide block applied laser beam

2 基本戦略

2.1 点字ブロック

点字ブロックには、小さな円形の凸部が格子状にならんだ警告ブロックと、細い長方形の凸部が平行にならんだ誘導ブロックの2種類がある。凸部の幅や間隔は異なる物が数種類あるが、高さはこのブロックも5mmである。

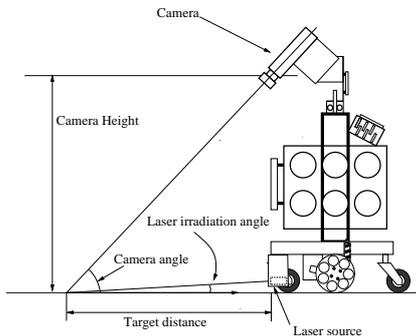


fig. 1: Configuration of a camera and a laser source mounted on a robot

2.2 センサ

浅い角度から路面に向けてレーザースリット光を照射し、その反射光をカメラで観察することによりレーザーがあたった部分の路面の凹凸を知ることが出来る [1]。実装例を fig1、赤外線レー

ザーを使用し、干渉フィルタをつけたカメラで誘導ブロックを観察した画像を fig2に示す。

2.3 ナビゲーション

ロボットは点字ブロックに関する地図を持ち、その地図上での現在地と目的地が指示されると、地図を用いて経路を決定し目的地に向かい移動する。点字ブロックが連続して敷設されている区間では誘導ブロック列とロボットの相対位置関係を認識し、誘導ブロックに沿って走行する。また、警告ブロックの存在から分岐点や曲り角を発見し、地図情報と予定経路から次の行動を決定する。点字ブロックが途切れている所では次の点字ブロックが敷設されている地点までを地図情報とオドメトリによって走行し、点字ブロックを探す。

2.4 地図情報

ロボットが誘導ブロックに沿って走行する能力があるという前提で、目的地までの移動に必要な地図情報を考える。まず、点字ブロックを利用することから、詳細な環境情報は必要なく、少なくとも点字ブロックの配置の地図があれば良い。この点字ブロックの配置の地図に求められる情報としては、例えば fig3に示す環境では fig4に示すように以下の6点が考えられる。

- 誘導ブロックで構成される経路の長さ
- 分岐点の存在とその先の経路の方向
- 警告ブロックのある曲り角の存在とその先の経路の方向
- 警告ブロックのない曲り角の存在とその先の経路の方向

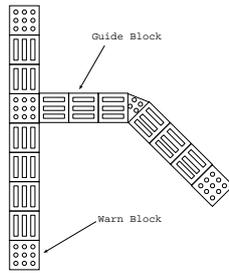


fig. 3: The pattern of the Braille block

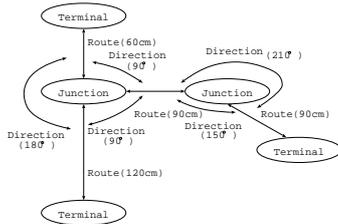


fig. 4: Corresponding environmental Map

- 点字ブロックの終端の存在
- 点字ブロックの終端から次に点字ブロックが現れる所までの方向と距離 (点字ブロックの存在しない区間の情報)

ロボットに誘導ブロックに沿って走行できる機能があれば、経路に滑らかな曲線などが含まれていても、その情報をあえて地図に記載する必要はない。また、大きな角度で曲がっている点についても、多くの場合は警告ブロックが敷設されている。したがってこの場合、曲り角を接続している経路が2つしかない分岐点とすれば見失わないでうまく曲がるのが期待できる。

まれに大きい角度で曲がっているにもかかわらず、警告ブロックが敷設されていない場合がある。ロボットが点字ブロック列を見失う危険がある場合、その場所を曲り角として地図に記録しておき、接近したらスピードを落とし、曲がった先の経路を探すという対処が必要になる可能性はある。

2.5 誘導ブロック列への追従

誘導ブロックの位置と誘導ブロックの表面の長方形の凸部の長辺方向を認識することにより誘導ブロックの列に追従して走行できる。誘導ブロック認識の基本的な処理の流れを以下に示す。

1. 画像を取り込み、レーザーの反射光を抽出する。
2. 特徴点を抽出する。
3. カメラのパラメータを用いて画像上の座標を、実環境中の座標に変換する。
4. 位置と角度を求める

誘導ブロックの位置は、得られた画像中の誘導ブロックの凸部の位置とカメラの位置及び角度から求める。また、誘導ブロックの角度を求める方法として次の手法が考えられる。

誘導ブロックの凸部に当たったレーザー光の様子を fig5 に示す。誘導ブロックの凸部の幅 W_i は既知であるので、画像から凸部に当たったレーザー光の幅 W_l を求めれば誘導ブロックの向き θ が求まる。

3 ロボットシステム

fig7 にシステムの構成を示す。コントローラに A5 ノート型 PC を使用し、さらにこの PC を PCMCIA のビデオキャプチャカードを装備することにより画像処理にも利用する。OS には Linux

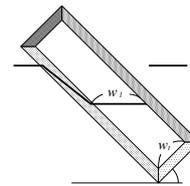


fig. 5: the convex part of a guide block applied laser beam

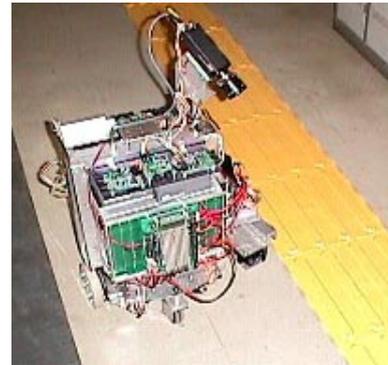


fig. 6: Mobile robot with notebook PC, camera and laser source

を用いる。ロボットは筆者の所属する研究室で開発されている移動ロボット山彦を用い、走行制御等を行なうハードウェアと PC は RS232C インターフェースで接続し PC から制御する。また、無線 LAN により、外部からモニタできるようにする。

4 まとめと今後

本稿では点字ブロックを利用したナビゲーションの戦略について述べた。また、ロボットシステムについて述べた。今後このシステムを用いてナビゲーションタスクを実現させていく。

参考文献

- [1] 吉田 智章, 油田 信一 「点字ブロックによる移動ロボットの誘導」 ロボティクスメカトロニクス講演会 Jun.1998

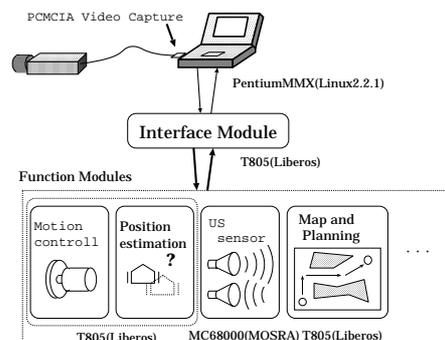


fig. 7: System Configuration