

## 自動走行ロボットによる曲がり角検出アルゴリズムの研究

高松秀行†

東京電機大学 理工学部†

築地立家‡

東京電機大学 理工学部‡

## 1. はじめに

近年、限定された視野角をもつロボットが未知領域を探索するときの、幾何的問題[1]やアルゴリズム[2]の研究が行われている。また、3次元迷路空間の探索するとき、深度バッファを用いて分岐点情報を取得する研究がある[3]。

本研究では、3次元迷路空間を自律走行するロボットが、限定された視野角度の視線スキャンによって曲がり角を検出するアルゴリズムを開発した。具体的には、視野角度の範囲内で、直線距離測定をスキャンすることにより、壁に存在する隙間を通路として認識する。このロボットに、3次元迷路探索を行わせることにより、視野角の広がり、地図情報の探索速度にどの程度の影響を及ぼすかを検証した。図2の、直角に曲がる迷路の場合、視野角が40°が閾値であった。

## 2. 曲がり角の検知

ロボットは、進行方向に対する $-\theta$  から $+\theta$ までの限定された角度 $\theta$ 内で、視線を単位角度ごとにスライドして、直線距離測定を行う。このとき、視線のスライドの前後における壁のX座標とZ座標が大きく変化する地点を探し、より近い位置に存在する壁の座標が通路の際であり、曲がり角であるとした。このX座標とZ座標の変化量の下限を設定することにより、その道が通路であるのか判別することができる。図1は、視野角60°のロボットが上方向に進行するときの曲がり角検出領域を赤で示している。ロボットの視野角だけでなく、道幅や、道の交差角度に応じて、曲がり角の検出領域も大きく変化する。このアルゴリズムをロボットに導入することで、迷路の曲がり角を検知することに成功した[図2]。曲がり角と検知した位置には青い球体を表示させている。

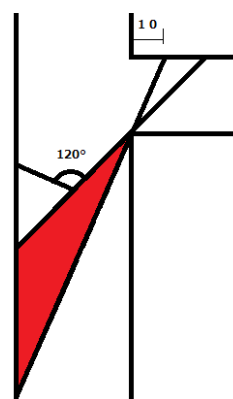


図1 曲がり角検出領域



図2 曲がり角の検知成功例

## 3. 検知精度の検証

## 3.1 実験方法

3次元迷路空間として、 $600 \times 600 \times 600$ の3次元空間に、 $50 \times 50$ の壁をX軸とZ軸に対して平行に立てて通路とした迷路を作成した[図3]。

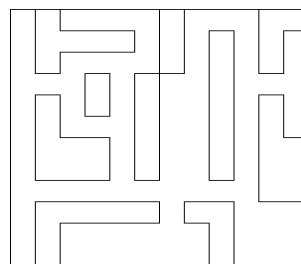


図3 迷路の俯瞰図

Space recognition algorithm for autonomous crusing

†Yoshiyuki Takamatsu

Tokyo Denki University

‡Tatsuie Tsukiji

Tokyo Denki University

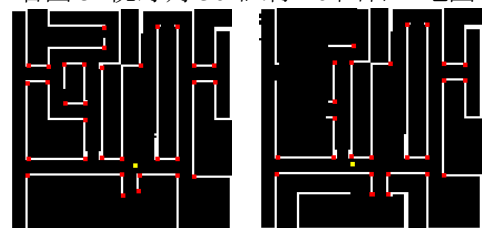
角の検知基準として、視線スライドによって、X軸とZ軸がそれぞれ10.0以上変化した場合スライド後の座標を曲がり角とした。現在地から進行方向へ25.0の距離以内に壁を観測できない場合、前進を行い、曲がり角発見時には、その角を曲がるかを、過去の記録、および、乱数による確率で決定する。すなわち、過去に通った回数が少ない道を選択し、同数の場合は、等確率の乱数で決定する。曲がる場合は、角検知時に計測したX軸、Z軸の変化量をもとに、通路の中心を通るよう曲がる。曲がり角が発見できなかった場合は、最後に曲がった角に戻るようにした。

### 3. 2 実験結果

視野角を、曲がり角の検出に最低限必要な30°から10°ごとに検証した。各角度で10回の指向を行い、32個すべての曲がり角を検出するか、8000フレームを経過した場合終了とした。ロボットが壁の位置と曲がり角を検出したときに、壁は白色、曲がり角は赤色で地図データに表示した。30°の場合は、試行ごとにまちまちな地図データであった[図4,5]。一方、40°以上の各試行では、ほぼ完全な地図が得られる場合が多かった[図6]。ただし、角度が低いほど、地図作成に失敗する場合が頻発した[図7]。これらの結果を、視野角に対する曲がり角の平均検出数としてまとめたものが、表1である。



左図4 視野角 30°試行 3 回目の地図  
右図5 視野角 30°試行 10 回目の地図



左図6 視野角 40°試行 2 回目の地図  
右図7 視野角 40°試行 3 回目の地図

表1 視野角による探索時間と検出数の関係

視野角	平均探索時間	平均検出数
30°	8000	17.6
40°	7902.8	30.1
50°	6817.9	30.9
60°	6116.3	31.4
70°	6254	31.5
80°	6039.9	31.8
90°	6549	31.7

### 4. 結論・考察

検証結果よりロボットが進んでいる道に対して垂直に繋がっている横道に対しての曲がり角の検知精度は十分高いと言える。

今後の課題としては横道への接続が垂直ではなかった時と垂直であった時、両方において十分な精度を持つX軸、Y軸の変化量のバランスを見つける。そして段差や頭上の障害などを検知できるように、現在の視界にY軸を加えて3次元を走査できるようにすることが考えられる。

#### 参考文献

- [1]KOKICHI SUGIHARA 「Some Location Problems for Robot Navigation Using a Single Camera」 COMPUTER VISION, GRAPHICS, AND IMAGE PROCESSING 42, 112 - 129
- [2]VLADIMIR LUMELSKY, AND TIMSKEWIS 「Incorporating Range Sensing in the Robot Navigation Function」 IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS, VOL 20, NO. 5
- [3]中里友紀, 向井信彦, 小杉信「視覚情報を基にした自律的な人物行動の生成」 社団法人映像情報メディア学会技術報告 ITE Technical Report Vol33, No.31, PP, 21~24