

視覚による移動ロボットの軌道制御 - 1点注視による直線軌道制御 -

7J-2

徳田 献一 今井 正和 烏野 武
奈良先端科学技術大学院大学情報科学研究科

1 はじめに

ロボットに、周囲の状況を自ら判断して移動する能力を持たせることは重要なことである。ロボットの軌道制御法の一つとして、実際に移動した軌道を視覚によって観測し誤差を修正する方法がある。

これは一般に、床に置かれた目印をもとに自分の位置を算出し制御する [1]。この方法において、自然環境に存在するものから位置を算出するために複数の目印を選ぶことは、人工的に目印を設置する方法に比べて複雑である。

それに対して、自分の位置を制御するのではなく、自分の動く軌道を制御しようとする方法がある。この軌道制御による方法では、周囲の環境の中から1つの目印を注視点に選ぶだけで良いことから、雑多な室内のような環境や、適切な目標物の数が少ない広い屋外においての運用が容易になると考えられる。この軌道制御には、これまで以下の方法があった。

- 1) ロボットの進行方向にある1点を目標に定めた直進移動 [2]
- 2) 1つの注視点を中心とする円周上の移動 [3]

本研究では、移動ロボットの軌道制御を行なう手法として、軌道判定の新たな一手法を考案した。この手法は、移動ロボットの進行方向にない一つの注視点からの距離と方向の情報のみで直線軌道か否かを判定することを可能とするものである。この手法をもとに、新たに開発した視覚による軌道制御法について述べる。

2 システム構成

本研究の対象である移動ロボット「KOMA」はステレオ視のできる2台のCCDカメラを搭載した移動ロボットである。具体的に以下の特徴を備えている。

- 1) 移動台車部は、速度及び進行方向を自由に変えることができる。

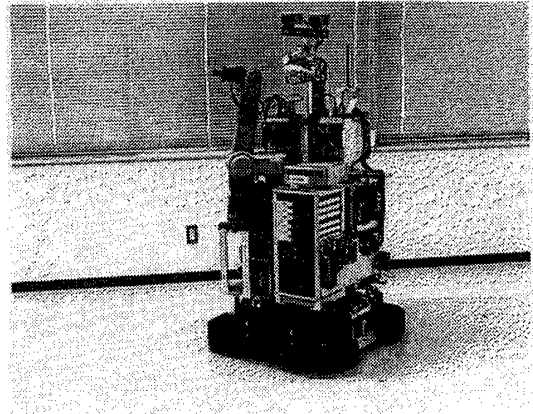


図1: 移動ロボット「KOMA」

- 2) 任意の角度に回転させることのできる3自由度のカメラ架台に、2台のCCDカメラを搭載している。
- 3) ロボットのコントローラーCPUは、無線LANを介して他の複数のプロセッサの支援を受けることができる。

3 軌道の直線判定

移動ロボットが、進行方向にない注視点を見つめながら直進しているモデルを考える。このロボットは、搭載した2台のカメラにより、ロボットの向きに対する注視点の方向 θ および、注視点までの距離 l を知ることができる。また、それぞれの初期位置を θ_0, l_0 すると、注視点からロボットの軌道延長上におろされた垂線の長さ r は、 $r = l \sin \theta$ であり、軌道が同一直線上にある限り、その初期値 r_0 と一致する。そこで、この垂線の長さ r を観測することによって、現在の軌道がロボットの初期位置から引かれた一定の直線からそれていないかどうかを判定することができる。

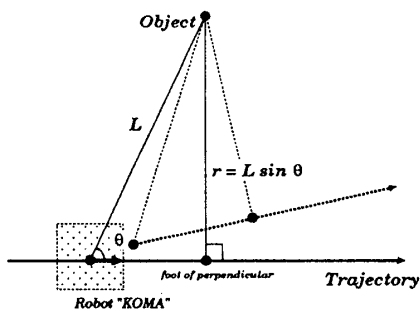


図 2: 軌道の直線判定

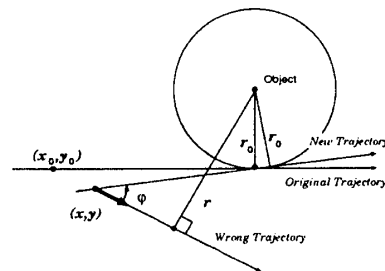


図 3: 軌道の制御

4 軌道の制御

ロボットの軌道に誤差が観測されたとき、つまり、 l と θ から算出される r に誤差が観測されたとき、これを修正する方法について考える。

床に x - y 座標平面をおき、ロボットがその座標面上を走行すると考える。すると、ロボット自身は自分がどこに位置しているかを知らない。また、元の軌道がどこにあったかを知ることができない。

このような条件のもとで、ロボットが初期の軌道からそれたときに、元の軌道へ戻ることは不可能であると考えられる。そこで、このロボットが軌道からそれたときに、できるだけ元の軌道に近い軌道に近付けるものとして、次のような修正法を考えた。

ロボットの初期位置を (x_0, y_0) とする。この位置において観測した r_0 にもとづいて r の誤差が観測されたとする。その位置 (x, y) から注視点を中心とする半径 r の円の接線に軌道を修正する。すなわち、 (x, y) でのロボットの向きと接線のなす角 ψ だけ修正する。すると、観測される r は再び r_0 と一致する。これは、注視点までの距離 l および r により可能である。

この修正法によって修正された新たな軌道を、床の x - y 平面上で見ると、明らかに元の軌道と異なることがわかるが、ロボットはこれを元の軌道と区別できないという特徴を持つ。

5 シミュレーション結果

注視点と軌道の距離 10 に対して、ロボットの初期位置を垂線の足までを 100 とし、 l, θ の値を 5 進むごとに観測するものとする。そして、進む方向が 10° の誤差を持つという条件で、軌道の制御についてシミュレーションを行なった。この結果を図 4 に示す。

これにより、この修正によって初期の軌道の付近で

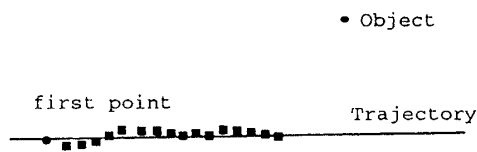


図 4: シミュレーション結果

走行を続けていることがわかる。また、このロボットが注視点を観測する周期を短くすると、これが初期の軌道に近付くことも確認した。

6 おわりに

本報告においては、移動ロボットの視覚による軌道制御の新しい手法を提案した。これまで行なってきた考察により、直進軌道の判定はこのモデルで実現可能であるとの見通しを得た。軌道制御についても、シミュレーションの結果により、制御可能であると考えられる。今後の予定として、制御法について考察を深めると同時に、移動ロボット「KOMI」の上で実験を行ない、制御の可能性を実証する予定である。

参考文献

- [1] 小森谷 清, 大山 英明, 谷 和男: 移動ロボットのためのランドマーク観測計画, 日本ロボット学会誌, Vol.11, No.4, pp.533-540, 1993
- [2] Zhongfei Zhang, Richard Weiss, Allen R. Hanson: "AUTOMATIC CALIBRATION AND VISUAL SERVOING FOR A ROBOT NAVIGATION SYSTEM", DARPA, 1993. IEEE
- [3] Shigang Li, Ichiro Miyawaki, Hiroshi Ishiguro and Saburo Tsuji: "Finding of 3D Structure by an Active-vision-based Mobil Robot", Proc. Robotics and Automation, Nice, France, May 1992. IEEE