全方向移動型オドメータの開発

Development of an Omni-Directional Odometer

○学 青葉 祐樹 (九産大) 正 牛見 宣博 (九産大) 正 鶴田 和寛 (九産大)

Yuuki AOBA, Kyushu Sangyo University

Nobuhiro USHIMI, Kyushu Sangyo University, nobuhiro@ip.kyusan-u.ac.jp

Kazuhiro TSURUTA, Kyushu Sangyo University

A lot of navigation methods for omni-directional mobile robots are proposed. In this paper, a two-wheels caster type odometer that estimates the current position and orientation of the omni-directional mobile robot is developed for the navigation. The mechanism of the developed odometer is special, and its gear train is complex. The developed odometer has a multiple rotation axis. The multiple rotation axis is composed of two shafts and bearings, and the two shafts each are possible to rotate independently. The mechanism of the multiple rotation axis transmits the different rotation of the two shafts. An estimating experiment in the current position and orientation of the omni-directional mobile robot shows the effectiveness of the developed two-wheels caster type odometer.

Key Words: Omni-directional mobile robot, Caster type odometer, Multiple Rotation Axis

1. はじめに

全方向移動ロボットにおいて特殊車輪を駆動輪に利用する場合には、移動面との滑りが生じることや、ロボット本体の移動中心が変化する。滑りや移動中心の変化は、駆動輪の回転を直接エンコーダで測定し、デットレコニングにより自己位置・姿勢の推定を行う場合において問題となり、ロボットの走行制御に影響を与える [1]。そこで、筆者らは駆動機構から独立した2輪キャスト型オドメータを開発し、その有効性を示した [2]。開発されたオドメータは2つの独立して回転することができる車輪と旋回軸で構成され、それぞれの回転をエンコーダに伝達し、エンコーダの値を測定することで自己位置・姿勢の推定を可能とする。このオドメータでは左右のオドメータ車輪の異なる回転を伝達するために、旋回軸とその旋回軸からある距離離れた回転軸が必要となり、それら2軸によってオドメータ車輪の回転を伝達している。開発したオドメータでは、機構的に歯車列が複雑になり、回転を伝達する軸間距離でバックラッシュの調整が問題となった。また、デットレコニングを行うためには、車輪が常に移動面に接地する必要があるため、路面のうねりや段差に対応するためには、左右それぞれのオドメータ車輪にサスペンション機構を搭載することも開発されたオドメータの構造上での課題として残った。

本研究では、多重回転軸を旋回軸に使用し、全方向移動ロボットの自己位置推定に利用可能な2輪キャスト型オドメータを開発する。2つの異なる回転を多重回転軸によってエンコーダに伝達することで、歯車列が複雑であることによる軸間距離の調整問題とサスペンション機構の構造的な問題を回避する。開発した実機を用いて基礎実験を行い、開発した2輪キャスト型オドメータの有効性を検証する。

2. 多重回転軸

本研究で開発する2輪キャスト型オドメータは、異なる2つの回転を伝達する機構が必要であり、多重回転軸を利

Fig.1 A multiple rotation axis with two shafts and bearings

用することで異なる回転の伝達を可能とする。

利用する多重回転軸は、図1のように2本の軸とベアリングによって構成される。径の異なる2つの軸を利用し、ベアリングを取り付けることで、それぞれの軸が独立して回転することが可能である。例えば、図1の回転入力Aは、回転軸Aにより回転出力Aを得ることができる。同様に回転入力Bは、回転軸Bにより回転出力Bを得ることができる。この機構により、2つの異なる回転を伝達することが可能である。

3. 2輪キャスト型オドメータ

3.1 オドメータの原理

2輪キャスト型オドメータの構成を図2に示す。開発するオドメータは、独立して回転する2つの車輪と、その回転軸の中心からある距離において設置された旋回軸によって構成される。従って、このセンサシステムは、2つの車輪の回転角速度 ω_R , ω_L と、旋回軸での旋回角速度 ω_D を独立して測定することが可能である。それらの測定結果が

Fig.2 The odometer components

Fig.3 Gear train of the odometer

らロボットの自己位置・姿勢の推定を可能とする。

3.2 オドメータの開発

多重回転軸を搭載して、2つの車輪の回転角速度 ω_R , ω_L と、旋回軸での旋回角速度 ω_D を独立してエンコーダに伝達する。図3は、平歯車とかさ歯車で構成される歯車列によって、車輪の回転をロボット本体に搭載されたエンコーダに伝達する機構を示す。

オドメータ車輪 (L) の回転は、かさ歯車によって回転軸を直交させ、平歯車 G2 に伝達される。さらに、平歯車 G1 から G2 までの歯車列によって回転が伝達され、エンコーダ (L) によってオドメータ車輪 (L) の回転角速度が計測される。同様に、オドメータ車輪 (R) の回転は、かさ歯車によって回転軸を直交させ、平歯車 G3 に伝達される。そして、平歯車 G4 に回転が伝達され、エンコーダ (R) によってオドメータ車輪 (R) の回転角速度が計測される。旋回軸での回転は、オドメータに固定された平歯車 G5 からエンコーダ (D) に取り付けられた G6 に伝達され、旋回角速度が計測される。

開発したオドメータの外観を図4に示す。オドメータの旋回部分と車輪が取り付けられた部分には、スプリングによるサスペンション機構を搭載することで、移動面との接地において段差やうねりに対応する。

Fig.4 Photograph of the developed odometer

4. 実験

4.1 実験方法

全方向移動ロボットを想定した3点支持の自由に動かすことができるロボットフレームに、開発したオドメータを旋回軸の中心とロボットフレームの移動中心が一致するように搭載した。開発したオドメータが搭載されたロボットフレームを移動させることで、エンコーダの値を測定し、自己位置推定実験を行った。

4.2 実験結果

開発したオドメータによって2つの車輪の回転角速度 ω_R , ω_L と、旋回軸での旋回角速度 ω_D を各エンコーダに伝達できていることを確認した。この実験結果から、提案する多重回転軸が有効に機能していることが示された。

また、オドメータの運動学と測定結果を利用することで、全方向移動ロボットの自己位置・姿勢を推定することが可能である。

5. おわりに

本研究では、多重回転軸を有する2輪キャスト型オドメータを開発した。多重回転軸を旋回軸に使用することで2つのオドメータ車輪の回転を伝達し、同時に歯車列が複雑であることによる軸間距離のバックラッシュ調整の問題も回避した。また、オドメータの旋回部分と車輪が取り付けられた部分をスプリングで接続することで、左右それぞれの車輪にサスペンション機構を搭載した。

開発したオドメータを利用した全方向移動ロボットの自己位置・姿勢の推定に関する基礎実験を行い、旋回軸とオドメータ車輪の回転の測定が可能であることを検証し、全方向移動ロボットの自己位置・姿勢の推定に有効であることを示した。

文 献

- [1] 和田正義, 森俊二: “ホロノミック全方向移動ロボットの開発”, 日本ロボット学会誌, vol.15, no.8, pp.1139-1146 (1997).
- [2] N. Usimi, M. Yamamoto, A. Mohri: “Tracking Control of Omni-Directional Vehicles Using Two Wheels Caster Type Odometer”, Journal of Robotics and Mechatronics, vol.16, no.4, pp.404-410 (2004).