

移動ロボットの運動解析と軌道推定

－ハイブリッドロボット PEOPLER- II の歩行と走行への応用－

アビア マーモウド マーモウド*

Motion Analysis and Trajectory Estimation of a Mobile Robot

－ Application to the Hybrid Robot PEOPLER-II in Walking and Rolling －

by Abeer Mahmoud MAHMOUD

本論文は、独立に制御される4脚の歩行ロボットと独立に速度制御される4輪走行ロボットの移動軌跡の推定法の提案とその有効性の検証について述べている。歩行型と走行型のいずれにおいても、斜面を含む平坦面の昇降運動中の路面接触部に作用する摩擦係数や荷重を取り上げ、これらが移動の振舞いに与える影響を明らかにすることを目的としている。全体を8章で構成し、以下の内容を記している。

1章では、移動ロボット技術全般にわたる現状を調査して問題点を整理し、本研究を進めるに至った動機と目指す目標を明らかにした。また、論文の構成を概説した。

2章では、脚型と車輪型の移動ロボットの特徴を明らかにし、それぞれの型式において優れた移動能力をもつロボット技術を記した文献を調査し、開発を難しくしている問題点を把握し、かつ、その解決に必要な基礎技術を明らかにした。とくに、1台のロボットを脚型にも車輪型にも兼用可能な技術を開発させることの重要性を指摘した。

3章では、脚の回転軸を車輪のリムに配置し、股関節軸上に重ねる軸構造によって脚への動力を伝達

する機構の歩行に関する運動学を明らかにした。また、脚型と車輪型の両方の移動を可能にするロボットをハイブリッドロボットと定義し、このロボットによる移動環境を路面の滑り難さ、脚や車輪への荷重配分、ロボットの重心位置、車体のアスペクト比（縦長／横長）、脚長／車輪半径、車輪トレッドの形と面積、等々考えられる状況の違いを整理した。

4章では、脚型ロボットの移動軌道を模擬するため、股関節と膝関節に供給するエネルギーは全て脚先の滑り運動に消費されるものと仮定し、仮想仕事の原理を用いて脚先の直線変位と回転変位、およびポテンシャルエネルギーの総和を最小にする運動を計算により追求するアルゴリズムを導いた。そこで重要となるパラメータとして、路面上の脚先変位に関わる二つ、そして角度に関わる一つの変数を定め、数式による展開を容易にした。また、提案したアルゴリズムを使ってロボットの軌道を可視化し、移動環境に応じて異なる軌道の結果は直感的にも妥当であることを確認した。

5章では、車輪型ロボットの移動軌跡を推定する計算アルゴリズムを脚型の場合と同様に仮想仕事の

*新潟大学大学院自然科学研究科

現在 平成22年3月29日エジプトに帰国

[新潟大学博士(工学) 平成22年3月23日授与]

原理を応用して導出した。この場合の特徴として、車体に対する路面着地点が脚型と異なり常時同じである。この違いにより軌跡を推定する計算アルゴリズムは異なり、12種類の異なる滑りについて考慮する必要性を示した。

6章では、提案した軌道推定法の有効性を検証するため、ハイブリッドロボット PEOPLETR- II を制御してデータを記録し、シミュレーションから得ら

れる軌道が実際の軌道から外れる距離は小さいことを実証した。

7章では、指定された軌道に沿う制御について言及し、8章では研究の全体を総括し、今後の課題を明確にした

終わりに、本研究の実施と論文の執筆に当たりご指導とご鞭撻を賜りました岡田徳次教授に深く感謝いたします。