

審査の結果の要旨

氏名 江尻 理帆

本論文は「探査ロボットの行動計画のための環境理解に関する研究」と題し、ロボットが未知の自然環境下で自律的に行動するに際して要求される環境理解について、新しい視点から検討し、行動計画をつくる手法を提案したものである。月、惑星表面を探査するローバを例にとり障害物の散在する不整地を自律的に長距離移動して効率的に目的地に移動する手法を検討している。搭載カメラの濃淡画像を用いて環境を理解することにより環境マップを構築しローバの自己位置同定、ランドマーク認識、径路計画、行動計画を自律的に行う手法を提案しシミュレーションおよびハードウェア実験によりその妥当性を検証したもので、7章から構成される。

第1章は序論であり、研究の背景、目的、従来の研究につき述べ、本論分の位置づけを明確にしている。

第2章は「画像に基づく環境理解と行動計画」と題し、提案する環境理解手法の全体的な構想について述べている。本論文では、予め環境情報が得られている工場の中などとは異なる自然環境下で、カメラから得た濃淡画像を用いて知識ベースの情報に基づき環境理解をしながらゴールに達する一連の手法につき検討している。

従来広く用いられてきたステレオカメラやレーザ測距装置などで得られる比較的近距离の詳細3次元データではなく、遠方まで含む一枚の濃淡画像情報から、注視すべき領域の抽出を行い、知識ベースで各注視領域に対する地形を推定、認識する。ここで用いる知識は、画像中の地形特徴に対する知識である。次に、地形推定結果から、環境マップを構築し、移動しながら新しい画像を取得して環境マップの更新を行い、これを用いて行動計画の決定を行うことを特徴とする。

第3章は、「環境マップ構築」と題して、新しい視点から環境マップを構築する手法を提案している。まず、注視すべき領域の抽出を行う手法を検討している。ここでは、「月・惑星環境において、画像中の注視すべきものがある領域は、濃淡値が大きく変化し、エッジが現れる領域である」という知識を用いている。次に、あらかじめ用意した月・惑星環境における **rock**、**crater**、**convexity**、**concavity**、**complex** の5種類の地形特徴に関する知識を使って、抽出した各注視領域に対し、地形推定を行う手法について提案している。さらに、注視領域の画像中の位置、大きさ、地形推定結果、ランドマーク候補となる番号などのデータを保有した環境マップを提案している。これらの一連の手法の有効性を数値シミュレーションとハードウェアを用いた実験で検証している。

第4章では、「環境マップの更新」と題して、あらかじめ構築したマップと、移動後に構築したマップを比較し、データの更新を行う手法を提案している。遠方にある障害物に関する情報は、次第に接近するほどあいまいさが減っていくことに着目し、ロボットの移動に伴って環境マップの更新を繰り返すことによって、地形推定の信頼度を上げ、濃淡画像中のあいまい情報を少なくしていく手法を示しハードウェアを用いた実験で有効性を確認している。

第5章は、「行動計画」と題して、ルート計画とセンシング計画を行う方法につき述べている。単一カメラによる濃淡画像は、ステレオ写真やレーザ測距器などによる精密測定とは異なり、あいまいではあるが広域の情報を含む。これに基づいて構築した環境マップを用いて、目的地までのルートを大まかに計画する手法と、計画したルートに対し、どのようなセンシングを行いながら移動するかを計画する、センシング計画手法について提案している。これらの一連の手法の有効性を数値シミュレーションとハードウェアを用いた実験で検証している。

第6章は、「環境理解」と題して提案手法が月・惑星ではなく、地球上の火山や森林などの自然環境へ応用できる可能性を示している。本論文で提案した基本的な考え方は、探査ロボットが予め持っている知識を用いて環境を認識するだけでなく、環境がロボットの行動に及ぼす影響を判断して行動計画を立てるという意味で一般性を有することを示唆している。

第7章は「結論」であり、本論文をまとめ、研究の成果について総括している。

以上これを要するに、本論文では、探査ロボットが行動計画を行うための環境理解につき新しい観点から考察をおこない、未知の自然環境の下でロボットが効率良く遠距離を移動するための環境理解手法を提案し、従来手法のような詳細な3次元マップを構築することなく、濃淡画像に基づいて作成した環境マップにより行動計画を行う手法を提案したもので、ロボット工学、電子工学上貢献するところが少ない。よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。