Osaka University Knowledge Archive

Title	Research on Control Architecture and Visual Information Processing for Mobile Robots
Author(s)	渡邊, 睦
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3132592
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

Osaka University

【 69 】

氏　　名	渡　邊　　睦（わたなべ むつみ）
博士の専攻分野の名称	博　　士（工　　学）
学位記番号	第　13422　号
学位授与年月日	平成9年9月30日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文名	Research on Control Architecture and Visual Information Processing for Mobile Robots （移動ロボットの制御構成と視覚情報処理に関する研究）
論文審査委員	（主査） 教授　白井　良明 （副査） 教授　浅田　稔　　教授　大川　善邦

論文内容の要旨

本論文は，原子力発電所などの人間が立ち入れない場所や，オフィスなど環境変動があり人間の出入りの多い場所で働く知能ロボットが安全かつ効率的に自律移動するために必要な情報処理・移動制御システムの採るべき構造と，自由空間認識，障害物回避のための視覚情報処理技術に関する研究を纏めたものである。

第1章は序章であり，従来の知能移動ロボットを，敏捷な移動行動の実現，環境適応能力，及び移動効率に関して総括し，従来システムの問題点を解決し安全性と合目的性を両立するための制御システム構成，及び視覚情報処理の基本機能の観点から論じている。

第2章では，前章で述べた制御システム構成として，「役割別群化マルチエージェント構成」を提案している。知能移動ロボットの基本機能として従来の安全確保，目標地点への誘導に加え，新たに誘導行動が失敗した時の効率的な対処行動を考案する。これら基本機能を独立の観測行動エージェントとして作成し，各役割別に反射行動群，誘導行動群，及び適応行動群の3つの群に構造化する。各群に固有の行動選択機構を付与し，選択されたエージェントの出力を更に群間の優先関係に応じて切り替えることにより，現在の状況に応じて適切な移動制御指令が円滑に決定されるよう構築する。この構成により，例えば障害物の出現により目標物を見失う場合でも，非効率的な徘徊行動を抑制し，目標地点への安定な到達の可能性を高める。シミュレーション実験，及び試作した屋内移動ロボットを用いる制御実験により本提案の有効性を示している。

第3章ではステレオ視を用いる自由空間検出法である「視差予測ステレオ法」について論じる。本手法は，前方の空間に物体が存在した場合の視差を計算し，この視差を用いてステレオ照合を行うことにより，環境全体の距離情報の抽出，奥行き地図記述の作成・解析という複雑な処理を行わずに，移動空間内の障害物を効率的に検出できる利点を有する。屋内で距離が2mから4mの範囲にある円錐，円環，人間などの6種類の物体を検出する実験を行い，96.7%の成功率を得ている。また，原子力発電所を模擬する環境で110回の移動実験を行い，安定に障害物が検出できることを確認している。

第4章では移動中の時系列画像からオプティカルフローを求め，動きの消失点の推定残差が大きい領域を移動障害

物候補領域として検出し，この移動障害物候補領域に含まれるオプティカルフローの方向成分及び明度成分を主成分分析して得られる固有値を用いて移動物体の種別を認識する「移動障害物認識法」について論じる。動き情報の利用により，歩行者のように形状が変化する物体や，移動障害物候補領域の抽出が不完全な場合でも，認識の安定化を実現する。2工場における屋外25シーンで，乗用車・自転車・歩行者の検出・識別実験を行い，84.0%の成功率を得ている。

最後に第5章では，本研究で得られた成果を総括している。

論文審査の結果の要旨

人間が立ち入れない場所や，人間の出入りの多い場所で，ロボットが安全に自律移動するためには，視覚情報処理が重要な役割を果たす。従来の多くの研究は，移動ロボットの環境を認識してから移動計画を立てる方法と，センサ情報によって反射的な行動を取る方法が中心であった。前者は環境変化に対する対処が十分でなく，後者は効率的な移動が困難であった。

本論文は，環境変化への対処と効率的な移動を行なう方式を提案するとともに，移動に必要な視覚情報処理を述べたもので，その主な成果は次のとおりである。

(1) 従来の移動ロボットの行動が安全確保と目標地点への誘導であったのに対し，誘導行動が失敗した時の対処のための適応行動という役割を提案している。この提案に基づいて，反射行動，誘導行動，及び適応行動の3つの行動を適切に実現するため，それぞれの行動を構成する複数の基本機能をそれぞれエージェントとして作成しておき，各行動のエージェントの出力から適切な行動を選択する機構を与えている。この「役割別群化マルチエージェント構成」により，環境の変化があっても目標地点へ効率的に到達することができることをシミュレーション，及び実ロボットを用いた実験で有効性を検証している。

(2) 従来の多くのステレオビジョンが，与えられた2つの画像の対応点を求めることによって，距離情報を求めているのに対して，移動に必要な部分の自由空間を効率よく抽出するための視差予測ステレオ法を提案しこの方式で実環境で移動実験を行ない，移動のための視覚情報が効率よく得られることを示している。

(3) 移動中のカメラから入力した時系列画像から移動物体を認識する方法として，画面上の動き（オプティカルフロー）を求め，動きの消失点の推定残差が大きい領域を移動障害物候補領域として検出し，この移動障害物候補領域に含まれるオプティカルフローの方向成分及び明度成分を主成分分析して得られる固有値に基づいて障害物が何であるかを認識する手法を提案し，カメラを車につけて屋外を走行して実験を行なって，その手法の有効性を確かめている。

以上のように本論文は，動物体を含む環境で安全に移動して目的地へ到達するための情報処理システムの構成と必要な機能の実現方法を提案するとともに，複数の可能な行動の中から最適な行動を選択するメカニズムに大きな示唆を与えており，ロバストな知能ロボットの研究の発展に寄与することが大きい。よって本論文は博士論文として価値のあるものと認める。