

Title	大局的画像照合による3次元物体認識手法とロボット視覚システムの応用
Author(s)	橋本, 学
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/42716
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	橋本 学
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第 15621 号
学位授与年月日	平成12年5月24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	大局的画像照合による3次元物体認識手法とロボット視覚システムの応用
論文審査委員	(主査) 教授 仲田 周次
	(副査) 教授 荒井 栄司 助教授 藤本 公三

論文内容の要旨

本論文は、自動生産システムの構築に重要な基盤技術の一つである、積み重ねられた複数の3次元物体を同時に認識する手法を提案し、ロボット視覚システムとしての実用性を立証することを目的としたものである。

第1章は緒論で、本研究の背景と目的、さらに本論文の構成について述べている。

第2章では、本研究で取り扱う物体認識問題の前提条件を示し、実環境で取得される濃淡画像と距離画像の性質、および従来のモデル照合に基づく物体認識手法の問題点を示している。次に、複数の物体からなるシーンでは、解釈されたシーンが正しいならば、そのシーン解釈と実際に取得された入力画像とのシーン全体としての整合性が高いことに着目し、この大局的整合性を判定基準とする新しい物体認識の考え方を示している。さらに、物体候補抽出、シーン仮説生成、大局的画像整合性最大仮説選択の3つの手順からなる仮説検証型物体認識アルゴリズムを提示している。

第3章では、物体候補抽出に必要な高速パターン抽出手法として、1次元アレイ構造テンプレートを有する輪郭パターン照合アルゴリズムに関して検討している。また類似度累積計算の途中打ち切りによる高速化手法を検討し、実験により本手法の有効性を実証している。

第4章では、シーン仮説の生成・検証過程が物体候補のラベル付けによって実現され得ることを示し、高効率なラベル付け手法として遺伝的アルゴリズム(GA: Genetic Algorithms)を用いた方法を検討している。また実画像を用いた他手法との比較実験により、本手法の有効性を実証している。

第5章では、大局的画像照合に用いる画像に関して検討し、濃淡エッジ画像を用いた手法の問題点を明らかにすると共に、距離画像を用いた照合方法の有効性を示している。また、表面に特徴模様を持たない対象物体の距離データを取得する手法として、ランダムドットパターン投光併用ステレオ視覚を検討し、実験により有効性を検証している。

第6章では、前章までの成果をもとに、大局的画像照合に基づく3次元物体認識手法の構成を示し、本認識手法の成立に必要な条件を明らかにしている。

第7章では、本認識手法の応用として、箱状物体の自動荷下ろしロボットの視覚システムを構築し、実システムを開発するとともに、実用的な性能を有することを立証している。

第8章では、本研究の総括として、各章で得られた成果をまとめている。

論文審査の結果の要旨

本論文は、自動生産システムの構築に重要な基盤技術の一つとしての、複数の3次元物体の配置を認識するロボット視覚システムの構築を目的とし、画像中の部分的な情報から生成されるシーン解釈に関する多数の仮説を検証することによって対象物体を認識する手法に関するものである。

本論文の成果を要約すると、次の通りである。

- (1) 入力エッジ画像と輪郭モデル画像との照合において、輪郭画素の位置、濃度勾配方向、およびエッジ強度を各々1次元アレイとして格納するテンプレートマッチング (EPTM: Edge Point Template Matching) 法を提案し、テンプレート点を1次元アレイに展開しておくことにより、照合時のデータ参照回数を低減することが可能であることを示している。
- (2) 本認識手法は、複数の物体候補の組合せによる物体配置の最適化問題であることから、物体候補にシーン仮説に採用するかどうかのラベルを付加するラベルづけ問題として扱うことができること、最適ラベルを求める方法として、遺伝的アルゴリズム (GA) を適用することで効率的な仮説生成と検証が可能であることを明らかにしている。
- (3) 大局的画像整合性を評価する際に用いる画像として、濃淡エッジ画像では物体同士が密着して隣接する場合や、物体の厚みが薄い場合には、エッジ欠落や偽エッジの発生が原因となって正しく評価できないこと、また距離画像を用いた照合では、物体の画内部の情報を取得可能なため、この問題点が解決できること、対象物体にランダムなドットパターンを投光する装置をもつステレオ視覚を構成することにより、表面に特徴のない物体表面でも安定したステレオ画像の対応付けが可能であることを実証している。
- (4) 本手法を複数種類の物体からなるシーン認識に適用する方策としては、全ての認識対象に関するモデルを用いて物体候補の抽出および大局的画像照合のための推定距離画像の生成を行い、また遺伝的アルゴリズムにおいて染色体にモデルIDを属性として保持させることにより、複数種類の物体に適用されることを示している。
- (5) 本手法が成立するための条件として、カメラで見えている物体は、全て候補として抽出されなければならないこと、カメラ視野内の物体はすべてモデルが既知でなければならないこと、シーン中に存在する物体の個数は既知である必要はないことを明らかにしている。
- (6) 本手法を適用上の限界として、対象物体が正方形に近い面形状を持つ場合など大局的画像整合性の高い疑似解 (偽のシーン仮説) が存在し得る場合には仮説の真偽を判断できないこと、また遺伝的アルゴリズムは理論的最適解への収束が保証されていないため、近似解にトラップされ、大域解をみつけることができない場合があることを示している。さらに、物体が部分的に見えている微少断片が多数存在するときには、大局的整合性尺度計算上の誤差蓄積により誤認識が起り得ることも明らかにしている。
- (7) 本視覚システム、ロボット、およびロボットコントローラを用いて、箱状の自動荷下ろし自動ハンドリングロボットシステムを構築し、実用的な性能を有することを実験的に示している。

以上のように、本論文は生産システムの自動化を進めるための重要課題である3次元物体認識についての新しい概念、実現のための新しい手法の提案、さらにその理論的、実験的検討を行い、3次元物体の認識の新しい手法、その信頼性向上への指針など基礎的知見を与えており、生産科学および技術の発展に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。