

Title	距離画像の計測と認識に関する研究
Author(s)	佐藤, 宏介
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/383">http://hdl.handle.net/11094/383</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

Osaka University

氏名・(本籍)	さ とう こう すけ 佐 藤 宏 介
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 8 2 9 5 号
学位授与の日付	昭 和 63 年 6 月 16 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	距離画像の計測と認識に関する研究
論文審査委員	(主査) 教 授 井 口 征 士 (副査) 教 授 辻 三 郎 教 授 北 橋 忠 宏 教 授 白 井 良 明

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、コンピュータビジョン研究の一層の発展に寄与し、さらに環境を理解するロボットのための有効な視覚センサを実現するために、外界の三次元位置情報を距離画像として観測し、その立体構造を認識することを目的としており、従来の距離画像計測法に代る高速かつ安定な計測法および、それを具現した高速計測システム、さらに距離画像による曲面物体を含む情景の記述・認識アルゴリズムと、距離画像の計測と認識に関して行った研究をまとめたものである。

距離画像の計測に関して、非接触で実用的な計測法として、制御された光の投影に基づいた方法を考究し、従来のスリット光を投影する計測法では、測定空間をスリット光で走査する必要があるために計測時間が制限されていたが、参照光として測定空間全体に投影される二次元のパターン光を用いることにより大幅に高速計測可能な計測法を提案している。この方法は、グレイコードで符号化された二値のストライプパターンを時系列的に投影することにより、日本のスリット光投影と等価な距離画像が  $\log_2 n$  枚のパターン光投影で計測でき、空間の分解能を高めるほど優れた高速性が得られるものである。計測の安定性に対して、照明や物体表面の模様の影響と、投影光の符号化誤りに対処するポジ・ネガ相補的なグレイコードパターン光の有効性および、高精度計測性に対して、投影マスクの半ピッチずらしによる倍精度パターン化と光の濃淡情報を用いた境界位置の内挿法の有効性を明らかにした。この計測法の実現に関して、計測時間を決定する要因を明らかにし、液晶光学シャッタによるパターン光の投影と高速画像プロセッサによる画像計測から実用的な高速距離画像計測システムを実現した。

距離画像の認識に関して、二次曲面の滑らかな接合により構成されている曲面物体を対象として考究し、局所形状に基づく曲面・平面のセグメンテーション法と、二次曲面とその境界の特徴解析から面を

ノードとしエッジをアークとする面ネットワークによる情景の記述法について述べている。実際に計測された距離画像を元に、従来の濃淡画像の解析からでは認識が困難である曲面物体の形状の性質を、定性的に記述できることを明らかにした。さらに、面ネットワークの解釈に関して、実世界に対するヒューリヒティクスのIF-THEN型ルールによる知識表現および、プロダクションシステムによる推論とその計算機上での実現について述べている。可読性のよいルール群により、複数の曲面物体を含む情景から、特定面、物体の構成と形状、物体間の位置関係の認識が行えることを明示した。

以上、距離画像の計測から認識まで一貫した処理を示すことにより、距離画像がコンピュータビジョンにおける有効な手段であることを実証した。

## 論文の審査結果の要旨

三次元の世界にある物体の位置や形状を計測し、そのシーンを記述・認識することは、コンピュータビジョンの大きなテーマである。本論文は三次元物体の位置・形状を計測するためのアクティブレンジファインダの開発と、それによって得られる距離画像に基づいて曲面物体を含む三次元シーンを記述し認識する方法について述べている。

まずレンジファインダとしては、スリット画像法の問題点である計測時間を短縮するため、測定空間をグレイコードパターンでコード化する空間コード化法を提案し、N本のスリット画像に相当する距離画像を $\log_2 N$ 枚の画像から得ている。さらにこのシステムのボトルネックである投影パターン用マスクをエレクトロオプティカルなデバイスである液晶パネルで実現し、高精度でかつ信頼性の高いシステムを作り上げている。さらに、照明や物体表面の模様の影響によるコード化誤りに対処するためのネガ・ポジ相補的な投影パターンの有効性や、サブピクセルレベルでの高精度化に対処するための投影マスクの半ピッチずらし法やパターンエッジ位置の内挿法の有効性を明らかにしている。得られた距離画像の特性は従来の三次元画像に比較して優れた性質を有しており、画像計測、ロボットビジョンの分野に大きな貢献をするものである。

距離画像の認識に関しては、従来試みられていなかった「曲面物体で、かつモデルを持たない未知シーン」を対象とし、二次曲面とその境界の特徴解析から面をノードとしエッジをアークとする面ネットワークによる三次元シーンの記述法について述べている。実際に計測された距離画像に対し、局所形状に基づく曲面・平面のセグメンテーションを行い、面ネットワークを記述し、従来の濃淡画像からは認識が不可能であった曲面物体のシーンを定性的に記述している。また面ネットワークの解釈に関して、実世界におけるヒューリスティクスのIF-THEN型ルールによる知識表現およびプロダクションシステムによる推論を計算機上で実現している。これにより複数の曲面物体を含むシーンから、特定面、物体の構成と形状、物体間の位置関係の認識を行っている。

以上、本論文は距離画像の計測から認識までを新しく開発したシステムに基づいて考究し、距離画像が三次元シーンの認識にとって有効な手段であることを実証することによって、コンピュータビジョン

の研究に新しい知見を与えたものであり、博士論文として価値あるものと認める。