

論文内容の要旨

博士論文題目

全方位レンジファインダと全方位カメラを用いたデータ取得支援による屋外環境の三次元モデル化に関する研究

氏 名 浅井 俊弘

(論文内容の要旨)

広域な都市環境三次元モデルは、都市計画、三次元地図、仮想旅行体験等の様々なアプリケーションへの応用が期待されている。そのため、従来からカメラやレンジファインダを用いて実物体の三次元モデルを自動生成する手法の開発が盛んに行われている。特にレーザレンジファインダは物体の形状を高速かつ高精度に計測できるため広域な都市環境のモデル化に多く用いられている。しかし、レーザレンジファインダが形状を計測できるのはレーザが照射された部分に限定されるため、広域な環境全体のモデルを生成するには、多地点で取得したレンジデータを統合する必要がある。さらに、物体の色情報の取得にはカメラ等を用いる必要があるため、広域都市環境の三次元モデル化には、1) 多地点で取得したレンジデータの高精度な位置合せ、2) 効率的な計測位置の決定による計測回数の削減、3) レンジデータとテクスチャの正確な統合が課題となる。本研究では、これらの課題を解決するために、効率的な計測を実現するデータ取得支援システムの開発と多地点で取得された全方位レンジデータと全方位画像の統合方式の確立を目指している。本論文は以下の6章から構成されている。

まず第1章では、実環境の三次元モデル化に関する従来研究を概観し、本研究の位置付けと方針について述べている。

第2章では、本研究で用いるデータ取得のための全方位レンジファインダ、全方位カメラ、GPS等から成るセンサシステムの構成について述べている。

第3章では、平面領域の対応関係に基づく拡張ICPアルゴリズムを用いた多地点で取得した全方位レンジデータの位置合せ法を提案している。

第4章では、センサシステムの操作者に全方位レンジデータの取得効率の良い場所を提示するデータ取得支援システムを提案している。

第5章では、全方位レンジデータと全方位画像の統合によるテクスチャ付き三次元モデルの生成手法について述べ、屋外実環境の三次元モデル化結果を示している。

最後に第6章で本研究を総括するとともに、今後の展望について述べている。

(論文審査結果の要旨)

本論文では、市街地等の広域屋外環境の三次元モデル化を目的として、広域環境での効率的なデータ取得を実現するためのデータ取得支援システムを開発するとともに、多視点で取得した全方位レンジデータと全方位カラー画像の統合方式を提案している。実際に車載型のセンサシステムとデータ取得支援システムを構築し、屋外実環境でのデータ取得と三次元モデル生成実験を通して、提案手法の有効性を検証している。本論文の主要な成果は以下の2点に要約される。

1. 広域屋外環境の三次元計測においては、1箇所からの計測では物体相互の隠蔽によって計測できない部分が必ず存在し多数の地点で計測を繰り返す必要がある。このため、未計測部分を効率的に削減し、最適な計測位置を逐次決定するビュープランニングによる計測作業の効率化が不可欠である。本論文では、取得したレンジデータから環境の三次元モデルを逐次生成しながら局所領域の計測密度に基づくデータ取得の推奨度を計算し、推奨度の二次元マップをセンサシステムの操作者に提示するデータ取得支援システムを提案している。システムの操作者は推奨度マップを見て、推奨度が高くかつセンサシステムを設置可能な場所を次の計測位置として選択する。実際に車載型のレンジデータ取得支援システムを構築し、データ取得実験に供することによって提案システムの有用性を示している。

2. 屋外環境の三次元モデル化における最も重要な課題は多地点で計測されたレンジデータの位置合わせと単一座標系でのデータ統合による三次元モデル生成である。本論文では、この問題に対して、市街地等で顕著な平面領域の対応関係に基づく拡張 ICP アルゴリズムを提案し、多視点レンジデータの同時位置合わせを実現した。また、多視点レンジデータの統合ポリゴン化と、レンジデータと同時に取得した全方位画像のサーフェイスモデルへのテクスチャマッピングによるテクスチャつき三次元モデル生成法を提案している。実際にデータ取得支援システムを用いて得た多地点データから三次元モデルを生成し、ウォークスルー実験を通して研究成果の有用性を示している。

以上述べたように、本論文では、屋外環境の三次元モデル化を目的として、データ取得方式と多地点データの位置合わせ・統合による三次元モデル生成法を提案し、実験を通して有効性を検証している。本研究は、バーチャルリアリティ分野において、学術、実用の両面での貢献を認めることができる。本論文の主要部分に相当する内容は、学会論文誌に2編の論文が掲載されるとともに、国際会議等においても公表されている。

よって、本論文は博士(工学)の学位論文として価値あるものと認める。