

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 14 日現在

機関番号：16201

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25420408

研究課題名(和文)全方向広範囲三次元視覚システムの開発に関する研究

研究課題名(英文) Study on Development of Three Dimensional Vision System for Omni-directional Wide Area

研究代表者

山口 順一 (Yamaguchi, Jun'ichi)

香川大学・工学部・教授

研究者番号：10325318

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：全方向へ広範囲に三次元計測可能な視覚システムの開発に関する研究に取り組んだ。システム構成は、魚眼カメラ(視野角180度)2台を両眼視に構成しその2セットを背中合わせに配置する。機能は、1セット前方180度空間を三次元計測すること、また、背中合わせの関係になる魚眼カメラ2台の画像を結合して全方向映像を得ること、そして、両眼視で得られる三次元データと全方向映像を組み合わせることによって全方向三次元データを得ることである。実験では、マルチコプターに本システムを搭載し空中移動中の全方向三次元計測を行った。その結果、1ショットの撮影で得られる全方向三次元データに基づく飛行が可能であることを確認できた。

研究成果の概要(英文)：We studied on development of a vision system for three dimensional measurement in omnidirectional range. In the system, a binocular vision is structured by two fish-eye cameras. Each camera has a field of view of 180 degrees. Also two binocular vision sets are located back to back. Function of the system is as follows: Three dimensional measurement on a scene in the field of view of one set, Obtaining an omnidirectional image by

研究分野：画像認識，センシング，コンピュータビジョン

キーワード：全方向 三次元計測 両眼視 魚眼レンズ 魚眼画像 画像変換 対応点検出 全方向三次元画像

1. 研究開始当初の背景

全方位視覚として、双曲面ミラ - の直前でミラ - に向かって標準的カメラを装着するハ - ドウェア構成のものがある。移動ロボットの分野で用いられるようになってきており、センサは、カメラが上空へ向くようにロボット屋上部分に取り付けられる。計測範囲は床からミラ - の高さまでの空間である。カメラ映像において中央付近にカメラ自身が映るため、実際はロボット付近の情景が映されず死角となる。また、標準視野角カメラ2台を両眼視モジュールにし、そのモジュールを多数、ボ - ルの表面に配置するように構成した全方向型システムが開発されている。観察範囲は半径数mの球状空間であり、全てのモジュールからの映像を繋ぎ合わせ1つの映像として周りの情景を扱う。パーソナルビ - クル等で、前後左右および上空や足元といった近辺の全方向における障害物や段差などを認識できる。球状空間を拡大するには、カメラ基線長を長くしなければならないことからモジュールが大きくなり、その結果、全体が非常に大きな形(ボ - ル状)になる。繋ぎ合わせの画像の枚数も多く、また、繋ぎ合わせ部分でのずれや部分的画像欠落などの課題がある。このように、全方位あるいは全方向の視覚システムが提案されていたが、計測範囲が十分とはいえず、応用展開が限定的であった。

2. 研究の目的

本研究の目的は、魚眼カメラを用いた全方向三次元視覚システムの開発と、本システムを移動体に搭載するための応用展開である。システムは魚眼カメラを両眼視構成にしたものを2セット、背中合わせにモジュール化したシンプルな構成である。このシステムは、視差検出および三次元セグメンテーションの画像処理アルゴリズムを持つことによって、広範囲空間における物体や情景を三次元認識することが可能となる。また、この特徴により、従来システムでは対応しにくい課題を検討できる。本研究では、半径100m内の物体追跡を目指してシステムを構築し、移動体へ搭載する実験を通して様々な応用展開を検討することを目的とした。

3. 研究の方法

本システムに必要な CCD カメラ、魚眼レンズ等のデバイスや部品は購入し、2セットの両眼視モジュール化に関する設計を研究代表者が行い、製作を外部の協力企業に委託した。研究代表者は、研究全体を統括すると共に、画像処理アルゴリズム全体の設計および実験データの解析を行った。画像処理プログラムの開発および実験は大学院生が行った。実験は、システム製作後の暫くの間は、大学の適当な場所にシステムを取り付け、三次元計測手法および球状空間画像取扱方法の構築のため実験および調整・改善を行った。

次に、システムを移動体に搭載し、球状空間動画像処理に関する開発を行った。その開発では、全方向について刻々と変化する情景(路面、壁、建物など)について連続的に立体形状認識を行う画像処理法を構築した。

4. 研究成果

全方向三次元計測のための新たな画像処理法の開発、計測精度向上のための補正、本視覚システムをマルチコプターへの搭載、に取り組んだ。

は、対象に応じた空間分解能の選択と設定を容易にして全方向計測の利便性を高める。本研究では、分割領域にマッチドフィルタを適用して対応点を探索する画像処理法を開発した。これは、分割サイズを決めることによって、空間を粗くサンプリングした計測(計測時間を短縮する)から詳細計測(計測時間の増)までを任意に選択するものである。本視覚システムの使用目的や使用場面に応じた計測の柔軟性を向上させることから、システム利用範囲の拡大に大いに貢献すると考えている。は、魚眼レンズが撮像式と完全には一致していないことに因る計測精度低下を防止するため必要なことであり、本研究では、空間の1点1点についての検出入射角度を修正する補正データを作成した。魚眼レンズは、正面から周辺へ向かうに従い補正度合いが大きくなる傾向にあり、本補正により、全方向について三次元計測精度のバラツキが低減された。は、本視覚システムの利点を最も活かす応用と考えている。この取り組みは、本研究期間中に行った実験のうち、図1に示すように、自動車の屋根に本視覚システムを取付けて行った全方向三次元計測実験の結果から生じた課題(特に死角)になっている。注目した点は、魚眼視野が広いために生じる死角(自車領域)を排除すること、視覚システム自身の前後左右上下の正に全方向情景を対象とすることである。その結果、図2に示すように、自身を中心にして全方向の三次元計測が可能になった。本システムがコンパクトであり、扱い易い点も、マルチコプターへの応用に有利であったと考えている。今後、この成果を基にして様々な全方向三次元認識を検討することが考えられ、その場合の有用な参考例になるとと思われる。実用のためには、計測精度の更なる向上や、一般物体認識の画像処理法の構築、また、移動体(本実験ではマルチコプターを使った)の制御方法の構築というように、研究課題は残されている。この実験を通して、1ショットの撮影で得られる全方向三次元計測データに基づく飛行が可能であることを確認できた。

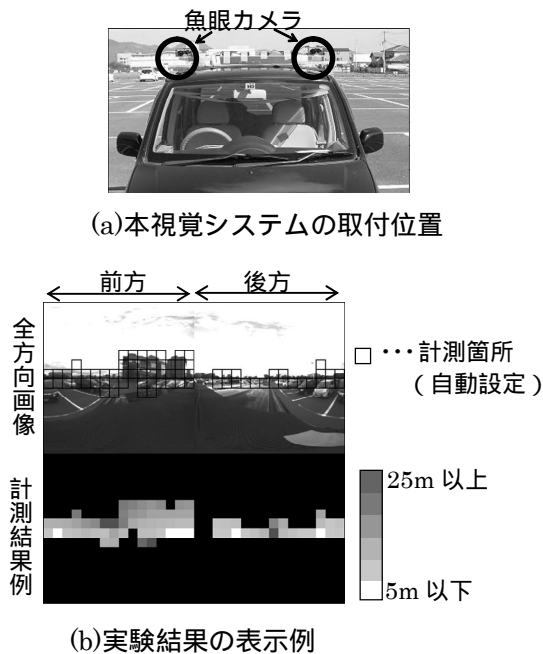


図1 搭載実験の例(自動車/駐車場)

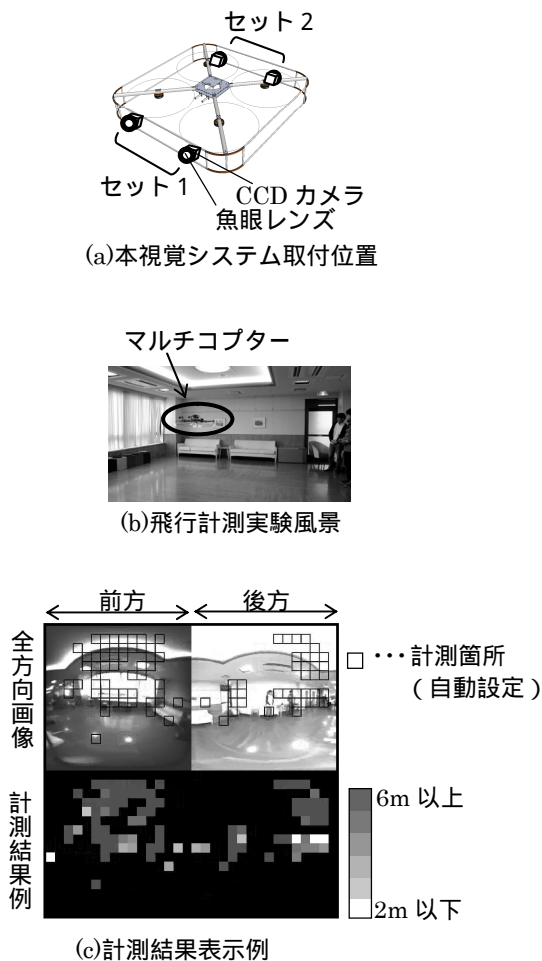


図2 搭載実験例(マルチコプター/室内)

5. 主な発表論文等

[学会発表](計11件)

新城優太,山口順一:「魚眼移動ステレオによる三次元計測」,平成27年度電気関係学会四国支部連合大会講演論文集, p.199, 高知県・香美市, 2015

Yousuke Iguchi and Jun'ichi Yamaguchi: "Omni-directional 3D Measurement using Double Fish-eye Stereo Vision", The 21th Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision (FCV2015), p1-1(6pages), Korea・Mokpo, 2015

山口順一:「全方向画像センシングの研究」,先端工学研究発表会,香川県・高松市, 2015

井口耀介,山口順一:「背中合わせ魚眼視覚を用いた全方向移動体追跡」,平成26年度電気関係学会四国支部連合大会講演論文集, p.182, 徳島県・徳島市, 2014

井口耀介,山口順一:「背中合わせ魚眼視覚による交差点監視」,電気学会・知覚情報研究会資料(PI-14-044~050), pp.1-6, 東京都・品川区, 2014

井口耀介,山口順一:「背中合わせ魚眼カメラを用いた全方向画像」,動的画像処理実用化ワークショップ2014 (DIA2014)講演論文集, pp.306-310, 熊本県・熊本市, 2014

Masashi Azuma, Yousuke Iguchi and Jun'ichi Yamaguchi: "Omni-directional 3D Position Detection in Double Fish-eye Stereo Vision", The 20th Korea-Japan Joint Workshop on Frontiers of Computer Vision (FCV2014), pp.287-291, Japan・Okinawa, 2014

高木正和,山口順一:「魚眼移動ステレオによる三次元計測」,2013年度計測自動制御学会四国支部研究会, p.13-14, 香川県・高松市, 2013

井口耀介,山口順一:「背中合わせ魚眼カメラを用いた全方向画像」,2013年度計測自動制御学会四国支部学術講演会論文集, pp.15-16, 香川県・高松市, 2013

井口耀介,東匡志,山口順一:「魚眼パノラマ結合による全方向画像」,平成25年度電気関係学会四国支部連合大会講演論文集, p.192, 徳島県・徳島市, 2013

東匡志,山口順一:「ダブル魚眼ステレオ
による全方向三次元計測システム」,第
18回知能メカトロニクスワークショッ
プ講演論文集, pp.148-152, 香川県・高松
市, 2013

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山口 順一 (YAMAGUCHI Jun'ichi)

香川大学・工学部・教授

研究者番号: 1 0 3 2 5 3 1 8