

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 6 日現在

機関番号：17701

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500218

研究課題名(和文)簡易型空中映像撮影システムによる広域状況把握

研究課題名(英文)Wide Area Situation Recognition by Portable Aerial Image Analyzing System

研究代表者

渡邊 睦(Watanabe, Mutsumi)

鹿児島大学・理工学研究科・教授

研究者番号：50325768

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円、(間接経費) 1,170,000円

研究成果の概要(和文)：H22(準備段階)～24年度において、可搬型の空中映像撮影システムを構築し、屋内静止環境における画像補正手法を開発した。次に、屋内変動環境に対処できるように、上記空中映像撮影システム、画像補正方式を改良し、屋内実験室における人物の流動把握実験、大学構内(屋外)における車両などの流動把握実験を実施し、精度評価を実証した。更に、H24～25年度においては、上空からの広域映像を安定に撮影できるように、簡易型空中飛行体(AR-Drone)を用いて、ARランドマーク認識に基づく自動巡回・特定人物への上空からの追跡機能を実現し、屋内体育館、大学構内(屋外)における自動制御実験により有効性を確認した。

研究成果の概要(英文)：Since 2009 till 2012 year period, we experimentally produced a portable aerial image acquisition system (ad balloon type) and developed the image restoration algorithm in static and dynamic environment. Both the effectiveness of the portable aerial image acquisition system and the image restoration algorithm had been proved in indoor human walking scenes and outdoor car moving scenes.

Since 2013 till 2014 year period, a portable helicopter (AR Drone) is utilized to actively acquire wide area images. We newly developed the AR landmark recognition method and aerial image based human tracking method. Experimental results both in an indoor gymnasium and outdoor university roads have shown the effectiveness of the proposed methods.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：情報学 知覚情報処理・ロボティクス

キーワード：空中映像解析 動画像処理 画像ブレ補正 人物追跡 広域状況モニタリング 自律飛行ロボット 変化検出 ランドマーク認識

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 近年、PCや民生用ビデオカメラの普及に伴う小型化、低価格化、性能向上が急速に進行し、従来から研究成果が蓄積されてきたコンピュータによるパターン・画像認識技術が、様々な領域で実用に供される状況が整ってきた。一方、21世紀は少子化・高齢化・機械知能化がますます進行し、通信、セキュリティ、娯楽、教育、福祉、介護など様々な領域で、人間にできるだけ負担を掛けない状況における人間・計算機システム間の親和的なコミュニケーションの要請が強まって行くことが確実視される。

(2) しかしながら、パターン認識・コンピュータビジョン(CV)分野における従来の認識技術は、単独の認識対象である静止物体が存在することを前提とし、形状ベースで行う認識手法が主体であり、上記の要請に応えられる技術として成熟していない状況であった。2次元画像中の物体認識に関しては、特徴点抽出結果に基づく学習型の手法(Bags of Features)が有効性を発揮しているが、姿勢の変化により見え方が大きく変化する3次元物体、人物のように形状が時々刻々変化する非剛体に関しては未だ研究段階にあり、動的に変化し、且つ家具などの遮蔽物の存在により広い視野が確保できない環境下で有効に働く物体認識の枠組みは未だ確立されていなかった。人物などの非剛体の認識においては、例えば顔認識による個人認証システムの場合のように、カメラの前に対象を制約することを前提とし多大な学習量を要するパターン認識手法が一般的である。個人性・内部状態認識に関しては、パターン認識手法を適用することによる表情分類研究例がある程度で内部状態との関連付けは行われておらず、形状特徴が必ずしも有効でなく真値の

同定が困難な分野における認識手法は、研究が殆ど行われていない状況であった。特に視点位置に関しては、アクティブカメラを用いた人物追跡法などを除き、適切な視野を得よう人為的にカメラを選択・設置するものが大半であり、広域空間を対象に十分な有効視野を得ようカメラの位置・高度を制御しつつ認識を行う研究はこれまで実施されてこなかった。

## 2. 研究の目的

(1) 例えば車両の飛び出しなどの危険等、生活空間における様々な状況を画像認識し人間に提示する際、カメラ視点位置をどう定めるかが問題となる。人間身長程度の視点位置では建物や街路樹などに遮られ十分な有効視野を得ることが困難である。一方、視点を上方に移動することにより障害物に遮られることなく広い視野が確保でき、様々な状況を適宜認識・提示することが可能となる。しかし従来の画像認識システムでは、視点位置が固定かつ低位置のため、検知できる領域が限定されてしまうという課題があった。

(2) そこで本研究では、簡便に構築できる浮遊物にカメラを搭載することにより可搬型の空中映像撮影システムを構築し上空映像を撮影し動画像解析を行うことにより、広域空間の状況認識を行うプロトタイプの開発を目的とした。

## 3. 研究の方法

(1) 本研究の目標は、屋内のみならず屋外の広域環境において生じる様々な状況に対処可能な空中映像撮影システム・認識モジュールを構築することにより、これまで実施してきた親和的情報空間構築に関わる画像処理・認識要素技術を更に発展させ、広域空間の状態認識を実現することにある。

(2) このためにまず可搬型の空中映像撮影システムを構築し、屋内静止環境における画像補正手法を開発した。次に、屋内変動環境に対処できるよう、上記空中映像撮影システム、画像補正方式を改良し、移動ロボットに搭載しこの移動軌跡を自動推定することで、精度評価を実証する実験を行った。更に、屋外映像を安定に撮影できるよう空中映像撮影システムを改良し、屋外実環境における広域状況把握実験を実施して有効性を検証した。

#### 4. 研究成果

##### (1)平成22年度（準備段階）

本研究プロジェクトの実現可能性を申請前に確認するため、以下の2つの基礎的研究を自主研究として実施した。

##### (a) 空中映像撮影システムの第1プロトタイプ試作

まず、ビニール製の風船(販売価格:約3000円)にヘリウムガスを注入したものを4個集結し、簡易アドバルーンを試作した。これにMicro SDカードを付与した小型カメラ(購入価格:約3万円)を図1に示す通りに装着した簡易撮影記録システムを構築し、十分な浮力を得て屋内環境における上方からの撮影が実現できることを確認した。



図1 簡易撮影記録システム

##### (b) 屋内静止環境における空中撮影画像補正方式の開発

上記小型カメラの視野角は105度と広角であり、図2(a)に示すようにこのままでは歪が大きく画像計測・認識に適さない。また屋内静止環境であっても、エアコン

ファンなどによる微風により簡易アドバルーンが揺れ動き、画像にブレが生ずる。これを自動的に補正するために、得られる動画像系列にまず歪曲歪補正処理を行った後、特徴点を求め、この対応付け結果を用いて各撮影時点間のブレを表す2次元アフィン変換行列を推定し補正する手法を考案した。図2(b)に補正結果例を示す。本処理後は、歪・ブレがほとんど観測されなくなるという基本的な有効性を、目視および静止カメラ映像との誤差定量解析により確認した。



図2(a) 原画像 (b) 歪・ブレ補正結果

##### (2)平成23年度

研究実施計画書に記載した内容のうち、空中映像撮影システムの第2プロトタイプに関しては、既に開発している空中映像撮影システムの第1プロトタイプで十分な性能が確保できたため、新規開発は実施せず、市販の自律飛行体 (AR-DRONE) を購入し使用した。残る2点に関しては予定通り研究開発を実施し、学会発表を行った。

##### (a) 屋内変動環境における空中撮影画像補正方式の開発

H22年度開発した屋内静止環境における空中撮影画像補正方式に基づき、人物など移動物体が随時出現する変動環境においても適切な画像計測・認識ができるよう、空中撮影画像補正方式の性能向上を行った。変動環境において継時的に画像補正を行うためには、環境中に存在する静止物体と人

物などの移動物体を分離する必要がある。特徴点追跡・解析結果により上記分離処理を実現し、第 14 回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2011) における発表を行った。

#### (b) 空中映像撮影システムを用いた屋内移動人物の移動軌跡自動推定手法・自律飛行体による自動追跡手法の開発

空中映像撮影システムプロトタイプにより得られた映像を動画解析することにより、実験室内を自律移動する屋内移人物の移動軌跡を自動推定する動画解析手法を開発し、自律飛行体による自動追跡を実施した。本研究成果を、平成 23 年度電気関係学会九州支部連合大会(第 64 回連合大会)、電子情報通信学会研究報告 パターン認識・メディア理解 (PRMU) 研究会, The Seventeenth International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB) にて発表した。

#### (3)平成 24 年度

研究実施計画書に記載した内容のうち、空中映像撮影システムの第 3 プロトタイプに関しては、既に開発している空中映像撮影システムの第 1 プロトタイプで十分な性能が確保できたため、新規開発は実施せず、市販の自律飛行体 (AR-DRONE) を購入し使用した。残る 1 点に関しては予定通り研究開発を実施し、学会発表を行った。また新たに、AR ランドマークの自動認識に基づく自動巡回方式の開発を行った。

#### (a) 上方からの移動観測に基づく屋内状況認識手法の開発

自律飛行体 (AR-DRONE) を用いて得た空中映像を動画解析することにより、実験室内を自律移動する人物を自動検出・追尾する動画処理手法を開発した。本研

究成果を、日本ロボット学会第 30 回学術講演会, The Eighteenth International Symposium on Artificial Life and Robotics (AROB) にて発表した。

#### (b) AR ランドマークの自動認識に基づく自動巡回方式の開発

AR Tool Kit を組み込み、新たに考案したフラクタル型のランドマークを自動認識することにより、巡回飛行を行う方式を考案した。本研究成果を、第 15 回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2012) にて発表した。

#### (4)平成 25 年度

研究実施計画書に記載した内容のうち、空中映像撮影システムの第 4 プロトタイプに関しては、既に開発している空中映像撮影システムの第 1 プロトタイプで十分な性能が確保できたため、新規開発は実施せず、市販の自律飛行体 (AR-DRONE) を購入し使用した。更に H 24 年度に開発した上方からの移動観測に基づく屋内状況認識手法を改良し、屋内・屋外での評価実験により有効性を確認した。

#### (a) 上方からの移動観測に基づく屋内状況認識手法の性能向上および評価実験

自律飛行体 (AR-DRONE) を用いて得た空中映像を動画解析することにより、実験室内を自律移動する人物を自動検出・追尾する動画処理手法の性能向上を実施し、実験室・体育館・大学構内において評価実験を実施し有効性を確認した。本研究成果を、第 16 回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2013) にて発表すると共に、Artif Life Robotics 誌に査読付論文として投稿し、採録された。また、H 22~24 年度に開発した、簡易型空中映像撮影システム (アドバルーン方式) を用いた広域状

況モニタリングに関する研究成果は、電気学会論文誌Cに査読付論文として投稿し、採録された。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計2件)

- ① 寺原 慶, 鹿嶋 雅之, 佐藤 公則, 渡邊 睦, 簡易型空中映像撮影システムによる広域状況モニタリングに関する研究, 電気学会論文誌C(電子・情報・システム部門誌), 査読有, Vol. 133, No. 8, 2013, pp.1529-1538
- ② Ganwen Jiang, Masayuki Kashima, Kiminori Sato and Mutsumi Watanabe, A study on state recognition in wide area by aerial image analysis, Artif Life Robotics, 査読有, Vol.18, No.3-4, 2013, pp.187-195

[学会発表] (計8件)

- ① 吉田 純, 渡邊 睦, AR-DRONE によるマーカー検出・自動巡回, 甲南大学・鹿児島大学合同 ロボット・コンピュータビジョン研究会, 2014年3月17日, 鹿児島
- ② 姜 淦文, 渡邊 睦, 空中映像解析による広域状況認識に関する研究, 甲南大学・鹿児島大学合同 ロボット・コンピュータビジョン研究会, 2014年3月17日, 鹿児島
- ③ Ganwen Jiang, Masayuki Kashima, Kiminori Sato, Mutsumi Watanabe, A study on automatic human tracking based on human movement detection accurately by Integrating multiple modules, The 16th Meeting on Image Recognition and Understanding (MIRU2013), SS2-6, 2013年7月30日, 東京
- ④ Ganwen JIANG, Jun YOSHIDA,

Masayuki KASHIMA, Kiminori SATO and Mutsumi WATANABE, A Research on State Recognition in Wide Area by Aerial Image Analysis, The Eighteenth International Symposium on Artificial Life and Robotics, GS7-3, 2013年1月31日, Daejeon, Korea

- ⑤ 姜 淦文, 鹿嶋 雅之, 佐藤 公則, 渡邊 睦, 空中映像解析による広域状況認識に関する研究, 日本ロボット学会第30回学術講演会論文集, 4F3-6, 2012年9月18日, 札幌
- ⑥ 鹿嶋 雅之, 吉田 純, 佐藤公則, 渡邊睦, 空中映像解析における移動体自動制御に関する研究, 第15回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2012) 論文集, DS-12, 2012年8月7日, 福岡
- ⑦ Ganwen JIANG, Jun YOSHIDA, Masayuki KASHIMA, Kiminori SATO and Mutsumi WATANABE, A study on situation recognition in wide area by aerial image analysis, The Seventeenth International Symposium on Artificial Life and Robotics, GS16-4, 2012年1月20日, 別府
- ⑧ 寺原 慶, 鹿嶋 雅之, 佐藤 公則, 渡邊 睦, 空撮画像認識による広域監視に関する研究, 第14回画像の認識・理解シンポジウム (MIRU2011) 論文集, IS4-39, 2011年7月22日, 金沢

[その他]

ホームページ等

<http://www.ics.kagoshima-u.ac.jp/~fics/>

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

渡邊 睦 (WATANABE Mutsumi)

鹿児島大学・理工学研究科・教授

研究者番号: 50325768