

様 式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書



令和 元 年 6 月 20 日現在

機関番号：24201

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16221

研究課題名(和文) UAVを用いた海洋環境モニタリングのための環境推定手法

研究課題名(英文) Environment estimation method for marine environment monitoring using UAV

研究代表者

榎本 洸一郎(Enomoto, Koichiro)

滋賀県立大学・工学部・講師

研究者番号：80736603

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：浅海域が含まれる空撮画像において、時間方向に対して中間フィルタによる平滑化処理を行う海面のゆらぎ低減手法を提案し、これまで困難だった海面や水面部のオルソ画像生成が可能となった。また空撮画像を用いた、干潟の地形自動識別手法を提案した。提案手法では新たに砂場、水面、その他の3クラスでデータセットを作成し、学習・識別を行った。この結果、水面89.6%、砂場91.2%、その他94.0%と十分な精度が得られ、干潟の地形識別の可能性を示した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

浅海域が含まれる空撮画像において、これまで困難だった海面や水面部のオルソ画像生成が実現したことにより、測量や環境調査など様々な分野でのUAVの活用の範囲が広がることが期待される。

研究成果の概要(英文)：We have proposed a method to reduce sea level fluctuation that performs smoothing processing with median filter in the time direction in an aerial image including a shallow sea area, and it has become possible to generate ortho images of the sea level and the water surface that were difficult until now.

We also proposed a method of identifying tidal flats using aerial images. In the proposed method, data sets were newly created in the sandbox, water surface, and other three classes, and learning and identification were performed. As a result, 89.6% of the water surface, 91.2% of the sandbox, and 94.0% of others were obtained with sufficient accuracy, indicating the possibility of landform identification.

研究分野：画像計測

キーワード：Unmanned aerial vehicle 動画画像処理 画像復元 画像処理

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19（共通）

### 1. 研究開始当初の背景

水産資源や海洋環境の管理・保全のために海底動画を用いた水産資源観測技術の確立を目的とし、海底動画を用いた水産資源量調査のための自動計測システムの開発とともに、海中などの非整備環境下における画像認識技術の確立を進めている。

海底動画とは、一般的な可視波長の DV カメラで海底を撮影した画像を指す。海底動画は、従来までの音響探査では計測できないものを観測するための新たな技術として期待されている。海底動画に含まれるものは、海底の表面やケガニやヒラメなどの海底に生息している甲殻類や魚類の一部、ホタテガイなどの貝やヒトデ、サンゴなどの藻類などの底生生物である。北海道のホタテガイ地撒き養殖においては、海底動画を用いた資源量調査が行われている（北海道立網走水産試験場、2008）。現在、静止画の撮影技術は確立され、実際の資源量調査に用いられており、動画の撮影技術は、現在までの研究成果により確立している（榎本洗一郎ら、2012）。また海底動画を用いた自動計測技術では、ホタテガイやマヒトデ、コンブ、アイヌワカメなどの海藻類などの複数種の底生生物に特化した画像処理による検出手法を設計し、その有効性を示している（K. Enomoto、et al.、2014）。

これらの資源量被度情報や海洋環境の状況は、複数の情報と比較することでより詳細に把握することが可能である。また近年の UAV の低価格化や操作の容易さにより海上からの撮影も可能である。このため、これらの情報を統括するシステムの開発を目指す。

### 2. 研究の目的

水産資源や海洋環境管理のための海底動画や空撮画像を用いたモニタリングシステムの開発を目的とする。具体的には、先行研究で提案している海底動画を用いた画像処理による水産資源や海底環境の自動計測システムを基盤とし、新たに UAV（Unmanned aerial vehicle）を空撮画像の取得・解析を行い、海底動画と空撮画像から得られる情報のレイヤー構造化を目指す。

本研究では、水産資源や海洋環境管理のために海底動画に加えて空撮画像を用いたモニタリングシステムの開発を目的とし、UAV を利用した沿岸部の空撮画像の撮影と空撮画像を用いた海洋環境推定手法の提案に大別し、取り組む。

#### (1) UAV を利用した沿岸部の空撮画像撮影法の検討

海洋環境下における UAV を利用した空撮画像の撮影のために、瀬戸内海域および沖縄県西表島の干潟などの沿岸部での検証実験を行う。

UAV を用いた先行研究としては測量や森林調査、農業への応用事例（鈴木ら、2011）がある。水産分野においては、アマモ場の水産資源量調査を対象とした先行研究がある。一方で撮影時には、海洋面の波や太陽の反射光、潮汐やそれに伴う撮影時間の制約などの問題が多く発生する。

空撮画像には、海面に反射した太陽光が含まれており、パノラマ画像生成時に大きな影響を及ぼす。このため、太陽からの反射光領域を自動的に識別・除去し、パノラマ画像を生成する手法を提案する。

本研究では、これらの問題に対して撮影方法および画像処理の側面から解決を試みる。

#### (2) UAV を利用した画像処理による空撮画像からの海洋環境推定

空撮画像からパノラマ画像を生成し、得られた画像に対して画像処理を用いた海洋環境推定手法を提案する。特に瀬戸内海域や沖縄県西表島に見られる干潟の地形を把握するための手法を提案する。

本研究では、パノラマ画像に対して領域分割手法である領域拡張法を用いることで干潟の各領域を抽出する。領域拡張法とは、初期ノードを元に周辺画素のコストを算出し、前景領域と背景領域を決定する手法である。先行研究で申請者は、領域の境界が不鮮明な蛍光顕微鏡画像において、初期ノードの自動検出および領域拡張法を用いた領域抽出、対象領域の計測手法を提案し、その有効性を示している（業績[4]）。得られた各領域に対して、干潟の地形を識別する。干潟環境の地形としては、砂、クリーク（小川）、タイドプール（潮だまり）などを想定する。

### 3. 研究の方法

本研究を実施する上で、予備実験として撮影した沖縄県西表島の干潟を UAV を用いて空撮した。実験環境は、DJI Phantom2、GoPro4、円偏光フィルタを使用し、解像度 4K、高度 150m で撮影した。またパノラマ画像生成には Agisoft Photoscan Pro を使用した。研究目的で示した 2 つのテーマに分けて、研究方法と計画について詳述する。

#### (1) UAV を利用した沿岸部の空撮画像撮影法の検討

瀬戸内海域及び沖縄県西表島において、UAV を用いた実験を行う。撮影機材は、DJI Matrice100 とし、海面に見られる乱反射成分の除去のために偏光フィルタを用いる。また日の出直後の撮影により、ドローンの鉛直情報に太陽がない時間での撮影により、太陽光による鏡面反射成分の低減を目指す。

また沖縄本島瀬底島沿岸の透明度の高い浅海域にて、波や風などの海面のゆらぎの影響を軽減する手法を検討し、実験を行う。実験では、海上 10m、30m で UAV を 1 秒～10 秒ホバリング（静止）させた動画を撮影する。ホバリング中は完全に動画位置は静止していると仮定し、時間方向の輝度値に注目した。輝度値が高い場合、鏡面反射成分を含むとし、時間方向で最も輝度値の低い値をその画素の輝度値とすることで、鏡面反射成分及び海面の揺らぎを低減できる。

#### (2) UAV を利用した画像処理による空撮画像からの海洋環境推定

空撮画像から、海洋環境の推定手法を提案する。本研究では特に干潟環境を対象として、干潟環境における地形の推定手法について取り組む。干潟環境において、重要な地形情報としては、干潟やタイドプール、クリークなどが挙げられる。タイドプールとは干潮時においても海水が残る潮だまりのことである。またクリークは、周辺より色が濃い領域であり、河川からの流入のある範囲で枯葉や小石などが堆積していることが多い。本研究では、これらの情報を自動推定する手法を提案する。

具体的には深層学習（CNN）を導入し、オルソ画像から新たに目視にて、砂場、水面（クリーク）、その他（木や道路）などの 3 クラスの学習データを作成し、精度検証を行う。

### 4. 研究成果

#### (1) UAV を利用した沿岸部の空撮画像撮影法の検討

沖縄本島瀬底島沿岸にて、波や風などの海面のゆらぎの影響を軽減する手法を検討し、実験を行った。浅海域上で撮影された空撮画像の波や風などの海面のゆらぎの影響を低減する手法を検討し、実験を行った。実験は、2018 年 09 月 13 日、解像度 4096×2160pixel、フレームレート 23.98fps、海上 30m、1 点につき 3 秒ホバリングさせた動画を 127 点撮影し、Agisoft 社製 Photoscan Professional を用いてオルソ画像の生成が可能か否かを検証した。提案手法では、ホバリング中は完全に動画位置は静止していると仮定し、時間方向の輝度値に注目する。輝度値が高い場合、鏡面反射成分を含むとし、2017 年度は時間方向で最も輝度値の低い値をその画素の輝度値（最小値フィルタ）としたが、2018 年度は新たにメディアン（中央値）フィルタを導入した。この結果、海面の揺らぎ低減をしない場合、オルソ画像生成可能だった画像枚数が 19/127 だったのに対して、最小値フィルタ 120/127、中間値フィルタ 127/127 で、中間値フィルタが最も精度の向上が見られた。またオルソ画像生成に使用される特徴点の平均ペア数も前処理なし 6.95、最小値フィルタ 11.05、中間値フィルタ 66.31 となり、こちらも中間値フィルタが有効であることが示された。

これにより、浅海域が含まれる空撮画像においても、海面のゆらぎ低減手法を適応することで、これまで困難だった海面や水面部のオルソ画像生成が可能となった。

#### (2) UAV を利用した画像処理による空撮画像からの海洋環境推定

干潟環境の自動識別については、沖縄本島屋我地島の干潟オルソ画像に対して、実験を行った。今年度は、新たに深層学習（CNN）を導入し、オルソ画像から目視にて、砂場、水面（クリーク）、その他（木や道路）などの 3 クラスの学習データを作り、学習、識別した。その結果、水面 89.6%、砂場 91.2%、その他 94.0%の精度を得た。

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 3 件)

手塚尚明、梶原直人、島袋寛盛、吉田吾郎、榎本洸一郎、戸田真志、「市販ドローンを活用した瀬戸内海の藻場・干潟空撮モニタリング」、日本水産工学会誌報文、Vol. 54、No. 2、pp. 127-133、2017。

宮腰辰美、榎本洸一郎、「UAV を利用した CNN による干潟の地形判別手法の検討」、動的画像処理実利用化ワークショップ(DIA2018)、pp. 155-158、Mar. 2018。

北川純、宮腰辰美、榎本洸一郎、「UAV を用いた海底面地形推定のための水面反射軽減手法」、動的画像処理実利用化ワークショップ(DIA2018)、pp. 345-349、Mar. 2018。

宮腰辰美、北川純、榎本洸一郎、山崎達也、“ UAV による水底地形計測のための水面反射軽減手法の検討 ”、 動的画像処理実利用化ワークショップ(DIA2019)、 pp. 279-282、 Mar。 2019。

榎本洸一郎、「海の中を覗き観る画像処理」, マリン IT ワークショップ 2018 にいがた、2018。 3。 2。

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況 (計 0 件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

## 6。研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号 (8 桁)：

### (2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。