

UAVによる撮影画像の5D World Mapへのマッピングによる 時空間・環境データベースの構築

古瀬達哉[†] 佐々木史織[‡] 清木康[†]

[†] 慶應義塾大学総合政策学部〒252-0882 神奈川県藤沢市遠藤 5322

[‡] 慶應義塾大学政策・メディア研究科〒252-0882 神奈川県藤沢市遠藤 5322

E-mail: [†] [‡] {s13789tf, sashiori, kiyoki}@sfc.keio.ac.jp

あらまし 本稿では、小型無人飛行機の操縦技術と撮影技術を応用し、5D World Map での画像マッピングによって地表の検知をマイクロに行うことで環境調査における新たな時空間・環境データベースの構築と学術連携を行う専門ナレッジ共有システムの開発において述べる。主たる調査対象として湿地帯や森林地域における UAV 撮影を行う。UAV には rgb カメラ及びマルチスペクトルカメラを搭載し、近赤外線画像を用いて NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) 等の計算を行う。特に地表の植物の状態をモニタリングをするとともに、地表の物質微細な変化を事前に取得を行い、重大な変化が起こる前に環境中の変化分析を行う。

キーワード UAV, 小型無人飛行機, 時空間, マルチスペクトルカメラ, マルチメディア

1. はじめに

昨今の経済発展は産業革命より爆発的に進行し、環境は世界の経済発展による負担を蓄積させてきた。環境破壊は、近年になって如実に確認されるようになった。今日の環境破壊の分野は多岐に渡るが、その中でも、地球温暖化は世界の異常気象と共にマスメディアを介して世界中に認知されることとなった。

環境破壊によってもたらされた地球温暖化の影響は、世界各地で様々な形として確認されるようになり、北極圏の海氷のみならず、シベリアの永久凍土は徐々に融解し土中に含まれていたメタンガスが大気中に放出され地球温暖化を加速させている。また、海水温の上昇により局地的な砂漠化が進行するとともに、各地の雨量変化を招いている。このように様々な環境問題が温暖化によって引き起こされているが、その中でも特に森林減少は顕著であり、本研究は森林の植生に着目して行う。

世界の森林面積は約 40.3 億ヘクタール存在しており、その全陸地面積は約 31%を占めている。さらに、その森林は毎年 520 万ヘクタールの勢いで減少を続けており、また、これを阻止する有効な解決策が確立していない。森林の減少は CO2 の吸収率を減少させることは良く知られているが、森林の減少は特にインドネシア等の赤道に沿った熱帯雨林地域に顕著

であり、現代においても商品作物の栽培によって森林が犠牲になっているという現状が存在する。

そこで、本研究においては上記の課題を解決する手段として植物を判別する手段として rgb カメラ及びマルチスペクトルカメラにて近赤外線画像を取得し、画像解析を行い時空間環境としての 5D World Map[1]を使用したシステムの構築を提案する。

2. 時空間・環境データベースシステム構築の手法

2.1 システムの基本構造

本システムは、無人小型飛行機(以下 UAV)を使用することによってこれまで航空写真や衛星画像では撮影することのできなかった地域を撮影することが可能となった。UAV によって撮影する画像、画像解析を行った結果による現時点での環境変化分析そして、5D World Map へ画像マッピングを行うことによる時空間データベースの形成を行う 3つのサブシステムによって構築されている。(図 1)

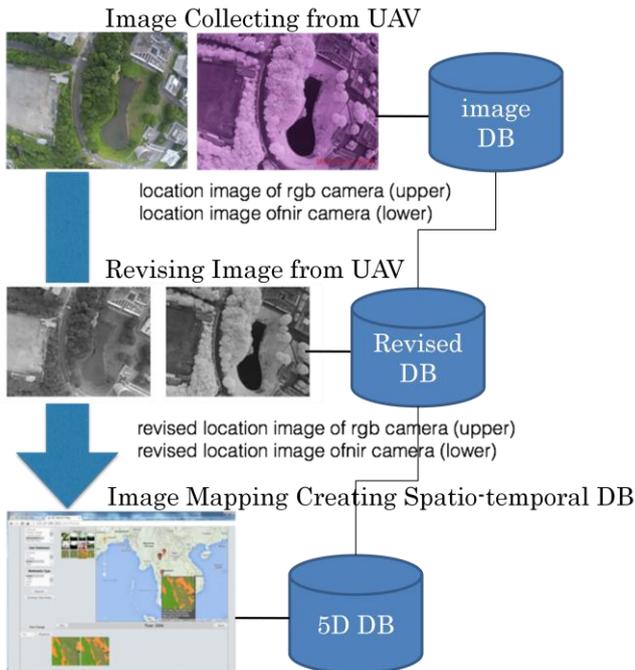


図 1 システム基本構造

2.2 本システムの特徴

本システムは環境分析ツールとしての UAV を活用し、様々な角度と範囲を任意にデータ取得することが可能であり、対象地域、対象物体に応じた最適なマルチメディアデータベースの構築を行うことができる。また、時空間上にマッピングすることで多角的な知見から状況判断が可能となる。

2.2.1 リアルタイムでのマッピング反映

UAV によって撮影された画像をリアルタイムにマッピングできることで、撮影者がどの地域いても情報共有が可能なシステムが構築可能である。これによって新たなオープンワールドでの閉世界を構築しナレッジ共有を行う共有システムが構築される。(図 2)

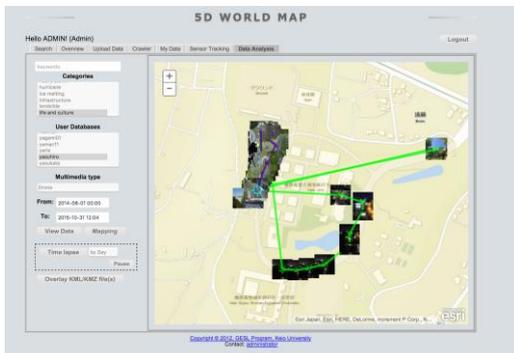


図 2 リアルタイムでのマッピング

3. 実現方法

3.1 画像の補正

UAV を使用するに当たり、静止画を取得する都合上安定した飛行を実現することが求められるため、GPS と超音波で安定飛行を実現可能な dji 社の inspire1[2]を機材として使用する。また、UAV での撮影においては広角レンズを搭載するアクションカメラを活用することから、画像に歪みが生じてしまう。そのため、画像解析を行う前に画像の補正を行う。画像を補正及び解析する手段として MATLAB_R2014b[3]を使用する。

3.1 NDVI の活用

NDVI とは、Normalized Difference Vegetation Index の略称であり、植生の分布状況や活性度を示す正規化植生指標であり、衛星画像解析で植生を把握するために用いられる指標である。[4]本システムではこの指標を用いて地表の環境中の変化分析を行っている。

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

4. 実験結果とその検証

4.1 実験概要

実験にはデータを取得する機材設定から行われるが、システムの目標であるところの 5D World Map での画像マッピングによって地表の検知をマイクロを行うことで環境調査における新たな時空間・環境データベースの構築と学術連携を行う専門ナレッジ共有システムの開発に重点を置くために、獲得した画像データの補正から述べていくこととする。

4.2 画像の補正

まず、元の画像と修正データの比較から行っていくたい。



図 3 RGB 補正前画像



図 4 NIR 補正前画像

これら 2つの画像を見ると広角レンズカメラ特有の歪みが画像 4 端に向かうほど大きくなっていることが確認できる。

これらの画像を MATLAB を用いてレンズ補正したものが以下の図 5, 6 である。なお、NDVI としての正

規化を行うために補正画像はグレースケールとして出力している。



図 5, RGB 補正後画像



図 6, NIR 補正後画像

補正後の画像は画像の4端の歪の大きい部分をカットし、中心に近い部分のレンズ補正が行われていることがわかる。外側に位置する建物や空き地が直線的に補正されており、その補正具合を確認することができた。なお、レンズ補正はパラメータの定義によって行われており、レンズによってパラメータを変える必要がある。

4.3 画像の特徴点の抽出

正規化を行うに当たり、2枚の画像を合成することが求められる。そのため、実験では2台のカメラを用いてそれぞれの歪み補正を行う必要が生じた。NDVIの画像を生成するにあたり、2枚の画像の特徴点を抽出し、それに基づいて画像の合成を行っていく。画像の特徴点を抽出した結果が以下の図7, 8である。



図 7, RGB 画像特徴点の抽出



図 8, NIR 画像特徴点の抽出

このように特徴点を抽出し、それをマッチングさせることにより、画像の重ね合わせ精度を向上させることができる。そのことにより、NDVI画像の生成が可能となる。

4.4 NDVI画像の生成

図7及び図8を用いてNDVIを生成した結果が図9である。



図 9, NDVI 画像の生成

5. 考察・おわりに

本実験の結果から、植生分布としての特徴を生成し実験を行うことができた。

本稿では、時空間・環境データベースの構築を行い、システムを構築するとともに、実験を行ってきた。

今後の展望として、さらなる精度の追求と多角的な実験を行っていく環境が今後の課題であり必要であると思われる。

謝辞

本研究に取り組むにあたり、所属研究会の慶應義塾大学清木康先生、佐々木先生から多くの助言を頂きました。

また、研究会の学生の皆様からも切磋琢磨しながら、新しい見識、評価を頂きました。

清木先生、佐々木先生を筆頭に、本研究に関わって頂いた皆様に深く感謝いたします。

また、ドローン飛行場所を提供して下さった施設、機関にもこの場を借りて御礼もうしあげます。

参 考 文 献

- [1] 清木康, 感性や意味を計量するデータベースシステム : 人間と情報システムの記憶系について, Keio SFC journal 13(2), 19-26, 2013.
- [2] DJI inspire1
<http://www.dji.com/jp/product/inspire-1/>
- [3] MathWorks, MATLAB
<http://jp.mathworks.com/videos/release-2014b-highlights-95173.html?refresh=true/>
- [4] 野口泉, 気温による森林地域の NDVI 推定モデルの開発, 北海道環境科学研究センター所報 第 32 号, pp.43-56, 2006