

令和6年度 研究成果の概要(1/2)

研究テーマ:「広域国営公園の植生・施設管理業務支援を目的とした計測・判定プロセスの自動化」
研究代表者 ・氏名(ふりがな):桑原祐史(くわはら ゆうじ) ・所属、役職:茨城大学 応用理工学野、教授
研究期間:令和6年4月～令和9年3月
研究参加メンバー(所属団体名のみ) 茨城大学、宮城大学、ImVisonLabs
研究の背景・目的 国営公園における維持管理業務では、広域的レクリエーション需要への対応を目的とした維持管理業務の高度化が求められている。現場では、公園内をセンサ・カメラ等により、状態・変状の有無を効率的に観測・点検すること、巡視の効率化、園内巡回の自動化する技術ニーズが挙げられている。そこで、広域を対象とする巡視・定期点検業務の支援手段として UAV(Unmanned Aerial Vehicle)による低空監視、衛星による上空監視により取得された画像処理および生成 AI を活用したシステムを開発し、業務の自動化と緻密化に取り組むことを目的とした。
研究内容(研究の方法・項目等) 令和6年度は、UAV による空撮画像を用いた公園管理業務のうち、公園内の植生・施設管理を対象とした下記の4点の研究内容を実施した。 (1)システム開発要件の整理 国営ひたち海浜公園を事例として、公園管理業務内容の学習を行った。業務内容を取りまとめている報告書を確認し、植生・施設管理を対象とした点検項目を抽出した。その後、管理者および業務遂行者の方との議論やディスカッションを行い、抽出した点検項目の中から UAV で対応できそうな点検項目を抽出した。システム開発に向けた検討の範囲を明確にするため、巡視や点検業務の範囲と対象物に関するシステム開発要件として整理した。 (2)UAV(上空から空撮)による園内被覆と施設の撮影 樹高約 8m 程度の街路樹を有する小径を含む草原エリアを対象領域とした。道路はアスファルト舗装有無の双方を含み、ベンチや標識等の公園施設も含まれている。これら被覆条件を空撮するため、地形情報取得時に良く設定される飛行高度として 50m および 25m を設定し、カメラ撮影角度は直下および斜 45° を組み合わせた。この空撮条件にて、撮影当日は快晴日のもと、公園空間を2秒間隔で空撮した(地上分解能:6.8 mm/pixel, 高度 50 m から撮影した画像は 13.7 mm/pixel)。それらの画像より、DSM を生成し、オルソ画像を生成した。 (3)AI(視覚言語モデル)の調査と導入 開発するシステムは、今後、様々な形態の管理業務で使用頂くことを想定しているため、広く一般に公開されている VLM システムを採用した。これらの分析や判定の性質をよく理解し、案件によってはモデルの更新を望めるのか否か、という点が重要となるため、この点 についてモデル毎の特徴を確認するために空撮画像を用いた判定処理の試行を進めた。本論で採用したモデルは「InternVL2.5(動画データの利用も可能となり、各種画像のトレーニングが強化されている)」および「Chat GPT-4o(複雑な画像情報の推論を目指したモデル)」とした。 (4)撮影された映像を用いた稼働実験 前述した2つのモデルに対して、目視で把握することができる「ゴミ」が含まれる空撮画像を入力し、「撮影高さ(50m, 25m)別、撮影角別(直下, 45°)」の空撮画像毎に、①画像処理による抽出結果、②テキストによるコメント、を対象として、「抽出精度(式-(1))、妥当性および精緻さ」を確認した。 $\text{検出率} = \frac{100}{\text{解析画像数}} \sum \frac{\text{目視と同じ異常を発見した数}}{\text{目視で発見したゴミの数}} (\%) \quad (1)$

令和6年度 研究成果の概要(2/2)

研究成果の概要

(1)システム開発要件

図-1 にシステム開発の要件(施設・設備維持管理業務対象)を示す。広域公園管理のための膨大な管理業務のうち、建築物を除く施設・設備を対象として、UAV による空撮画像を用いて確実に「異常」を確認できる項目を抽出した。飛行高度 25~50m の空撮では一桁 cm の解像度を実現できる。このため、「柵、案内板、標識、屑籠」等の屋外配置物の異常や有無、ゴミが残っているか否かを Key とした「清掃作業の実施状況」は生成 AI による判別が可能であると考え。同時に、AI システムで生成されるテキストによるコメントがどこまで精緻なものであるのか、広場や園路の損傷状況や排水機能の調査に関しては、舗装材やブロック、芝等の被覆の分析で把握できると考え、分析画像を用いて抽出精度を確認する。

(2)生成 AI の調査と導入

①画像から対象物を判別する精度とコメントの精度

ゴミが見受けられる図-2 に示す 20 枚の画像を対象に、公園施設の自動点検を支援するアシスタントとして「正常」、「注意」、「危険」のレベルを判断する」旨のプロンプトを生成 AI に付与することにより、VLM のデータ処理単位である 448×448(pixel)のピュアピクセルから構成される画像を用いた評価を行った。結果、抽出精度が 100%であることを確認した。

②テキストのコメントに関する精度

プロンプトで与えた「公園内には遊具、ベンチ、柵、歩道、照明設備、トイレ、案内板など様々な設備があります。」記述事項は良く抽出されていた。これに加えて、芝生の密度の違いが適切であったり、倒木の可能性を指摘する記述もあり、管理業務の速報値(点検たたき台)としての情報は一定程度得られていると考える。

(3)空撮画像を用いたワイドエリアの検討と生成 AI の精度比較

約 5000×3600(Pixel)と、比較的広領域を対象に、InternVL2.5-8B および Chat GPT-4o の2つの生成 AI の性能比較を行った。プロンプトで付与する条件は小領域を対象とした前述の記述と同様である。抽出の Key としてのゴミのサイズは、現地で確認できたもので cm 程度のものであり、広領域を対象とした際には非常に小さい対象物となる。検討の結果、撮影高度および撮影角の条件によらず、Chat GPT-4o の抽出精度が良い傾向にあった(図-3:事例)。表-1 に結果を示す。表より、「高解像度かつコントラスト差の大きい日なた」の領域の精度が高いことが確認できる。これは通常の撮影画像の目視判読であっても容易に想像のつく結果である。一方、斜め撮影画像の優位性が、土や日陰など、ごみとしてのテクスチャが際立たない条件での抽出精度向上に寄与していることが興味深い。

検討を通して、

- ① VLM による処理に直接影響を与えるプロンプトに与えるテキストによる記述情報の改善(今後、多くの領域を対象とした試行検討の条件で高度化する)
- ② 撮影色や立体感が得られにくい条件下では、単純に斜め撮影で対象物の立体感と言う情報を与えることの判別性向上が望める。

以上が確認された。次年度は、陸上からの画像撮影と異なる公園を対象とした撮影(景の多様性改善)を通してモデル効果の検証を進め、実用化に向けた精度改善を試みて行きたい。

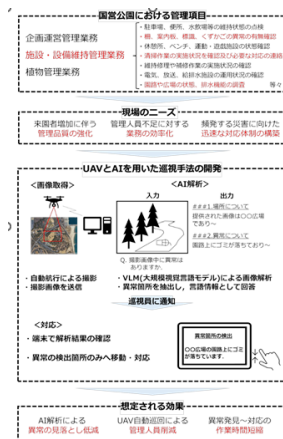


図-1 開発要件
(施設/設備維持管理業務対象)

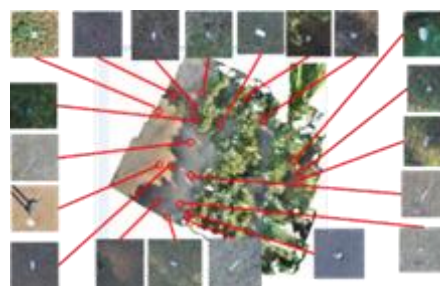


図-2 確認した異常(空撮画像:H=25m)

表-1 各パターンの抽出率(Chat GPT-4o)

撮影条件		ゴミの位置分類			
		芝生	土	日向	日陰
GPT-4o	高度25 m 斜め45° 撮影	① 72%	② 20%	⑦ 62%	⑧ 28%
	高度25 m 直下撮影	③ 40%	④ 43%	⑨ 10%	⑩ 60%
	高度50 m 直下撮影	⑤ 0%	⑥ 7%	⑪ 0%	⑫ 0%



DJI_0075.JPG

撮影日時: 2024-12-03 08:19:28

ステータス: 注意

理由: 歩道上に落ち葉が積もっているため、滑りやすくなる可能性があります。清掃が推奨されます。

図-3 抽出事例