

令和7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 学術研究院 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, Kiraunix
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。研究の当初目的に対して, R7年度は無人地上計測手段である四つ足歩行ロボットを導入し, 維持管理業務への応用可能性を検証する事と, 小型 UAV による点検者自身を対象とした画像と音声記録の検討を目的に加えた。
研究内容(研究の方法・項目等) UAV を用いた公園内の植生・施設管理を対象とした検討に加えて, 赤外線カメラを用いた哺乳類検出および点検者の画像と音声記録を項目に加えた。また, 四つ足歩行ロボットを導入し, 公園での応用可能性を検討した。
(1) システム開発要件の整理 国営アルプスあづみの公園(堀金地区)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オンラインによる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「野原」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, 飛行高度として 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)。それらの画像より, DSM を生成し, オルソ画像を生成した。また, 小型 UAV を点検者に自動追従させ, 事後に音声記録と合わせて点検記録を自動生成する基本データ取得の検討を行った。赤外カメラでの撮影時には熊の体温を近似させた人工熱源を準備し, 木立下の天空率の違いによる撮影映像の精度を検証した。
(3) AI(視覚言語モデル)の導入と稼働実験 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, 一般に公開されている VLM システムを採用した。本論で採用したモデルは R6 年の検討に基づき「Chat GPT-4o(複雑な画像情報の推論を目指したモデル)」とした。このモデルを用い, 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(25m), 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。
(4) 四つ足歩行ロボットによる検討 UAV によるデータ撮影領域をロボットで歩行実験を行い, 360 度カメラを用い地物の画像を取得, 撮影内容の応用利用性を検証した。R8年度の検討の基礎情報取得を目指した。

令和7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 R7 年度のシステム開発要件（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。

(2) 調査の成果と四つ足ロボット導入に関する今後の展望

①画像から対象物を判別する精度とコメントの精度

複数の管理項目を対象とした実証実験を実施し、実運用上の課題および技術の適用限界を整理した。また、本技術による検出・温度推定・記録支援の基本性能を定量的に評価した。各管理項目に対する精度は「清掃状況の確認：F 値 52.7%（ごみ）、74.9%（非定常物体）、野生動物の出没状況確認：F 値 71.2%」であった。公園環境下で想定されるごみに対する生成 AI の検出特性として、赤系（菓子包装など）のごみは検出されやすい一方で、白系（レジ袋など）および緑系（お茶系のペットボトルなど）のごみは、撮影条件や背景色との類似性により見落とされやすくなる可能性があるという結果が得られた。

②哺乳類を模した熱源の抽出

画像取得にあたっては、スマートフォン接続型の小型熱赤外線カメラ（FLIR ONE Pro）を UAV に追加搭載し、設置した人工熱源を撮影した。なお、本実験では飛行高度がおおよそ 20m となるよう手動飛行撮影を実施した。これにより、FLIR ONE Pro を用いて、可視画像および熱画像を同時に取得した。人工熱源を 36～37℃の湯を水袋に入れ、0.7×0.9m の典型的な熊のサイズになるよう地面に配置した。その際に、樹木の多寡を検討対象にしたが、事後に天空開口率を魚眼レンズカメラ画像で検証すると、94%、51%および 26%であった。人工熱源の抽出精度は「再現率は 66.7%、適合率は 76.3%、F 値は 71.2%」となった。本技術の適用可能範囲を公園空間に当てはめると、広場のような開放的空間に加え、樹木に囲まれた園路であっても、上空の開口が 50%以上確保されていれば、本技術の適用が可能であると推察された。

③大型遊具の観測

熱赤外線カメラを UAV に追加搭載し、大型遊具（マシュマロドーム）を撮影した。なお、遊具全体を撮影範囲に収めることを目的として、飛行高度 15～25m の複数高度で手動飛行を行い、可視画像および熱画像を同時に取得した。プロンプトで指定した任意の設備について平均温度および最高温度を RMSE 5.5℃および 5.4℃程度で把握できることは、現地での接触確認等を補完し得ると考えられる。したがって、基本精度の検証結果より、本手法は現況把握の効率化・省力化に一定程度資するものとする。

④点検者の点検記録の自動生成の可能性

自動追従して撮影可能な小型 UAV を用い、巡視者が現況を把握する様子を現地において音声付き動画として安定的に記録可能であるかを検証した。音声の文字起こしについては、OpenAI の音声認識モデルである Whisper を用いた。近年では、文字起こし機能を備える生成 AI（例：Google Gemini 等）も存在し、音声入力から要約・整形までを一体的に実行することは技術的に実現可能である。したがって、実運用においては、文字起こし工程を含めた自動化により運用負担を低減できる可能性がある。Whisper による文字起こしの場合の CER が 8.0%であったのに対し、生成 AI による修正を加えることで CER は 2.9%まで低減した。この結果について、文字起こし段階でより高精度なモデルを用いれば、生成 AI による後処理を行わずとも高精度な出力が得られる可能性はある。

⑤四つ足ロボット導入に関する今後の展望

本年度は、アルプスあづみの公園および茨城県城里町にて、360° カメラを使用し、撮影ケースを確保し、公園管理への適用検証した。結果、樹冠下部からの樹林観測や雑草の繁茂の様子、公園施設のうち椅子の脚など下部構造の観測も可能であることを確認した。ロボットに記憶させる地形情報の検討も行ったため、R8 年度は公園施設の抽出に関する分析評価に展開したい。

巡視実施条件

- ・ 堀金・穂高地区 および 大町・松川地区 の各地区で実施
- ・ 巡視計画書に基づく経路、範囲で実施
- ・ 実施時間は 6:30～8:30 の2時間程度

巡視内容

共通する項目

- ・ ゴミ等の清掃状況
- ・ 利用設備(遊具,ベンチ等)の状態
- ・ 水景施設(池,川等)の状態
- ・ 不測事態(災害,不審物等)発生状況
- ・ 草花,芝生,樹木の生育状況
- ・ 公園施設(建物,電気設備等)の状態
- ・ 歩行空間(園路,階段等)の状態
- ・ 公園施設の開放,施設状況

固有の項目

- ・ 野生動物 (クマ・サル・イノシシ 等) の痕跡・出没状況
- ・ 積雪状況 (冬季)

巡視結果の記録・対応指示

- ・ 巡視報告書への記録
- ・ 各専門管理者への情報共有・対応の指示 (異常がある場合)

図-1 システム開発の要件