

公益財団法人 立松財団 御中

様式 2021A1,A2,B

2025 年 6 月 30 日

所属: 名古屋大学
大学院工学研究科
航空宇宙工学専攻

氏名: 稲守 孝哉

**2023 年度 助成****研究 経過 (終了) 報告書**

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	画像認識に基づく磁気姿勢制御系による自律的な衛星リモートセンシング
研究の結果	本研究では、地球観測衛星において通信容量や通信回数の制限に加え、衛星の姿勢制御により目標地域の画像を取得したとしても曇天で地上を識別という課題に対し、衛星の取得画像から目標地域をオンボードで画像認識し、撮像に成功した画像のみを地上局へ送信することで画像の取得の効率を高める手法の検討を行った。 衛星に搭載されるオンボードコンピュータは、放射線などの宇宙環境の影響を考慮する必要があるため、高性能なものの搭載が困難な状況にある。本研究では、画像認識に CNN (Convolutional Neural Network) を用い、限られた計算リソースを考慮して、森や都市といった目標地域の分類は行わず、観測を阻害する雲の有無に対象を限定することで、2 値分類問題としてネットワークの軽量化を図った。また、衛星の姿勢制御に伴う誤差や制御に要する時間を考慮し、画像認識に用いる入力画像の画素数を削減した。さらに、Grad-CAM を用いて雲検知に寄与しない畳み込み層を特定し、不要なレイヤーを削減することで、モデルの軽量化を行った。その結果、入力画像の画素数を 1/100 に削減し、CNN による画像認識に必要な処理時間を 243.2 秒から 1.300 秒へと大幅に短縮することができた。さらに画像認識結果においても、学習済みモデルを用いたテスト画像では、正解率 93.2%、晴天域に対する適合率 86.2% となった。さらに、画像認識モデルの汎化性能を高めるため、学習に用いた画像とは異なるカメラで撮影された画像を入力とした場合の認識性能について、シミュレーションにより検証を行った。その結果、撮影カメラが異なる場合には画像認識精度が低下する傾向が見られたが、認識時に得られる各画素の確信度を指標として不確かさの大きい画像を選別し、それらを新たな学習データとして追加することで、認識精度の向上が可能であることを確認した。以上より、本研究では、衛星に搭載されるオンボードコンピュータにおいても、曇天により地上が識別できないという課題に対し、取得した画像から目標地域を機オンボードで画像認識し、撮像に成功した画像(晴天域)のみを地上局へ送信することで、画像取得の効率を向上させることが可能であることを示した。今後、CubeSat 級衛星の打ち上げおよび軌道上での実証を通じて、提案手法の有効性をさらに検証する予定である。
研究発表 (実績)	1) ○坂口 友太, 稲守 孝哉, Park JiHyun, Hoang Xuan Truong An, Gu Xinbo, 藤田 剛輝, 浮田 大貴, 大崎 嵩友, 田口 真也, 玉置 尚也, 安田 豊, 山口 隆正, 宇佐見 海人, 大脇 敬介, 蟹江 颯, 山口 皓平 “編隊飛行実証衛星「MAGNARO-II」の開発状況について,” 第67回宇宙科学技術連合講演会, 富山, 2023. 2) 大崎嵩友, 稲守孝哉, Ji Hyun Park, 山口皓平, 大槻兼資, 濱口竜平, “自律的な衛星姿勢制御のためのオンボード画像認識およびその宇宙実証,” 第67回宇宙科学技術連合講演会, 富山, 2023. 3) 蟹江 颯, 稲守 孝哉, Park JiHyun, Hoang Xuan Truong An, Gu Xinbo, 藤田 剛輝, 大脇 敬介, 宇佐見 海渡, 神山 秀翔, 小林 尚生, 高橋 慶多, 吉川 英儀, 山口 皓平 “編隊飛行実証衛星「MAGNARO-II」の開発状況について,” 第68回宇宙科学技術連合講演会, 姫路 2024.

提出期限: 研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。

年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。