



研究テーマ： 軌道履歴を用いた破片状宇宙ゴミの物理的特性の推定

研究者： 有吉 雄哉

ARIYOSHI Yuya

(工学部航空宇宙工学科 准教授)

【研究・開発の目的】

地球近傍を周回する宇宙ゴミ（スペースデブリ、以下デブリと記述）の中で、約半数を占める爆発・衝突によって生成された破片デブリの軌道履歴から、物体の物理的特性（サイズ・質量等）を推定する。

【研究・開発のきっかけ】

軌道上人工物の未来の位置を計算するためには、初期値となるある時刻での位置の情報に加え、物体の物理的特性（サイズや質量等）の情報が必要となる。これは物体の物理的特性に応じて、物体周辺の環境から受ける力（摂動力）が変化するためである。ある時刻での位置・速度の情報は、米国が観測・推定し、公開しているが、物理的特性の情報は一般には非公開である。破片デブリの物理的特性は、地上から打ち上げられた人工衛星等とは異なり、観測により推定するしか方法がない。そこで本研究では、物理的特性が変わると軌道履歴が変化することに着目し、逆問題として、軌道履歴から物理的特性を推定しようと試みた。

【研究・開発の概要】

本研究では、推定手法に粒子マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いている。状態ベクトルおよび観測ベクトルは、破片デブリの位置・速度で構成し、物理的特性はハイパーパラメータとして定義した。破片デブリの位置・速度情報を観測データとし、粒子フィルタで状態ベクトルを逐次的に推定する。その際に計算する時系列の尤度を用いてマルコフ連鎖モンテカルロ法を行うということを繰り返して、ハイパーパラメータとした物理的特性の周辺事後分布を推定している。

【研究・技術の強み】

先行研究では、状態ベクトルに弾道係数（物理的特性を表す指標の一つ）を含め、最小二乗法を用いることで、弾道係数を点推定している。本研究では、粒子マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いることで、物理的特性を点推定ではなく、周辺事後分布として推定を行っている。

【今後の展開】

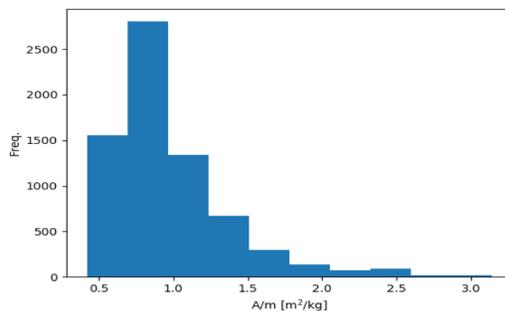
特定の爆発・衝突で発生した破片デブリ群に本研究の手法を適用し、適用結果を用いて破片デブリ群の物理的特性分布の推定を行うことを計画している。破片デブリ群の物理的特性分布の推定結果により、破片デブリ群の状況を明らかにし、宇宙ゴミの空間分布の現況推定と将来予測の精度向上と、宇宙空間の環境保全に寄与することを目指す。

【今後の課題】

粒子マルコフ連鎖モンテカルロ法を用いているため、計算コストが高く、計算のさらなる並列化や効率化が必要と考えている。

【その他の情報】

有吉雄哉、中野慎也、「軌道履歴を用いた破片スペースデブリの物理的特性の推定」、第64回理論応用力学講演会講演論文集OS11-02-01。有吉雄哉、中野慎也、「破片スペースデブリの物理的特性の推定」第61回宇宙科学技術連合講演会講演集 2K06(2017)。



【地域・企業へのメッセージ】

当研究室は、シミュレーションや統計的モデリング、データ同化といった技術を利用し、宇宙工学分野の研究を進めていますが、これらの技術を宇宙工学分野のみならず、他分野への応用にも積極的に取り組みたいと考えています。