

完全導体円板による散乱界の数値計算の高速化

C-1 Acceleration of Numerical Computation of Scattered Field by a Conductive Circular Disk

島田 源[†] 黒木 啓之[†] 柴崎 年彦[†] 木下 照弘^{††}

Gen SHIMADA[†] Takashi KUROKI[†] Toshihiko SHIBAZAKI[†] Teruhiro KINOSHITA^{††}

[†] 東京都立産業技術高等専門学校

^{††} 東京工芸大学

[†] Tokyo Metropolitan College of Industrial Technology

^{††} Tokyo Polytechnic University

1. はじめに

完全導体円板による散乱界の数値計算[1]において、通常のプログラミング言語で扱われる倍精度や4倍精度の演算では、計算精度が不十分になり良好な結果が得られないことがある。この場合、多倍長精度数値計算を用いることで改善することができる。

しかし、多倍長精度数値計算では、扱うデータ長が大きくなると、計算により多くの時間がかかる特徴がある。そこで本研究では、完全導体円板による電磁波の散乱問題において、多倍長精度数値計算を用いる際に、計算時間を高速化することを目的とする。

2. 問題設定

本研究では、図1のように $z=0$ の x - y 平面に原点 0 を中心とした半径 a の厚みのない完全導体円板について考える。その円板に対し遠方から平面波が入射した時の散乱界を求める。入射界は x - z 平面内を z 軸から見て α 度の方向から原点へ到達するものとする。

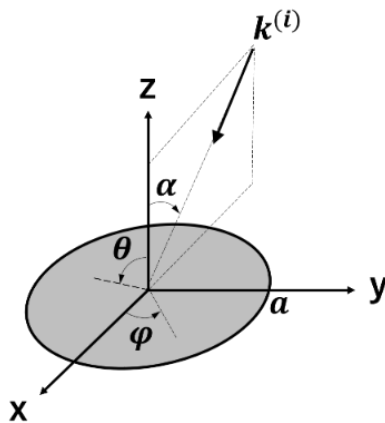


図1 導体円板の座標系

3. 数値計算

今回数値計算するにあたり、プログラム言語として Python を用いた。Python を用いることで、豊富なライブラリによってプログラムの作成難易度が下がるメリットがある。しかし、実行速度が遅い点がデメリットである。ただし、この点については高速化手法を実装することで、大幅に改善することが可能であると考える。

今回 Python で実装するにあたり、C 言語の任意精度数値計算ライブラリである GMP, MPFR, MPC を、Python で使用可能にするモジュールである gmpy2 を用いた。これにより、Python の浮動小数点演算においても任意の精度で計算を行うことが可能となった。また、任意精度の複素数を変数として扱うことができる mpc 型を使用した。今回行う計算では複素数の計算を行う必要があるためプログラムの設計が容易となった。

また、学術計算ライブラリである numpy を用いた。これにより、配列の四則演算を可能にし、コードを簡略化させることができる。しかし、今回主に使用する mpc 型は numpy では扱うことができない。そのため、Python オブジェクトへのポインタを格納する object 型を用い、mpc 型の変数を配列として扱うことを可能にした。これにより、ループ処理を簡略化することができた。また、配列内の総和も求めることができ、プログラムを簡略化することができた。

しかし、object 型を用いることの欠点として numpy に含まれる多くの計算モジュールを使用することができない点がある。今回実装したプログラムでは、逆行列を求める処理 (LU 分解) があった。これは numpy のモジュールにも含まれているが、object 型では使用することができなかつたため、改めて実装を行った。

4. おわりに

完全導体円板による電磁波の散乱問題において、多倍長精度数値計算を用いる際に計算時間を高速化することを目的とし、任意精度数値計算を利用した Python による実装を行っている。Python を用いることで、コードを簡略化し可読性の高いプログラムの実装を行うことができた。

今後の課題として、高速化手法について検討、実装を行う。現在は、GPU を用いた並列計算による高速化を検討している。

参考文献

[1] Yukichi Nomura, and Shigetoshi Katsura, "Diffraction of Electromagnetic Waves by Circular Plate and Circular Hole," *J. Physical Society of Japan*, vol.10, no.4, pp.285-304, Apr 1955.