

Unity を使用した電磁ポテンシャルの3次元描画 3D Visualization of Electromagnetic Potentials Using Unity

○齋藤洋之介¹, 岸本誠也², 大貫進一郎²*Yonosuke Saito¹, Seiya Kishimoto², Shinichiro Ohnuki²

Abstract: Unity, a game engine, can easily represent volume by using 3-dimension (3D) images called 3D textures. In this study, we investigate the visualization of 3D textures applied to analysis of electromagnetic potentials. The advantages of Unity for 3D visualization is discussed and clarified.

ゲームエンジンである Unity は 3D テクスチャという 3 次元画像を利用した体積密度の表現が容易である^[1]. 本研究では, 3D テクスチャを用いた電磁ポテンシャルの可視化について検討し, 電荷密度が時間的に変化した場合のスカラポテンシャルの解析及び 3 次元描画を行う.

密度 ρ の電荷が作るスカラポテンシャル Φ は, 以下の関係式より求まる^[2].

$$\nabla^2 \Phi - \mu\epsilon \frac{\partial^2 \Phi}{\partial t^2} = -\frac{\rho}{\epsilon} \quad (1)$$

ここで, μ は透磁率, ϵ は誘電率, ρ は電荷密度である. 式 (1) を差分近似により逐次計算を行い, 得られたスカラポテンシャルから 3D テクスチャを作成し, 3 次元描画を行う. 3D テクスチャは空間を格子状に細分化し, その微小領域内に色情報と不透明度情報を持たせたものである. 図 1 に示した作成例では, ある時間の解析空間を表す 1 つの立方体を, 解析時間全体に対して 1 次元的に配列し, 3D テクスチャの不透明度に電荷密度 ρ を反映させる. その後, 3D テクスチャ全体を描画した. 時間経過と共に 3D テクスチャの参照領域を移動させることで, 全体的な把握を保つと共に時間変化に対する解析結果を可視化できる.

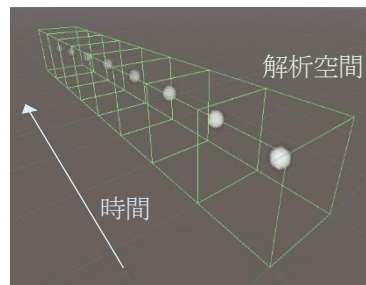


図1 Unity における 3 次元画像の描画

電荷密度 ρ の分布を作成する際, 位置情報を参照するための 3D オブジェクトを別途用意する. その 3D オブジェクトを回転移動させることで電荷の移動を再現する. Unity において 3D オブジェクトを回転させる場合の計算過程ではクォータニオン^[3]が使用されている. クォータニオンはオイラー角といった他の回転表現と比較して, 始点から終点に最短距離で移動する補間を直線的に表現できる. オイラー角で発生する可能性がある回転の自由度が 1 つ落ちてしまうジンバルロックが発生しない. といった利点がある.

参考文献

- [1] 北村愛実:「Unity の教科書 Unity 2018 完全対応版」, SB クリエイティブ, 2019 年
- [2] 細野敏夫:「電磁波工学の基礎」, 森北出版, pp.134-135, 2015 年.
- [3] 矢田部学:「クォータニオン計算便利ノート」, MSS 技報, Vol. 18, pp. 29-34, 2007 年.

1: 日大理工・学部・電気 2: 日大理工・教員・電気