

AR 環境を用いた学習支援システムの開発

石丸 雅也[†] 高橋 章[†] 竹部 啓輔[†] 上村 健二[†]

[†] 長岡工業高等専門学校

1. はじめに

近年、AR 技術は大きな発展を遂げ、教育や販促、機器の操作訓練など、広い分野で利用されている[1,2]. 特に教育における AR 技術の利用は多岐に渡り、電磁気学分野においても電気力線を描画するものや、磁力線を描画するものが存在する[3]. 本来、電場や磁場は 3 次元空間の実物体周囲に生じ、それを可視化するためには電気力線や磁力線が用いられる. しかし、既存の教材では、これを 2 次元の模式図で表現しなければならないという制約があった. これを AR によって 3 次元的に表現できれば、より実際の現象に近いふるまいを観察することが可能となる.

そこで本研究では、ビオ・サバルの法則に基づいて磁力線の計算・描画を行い、電磁気学の教育支援を行うシステムを開発することを目的とする.

2. システムの概要

本研究で開発するシステムでは、まずカメラ画像からマーカーを検出し、姿勢・位置を推定して仮想コイルを配置する. 次に、数値解析によって仮想コイルの周囲に生じる磁力線の描画位置を導出し、カメラ画像上に仮想コイルと磁力線を重ねて描画するものとする.

3. システムの開発と評価

本研究では、マーカーの検出と姿勢・位置の推定、仮想コイルと磁力線の描画は、ARToolKit を用いて行う. 磁力線の描画位置は、ビオ・サバルの法則によって導出できる磁場強度を磁力線の接線ベクトルとし、数値解析法によって求める. 数値解析法としてオイラー法とルンゲ=クッタ法をそれぞれ用い、誤差と描画時間の評価を行う. 微分方程式と初期値が与えられたとき、未知の値 y_{n+1} は既知の値 y_n と傾き f から数値的に求めることができる. オイラー法では、このときの傾き f として 1 つの傾きのみを使用するのに対し、ルンゲ=クッタ法では 4 つの傾きを推定し、これらの傾きの重み付け平均を傾き f として採用する. そのため、ルンゲ=クッタ法はオイラー法と比べ、計算量が増えてしまう反面、高精度な計算結果が得られるという特徴がある.

今回は評価のため、開発したシステムを用いて図 1 のように磁力線を描画した. 数値解析によって導出された磁力線の描画位置が正確であったならば、描画された磁力線は閉曲線となる. そこで、仮想コイルの外側で、磁力線が仮想コイルの置かれた平面と 3 回交差するまで描画を続け、各交点間の距離のうち最大値を誤差 e とした. 仮想コイルの半径を 20[mm]、仮想コイル中の電流を 1[A]、刻み幅を 0.1[mm]とし、描画開始座標を(10.0, 0.0, 5.0)[mm]としたとき、図 1 の画像中の領域 R について、それぞれの数値解析法によって描画

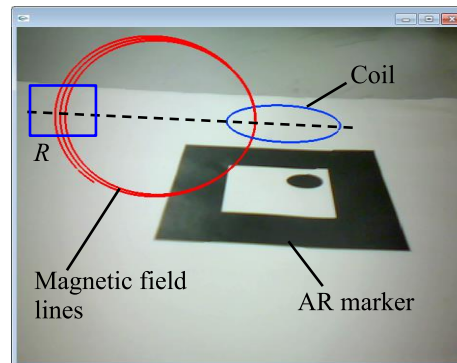


図 1: AR による磁力線の描画



図 2: オイラー法



図 3: ルンゲ=クッタ法

を行った結果を図 2, 図 3 に示す. このとき、誤差 e はオイラー法が 3.13[mm]、ルンゲ=クッタ法が 1.37 [mm]であった. また、このときの 1 フレーム当りの描画時間はオイラー法が 5.5[ms]、ルンゲ=クッタ法が 21[ms]であった.

4. まとめ

AR アプリケーションの実現には、リアルタイム処理を実現する必要がある. 磁力線の描画にかかる時間は短い方が好ましい. また、物理現象を忠実に再現させるためには、より正確で高精度な計算が必要となる. 本研究では、オイラー法とルンゲ=クッタ法を比較し、ルンゲ=クッタ法によって高精度な結果を得られることを確認した. 処理時間に関してはオイラー法のおよそ 4 倍の時間がかかってしまったが、本研究のシステムの実現には十分な性能であると考えられる.

今後の課題として、ビオ・サバルの法則で重要なパラメータであるコイル中の電流や磁界強度などの情報の付与を行う予定である.

参考文献

- [1] 奥村英樹：“AR技術の板書表現への利用に関する研究”，四国大学紀要 自然科学編 第37号, pp.69-76, (2012)
- [2] 菅野恭平ほか：“Advertisement System Using AR and Evaluation of Advertising Effects”，情報科学技術フォーラム講演論文集 13, K-043, (2014).
- [3] 中澤拓史ほか：“拡張現実感を用いた電磁気学の授業支援アプリケーション開発—授業支援アプリケーションの開発と評価—”，電子情報通信学会総合大会ISS特別企画学生ポスターセッション, ISS-P-140, (2014).