

GPU ベース 2 次元レイトレース法によるリアルタイム電波伝搬解析

松尾 咲希[†] 後町 将人[†] 橋本 貴博[†] 尾崎 敦夫[†]
三菱電機株式会社 情報技術総合研究所[†]

1. はじめに

通信機器やレーダ等のシステム設計において、電波環境の解析・改善を効率的に行うためには、電波伝搬状況のシミュレーション・解析のリアルタイム化が有力な手段である。一方、従来の3次元空間を解析するシミュレーション手法は高負荷のため長時間を要する。そこで、水平面と垂直面の2次元解析を組み合わせて3次元空間を解析する低負荷なVPL(Vertical Plane Launch)法に基づくレイトレース法 [1]を対象に、GPU 向け並列処理方式を提案する。

2. GPU ベース 2 次元レイトレース法

VPL 法に基づくレイトレース法は、電波を光線として幾何的に扱い、鉛直面に含まれる光線群をVP(Vertical Plane)として一括化するシミュレーション手法である。VP は、電波源から放射され、構造物との衝突・透過・回折を経路上の頂点として新たなVPを生成する(図1上)。その後、全VPを登録したテーブルから各受信点に至るVPを抽出し、電波源から受信点までの鉛直方向の光線経路を抽出する(図1下)。最終的に、この光線経路上の電力値を計算して積み上げることで受信電力値が求まる。

一方、本処理のメモリ参照は、テーブルから経路を抽出するGPU不向きな不規則パターンが主体となるため、GPU用のマルチスレッドプログラムを単純に記述するだけでは、本処理の高速化は難しい。

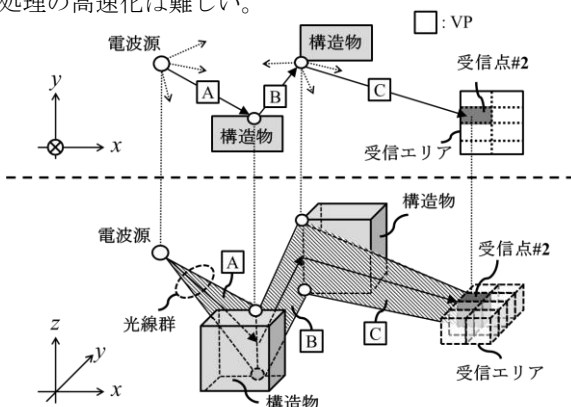


図 1: 水平方向の解析(上)と鉛直面に含まれる光線の抽出例(下)

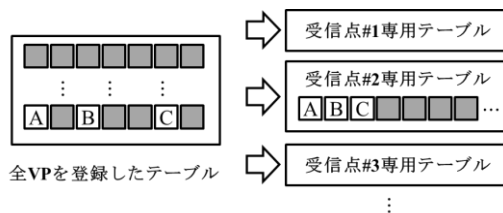


図 2: テーブルの並べ替え処理(左→右)

そこで、提案手法では、全VPを登録したテーブルを、受信点に応じて伝搬経路順に並べ替える拡張を施した(図2)。この並べ替え処理をCPU側で実施し、GPU側では、並べ替え後のテーブルからGPU向きの連続メモリ参照で演算できる構成とした。また、この並べ替え後のテーブルを分割し、“分割テーブルをGPUへ転送”、“GPUによる並列演算”、そして“演算結果をCPUへ転送”の3つをパイプライン処理してデータ転送オーバーヘッドを隠蔽した。さらに、“次の受信点に対応する伝搬経路順へのテーブル並べ替え処理”を同時に行うことで、並べ替え処理のオーバーヘッドも隠蔽した。

3. 性能評価

表1に示す計算機環境と、表2に示す小規模なモデルデータで、提案手法の性能を評価した。表3に、この評価結果を示す。GPUを用いた提案手法は、CPU 8threadと比較して、約10倍高速であることが確認できた。

4. まとめ

本稿では、リアルタイム電波伝搬解析を実現するためのGPUベース2次元レイトレース法の実装方式と性能評価結果を示した。今後は、性能の詳細分析・チューニングや、複数のGPUを用いた並列処理への拡張を実施予定である。

参考文献

[1] 橋本貴博, 稲沢良夫, 西岡泰弘, 宮下裕章, “Vertical Plane Launch 法による屋外伝搬推定の計算精度と計算時間,” 信学技報 Vol. 279, No.115, pp. 257-260, 2015.

表 1: 計算機環境

	型番	性能(単精度)
CPU	Intel Xeon E5-2687W	3.1GHz×8 コア
GPU	NVIDIA Tesla K20c	0.7GHz×2496 コア

表 2: 解析モデルのパラメータ

波源数	構造物数	受信点数	全VP数	抽出光線数
1	25	769	68207	449739

表 3: 性能評価結果

処理時間(秒)		高速化効果			
従来手法	提案手法	CPU 1thread 比		CPU 8thread 比	
CPU 1thread	CPU 8thread	GPU	CPU 8thread	GPU	GPU
5.02	1.08	0.11	4.65	45.64	9.82

Real-Time Electromagnetic Propagation Analysis using GPU-Accelerated 2D RayTrace Method
[†] Saki MATSUO, Masato GOCHO, Takahiro HASHIMOTO, and Atsuo OZAKI, Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation.