

## 論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第	号
------	-------	---

氏 名 NGUYEN Anh Viet

論 文 題 目

GPU-Accelerated Point Cloud Processing for  
Autonomous Vehicles

(自動運転車向け点群データ処理の GPU 加速)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学教授 枝廣 正人

委 員 名古屋大学教授 片桐 孝洋

委 員 名古屋大学准教授 西田 直樹

委 員 東京大学准教授 加藤 真平

NGUYEN Anh Viet 氏提出の論文「GPU-Accelerated Point Cloud Processing for Autonomous Vehicles (自動運転車向け点群データ処理の GPU 加速)」は、自動運転車等に搭載される LiDAR (Light Detection and Ranging Sensor) 等のレーザセンサによって生成される点群データ処理に対し、グラフィックスプロセッサ (GPU) を用いて高速化するためのアルゴリズムに関する一連の研究をまとめたものであり、4部構成13章からなる。

第1部は序論であり、研究の背景および関連研究をまとめている。点群データ処理は自動運転システム (ADS) では必須のものとなっているが、点群データは高精度化、大規模化する傾向であり処理には膨大な計算が必要となっている一方、時間的制約がある場合が多いため、処理高速化への期待がますます高まっている背景等について述べている。

第2部では、本研究で前提となる概念、定義、理論等についてまとめている。その上で GPU 向け点群データ処理に最適化された基本データ構造、基本アルゴリズム、GPU メモリ構造の効率的利用を実現するメモリ管理方式について提案している。これらは実際に実装され、第3部で提案するアルゴリズムの実証、評価において使用されている。

第3部では、本研究で扱う3種の問題に対し、提案アルゴリズムとその評価について述べている。まず3次元 NDT (3D Normal Distributions Transform) アルゴリズムの高速化について提案している。NDT は自動運転車の自己位置推定や、2つの点群集合をマッチングするための基本アルゴリズムであるが、これに対し、計算量の多い Voxel Grid 生成などの各段階において効率的アルゴリズムを提案することにより、既存手法と比較して最大34倍の性能向上を達成している。次にユークリッドクラスタリングアルゴリズムの高速化について述べている。ユークリッドクラスタリングは点群データからのオブジェクト抽出、空間的特徴抽出等において利用されるアルゴリズムであるが、その近傍探索段階およびラベリング段階における複数の効率的アルゴリズムおよびデータ構造を提案している。人工的に生成した点群データ集合および実際の点群データを用い網羅的に実験を行い、その性能特性について評価している。さらに、関係データベースを用いた点群データ管理システムにおいて最も性能を必要とするクエリ操作の一つである Indexed Nested Loop Join に対し、GPU 実行に最適な表、タプル、述語の管理方式およびクエリアルゴリズムを提案している。32K 行から 32M 行のデータを用いて性能評価を実施し、性能特性を調査および評価している。

第4部は結論であり、データ循環学としての考察を示すと共に、ADS において点群データを効率的に処理・管理できる GPU 加速サブシステム開発の可能性と課題について述べ、現在の研究に対する今後の方向性を説明している。

以上のように本論文は、自動運転車やロボットにおいて今後ますます重要となる大規模点群データ処理に関し、GPU 実行に最適な基本データ構造、アルゴリズム、GPU メモリ上でのデータ管理方式を提案すると共に3種の応用アルゴリズムにおいて有効性を示しており、学術上寄与するところが大きい。よって本論文の提出者、NGUYEN Anh Viet 氏は博士 (情報学) の学位を受けるに十分な資格があるものと判断した。