

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 TU Chenxi

論 文 題 目

POINT CLOUD COMPRESSION FOR 3D LIDAR SENSOR
(3次元LiDARのための点群圧縮)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学教授 武田 一哉

委 員 名古屋大学教授 間瀬 健二

委 員 名古屋大学准教授 竹内 栄二郎

委 員 名古屋大学准教授 出口 大輔

Tu Chenxi 君提出の論文「POINT CLOUD COMPRESSION FOR 3D LIDAR SENSOR (3次元LiDARのための点群圧縮)」は、自動運転への応用などで近年注目が集まるLiDARセンサーの出力であるストリーム型の点群データを効率的に圧縮する方法に関する研究成果をまとめており、全9章で構成されている。第1章は研究の背景と研究が扱う課題の範囲をまとめている。第2章では関連研究をまとめている。すなわち、これまでの研究がストリーム型の点群データの時間・空間方向の冗長性をどのように扱って来たかをまとめ、研究が十分行われて来なかった要素を指摘している。第3章は、本論文中で議論される4種類の圧縮方法の間の関係を俯瞰している。第4章から第7章では、4種類の異なる点群圧縮手法を提案しそれらの性能を評価している。評価は、いずれの圧縮方法についても、2つの実環境(住宅地と市街地)において習得された点群データを用いて、圧縮後の信号の伝送速度と点群位置の再生誤差(点当たりの平均二乗誤差)との関係で行っている。

第4章では、点群データを深度映像で表現する方法を検討し、その結果を用いて、標準的な映像圧縮方法であるJPEG/MPEGを用いて点群データを圧縮する方法を考案している。第5章では、センサーの移動情報を考慮に入れることでMPEG符号化におけるフレーム予測の性能を向上させ、圧縮効率を向上させる方法を検討している。この際、観測フレームから中間フレームを推定する際のフレーム間のサンプリング間隔を最適化する等、独自のアイディアによる性能の改善が報告されている。

第6章では、空間的な冗長性を利用して深度映像を静的に圧縮する方法について検討している。具体的には情報圧縮に伴う符号誤差を、逐次的に多段で符号化する方法を再帰型のニューラルネットワークにより実現する方法であり、通常は時間方向の相関性を考慮するために利用されるRNN構造を、多段圧縮に活用する新しい着想を導入している。

第7章では、実時間でストリーム点群データの圧縮を行うための高速な圧縮方法を検討している。ここでは、観測フレームから中間フレームを予測するためにU-Netとして知られるネットワーク構造を使い、大量のデータを用いてこれを学習することで圧縮処理が高速化できるだけでなく、圧縮性能も向上させることが可能なことを実験的に示している。

第8章では実世界データ循環による価値創造の観点から本研究を概観している。すなわち、LiDARに基づく自己位置推定を利用する自動運転技術において、データ圧縮により実世界データの大規模な収集が可能になり、そのデータを活用して圧縮性能をさらに高めることができることを指摘している。第9章は本研究をまとめるとともに、残された課題を明らかにしている。

これら論文の主たる論点は学会雑誌や国際会議で発表され、IEEE ITS Conferenceで論文賞を受賞するなど高い評価を得ている。また研究成果の圧縮アルゴリズムは、自動運転オープンソースのAutowareに実装され世界中の研究・開発機関に利用されている。

これらのことから、Tu Chenxi 君提出の論文は点群データの圧縮方法について、理論・実験・実用のいずれにおいても寄与するところが大きい。よって論文提出者のTu Chenxi 君は博士(情報学)の学位を授与するにふさわしいと判断した。