HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	高精度道路地図整備と舗装面維持管理のためのMMS点群からの道路情報ベクトルデータ抽出［論文内容及び審査の要旨］
Author(s)	本間, 亮平
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(情報科学)
Dissertation Number	甲第15669号
Issue Date	2023-09-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/90880
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Ryohei_Honma_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士 (情報科学)　氏名　本間 亮平

審査担当者　主　査　准教授　伊達 宏昭
副　査　教　授　小野里 雅彦
副　査　特任教授　金井 理

学位論文題名

高精度道路地図整備と舗装面維持管理のための MMS 点群からの道路情報ベクトルデータ抽出
（Vector data extraction of road information for maintenance of high-definition map and pavement asset management using MMS point clouds）

現在, 交通安全の向上, 渋滞の緩和, 運転手不足への対応等を目的とした自動運転技術の開発が進められている. 安全な自動運転の実現には 3 次元高精度道路地図が必要不可欠であり, 国内総延長百万 km を超える道路に対する効率的な高精度道路地図作製・整備技術の確立が求められている. また, 交通安全性向上や環境汚染の面から適切な道路舗装面維持管理が必要不可欠であるが, 長大な道路総延長に加え, 技術者や予算の不足も伴い, その効率化が強く望まれている. 近年, 車両にレーザスキャナを搭載し, 走行しながら道路周辺環境の 3 次元点群を取得する Mobile Mapping System(MMS) を用いた高精度地図整備や舗装面維持管理向けの技術開発が進んでいる. 車道境界線は高精度道路地図の重要構成要素であるが, 既存の MMS 点群からの車道境界線自動抽出技術は, 抽出性能ならびに精度に課題がある. また, わだち掘れやひび割れ等の道路舗装面損傷情報が舗装面維持管理で必要となるが, 既存の MMS 点群からの損傷情報抽出技術も, 抽出性能ならびに精度に課題を持つ. 本論文は, これらの課題を解決する,MMS 点群からの道路境界線ならびに道路舗装面損傷の高精度ベクトルデータ抽出法の確立を目的とし, 高精度道路地図整備と道路舗装面維持管理の高度化を目指している. 本論文は以下の全 4 章で構成されている.

第 1 章「緒論」では, 本研究の背景について述べ,MMS 点群からの高精度道路地図作成ならびに道路舗装面損傷抽出に関する既存研究の課題を指摘し, 高精度な道路境界線ならびに道路舗装面損傷情報のベクトルデータ化技術の確立が本論文の目的であることを述べている.

第 2 章「スキャンラインの湾曲度評価に基づく MMS 点群からの車道境界線抽出」では,MMS によって取得した点群と MMS の走行軌跡とを入力として, 高精度な車道境界線を抽出する手法について述べている. 提案手法は, 道路境界線部の段差を安定して検出するために, スキャンラインの頑健な湾曲度算出に基づいている. 手法は, レーザスキャナ設置角度の影響を受けない抽出処理を実現するための点群投影, ノイズの影響を受けずに段差を捉えるための一定距離近傍を用いた湾曲度算出, 植栽や部分遮蔽, 計測ノイズの影響を低減するためのフィルタリングを通して, 道路境界線抽出に有用なスキャンラインの湾曲度を算出する. その後, 道路境界線シードからの湾曲度と境界線の滑らかさに基づく追跡処理により, 道路境界線を抽出する. 提案手法は実 MMS 計測点群に適用され, 従来法では困難であった歩道切り下げ部や交差点, 部分遮蔽を含む箇所の道路境界線抽出が可能なことが示されている. また, 抽出境界線の定量評価では,92.9〜99.5% の完全性, 正確性および品質, ならびに 10.5mm〜19.6mm の精度を達成しており, その性能は既存技術を凌駕している. なお, 異

なる仕様の MMS ならびに異なる地域で取得した点群で評価が行われ, 提案法の汎用性が示されている.

第 3 章「MMS 取得点群からの道路面における領域・線状型損傷のベクトルデータ抽出」では,MMS によって取得した点群から, わだち掘れやポットホール等の領域型損傷と, ひび割れ等の線状型損傷をベクトルデータとして包括的に抽出する手法を述べている. 提案手法は, スキャンラインへの重み付き移動最小二乗法を用いた 3 次曲線フィットによる正常舗装面推定と, 推定正常舗装面からの差分で得られる変状変位量を損傷抽出の基礎とし, 抽出した変状変位量から, 領域成長法やαシェイプ等に基づく領域型損傷のポリゴン生成, ならびにクラスタリングや機械学習分類等に基づく線状型損傷のポリライン生成を行う. 実 MMS 点群への適用により, 提案手法が, 領域型損傷と線状型損傷の存在個所や形状, 分布の視覚的把握を可能とすることが示されており, 損傷情報ベクトルデータが適切な補修計画や的確な予防保全に利用できる可能性が示唆されている. また, 領域型損傷は 80.2% の IoU, 線状型損傷は,90.7% の Recall,97.0% の Precision,10.0mm の RMSE を達成しており, 提案手法により, 従来の専用機材による道路舗装面調査を, 普及が進む MMS による調査に置き換えられる可能性も示されている.

第 4 章「結論と今後の課題」では, 各章で得られた成果の要点と今後の課題が述べられている.

これを要するに, 本論文は, 高精度道路地図整備と高度な道路舗装面維持管理むけの MMS 点群からの車道境界線ならびに舗装面損傷情報の高精度ベクトルデータ抽出に関する新たな 3 次元データ処理技術を確立したものであり, 形状処理工学, 計算幾何学, 計測工学, 空間情報学の発展に寄与するところ大なるものがある. よって著者は, 北海道大学博士 (情報科学) の学位を授与される資格があるものと認める.