

高架道路橋の3次元CGモデルの自動作成に関する研究

田中成典[†] 北川悦司[‡] 安彦智史^{‡†} 川野浩平^{‡†} 姜文淵[†]

関西大学総合情報学部[†] 阪南大学経営情報学部[‡] 関西大学大学院総合情報学研究科^{‡†}

1. はじめに

近年の都市計画では、都市景観に配慮した整備が進められている。その中でも、高架道路橋は、都市景観を大きく損なう可能性[1]があるため、事前に3次元CGモデルを用いた移設シミュレーションが行われている。しかし、高架道路橋は複数の上部工で構成され、移設時には上部工ごとの撤去・移設工事が想定されるため、上部工ごとの3次元CGモデルを制作する必要がある。そのため、3次元CGモデルの制作には、人手による手間や時間などのコストの問題[2]-[4]がある。そこで、本研究では、3次元形状の取得に優れたレーザ測量[5]の結果から自動的に上部工ごとに3次元CGモデルを作成する手法を提案する。これにより、景観評価に利用できる高架道路橋の3次元CGモデルの自動作成を実現する。

2. 研究の概要

本研究では、高架道路橋を上部工ごとに分割した3次元CGモデルを作成する手法を提案する。本システムの概要を図1に示す。入力データはMMS（モバイルマッピングシステム）から取得した色情報が付与された点群データとし、出力データは上部工ごとの各3次元CGモデルとする。本システムは、1) ノイズ除去機能、2) 特徴点抽出機能、3) 高架道路橋分割機能と4) 3次元CGモデル作成機能により構成される。

2.1 ノイズ除去機能

本機能では、高架道路橋の3次元CGモデルを作成する上でノイズとなる道路構造物以外の点群データを除去する。まず、入力された点群データに対して、計測点間の距離に基づくクラスタリングを行う。そして、最大のクラスタを高架道路橋を示すクラスタとして、それ以外の



図1 本システムの概要

クラスタに含まれる点群データをノイズとして除去する。

2.2 特徴点抽出機能

本機能では、高架道路橋の特徴点として路面と壁面の交点および壁面の頂点を抽出する。MMSは、車両の進行方向に対して横断的に測量結果を取得する。そのため、まず、MMSの特徴を利用して、点群データから高架道路橋上面を横断する複数の点列を取得する。次に、点列から路面を示す点の集合を特定し、その両端点を路面と壁面の交点を示す特徴点として取得する。そして、両壁面の最も高い位置の点を頂点を示す特徴点として取得する。また、障害物による計測不良が発生した点列では、前後の点列から特徴点の位置を推定して補完する。

2.3 高架道路橋分割機能

本機能では、路面の色情報から特定した上部工の連結部で点群データを分割する。まず、路面標示を示す明度の高い色情報が付与された点をノイズとして除去する。次に、連結部は路面とは異なる特徴の色情報を持つため、各点列の色情報に基づいて連結部を特定する。最後に、特定した連結部ごとに点群データを分割する。

2.4 3次元CGモデル作成機能

本機能では、ドロネー三角形分割手法を用いて、各上部工の点群データに含まれる特徴点から高架道路橋上面の舗装面の作成を行い、3次元CGモデルを作成する。

Research for Generating 3D Model for Highway Bridge

[†] Shigenori Tanaka, Wenyuan Jiang

Faculty of Informatics, Kansai University, 2-1-1 Ryozenji-cho, Takatsuki City, Osaka 569-1095, Japan

[‡] Etsuji Kitagawa

Faculty of Management Information, Hannan University, 5-4-33 Amamihigashi, Matsubara City, Osaka 580-8502, Japan

^{‡†} Satoshi Abiko, Kohei Kawano

Graduate School of Informatics, Kansai University, 2-1-1 Ryozenji-cho, Takatsuki City, Osaka 569-1095, Japan

3. 実証実験と考察

実験では、高架道路橋の分割精度の検証、上部工の3次元CGモデル形状の評価と3次元CGモデル作成に伴う時間的コストの検証を行うことにより、提案手法の有用性を確認する。

3.1 実証実験

実証実験では、まず、本システムで特定した上部工の連結部と実データを比較し、高架道路橋の分割精度を検証する。次に、連結部により分割された全ての上部工で3次元CGモデルを作成できていることを確認する。最後に、本システムを用いて上部工の3次元CGモデルを1つ作成するのに掛かる時間的コストと手動による時間的コストを比較し、提案手法の有用性を確認する。なお、本実験では、入力データとして高架道路橋の移設が検討されている大阪の阪神高速1号線環状線の計測結果を利用した。

3.2 結果と考察

まず、本手法で特定した上部工の連結部と正解データを比較した結果を表1に示す。表1から本手法で特定した28件の連結部は全て正解データと一致したことから、誤抽出することなく高い精度で連結部を特定できたことが分かった。しかし、29件の正解データに対して特定できない連結部が1件存在した。このことから、本手法では、連結部を示す点群データと周辺の路面を示す点群データの色が近似する場合は、正しく上部工を分割できないことが分かった。次に、本手法で作成した29件の上部工の3次元CGモデル形状について実際の高架道路橋と比較した結果を表2に示す。表2から16件(全体の55%)の上部工において問題無く高架道路橋を再現した3次元CGモデルを作成できた(図2)ことが分かった。しかし、道路に分岐が生じていた11件の上部工では、分岐先の特徴点を誤抽出するなどの異常が見られた。また、2件の上部工においては、別車線を走行する通行車両により広範囲に計測不良が生じたため、推定による特徴点の補正が困難な事例が見られた。最後に、3次元CGモデル作成に伴う時間的コストの比較結果を表3に示す。表3から本システムの利用により、短時間で3次元CGモデルを作成可能であることから、コストの削減が実現できたことが分かった。

4. おわりに

本研究では、高架道路橋の点群データから景観評価に利用できる3次元CGモデルを自動作成する手法を提案した。実験の結果、上部工ごとに高精度に分割した3次元CGモデルを作成し、本システムの有用性を確認した。しかし、上部

表1 高架道路橋の分割精度

正解データ	29件
本手法で特定した連結部	28件
特定結果と正解データが一致	28件

表2 上部工の3次元CGモデル形状集計結果

問題無く高架道路橋を再現	16件
分岐先の特徴点を誤抽出	11件
特徴点の補正困難な計測不良	2件

表3 3次元CGモデル作成時間

本システムを用いて作成	4.87秒
手作業で作成	354.85秒

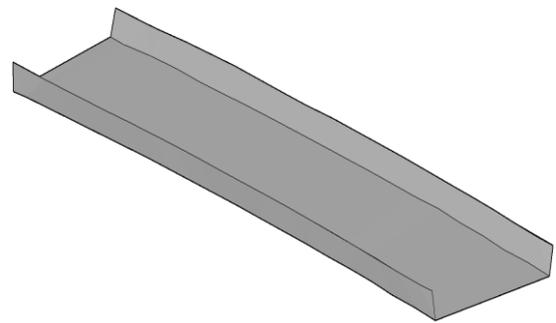


図2 上部工の3次元CGモデル結果

工の連結部と路面の点群データが保持する色情報が近似する場合や道路に分岐が存在する場合は、上部工ごとに正しく3次元CGモデルを作成できない事例が見られた。そのため、今後の課題として、点群データと同時に撮影したビデオ映像を併用したより頑健な手法を目指す。また、今後の発展として、路面の標識や高架道路橋の付属品のモデリングを目指す。

参考文献

- [1] Tajima, K.: New Estimates of the Demand for Urban Green Space: Implications for Valuing The Environmental Benefits of Boston's Big Dig Project, *Journal of Urban Affairs*, Urban Affairs Association, Vol.25, No.5, pp.641-655, 2003.
- [2] Jiang, N., Tan, P. and Cheong, L. : Symmetric Architecture Modeling with a Single Image, *ACM Transactions on Graphics*, ACM, Vol.28, No.5, pp.1-8, 2009.
- [3] 小場則夫, 小泉光司, 岸本達也: VRを用いた日本橋中央通りにおける建物形態と景観の印象分析—個性的な街路景観創出を目的としたVRを用いた景観分析(その2)—, 日本建築学会計画系論文集, 日本建築学会, Vol.73, No.626, pp.795-802, 2008.
- [4] 田中成典, 秋山孝正, 伊藤俊秀, 辻光宏, 小林孝史, 今井龍一, 楠見晴重, 平田岳: バーチャルリアリティを用いた観光都市・大阪の新たな空間創出と魅力向上に関する研究, 土木情報利用技術講演集, 土木学会, Vol.36, pp.21-24, 2011.
- [5] 小林一郎, 宮下征士, 坂口将人, 上田誠: MMSデータを用いた視距改良設計, 土木情報利用技術論文集, 土木学会, Vol.18, pp.1-8, 2009.