

Title	土木構造物の計測点群データから維持管理に用いる3次元ポリゴンモデルの自動生成手法に関する研究
Author(s)	日高, 菜緒
Citation	大阪大学, 2018, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/69597">https://doi.org/10.18910/69597</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

## 論文内容の要旨

氏名 ( 日 高 菜 緒 )

## 論文題名

土木構造物の計測点群データから維持管理に用いる3次元ポリゴンモデルの自動生成手法に関する研究

本論文は土木構造物の計測点群データから、維持管理に利用可能な3次元ポリゴンモデルを自動的に生成することを目的として開発した詳しい手法について記述したものであり、以下の全7章によって構成される。

第1章では、研究の背景として、土木構造物の維持管理業務の現状、点群計測や点群処理技術の現状について説明した。

第2章では、点群からBIM (Building Information Modeling)/CIM (Construction Information Modeling)/as-isモデルを生成する研究、点群からポリゴンモデルを生成する研究に焦点を当て、既往研究調査を行った。その結果、土木構造物の計測点群から自動でポリゴンモデルを生成する手法は大きく分けて3つの課題があった。1つ目は平面や柱状物体のような簡易的な幾何学形状にのみ対応しており、橋脚のような形状に対しては効果的でない点である。2点目は、レールやトンネルのように曲面構造を含む土木構造物の計測点群をポリゴンモデル化する際に、構成される面が最低限の面数でかつ稜線を正確に表せる手法が存在しない点である。3点目は、前方の障害物によりレーザスキャナや写真測量で計測できなかった領域があると、それがポリゴンモデル化した際にそのまま反映される点である。

第3章では、前章の課題点を解決することを目的とした3つのポリゴンモデル化手法を提案した。1つ目の手法は第1点目と第3点目の課題を解決するための、2つ目と3つ目の手法は第2点目と第3点目の課題を解決するためのポリゴン化手法である。

第4章では、1つ目の開発手法についてのアルゴリズムの説明、検証実験、検証結果から得られた考察について示した。この手法は3次元検索技術とテンプレートポリゴンモデルを用いて、橋脚のような形状が類似した形状が連続的に立ち並ぶ土木構造物に対して有効なポリゴン化を行うことを目的にした。土木構造物の部材にあたるテンプレートポリゴンモデルと類似した領域を検索し、そこに対応したテンプレートポリゴンモデルを配置することでポリゴンモデル化を行う。また橋脚の高さといったわずかな違いに対応させるため、ポリゴンモデルの形状を対応した点群に近似させるフィッティング処理も開発した。2種類の防波堤を支えるリブを持つ堤防と高さがわずかに異なるモノレール橋脚の計測点群を用いて検証実験を行い、テンプレートポリゴンモデルが類似した構造に適切に配置されたことを確認した。

第5章では、2つ目の開発手法についてのアルゴリズムの説明、検証実験、検証結果から得られた考察について示した。この手法はレールのような曲面をもつ押し出し形状の土木構造物の点群に対して、オブジェクトの中心を通る軸(スケルトン)を検出し、そのスケルトンに沿って規格化された断面を押し出すことでポリゴンモデルを生成することを目的にした。直線構造のみの短いレールと、曲線構造を持つ長いレールの点群を用いて検証実験を行い、レールの軌道に沿って規則的でかつ最低限な面で構成されたポリゴンモデルが生成されることを確認した。

第6章では、3つ目の開発手法についてのアルゴリズムの説明、検証実験、検証結果から得られた考察について示した。この手法ではトンネルのような複数の断面で構成された曲面をもつ土木構造物の点群に対して、複数の断面を連結することでポリゴンモデルを生成することを目的にした。ポリゴンモデル化に使用する断面は、土木構造物の対称性に基づいて検出された中心軸に対して鉛直な面と定義し、また点群のままでは点数が多いため、それを近似形状のポリラインに変換する手法も開発した。直線構造、曲線構造、緊急停車位置をもつ3種類のトンネルの点群を用いて検証実験を行い、トンネルの軌道に沿って最低限な面で構成されたポリゴンモデルが生成されることを確認した。

第7章では、本論文の結論を述べた。本研究で開発した3つのポリゴンモデル化手法は、前述した既存の手法が対応できなかった土木構造物の種類や計測できなかった領域をポリゴンモデル化させることを実現しただけでなく、入力するテンプレートポリゴンモデルや断面、パラメータによりポリゴンモデルの詳細度を容易に調整できるため、広い用途の維持管理業務に貢献できると期待することを結論とした。

## 論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 ( 日 高 菜 緒 )			
論文審査担当者	(職)	氏 名	
	主 査	教授	矢吹 信喜
	副 査	教授	澤木 昌典
	副 査	准教授	福田 知弘

## 論文審査の結果の要旨

本論文は土木建造物の計測点群データから、維持管理に利用可能な 3 次元ポリゴンモデルを自動的に生成することを目的として開発した詳しい手法について記述したものであり、以下の全 7 章によって構成されている。

第 1 章では、研究の背景として、土木建造物の維持管理業務の現状、点群計測や点群処理技術の現状について説明している。

第 2 章では、点群から BIM (Building Information Modeling)/CIM (Construction Information Modeling)/as-is モデルを生成する研究、点群からポリゴンモデルを生成する研究に焦点を当てて、既往研究調査を行っている。その結果、土木建造物の計測点群から自動でポリゴンモデルを生成する手法は大きく分けて 3 点の課題を設定していた。1 つ目は平面や柱状物体のような簡易的な幾何学形状にのみ対応しており、橋脚のような形状に対しては効果的でない点であった。2 点目は、レールやトンネルのように曲面構造を含む土木建造物の計測点群をポリゴンモデル化する際に、構成される面が最低限の面数でかつ稜線を正確に表せる手法が存在しない点であった。3 点目は、前方の障害物によりレーザスキャナや写真測量で計測できなかった領域があると、それがポリゴンモデル化した際にそのまま反映される点であった。

第 3 章では、前章の課題点を解決することを目的とした 3 つのポリゴンモデル化手法を提案している。1 つ目の手法は第 1 点目と第 3 点目の課題を解決するための、2 つ目と 3 つ目の手法は第 2 点目と第 3 点目の課題を解決するためのポリゴン化手法であった。

第 4 章では、1 つ目の開発手法についてのアルゴリズムの説明、検証実験、検証結果から得られた考察について示している。この手法は 3 次元検索技術とテンプレートポリゴンモデルを用いて、橋脚のような形状が類似した形状が連続的に立ち並ぶ土木建造物に対して有効なポリゴン化を行うことを目的にしていた。土木建造物の部材にあたるテンプレートポリゴンモデルと類似した領域を検索し、そこに対応したテンプレートポリゴンモデルを配置することでポリゴンモデル化を行っている。また橋脚の高さといったわずかな違いに対応させるため、ポリゴンモデルの形状を対応した点群に近似させるフィッティング処理も開発している。2 種類の防波堤を支えるリブを持つ堤防と高さがわずかに異なるモノレール橋脚の計測点群を用いて検証実験を行い、テンプレートポリゴンモデルが類似した構造に適切に配置されたことを確認した。

第 5 章では、2 つ目の開発手法についてのアルゴリズムの説明、検証実験、検証結果から得られた考察について示している。この手法はレールのような曲面をもつ押し出し形状の土木建造物の点群に対して、オブジェクトの中心を通る軸 (スケルトン) を検出し、そのスケルトンに沿って規格化された断面を押し出すことでポリゴンモデルを生成することを目的にしている。直線構造のみの短いレールと、曲線構造を持つ長いレールの点群を用いて検証実験を行い、レールの軌道に沿って規則的かつ最低限な面で構成されたポリゴンモデルが生成されることを確認した。

第 6 章では、3 つ目の開発手法についてのアルゴリズムの説明、検証実験、検証結果から得られた考察について示している。この手法ではトンネルのような複数の断面で構成された曲面をもつ土木建造物の点群に対して、複数の断面

を連結することでポリゴンモデルを生成することを目的としている。ポリゴンモデル化に使用する断面は、土木構造物の対称性に基づいて検出された中心軸に対して鉛直な面と定義し、また点群のままでは点数が多いため、それを近似形状のポリラインに変換する手法も開発している。直線構造、曲線構造、緊急停車位置をもつ 3 種類のトンネルの点群を用いて検証実験を行い、トンネルの軌道に沿って最低限な面で構成されたポリゴンモデルが生成されることを確認した。

第 7 章では、本論文の結論を述べている。本研究で開発した 3 つのポリゴンモデル化手法は、前述した既存の手法が対応できなかった土木構造物の種類や計測できなかった領域をポリゴンモデル化させることを実現しただけでなく、入力するテンプレートポリゴンモデルや断面、パラメータによりポリゴンモデルの詳細度を容易に調整できるため、広い用途の維持管理業務に貢献できると期待することを確認した。

以上のように、本論文は環境工学、特に環境を構成する土木構造物の 3 次元ポリゴンモデルを自動生成する技術の確立に寄与するところが大きい。よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。