

遺伝的アルゴリズムを用いた 橋脚のパラメトリックモデルの生成に関する研究

塚田義典[†] 梅原喜政[‡] 中原匡哉^{††} 窪田諭^{‡‡} 田中成典^{†††} 武内克樹^{†††}

摂南大学経営学部[†] 関西大学先端科学技術推進機構[‡] 大阪電気通信大学総合情報学部^{††}

関西大学環境都市工学部^{‡‡} 関西大学総合情報学部^{†††}

1. はじめに

我が国では、高度経済成長期に建設されたインフラ設備の老朽化が深刻さを増しており、長寿命化のための点検や補修が急務[1]である。しかし、これらの設計図面や関連資料の紛失により、形状を正確に把握できない橋梁が多数存在している。そこで、レーザ計測機器によって対象構造物を計測し、その点群データから維持管理に供する図面や三次元モデルを生成する技術の開発が期待されている。こうした背景の下、既存研究[2]では、橋脚を計測した点群データとテンプレートモデルから、遺伝的アルゴリズム

(Genetic Algorithms, 以下 GA) を用いて構造物のパラメトリックモデルを生成する手法が提案されている。しかし、既存手法は、点群データとテンプレートモデルの初期位置合わせを手動で行う必要があった。また、GA の処理では、個体適合度が世代を追うごとに上昇せず、準最適解が得られない課題があった。

そこで、本研究では、点群データの補正処理を自動化すると共に、個体の多様性維持に優れる MGG[3]を応用した GA の世代交代モデルを提案する。そして、提案手法により既存手法の課題を解消可能か実証実験により確認する。

2. 研究の概要

本システム (図 1) は、点群データ補正機能とパラメトリックモデル生成機能により構成され

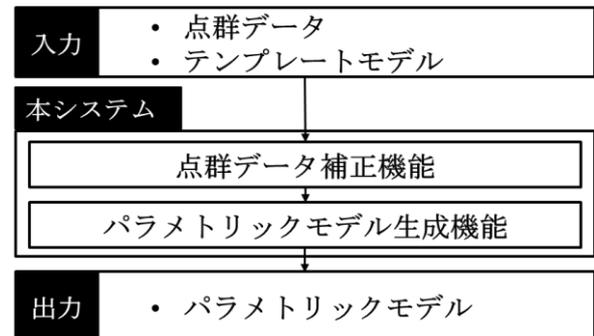


図1 提案手法の流れ

る。入力データは、点群データとテンプレートモデルとする。出力データは、パラメトリックモデルとする。

2. 1 点群データ補正機能

本機能では、点群データを GA に適用するためにテンプレートモデルと位置合わせを行う。まず、点群データの中心点が原点位置と一致するように点群データを移動する。次に、原点を軸として、点群データを座標軸に沿うまで回転する。最後に、点群データの中心点とテンプレートモデルの中心点が一致するようにテンプレートモデルを移動する。

2. 2 パラメトリックモデル生成機能

本機能では、GA を用いてテンプレートモデルの寸法値と微細な位置合わせのためのパラメータを自動で解くことで点群データと適合したパラメトリックモデルを生成する。既存手法では、適合度の高い個体を優先して選択する。これにより世代交代ごとに集団内の遺伝子が適合度の高い個体に偏り、準最適解が得られなかった。そのため、本手法では、集団からランダムに2個体を選択したうえで、2点交叉を用いて子集団を生成する。そして、集団の分散に基づいて適合度が突出した子個体を淘汰することで、適合度の高い個体の遺伝子が集団内において極端に増加することを防ぎ、準最適なパラメトリックモデルを安定して生成する。

Research for Generating Parametric Model of Bridge Pier Using Genetic Algorithm

[†] Yoshinori Tsukada

Faculty of Business Administration, Setsunan University

[‡] Yoshimasa Umehara

Organization for Research and Development of Innovative Science and Technology, Kansai University

^{††} Masaya Nakahara

Faculty of Information Science and Arts

Osaka Electro-Communication University

^{‡‡} Satoshi Kubota

Faculty of Environmental and Urban Engineering,

Kansai University

^{†††} Shigenori Tanaka and Katsuki Takeuchi

Faculty of Informatics, Kansai University

3. 実証実験

本実験では、提案手法の有用性を評価するため、擬似的に生成した点群データを用いたシミュレーション実験を行った。

3.1 実験内容

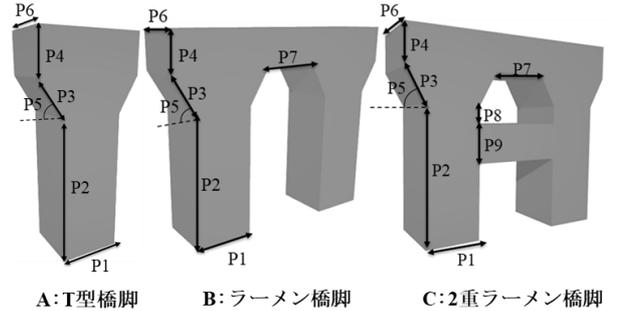
本実験では、まず、正解パラメータを与えた3種類(図2)のパラメトリックモデルを生成する。次に、それらのパラメトリックモデルの表面に、ノイズを与えた点を約0.05m間隔で発生させ、擬似点群データとする。そして、実現場で計測された点群データを想定するために、擬似点群データをランダムな位置と向きに移動させたうえで、入力データとする。最後に、提案手法を各疑似点群データに対して適用し、パラメータを逆推定することで、提案手法の有用性を評価する。評価方法は、推定結果と正解パラメータの一致度と、パラメトリックモデルの適合度で評価する。GAの結果はランダム性を持つため、各疑似点群データに対して提案手法を3回ずつ適用し、適合度を算出する。

3.2 結果と考察

実験結果を表1に示す。本実験では、すべての疑似点群データにおいて0.980以上の適合度が得られた。また、図3に示すとおり、点群データと生成したパラメトリックモデルの形状は一致していることがわかる。このことから、世代交代時における偏った選択により、個体適合度が世代を追うごとに上昇せず準最適解が得られなかった課題を解消できたと考えられる。実験B-2では、適合度が0.984であり、実験B-1、B-3の適合度より低下した。これは、GAによる位置合わせにおいて位置が僅かにずれたことで適合度が低下したためと考えられる。しかし、生成されたパラメトリックモデルは正解パラメータを探索できているため、実験B-2の結果においても準最適解であると考えられる。以上より、疑似点群データを用いたシミュレーション実験では、提案手法を用いることで、パラメトリックモデルを生成可能であることを明らかにした。

4. おわりに

本研究では、点群データの補正処理を自動化し、GAの多様性維持に優れた世代交代モデルを導入することで準最適解を導き出す手法を提案した。そして、実証実験により、疑似点群データを用いて提案手法の有用性を確認した。今後は、実現場の点群データを対象に提案手法を適用することで実用可能性を確認する。そして、橋脚以外の構造物においても適用可能か確認し、改良を繰り返すことで研究の適用範囲の拡大を目指す。



種類	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9
A	2	7	2	2	60	3			
B	2	7	2	2	60	3	3		
C	2	7	2	2	60	3	3	2	1

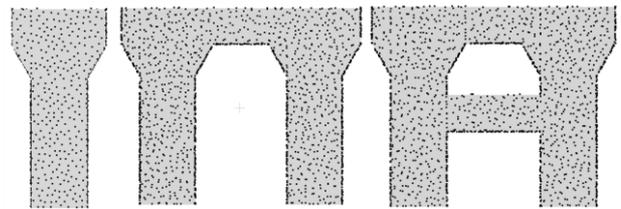
各パラメータの単位: P1-P4, P6-P9 (m), P5 (度)

図2 パラメトリックモデル

表1 実験結果

実験	一致パラメータ	不一致パラメータ	適合度	
A	1	全一致	無し	0.985
	2	全一致	無し	0.985
	3	全一致	無し	0.985
B	1	全一致	無し	0.986
	2	全一致	無し	0.984
	3	全一致	無し	0.986
C	1	全一致	無し	0.986
	2	全一致	無し	0.986
	3	全一致	無し	0.986

A: T型橋脚, B: ラーメン橋脚, C: 2重ラーメン橋脚



A:T型橋脚 B:ラーメン橋脚 C:2重ラーメン橋脚

図3 点群データとパラメトリックモデルの可視化結果

参考文献

[1] 国土交通省:老朽化の現状・老朽化対策の課題, 国土交通省(オンライン), 入手先(<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/torikumi.pdf>) (参照 2021-12-08) .

[2] 窪田諭, 塚田義典, 梅原喜政, 田中成典: 点群データを用いた橋梁パラメトリックモデルの生成に関する研究, 情報処理学会論文誌, Vol.62, No.5, pp.1234-1245 (2021) .

[3] 佐藤浩, 小野功, 小林重信: 遺伝的アルゴリズムにおける世代交代モデルの提案と評価, 人工知能学会誌, Vol.12, No.5, pp.734-743 (1996) .