

BIM/CIM モデルから生成 AI を経由した 3D Gaussian Splatting の構築手法に関する研究

石引 暖也*・立川 浩祥*・片平 大暉*・木下 大也**・真柄 毅**・松本 浩一**

Research on a Construction Method for 3D Gaussian Splatting from BIM/CIM Models via Generative AI

Atsuya Ishibiki *, Hiroyoshi Tachikawa*, Daiki Katahira *, Hiroya Kinoshita**, Takeshi Magara**,
Kouichi Matsumoto**

* 大日本ダイヤコンサルタント株式会社 北海道支社 Dia Nippon Engineering Consultants Co.,Ltd.,
2-13-2 Kita10-jonishi Kita-ku,Sapporo-shi, Hokkaido 001-0010Japan. E-mail: ishibiki_atsuya@dcne.co.jp,
tachikawa_hiroyoshi@dcne.co.jp, katahira_daiki@dcne.co.jp

** 株式会社ネクステラス NexTerrace Co.,Ltd.,
201, 5-1, Minami 7 Nishi 25, Chuo-ku,Sapporo,Hokkaido064-0807Japan.E-mail: h-kinoshita@nexterrace.com,
t-magara@nexterrace.com, k-matsumoto@nexterrace.com

キーワード： BIM/CIM, 3D Gaussian Splatting, 生成 AI

Key words： BIM/CIM, 3D Gaussian Splatting, Generative AI

1. はじめに

土木業界の DX 化に伴い、BIM/CIM (Building/Construction Information Modeling, Management) モデルによる構造物の可視化が進んでいる。しかし、BIM/CIM モデルは、質感や陰影等のテクスチャの表現が実構造物と異なるため、現実の景観と視覚的な乖離が生じる場合がある。

そこで本研究では、この視覚的な乖離を解消する手段として、高い描写能力をもつ生成 AI に着目した。生成 AI の活用により、BIM/CIM モデルに基づき、対象構造物のテクスチャを現実空間に即して再現した動画像を生成できる。しかし、現在流通している生成 AI による出力は 2 次元の情報である。そこで、複数の 3 次元ガウス分布を空間上に配置することにより、動画像から 3 次元空間を作成可能な 3D Gaussian Splatting (以下、「3DGS」とする。)を使用する。これにより、生成 AI で作成した動画像をもとに、自由な視点移動が可能な 3 次元空間を構築する。

本研究では、生成 AI と 3DGS を使用することで、BIM/CIM モデルをもとに、現地における実構造物に近い視覚的認知を支援する 3 次元空間を構築可能か検証した。

2. 本研究で使った技術の概要

本研究では、BIM/CIM モデルを撮影した動画像を生成 AI により、実構造物に近い視覚的認知を支援する構造物の画像を生成し、3DGS により、3 次元空間を構築する。本研究で使用した技術の概要を以下に述べる。

2.1 本研究で使った生成 AI

本研究では、被写体のテクスチャを編集することに特化した Web アプリケーション(以下、「画像生成 AI」とした。)を使用した。画像生成 AI は、実在する地物や構造物の微細なテクスチャを学習しているため、現実の土木構造物に即

したテクスチャの再現が可能である。

2.2 3DGS の概要

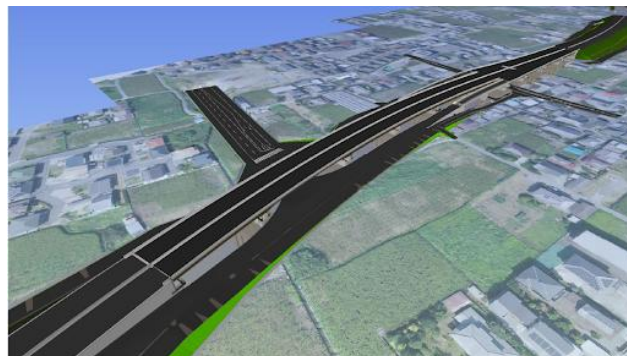
3DGS は近年、開発された画像から 3 次元空間を構築可能な 3 次元復元技術である。3DGS は、空間を「3D ガウシアン (広がりを持つ楕円体)」の集合として配置する表現手法であり、高速表示 (リアルタイムレンダリング) と高い視覚的再現性を両立する。ただし、3DGS 単体では絶対的なスケール情報を持たない。

2.3 本研究で使った 3DGS が可能なツール

本研究では、1 枚の画像を入力として、AI による未撮影部分の予測・補完を行い、3DGS 形式の 3 次元空間を構築可能な Web アプリケーションを使用した。

3. 研究の対象構造物

本研究では、山梨県和戸町で実施中の高架橋建設事業を対象に検証を実施する。検証にあたっては、第 1 図に示す設計段階で作成された詳細度 300 の橋梁 (382m) の



第 1 図 BIM/CIM モデルを現地地図に重ねた図

BIM/CIM モデルを使用する。本構造物を対象とした理由は、街中に作成される橋梁であり、景観上、特に配慮する必要があると考えたためである。

4. 検証方法

本研究では、まず第 1 図に示す画像を画像生成 AI に入力し、対象の構造物に対して現実空間のテクスチャを反映した画像を生成する。次に、生成した画像を 2.2 で述べた Web アプリケーションに入力することで、3 次元空間を構築する。最後に、第 1 図に示す BIM/CIM モデルと本研究で構築した 3 次元空間を比較することで、本手法の有用性を確認する。

5. 検証結果

第 1 図の BIM/CIM モデルの画像を画像生成 AI に入力し、生成した画像を第 2 図に示す。第 2 図から、生成 AI の活用により、入力した BIM/CIM モデルの幾何形状を保持しながら、周囲の環境や現実の質感を反映した橋梁画像を生成できていることを確認できた。また、2.2 で述べた Web アプリケーションに第 2 図を入力し、構築した 3 次元モデルを第 3 図に示す。第 3 図から、生成 AI と 3DGS を用いることで、1 枚の BIM/CIM モデルの画像から実写に近い 3 次元空間を構築できることがわかった。

第 1 図と第 3 図を比較すると、従来の BIM/CIM モデルは表面が平滑で周囲景観から浮いた印象を与える一方、本研究で構築した 3 次元空間では、橋梁の質感や陰影等が再現され、完成後の姿をより具体的に想起させるものとなった。これにより、技術者のみならず専門的な知識を有しない住民や関係者に対しても、完成後の景観を直感的に共有することが可能となり、合意形成における意思決定プロセスの円滑化に寄与するものと考察する。



第 2 図 画像生成 AI で生成した画像



第 3 図 3DGS により作成した 3 次元空間

6. 検証結果から得られた課題

本手法で構築した 3 次元空間内の橋梁は、元の BIM/CIM モデルが持つ正確な寸法値ではない。このことから、本手法は、完成後のイメージの共有や住民説明などの合意形成のプロセスにおける視覚資料としての活用が適切と考える。また、今回は、少量の画像をベースに 3 次元空間を構築したため、元の画像に写っていない構造物の裏側や死角となる領域は、画像生成 AI が学習データに基づいてテクスチャや形状を補完している。そのため、補完された領域が実際の現地の地形や計画されている構造と異なる可能性がある。

今後、設計および施工管理へ適用や構造物の細部の構造まで把握する場合は、直接 BIM/CIM モデルを生成 AI に入力するなど BIM/CIM モデルの持つ詳細な構造や寸法データを反映させる手法が必要であると考えられる。

7. まとめ

本研究では、生成 AI と 3DGS を活用することで、BIM/CIM モデルをもとに、現地における実構造物に近い視覚的認知を支援する 3 次元空間が構築可能かを検証した。その結果、橋梁の質感や陰影等が再現され、実写に近い視覚表現を持つ 3 次元空間を作成することができた。また、従来の BIM/CIM モデルと比較し、完成後の姿をより具体的に想起させるものとなったことから、合意形成における意思決定プロセスの円滑化に寄与するものと考察する。本研究で構築した 3 次元空間は、VR デバイス等と組み合わせることで、今後、より現場に近い体験が可能になると考える。

一方で、構築した 3 次元空間の寸法値や、元の画像に写っていない領域は実際と異なる可能性がある。今後は、詳細な構造の再現と正確な寸法値を担保することなどを課題とし、本技術の発展に努める。

文 献

国土交通省:国土交通省における BIM/CIM の活用に向けた取り組み

URL : https://bimcim.org/wp/wp-content/uploads/2020/01/200115_-【HP用】国土交通省における BIMCIM 活用の取組について.pdf

Google : オンラインプラットフォーム「Nano Banana 2」
URL : <https://gemini.google.jp/overview/image-generation/?hl=ja-JP>

Tong Wu; Yu-Jie Yuan; Ling-Xiao Zhang; Jie Yang; Yan-Pei Cao; "Recent advances in 3D Gaussian splatting," in *Computational Visual Media*, vol. 10, no. 4, p p. 613-642, Aug. 2024.

World Labs Inc : オンラインプラットフォーム「Marble」
URL : <https://marble.worldlabs.ai/>