

## 土木工事の4次元CIM管理のためのVR点群可視化システムの開発

宮城大学 正会員 ○蒔苗 耕司

(株)建設IoT研究所 非会員 Abdulrahman Mohamed

(株)環境風土テクノ 正会員 須田 清隆

可児建設(株) 正会員 可児 憲生

阿部建設(株) 非会員 後藤 辰男

### 1. 目的

近年、画像やレーザスキャナによる3次元計測技術が急速に進歩し、実空間の地物形状を3次元点群データとして低コストで取得することが可能になってきた。本プロジェクトにおいても、これまで道路路面の撮影画像から生成された3次元点群データをVirtual Reality (VR)空間で表現可能なシステム開発を進めてきた<sup>1)</sup>。本研究ではこれまでの研究をさらに発展させ、中小建設企業を対象に点群データに基づく4次元CIM化を進めることを目的として、時系列で取得される点群データを工事管理に適用するためのVR点群可視化システムを開発し、実際の土木工事への適用により、その有効性を検証する。

### 2. 3次元点群可視化システムの開発要件

本研究では、中小企業でも導入可能なVR点群可視化システムの開発を目指すものであり、その要件を以下の通り5項目に整理する。

- ① 3D CADと点群のVR重畳表示ができること
- ② VR空間内での寸法計測・記録ができること
- ③ クラウド上で時系列情報の共有ができること
- ④ 中小企業でも導入可能な価格帯であり、また簡便な利用ができること
- ⑤ 将来にわたって継続的な利用ができること

上記5項目の中で、④機材導入コストの問題は、システム開発上の前提条件となる。そこで本システムで利用するHMDでは、導入コストを抑えることと容易な利用を実現するために、一般に普及しているゲーム用一体型HMD (Facebook社Oculus Quest2)を選定する。次にシステム開発形態として、個別開発による方法(A-frameまたはUnity)と市販アプリケーションを利用する方法(SimLab Soft社Simlab VR、

またはBaroque Software社VR Sketch)について、導入コスト、重畳表示機能(レイヤ機能)、記録・計測機能、クラウド共有機能、継続性の面から比較評価を行った。個別開発による方法では、機器更新のたびにシステムの更新作業が必要となり、将来的な継続利用が保証されないという問題がある。一方、VRソフトウェア利用では、年間使用料が必要となるものの中小企業でも導入可能なレベルであり、またある程度の継続性も保証される。このことに加え、4D CIM実現のためのレイヤ管理機能や操作性も考慮して、VRアプリケーションであるVR Sketchを基幹アプリケーションとして利用し、それに基づくシステム開発を進めることとした。

### 3. 点群可視化システムの概要

VR点群可視化システムの概念図を図-1に示す。本システムでは、ドローンや360°カメラからの取得された画像からSfM/MVSにより再構成される3次元点群データを仮想空間内に表現するものである。その基本機能として、表示データの選択、仮想物体の把持・閲覧機能、時系列データ(レイヤ)の表示機能、点群上での寸法計測・記録機能を有する。

VR環境内で物体把持を行うためには、VRソフトウェア上では点群のポリゴン化が必須である。また一体型HMDの描画処理性能及び内部記憶容量の制約によりデータを軽量化する必要がある。そのため、点群処理ソフトウェア(Cloud Compare)により点の間引きとポリゴン化を行った後に、HMDに3Dモデルとしてインポートし、VR表示を行う。

図-2は河川堤防工事の進捗管理における時系列の点群の表示例である。VR空間内で、任意に選択した点群を表示することができる。

キーワード 点群, バーチャルリアリティ, 施工管理, BIM/CIM, 4D-CIM, 品質管理

連絡先 〒981-3298 宮城県黒川郡大和町学苑1-1 宮城大学事業構想学群 makanae@myu.ac.jp

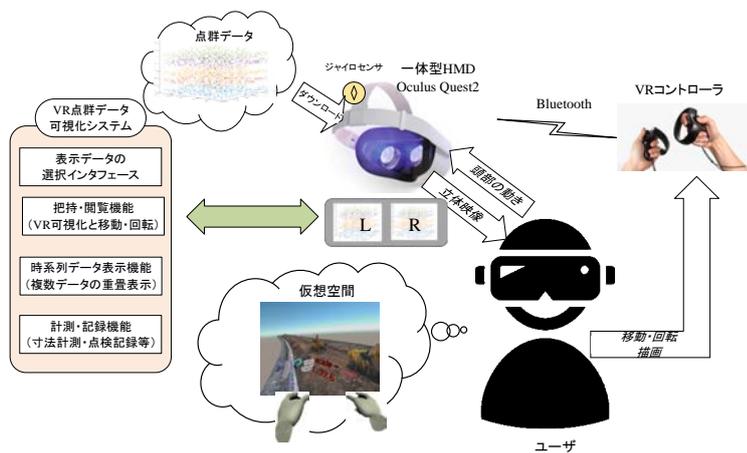


図-1 VR点群可視化システム概念図

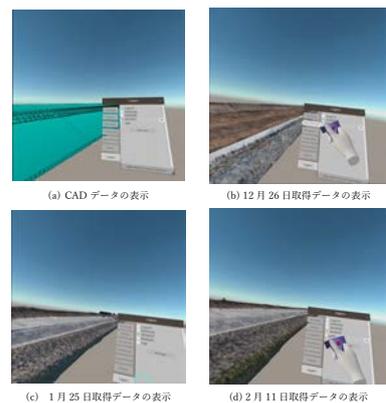
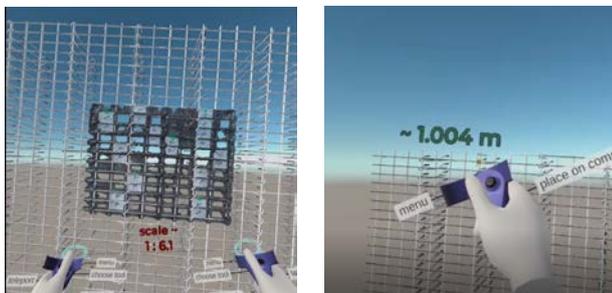
図-2 時系列データの選択表示  
(庄内川万場上地区低水護岸工事)

図-3は橋台下部工事における鉄筋の点群データの表示例である。点群から生成した3次元モデル上で任意の2点を選択して寸法計測が可能である。



(一般国道5号仁木町町道2番地通橋下部工事)

図-3 橋台下部工鉄筋の点群表示と寸法計測

#### 4. VR点群可視化システムの有効性

システム開発と可視化プロセスの検証作業を経て確認できた本システムの有効性を以下に示す。

##### ① 点群のVR化による施工状況の正確な把握

VR適用の利点は、VR空間内の任意の視点・縮尺で点群データを観察できることであり、通常の平面ディスプレイでの表現を越えた精度の高い形状認識による現場状況の認識が可能となる。

##### ② 計測機能による品質管理の高度化

VR空間の点群データ上での寸法計測ができることから、出来形管理を点群データ上で行うことが可能となる。今後は発注者が行う竣工検査における寸法検査への適用も可能となる。本試行の中でも工事発注者から、移動や時間制約がなく、確認・検査が可能になる点で良い評価が得られている。

##### ③ 時系列点群のクラウド管理による4D-CIMの実現

本システムでは時系列点群データをレイヤとして

扱うことが可能であり、順次取得される点群データを比較しながらの進捗状況の管理が可能である。またクラウド上での情報共有により、点群情報をベースにした発注者・施工者間での情報共有手段としての適用も可能である。

④ 中小企業が容易に導入できるVRシステムの実現  
本研究で採用した機材・ソフトウェアは導入コストも安価であり、またシステム構築及び利用も簡便であり、手軽にVR環境を利用することが可能となる。

#### 5. まとめと今後の課題

本研究では、中小企業でも導入可能なVR点群可視化システムを開発し、一連の可視化プロセスの検証を行い、その有効性を示した。

今後は、点群データをより簡便に処理するためのシステム構築を進めるとともに、クラウド上での情報共有機能を利用し、遠隔地にいる受発注者間での点群データを介した進捗状況管理手法の開発をさらに進めていく必要がある。また遠隔臨場とともに、遠隔検査を許容するための制度面での仕組みづくりが求められる。

なお本研究は、国土交通省建設技術研究開発助成制度『中小建設業を対象とした映像を活用したIoT施工法(Visual-Construction)』の成果を活用したものである。

#### 参考文献

- 1) 蒔苗 耕司, 芦立 一博, 黒河 洋吾, 須田 清隆, 可児 憲生: 路面診断画像に基づく3次元点群データのVR可視化システム, 土木学会年次学術講演会講演概要集 Vol-75, VI-1083, 2020.