

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

宮城大学 正会員 ○蒔苗 耕司 非会員 芦立 一博
 (株)愛亀 正会員 黒河 洋吾
 (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

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いる。本研究プロジェクトにおいても、工事現場に設置した車両に搭載した簡易カメラ等による舗装路面撮影映像からの点群データ取得実験やAIによるひび割れ検出実験を行っている¹⁾。その一方で、コンピュータディスプレイ上での点群データの表現においては、ひび割れ等の微細な形状を認識することが難しいという課題がある。この課題に対して、本研究では、路面診断画像から取得した3次元計測データの応用技術として、VR(virtual reality)を用いた点群データの可視化システムを構築し、その有用性評価を行うことを目的とする。

2. 3次元点群可視化へのVR適用の意義

コンピュータ上で生成される3次元物体表現には一般的にコンピュータディスプレイが適用され、ユーザは2次元平面に投影変換された物体の形状を、陰影や物体を移動したり回転したりすることにより把握している。点群データの場合には、個々の点が陰影をもたないことから、立体認識が難しく、ポリゴン化や可視情報を付与することで立体認識を補助しているが、路面性状等の微細な凹凸については認識が難しいという問題がある。本研究では、点群データ可視化における立体認識を補強するための手段として、VR(virtual reality)装置として広く利用されているHMD(head-mounted display)を用いる。HMDは人間の左右の眼に、視差をもつ立体映像を与えることで、映像の奥行きを直観的に提示する装置である。最近ではゲームを中心としたエンタテインメント分野で急速に普及し、それに伴う機器の低廉化

に伴い、産業分野での利用も拡大している。本研究では、中小企業の建設会社でも容易に利用できることを想定し、ゲーム用に開発された最新の一体型HMDを利用した可視化システムの構築を行う。

3. VR点群可視化システムの概要

本研究で開発するVR点群可視化システムの構成を図-1に示す。表示のための3次元点群データは、路面撮影映像から複数枚を切り出した画像からSfM(structure from motion)ソフトウェアを用いて生成する。本システムではPC等の演算装置を必要としない一体型端末を利用することから、点群データは外部記憶装置を利用せずにクラウド上のサーバからネットワーク経由で取得できるように設計する。

これらの基本的な3次元点群の閲覧機能に加えて、路面性状の観察・点検での利用を考慮して以下の4つの機能を付与する。

①点検物の把持・閲覧機能

一体型HMDでは、取得した3次元点群データをもとに、人間の頭部の移動・回転に応じた立体視映像を生成してユーザに提供する。VR空間内での点検作業を考慮すると、ユーザが動くことよりも物体を移動・回転させることの方が効率的であることから、コントローラ制御により、物体を把持して容易に目の前に移動させて観察できるような機能を付加する。

②時系列データの表示機能

取得時刻の異なる複数の点群データを選択表示あるいは重畳表示することにより、例えば作業進行に伴う形状変化の記録やひび割れ等の劣化の進行等の把握が可能となる。

③過高感の強調表示機能

点群により表現される舗装路面の微細な凹凸の認識を補助するために、点群データの垂直方向での拡

キーワード 路面性状, 点検, 維持管理, 点群データ, バーチャルリアリティ, HMD

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

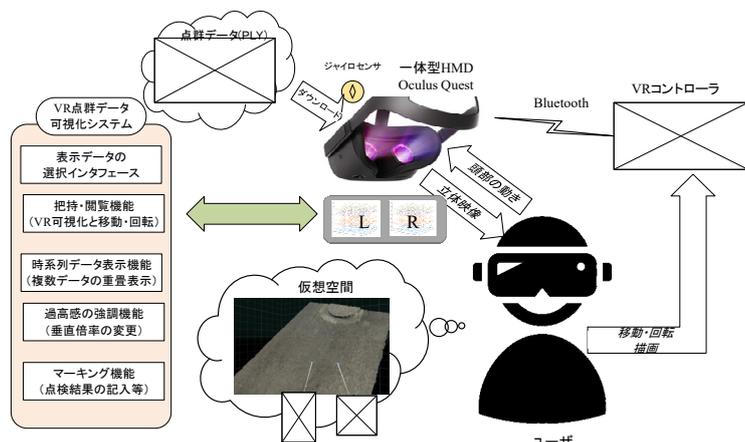


図-1 VR点群可視化システムの概要

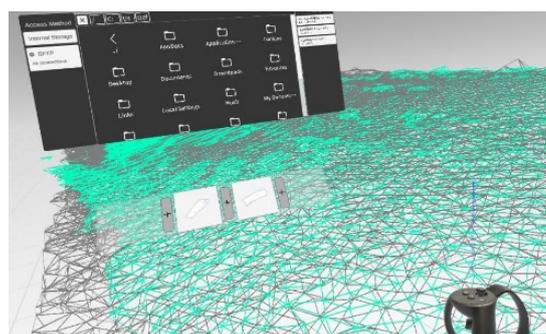


図-2 システムインタフェース

大率を操作できる機能を付加する。

④ 仮想路面上でのマーキング機能

仮想空間内での舗装路面の点検作業を行うために、3次元モデル上で描画する機能を加える。これにより、例えばひび割れ箇所の記録等に用いることが可能である。また水平面に平行投影した画像を保存する生成することができ、これにより図面との整合を図る。

4. VRシステムの実装

3. に述べた諸機能を有するアプリケーションを実装する。開発環境には Unity Technologies 社の Unity、開発用 HMD には Oculus 社の Oculus Rift、一体型 HMD には同社の Oculus Quest を用いる。システムの汎用性を高めるために、アプリケーションと点群データとは分離し、クラウドサーバ上の任意のデータを VR アプリケーションから選択・ダウンロードできるユーザインタフェースを加えている (図-2)。

図-3 に点群データから構築された3次元モデルの VR 空間内での表示例を示す。ユーザは任意にコントローラから射出されるレイにより対象物体である3次元舗装路面を把持し、任意の位置で舗装面を観察できるとともに、ひび割れ等の問題箇所のマーキングが可能である。また図-4 は垂直方向の倍率を高めて表示した例を示す。等倍表示に比べ、微細な変化の表現を可能としている。

5. まとめと今後の課題

本研究では、舗装工事で取得された舗装路面の点群データを HMD により表現される仮想空間内で立体的に可視化し、舗装路面の点検作業が可能なシステムの構築を行った。舗装路面の過高感を高める機能や描画機能等の機能を付与すること等で実用性を高め、また低廉な一体型 HMD を適用することにより、

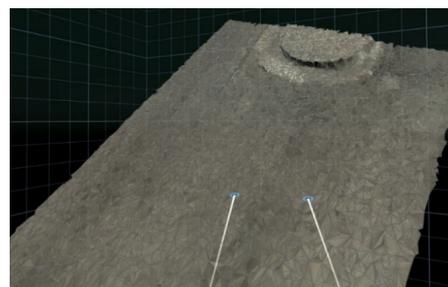


図-3 VR空間での3次元モデルの表示例

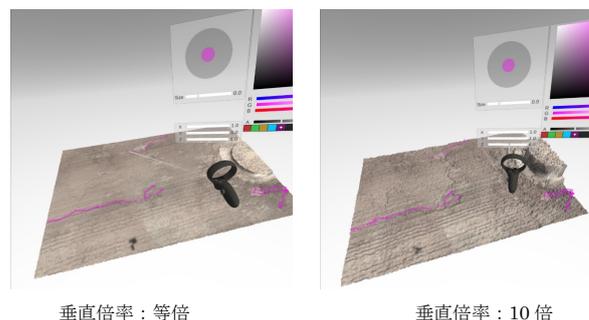


図-4 マーキング及び過高感を高めた表示例

中小企業等でも導入しやすいシステムを実現している。今後は実際の路面性状点検への VR 適用実験とその効果検証を進めるとともに、多人数で同時に観察可能なシステム開発を行い、実用性の高いシステムへと発展させていくことが必要である。

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) 黒河洋吾・熊谷悠希・須田清隆・本田陽一・横山隆明：映像を活用した品質管理と精密化施工，土木学会年次学術講演会講演概要集 (CD-ROM)，CS13-09，2019。