

VR 技術を用いた初学者向け構造力学学習システムの開発

石川工業高等専門学校 学生会員 ○福澤 颯太
石川工業高等専門学校 正会員 新保 泰輝

1. はじめに

工業系学校では課外授業として建設現場を見学する機会が設けられているが、課外授業は頻繁に行うことができない。課外授業では、座学での知識を現場と照らし合わせて理解を深めるとともに、現場を見学して新たな学びを得る良い機会である。しかし、実施には天候や安全性を考慮する必要があることに加え、昨今は新型コロナウイルスの蔓延にも気を付ける必要がある。リアル空間とサイバー空間を繋ぐフォトリアリスティックな3次元モデルを用いた初学者向けの学習システムを開発することで、これらの問題点を解決し、更には建設業界の教育面でのDX化が図られると考える。本研究では、工業高等専門学校生がこれから技術者を目指す初学者だと位置付けた上で、VR技術を用いた初学者向けの構造力学学習システムを開発する。

2. システム概要

開発したシステムの全体概要を図-1に示す。VRコンテンツを用いた防災教育アプリ『防災すごろく』の体験アンケートにおいて、VRコンテンツにはフォトリアリスティックな表現を望む意見があった¹⁾。本研究は現場に近い環境を提供することが目的であり、その解決として、橋梁モデルにはPhotogrammetry（以下、紙面の都合上、フォトグラメトリーと称す。）による3次元点群を用いる。制作した橋梁モデルはUnity（Ver.2020.3.10h1）にて読み込みと可視化を行う。また、VRヘッドセットの体験中は他の教材が用いられないことから、VR環境に解説を設置することとした。また、VR酔いを回避するためにいくつかの処理を施した。VRで可視化するためのヘッドセットにはOculus社のOculus Rift Sを使用した。そのため、Oculus Integration（Ver.35.0）をUnityの開発環境に導入している。

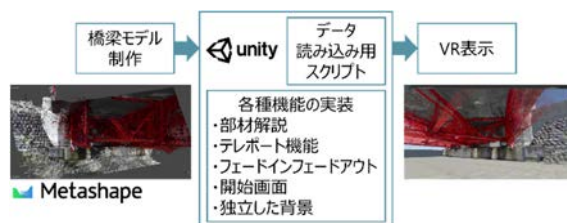


図-1 システム概要

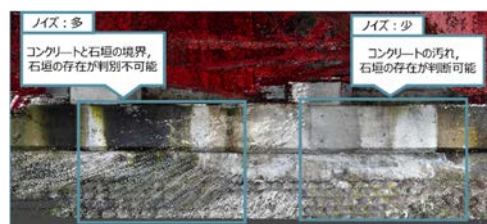


図-2 ノイズを含む橋梁モデル

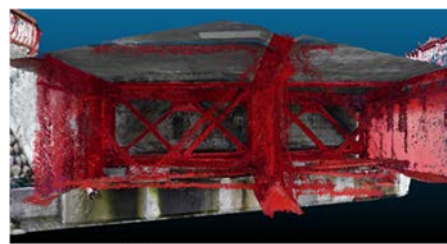


図-3 岡田橋（富山県小矢部市）



図-4 連絡通路（石川高専地内）

3. 橋梁モデルの制作

橋梁モデルは、富山県小矢部市蓮沼地区の岡田橋と石川高専地内1号館—機械工学科棟間の連絡通路を制作した。前者はミラーレス一眼カメラ（SONY α7C ILCE-7C）を用いて約4,000枚の写真から3次元点群を制作した。また、後者はiPhoneによって撮影した写真を用いた。なお、フォトグラメトリー時には図-2に示すような不要な点群（ノイズ）を生じるためこれを取り除いた。3次元点群モデルに対し、ノイズを除去したモデルを図-3、図-4に示す。なお、モデルをPly形式で読み込むシステムとしており、表示する橋梁モデルを変えて学習することができる。

キーワード VRコンテンツ, 構造力学, 3次元点群, VR学習システム, 橋梁工学

連絡先 〒929-0392 石川県河北郡津幡町北中条タ1 石川工業高等専門学校 TEL076-288-8000

4. システムの実装

橋梁モデルを Unity にインポートするために、Keijiro Takahashi が Git Hub で公開しているプログラムコード、Pcx (Ver.0.1.5) を用いた。橋梁構成部材の解説は没入感を高めるために、電子小黑板・工事写真撮影アプリの「蔵衛門工事黑板」を使用した。解説する部材として、支承、主桁、対傾構、横構、落橋防止装置、橋台の6か所とした。

VR 酔いを軽減するために、直立、座位のような静止状態で体験するようにシステムの開発を行った。これにより、感覚のズレを低減させている。また、Scene から Scene への場面切り替えではフェードインフェードアウトを使用した。これにより画面の急な切り替えを防ぎ、眼球への負荷を抑制している。移動に関しては、体験者が操作するコントローラにテレポート機能を導入した。

5. システム全体の説明

図-5にVR学習システムの全景を示す。システム開始時は図-6に示す開始シーンからスタートし、ユーザーが体験したい橋梁を選択する（富山県小矢部市蓮沼地区の岡田橋（図-5、図-7、図-8）、石川高専地内連絡通路モデル（図-4、図-9））。本システムではその後、図-5を起点として、図-7、図-8に示す解説などを通して学習を行う。図-7、図-8や図-9に示すように近接した場合であっても点群間の隙間は見え、一方で、コンクリートや鋼材の汚れ、腐食や欠損部分が視認できることから高精度なモデルとなっており、学習者への教育効果は高いといえる。

6. 評価

制作したシステムを石川高専学生に体験した貰った結果、非常に精緻なモデルであるという評価を得た。ただし、学習面では、用語選択画面からその場に移動できる機能が必要ではないか？という意見を得た。

7. おわりに

本研究では、実際の橋梁からモデルを製作し、橋梁に係わる学習知識が得られるVRシステムを開発した。その結果、3次元点群を用いた精緻なモデルによるVR課外学習の可能性を示した。今後は講義等で容易に扱えるようにするために、独立型ヘッドセットやスマートフォンなどでも体験可能なシステムを開発していく。そのために、3次元点群の軽量化や可視化方法について改善を行う。

参考文献

1) 新保泰輝・寺山一輝・越野亮・沖野浩太郎・荒木光一・吉田龍史：VRコンテンツを用いた防災教育アプリケーション「防災すごろく」の開発とその教育効果，土木学会論文集H（教育）78巻1号，pp.5-7，2022.



図-5 岡田橋全景



図-6 開始シーン



図-7 岡田橋（支承部）の解説



図-8 岡田橋（桁下）

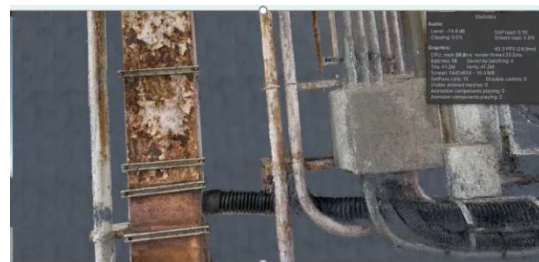


図-9 連絡通路（近接した状態）