

Virtual Realityを用いた 落石調査技術者向けPSEに関する基礎検討

A FUNDAMENTAL STUDY ON DEVELOPMENT OF VIRTUAL REALITY SYSTEM FOR FIELD WORK

新保泰輝¹⁾, 川除佳和²⁾

Taiki Shimbo and Yoshikazu Kawayoke

1)工博 石川工業高等専門学校 環境都市工学科 (〒929-0342 石川県河北郡津幡町北中条タ1, shimbo@isikawa-nct.ac.jp)

2)工博 石川工業高等専門学校 電子情報工学科 (〒929-0342 石川県河北郡津幡町北中条タ1, kawayoke@ishikawa-nct.ac.jp)

Recently, to improve work efficiency and productivity, ICT (e.g., UAV, ICT construction machinery, AI) is widely used in civil engineering. On the other hand, Virtual Reality (VR) has attracted a lot of attention in ICT. To resolve problems of field work for a rockfall (e.g., a dangerous site investigation, a disaster site investigation), we think that VR is useful technology. Therefore, we develop a VR field work environment. For this reason, a highly accurate 3D surface model and 3D rock model are required. In this paper, the 3D rock model from photographs is implemented on VR field work environment.

Key Words: Virtual Reality, Field work, Photogrammetry, Rockfall

1. はじめに

近年, 建設業界では建設現場の情報化を行っていく事で作業効率化・生産性向上を図り, 魅力ある建設現場を目指す取り組みとしてi-Constructionが推奨されている¹⁾. この取り組みは, 高齢化や人材不足などへの対策として期待されており, Unmanned aerial vehicle(UAV), 3D-CAD, ICT建機, AIなどの建設現場への導入が急速に進んでいる. 特にUAVは広く用いられており, UAV空撮写真から得られる3次元高密度点群が測量に用いられている²⁾.

一方, ICT分野では, Augmented Reality(拡張現実, AR), Mixed Reality(複合現実, MR), Virtual Reality(人工現実感, VR)が注目されている. 特にVRは, ヘッドマウントディスプレイ(HMD)の普及に伴い, 建設業界への応用も進んでいる. その一例として, 3D-CAD, 高密度点群などによるVRがある. VRは現実や実物ではないが, 機能として本質的に同等の環境, すなわち, 極めて現実に近い空間のことであり³⁾, VR上で現地調査が可能であれば, 調査技術者が危険な現場(例えば災害現場や落石現場)などを安全に調査することができる. ただし, 3D-CADはCADモデルであること, 点群は近接すると地面に隙間が見えることが現実感を損なわせている. また, Google Earth VR⁴⁾は広範囲に3D地形や建造物を確認することのできる優れたVRである. ただし, 比較的小規模である土木現場においては解像度の面で問題を有する.

そこで, 著者らは落石調査を例として, VR上で安全に落石調査・落石挙動の確認が行えるPSEの開発を行っている. これまでにUAV測量成果²⁾を用いて, 小規模な現

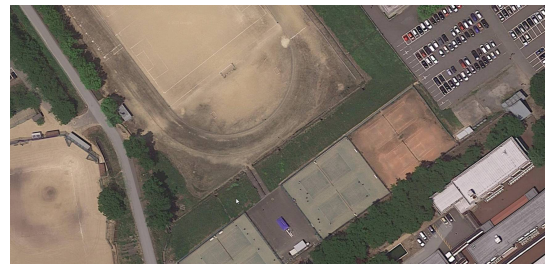


図-1 撮影箇所 (© Google Map)

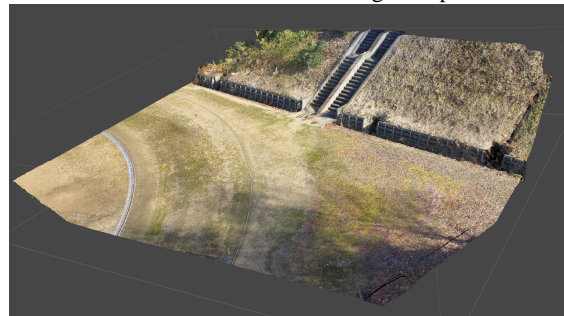


図-2 UAVを用いた3次元地形モデル

場に対して解像度の高い3Dモデルが作成できると考え, 図-1に示す撮影範囲(石川工業高等専門学校敷地内のグラウンドとテニスコートをつなぐ階段付近の斜面)に対し, 3Dモデルの作成(図-2)を行った⁵⁾. その結果, 異なる標高の写真を組み合わせることで精度の良い3Dモデルが作成できることを示した. 一方で, 汎用される落石シミュレーションの多くが質点力学に基づいているため, 文献5)では落石を球体として表現した. しかし, 落石を単に球体としてモデル化することは現実感を欠如させる

要因となる。そこで本稿では実際の岩石を用いた3Dモデルを作成し、これをVR上に実装し、その挙動を確認した。

2. SfM-MVS処理

3Dモデル作成のために用いた岩石を図-3に示す。横幅は約15cm、高さは約9cmである。この岩石に対してデジタルカメラ(CASIO Exilim EX-ZR4000)により12Mピクセルの写真を58枚撮影した。撮影写真に対してSfM-MVS処理を実施した。SfM-MVS処理にはPhotoscan v.1.4.3を用いた。その結果を図-4に示す。図-3中の赤丸で囲った部分が図-4の赤丸で囲った部分に相当する。溝部が明確に表現されており、3Dモデルの定性的な精度は良いといえる。



図-3 3Dモデル作成に用いた岩石



図-4 岩石の3Dモデル (Photoscan v.1.4.3)

2. VR落石システム概要と計算例

VR開発環境にはUnityを用いた。これまでにSteam VR Plugin, VRTKを用いてコントローラ、ワープ移動等を実装している⁹⁾。本稿では、3Dモデル(図-4)をobj形式としてUnityにインポートした。なお、本モデルは複雑な形状であるため、接触判定にはSAColliderBuilderによるMesh colliderを用いた。SAColliderBuilderを用いることで、複雑な形状である岩石の接触判定が可能となる(図-5)。このモデルに対してrigidbody属性を与えることで、物理演算(剛体計算)によるVR上での落石現象を表現できる。ただし、落石現象を精度良く表現するためには、落石シミュレーションに用いられる速度式などが必要となる。このことに関しては今後の課題とする。

図-2のモデルに対して初期位置を変えた同一の岩石を4つ空中落下させた例を図-6に示す。なお、分かり易くす

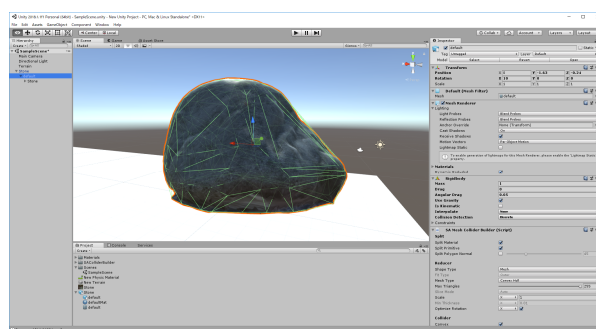


図-5 SAColliderBuilderによるMesh collider



(a) 運動中 (b) 停止時

図-6 地形モデルを用いた落石挙動

るために岩石のスケールを約10倍とした。

自由落下した岩石は斜面上方に接触後、初期位置の違いや地表面・岩石自身の凸凹によって異なる経路を辿り(図-6(a))、最終的に3つの岩石が同じ溝の中に静止した(図-6(b))。

以上に示すように、VRを用いることで、VR上では実現現場では危険であるために実施困難な落石の発生を行うことができ、更に実際に落石が発生したようにその挙動を把握することができる。

3. おわりに

本稿では、落石調査技術者向けPSEとして岩石の3Dモデルを用いたVirtual Reality落石調査システムの開発を行った。今後は落石シミュレーションに用いられる剛体計算手法を取り入れることで更に精度を高め、落石調査技術者向けのPSEを確立していく。

参考文献

- 1) i-Construction: <http://www.mlit.go.jp/tec/i-construction/>, 国土交通省, 2018/8/9参照
- 2) 国土交通省国土地理院: UAVを用いた公共測量マニュアル(案), <http://www.gsi.go.jp/common/000186712.pdf>, 2018/8/9参照
- 3) 舘 暲, 佐藤 誠, 廣瀬 通孝: バーチャルリアリティ学, コロナ社, 2010.
- 4) Google Earth VR: <https://vr.google.com/earth/>, 2018/8/9参照
- 5) 新保泰輝, 鈴木雄士: UAV空撮写真を活用したVirtual Reality現場調査システムの開発, 第73回土木学会全国大会講演会概要集, CS10-001, p.1-2, 2018.