

RGB 深度センサを用いた VR 上での現実物体の再現

Reproduction of Real Object on VR using RGB-Depth Sensor

吉岡 寛人† 村田 充利‡ 謝 孟春‡ 森 徹‡

Hiroto Yoshioka Mitsutoshi Murata Xie Mengchun Toru Mori

1. はじめに

2016 年は Oculus Rift や HTC Vive などの様々な VR デバイスが一般向けに登場したことにより、「VR 元年」と呼ばれるようになってきている。一般に VR (Virtual Reality) とは、みかけや形は原物そのものではないが、本質的あるいは効果としては現実と同じものを作り出す技術のことを指す [1]。その VR の研究やデバイス開発が「VR 元年」以降、より盛んに行われるようになってきている。特に VR コンテンツにおいては、従来 VR 製品開発者が作成していたものが、プログラミングを不要としたコンテンツ作成ソフトウェアの登場などによって、現在は VR 利用者も VR コンテンツの作成に関与できるようになっている。それにより、VR コンテンツの数が爆発的に増加している。現実空間の人や物体を 3D モデル化することで、VR コンテンツにより現実感を持たせることができる。3D モデルは VR コンテンツ作成にとって欠かせない。

しかし、3D モデリングの知識がない初心者にとって、実際の現実物体を 3D モデル化することは難しい。さらに、3D モデルを簡単に作成するために 3D スキャナを使用すると、個人でも 3D モデル化できるが、安価なものが求められる。

そこで、本研究では、民生用 RGB-D センサである Kinect for Windows v2 センサ（以下、Kinect v2）を用いて、安価で簡単に現実空間の人や物体を 3D モデル化し、3D モデリングの初心者でも VR 上で再現できる方法を検討する。

2. 現実物体の再現環境

2.1 RGB-D センサ

本研究で RGB-D センサとして使用している Kinect v2 は、RGB カメラと距離センサを搭載した安価なセンサである。この距離センサは光の速度を利用して、対象に照射された光が反射して返ってくるまでの時間を測り、距離を求める飛行時間法 (ToF 法, Time-of-Flight method) [2] が深度センシング方式として採用されている。同時に、RGB カメラにより対象のカラー画像も取得することができる。

2.2 3D Builder

3D Builder [3] は、Kinect v2 に対応した Windows OS に付属するツールである。スキャン対象物を回転させるか、センサ本体を周回させることによって 3D スキャンできる 3D Builder は、一定の精度でリアルタイムのサーフェイス形成を行い、スキャン後にメッシュ形成がされ、対象物の色を頂点カラーとして処理することができる。本研究では現実物体の 3D モデル作成に 3D Builder を使用している。

2.3 Unreal Engine 4

VR 空間上で 3D モデルを再現するために、仮想空間を作成する必要がある。本研究では、仮想空間を作成するためのゲームエンジンとして Unreal Engine 4 [4]（以下、UE4）を使用する。ゲームエンジンとは、ゲームアプリケーションの動作に必要なグラフィックス、入力、サウンドといった共通して用いられる主要な処理を代行し、効率化するソフトウェアのことである。

UE4 は、以下のものが特徴として挙げられる。

- マルチプラットフォーム対応（Win/Mac/Linux/Android など）
- Blueprints Visual scripting system（ブループリント）によりプログラミングなしで処理が可能
- C++ で処理を組むことも可能

3. 現実物体の再現方法

本研究で、現実物体を VR 空間上で再現するためのハードウェアとソフトウェアの構成を図 1 に示す。

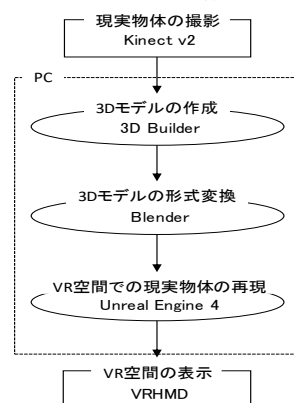


図 1 ハードウェア・ソフトウェアの構成

3.1 3D モデルの作成

3D モデル作成の流れを図 2 に示す。本研究では、現実物体として Kinect v2 の入っていた箱（図 2(a)）を用いる。まず、現実物体を 3D モデル化するために Kinect v2 と 3D Builder を用いて 3D スキャンを行っている。そして、得られた 3D モデルは図 2(b) のようになる。また、このとき、3D スキャンする際に映ってしまった不要部分があるため、3D Builder のカット機能により編集を行っている（図 2(c)）。

3.2 3D モデルの形式変換

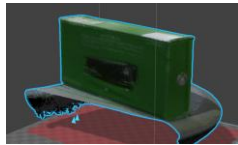
UE4 へインポートできる 3D フォーマットは、FBX 形式と OBJ 形式の 2 種類であるが、3D Builder の出力フォーマットにこの 2 種類は対応していないため、3D モデルの形式変換を行う必要がある。しかし、OBJ 形式は色情報を別の MTL

† 和歌山工業高等専門学校メカトロニクス専攻
Advanced Engineering Faculty, Wakayama College

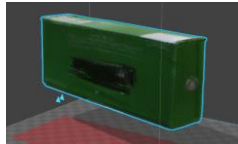
‡ 和歌山工業高等専門学校電気情報工学科
National Institute of Technology, Wakayama College



(a) 実際のKinect v2の箱



(b) 3Dスキャン後



(c) 編集後(不要部分の除去)

図2 3Dモデルの作成



(a) UE4へインポート直後



(b) 頂点カラー適用後



(c) 再インポート後

図3 VR空間での再現

形式のファイル(マテリアルライブラリ)に格納するため、OBJ形式でインポートしてしまうとVR空間上に表示した際、3Dモデルの頂点カラーを適用することができない。そこで、3D Builderで出力したPLY形式の3Dモデルを、3DCGソフトウェアであるBlenderを使用してFBX形式へ変換している。これにより、3Dモデルの色情報を保持したままインポートすることができる。

3.3 VR空間での現実物体の再現

VR空間での現実物体再現の流れを図3に示す。UE4へインポートした直後のKinect v2の箱は、図3(a)のようになる。このとき、まだ頂点カラーが適用されていないためグレースケールとなっている。そこで、頂点カラー適用のために、3DモデルのベースカラーがVertex Color(頂点カラーの情報が含まれているインプットデータ)となるようにUE4上でブループリントを組んでいる。このとき、マテリアル設定は以下のようにしている。

- ・ オブジェクト表面に頂点カラーを適用するために、マテリアル属性をサーフェイスとする。
- ・ Kinect v2の箱は光が透過しないため、ブレンドモードをOpaqueとする。
- ・ シェーディングモデルはDefault Litとする。

そして、頂点カラーを適用したKinect v2の箱の3Dモデルが図3(b)である。

しかし、このとき3Dモデルに、3D Builderでカット編集した際に発生した白色の部分が残っていたため、オブジェクトの編集から3Dモデルを再インポートすることで色の補完を行っている(図3(c))。

4. 評価実験と結果

本研究で示した現実物体の再現方法の有用性の評価を、3Dモデリング初心者を対象に現実物体を実際に再現する実験を行い、アンケートにより検証した。被験者は5人とし、アンケートは表1に示す設問内容で行った。また、アンケートの設問1~3は四段階で、設問4は提案手法を4つの工程に分けて評価する。

アンケート結果を表2に示す。表2より、現実物体の再現難易度に関しては、本研究で示した方法の評価としては概ね良い結果が得られたが、工程別に見るとKinectを用いた

表1 設問内容

設問1	Kinectを用いてVR上で現実物体を再現するのは簡単だったか
設問2	Kinectを用いてVR上で現実物体を再現するのに時間がかかったか
設問3	VR上で再現した現実物体の完成度は高かったか
設問4	Kinectを用いてVR上に現実物体を再現するうえで難しかったところがあれば

表2 アンケート結果

設問1	簡単だった	やや簡単だった	やや難しかった	難しかった
1	1	3	0	1
設問2	時間はかからなかった	やや時間がかかった	時間がかった	かなり時間がかかった
2	2	1	1	1
設問3	高かった	やや高かった	やや低かった	低かった
3	0	1	4	0
設問4	Kinectを用いた3Dスキャン			3
	作成した3Dモデルのカット編集			1
	Blenderでの形式変換			0
	Unreal Engine 4での現実物体の再現			1
	その他			0

3Dスキャンに苦戦する人が多いことが確認できる。これは、3Dスキャンを手動で行ったことや、Kinect v2のフレームレートが低かったことが原因だと考えられる。所要時間に関しては人により様々ではあるが、時間がかかったと評価した人がいる原因としては、3Dスキャンに時間がかかったことが考えられる。また、完成した3Dモデルの再現度は、3Dスキャンが上手くできた人からは「やや高い」という評価が得られたが、殆どの人が3Dスキャンの時点で型崩れを起こし「やや低い」といった評価だった。

その他、「Kinectのフレームレートが低い」、「3Dスキャンが遅い」といった感想や「3Dスキャンを自動でしてほしい」といった意見が得られた。

これらの結果より、本研究で示した現実物体の再現方法は、3Dモデリング初心者でも簡単にできたといえる。一方、3Dスキャンに手間取っていた人が殆どで、3Dスキャンの方法を見直すことによって、難易度、所要時間、再現度すべての評価改善につながると考えられる。

5. まとめ

本研究では、3Dモデリング初心者でも安価で簡単に現実物体をVR上で再現できる方法を検討した。また、3Dモデリング初心者には、実際にKinect v2を用いてVR上に現実物体を再現してもらい、アンケート調査を行った。その結果、再現に関しては概ね簡単だったという回答が得られた。同時に、3Dスキャンの方法を改善する必要があるといった意見も得られた。

今後の課題として、3Dスキャンを自動で行う等のスキャン方法の改善が必要であると考えられる。また、様々なVRコンテンツを作成できるように、実際の部屋(現実空間)をフル3Dスキャンすることによる、提案手法の有用性向上を考えている。

参考文献

- [1]「日本バーチャリアリティ学会」,
< <https://vrsj.org/about/virtualreality/> >
- [2]「TDK Techno Magazine」,<<https://www.tdk.co.jp/techmag/knowledge/201102u/>>
- [3]「Microsoft Developer」,<<https://developer.microsoft.com/ja-jp/windows/hardware/3d-print/3d-builder-users-guide>>
- [4]「Unreal Engine 4」,< <https://www.unrealengine.com/ja/features> >