

タイトル	Kinect互換3Dセンサーを用いた対話型の影絵表示
著者	菊地，慶仁；KIKUCHI, Yoshihito；白田，峻；SHIROTA, Shun
引用	北海学園大学工学部研究報告(49)：77-78
発行日	2022-01-14

Kinect互換 3Dセンサーを用いた対話型の影絵表示

菊 地 慶 仁*・白 田 峻**

Interactive shadowgraph display using Kinect compatible 3D sensor

Yoshihito KIKUCHI* and Shun SHIROTA**

要 旨

本報では、Kinectと互換性を持つ3Dセンサーより入力される点群データから人体の姿勢情報を3Dモデルに適用し、その輪郭を含む全体を黒一色で塗りつぶして影絵のような画像を出力するシステムを試作した内容について報告する。3Dセンサーからの入力データは、専用のアセットを用いて人体スケルトンのデータに変換される。その後Unityに備えられているレンダリングメカニズムを用いて表示するが、通常的方式では輪郭がぼやけてしまう問題点があり、シェーダープログラムを設定して精細な輪郭描画ができるようにして解決した。

1. 序論

近年、深度センサーとカラー画像カメラの両方を備えた3Dセンサーの利用が広まってきている。この3Dセンサーによって撮影された画像データからは、平面的な二次元画像及び対象物とカメラの間の距離を合わせて得ることができるので、距離の差から人体と背景を区別することなどが可能となる。こうして得られた人体の画像データは、機械学習アルゴリズムへの入力として人体の姿勢などを認識することが可能となる。このタイプの人体姿勢を認識するセンサーは、2010年のMicrosoftからゲーム機Xboxの外部インターフェースとして発売されたKinectがその草分けである。Kinect自体は2017年に製造終了となったが、同様のメカニズムを用いるセンサーが継続的に開発・販売されている。

* 北海学園大学工学部電子情報工学科

Hokkai-Gakuen University Faculty of Engineering Department of Electronics and Information Engineering

** 本人希望により非公開（北海学園大学工学部電子情報工学科卒）

Currently affiliation is not revealed by the wish of the person. (Graduated from Hokkai-Gakuen University)

このタイプのセンサーでは、得られた人体の姿勢データはそのままモデルのポージングに用いるのが一般的であるが、本報告では得られた姿勢情報を3Dのモデルに適用した後に2Dの画像出力とした。システム構築にUnityを基盤としているので結果の画像を2Dもしくは3D画像として出力することが可能であるが、今回はYoutubeで紹介された動画[1]を参考にして3D表示ではなく影絵表示を行った。

本報告は以下の構成を取る。2章では関連技術と本研究での課題について述べる。3章では実際に行った開発及び課題の解決について述べる。4章では試作システムでの実行状況を報告し、5章で結論とする。

2. 関連技術及び本研究での課題

第2章では本研究で用いた3Dセンサー及びUnityでの取り扱いについて述べ、本研究での課題をまとめる。

2.1 3Dセンサーと画像

本研究では、Intel社のRealSense D455を用いた(図1)。この3Dセンサーに関する緒元を表1に示す。測距方式はアクティブステレオ方式と呼ばれ、予め決まったパターンの画像を対象物に投影し、この画像を斜め横から撮影して、カメラ中の画像の特徴点の位置からカメラからの距離を求める[2]。投影する画像には不可視の赤外線画像を用いるものが多く、この場合はカメラも赤外線に対応している必要がある。

このセンサーから出力された深度情報をカメラの画像と同じように画像化したものを深度マップと呼ぶ。図2に深度マップ画像の例を示す。この図では同じセンサーに設けられている通常画像用のカメラ画像も表示している。深度マップでは最も近い距離にある測定点は青色で



図1 Intel RealSense Depth Camera D455

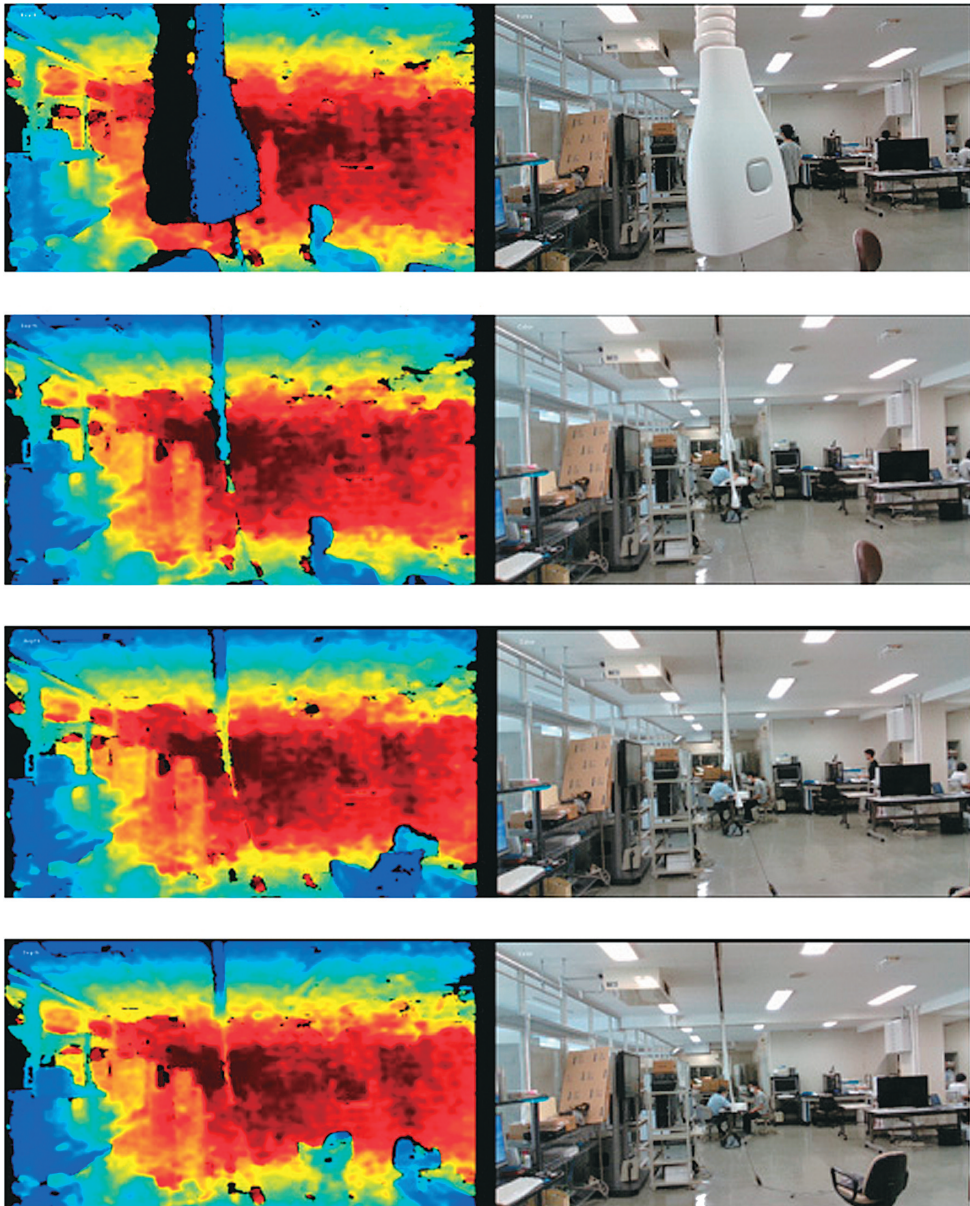


図2 深度マップと通常画像の例

表示され、距離が遠くなるにつれて緑色から黄色さらに赤色となり最も遠い箇所では黒色になる。また図では手前側に映っている天井からの吊り下げ式電源コンセントの左側の部分が黒くなっている。これは測距用の赤外線画像が手前のコンセントで遮られてしまったためで、距離が測定できなかった領域が黒色で表示されている。

2.2 影絵表示について

本研究では3Dセンサーで得られた人体姿勢データを2D画像にレンダリングする際に影絵表示を行った。これは、米国Disney社によって店舗用ディスプレイとして実装されているもので、店前にいる人物を対象にして人体姿勢を測定し、スクリーンに同じ姿勢で全く別のキャラクターの影絵を映し出すものである[3]。投影を対象人物の姿ではなくDisney社のキャラクターに置き換えることであたかも自身がそのような仮装をしているように捉えることができる。また別のキャラクターを登場させて被験者と一緒に動かせることでさらにインタラクティブ性を増すことも行われている。

2.3 Unityを用いる際の課題

本研究では3Dセンサーを入力として2D画像を得るためのプラットフォームとしてUnityを用いている[4]。Unityは、同一のプログラムとファイル構成で多種類のVRヘッドセットに対応したコンテンツを出力することが可能であることも特徴の一つである。Unityは、一般にはゲームエンジンと理解されているが、Leapmotionセンサー[5]やEyetrackセンサー[6]などを入力デバイスとすることができ、各種の画像や動画データを入力として通常のディスプレイやVRヘッドセットを出力先としてレンダリングすることが可能なため、ゲーム要素を排したインタラクティブシステムを構築するためのプラットフォームとして用いることができる。

Unityを用いて2D表示で影絵を出力する際の課題としては画像の鮮明度がある。具体的には、レンダリングを行う際にモデルなどの表面色を全て黒色としても境界線がぼやけてしまい影としては見えにくいことが起きた。この原因の一つとして考えられるのが、ブラー（Blur）による処理である。これは通常の3Dレンダリングで動いている画像を生成する際に、動いている境界を明確に描かずに動いている方向にぼかす技法である。ブラーは動いている速さに比例して効果が強くなり、例えば昆虫の羽など非常に高速に動いている部分が目に見えにくい現象を再現してくれる。しかし本報告のような影そのものによる動きを意図している場合には、ぼけた輪郭は影としては見えにくいことが判明した。

そこで、このような描画目的のために、対象の境界が明瞭に描画される方式が本研究での課題となった。

3. 本研究での開発

3.1 開発環境

開発に用いた機材及びソフトウェアを以下に列挙する。

Intel RealSense Depth Camera D455

Intel社が開発・販売している3Dセンサーである。緒言は表1にまとめている。アクティブステレオ方式で深度マップと画像を同時に出力することができる。

Unity

Unity2018 2.11f1（使用言語：C#）を用いた。

Nuitrack

3 Divi社が開発・販売したUnity用アセットソフトウェア。カメラから得た点群データから全身の骨格姿勢を出力する。なお原稿執筆時（令和3年10月）では、連続的にフル動作するバージョンは有料化されており、無償提供のバージョンではセッション数は無制限だがセッション時間が3分と限定されている。

Model

Nuitrackから出力される人体骨格姿勢データを適用されるモデルデータ。本研究ではUnity Asset Storeから無料で入手できるModelを用いた。

Visual Studio 2017

主にC#プログラムの編集に使用した。

3.2 試作システム

1) 全体構成

試作システムは、PC上で動作するUnityとIntel RealSense Depth Camera D455で構成されている。システム構成を図3に示す。センサーが撮影した入力画像は、Unityシステム内でNuitrackによって関節角度の推定を行い、得られた関節角度をモデルの関節角度に入力される。通常のレンダリングでは、モデルを3D空間中に配置し、光源及び視点などの環境に関する条件を設定し、周囲の画像などと合わせて画像出力する。本研究での課題となった影絵表示に関しては次節で述べる。

2) 影絵表示

本研究では、影絵を作成するのに通常のレンダリングでモデル全体を黒色とする方式はとら

表1 Intel RealSense D455センサー緒元

メーカー及び型番	Intel RealSense D455
距離測定原理	アクティブステレオ法
カラー解像度 [px]	1280×800
深度解像度 [px]	848×480
距離 [m]	0.35～20
深度の視野角 (H×V) [deg]	86×57
深度のフレームレート [fps]	90
屋外対応	可能
CUDAの要不要	不要

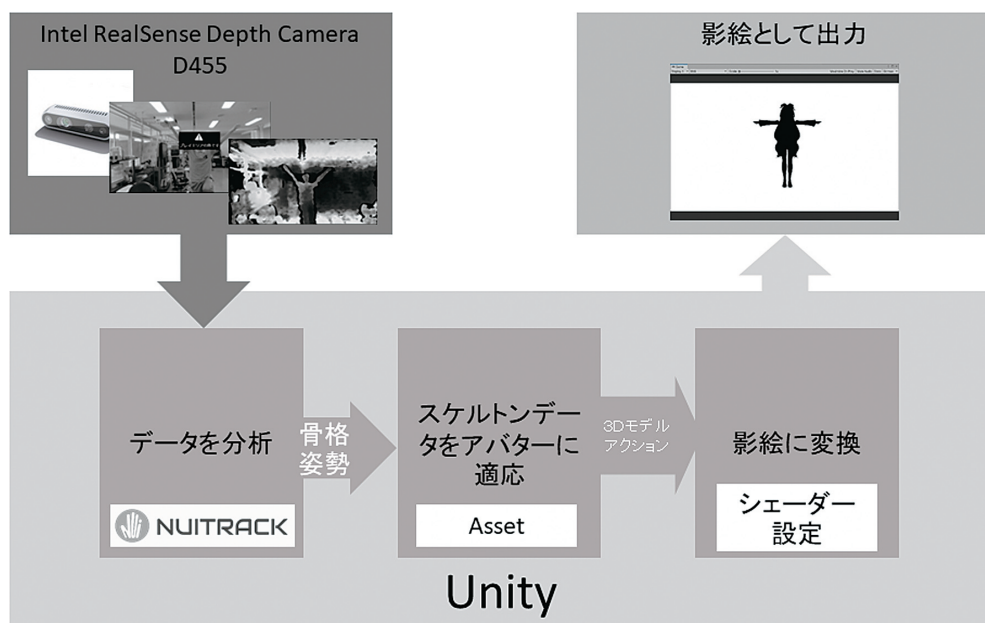


図3 Intel RealSense Depth Camera D455から影絵画像生成までの流れ

ずに、シェーダーの機能を使う方法を取った。

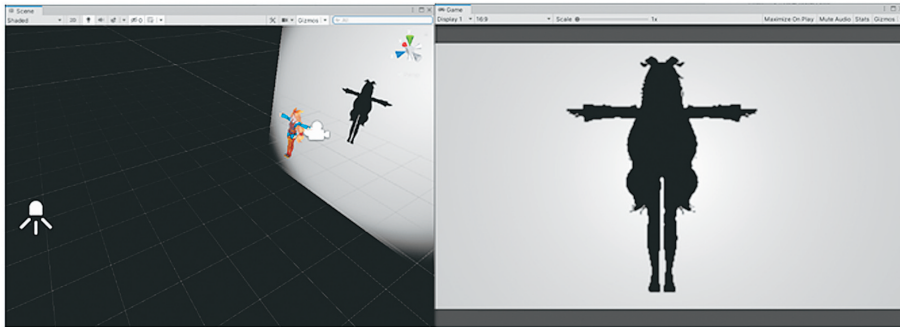
シェーダーは、3DCGを作成する際に陰影(Shade)を生成するために必要な処理を行うプログラムである。シェーダーはGPUの機能の発達に応じて機能毎に分けられており、頂点シェーダー、ジオメトリシェーダー、ピクセルシェーダー、フラグメントシェーダーなどに分けられる。

本研究では、このシェーダーの機能の中でステンシルマスクを用いることで影絵に相当する画像の生成を行った。ステンシルは型枠の意味を持ち、描画されるオブジェクトの一部を覆い隠し残りの部分だけを描画したい場合に用いる。この際マスクとなるオブジェクトが必要となり、描画したいオブジェクトはマスクの輪郭に切り取られてその内側の部分のみが画面上に描画される。本研究では、人体形状のオブジェクトをマスクとして白い壁に対して黒い背景画像を描画することで人体形状オブジェクトの影絵が描画されている表現を行った。

図4に一般的な3Dオブジェクトの描画で影が描画される状況と、ステンシルマスクを用いて人体オブジェクトの輪郭の内側を真っ黒に塗りつぶして影として見せた状況を示す。この図では上半分が一般的な3Dオブジェクトの描画で影が描画される状況を示している。シーン中には光源が設定され、レンダリングメカニズムによって生成された影が背景に落ちている。そして既に述べたように影の輪郭がはっきりとは描画されていない。

次に、図4の下側ではステンシルマスクを用いる方式を示している。この場合のマスクは人体オブジェクトの輪郭である。図では白色の白い直方体の画像があり、この画像に対して人体

一般的な3D画像における影の生成



ステンシルマスクによる描画

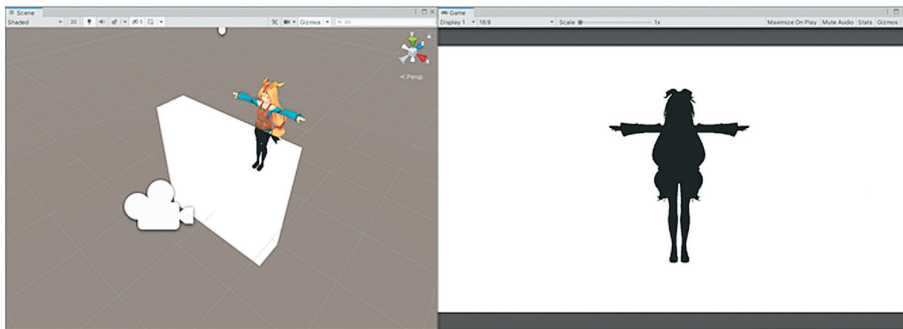


図4 一般的な3D画像における影の生成とステンシルマスクを用いてオブジェクトの輪郭形状内を真っ黒に塗りつぶした画像

オブジェクトのマスクを作用させて真っ黒な背景が見えている様子を示している。図では、マスクとなる前の3Dモデルの映像も同時に示している。白い直方体と3Dモデルが重なる部分では3Dモデルの輪郭がステンシルマスクとして機能している。得られる黒い画像は、3D CGでのレンダリングに比べて非常に明確な輪郭を持ったものとなる。

4. 実験

4.1 実験方法及び結果

試作したシステムを実際に動作させて動作を確認した。動作確認中の写真を図5に示す。カメラと被写体との距離は2メートル程度で行った。またNuitrackはフリーで使えるバージョンを用いたので連続動作は行えなかったが、動作している間では良好な描画が行えた。

4.2 考察及び今後の課題

本報告では、試作システム中で操作者単体での影絵表示は、Nuitrackの機能制限の範囲で良好に実施することができた。

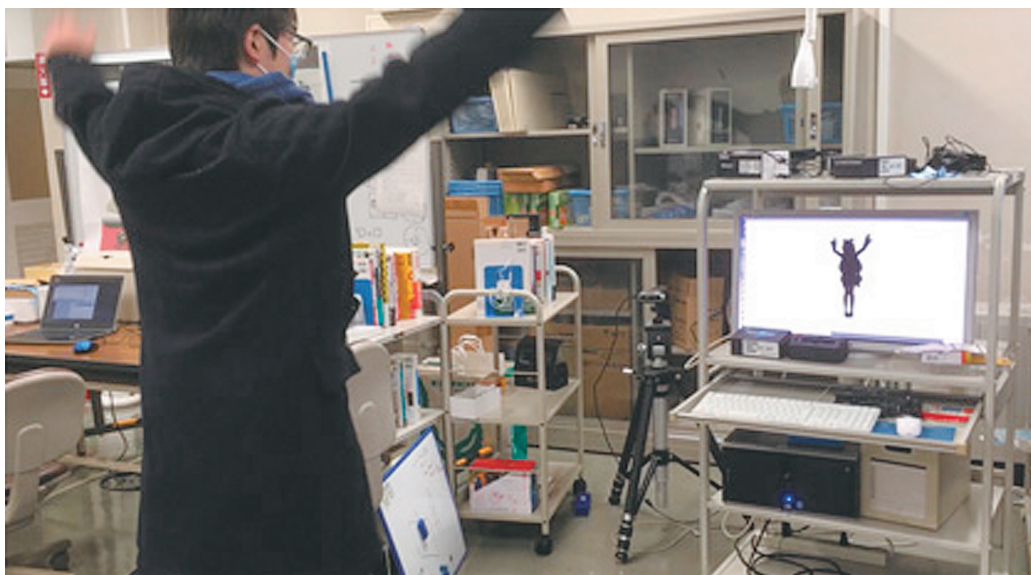


図5 実際に描画を行った実験風景

今後の課題としては、操作者を複数にすること、またDisney社のデモで実施されているように実体の操作者だけではなく仮想のキャラクターが登場して操作者の影とインターアクションを取ることが考えられる。これを実現するためには、キャラクターの自律的な動作を表現することが必要となり、非常に難しいテーマとなると考えられる。

5. 結論

Kinect互換の3Dセンサーを用いて、操作者の姿勢を計測し、3Dモデルの姿勢へと変換し、次にあげるように非常に精細な影絵を表示することができた。

- 1) Unity用アセットのNuitrackを用いて操作者の姿勢を計測し3Dモデルの姿勢へと変換することができた。
- 2) 精細な影絵表示を行うために、従来の3Dレンダリング手法を用いずに、3Dモデルの外形をステンシルマスクとし、白い立法体を背景にして、マスクに囲まれた領域を真っ黒に塗りつぶすことで行った。

今回は、フリー版のNuitrackを用いたために連続使用には制限があったが、影絵表示に関しては十分にその効果を確認できた。今後の課題としては、考察の部分で述べたように他のキャラクターとのインターアクションが考えられる。

参考文献

- 1) 「ただの影かと思ったら、ミッキーだ！？ ディズニーからの楽しいサプライズで通行人ノリノリ」, <https://nlab.itmedia.co.jp/nl/articles/1502/19/news026.html>
- 2) 「3Dセンサー方式別の特徴」, <http://www.sanko-shoko.net/note.php?id=jvzy>
- 3) 「YouTube Disney Characters Surprise Shoppers」, https://www.youtube.com/watch?v=Hd_2Y29_FLU&feature=emb_logo
- 4) <https://unity.com/ja>
- 5) <https://www.ultraleap.com/>
- 6) <https://www.tobiipro.com/>