

# 影情報を用いた 3 次元オブジェクト生成方法の検討

森村 周平

Shuhei MORIMURA

## 1 はじめに

近年 PC の高性能化やスマートフォン、オキュラスの普及により、AR・VR が一般的に使用されるようになってきている。伴って、AR・VR で用いられている物体の 3 次元オブジェクト生成への需要が増加している。しかしながら、実世界に存在している物体をコンピュータ上で設計することは形状情報を直接得ることができなく、非常に労力を要する。そのため実世界の物体をコンピュータ内に取り込む手法として、3 次元オブジェクト生成技術に関する研究が盛んに行われている<sup>1) 2)</sup>。しかしながら、現在主として用いられている生成手法では実世界にある物体情報を得るために複数位置にカメラを固定しなければならないことなどにより多くの時間とコストを必要とする。また、物体と背景の色が異なる場合、物体をうまく推定することができない。そのため本研究では、時間とコストを抑えながら実世界にある物体の 3 次元オブジェクトを生成するための方法として、多方向から照明を当てることにより生じる影を用いた 3 次元オブジェクトを生成する手法を検討する。

## 2 3 次元オブジェクト生成手法

本手法は複数方向から照らして得られる影から物体の形状を推定するための影情報を用いた 3 次元オブジェクト生成手法である。3 次元オブジェクト生成手法には 4 つの段階があり、画像取得、影位置認識、物体シルエット推定、オブジェクト生成の順に説明する。

### 2.1 画像取得

本研究では多方向からの影を取得するために、正方形に設置されている 9 灯の照明の中央直下に配置した机の上には被写体を設置する。環境での照明と物体との位置関係を Fig. 1 に示す。カメラを固定した状態で照明を 1 灯ずつ順次点灯させ、それぞれの状態における画像取得を行う。

### 2.2 影位置認識

9 枚の取得画像における物体の影の位置を認識する。影の領域は他の領域と比較した際、明度が濃い。各々の照明を点灯させた際にできる 9 種の画像を合成することで、場所ごとに影がある場合と影が無い場合の濃淡が合わさるため、影を薄くすることができる。その生じた濃淡差から、影の濃さを薄くした画像との比較を行うことで影の領域を抽出する。その後 3 次元での位置情報とし

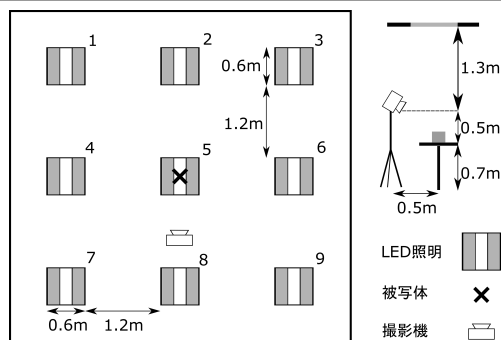


Fig. 1 照明と物体の位置関係

て、机上面における影の位置を取得する。そのために、カメラ画像から机上面への変換を行う。カメラ画像における机の四隅の頂点座標の情報を用いて、透視変換を行うことによって机上面における座標情報を取得することができる。また、雑音処理をかけることによって影以外の部分を消す。雑音処理として、黒色領域内の雑音を削除する膨張収縮処理、黒色領域内の雑音を削除する収縮膨張処理を用いた。

### 2.3 物体位置推定

被写体の周辺に影は発生する。これより、被写体の影が存在する領域の内側に物体が存在すると考えられる。そのため、影が発生する位置を全て割り出すため、それぞれの照明を点灯させた際にできる影の位置情報を合成する。影の発生し得る位置を認識することにより、影に囲まれている部分を物体の位置として推定できる。

### 2.4 オブジェクト生成

影が存在している机上面と物体が存在している位置は照明の光があたっていない。そのため、影位置の画像と物体位置の画像を合成すると机上面における全ての光があたっていない位置が判別できる。

被写体の 3 次元オブジェクトを生成するため、初期状態として机の上に基準となる一定の大きさを持つ立方体（以下ボクセル）を隙間無く配置する。照明とボクセルを結んだベクトルの机上面における接触位置を割り出す。

その後、求めた机上面において光があたっているか調べる。光が照明から机上面まで届いている場合、ベクトルの通り道には物体は存在しないためボクセルを非表示にする。この処理を各照明ごとに繰り返し、最後に残ったボクセルの集まりをオブジェクトとして表示する。



Fig. 2 取得立方体



Fig. 3 取得円柱

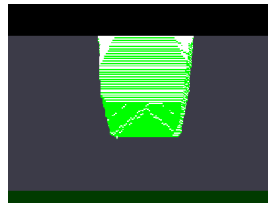


Fig. 8 出力立方体

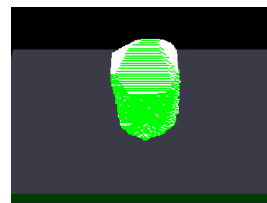


Fig. 9 出力円柱



Fig. 4 立方体の影

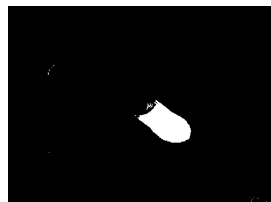


Fig. 5 円柱の影



Fig. 6 立方体の底面

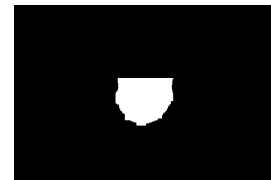


Fig. 7 円柱の底面

### 3 実験

影情報を取得することによる3次元オブジェクト生成手法を提案した。そこで、本手法の精度を測定するために、実際の物体に対して以下のような実験を行った。

#### 3.1 実験環境

各12cmの立方体と高さ10cm、直径10cmの円柱に対して形状推定を行った。物体生成の際に定義した一つのボクセルの辺の大きさは0.1cmである。照明1を点灯させた際に取得した画像をFig. 2とFig. 3に示す。

#### 3.2 実験結果

照明1を点灯させた際に取得した影の領域をFig. 4とFig. 5に示す。物体の底面情報をFig. 6とFig. 7に示す。生成オブジェクトの画像をFig. 8とFig. 9に示す。

評価方法として目的となるオブジェクトを作成し、本手法で作成したオブジェクトとそれぞれの表面において離れている距離を算出する手法を取った。まず、生成目的であるオブジェクトを生成オブジェクトと同位置に配置した。次に、目的オブジェクトの表面から生成オブジェクトの表面までの垂直距離を求めた。この垂直距離の大きさを生成オブジェクトと目的オブジェクトの表面

における位置の差を算出する。

Table 1 各面ごとの誤差

面の位置	立方体の 平均誤差 (mm)	円柱の 平均誤差 (mm)
底面	0	0
上面	19.23	14.55
前面	3.10	4.65
背面	6.25	25.88
左面	7.12	14.67
右面	6.61	13.29

#### 3.3 考察

立方体と円柱ともに上面の誤差が大きいことがわかる。これは、物体上部においては光源からその空間にあたる光が底面まで届かないことが原因だと推測できる。また、円柱において背面における誤差が大きくなっている理由としては、物体底面の背後付近における推定が実際の物体情報と異なることが原因であると考えられる。

### 4 結論

本稿では、影情報を用いた3次元オブジェクト生成手法の提案を行った。本手法では画像取得、影位置認識、物体シルエット推定、オブジェクト生成の4つの段階がある。複数方向の照明で物体を照らし、それぞれの場合から影情報を取得する。取得した影情報から物体の底面が存在する位置を推定する。取得した影情報と物体の底位置、物体のシルエットを用いることで物体の形状が取得可能であることを確認した。本手法を用いて実際に立方体と円柱の3次元オブジェクトを作成し、作成した3次元オブジェクトの精度検証を実施した。

#### 参考文献

- 1) 視体積交差法における時系列画像の統合による三次元復元形状の再現性の向上. 電子情報通信学会論文誌 D 88.8 (2005): 1549-1563.
- 2) 入江徹. "シナジェティクスを用いた高精度ステレオマッチング法の開発と物体認識に関する研究." (2004).