

陰影情報を用いた 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^{1) 2)}。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。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陰影を用いた 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陰影情報を用いた 3 次元オブジェクト生成手法である。以下では”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 つの段階について順に説明する。

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被写体を設置する。カメラを固定した状態で照明を 1 灯づつ順次点灯させ, それぞれの状態においての画像取得を行う。

2.2 影位置認識

各々の照明を点灯させた際に生じる物体の影の位置を認識する。影が存在する領域は影が存在しない領域と濃淡が異なる。この濃淡差より影領域を抽出するために, 影の濃さを薄くした画像との比較を行う。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。影を薄くした画像とそれぞれの照明を点灯させた際の画像を比較することで影領域を取得した 2 値画像を作成する。その後 3 次元での位置情報として, 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 物体シルエット推定

被写体の周辺に影は発生し, また物体が存在している位置には影が存在しない。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。まず, 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。影の発生し得る全ての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シルエットとして推定できる。

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, 前セクションで作成した影位置の画像と物体シルエット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。机の縦方向と横方向を表す x, y 座標を求める式を式 1, 式 2 にそれぞれ示す。

$$d_x = l_x + (z/(z - v_z)) * (v_x - l_x) \quad (1)$$

$$d_y = l_y + (z/(z - v_z)) * (v_y - l_y) \quad (2)$$

$$z = l_z - d_z$$

d_x : 机上面の x 座標 d_y : 机上面の y 座標

d_z : 机上面の z 座標 l_x : 照明の x 座標

l_y : 照明の y 座標 l_z : 照明の z 座標

v_x : ボクセルの x 座標 v_y : ボクセルの y 座標

v_z : ボクセルの z 座標 z : 机上面から照明までの高さ

接触位置を求める様子を Fig. 1 に示す。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, 通り道にあるボクセルの位置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。

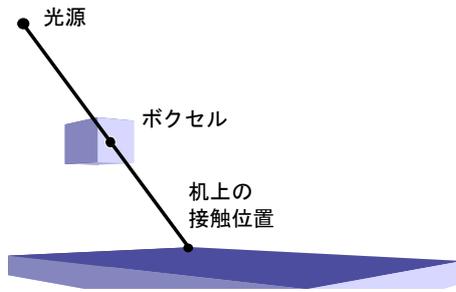


Fig.1 ボクセルの判定

3 実験

陰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

今回は簡単な形状の物体として、横 13.7cm, 奥行き 12.5cm, 高さ 9.7cm の直方体を机の中心に設置し形状推定を行った。物体生成の際に定義した一つのボクセルの一边の大きさは 0.1cm である。実験環境での照明と物体との位置関係を Fig. 2 に示す。Fig. 2 に示すように照明 1 から 9 までの 9 灯用いる環境で実施した。照明 1 及び照明 6 を点灯させた際に取得した画像を Fig. 3 に示す。

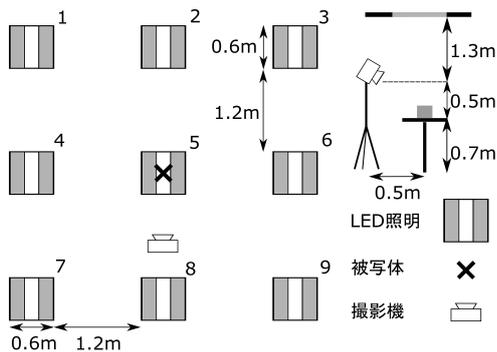


Fig.2 照明と物体の位置関係



Fig.3 取得画像

3.2 実験結果

照明 1 を点灯させた際における影の領域を 2 値化することで区分した画像を Fig. 4 に、机上面における位置に変換し雑音処理した画像を Fig. 5 に示す。

物体のシルエットの位置を Fig. 6 に示す。Fig. 5 と Fig. 6 を足し合わせた画像を Fig. 7 に示す。

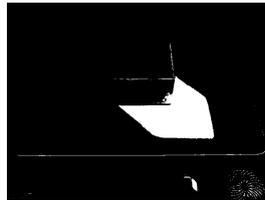


Fig.4 影の二値化

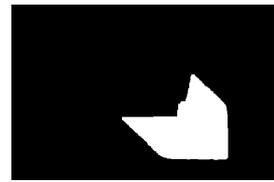


Fig.5 机上影の取得



Fig.6 物体シルエット



Fig.7 光の接触位置

生成したオブジェクトの正面から見た画像と斜め上から見た画像を Fig. 8 に示す。

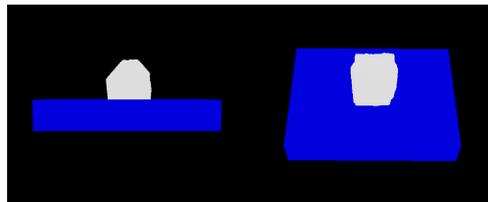


Fig.8 生成オブジェクト

物体が存在している部分の内部に入ったボクセルの個数と外部にでたボクセルの個数を比較し割合を算出することで精度の検証を行った。物体の内部に存在するボクセル数の割合は 70.5% であり、高い精度を得ることができなかった。要因としてあげられるのは外部にでたボクセルの内、物体の上に積まれたボクセルが 56.0% と高い割合を示したことから物体の上部がうまく消せなかったことである。これは物体の上部にあるボクセルを通った光は机上面に達しないことが原因であると考えられる。

4 結論と今後の展望

陰影情報を認識することで一方向からの画像取得で物体をある程度の精度で認識することができる事が分かった。今後は物体の上部にあるボクセルに対して補正をかけることで精度を上げることが実現できるのではないかと考えられる。また他の形状の物体に対しても本手法を実施し、有用性の検証をおこないたい。

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).