

自己相似性を利用した3次元画像のオブジェクト抽出 Object Extraction Using Self Similarity of 3D Image

飯島 哲也[†] 椎名 太[†] 本田 郁二[†] 佐藤 幸男[†]

Tetsuya Iijima, Futoshi Shiina, Ikuji Honda, Yukio Sato

1 概要

コンピュータ技術の発展に伴い、3次元の画像データを扱う機会が増えてきた。現在3次元物体をデータとして取り込む際には3Dカメラを用いるのが一般的であるが、これは対象物体の表面の点群データが得られる。これは点の存在する座標 (x,y,z) の集合であり、ビットマップなどとは異なり座標の数値のみがデータ内に存在している。

コンピュータに取り込まれた点群データは、形状のモデリングを行う。この際には撮影されたデータのどの部分が対象物体の内部であるかを判定する必要があるが、点群データのみではどの領域が物体領域なのかを判断することができない。

本研究では、2次元の輪郭抽出のアルゴリズムである自己相似性を用いたフラクタル輪郭抽出法を用いて、3次元オブジェクト抽出を行うことを提案する。点群データよりこの点群をなめらかに補間する閉曲面を作り、この閉曲面の内部が物体領域であると判定を行うマスクの作成を行う。

2 フラクタル輪郭抽出法

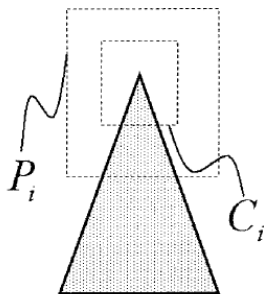


図1 相似なブロック

多くの被写体の輪郭は、直線とコーナーの組み合わせで近似できる。このとき、輪郭の周囲には図1のように、相似な部分が存在する。これは自己相似性と呼ばれる。従来法であるフラクタル輪郭抽出法 [1] は、この性質を利用し輪郭抽出を行うものである。

3 提案手法

3.1 擬似輝度値

3Dカメラによって得られる点群データは、2次元画像と違い全ての空間に値が定義をされていない。しかし、フラクタル輪郭抽出法では、自己相似性の評価のために全てのブロックに対し輝度値が配置されている必要がある。そのため、3次元空間内の全ての点に擬似輝度値を定義する必要がある。空間内に点が存在する場合を考える。ある点 (x,y,z) を注目ボクセルとしたとき、この点を中心とする立方体内に存在するボクセルの集合を C とする。このとき、点 (x,y,z) における擬似輝度値 $I(x,y,z)$ を次のように定義する。

$$i_p = \begin{cases} \frac{1}{r_p^{2+\delta}} & (p \in C) \\ 0 & (p \notin C) \end{cases} \quad (1)$$

$$I(x,y,z) = \sum_p i_p \quad (2)$$

この値をもとに、局所的自己相似性の評価に用いる。

3.2 3次元空間におけるフラクタル輪郭抽出法

2次元で行っていたフラクタル輪郭抽出を3次元に拡張し、オブジェクト領域を抽出する手順を以下で説明する。

初期条件としたアルファマスクの境界面 A を抽出対象物体の境界面 B へと近づける。アルファマスクは2次元のものと同様、被写体領域を1、背景領域を0とした2値画像となる。手順は以下のようになる。

1. B と A の近くにチャイルドブロック ($i=1,2,\dots,N$) を設置する。このとき C_i は直方体となり、また、 A のそばに以下のように設置する。まず、カウン

[†]慶應義塾大学

タを $k = 1$ としアルファマスクをラスタスキャンする. 注目画素と隣接するボクセルとのアルファマスクの値に差があるとき, そのボクセルを中心に C_k を設け k の値を 1 増やす. 以降, 隣接ボクセルと差があり $C_i (i < k)$ に含まれないボクセルを中心に C_k を順次設置する.

2. C_i ごとにそれと相似なペアレントブロック P_i を決定する. これより, 自己相似モデル $\{P_i, C_i, \alpha_i\}$ を抽出する. C_i の中心ボクセルから所定の範囲内で P_i を設置し, それらを C_i のサイズに縮小したデータと C_i のデータとの輝度値の差の二乗和を計算する. この二乗和が最小となるものをペアレントブロック P_i とする.
3. 選ばれた P_i を C_i のサイズに縮小しアルファマスクを更新する.
4. 更新されたアルファマスクに対し再びチャイルドブロックを設置し, 反復して処理を行う.

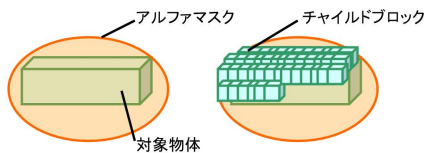


図2 アルファマスクとチャイルドブロック

4 結果と考察

提案法を人工的に作成した立方体, 及び人体データに対して施した結果を以下に示す. このとき, 立方体には欠損データをもつボクセルデータを使用し, 人体データでは実際に 3D カメラで測定された点群データを用いた.

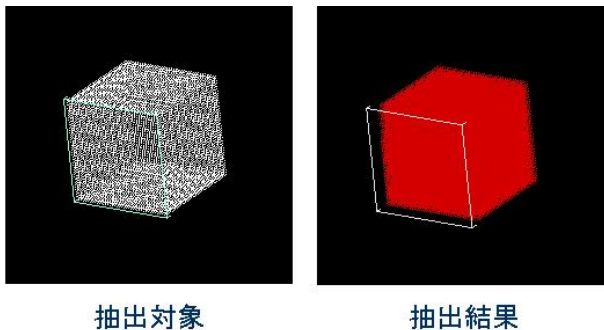


図3 立方体データのオブジェクト抽出

立方体の抽出結果 (図3) より, 抽出結果は求めたい抽出物体の形状とフィットしていることがわかる. これ

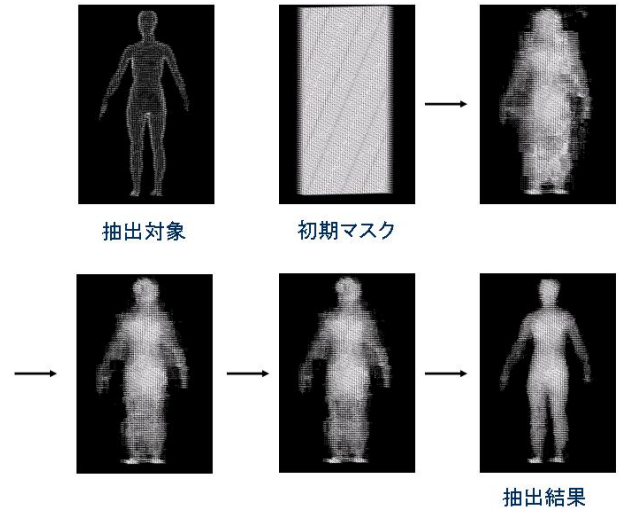


図4 人体データのオブジェクト抽出

により, 不連続な点の集合データであっても, 本手法を適用することでまばらな点群データを閉曲面として抽出, 補間を行うことが可能であると言える.

人体形状の点群データ (図4) においても, 抽出結果は人の形を抽出できていることがわかる. 3次元点群データにおいても, 本手法を適用することでなめらかな表面を得られることが示された.

5 まとめ

本稿では, 3次元点群データからこの点群を補間するなめらかな閉曲面を構成し, さらにアルファマスクによりこの閉曲面の内部と外部を分け, オブジェクトとして認識可能なデータを作成する手法を提案した. これを実現するため, 二次元画像において, 輪郭線の持つ局所的自己相似性を利用したフラクタル輪郭抽出法の考え方を3次元に導入した. また, 全空間に輝度値情報を持たない3次元点群データに対しても従来と同様に局所的自己相似性を評価するため, 擬似輝度値を定義し, これを空間内の全ボクセルに与えた. 本提案による処理をコンピュータ上でシミュレーションを行い, 点群データの抽出に成功した. これにより, 提案法により点群データのオブジェクト化が可能であることを示した. 抽出結果より, ボクセル単位での誤差が見られた.

参考文献

[1] 井田孝, 三本杉陽子. Lifs を用いた被写体輪郭線の高精度な抽出. 電子情報通信学会技術研究報告, Vol.1 J82-D-II, No.8, pp.1282-1289, 1996.