

機械加工用三次元情報の多眼視画像からの抽出 ——基礎的検討——

大表良一*、高山文雄*、高三徳**

いわき明星大学理工学部

*電子情報学科、**機械工学科

要旨:本研究では、デジタルカメラで撮影した多方向からの画像をもとに人間の胸像または顔のレリーフを製作するシステムの開発を目的とし、システム構成の基礎を検討する。写真から3次元モデルを作成する画像処理ソフトウェアは当面市販のものを利用することとし、本研究ではそのソフトウェアの利用上の問題点、機械加工CADとのインタフェースに付随する問題点とその解決方法を検討する。また、簡単な物体の3次元モデルを作成し、機械加工を行い、このようなシステムの可能性を明らかにする。最後に、考察を行い、結論および今後の課題をまとめた。

キーワード: 3次元情報処理、CAD/CAM

1. はじめに

近年、モックやクレイモデルを意匠の検討のため手作業で作成し、評価した後、形状・寸法データを三次元ディジタイザを用いて計測し、設計図面に反映させる、リバースエンジニアリングが良く行われるようになってきている。

このような目的のため、3次元ディジタイザの開発も進み、レーザービームによる光切断法を採用した、非接触3次元ディジタイザが市販されるようになった。また、デジタルカメラの高性能化とともに、多方向からひとつの物体を撮影した画像より、その物体の3次元モデルを計算するソフトウェアが開発され、建築現場、住宅産業、文化遺産の保存などの面で利用されるようになった。

2. 研究の目的

本研究はこのような技術的背景から、デジタルカメラで撮影した画像を元に、人間の胸像または顔のレリーフを製作するシステムを開発しようとし、その構成、実現可能性を検討するものである。人間の顔のように凹凸があり、しかもほとんどの面が曲面である対象を3次元モデル化するとともに、そのモデルを元に

機械加工を行い、胸像またはレリーフを製作することは曲面の微小平面による近似方法の確立といった未解決な課題があるものの、良い研究テーマと考えた。

3. システムの概要

目的を達成するため、図1のようなシステムを検討している。

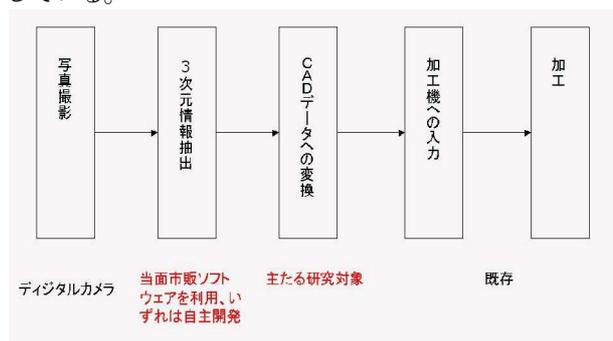


図1 システム構成の概要

1. で述べたように、多方向からひとつの物体を撮影した画像より、その物体の3次元モデルを計算するソフトウェアが開発され市販されている。当面このソ

970-8551 いわき市中央台飯野5-5-1
E-mail: ohmt@iwakimu.ac.jp

ソフトウェアを利用し、対象物体の3次元モデルを作成する。本ソフトウェアの出力はそのままでは加工機への入力として適さないので、変換を行う必要があり、本研究の中心部分を占めると思われる。ただ、現時点ではこのようなシステムの可能性を検討する段階であるので、変換は手動で行った。

加工機は当大学機械工学科で実習用に導入してある、FANUC 製ロボドリルを用いる。加工材料は今回このようなシステムの可能性を明らかにするため発泡スチロール材とする。

4. 3次元データ計測の基礎原理

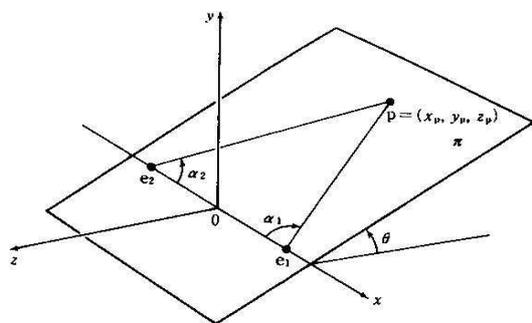


図 2 3角測量原理図

4.1 3角測量の原理^[1]

図2に示すように、空間に固定された世界座標系(x, y, z)中の1点Pの座標(x_p, y_p, z_p)は観測値 α₁, α₂, θ および既知量である d を用いて以下のように表される。

$$x_p = \frac{d(\tan \alpha_1 - \tan \alpha_2)}{2(\tan \alpha_1 + \tan \alpha_2)} \quad (1)$$

$$y_p = \frac{d \tan \alpha_1 \tan \alpha_2 \sin \theta}{\tan \alpha_1 + \tan \alpha_2} \quad (2)$$

$$z_p = \frac{d \tan \alpha_1 \tan \alpha_2 \cos \theta}{\tan \alpha_1 + \tan \alpha_2} \quad (3)$$

この原理を用いて、二つの視点位置(e₁, e₂)においてカメラで捕らえた2枚の画像から対象の3次元位置を自動的に決定しようとするのが、ステレオ画像処理法である。このとき、三つの角度 α₁, α₂, θ は2枚の画像から直接もとまらない。それは一方の画像中の対象の各点が他方の画像のどの点に対応する

かが陽に与えられていないからである。この対応関係を人間が指定することにより、困難な技術的課題を避けようとする方法を用いることもある。

一方この問題を回避するために考案されたのが投光法である。これは、二つの視点の一方にカメラの代わりに強い光源をおき、ある方向へ選択的に光を投影し、対象物体表面でのその光の像を、もう一方の視点に置いたカメラで観測する方法である。強い光源としてレーザー光源を用い、回転するミラーなどで光を走引する装置が実用化されている。

4.2 多眼視による3次元情報の抽出

本研究では、当面画像の得やすさから、ひとつの対象を異なる角度から撮影した複数の画像から、カメラの位置関係と対象上の指定した点の3次元座標をもとめるソフトウェアを利用することにした。これはステレオ画像処理法の拡張とみなされる。

このソフトウェアの機能は以下のようにまとめられる[2]。

- 1) 名称: 3DM-Modeler
- 2) 主要機能:
 - a 物体の全方位モデルを作成可能
 - b 距離・面積・容積の計算可能
 - c 各種CAD・CAM用出力作成
 - d 多眼カメラシステム校正

このソフトウェアの2次元画像から3次元情報を抽出する技法は参考文献[3]に詳しい。

5. 実験

5.1 3次元モデルの作成

検討しているシステムの実現可能性と問題点を明らかにするため、図3に示すような簡単な物体を対象に、3次元情報の抽出ならびにそのデータをもとに加工を試みた。



図 3 対象物体

この物体は、単純な直方体の上に、各コーナーが円弧の一部となっている薄い板を載せたものとなっており、コーナーをうまく再現できるかが重要な点の一つとなっている。

3次元情報の抽出の詳細は省略するが、作業の中心は、複数の画像上で物体の特徴点をマウスで指定することである。今回は8枚の画像を撮影し、本ソフトウェアの入力とし、特徴点は各頂点を中心に36点与えたが、内34点の3次元座標が計算され、2点は座標値が確定しなかったため、廃棄した。コーナー部は4箇所あるが、入力点数を減らすため、一コーナーだけ、適当に3分割し、特徴点を6点指定した。他のコーナーは直角であるものとし、仮想の点の特徴点として与えた。この程度の特徴点の数では、計算時間は問題にならなかったが、複雑な形状の対象での評価は必要であろう。

出力情報は、与えた特徴点の3次元座標ならびに8枚の画像を撮影した際のカメラの位置・方向データであり、テキストファイルとして得られる。

5.2 加工

加工にあたり、念のため加工側に用意されていた3次元CGソフトウェア(Rhinoceros)により、画像を再現し原物体画像が正しく再現されることを確認した。また、特徴点座標データをもとに、加工機の工具をどのように移動させたらよいかといったノウハウに類する情報は人間が作成し、加工機に与えた。

加工条件は以下のようなものであるが、これは暫定的なもので、今後対象に合わせて変更されることが考えられる。

工具: Φ 20エンドミル

回転速度: 1000rpm

送り速度: 100mm/min

5.3 加工結果

図4に加工結果の写真を示した。材料が発泡材のためコーナー部が正しく再現されているかよく分からず、問題が残ったが、ほぼ相似形が得られた。

6. まとめと今後の課題

今回の実験の結果、検討したシステムにより目的としている、写真から人体の胸像あるいはレリーフを作ることが可能であることがわかった。合わせていくつかの問題も明らかになった。以下に課題をまとめた。

1) 3次元モデル作成に関して

1 加工過程に合わせた2次元画像上の特徴

点の設定方法

2 曲面の近似程度と加工精度の関係

3 原画像撮影条件などの影響評価

a 焦点深度

b カメラと対象物体との最適距離

2) 3次元モデルと加工機制御プログラムのインタフェースの自動化

1. 新しいアルゴリズムが必要ではないか

引き続き、本システムの実現のため、課題点の克服に挑戦する予定である。

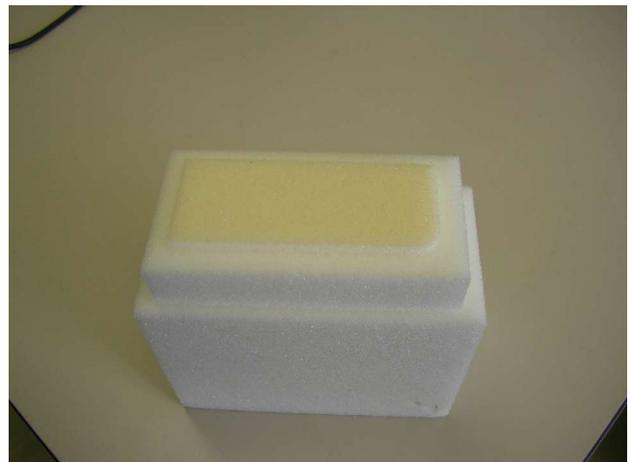


図 4 加工結果

謝辞

本研究はいわき明星大学特別研究の支援を受けて行われた。

参考文献

- [1] 谷内田編: コンピュータビジョン、pp117-141、丸善、1990.
- [2] 3次元メディア: 3DM-Modeler Ver. 3.0 マニュアル.
- [3] 徐 剛: 写真から作る3次元CGイメージ・ベースド・モデリング&レンダリング、近代科学社、2001.