

要旨

物体形状の複雑さに関わらない3次元形状入力の実現を目的として、物体形状の転写模型を作製し、その互いに平行な多数の切断面の断面画像から、2次元断面輪郭を抽出し、3次元空間の点群データへと変換する手法を提案した。また、この手法に基づいた、物体形状の入力装置の開発を行った。

1. はじめに

現在、モデルベースの設計において、デジタルイザ等の3次元形状入力装置が用いられている。しかし、これらの装置には、複雑に入り組んだ物体の入力は難しく、複雑な測定経路の設定等が必要になるといった問題がある。また、物体の複雑さによらない形状入力法として、CT等の断層画像装置を用いて得た断面画像群から、3次元像を構築する方法があり、主に医療分野で利用されている。しかし装置が高価であり、取り扱いも難しく、また測定分解能(1mm³程度)も工業的に用いるには、十分とはいえない。

本報では、物体形状の複雑さに関わらず、簡単にかつ高精度な形状入力を行う方法として、物体形状の模型(以下、転写模型という)を作製し、その互いに平行な切断面の多数の画像から、断面の輪郭を抽出し、3次元空間の点群データへと変換する手法を提案する。また、この手法に基づいた、物体形状の入力装置の開発を行ったので、これを報告する。

2. 3次元形状入力装置と形状入力手法

図1に、開発した装置の構成図を示す。本装置では

- 1) 転写模型作製・封入
- 2) 断面作製・断面画像取り込み
- 3) 断面輪郭抽出・点群データ作成

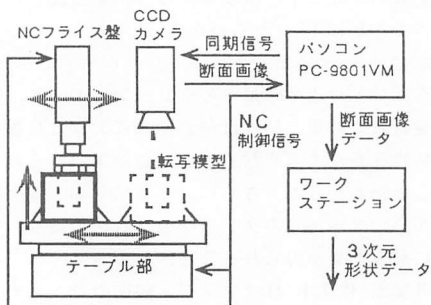


図1 本装置の構成

の手順で3次元形状を入力する(図2)。本入力手法の特徴として、転写模型を直接切削するため、対象物表面の色・模様や、対象物の形状に影響されずに形状入力が行える点あげられる。以下にその手順の概略について述べる。

2-1 転写模型作製・封入

対象物を印象材を用いて型取りし、石膏で転写模型を作製する。さらに、その転写模型を石膏で封入する。その際、封入に用いる石膏の色を変えておく。

封入を行うのは、断面作製のため切削を行う際に、転写模型が分離し欠落するのを避けるためと、色の違いにより、断面輪郭を明らかにするためである。

模型の材質として石膏を用いたのは、切削する際に加工速度を上げて破けにくく、断面も曇らず、鮮明であるためである。

2-2 断面作製及び断面画像取り込み

この作業は、以下のように行われる。

1. 転写模型を固定したテーブルを工具位置に移動
2. エンドミルにより面だしを行い断面作製
3. テーブルをCCDカメラの位置に移動
4. 断面画像を2値画像として取り込む
5. テーブルをスライス幅だけ上昇
6. 同様に繰り返し、互いに平行な断層画像群を得る

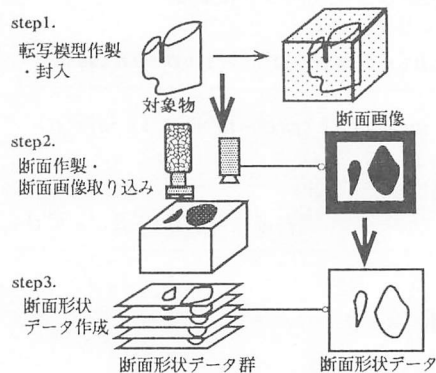


図2 本装置による3次元入力の流れ

2-3 断面形状データ作成

得られた各断面画像から、断面輪郭を抽出し、点群データを作成する。この際、スケールを写した画像から、1画素長が何 μm になるのかを得る。

3次元形状データは、各層の断面形状データとその管理データからなる(図3)。断面形状データは、2次元点列と、各輪郭ループの始点・終点の点列上での位置で構成されている。管理データは、断面形状データの数と、断面間隔の情報を持っており、各断面形状データの関係を与える。

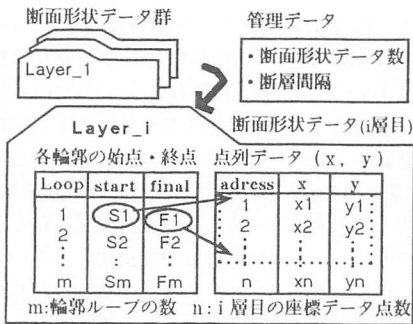


図3 3次元形状データの構成

3. 装置の評価

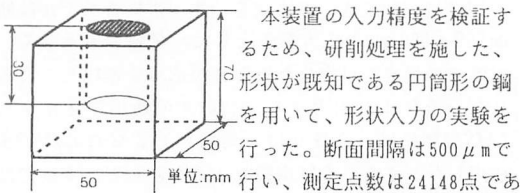


図5 模型の概略図

本装置の入力精度を検証するため、研削処理を施した、形状が既知である円筒形の銅を用いて、形状入力の実験を行った。断面間隔は $500\mu\text{m}$ で行い、測定点数は24148点であった。また1画素の大きさは $253\mu\text{m}$ であった。これが装置の最小分解能となる。本装置により求めた3次元点群データを曲面に当てはめた。同時に、測定物及び転写模型形状を、接触式の3次元測定機(東京精密XYZAX-M400A)で測定し、比較を行った。評価に用いた転写模型の概略図を図5に、測定結果を図6に示す。

測定装置	3次元測定器		本装置
	実形状	模型形状	出力形状
半径	15.982	15.979	16.105
標準偏差	0.002	0.014	0.128
真円度	0.006	0.039	0.528

図6 形状測定結果(単位:mm)

推定された円筒形状に対する、各測定点の誤差の分布を図7に示す。2値化の際のしきい値の設定の仕方によって1画素($253\mu\text{m}$)の誤差が発生する可能性がある

が、この誤差の範囲に測定点の90%が存在している。このため断面画像取り込み装置の分解能を高くすることで、精度が向上する可能性があると思われる。

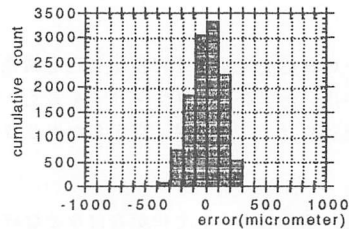


図7 誤差の分布

4. 入力例

本装置により3次元形状の入力を行った。写真1は、蟹の爪の形状入力を、断面間隔 0.8mm 、断面数100層で行い、 $1/2$ に縮小して積層ピッチ 0.4mm で作製した光造形模型である。HPGL形式で出力した形状データの大きさは834KBであった。また、写真2・3は、人形の形状を断面間隔 0.5mm 、断面数90層で入力し、断面間を3角パッチで接続してCG表示したものである。パッチの処理の都合上、点群データの数を半分に間引いた。

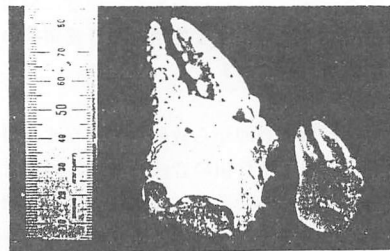


写真1 被測定物(左)と光造形物(右)

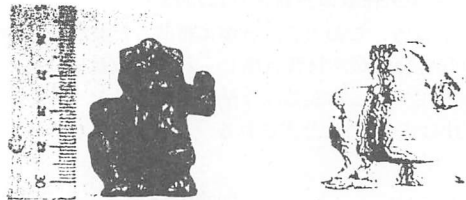


写真2 被測定物

写真3 CGによる表示

5. 結論

- 1) 物体形状を、その転写模型の切断画像を用いて3次元入力する手法を提案し、装置を開発した。
- 2) 円筒形状の入力により精度の検証を行い、装置の分解能は 0.25mm と得られた。
- 3) 人形と蟹の爪の3次元形状の入力を行い、複雑な形状の入力が可能であることを示した。