

CACに関する研究 (第1報)

阿部 正人・清水 誠司・平川 寛之・佐藤 久^(*)

Studies on Computer Aided Checking System(1st Reports)

Masahito ABE, Seiji SHIMIZU, Hiroyuki HIRAKAWA, Hisashi SATO^(*)

要 約

測定機器で得られる計測データ、CADでの形状モデルデータ及びCAMで加工した実モデルデータをリンクさせる最適な設計(CAC)システムを構築するにあたり、以下の点について試作、検討をおこなった。

- (1) 3次元座標測定装置から得られる測定値(3次元空間座標値)から3次元モデルの構築手法。
- (2) 切削、切断、合成、計測等をインタラクティブに行うための高速な3次元モデラ。
- (3) 計測データとCADデータの最適なマッチング手法

1. 緒 言

3次元形状物を扱ったCAD/CAMシステムは、意匠設計や製造工程の合理化・省力化の切り札として現在多方面で研究開発が行われ、県内企業においても導入・実用化されている。当センターでは、昭和62年から宝飾工芸品の3次元CAD/CAMシステム¹⁾、意匠設計用CADシステム²⁾等の開発を行い貴金属製品のデザイン・製造工程の合理化に寄与してきた。しかしこれらのCADは、主としてコンピュータ内でデータを作成することに主眼をおいて開発されているため、既存物に適合する物体を作成することは、やっかいである。例えば、人間の体のように複雑な曲面構造をトレースする立体をCADで設計するのは、非常に困難である。CADのデータ構造、モデリング方法やCADを利用して作成された製品の設計精度や加工精度については多くの方面で研究されているが、既に存在している物体に対応させるべく行われるCAD/CAMシステムでのモデリングから実モデル作成への最適な手法や評価技術の開発に関しては論じられることは少なかった。

そこで、本研究では、3次元測定装置と3次元CADシステムを結合し、測定データと形状モデルデータをリンクする設計手法(CAC: Computer Aided Checking system)、および外圧を受けて変形する物体(人体のような弾性体)あるいは、それ自体の伸長・圧縮によって形状が変化する物体を扱うためのCADデータ構造について検討を行った。

2. 3次元測定装置

被測定物の3次元空間上の位置を特定するために、3次

元デジタイザ(図1)を使用した。この3次元デジタイザは(株)マクダネルダグラス社の製品で、コイルに交流電気を加えて磁界を発生させ、センサーに発生する誘起電流の大きさを処理することにより、磁界中のセンサー位置や角度を測定するものである。動作原理、測定精度については先に報告³⁾されているのでここでは触れない。この測定装置を利用し、ASCII文字としてRS232Cインターフェース経由で3次元測定装置から出力される測定データをワークステーションで受信し3次元モデルを構築する。

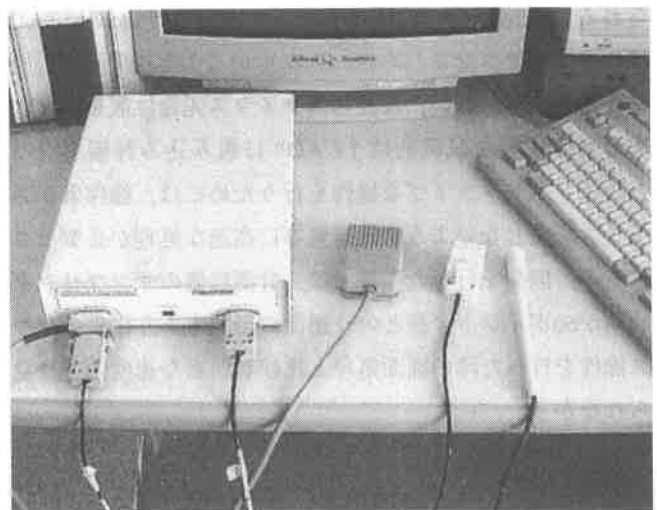


図1 3次元デジタイザ

2. 1 計測装置制御用ソフトウェアドライバー

3次元測定装置の初期化、単位系の設定、データ送信要求等のコマンドを実行し、測定装置からの測定データを処理するドライバーを開発しワークステーションに実装した。

(*) 山梨県立あけぼの医療福祉センター

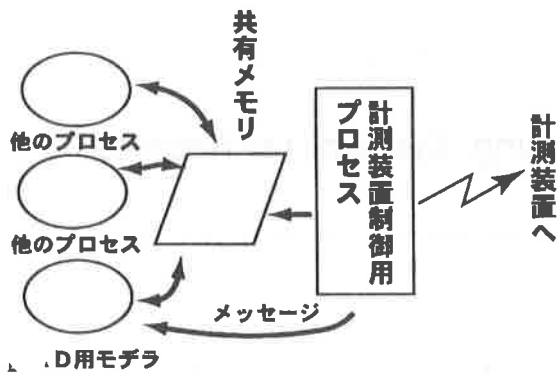


図2 ドライバー構造

このドライバー（図2）は、1つのProcessとしてドライバー単体でもワークステーション上で実行できるように構造として設計を行ったので、他のソフトウェアとは、共有メモリとメッセージコールによりデータの交換を行うことができる。

2. 2 3次元座標値入力機能

従来、一般的な3次元CADシステムでは、CRT画面上の2次元平面を分割しそれぞれXY、XZ、YZの各平面から透視した画面で、マウスやキーボードといったデバイスを利用してモデリングを行っていた。ところが3次元測定装置では3次元座標値が直接得られることから、ダイレクトにスタイラス（測定装置センサー部、ここの位置情報が得られる）先端部分の位置情報をインタラクティブにCAD操作者に反映させるために、3次元から2次元平面への座標変換を即座に行い、現在のスタイラス先端位置を画面に表示する機能を試験的にJCAD³⁾に組み込み評価を行った。インタラクティブな操作を行うためには、操作者がストレスを感じないよう画像描画等に高速な処理が必要とされるが、開発を行った環境では、計測装置のサンプリング周期が60ポイント/秒という速度の影響もあり従来のマウス操作を行った時の画面処理と比較し顕著な速度低下は見られなかった。

3. CAD用モデラの開発

宝飾工芸品用の3次元CADを開発したことは先に述べたが、このCADは意匠設計用として数々の特化された機能を持っているが、多様なワークステーションで動作することを保障するため、殆どのワークステーションがサポートする最も低レベルなグラフィックスライブラリであるXlibを使用して記述した。そのためその機種が本来持つ高速な描画を可能とするグラフィックスアクセラレーション

機能やハードウェアによる3次元から2次元への座標変換機能は使用していない。測定装置から得られる測定値を基に3次元モデルを作成し、インタラクティブに切削、切断、合成、計測を行うMMI（Man-Machine-Interaction）を構築する場合、従来以上に高速な描画ルーチンが必要となる。本システムは、汎用性よりも高速性をより一層重視し、外部デバイスからの様々な要求に対してリアルタイムに反応可能な画面表示部分を開発した。

この画面表示部分は、2次元-3次元座標変換を、OpenGLというグラフィックスライブラリを使用して記述した。OpenGLは3次元処理用に開発されたライブラリで、シリコングラフィックスをはじめ多くの機種にインプリメントされており、描画の高速性と汎用性のバランスがすぐれている。さらに、モデリング時と局所変形時の操作性を良好なものとするため、XY、XZ、YZおよびパース作成用の画面はそれぞれ独立したウィンドウとして作成した。

モデリングした立体に色付けを行うシェーディング機能についても、それぞれのウィンドウについて、ワイヤフレーム、陰線処理ワイヤフレーム、シェーディング表示が選択できるようにした。CADを操作してモデルを作成する場合、ワイヤフレーム表示とシェーディング表示を交互に繰り返しながら完成していくことが多い。従ってシェーディングに要する時間は、CADの操作性と非常に密接な関係にある。開発した画面表示部分は、前述した宝飾工芸品用CADと比較して、シェーディングに用する時間は、従来のCADが数十秒かかっていたシェーディングを0.数秒のオーダーで行うことが可能となっており、操作性の格段の向上が期待できる。図3に画面表示部の構成と図4に画面表示例を示す。

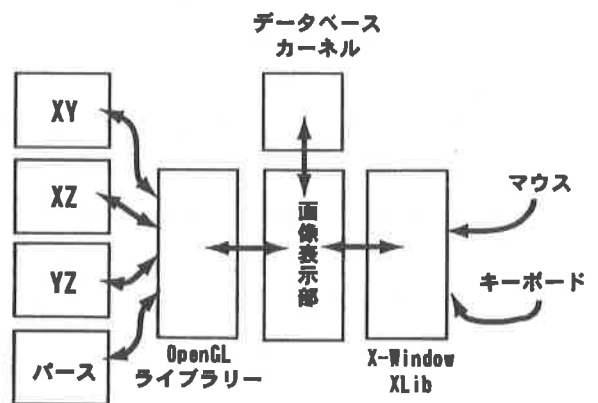


図3 画面表示部構成

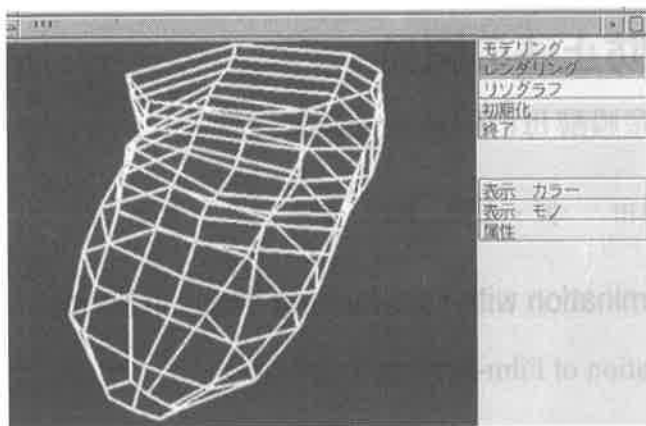


図4 画面表示例

4. 弾性体形状の計測と仮想空間構築への検討

外圧を受けて形状が変形する弾性体の計測方法と、計測データと3次元CADとのリンク手法について、弾性体の測定例として人体を対象とし、人体の外形形状の計測と、変形具合を計測する手法について検討を行った。人体を対象としたのは、人体が皮膚、筋肉と骨が組み合わされた典型的な弾性体形状であることや、高齢化が一段と進むなかで人々の社会生活をサポートする福祉機器の開発が増大すると予想され、この機器の開発では人体形状の正確な把握が求められるからである。

人体の部分を計測するために図5に示す測定用ポッドに形状と圧力変化を測定するセンサーを複数個配置した弾性体形状を測定する手法を検討し、測定装置の一部を試作した。まず外形形状の測定を行い次にセンサー部を移動させ弾性体に圧力を加えその圧力変化を読みとるものである。さらに、CADの設計データに基づいて、ポッド内に組み込まれた油圧あるいは空気圧を用いてポッドの内壁を変形させる機能を持たせ、CADで変更・修正した形状を忠実にポッドにフィードバックさせ反映する機構の検討を行った。このことにより、測定装置で計測された形状とCADで構築した形状が有機的に結合され、測定データとCADの形状データがダイレクトにリンクできる。

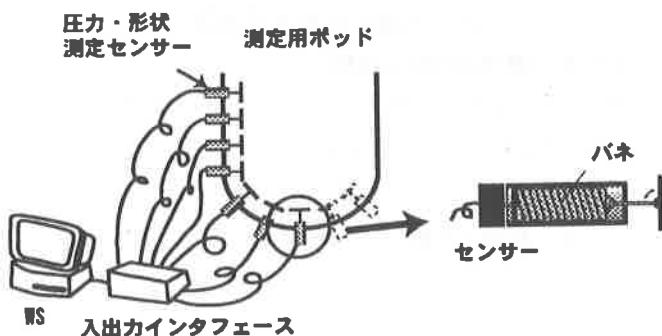


図5 測定用ポッド

5. 結言

開発を行ったこの3次元測定装置を用いて下肢切断者の切断部位をギプス包帯で採型・作成した陰性モデルを計測し、得られた3次元データから下肢切断部位を3次元モデルとして再構築したCAD画面(図6)が得られた。

スタイラスによる接触式の3次元測定装置からのデータ入力とデータ再構築方法、及び高速化を図ったグラフィックス表示部が、リアルタイムな視点変更等インタラクティブな操作に対しても十分な応答性能がありCACシステムとして実用可能であることを確認した。



図6 CAD画面例

測定を接触式の3次元測定装置で行ったが計測時間短縮・精度向上のために、レーザ光線を照射して非接触で測定するレーザスキャン装置等からのデータ入力方法や、2次元断層撮影画像から弾性体形状の推測及び3次元モデルを再構築する手法の検討が重要と考えられる。

おわりに、山梨大学工学部古川助教授、山梨医科大学付属病院中島講師 ならびに中京大学情報科学部伊藤教授には、有益なご教示をいただき感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 清水誠司他：山梨県工業技術センター研究報告, No 6 (1992) P.1
- 2) 清水誠司他：山梨県工業技術センター研究報告, No 8 (1994) P.70
- 3) 田村義則：日本機械学会誌, Vol.98 (1995) P.76