



非接触3-D デジタイジング統合金型 自動生産システム

研究ノート

三好 隆志*

Mold and Die Integrated Manufacturing System Based on Non-contact 3-D Digitizing

Key Words : manufacturing System, CAD/CAM, Non-contact Measurement, Mold and Die

1. はじめに

人それぞれによって多様なライフスタイルが広がる中、物質の豊かさと同時に心の豊かさを求める時代を迎え、商品の価値もまた機能から感性へと大きく変わりつつある。自動車のスタイルデザインに見られるように高度な感性表現が要求される製品の生産においては、デザイナーの感性を活かした新たな統合CAD/CAMシステムの構築が必要になってきている。

複雑な曲面形状に対応できるCAD/CAMシステムはこれまでも数多く開発され広く利用されている。しかし、感性が要求される製品の形状は自由曲面の複合体から構成されておりデザイナーの感性表現をコンピュータのみによるCADデータすなわち幾何モデルのみで表現することは難しい。意匠性が高くしかも自動車のように大型製品の場合、デザイナーの持つ感性の実体モデルとして作製し、そのモデル形状の計測データからCADデータを作成する手法が一般的である。したがって、感性を活かした物づくりには実体モデルの作製から金型製作まで統合された自動生産システムが必要になる。

2. 感性を活かした金型加工CAD/CAMシステムの特異性

“感性を活かした金型加工CAD/CAMシステム”の構成として図1に示すようなシステムの流れが考えられる。まず、デザイナーの感性を表現したクレイモデルから何等かの計測手段に基づいてCADデータを作成することから始まる。この計測手段として三次元測定機によるデジタイジングが考えられるが、接触プローブを用い細かいピッチで多数の点データを入力するには膨大な時間がかかり、またプローブ径補正や系統的誤差を含んだデータ処理が必要になる。

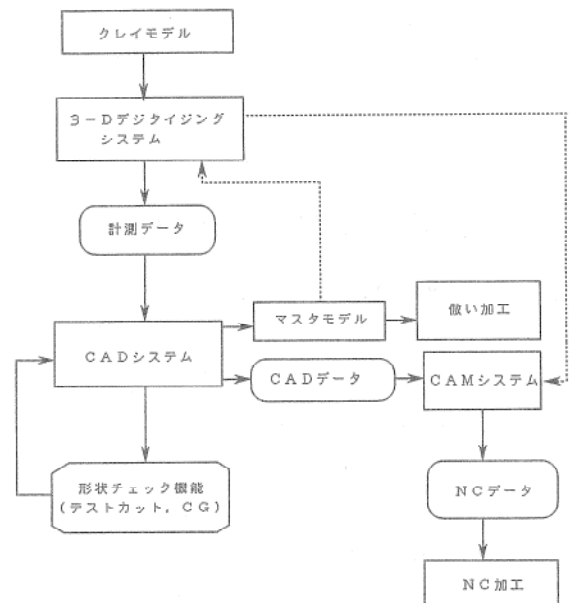


図1 金型加工CAD/CAMシステムの構成

*Takashi MIYOSHI
1944年1月25日生
昭和42年北海道大学工学部精密工
学科卒業
現在、大阪大学工学部産業機械工
学科生産システム工学講座、教授、
工学博士、生産システム工学
TEL 06-877-5111 (内線 4716)



次に点群データからCADデータへ変換するためにどのような形状処理アルゴリズム(Bezier, B-spline, NURBS等)を用いるか, またその次数や制御点の数と間隔などによって感性表現が大きく変わってくる. したがってCADデータの正当性を検証するためにテストカットまたはコンピュータグラフィクスによるシェーディング・チェックが必要になる.

何度かの修正が繰り返された後, デザイナーの感性表現と一致したと判断された場合, 初めてCADデータとしてCAM側へMTあるいはFDの形式で転送される. 転送されたCADデータは適当なCAMシステムによって最終NCデータに変換され金型加工が行われる.

このような感性表現モデルの3次元デジタル化に基づいたCADデータ生成法において, まず曲面形状を高精度にしかも高速に測定できる計測技術(センサ)が必要不可欠である. 次に計測データ処理すなわち測定誤差を含むデータ処理, 膨大な点群データから必要最小限に間引いた線/面データの生成, キャラクタラインやエッジプロファイルの自動抽出など多くの点群データ処理機能が必要になる. さらに, 点群データモデルの形状解析から特徴を持つ複数曲面への分割, その特徴に適合した工具経路の生成も感性の高い曲面創成には必要である.

以上のような特異性を考慮して, 昨年9月まで北海道大学精密工学科で行っていた非接触3-Dデジタル化システム¹⁾と3次元金型加工用CAD/CAMシステムを統合した金型自動生産システムの研究概要について以下に紹介する.

3. 金型自動生産システムの構築

図2は, 非接触レーザ変位センサを用いたモデル形状測定によって, 感性の高い金型をより効率的にしかも高精度に加工することを目的とした自動生産システムの基本構想図である. 本システムは大きく測定システム, 形状解析システム, 加工システムの三つのシステムとデータベースから構成されている.

その主な特徴は以下のように要約される.

(1) 非接触3-Dデジタル化システム²⁾

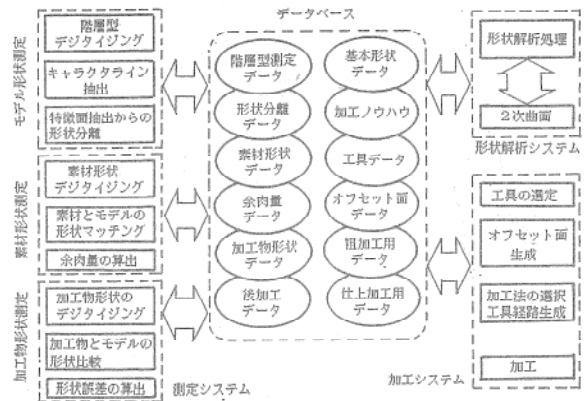


図2 非接触3-Dデジタル化統合金型自動生産システムの基本構想

独自に開発した非接触レーザ変位センサを使用した非接触3-Dデジタル化システムにより, ①モデルに傷や変形を与えることなく高精度な形状測定が可能となる(測定可能最大傾斜角75度, 測定精度50 μ m) ②接触プローブ方式では2m/minが限界であるが, 本方式では4m/minの高速測定が可能となる ③プローブ径を持たないため, 測定精度の範囲内で形状面そのものを現しており, 補正の必要もなく, また正確な断面形状を得ることができる. 図3は本システムにおいて, 車のモデルを測定しているときの写真である. また図4は得られたモデルの測定データから構築された3次元形状である.

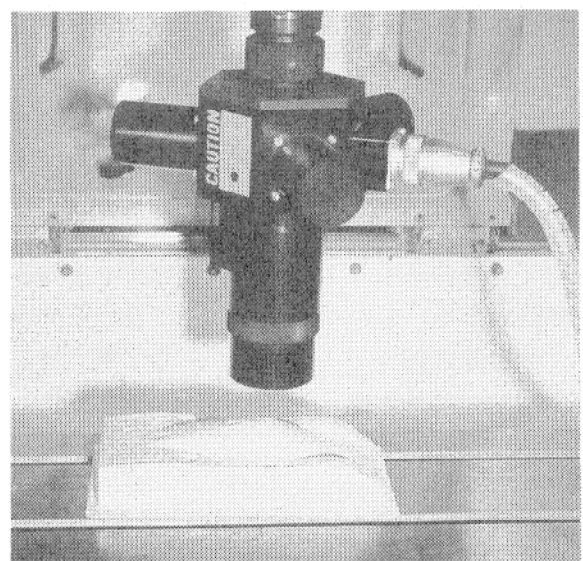


図3 レーザ変位センサによる車のモデルの3-Dデジタル化

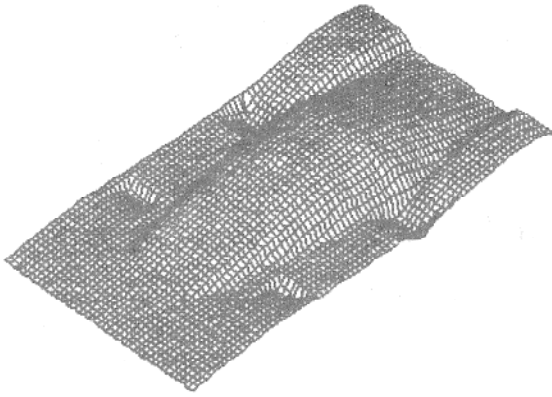


図4 測定データから構築された車の3次元プロファイル

(2) 階層型デジタイジングシステム³⁾

3-Dモデル形状を正確にとらえるためには、全ての形状を細かいピッチで測定する必要がある。そのため膨大な点群データとなり、多大な時間を費やすばかりでなく、CADデータに関係のない無駄なデータが数多く含まれており効率的でない。そこで、本システムでは最初粗いピッチで測定したデータから特徴線(キャラクタライン)が存在しそうな領域を大ざっぱに抽出し、その近傍のみを再度細かく測定することにより高速にしかも正確にキャラクタラインを抽出することができる。

(3) 形状解析システム

キャラクタラインはある基本形状の境界線と考えられるから、本システムはモデルの複合自由曲面をキャラクタラインに囲まれた幾つかの面に分離し基本形状の特徴面(平面、円筒面、円錐面、球面、・・・自由曲面)を自動的に決定することができる。

(4) CAMシステム

点群データから任意の工具形状に対応したオフセット面を自動的に生成することができる逆オフセット法を用いたCAMシステムを拡張した本システムは、キャラクタラインによって囲まれた基本形状に対して適切な工具選定を行い、他の基本形状との工具干渉処理を考慮しながら工具経路を自動発生することができる。

4. 今後の研究課題

以上述べた研究は昨年まで北大で行っていたものであり、まだ解決すべき多くの研究課題が残されている。すなわち、デザイナーの意図を反映したモデル形状をより高精度に測定できる多機能センサの開発がまず上げられる。現在は位置座標の測定のみであるが意匠性のある面では法線ベクトルおよびハイライト曲線と呼ばれるエッジプロファイルも重要な特徴形状要素であり、新たに非接触法線ベクトル・エッジ輪郭センサの開発が必要になる。一方、デザイナーの意図した特徴形状を有限の測定データで表現するためには、測定点の数、間隔および測定誤差などを考慮した点群データ処理と効率的なCADデータへの変換が同時に必要になる。また最終製品はあくまでも機械加工された金型であり非接触金型加工形状測定センサの開発および加工形状データとCADデータとの照合による加工形状測定評価システムの開発も重要な課題となる。

5. おわりに

コンピュータ技術が大きく発展しても、デザイナーの感性を表現するためには今後も実体モデルの製作は続くものと考えられる。したがって、これまで述べたように非接触3-Dデジタイジングに基づく金型自動生産システムは感性を活かした金型加工CAD/CAMシステム構築への興味あるアプローチであり、今後も阪大で腰を落ち着けじっくりこの研究に取り組むつもりである。

参考文献

- 1) K.Saito and T.Miyoshi:Annals of the CIRP, 40[1] (1991) 483
- 2) 三好隆志, 近藤司他:精密工学会誌, 56[6] (1990) 1021
- 3) 近藤司, 三好隆志他:精密工学会誌, 57[8] (1991) 1381