

# CG 技術を利用した CAM の開発 (Ⅲ)

## 1. 目的

人の手により補正した金型やモックアップなどの現物、これと同形状物を機械加工で作成したいという要求がある。通常、現物を非接触 3 次元スキャナ等で測定し、得た測定点群や三角形メッシュを近似する曲面を作成した後、市販の CAM(Computer Aided Manufacturing)で工具経路を作成し、NC(Numerical Control)プログラムに変換するという工程を辿る。しかし、三角形メッシュから曲面を作成する作業は、領域分け、曲面間の連続、三角形メッシュとの誤差の問題がある。本研究では、曲面に変換する技術や知識、編集時間を必要としない、三角形メッシュから直接 NC プログラムを作成する CAM ソフトを開発する。

## 2. 方法

本 CAM では三角形メッシュを入力とし、NC プログラムを出力とする。三角形メッシュのデータ形式は STL(Stereo Lithography)である。NC プログラムは、オークマ(株)製の数値制御装置 OSP-U100M に対応させる。工具経路から NC プログラムへの変換は容易である。主要な問題は、三角形メッシュから工具経路を作成する方法、三角形メッシュの折れを平滑化する方法である。

昨年度までに、三角形メッシュから走査線・等高線工具経路を生成する機能、測定ノイズ除去機能、三角形メッシュに位相を構築する機能を実装した。今年度は、三角形メッシュの細分割機能、荒取り工具経路生成機能、工具経路高精度化機能を実装する。また、本 CAM と市販 CAM との性能を比較する。

三角形メッシュの再分割機能は、粗いメッシュを細かくすることで、三角形メッシュの折れを軽減する機能である。Modified Butterfly 法という方法で、1 回の処理で 1 つの面を 4 つの面に分割する。その際、形状が滑らかになるように分割していく。三角形メッシュの境界には 1-dimensional 4 point scheme を利用することで滑らかな境界線を生成する。

荒取り工具経路生成機能は、昨年度開発した等高線工具経路生成機能を利用することで実装する。通常の工具を、荒取りの XY 方向ピッチ分だけ XY 方向に拡大した工具を定義して等高線工具経路を算出する。拡大した工具をさらに XY 方向のピッチ分拡大し、等高線工具経路を算出する。定義した材料の範囲だけ同様に処理すると切削領域の工具経路が得られる。これにアプローチや早送りの経路を加えて適切に繋げると荒取り工具経路が得られる。

工具経路を算出するために、Z マップモデルという、格子状の各点に高さ情報を格納したモデルで、加工対象形状のオフセット形状を表現していた。このモデルで工具経路を算出すると、立ち壁部に大きな誤差が発生する。そこで Z マップモデル各点の法線を利用し、高精度化を図る。法線の算出にはグラフィックスボードのカラーバッファを利用する。

比較した市販 CAM ソフトは、(株)トヨタケーラム製の CaelumKKen, DP Technology 社製の ESPRIT である。入力形状は、直方体上に半球が乗ったものである。ただし、市販 CAM は曲面を、本 CAM は三角形メッシュを入力する。算出する走査線工具経路の誤差は 1 $\mu$ m に設定し、計算時間を比較する。

## 3. 結果と考察

三角形メッシュの再分割機能を利用した例を図 1 に示す。全体的に滑らかになることが確認できる。局所的に細分化できないことが問題である。工具経路を高精度化した例を図 2, 図 3 に示す。より正確な位置に工具経路が算出されている。しかし、90 度付近の傾斜のきつい立ち壁部では高精度化されない場合がある。本 CAM, CaelumKKen, ESPRIT の走査線工具経路算出時間は、それぞれ 13 秒, 114 秒, 15 秒であった。これに関しては市販 CAM と同等以上の性能がある。本 CAM の問題点は機能が少ないことや操作性が悪いことである。今後、問題点の改良と県内企業への普及を目指す。

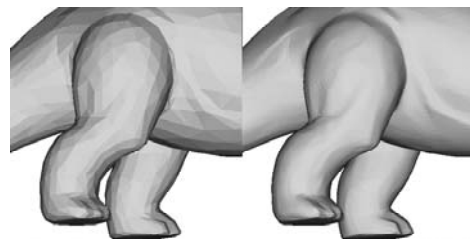


図 1. 三角形メッシュの細分化

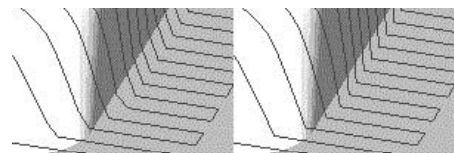


図 2. 走査線工具経路の高精度化

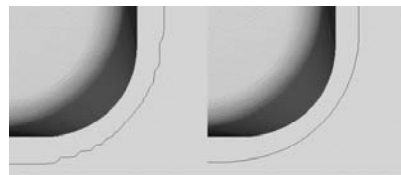


図 3. 等高線工具経路の高精度化