

要旨

本論文では加工処理における従来の問題点（工具干渉処理、削り残し加工）を解決する手段として要求面形状の定義として数学モデルと格子点群モデルを複合したモデルを提案した。格子点群モデルは数学モデルで用いられるバッチをパラメータ空間内で必要精度内で格子状に分割して表現する近似モデルである。点群の位置情報を用いることにより簡便な手法で工具干渉、削り残し領域抽出問題を解決した。

1、緒論

形状の定義方式として従来、クーンズ、ベジェパッチなどに代表される数学モデル表現がある。これらの表現方式は要求面をバッチの張り合わせにより構築する方式であり、データは少量で済み、表現能力も高い。一方、それらの形状加工を行う場合、重要な問題が生じてくる。それは工具干渉処理問題である。工具干渉処理は高次の補間式1)で表現される数学モデルと工具形状との交差問題として位置づけることができるが、収束演算を含まない方法で高速かつ安定的に解を求めることは困難である。本研究では形状の表現方式として数学モデルと点群モデルを複合する格子点群モデルを提案し、形状定義方法は数学モデルで行い、工具干渉処理は点群モデルで行った。その考え方と処理方法について報告する。

例として双3次ベジェパッチの補間式

$$Q(u, v) = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n B_{i,3}(u) B_{j,3}(v) C_{i,j} \quad 1)$$

$$B_{i,3}(u) = (i)(1-u)^{3-i}u^i, C_{i,j} : \text{制御点}$$

2、格子点群モデル

形状加工における要求形状はトレランスを満たす離散点の加工として位置づけることができ、離散点の間は直線補間により加工される。すなわち、加工工程の段階で要求面モデルは点群モデルへ変換されていることを意味する。本研究において加工形状を意識した要求面の表現方法として数学モデルと点群モデルの複合モデルを提案する。このモデルを格子点群モデルと呼ぶ。点群の記憶方式として面の表現精度に対して方向性のないパラメータ空間格子を採用する。数学モデルと精度トレランスにしたがいバッチの分割数が決定され、パラメータ空間の格子点に対する座標値が計算される。これによりバッチ上の点座標を陽に表現することができる。図1に提案するパラメータ格子点群モデルを示した。

3、工具経路生成と工具干渉処理

図2に工具経路生成法を、図3に工具干渉処理を示した。数学モデルはバッチの境界条件または制御点に

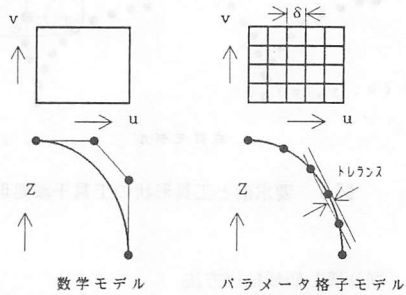


図1 パラメータ格子点群モデル

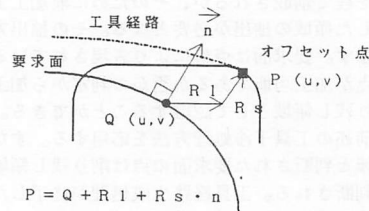


図2 工具経路生成法

より定義されているため、バッチ内部の点座標値はパラメータにより記述される高次の補間式から計算される。また、その点を加工する工具中心位置は図2に示すオフセット点Pとして求めることができる。工具干渉の判定は工具中心点とバッチ上の点との距離を評価することにより判定可能であり、その処理は上述の補間式の逆演算を解くことになる。この逆演算問題は式が高次であるため収束演算に頼らざるをえないのが現状である。バッチにおける点座標が陽に表現されていると工具干渉問題は点座標(●印)と工具中心座標(■印)との距離計算により容易に解決することができる。すなわち、工具表面に対して内部に存在する点(○印)があれば工具干渉が発生していることになる。

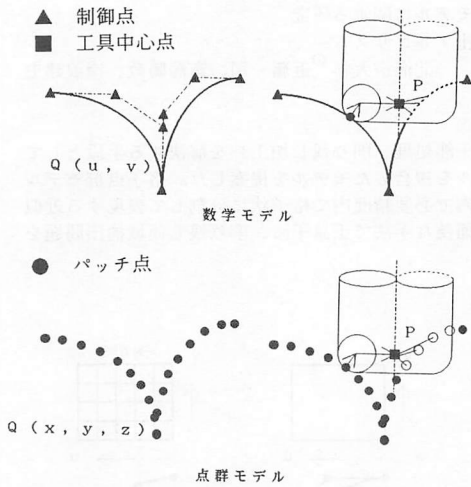


図3 要求面と工具形状の工具干渉処理

4、削り残り領域抽出方法

格子点群モデルを前述の方法に適用することにより工具干渉問題を解決した工具経路を生成することができる。一般の形状加工は粗加工、中仕上げ加工、仕上げ加工工程を経て創成されるが、そのために前加工工程で削り残した領域の抽出が必要となる。その抽出方法を図4に示す。要求面は点群により表現されているため、個々の点が加工可能であるか否かの判定から加工不能点は削り残り領域として認識することができる。そのために前述の工具干渉処理方法を応用する。すなわち、工具干渉と判断された要求面の点は削り残り領域（○印）と判断される。工具経路生成処理が終了した時点で削り残り領域も決定される。

5、計算機実験

自動車部品（ロアアーム）を点群モデルで表現しその削り残り領域の抽出実験を行った。図5に約2700パッチで表現された要求面形状（領域370x150x21.2）、図6にR3の球体工具、図7にR6の球体工具を使用したときの削り残り領域を示した。凹形状領域に削り残り領域が集中しているのが確認できる。

6、結論

以上、加工における要求面形状の表現方式に関して検討を行い、以下の結論を得た。

- 1) 加工における要求面の表現方式に対して従来の数学モデルに点群モデルを付加した格子点群モデルを提案した。
- 2) 格子点群モデルを基に工具干渉処理方法を明らかにした。

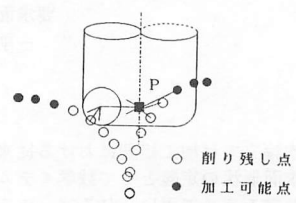


図4 削り残り領域抽出方法

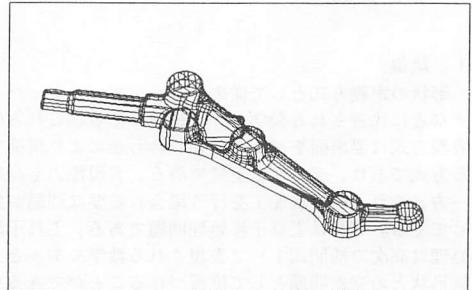


図5 パッチ表現された自動車部品

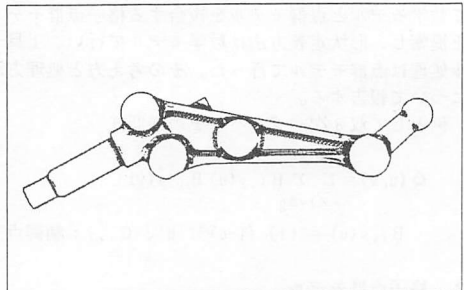


図6 R6の球体工具を使用したときの削り残り領域

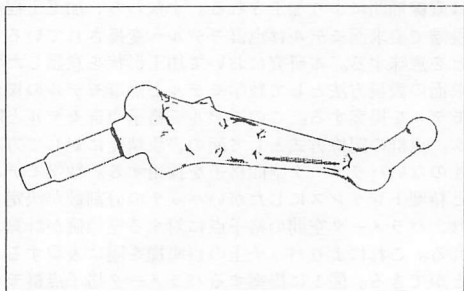


図7 R3の球体工具を使用したときの削り残り領域

- 3) 格子点群モデルを基に削り残り領域抽出方法を明らかにした。
- 4) 実験による本手法の正当性を確認した。