ロボットを用いた自由曲面板厚評価システムOrthrosの開発: 高密度測定点群のモデリング

ロボットを用いた自由曲面板厚評価システム Orthros の開発
－高密度測定点群のモデリング－

金沢大学大学院　○坂口　拓洋，　奥川　裕理恵，　浅川　直紀，　岡田　将人，　鬼頭　亮太

Development of Orthros, an Evaluation System for Free Curved Plate Thickness using a Robot
-Modeling of high density measurement points-

KanazawaUniv. Graduate school Takumi SAKAGUCHI, Yurie OKUGAWA, Naoki ASAKAWA, Masato OKADA and Ryota KITO

This study deals with a development of an automatic measurement and evaluation system consisting of the industrial robot and laser sensors for free curved plates thickness, called Orthros. In this system, the triangle-based point laser sensors are used for thickness measurement. Since the system acquires an unknown workpiece shape as a point cloud to generate a thickness measuring path, the density and the accuracy of the point cloud are concerned with the accurancy of the thickness measurement. In this report, Compare previous methods and the result of the modeling and intergerence detection based on high density measurement points.

1.　諸言

現在，自由曲面を有する薄板加工品の高密度な板厚測定の方法として適切なものがない．そこで，本研究室では産業用ロボットとレーザ変位計を用いた板厚測定システム Orthros を提案してきた[1)]．本システムにおける板厚測定手順はまず形状が未知な工作物に対して形状測定を行い，点群データとして形状データを取得し，それに基づいて NURBS 曲面を生成している．その際，形状データを基に法線方向を算出してロボットの板厚測定経路を生成するため，点群データの精度と密度は板厚測定経路の生成に大きな影響を与える．測定経路の計算には NURBS 曲面を用いているため，精度を上げるために測定点数を増やすと経路計算時間が増加する．また，NURBS 曲面は点群データが構造格子でないと使用できないが，メッシュモデルは非構造格子にも対応できる．

そこで，本報では部分的に高密度測定[2)]を行い取得した高密度点群を基にドロネー法を用いてメッシュにモデリングし干渉検出を行い，従来の板厚測定経路生成方法より比較したので報告する．

2.　システム構成

図 1 に本システムの構成を示す．レーザ変位計 2 基を対向させて設置した板厚測定ユニットを用いる．産業用ロボット先端に測定物を固定し，原理的には次の手順で板厚測定を行う[1)]．1) 片方のレーザ変位計を用いて形状測定を行う．2) 形状データから各測定点に法線ベクトルを生成する．3）法線ベクトルとレーザ照射軸が一致するようなロボットの姿勢を生成し，測定経路とする（この時の姿勢を基本姿勢と定義する）．4）板厚測定を行う．

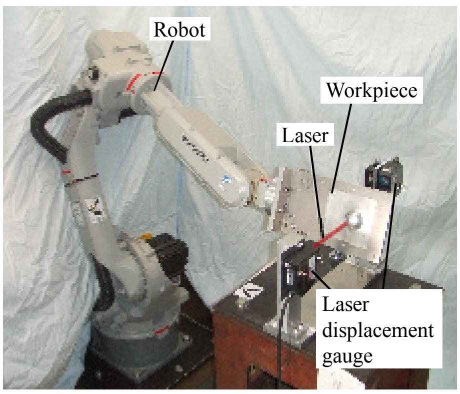


Fig.1　Configuration of the system

3.　C-Space による姿勢評価

図 2 に示すような測定物とレーザ変位計との干渉が発生する場合，測定姿勢を変化させることで干渉を回避した測定を行うが，姿勢を表すパラメータを統一的に扱うためにコンフィギュレーション空間 (C-Space) を適用する．図 2 に示す座標系の各軸周りの回転角度 γ, β, α をパラメータとする C-Space を各測定点で張り，干渉の発生する姿勢の領域をそれぞれマッピングする．この領域を干渉領域と呼ぶ．

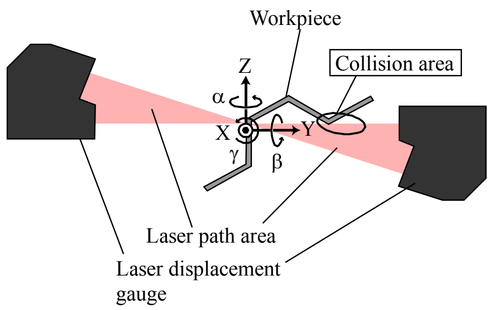


Fig.2　Collision between laser and workpiece

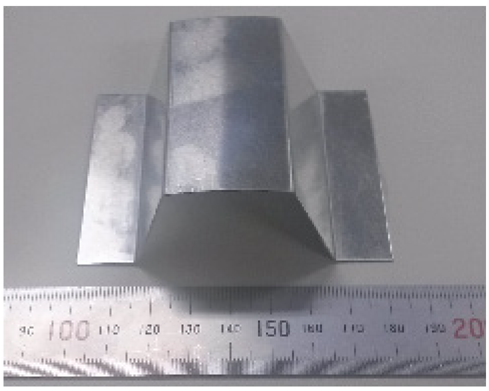


Fig.3　Workpiece

4.　高密度形状データ

本手法では，図3のような形状に対して測定を行う．NURBS曲面生成に一方向から格子状に測定を起こった図4に示す初期形状測定結果を用いる．また，メッシュ生成には測定物の側面に対して再測定[2]を行った結果を初期形状測定結果に加えた高密度形状データ図5を使用する．

5.　干渉検出比較

比較方法として，メッシュ，NURBS曲面それぞれで表現されているモデル図6に示すように任意の点での干渉検出を行い，計算時間を計測する．また，それぞれのモデルに対してC-Spaceを作成し干渉検出比較を行う．干渉検出はある任意の点で測定物表面に垂直なレーザ光をX軸周り，Y軸周り，Z軸周りに5度ずつ回転させ姿勢を変化させる．工作物のメッシュ数は954である．図7にNURBS曲面，メッシュモデルそれぞれの干渉検出の結果を示す．この干渉検出に要した時間はメッシュの場合1.62秒で，NURBS曲面の場合は約1000秒だった．図8両モデルの比較を示す．NURBS曲面に比べて高密度形状データを用いたメッシュモデルの方がエッジが正しく表現されているのがわかる．例えば赤い直線で表されてるレーザがエッジ近傍を通過する場合，例えばNURBS曲面は干渉を検出出来ていないのに対して，メッシュモデルは正しく干渉検出が行われていることが確認できる．このように特にNURBS曲面の側面と底面の交差部分はデータ間隔が疎になってしまうために，高密度形状データを使用したメッシュモデルの方がより正確に干渉検出を行えていることがわかる．

6.　結言

本研究ではNURBS曲面とメッシュそれぞれに対して干渉検出を行い以下の結論を得た．

1) 干渉検出にかかる時間はメッシュを用いた場合の方がはるかに短い．
2)NURBS曲面とメッシュモデルの干渉検出の比較結果から，干渉検出にメッシュモデルを用いても精度が低下しないことを確認した．
3)NURBS曲面でなくメッシュモデルで干渉検出を行うことで非構造格子の点群データを扱えるようになった．

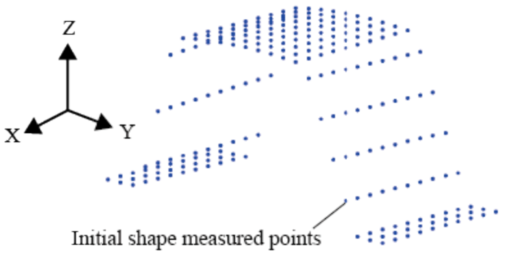


Fig.4　Initial shape data

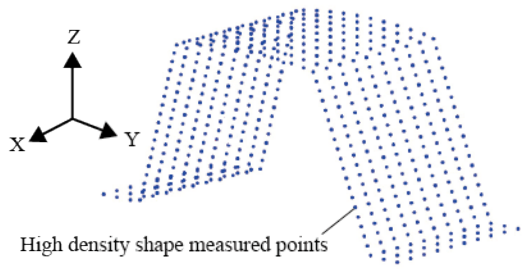
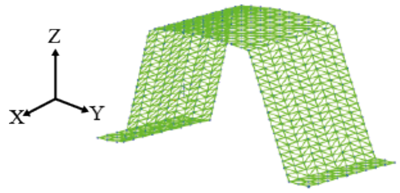


Fig.5　High density shape data

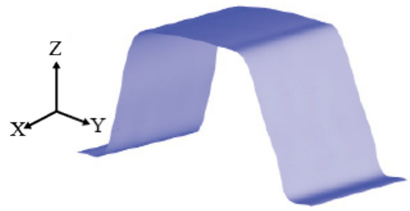
参考文献

1）Y.Okugawa et al., Development of an Evaluation System for Free Curved Plate Thickness with a Robot -Measuring Posrure Planning using C-Space-, International Journal of Automation Technology 7(5), pp.593-600, 2013.

2）奥川裕理恵 ,”ロボット用いた自由曲面板厚評価システムOrthrosの開発―高密度形状データの取得―”，2014年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集，(2014)，663-664

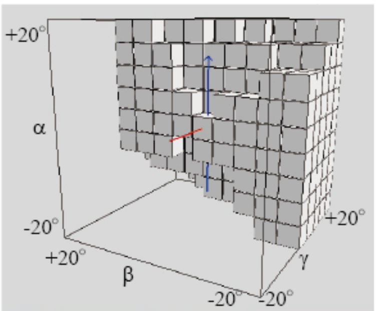


(a)　Mesh

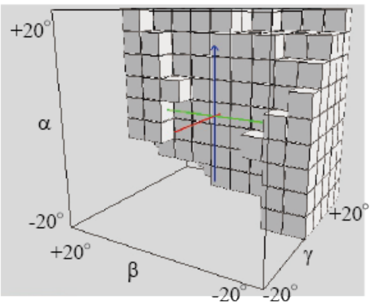


(b)　NURBS surface

FIg.6　Models used in collision detection



(a)　Mesh



(b)　NURBS surface

FIg.7　Collision map

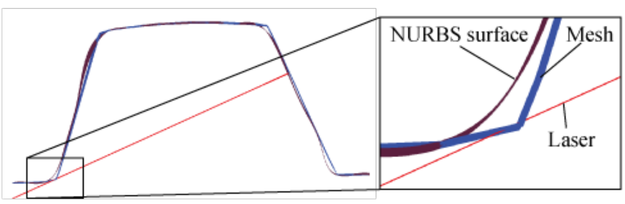


Fig.8　Comparison between mesh and NURBS