

# Development of Orthros, an Evaluation System for Free Curved Plate Thickness using a Robot: Generation of Thickness Measurement Path for a Workpiece with Texture

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2018-06-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.24517/00050311">https://doi.org/10.24517/00050311</a>

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 International License.



## ロボットを用いた自由曲面板厚評価システム Orthros の開発 - テクスチャに対応した測定経路の生成 -

金沢大学大学院 ○坂口拓洋, 奥川裕理恵, 浅川直紀

Development of Orthros, an Evaluation System for Free Curved Plate Thickness using a Robot  
-Generation of Thickness Measurement Path for a Workpiece with Texture-  
Kanazawa Univ. Graduate school, Takumi SAKAGUCHI, Yurie OKUGAWA and Naoki ASAKAWA.

While it is important that evaluation of thickness of a product made with press working, currently there is not an appropriate system which can measure the thickness of a free curved plate. 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 the report, pressed products having textured surface are picked up as workpiece. The system had calculated the thickness measurement path by combine CAD data and measured shape data. The conventional method could not calculate accurate thickness direction for workpiece without CAD data and caused an error between CAD data and measured shape data. In this report, the thickness measurement path not to be affected by the texture calculated only from measured shape data of the workpiece is proposed.

### 1. はじめに

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<sup>1)</sup>。本システムでは基本的に測定対象点の板厚方向を決定する法線ベクトルを実製品の形状データから算出していた。しかし製品表面には機械的性質向上のために意図的にテクスチャが付与されたり, CFRP などの複合材料では試作段階において意図せずにテクスチャが残る場合がある。従来法ではこの製品形状上のテクスチャの微小凹凸によって生じる法線ベクトルの誤差を避けるために, 製品の CAD データ上で求めた法線ベクトルを形状データに投影していた<sup>2)</sup>。しかし, これでは板厚測定経路生成が製品 CAD データに依存してしまうといった問題があった。そこで本報では板厚測定経路生成に用いる実形状データから生成された測定モデルを最適化し, その後再構成したモデル上で法線ベクトルを算出する。それにより実形状データのみで表面テクスチャの影響を受けない板厚測定経路を生成したので報告する。

### 2. システム構成

図 1 に本システムの構成を示す。測定器にはレーザ変位計 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

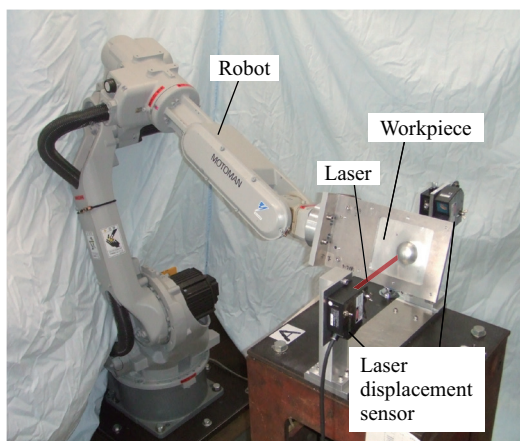


Fig.1 Configuration of the system

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<sup>1)</sup>。

- 1)  $xy$  方向に等間隔, 一定の姿勢で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, 板厚測定経路とする。

### 3. テクスチャに対応した測定ベクトルの算出

本研究では製品の実形状データから算出した法線ベクトルから板厚測定経路を求めるが, CFRP の製品断面は繊維の織り目方向に沿って図のような凹凸が生じており実形状データにばらつきが生じている。このような製品表面テクスチャが測定ベクトルに与える影響を抑えるために測定モデルの再構成を行う必要がある。以下に測定ベクトル算出の手順を示す。

- 1) 形状データをパラメトリック曲面でモデル化し, これを測定モデルと定義する。
- 2) 測定モデルを図 2 のように板厚測定経路に沿った断面で切断し, 測定モデルの形状点群を生成する。
- 3) 本実験では製品表面テクスチャの厚みは板厚全体の厚みに比べて微小であるとして, 形状測定点を板厚の 5% の距離だけ測定モデルの法線ベクトル方向へ移動させる。これを基準点と呼ぶ。
- 4) 基準点間を直線で繋いだ領域内で形状点どうしを結ぶ。この際形状点を結んだ直線を図 3 のように基準領域を超える直前まで伸ばすことで形状点群の最適化を行う。最適化された形状点群を基に測定モデルを再構成する。
- 5) 再構成された測定モデルのパラメトリック空間上に再度等間隔な点を生成し, 板厚測定点とする。各板厚測定点上で測定ベクトルを算出し板厚測定経路生成を行う。

### 4. 実験

図 4 に測定物を示す。測定物は CFRP のプレス加工品であり, 表面には繊維の織り目による微小な凹凸が存在する。また表 1 には実験条件を示す。図 5 に最適化された点群の比較結果を示すが, 青点で示した形状点群と赤点で示した最適化点群を比較した結果, 形状点群の点数が減少していることがわかる。図

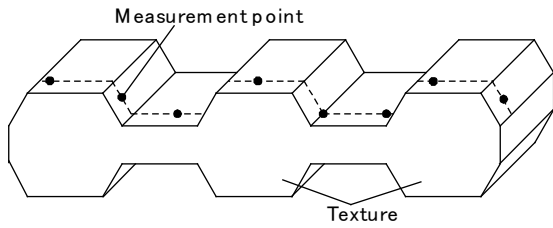


Fig.2 Cross section of the texture

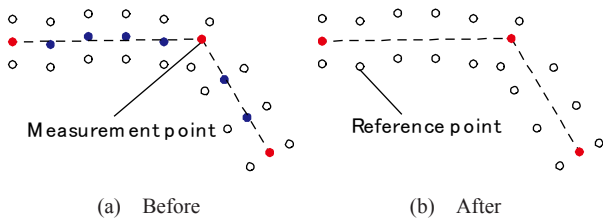


Fig.3 Method for optimizing

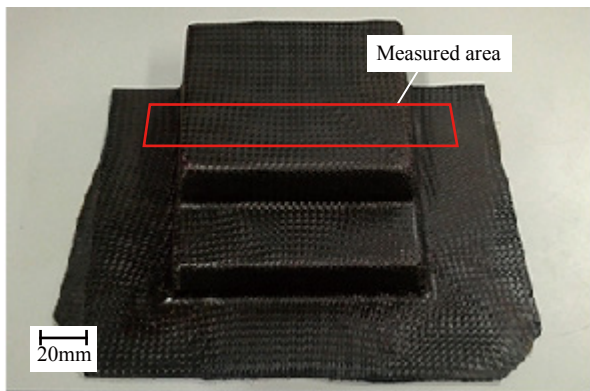


Fig.4 Workpiece

Tab.1 Experimental conditions

Workpiece size	140(L)×185(W)×40(H) mm
Thickness (Unprocessed)	1.0 mm
Measurement range	115×10 mm
Measurement interval	1 mm
Thickness measuring point	2010(115×10)

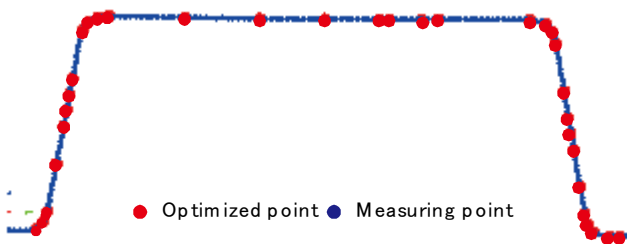


Fig.5 Result of the optimization

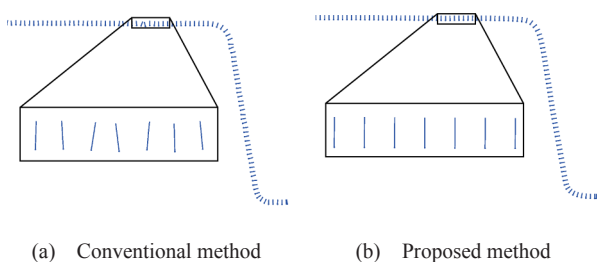


Fig.6 Normal vectors on the measurement model

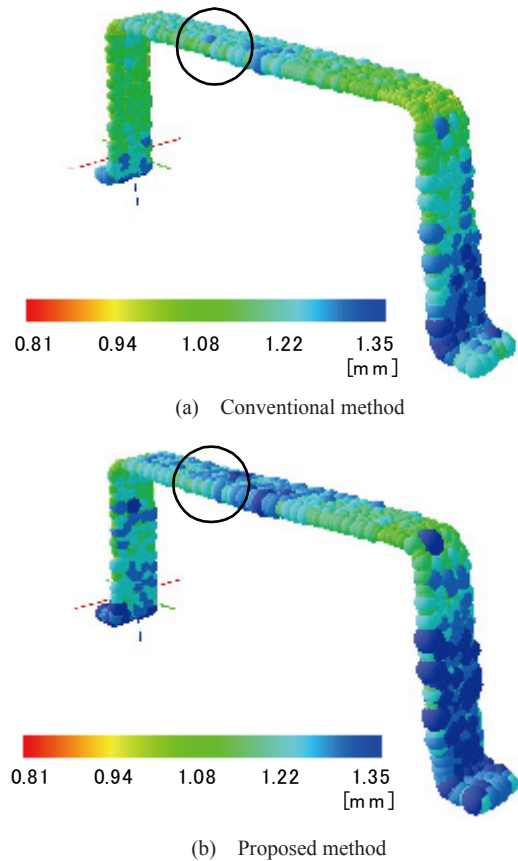


Fig.7 Thickness distribution map

6(a)に形状測定データを基に生成した測定ベクトルを、図6(b)には再構成された測定モデルを基に生成した測定ベクトルを示す。図6(a)では平面部分においても表面テクスチャの影響を受けて測定ベクトルのばらつきが発生しているのに対し、図6(b)から平面部分で測定ベクトルが一定方向に整列していることがわかる。図7に実形状データ、提案手法それぞれで測定された板厚測定分布図を示す。図7(a)ではテクスチャの影響を受け板厚方向に対して斜めに測定ベクトルが生成され板厚測定結果が厚くなっているが、本手法を用いた図7(b)では板厚方向に対して垂直に測定ベクトルが生成できており従来法に比べて板厚測定結果が薄くなっている。このことから板厚測定が改善されていると考えられる。

5. おわりに

本研究では製品のCADデータに依らないテクスチャに対応した測定ベクトルの生成手法を提案し、実験結果から製品の測定モデルを最適化し再構成を行うことで、表面テクスチャの影響を受けずに測定ベクトルを算出出来ることを確認した。なお、測定物を提供していただいた金沢大学米沢猛教授に感謝の意を示す。

参考文献

- 1) Y.Okugawa et al., Development of an Evaluation System for Free Curved Plate Thickness with a Robot -Measuring Posture Planning using C-Space-, International Journal of Automation Technology 7(5), pp.593-600, 2013.
- 2) 奥川裕理恵, 浅川直紀, 岡田将人: ロボットを用いた自由曲面板厚評価 Orthros の開発 -CAD データ利用による板厚測定経路の生成-, 2014 年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集, pp.1159-1160