

Kinect センサーを用いた 現場合わせ管の計測システムの開発

正会員 木村 元* 正会員 安田 達也**
学生会員 中村 匠*

Development of an Instrument System for Field Alignment Piping using Kinect Sensor
by Hajime Kimura, Member Tatsuya Yasuda, Member
Takumi Nakamura, Student Member

Key Words: Outfitting, Field alignment, Pipe, 3D sensor, 3D scanner

1. 緒 言

ブロック同士の接合箇所における配管設計を行う際に、工程の途中で生じた誤差を後で吸収できるような配慮をする。そして、建造の最終段階において、現物の寸法に合わせてパイプを接続する作業が生じる。このパイプは現場合わせ管と呼ばれる。現場合わせ管の位置・向きなどの情報を計測し、設計するには熟練した技術が必要とされ、時間もかかるため、現場合わせ管の計測・設計の簡易化・高精度化が求められている。そこで本研究では、3D スキャナや Kinect 等で計測された点群データから計算されたフランジ位置と方向を正確に推定する方法について提案を行い、フランジ間のパイプを設計し 3D 描画するシステムの構築を目指す。本手法により、フランジ付きの管の模型を Kinect で観測し、推定された位置の精度について検証する。

2. 準 備

本研究では、現場合わせ管を検出するために、パイプ部分を円筒、フランジ部分を平面とみなし、円筒と平面を別々に検出してから後に統合することによって、フランジ付きのパイプをそのまま検出するよりも容易に対象を判別する。本研究でのクラスタリングは Fig.1 のように行う。現場合わせ管の位置・向きを算出する手法の流れについて以下に記す。

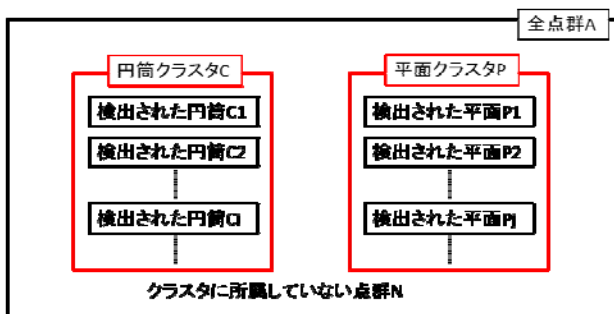


Fig.1 Clustering for measured 3D data points.

【手順1】点群データを読み込み、初期集団 I を生成し、I を基に点群データをクラスタリングし、Fig.1 のように円筒と平面に分類する。

【手順2】分類された円筒の中で、統合できるものを統合。

【手順3】円筒と平面の交点を調べることで現場合わせ管の位置を算出する。

【手順4】現場合わせ管の向きを算出する。

3. 最小二乗法による現場合わせ管の検出

3.1 円筒・平面の検出

①初期集団の生成、②円筒の検出、③平面の検出、④クラスタの拡大の手順で行う。①～④を繰り返し最小二乗法を用いることで点群データから円筒・平面を検出する。

3.2 現場合わせ管の位置・向きの算出

現場合わせ管の位置は、円筒クラスタ C 内の円筒 C_i の中心線とその中心線と直交する平面の交点とする。しかし、Fig.2 のように現場合わせ管のフランジ部分以外に中心線と直交する平面が存在する場合がある。この場合、中心線と平面の交点の周りの円筒 C_i の点の数を数え、点群の数が多き交点を現場合わせ管の位置とする。

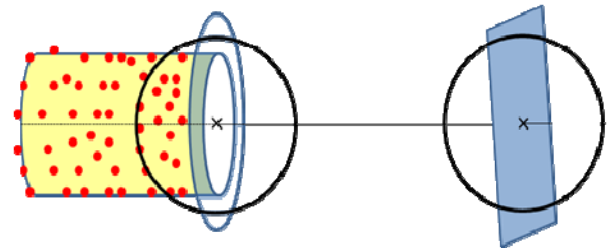


Fig.2 Pipe location estimation from points of the flange.

パイプの向きはフランジとして検出した平面の法線ベクトルとし、パイプの円筒を構成する点群とは反対方向を向くようにする。

3.3 シミュレーションによる検出方法の検証

Kinect で取得したデータを用いて上記検出方法による位置推定の検証を行った。Kinect は、1500[mm]ほど離れた地点を計測した時の最大誤差は 20[mm]を超える場合もある¹⁾。実験結果は 5 回の計測において 1 回目の検出に失敗した。計測対象は Fig.3 に示す紙筒で Fig.4 のように配置されており、円筒の直径は 75[mm]である。推定の精度は円筒の中心位置の距離と Fig.5 のように中心線のなす角度で検証する。Table 1 に結果を示す。

*九州大学 大学院工学府
**ジャパンマリンユナイテッド株式会社



Fig. 3 An arrangement of the cylinders for the experiment.

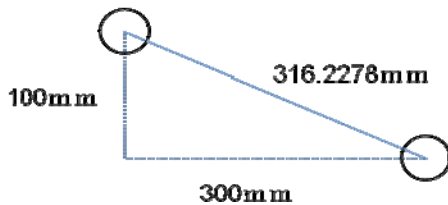


Fig. 4 A plane figure of the arrangement of the cylinders.

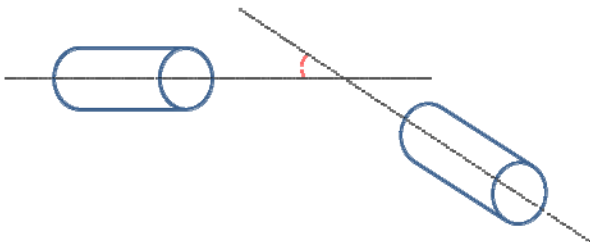


Fig. 5 The angle of the central axes of the cylinders.

Table 1 Estimated distance and the angle of the cylinders

	1	2	3	4	5
distance (mm)	failed	314.641	316.815	317.802	316.221
angle(°)	failed	1.03022	0.40169	0.62996	0.33806

4. 最小メジアン法による現場合合せ管の検出

最小二乗法では外れ値誤差が存在する場合、それらの影響を受けやすいため、実データを用いた3章の実験で円筒の検出に失敗することがあった。そこで、はずれ値それらに強いロバスト推定法の一つである最小メジアン法(LMedS)を用いて位置と向きを検出を行った。

4.1 円筒・平面の検出

①初期集団の生成, ②円筒の検出, ③平面の検出, ④クラスタの拡大の手順で行う。①~④を繰り返し最小メジアン法を用いることで点群データから円筒・平面を検出する。フランジの位置・向きは3.2節と同様である。

4.2 シミュレーションによる検出方法の検証

3章と同一の3D点列データでFig.3の円筒の相対位置を推定した結果、5回の試行全てにおいて検出に成功した。Fig.4に示すように円筒中心間の距離316.2278[mm]、円筒は平行に配置してあるので中心線同士がなす角度は0[°]となることが求められる。推定結果をTable 2に示す。5回の試行における円筒間の距離の推定誤差は最大で約1.9[mm]、中心線同士のなす角度も最大で0.93[°]以下だった。5回の平均をとることにより距離の誤差は0.01[mm]以下に抑えられる。Kinectはこのような3D点列データを

1秒間に20~30フレーム得られるので、平均をとって推定誤差を低減するのは容易である。

	1	2	3	4	5
distance (mm)	316.175	314.338	315.972	317.836	316.792
angle(°)	0.32445	0.92933	0.53372	0.80024	0.23777

Table 2 Estimated distance and the angle using LMedS

次にFig.6のようなフランジ状の円板を付けた円筒で実験を行った。その結果、Fig.7のように始点・終点、向きを検出し、現場合わせ管の設計システム¹⁾を用いてこれら



の間をつなぐグリーン色の管を自動設計し表示することができた。

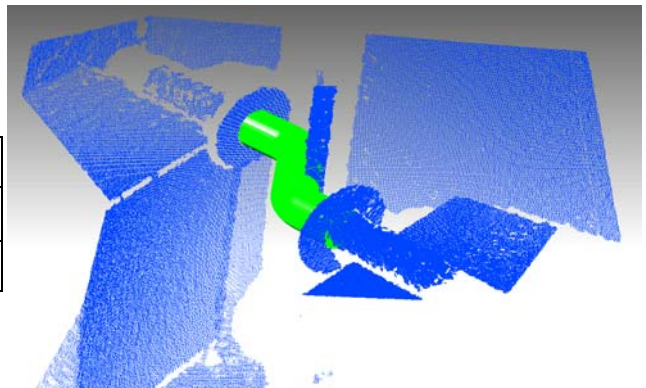


Fig. 6 Imitated field piping alignment.

Fig. 7 Result of the field piping design system..

5. 結 言

本研究では、20.0[mm]程度の誤差を持つKinectで取得した膨大な点群データを円筒や平面を構成する点群別にクラスタリングを行ってから、それらの位置や方向の特定について統計的手法を用いて処理することにより、フランジ付きパイプの位置を誤差2.0[mm]以下の精度で推定することに成功し、さらにこれを複数回繰り返して平均値をとることにより1.0[mm]以下の精度で位置推定できることを示した。今後の課題として、様々な状況において安定した計測精度を確保できるかどうかの検証を行う。

参 考 文 献

- 1) 進藤翔平, 木村元, 安田達也: 現場合合せ管の設計支援システムの開発, 日本船舶海洋工学会講演会論文集 Vol. 19, 2014, pp. 593-596.