

## マンハッタンワールド仮説を用いたプラント計測データからの配管認識

Plumbing recognition for plant measurement data by Manhattan World Grammar

○ 熊 友和\*、溝口知広\*\*、小林義和\*\*、白井健二\*\*

○ Tomokazu Kuma\*, Tomohiro Mizoguchi\*\*, Yoshikazu Kobayashi\*\*, Kenji Shirai\*\*

\*日本大学大学院, \*\*日本大学

\*Graduate School, Nihon University, \*\*Nihon University

キーワード: マンハッタンワールド仮説 (Manhattan World Grammar)、配管認識 (plumbing recognition)、  
プラント計測データ (plant measurement data)

連絡先: 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地

日本大学大学院 工学研究科 情報工学専攻 生産システム工学研究室 熊 友和、

TEL: (024) 956-8824, Fax: (024) 956-8863, E-mail: g23610@cc.ce.nihon-u.ac.jp

### 1 緒言

近年、レーザースキャナの性能向上に伴い、プラントなどの大型設備のアズビルドモデリングの要求が高まっている<sup>[1]</sup>。理由としては、古い大型設備のほとんどでCADモデルが存在しないこと、また度重なるメンテナンスなどのために図面と現状の設備が一致しないことなどがあげられる。しかしながら現状のアズビルドモデリング技術では、人手による多くの対話処理が必要であり、この自動化が望まれている<sup>[2]</sup>。

そこで本研究では、マンハッタンワールド仮説を用いた自動アズビルドモデリング手法を提案する。マンハッタンワールド仮説とは、人工建造物には互いに直交する支配的な3軸が存在し、建造物を構成する面はそれらに垂直または平行に配置されているという仮説である<sup>[3]</sup>。大型設備の場合、配管などの設備部品の大部分がこの支配的な3軸に垂直または平行に配置されていると考えられる。本手法では、この仮説に従う部品とその断面形状を容易に認識可能であり、大規模データに対しても効率的に認識可能であるといった特徴を持つ。実レーザ計測データに対する実験より、提案手法の有効性を検証する。

### 2. マンハッタンワールド仮説の検証

Rapidform XOS2 を用いて点群により構成されているプラントの3Dモデルを分割しX、Y、Z軸に支配されている配管の検証を行う。長さ500mm以上の3軸に平行な配管を数えたとき全部で521本あった。Xに平行な配管は161本、Y軸に平行な配管は181本、Z軸に平行な配管は179本あった。3軸のいずれにも支配されない配管は全部で116本あった。図1に3軸に平行でない配管の代表例を示す。YやV形になっているものが30本(a)、X形が66本(b)、配管の接続部が13本(c)であった。

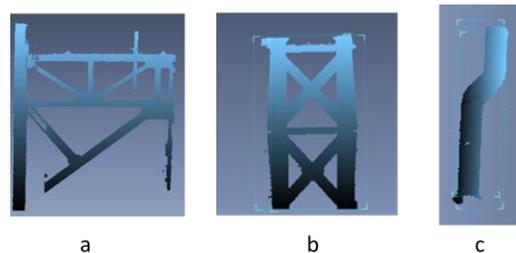


図1 仮説に従わない配管の代表例

### 3 提案アルゴリズム

#### 3.1 概要

本アルゴリズムでは、大型設備をレーザー計測した大規模点群データを入力とし、まずデータ中の支配的な3軸を認識し、座標変換を行う(step1)。次に、点群データをボクセル化し(step2)、ボクセルデータ中の直線成分を認識し(step3)、最後に隣接する同一方向直線成分同士をグループ化することで、部品の認識を行う(step4)。図2に、本研究で使用した大型設備のレーザー計測点群データを示す。ここでは、Z座標に応じて色分け表示している。以下に提案アルゴリズムの詳細を述べる。

#### 3.2 支配的な3軸の認識と座標変換(step1)

本手法ではまず、設備の床面は平面であると仮定し、この床上にある点集合を平面ベースのRANSAC法で抽出し、これに対する最小二乗平面の法線方向を新たなZ軸方向と認識する。設備中には床面方向に対して垂直に配置された部品が多く存在するため、これらの部品と得られたZ軸に平行な平面との境界には直線が多く存在する。そこで次に、新たなZ軸に平行な平面を複数個設定し、これらの平面上にある点のうちで直線上にある最大点集合を直線ベースのRANSAC法で抽出し、これに対する最小二乗直線の方法を新たなX軸方向と認識する。最後に、算出したZ軸、X軸より新たなY軸を計算し、これら3軸に対して座標変換を行う。座標変換前後の点群データを図3、図4に示す。

#### 3.3 ボクセル化(step2)

次に、座標変換された点群データをボクセルデータへと変換する。ボクセルサイズは50mmとした。このボクセル化により、データ間の接続関係が構築できる。図2のデータの場合、内部に点群が存在する有効セルの数は1,015,036であり、データ数を大幅に削減することもできる。

#### 3.4 直線成分の認識(step3)

次に、RANSAC法を用いて、ボクセルデータ中の直線成分を網羅的に認識する。本手法では、ランダムに1つの有効セルと探索方向を選択し、選択されたセルからその探索方向に沿って接続する有効セルを探索し、N個以上接続されている場合に直線成分とみなす。本報ではN=10に設定した。認識した3方向直線成分を図5に示す。

#### 3.5 認識した直線成分のグループ化(step4)

最後に、認識した直線成分のうち、位相的に接続し、なおかつ方向が同一の成分同士をグループ化することで、部品の認識を行う。認識したX、Y、Z方向のグループを図6に示す。

### 4. 実験結果

大型設備の計測点群データに対する実験結果は前述したように、図2に示す。計算時間はCore i5 3.33GHZ, 8GB RAMの環境で65秒であり、非常に効率よく認識が行われ

ている。図7、図8にグループ化された直線成分の例を示す。図7にグループ化された複数配管の成功例を示す。図8のように、複数の配管を一つのグループとして認識される場合があった。図9に、特定された部品の直線方向に平行な断面にある点群を示す。CADでスイープ曲面として定義されたと思われる部品のH型鋼断面形状が適切に認識できていることが分かる。

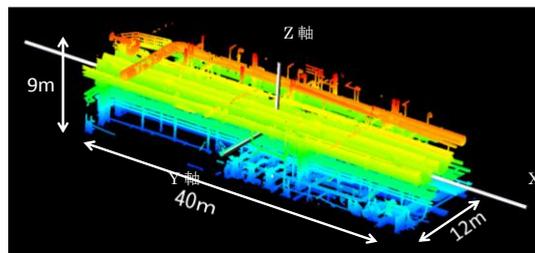


図2 点群データ(点数:98,624,222)

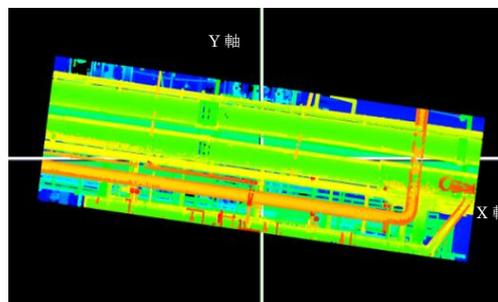


図3 座標変換前の点群データ

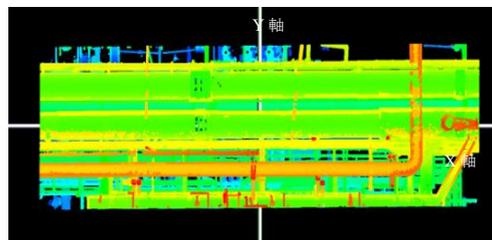


図4 座標変換後の点群データ

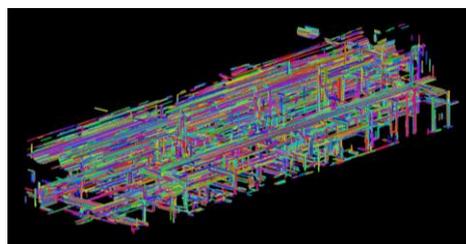


図5 認識した3方向直線成分

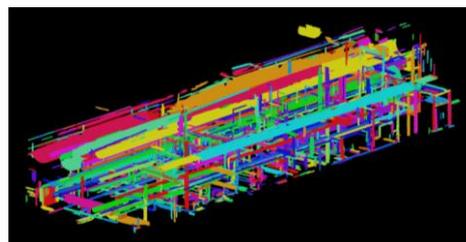


図6 グループ化された直線成分

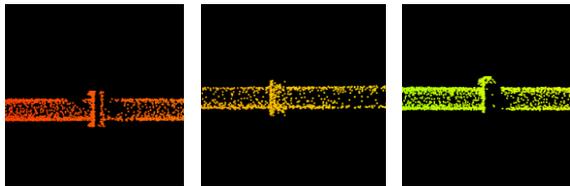


図7 グループ化された複数配管の成功例(1)

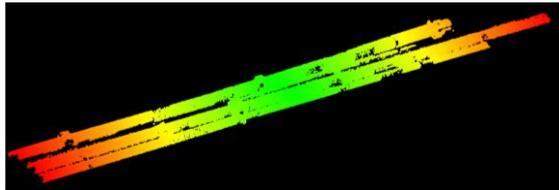


図8 グループ化された複数配管の失敗例



図9 H型鋼断面形状の例

## 5. 結論と今後の課題

本報では、マンハッタンワールド仮説を用いたアズビルドモデリング手法を提案し、その有効性を検証した。今後は、部品種類の特定、点群レベルでの部品及びその断面形状の詳細なモデリング、大規模なデータ欠損部の補間などを行う予定である。

### 参考文献

- [1] 増田宏：画像インターフェースを用いた大規模点群からのソリッドモデリングシステム，機械学会論文集(C編)76巻771号C編，pp.2748-2752，2010.
- [2] 川島他：大規模レーザー計測点群からの線状構造物の自動認識抽出に関する研究，2010年度精密工学会春季大会学術講演会講演論文集，B06，2010.
- [3] Carlos, A. *et al.* : "Building Reconstruction using Manhattan - World Grammars," CVPR, pp. 358 - 365, 2010.