

# 天伏図自動復元のための設備位置・形状アライメント手法

○小濱大輝 (名古屋大学), 永田吉輝 (名古屋大学), 安武和成 ((株)九電工), 片山晋 (名古屋大学), 浦野健太 (名古屋大学), 米澤拓郎 (名古屋大学), 河口信夫 (名古屋大学)

Fixture Positions and Shapes Alignment Method for Automatic Ceiling Plan Reconstruction

KOHAMA Daiki (Nagoya University), NAGATA Yoshiteru (Nagoya University), YASUTAKE Kazushige (Kyudenko Co.,Ltd), KATAYAMA Shin (Nagoya University), URANO Kenta (Nagoya University), YONEZAWA Takuro (Nagoya University) and KAWAGUCHI Nobuo (Nagoya University)

キーワード: 天伏図, 天井設備, アライメント, DXF

## 1. はじめに

改修工事の際, 現況の図面が必要である. 施主が十分な精度の図面を保有していない場合もあり, 工事計画のためにしばしば現地調査によって図面を作成する. 特に, 天伏図を高精度に作成する場合, 調査対象が高所にあるため, 多くの手間を要する.

我々は, 全方位カメラで室内を撮影した動画から天伏図を自動作成する研究を行っている[1][2]. 図面中の設備は通常通り芯に対して平行かつ等間隔に, 長方形や円形を用いて描画される. しかし, 画像から検出した設備をそのまま図面に反映させると, 検出誤差によって同種類の設備位置が揃わなかったり, 歪な四角形で描画されたりする. 改修工事現場で使用できる図面を自動復元するためには, 設備の位置と形状をアライメントする必要がある. また, 図面の用途によっては設備をアライメントし過ぎない方が良い場合があるため, 本研究ではアライメント項目毎にモジュール化する.

## 2. 設備位置・形状アライメント手法

設備の位置と形状のアライメント手法について説明する. 本手法では, 円形と四角形に認識された設備を種別によって分類した図1のような位置と形状が既知な設備群を入力とする. また, アライメントは図2に示すように複数の処理によって行われ, その処理毎にDXF形式で図面を出力し, これを異なるレベルでアライメントされた図面とする. 各処理について順に説明する.

### 2.1. 認識した設備そのまま

認識したそのままの設備位置・形状を図面上に描画する. 図面への描画はPythonで使用可能なライブラリezdxf[3]を用いて, 円形設備は円として四角形設備はポリゴンとして描画する.

### 2.2. 設備形状のアライメント

設備の形状は画像上でも確認可能なため, アライメントによって形状に変更が加わった後でも, 位置の変更

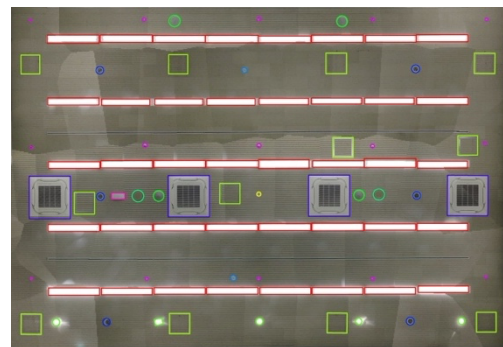


図1 入力とする位置と形状が既知な分類された設備群

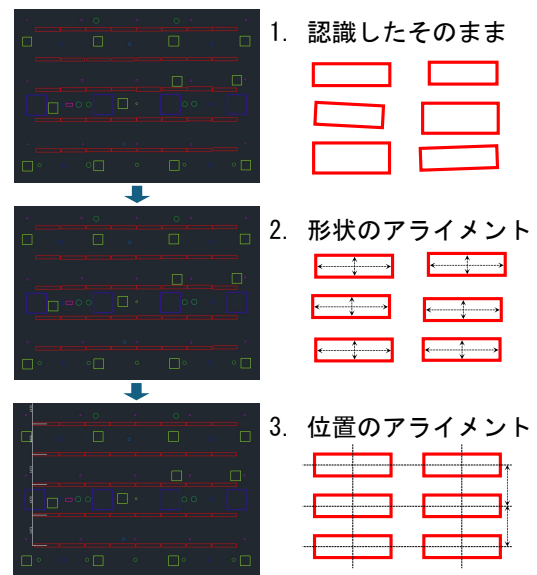


図2 異なるレベルのアライメント

比べて容易に確認可能である. そのため, 位置のアライメントより先に形状のアライメントを行う.

形状のアライメントでは, 設備種別毎に設備の中心位置を基準とした相対的な形状を揃える. 円形設備は平均半径を算出し, 適用する. 四角形設備は, 長辺と短辺の長さの平均をそれぞれ算出し, 適用する. ただし, 同じ設備種別でも縦向きと横向きに配置されている場合があるため, その場合も考慮する.

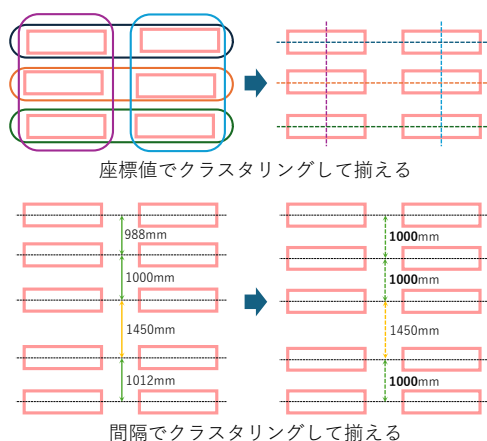


図 3 設備位置アライメント手法

### 2.3. 設備位置のアライメント

設備位置のアライメントでは、設備種別毎に設備の中心位置を基準として X 座標値、Y 座標値、及びそれぞれの間隔を図 3 のようにクラスタリングを用いて揃える。まず、各方向の座標値ごとに密度ベースのクラスタリング手法である DBSCAN を行う。実行時のパラメータである半径距離は事前設定し、クラスタ内データ数の最小値は 1 とする。クラスタ毎に座標値を揃える。この際、元の座標値に対してその差の合計が最も小さくなる座標値（幾何学的中央値）で揃える。次に、揃えた座標値の間隔で DBSCAN を行う。半径距離は事前設定した値を用い、クラスタ内データ数の最小値は 1 とする。クラスタ毎に間隔の平均値を算出し一定に揃える。ただし、間隔を一定に揃えた上で元の座標値に対する差の合計を基準に幾何学的中央値を求め座標値を決める。

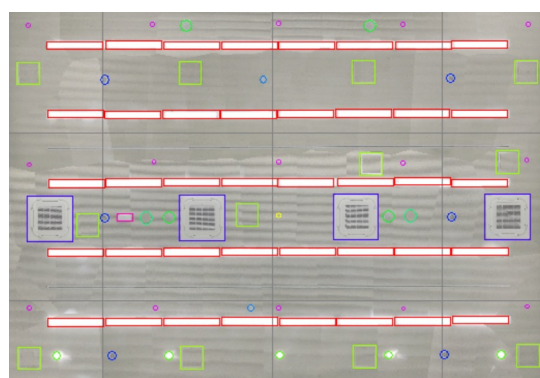
### 3. 実験

設備の位置・形状が自動的にアライメントされるか検証するため実験を行った。入力する設備のデータは、我々が研究開発中の半自動天伏図作成システムを用いて用意した。これは、室内を撮影した動画から設備が分類された天伏図を半自動で作成できるシステムである。

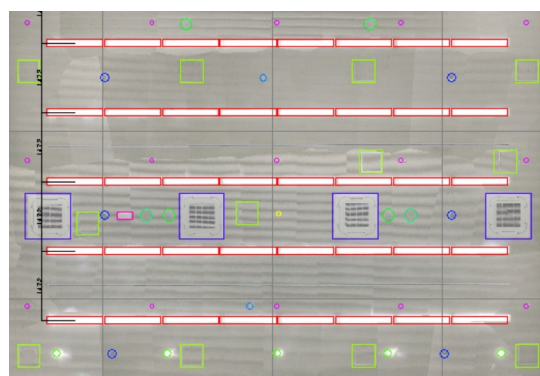
約 120m<sup>2</sup> の室内で撮影した動画に対して、このシステムを用いて設備データを作成し、提案手法を適用した。形状及び位置それぞれのアライメント後の図面を図 4 に示す。図 1 の入力とした設備群と比較して、設備形状アライメント後は、各設備種別毎に同じ形状で図面上に描画されている。また、設備位置アライメント後は、各設備が種別毎に縦横に整列されており、赤枠で示された照明が縦に等間隔に配置されている。

### 4. まとめと今後の展望

機械が認識した設備を用いて図面の復元をする際に、設備の位置・形状を自動でアライメントする手法を提案した。実験の結果、設備を自動的にアライメントし、よ



設備形状アライメント後



設備位置アライメント後

図 4 アライメント後の図面

り実用的な図面を作成できた。

今後は、実際の現場に適用し、図面復元作業の効率性をどれだけ向上できたかの評価を行いたい。また、法令や設計の知識を活用した図面復元手法の開発にも取り組みたい。

### 謝辞

本研究の一部は、JST CREST (JPMJCR22M4), NICT 委託研究 (22609), JSPS 科研費 (JP22K18422), NEDO 委託研究 (JPNP23003, JPNP23025) に支援いただいています。

### 参考文献

- [1] 小濱大輝, 永田吉輝, 安武和成, 浦野健太, 片山晋, 米澤拓郎, 河口信夫. 全方位カメラによる設備外形を考慮した天井パノラマ画像合成手法. 2023 年. マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム 2023 論文集 (pp.427-435).
- [2] 小濱大輝, 永田吉輝, 安武和成, 浦野健太, 片山晋, 米澤拓郎, 河口信夫. 天伏図作成補助システムにおける全方位カメラを用いた天井設備の多視点画像抽出手法. 2023 年. (第 41 回)電気設備学会全国大会 (B-14).
- [3] Manfred Moitzi. “ezdxf - A Python interface to DXF” . <https://ezdxf.mozman.at/>.