

図面における破線検出技術

榎本 嵩久[†] 大瀧 尚敏[†]

三菱電機株式会社 情報技術総合研究所[†]

1. はじめに

ビル建設時に作成される計装図あるいは平面図内の設備の接続関係情報を取得することで、空調設計シミュレータへの入力データ自動作成や保守計画、リフォーム時の設計補助といったサービスへの活用が見込まれる。近年ではCADやBIMといったデジタルデータでこれら図面情報を管理することも可能になっているが、ほとんどのビル管理者の手元には紙やPDFで保管されているのが現状である。

筆者らは、紙やPDFで保管されている計装図あるいは平面図から画像処理によって設備の接続関係情報を読み取る技術を開発している。設備の接続関係情報取得では、設備を示すシンボル同士の接続を示す線の検出が必要である。本研究では、図面からシンボル同士を結ぶ破線を検出するアルゴリズムを検討し、評価した。

2. 課題

本研究では、CADなどの設計支援ツールで作成された空調システムの配線・配管を含む機器構成を示した計装図および平面図を対象とする。各図面では、設備機器は記号や文字といったシンボルで、空気または水の配管は太い実線で、配線による制御関係は破線で表現されている。実線の太さや破線のパターンには標準的な規格がなく、図面作成者によって表現が異なる。従って、破線検出においては、図面ごとの破線パターンを認識する必要がある。

直線検出によく利用される手法にハフ変換 [1] やモルフォロジー変換 [2] があるが、これらの手法では破線を1本の線として検出することは困難である。また、平面図には躯体を表す線や寸法線など空調システムの配線・配管を示す以外の線も記載されており、破線検出のノイズとなる。

3. 破線検出

破線は、同じ長さの短い線が等間隔で連続して配置されることで表現されている。本研究では、同一直線方向に連続する2本の線分の各始点と終点の座標を記憶し、あらかじめ設定した条件に該当するかを判定する。すべての条件に当てはまる場合、それら2本の線分を1本の破線として検出する。具体的な処理フローを以下に示す。

【破線検出処理フロー】

- ① 二値化
- ② 行(または列)に沿って順に画素アクセス
- ③ 線(黒色)の画素を検出したらその座標(A点)を記録
- ④ 線の画素の終点座標(B点)を記録
- ⑤ 先に検出した線の延長線上にある次の線の始点座標(C点)を記録
- ⑥ 次の線の終点座標(D点)を記録
- ⑦ 以下の条件をすべて満たす場合にA点-D点を結ぶ領域を破線領域と判定

条件1: (A点-B点間の距離) \geq length

条件2: (C点-D点間の距離) \geq length

条件3: (B点-C点間の距離) \leq gap

条件4: (AB間距離-CD間距離)の絶対値 \leq equality

length・・・破線の線部の長さ閾値

gap・・・破線の隙間閾値

equality・・・破線の線部誤差範囲の閾値

- ⑧ A'点-D'点間のピクセルで②～⑦の処理を繰り返す

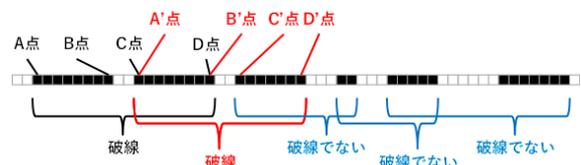


図1: 破線検出イメージ

処理②～⑥で2本の線分の始点と終点の座標を取得する。処理⑦の条件1, 2で一定以上の長さのある線を抽出することでノイズと区別する。条件3により、あらかじめ設定した隙間の条件に該当するかを判定する。条件4で2本の線分が誤差の範囲内で同じ長さの線であることを判定する。A点-D点を結ぶ領域での破線判定が終了したら、C点の位置をA点に置き換えて処理②～⑦を繰り返すことで、同じ長さの線分が規則的か

Dashed line detection technology in drawings

[†]Enomoto Takahisa, Otaki Yoshitaka, Information Technology R&D Center, Mitsubishi Electric Corporation

つ連続的に並ぶ破線を検出できる。

本研究では、各図面から検出対象線の一定以上の長さのサンプル画像を切り出し、画素値の配列パターンを解析することで、破線検出のパラメータ (length, gap, equality) を生成する。また、平面図においては躯体線や寸法線といったノイズ除去のため、オープニング処理を施した図面に対して破線検出を行う。

4. 評価

サンプルの計装図 36 枚および平面図 21 枚を用いて線検出精度を評価した。線検出前にシンボルと文字の検出処理を実施する想定で、それらの領域はマスクしておく。検出対象の破線のうち、シンボルからシンボルまでを途切れることなく検出できた本数の割合を図面ごとに計算し、その平均値を評価指標とした。計装図での検出結果の例を図 2 に示す。全サンプル図面による評価結果を表 1 に示す。

計装図では 87.6%、平面図では 43.1% となり、計装図の方が平面図よりも高い精度で検出できるという結果になった。計装図と平面図に共通して検出できなかった例として図 3 に示す細かい屈折部があげられる。これは、屈折箇所に必要な線分の長さがなく、破線パターンが読み取れないことが原因と考えられる。この課題に対しては、自動生成したパラメータから短いサイクルに対応するパラメータ補正のアルゴリズム、または補正用パラメータを追加生成することで改善が見込める。また、平面図では、図 4 のような計装図では見られない屈折部の湾曲や文字領域との被りによって検出漏れが多く発生していた。さらには、ノイズ除去のオープニング処理によって破線パターンが一部崩れてしまい、検出できなくなった例も見られた。これら課題については、新たなアルゴリズムの追加実装によって解決を図る。さらに画像処理による対応が困難な課題については、手動補正ツールを開発し、併用する必要がある。

表 1：評価結果

	検出精度
計装図 (36 枚)	87.6%
平面図 (21 枚)	43.1%

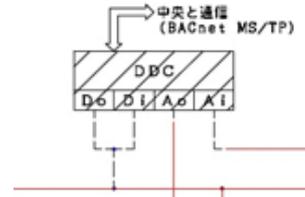


図 3：屈折により破線パターンが検出できない例

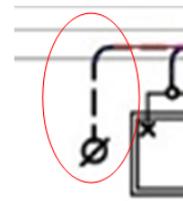


図 4：屈折部で湾曲している例

5. おわりに

本研究では、計装図および平面図に記載された設備の接続関係を示す破線を検出するアルゴリズムを検討し、サンプル図面を用いて評価を行った。評価の結果、計装図では検出精度 87.6% の結果を得た。一方で平面図では 43.1% と、計装図よりも低い結果となった。

今後は、先述した精度劣化の要因となった課題への対策処理を実装することで、検出精度を向上させる。

参考文献

- [1] 鈴木寿, “ハフ変換と応用,” 応用数理, 1999.
- [2] J. Serra, “Image Analysis and Mathematical Morphology,” 1982.

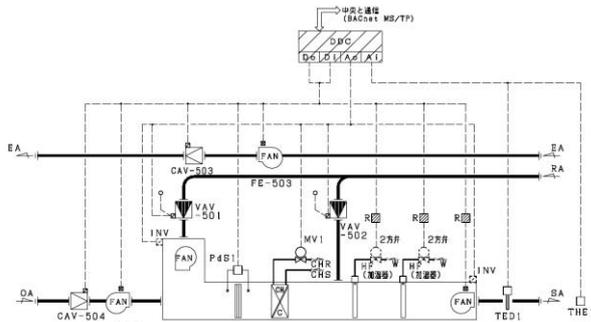


図 2：計装図検出結果例 (左：サンプル図面, 右：検出結果画像)

