

## 局所特徴量マッチングによるメータ読み取り方式の検討

加島 隆博<sup>1</sup> 川浦 健央<sup>1</sup> 塚原 整<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>三菱電機株式会社 情報技術総合研究所

### 1 はじめに

水処理施設や電力施設等では、多数の設備が常時稼働している。各設備には、電圧計、電流計、圧力計、流量計等、様々なセンサの数値を表すメータが取り付けられており、点検員は日常点検として毎日メータを目視確認し、値を記録している。今後はIoTの普及に伴い、ネットワークを通じてセンサ値を自動的に送信し記録することが一般的になると考えるが、現在稼働している従来型の設備に対しては、依然として点検員による検針が必要である。

従来の保守点検では、筆記用具と記録用紙を持参し、現場で値を記入するという「紙ベース」の作業が行われていたが、近年はタブレットコンピュータやスマートフォン等のモバイル端末への移行が始まっている。点検員がモバイル端末を持ち歩くことで、過去の点検履歴の閲覧、詳細な設備マニュアルの閲覧、異常時の写真撮影等が現場で可能になる。モバイル端末の普及が進む一方で、依然として点検員がメータ値を読まなければならない、読み間違いが発生する可能性がある。

そのため、著者らは、点検員が持参するモバイル端末のカメラでメータを撮影することにより、メータ値を自動的に読み取る方式を検討した。本方式により、点検員の読み間違いの防止や、入力の手間の軽減になると考える。

### 2 メータの分類

メータは表示方法によってアナログとデジタルに分類できる。また、アナログの場合は、自動車の速度メータのように針で値を示すものや、オドメータのように桁ごとに数字を示すものなどが存在する。更に針で値を示す種類のメータでも、円周状に目盛りが刻印されているものや、直線状に目盛りが刻印されているもの等、様々である。

将来的には様々な種類のメータに対応することを目標とするが、今回は図1に示す円形のアナログメータを読み取り対象とした。

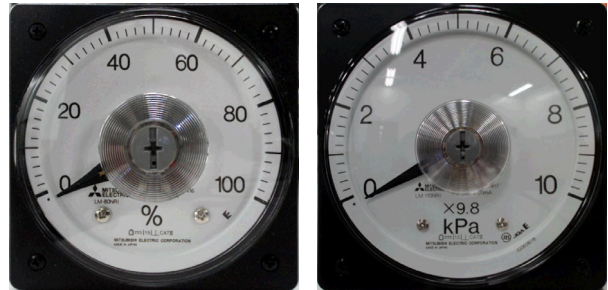


図1 円形メータの例

### 3 方式検討

カメラ画像からメータ値を読み取るには、まず、画像内に写るメータの領域を求め、その領域に対して画像処理を行い、メータ値を算出する、という流れになる。この2つの処理について述べる。

#### 3.1 メータ領域検出方法

カメラ画像中からメータの領域を検出する方法として、あらかじめ読み取り対象のメータの特定部分に専用のマーカを貼り付けておき、マーカを画像処理で検出することで、メータの領域を検出する方法が考えられる。本方式の長所は、マーカを使用するため検出しやすいことと、マーカとしてQRコードなどの2次元バーコードを使用すれば、メータに関する情報をマーカに埋め込めることが挙げられる。メータごとの固有のIDをマーカに埋め込んでおけば、撮影したメータのIDを求めることができるため、読み取り結果と点検記録の台帳との紐づけが容易である。一方で既設の多数のメータにマーカを貼り付ける必要があるという欠点がある。また、マーカの位置を元にメータの領域を算出するため、マーカの貼り付け位置がずれていると、後述のメータ値の算出時に誤差が生ずる可能性がある。

別の方法として、あらかじめ撮影しておいたメータの画像(以下、テンプレート画像と呼ぶ)を元に、メータを検出する方法が考えられる。検出方法としては、カメラ画像内でテンプレート画像と一致する領域を検索する「テンプレートマッチング」と呼ばれる手法が有名であるが、テンプレート画像を撮影した際と同じ角度と距離でメータを撮影するとは限らないため、テンプレート

マッチングでメータを検出することは困難である。一方で、SIFT, ORB, KAZE 等の局所特徴量によるマッチングであれば、撮影角度や距離にロバストであり、メータを検出しやすいと考える。本手法は前述のマークを使用する手法と異なり、マークを貼り付ける必要が無い一方で、あらかじめテンプレート画像を撮影しておく必要がある。しかし、見た目が同じメータ (同じ機種) であれば、テンプレート画像を使い回せるため、実物の全てのメータを撮影する必要はない。また、前述の手法はマークからメータの ID を知ることができるが、本手法では不可能であるため、メータを読み取る際に点検員が点検項目を指定するなどして、値の紐づけをしなければならない。但し、点検順序をあらかじめ定義しておけば、毎回点検員が点検項目を指定する必要がなくなるため、この欠点は解消できると考える。

以上の検討結果から、メータにマークを貼り付けるよりも、メータ機種ごとに画像を撮影する方が容易であると考え、今回はテンプレート画像と局所特徴量を使用する後者の方式を採用した。

### 3.2 メータ値算出方法

メータ領域の輝度値を元に針の角度を算出し、角度をメータ値に換算することでメータ値を算出する。そのため、事前にメータの機種ごとに下記の情報を定義しておく。

- A) メータの最小/最大値
- B) 最小/最大値における針の角度
- C) 検査領域の半径の最小/最大値

上記 B と C の定義を図 2 に示す。角度や半径はテンプレート画像の座標系で定義する。

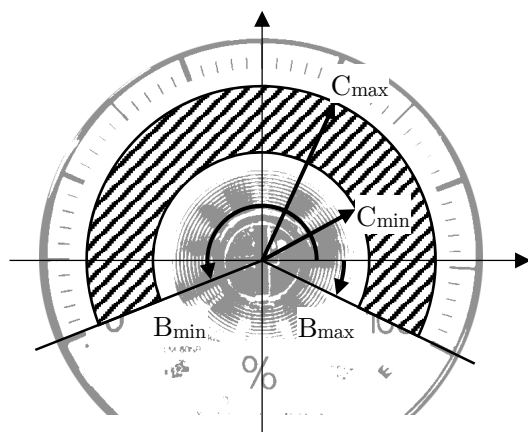


図 2 メータの事前定義

前述のメータ領域検出後、カメラ画像中のメータ領域をテンプレート画像と同じ座標系に射影変換する。次に、事前の定義情報に従い、検査領域

(図 2 の網掛け部分) の領域の輝度値を元に、縦軸が輝度値の平均、横軸が角度のヒストグラム (図 3) を生成する。

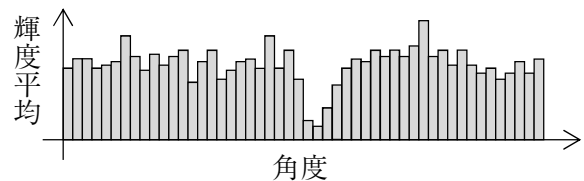


図 3 ヒストグラム (イメージ図)

そして、ヒストグラムから針の角度を算出する。今回のメータは針が黒で背景が白であるため、輝度平均が最も低いピンが針であると考えられる。なお、針以外に目盛りや数字等の刻印も黒であるが、針に比べると面積が少ないため、無視できると考える。そして、ピンの角度から換算したメータ値を読み取り結果とする。

## 4 評価

本方式を試作し評価した。試作は OpenCV を利用して実装し、局所特徴量の手法は AKAZE [1] を採用した。

### 4.1 評価方法

今回は、(1)カメラを斜めから撮影した際に、検出できる最大角度と、(2)メータ値の読み取り結果の正解率を評価した。図 1 の 2 つのメータを使用した。なお、(2)における正解値は 1 目盛り単位 (図 1 の左側のメータの場合は 2% 単位) とし、メータの針を 1 目盛りずつ動かして評価した。そのため、本方式で読み取った結果は、1 目盛り単位で丸めてから正解値と比較した。

### 4.2 評価結果

評価の結果、(1)については、メータ正面を 0° として左右約 30° まで検出できた。(2)については、全て正解値と同じ読み取り結果となったことを確認した。

## 5 まとめ

日常点検の検針作業の負荷軽減を目的として、アナログ円形メータの読み取り方式を検討、試作、評価し、正常に値を読み取れることを確認した。今後は他のメータにも対応していく。

## 参考文献

- [1] Pablo F. Alcantarilla, Jesús Nuevo and Adrien Bartoli, Fast Explicit Diffusion for Accelerated Features in Nonlinear Scale Spaces, In British Machine Vision Conference (BMVC), Bristol, UK, September 2013.