

温泉施設の温水汲み上げポンプの無人監視装置の開発

高井 健太郎[†] Prima Oky Dicky Ardiansyah[†] 伊藤 久祥[†]岩手県立大学ソフトウェア情報学部[†]

1. はじめに

岩手県には多くの温泉地があり、各源泉に古くから温水を汲み上げるためのポンプが設置されている。旧式のポンプでは、点検者が計器を目視することで、状態を定期的に点検する必要がある。年式の新しいポンプには、異常動作を検知して管理者に通知する機能があるため、点検作業が容易であるが、旧式のポンプの場合、異常動作を通知する機能がなく、各種の状態を直接他のシステムに受け渡す回路を追加ことは難しい。さらに、ポンプ自体を置き換えることはコスト面から極めて困難である。

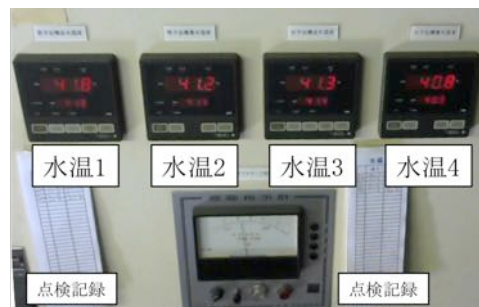
本研究では、稼働中である多くの旧式ポンプを対象として、計器が示す値を自動的に読み取り、それらのデータを運用管理者に送信することで、ポンプの状態を遠隔地から確認できるシステムを開発する。計器の読み取りには、デイトナイト型ネットワークカメラを利用し、取得した画像を入力として機械学習を施すことで計器の数値を認識し、結果をリアルタイムで管理者へ通知する。本研究の成果は、温泉施設における設備投資への負担を軽減されるものと期待される。

2. 旧式の温水汲み上げポンプ

本研究の対象とした旧式の温水汲み上げポンプの一例を図1に示す。ポンプの動作を示す計器には、アナログ（針）とデジタル（7セグメントLEDディスプレイ）があるが、これらの値をもとにポンプの異常を判断する機構がない。そのため、定期的に点検者がこれらの計器から読み取った値を記録・確認し、異常が見つかった場合には、技術者と連携しながら保守作業を行う必要がある。新式のポンプの場合、ポンプの動作に関する情報を管理会社がリアルタイムかつ一元的に管理できるが、ポンプの交換作業に多額な設備投資が必要となる点が課題である。



(a) 電圧・電流・水位を示す計器



(b) 各ポンプ部位の水温を示す計器

図1 温水汲み上げポンプの計器

3. 提案する無人監視装置

本研究では、ポンプの動作を示す計器の値を画像処理によって自動的に読み取を試みる。計器の画像を取得するカメラには、明度の異なる様々な設置環境に対応できるように、デイトナイト (Day/Night) カメラを使用する。カメラは図1のように1台で計器全体を撮影し、この画像から、各計器の領域を切り出す。このとき幾何学的な歪みが生じることがあるため、幾何変換を施して歪みを取り除く。このようにして得られた各計器の領域を切り出し、機械学習により数値を認識する。以上で述べた本装置における処理の流れを図2に示す。

なお、今回は7セグメントLEDでデジタル値として表示される4箇所の水温計を対象とする。

3.1 幾何変換

カメラと計器の位置関係は変化しないため、撮影された画像に含まれる計器の領域は設置時

Automated spa water pump monitoring using day/night networked cameras

Kentarou Takai[†] PRIMA Oky Dicky A.[†] Hisayoshi ITO[†][†]Faculty of Software and Information Science, Iwate Prefectural University

に設定することで切り出しが可能になる。切り出した領域画像に、ホモグラフィ変換を適用し、各領域を長方形に変換することで、歪みを取り除いた各計器の画像を得られる。

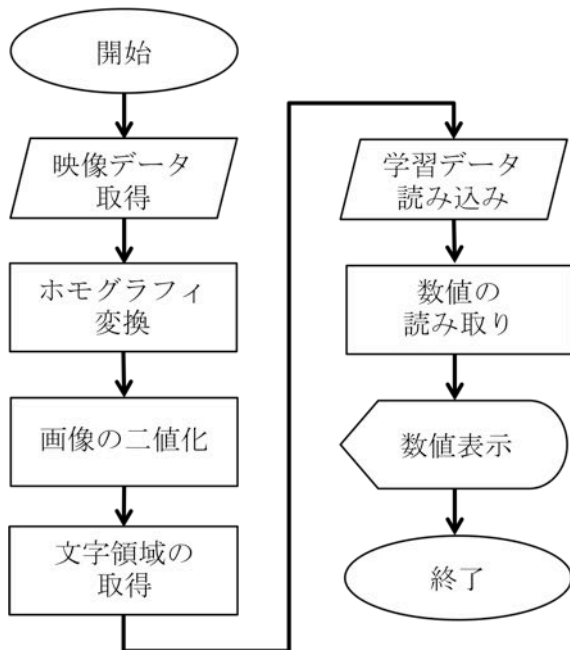


図2 デジタル計器の読み取りアルゴリズム

3.2 文字領域の取得

計器の画像において、7セグメントLED表示された数字が最も高い輝度を持つ。その輝度に対する二値化ののちメディアンフィルタでノイズを削除し、残った blob を抽出することで、数値の領域を得られる。

3.3 学習データの取得

抽出した blob 画像を数値として認識するには、学習データが必要である。本研究では、実際の計器を撮影した映像から抽出した 0~9 の数値を示す代表となる blob 画像を各 10 枚ずつ選定し、それらを学習データとした。

3.4 数値の読み取り

学習データと抽出した blob 画像を k 近傍法(k-nearest neighbor algorithm; k-NN)でマッチングした結果、blob 画像との距離が最も近い学習データの数値を認識結果として採用する。

4. 結果

本研究で製作した無人監視装置の動作画面の例を図3に示す。画面左上はカメラからの入力、画面右上は抽出された各計器の領域画像、画面中央は blob 画像、画面下は認識結果をそれぞれ示す。実際にポンプの稼働する状況の計器を撮影した映像をもとに本装置の認識精度を評価し

た。結果、映像の中で計器の変化した時点のフレーム 27 枚に対して、計器の数値 (のべ 324 字) 全てに正解が確認できた。

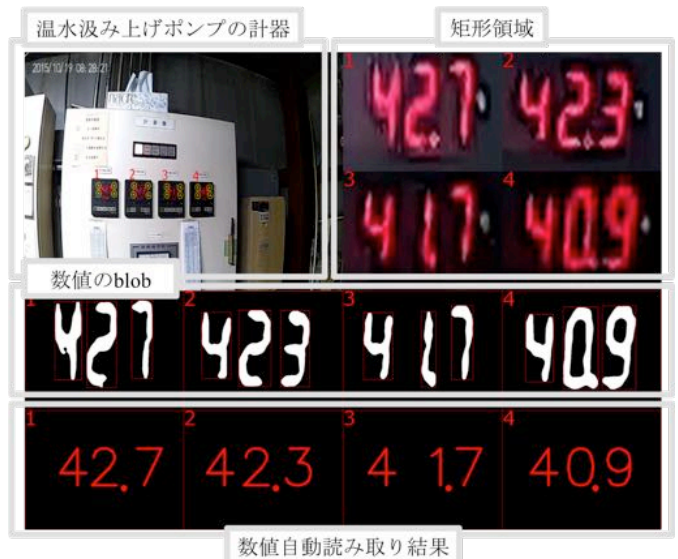


図3 提案の無人監視装置の動作様子

5. おわりに

本研究で用いた手法により、水温を示すデジタル計器の数値を正確に読み取ることができた。しかしより一般的な状況に対応するには二値化の閾値を適切に設定する必要がある。今後、閾値の自動設定する機能を加えて評価を行いたい。以上の手法から、旧式のポンプに対して、計器が示す数値を読み取り、認識結果を管理者に送信することで新式のポンプに交換することなく、安価にポンプの異常動作を知らせる機構ができる。さらに、アナログの計器を読み取る機能を追加することで、有用性を高めることが今後の課題である。

謝辞

本研究において、計器の撮影にあたり、株式会社 長内水源工業、フォックスバーデン スパ・ドームにご協力いただきました。謹んで感謝の意を表します。

参考文献

- [1]長谷川 修, 栗田 多喜男: 高次元特徴ベクトルの次元圧縮と重みつき K-最近傍法によるパターン認識, 情報処理学会誌: コンピュータビジョンとイメージメディア Vol.44 No.SIG 9(CVIM7)
- [2]曾根 直人, 泉 佐也加: ネットワークカメラを用いた学内消費電力可視化の試み, 鳴門教育大学情報教育ジャーナル No.9 pp.11-14 2012