

## カメラ撮像による低価格なメータ読み取りシステムの構築

### Construction of low-cost meter reading system by camera imaging

○伊藤 良栄\* 竹内 ちあき\*\* 山中 里奈\*\*

○Ryoei Ito, Chiaki Takeuchi and Rina Yamanaka

#### 1. はじめに

SDGs では水利用効率の改善による淡水の持続可能な採取および供給の確保が求められている。しかし、日本の農業用水は受益面積に応じた定額制が採用されており、水道など従量制と比べ節水行動に繋がりにくいとされる。原因の一つとして流量計が高価であり、農業用水には設置が難しいことが挙げられる。

そこで本研究では、パイプライン地区を対象に、揚水機場のポンプメータをカメラで撮像し、画像処理によりメータの数値を読み取る安価なシステムの構築を試みた(図1)。

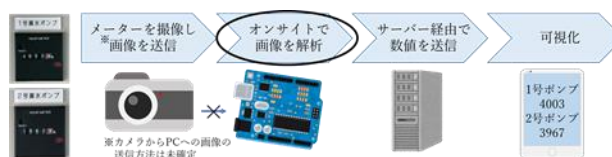


図1 システムの概要

Fig. 1 Schematic diagram of the system

#### 2. 研究方法

2.1 カメラ撮像 昨年度のシステムはカメラの解像度が低かったため、数字認識に深層学習のCNNを使用しており、高速GPUコンピュータが必要であった。本研究ではこの点を改善するため、カメラを高精細なもの(Panasonic社LUMIX DC-GF9)に変更した。

2.2 数字認識 数字認識にはOpenCVに実装されているテンプレートマッチングを用いた。これはテンプレート画像を対象画像内でスキャンし、最も一致度が高い座標を探知する手法である(図2)。

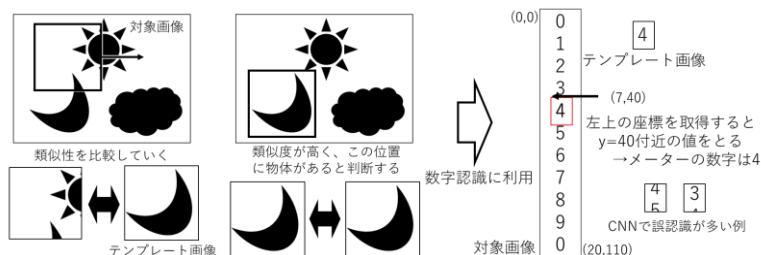


図2 テンプレートマッチングの概要

Fig. 2 Template matching overview

これにより数字単体の認識だけでなく、従来の方法では判別が困難であった数字が切り替わる途中の画像も認識可能になる。また、画像処理自体が軽量化され、オンサイトでのデータ処理が期待される。

2.3 外部電源供給 予備実験の段階で、カメラ内蔵バッテリーのみでは最大7日間しか連続撮像できないことが判明したため、外部からデジカメに電源を供給する仕組みが必要となった。当初、単純にモバイルバッテリーからの給電を試みたが、一部の高級機種を除いてUSBからの連続給電に対応しておらず、充電完了後に対象機器が電気を消費して充電可能な状態になっても、デジカメの内蔵バッテリーが過充電にならないように自動的にモバイルバッテリーからの給電は再開されないことが分かった。そこで、モバイルバッテリーから強制的に給電を再開する回路を作成した。

#### 3. 結果及び考察

津市桃園西部地区牧場水機場内のポンプ積算稼働時間計2個を対象とし、7月から9月に撮像

\* 三重大学大学院生物資源学研究所 Graduate School of Bioresources, Mie University

\*\* 水資源機構 Japan Water Agency

キーワード: 水田灌漑, 画像処理, ICT

された計 414 枚の画像を数字認識に用いた。

**3.1 数字領域の抽出** エッジ検出でメータや数字部分を切り出していたが、メータ横にできる影の大きさが時刻により変化するため数字の位置がずれてしまう例が見受けられた。そこで、すべてのメータ画像には共通して” RESET” の文字が存在することに着目し、数字領域の抽出にもテンプレートマッチングの適用を試みた。メータ画像から” RESET” の位置を取得してその左上の座標と数字部分の領域のオフセットから数字部分を特定した。その結果、数字画像の領域は安定し、数字が切れる画像はなくなった。

**3.2 数字認識** OpenCV にはテンプレートマッチング手法として 3 種類の類似度を正規化した指標が実装されている。50 枚のメータ画像を用いた予備実験では、正規化された CCOEFF, SQDIFF, CCORR に認識率の違いは見られなかった。また、グレイスケール画像と二値化した白黒画像との比較では、白黒画像の方が高い認識率が得られた。

最適な解析条件を得るために、閾値を 45 から 95 の間で 5 ずつ変化させ、認識率の違いを比較した。その結果、テンプレートマッチングの 3 手法いずれにおいても閾値 60 および 65 では 100% の認識率となった (図 3)。

閾値の最適値は 3 つの手法で大きな差は見られなかったが、図 3 より CCOEFF\_NORMED が最適閾値近傍での認識率低下が比較的少なかった。これは、CCOEFF\_NORMED が一般的に輝度値の変化の影響を受けづらいことと合致する。

さらにシングルボードコンピュータの Raspberry Pi での動作も確認できた。

**3.3 外部電源供給** カメラのバッテリー容量 (4.9Wh) が 7 日で消費されたので、損失や設計のしやすさを考慮し、1 時間に 1 分の給電を行うこととした。また、使用したモバイルバッテリーの容量は 72.36Wh なので、14 回は給電できるはずである。フル充電で 7 日間稼働するので、計算上では 103 日間の連続動作が可能となる。

作成した回路とモバイルバッテリーを接続して 1 時間間隔でインターバル撮影を行った。その結果、実験を開始した 2019 年 12 月 10 日から終了した 2020 年 2 月 2 日までの計 54 日間は給電が行われ、その間カメラが停止することはなかった。データロガーで給電電圧を測定したところ、実際には 1 時間 4 分に 59 秒間給電していた (図 4)。

#### 4. まとめ

今回構築したシステムは、カメラやレンズ、モバイルバッテリー、回路の材料など 9 万円程度で実現できた。高精細カメラで撮像された白黒メータ画像をテンプレートマッチングを用いて処理することで認識率 100% が達成され、二値化の最適閾値は 60 もしくは 65 であった。また、バッテリーの問題については作成した回路を用いた結果、54 日間のモバイルバッテリーによる給電が確認でき、解決を図ることができた。Raspberry Pi などの SBC を用いたオンサイトでの解析も可能になり、農業用水利用の見える化の実用化に一步近づいたといえる。

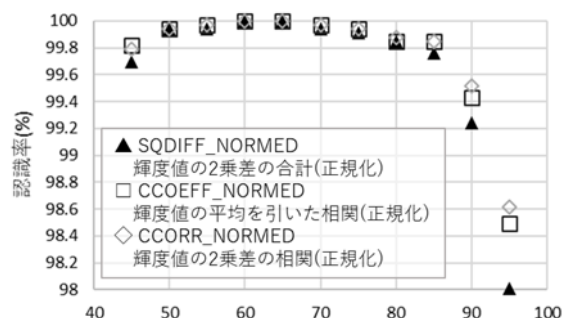


図 3 閾値による認識率の変化

Fig. 3 Change of recognition rate by threshold

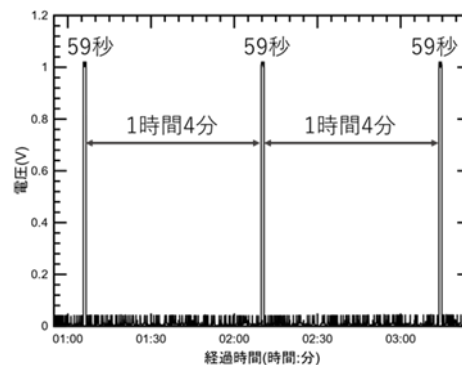


図 4 実測の給電間隔

Fig. 4 Actual power supply interval