

可搬型 IoT センサを活用した河川水象のリアルタイム可視化に向けた検討

群馬工業高等専門学校 学生会員 ○小島 隆太郎 群馬工業高等専門学校 正会員 井上 和真
新潟大学 学生会員 大川原 大智 水資源機構 非会員 荒井 稔

1. はじめに

近年、日本各地で記録的な大雨が観測されており、その影響で急激な河川水位の上昇や河川の氾濫が頻発している。また、令和2年7月豪雨では、河川水位が上昇することで本流が支流へと逆流するバックウォーター現象が発生し、それによって河川の氾濫を引き起こされた可能性も報告されている。バックウォーター現象の対策として、水門を閉じることによって河川水位の上昇に伴う本流から支流への逆流を未然に防いでいるが、支流の流れを遮断するため、現地状況を把握したうえで適切なタイミングで操作する必要がある。

現在、水門付近での状況確認は現地で目視によって行われていることが多いが、夜間の降雨時は視界不良や急激な水位上昇に気づかず河川への落下事故が危惧されている。そのため、遠隔操作によって安置からの河川水象を確認する方法に期待が高まっているが、予算的な制約があり、河川カメラを設置することは難しい。

そこで、本研究では安価なシングルボードコンピューターである Raspberry Pi を用いた IoT センサを開発、活用することで遠隔から河川水象をリアルタイムで確認することが可能なプログラムを作成。作成したプログラムを実河川において実証実験を行い有用性について検討した。

2. 河川水象の把握に向けた IoT センサの構造

2.1 河川監視実験で使用するハードウェアの概要

河川監視実験で使用する機材を以下に示す。

- ①シングルボードコンピューター
(Raspberry Pi4 Computer Module B 8GB RAM)
- ②赤外線カメラ (Ailipu Technology 社製)
- ③USB スティック型データ通信端末
(ONYX LTE USB Dongle)
- ④太陽光パネル (50W 用)
- ⑤鉛蓄電池 (12V 50Ah 用)
- ⑥チャージコントローラー (10A 用)

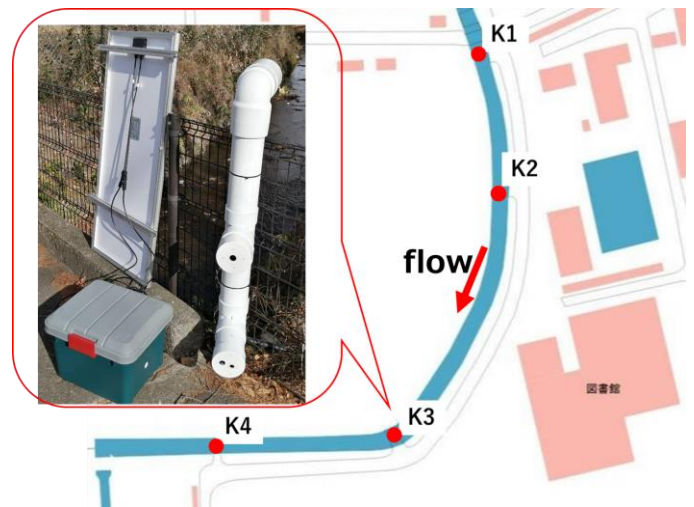


図 1 河川監視実験の使用機材と実験箇所

ただし、②と③は取り外しが可能であり、状況に応じた使用機材の選別が可能である。②は夜間撮影を行うにあたり、河川周辺に照明がなく河川水象の確認が困難な場合を想定して、暗闇の撮影に強い赤外線カメラを用いた。③はインターネット利用時には携帯電話通信回線を用いており、使用した通信量だけ料金を支払う設定にした。IoT センサは収納するケースを安価で軽量の塩化ビニル管で作成している。その際、直射日光による塩化ビニル管内の温度上昇を防ぐために光を反射する白色のスプレーで塩化ビニル管の外側を塗装することとした。発電には電源工事が不要、かつ災害時でも発電を行う事が可能な太陽光パネルで行う。鉛蓄電池にチャージコントローラーを取り付けることで給電を行い、過充電を防止した。従来の監視カメラでは設置のために基礎工事を行う場合があるが、この IoT センサでは重機を用いた基礎工事が不要であり、塩化ビニル管は軽量であり形状を設置箇所に応じて変更することが可能なため、可搬性及び施工性に優れている。

2.2 Raspberry Pi で使用するソフトウェアの概要

Raspberry Pi 用の開発者向け OS である Raspberry Pi OS のバージョンは 10 で開発を行う。本研究で使用するプログラミング言語は shellscript, Python.3.7 を用いて行う。

キーワード IoT センサ 動画撮影 遠隔操作 河川水象 アプリケーション

連絡先 〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町 580 群馬工業高等専門学校 TEL : 027-254-9180 E-mail : inoue@cvt.gunma-ct.ac.jp

3. 赤外線カメラを用いた遠隔での河川水象把握

3.1 河川監視実験の概要

群馬高専の野球場周辺を流れている正観寺川に IoT センサを設置し、遠隔操作による河川水象の把握に向けた検討を行った。正観寺川では、過去に河川が氾濫し本棟や機械工学科の工場、機械工学科と電子メディア工学科の学科棟、物質工学科の学科棟など計 13 ヶ所が浸水した。今回の設置箇所は図 1 より K3 地点の流下能力が最も小さい上流側へ向けて設置し実証実験を行った。

本実験は簡易的なアプリケーションを作成し、スマートフォンから遠隔で IoT センサへアクセスし撮影の操作を行った。

3.2 アプリケーションの概要

作成したアプリケーションは遠隔から河川水象をリアルタイムで確認し、状況に応じて写真撮影・動画撮影を行うことを目的として作成したものである。アプリケーションの操作は誰でも簡単に操作することができるように図 2 のような押しボタン式にした。また、機能を 3 つ搭載しており、動画撮影を行わずに河川状況のみを確認可能なプレビューモード、写真ボタンを押した瞬間に写真撮影が行われる写真撮影モード、撮影終了ボタンを押すまで動画撮影を行い続ける動画撮影モードの 3 種類から構成されている。撮影した写真や、動画を保存するオンラインクラウドは GoogleDrive としたが、FTP サーバーとの送受信や、別のクラウド上に動画ファイルを送受信することも可能である。このアプリケーションは遠隔で操作するにあたり、高速リモートデスクトップである AnyDesk を用いて操作する。本実験ではスマートフォン端末を使用したがる、AnyDesk は PC 端末でも使用可能であり、事前に Raspberry Pi の AnyDesk と連携させることでいつでも操作することが可能となる。

3.3 昼間撮影・夜間撮影の撮影概要

昼間撮影・夜間撮影のどちらもアプリケーションを操作し写真撮影・動画撮影を行うが、夜間撮影時に赤外線カメラのみでは河川水象の確認が十分に行うことができない可能性を考え、河川を照らす照明を河川周辺に設置し、赤外線カメラのみと照明を併用した際の 2 パターン行う。



図 2 昼間撮影の操作画面(1月10日11時42分47秒)



図 3 夜間撮影の河川(1月10日18時24分35秒)

4. 河川監視実験の結果・考察

図 2 の昼間撮影時は問題なく河川水象の確認を行うことができた。夜間撮影時は赤外線カメラのみを用いて行った際、赤外線が照射されている箇所は水象を確認することができたが、照射位置から少し離れるだけで水象確認が困難になった。原因として、使用した赤外線カメラに搭載された LED の赤外線ライトの照射範囲が広範囲に照射するものではなく、撮影箇所一点を集中的に照射するものであったためだと考えられる。

また、河川周辺に河川を照らす照明を設置し赤外線カメラと併用した際には、図 3 より昼間撮影時ほど河川全体を確認することはできないが、一部の河川水象を確認することができた。

参考文献

- 1) 土木学会水工学委員会：令和 2 年 7 月九州豪雨災害調査団報告書，2020 年 7 月。