

II-86

Webカメラを用いた河川の水位観測技術の開発

秋田大学 学生員 ○野沢岳仁 正員 高橋智幸 松富英夫

1. 目的と背景

洪水の被害を防ぐために最も必要とされることは、地域住民が河川水位の上昇をいち早く認識し、迅速な避難行動をとることである。しかし緊急時の河川水位観測は地方自治体の防災担当者や地元の消防団員の目視によって行われているというのが現状で、どうしても危険が伴う作業になってしまう。そういった背景から遠隔操作で水位の時間的変動を監視出来るシステムが必要とされている。国土交通省など一部ではすでに導入されているが、コスト面の問題で地方自治体レベルでの導入は容易ではない。災害時においては市町村のようなより住民に近い組織が大きな役割を果たすため、安価な自動観測システムの確立が望まれている。

そこでインターネット上で河川の風景等をリアルタイムで配信する「Webカメラ」システムが急速に普及していることに注目し、風景だけではなく、水位データも同時に配信出来ないかと考えた。理由として、災害時により多くの人に情報を提供することが可能になり、住民の危機意識を高めることにも繋がる。また監視する側としてもカメラのみで監視できるので、安全性、コストの面から見ても大きなメリットがある。

こうした背景を踏まえ、本研究ではWebカメラシステムを利用した観測システム実現の可能性を検討していく。

2. ハードウェアに関して

本システムはハードウェア、ソフトウェア両方の面からの検討が必要である。まず現状で入手可能なハードウェアのみでシステム確立が可能か、つまり新たに設計しなくてはならないハードウェアがないかの確認を行った。その際、「設置が容易で可搬性に優れたシステムの実現」という目標を設定した。調査の結果、

- ・電源については、充電可能なソーラーバッテリーシステムを利用
- ・補助目的で予備バッテリーの利用
- ・ネットワーク接続に関しては市販品の無線化に対応したルータの採用

により実現可能であることを確認した。

3. 水面認識の観測・解析結果

① 日中の河川水面の認識

(1) RGBヒストグラムによる検出

Webカメラの一般的なフォーマットであるJPEG画像が有する情報を調べた結果、水面を認識するための情報として画像の各画素（ピクセル）のRGB値を採用することとしRGB値を数値データとして取得した。次に数カ所の水面のRGB値データを集めRGB値濃度を図1のようにヒストグラム化して最低画素数により2値化処理を行い河川で撮影した画像の解析を行った。

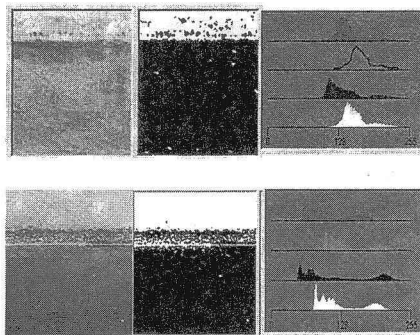


図1 RGBヒストグラム

図1は上下段それぞれ左から原画像、処理画像、RGB値のヒストグラムで上からR、G、B各要素の濃度（0～255）と縦軸で画素数。最下段は明度を示す。

河川画像の中で水面が綺麗な壁面に接しているような単純なケースについてはRGB値濃度のヒストグラム上で2値化して水面とそれ以外の部分とを差別化できることを確認した。

しかしヒストグラム上での2値化によって水面部を検出出来るケースは多くはなく、コンクリート壁の変色、苔や藻の発生程度の問題でも認識が困難になってしまうため、より多くのケースに対応できる認識方法としてRGB値の時間的な変動を扱うことにした。

(2) RGB値の時間的な変動を利用した認識

前述の認識方法では水面付近の汚れ、苔等によってRGBヒストグラムで水面と壁面の境界面を検出するのは困難であるため、境界面を「水面の流れ（動き）」

によって検出する方法を検討した。

下の図2はカメラを固定して河川の画像を撮影して1分間の中で3秒間隔の静止画像を取得し、それぞれの静止画面でのRGB値が変動(※1)したピクセルを白く表示した図である。

※1 3秒-6秒、6秒-9秒、9-12...60秒までそれぞれの静止画面での変動を得てその数値を平均化し「3秒間での変動」とした

同じように白く表示されているピクセルでも変動した幅(値)をそれぞれ持っているためフィルタをかけることで区別される。図2では左から変動幅2、3、18のフィルタにかけ、それに満たない変動幅のピクセルを黒く表示している。2、3のフィルタでは露光の関係で動いていないコンクリート壁のピクセルでも表示されているが、20以上のフィルタにかけると動いている水面部(境界面と光の反射の水面での動き)のみを抽出出来ることが分かる。

観測を行った3カ所のデータから、1分間の撮影動画の中で3秒、または5秒間隔の静止画を取得し、それを処理した結果を踏まえ、単色(モノクロ)画像での水面部変動を認識するためのフィルタとして変動幅20のフィルタを採用することとした。

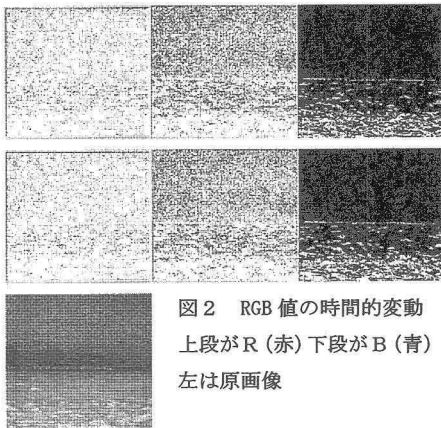


図2 RGB値の時間的変動
上段がR(赤)下段がB(青)
左は原画像

解析初期の段階で、画像をR、G、B各要素に分解した物とモノクロ画像それぞれで同じ処理を施したが、時間的な色情報の変動、つまり画像の中の「動き」を抽出するため、それぞれの結果において大きな差違は見られなかった。

②夜間における観測

夜間においても前述のRGB値の時間的変動を利用した水面認識が最も適応範囲が広いと考えた。利用する

画像を撮影するにあたり、カメラとは別の簡易照明を利用して撮影する方法とカメラの赤外線発光を利用して撮影する方法の2つを検討したが統一性を考慮して後者を採用した。それに伴い、夜間の撮影については日中の撮影よりもカメラと撮影対象との距離による制限が大きくなり、また簡易照明、赤外線どちらを利用した場合においても対象部を「照らして」の撮影になってしまうため、画像の中心部のみを解析対象としなければならないという制限もついてしまった。

よって今回使用したレベルの性能を持つカメラで水位認識を行う場合、通常の水面部分を撮影するカメラとは別に、増水時の水位に併せたカメラの設置が必要になると結論づけた。

4. おわりに

今回の解析結果から、画像中での各ピクセルが持つ色濃度の変動(増減)を3秒間隔程度の短い時間軸でみた場合、河川で見られる、水面と壁面との境界面の動きや、流れによる光の反射の動きによる「ゆれ」は一定の振幅で波形を描くように規則的に色濃度を上下させているとも言え、その特徴によって河川での水面部を認識できることを確認した。ただし同時に、同じく色濃度を上下させる気象条件も今回観測することが出来た。それが下図のような激しい降雪である。

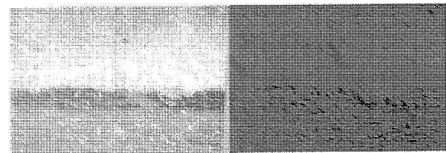


図3 降雪によるRGB値の時間的変動

図3は降雪による3秒間でのRGB値変動を可視化したもので右側は変動幅18のフィルタにかけたものである。

降雪は水面の移動によるものと「1分間を通して同じ場所(降雪の場合は画像全体で)でほぼ同じ幅でRGB値が増減し続ける」と言う点で非常に近い現象が起こるため水面認識が困難だと推測した。

同じことは前述のカメラの露光に起因するRGB値のぶれにも言えるが、この場合は観測中に見られた「ぶれ」は様に画像中の水面や物体の動きによるRGB値の変動よりも極端に小さいため、分別が容易であるという点で異なると定義できることを確認した。