

画像処理を用いた河川の水位監視システム

著者 渡邊 謙太郎

指導教員 齊藤 徹

1. はじめに

近年、世界各地で台風や地震、竜巻など多種多様な災害が発生している。様々な災害の中で、特に我々にとって身近で、被害も大きいものとして河川の氾濫があげられる。

そこで、本研究では一定時間ごとに河川を撮影し、その画像を画像処理によって解析し、水位を測定するといったシステムの開発を目指した。個人レベルでも簡単に設置・運営ができ、コストを低くできるものを目標としたため、河川の撮影や、撮影した画像の解析に用いる機材はAndroidをOSとするタブレット端末とした。また、水位測定の際の補助の目印として、色付きのボードを河川に設置する。

このようなシステムの開発をするにあたり、水位測定に用いる画像処理に必要な色空間の特徴を調べる実験を行い、RGB、HSV、YCbCr色空間のそれぞれの特徴と画像処理時の利点・欠点を調査した。また、調査した結果から、画像処理に用いる色空間をHSVとYCbCrとし、使い分けることにより水位測定の精度と効率の向上が望めた。

2. 研究概要

河川の監視システムには、様々な方式の既存システムが存在する。一般的に河川の監視システムにおいては、一定時間ごとに画像を撮影し公開するLIVEカメラ方式や、何らかの方法で水位を測定し、水位の増加を確認した場合に登録メンバーなどに警告を伝える警報方式などがある。

両者の共通の特徴として、河川のそば、もしくは水中に監視用の機材を設置しているため、流れる土砂やゴミなどの影響で故障や不具合を起しやすいためという点がある。高価な機材を用いたシステムだと、頻繁に起こるであろう故障などへの対応にコストが掛かりすぎてしまう。

そこで、このシステムでは安価に設置でき、簡単に運用ができるようにするためAndroidをOSとするタブレット型端末を撮影・解析の機材として用いることとした。

プログラム言語はAndroid OSでの開発の際に一般的に用いられるJavaとした。また、メモリの少ないタブレット端末上でも効果的に画像処理を行うために、画像処理ライブラリとして広く知られているOpenCVを導入した。

システムの処理内容としては、画像処理・解析

を行い水位を測定する部分と、増水が確認された時に警告を送信する部分に大まかに分けられるが、今回の研究では撮影した画像を効果的に処理し、精度を向上させることを重視したため、画像処理・解析を行う部分を中心に開発を行った。

3. 処理内容

河川の画像を撮影してから、水位を測定するまでの処理の一連の流れを示す。この手順内で行われる色識別・色検出においてはHSV色空間を用い、それ以外の処理で色に関する処理を行う際はYCbCr色空間を用いている。このような方法に至った理由は、4章を参照のこと。

- (1) 図1に示すように、撮影した画像を基準色を取得するエリアと水位測定を行うエリアに分ける。

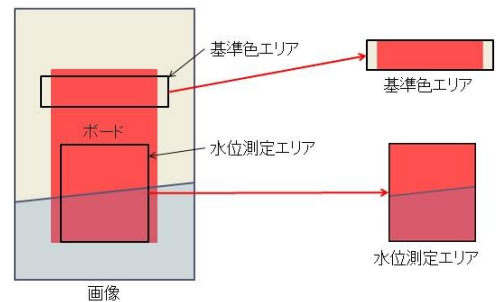


図1：水位測定の色ボードの構造

基準色エリアからは色識別を用いて、処理全体の基準となる色パラメータ (Y_0, Cb_0, Cr_0) を取得する。基準色は撮影した画像からその都度取得する。

- (2) 水位測定エリアの各ピクセルに対し、取得した基準色からどれだけ誤差があるかを計算し、スコアの算出を行う。基準色 (Y_0, Cb_0, Cr_0) を基とした各ピクセルのスコア S は以下に示す(1)式によって計算する。

$$s = \sqrt{\frac{(Y_0 - Y)^2}{3} + \frac{(Cb_0 - Cb)^2}{3} + \frac{(Cr_0 - Cr)^2}{3}} \dots (1)$$

このように水位測定エリアの全てのピクセルに対してスコアの算出を行い、それらのスコアの総和を総ピクセル数で平均したものを最終的な水位測定エリアのスコアとした。

- (3) こうして水位測定エリアのスコアを算出したら、そのスコアを基に水位測定エリアに行う色識別の範囲を決定し、色識別を行う。そして色識別によって範囲内であった部分を白、範囲外であった部分を黒とする二値化画像を

作成する。この流れを図 2 に示す。

Y: 253 Cb: 108 Cr: 223 } 例) H: 10~10
SCORE: 9.832... } S: 150~255
V: 200~255

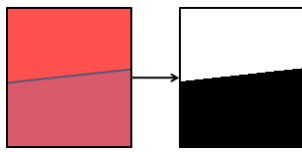


図 2 : スコアからの色識別

(4) 最後に、二値化画像の白と黒の境界線の座標を求め、水位を推測する。

実際に画像を撮影し、この一連の流れを用いて処理したものを図 3 に示す。

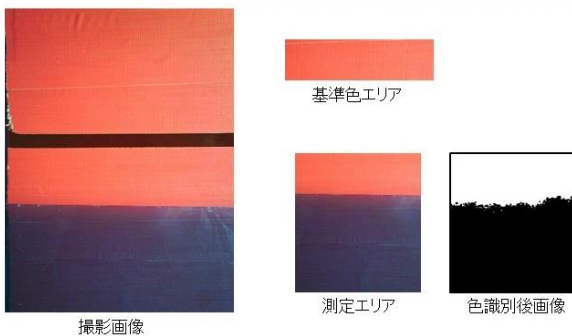


図 3 : 実際の処理

4. 実験

4.1 色識別の範囲に関する比較

色識別では、ある 2 つのパラメータを指定し、その間に収まる色を持つ領域を取得するという処理を行っている。

HSV 色空間の場合、色相 H により特定の基礎となる色を簡単に指定でき、彩度 S、明度 V により微妙な色合いの変化にも対応できるため、この方式の色識別で便利である。

一方、YCbCr 色空間では、基礎となる色は Cb と Cr の組み合わせによって決まる。例えば赤色の色識別では、Cr の範囲を広く、Cb の範囲は狭くしたいが、そうすると Cb の変化による微妙な色合いの変化に対応できない。しかし Cb の範囲を広くすると、Cr と Cb の値が近い場合、すなわち赤色でない色を検出してしまう可能性があった。

これらの理由から、色識別を行う際には、HSV 色空間を用いることとした。

4.2 明度の違いによる影響

屋外での撮影の際の問題として、影響が大きく、確実に起きるものに、昼夜間の光量の変化がある。

そこで、HSV、YCbCr 色空間に対し、明度が変化していった時、各パラメータがどのような影響

を受けるかを調べる実験を行った。

実験では、板に赤色ガムテープを貼り赤色一色にしたボードを明度を変えながら撮影し、色パラメータがどのように変化していくかを調べ、画像ごとのヒストグラムを作成しその変化を比較した。結果のグラフの一部を図 4、図 5 に示す。

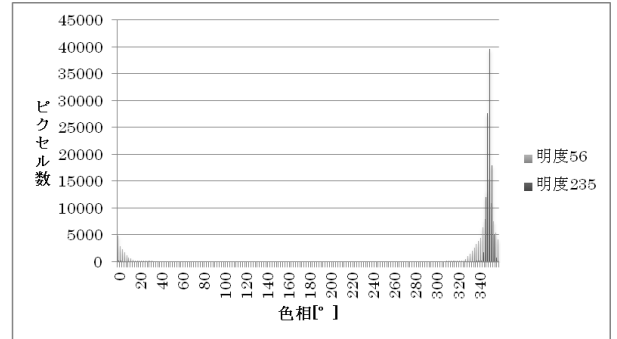


図 4 : 色相のヒストグラム(HSV)

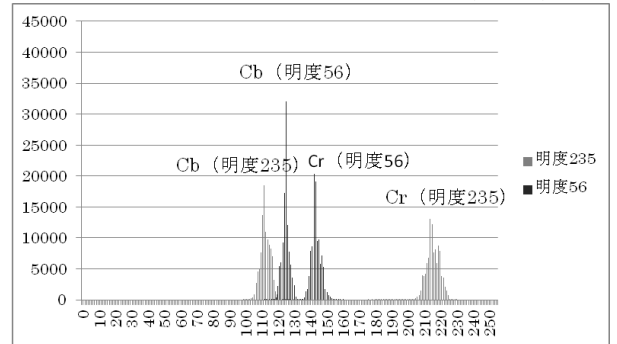


図 5 : 色差のヒストグラム(YCbCr)

HSV 色空間の場合、明度が低い時は明度が高い時に比べ、色相が分散していることが分かる。

一方、YCbCr 色空間の場合、色差の値自体は変わっているものの、明度の差による分散は見られない。一定時間ごとに撮影した画像からその都度基準色を取得する処理上、パラメータがある一つの値から分散していることは問題だが、値がずれていることは特に大きな影響を及ぼさない。

これらの理由から、このシステムでの色に関する処理の際は、YCbCr 色空間を用いることとした。

5. まとめ

研究では各種色空間の特徴を実験によって調べ、それぞれの処理に適した色空間を用いることにより、水位測定の効率の向上が望めた。

一方、実際に河川で継続的に監視を続けデータを収集する実地活動や、緊急時の警報を送るような通信機能の実装などができなかった。

今後の展望としては、ボードに模様などをつけ自動でスケールの調整を行う機能の追加などが考えられる。

今回のシステムでは完全ではないが水位の測定を行えた。さらなるデータ収集と調整を行うことで、実用できるシステムとなることが期待できる。