

CCTV画像を利用した水位計測システムの開発

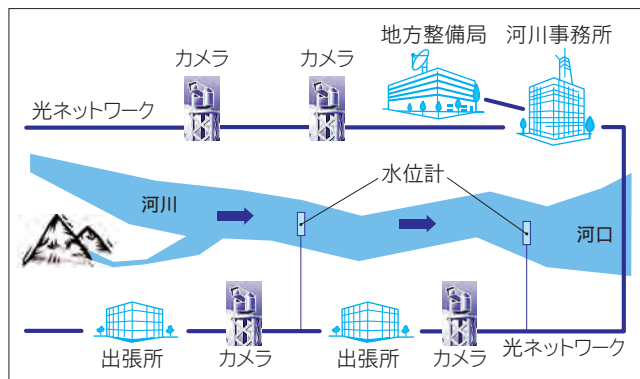
河川に設置されたCCTVカメラで河川水位をリアルタイムで計測するシステムを、(財)河川情報センターと共同で開発しました。これにより、既設の水位観測所を補完する水位情報の提供が可能となりました。

はじめに

全国109の一級水系には多くのCCTV^{注1)}カメラが設置されています。これらのCCTVカメラは、主に水門開閉時の状況や河川敷の状態などを確認することを目的に設置されています。中には、水位を示す水位標の文字盤を遠隔地より監視することを目的としたCCTVカメラもあります。

現在実施されている河川の水位観測においては、水位変化によるフロートの動きや水圧変化をセンサーが感知する接触型の計測機器が用いられているのが一般的です。一つの河川には複数の水位観測所があります。しかし、近年、局地的・記録的な豪雨が増す中で、現状の水位観測体制では洪水時の河川状況を的確に把握するには必ずしも十分ではないと考えられています。一方で、新たに水位観測所を増設するには適地の選定が難しく、予算的にも高価であることから、従来型の水位観測所を手軽に設けることは難しいのが実情です。

そこで、光ファイバの整備を始めとして、河川管理における高度情報化のインフラ整備によって数多く設置されたCCTVカメラの画像から水位を自動計測することができれば、既設の水位観測所からの水位データを比較的容易に補完し、水位情報をより多く提供することが期待できます。



河川流域情報ネットワーク網のイメージ

水位観測の原理

人々は、増水しつつある河川の変化を見るために、橋脚や堤防など動かぬ構造物を用いて、目視によって水位の変化をとらえようとします。CCTV画像からの水位計測は、人間が目視で行っている水位計測を、画像解析の観点からシステム化することによって実現したものです。

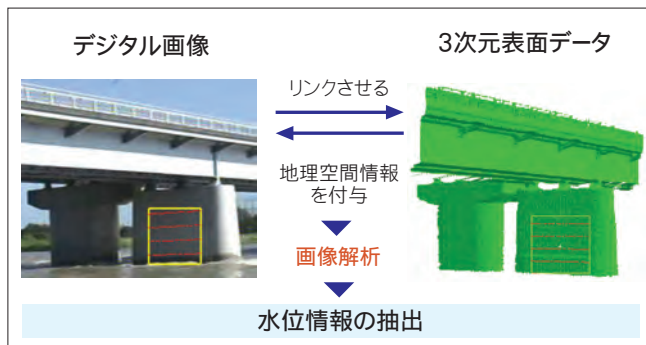
現状のCCTV画像では、映像のみから水位を判断することは困難です。そのため、現在行われているCCTV画像を利用した水位判読では橋梁や堤防に設けられた水位標の数値をCCTVカメラで撮影し、目視観測によって人間が判断する方法を採用しています。

本システムは、水位が橋脚や堤防等の構造物に接して変動することに着目して、構造物等に接する水面の位置と高さ(3次元位置情報)から水位を自動計測するものです。

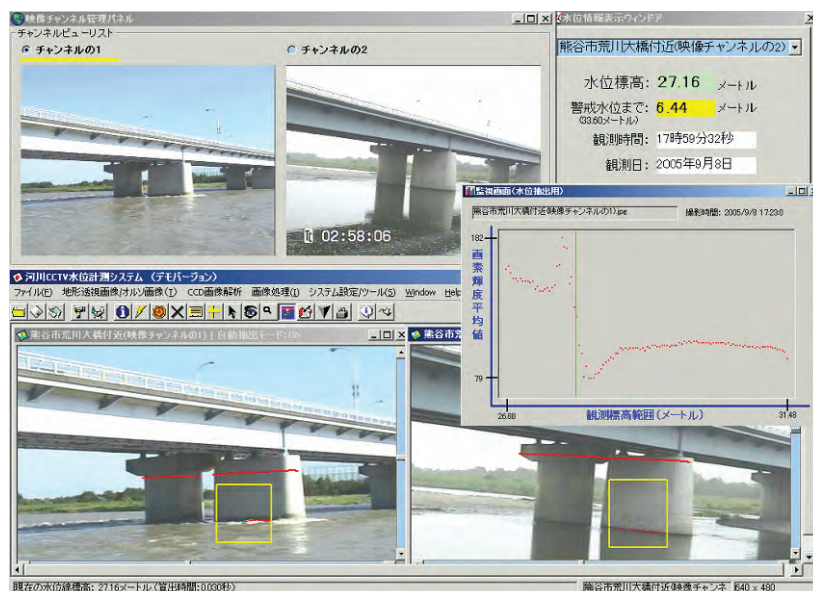
システムは、次の2つの原理から構成されています。

- ① 画像上に3次元の位置情報を入力。
- ② 水面の位置を画像解析で抽出し、水位を自動計測。

①の原理は、まず最初に橋脚等の構造物の3次元データをレーザースキャナ等の測量機器を使用して取得し、その3次元データをCCTVカメラからの画像に重ねて、画像中の構造物に3次元位置情報を与えるものです。なお、CCTVカメラは広域の監視を目的に設置されており、水位計測の対象となる構造物を常時撮影しているものではありません。そこで、本システムでは、画像の自動マッチング手法もあわせて開発し、初期画像からのズレを自動補正して重ね合わせる機能も備えたことによって、風によるカメラのブレにも対応できるものとなりました。



3次元データを使用した水位の自動計測処理のイメージ



水面位置の抽出と自動計測された水位の表示(右上部)

②の原理は、人間の目が水面と構造物の境界を認識して、その境界線位置から水位を目視観察するという原理をシステム化したものです。人間は目で、光の輝度の違いにより、水面と構造物の境界を認識していますが、これをシステム化することによって、画像から水位を自動判読することが可能となりました。

以上のことから、構造物に接する河川の水位を自動計測することによって、水位標から水位を読み取る方法よりは、多地点かつ連続的に水位を計測することが可能となりました。

システムの概要

このシステムは、右図(システムの構成図)に示すように、既存の情報伝達システムを最大限に活用して、河川事務所などに送信された映像を利用して水位計測を行うものです。

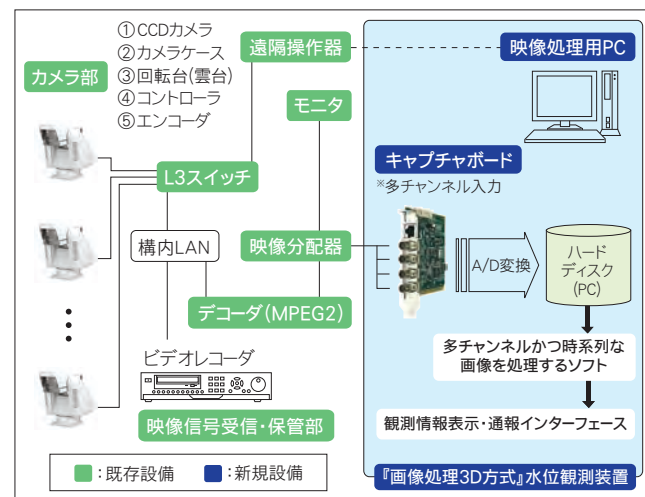
カメラ部は、河川に設置されているCCTVカメラで、ここから画像を取得します。CCTVカメラの映像はデジタル信号ですが、テレビモニターに出力するためにアナログ信号であるNTSC^{注2)}方式に変換されています。NTSC信号では、画像解像度が元のデジタル画像解像度より粗くなった状態で変換されますので、今後は直接にデジタル形式で画像が送信されることになれば、画像解像度が高まって水位計測の精度向上が期待されます。

水位観測装置は、水位観測の原理をシステム化し、以下のプロセスで自動的に水位計測を行います。

- ① NTSC信号で受けた動画を、キャプチャボードを用いて数秒間隔(任意に設定可能)の静止画に変換。
- ② 事前に測量された3次元データと静止画をマッチングして、画像に3次元位置情報を付与し、画像処理を行うことで水面の位置を抽出し、水位を自動計測。

水面位置は、画像の輝度変化の特異点を独自のアルゴリズムによって抽出し、自動的に識別します。

これらの水位計測は、1静止画あたり約1秒程度での処理が可能であり、橋脚や護岸などの構造物に接する水面を撮影することによって、CCTVカメラ位置から100m以内の視野範囲において水位を観測することができます。水位観測所の近傍で実証実験を行った結果、水位観測の精度はおおむね1~5cm程度となり、十分に実用に耐えうるものと判断されました。



システムの構成図

注1) CCTV: Closed Circuit Television(閉回路テレビ)の略で、常時監視や遠隔操作、デジタル画像録画が可能。

注2) NTSC: National Television System Committeeの略で、日本などのアジアや、北米・中南米で採用されているカラー-TV放送の方式。