

Point

当社開発の「Dr.i-sensor」は、CCTV<sup>1)</sup>カメラ等で撮影した映像から水面境界を自動識別し、非接触かつリアルタイムに河川水位を計測できるシステムです。新たに「Retinex理論<sup>2)</sup>」を適用したモデルにより画像が不鮮明な場合における計測精度向上を図り、NETISにも登録されました。本システムの特長と計測精度向上の取り組み結果について紹介します。

# CCTVカメラ等を用いた河川水位計測システム「Dr.i-sensor」

情報システム事業本部 防災情報システム部 望月 優生、鄧 朝暉、関根 亮、飯野 修  
 情報システム事業本部 ITソリューション部 矢沼 伸行、近藤 弘章

## はじめに

中小河川では、短時間豪雨の影響により急激な水位上昇が発生します。現在、河川のテレメータ水位観測では10分間隔での情報配信が行われていますが、より短い時間間隔で水位変化を捉えることが求められています。

また、フロートや水圧式等の従来の水位計では、洪水流による故障・損傷や流木、ゴミにより欠測することがあり、さらに堤防越水する水位(堤防高+50cm)を計測できない事例も増加しています。

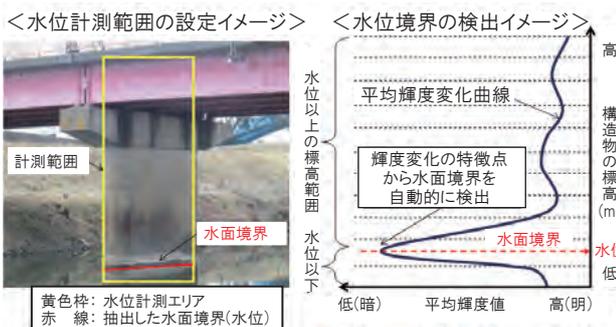
このような状況を踏まえ、水位観測所よりも数倍多く整備されているCCTVカメラに着目し、この映像を活用した非接触かつリアルタイムな河川水位計測システムの開発および精度向上に取り組みました。

## 「Dr.i-sensor」の特長

### (1)画像の輝度変化を利用した水面位置検出機能

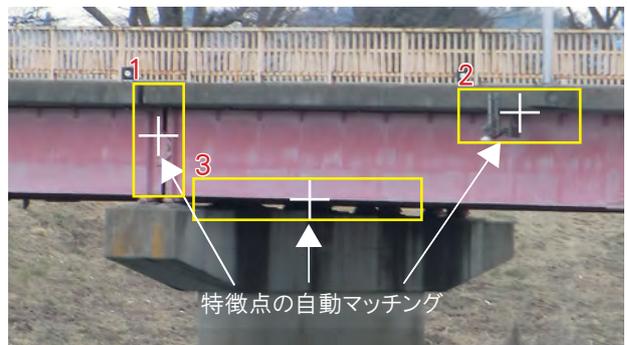
本システムでは、橋脚等の対象構造物の標高値を事前に計測し、システムに登録します。リアルタイムの映像をもとに、水位計測範囲(黄色枠)を設定し標高別の平均輝度(明るさ)を算出します(図1)。この輝度値をもとに、対象構造物に接する特徴的な輝度変化がみられる箇所を水面境界(赤線)として認識し、水位を抽出します。

水面輝度の違いを認識しやすい橋脚、護岸、水門、樋門、門柱等の既存施設をターゲットとして利用するため、河川内の構造物へのマーキングや量水標等の特別な設備を設置する必要はありません。



### (2)画面の揺れを自動補正するマッチング機能

画像中の特徴点(画角内の不動箇所)をあらかじめ設定し、風や振動でカメラが揺れても自動的に特徴点をマッチングさせ、画像の乱れやブレを自動補正します。そのため、CCTVカメラの旋回操作により異なる画角へ移動した後に水位計測用の画角へ戻しても、そのまま水位計測を再開することができます(図2)。



### (3)わかりやすいシステム表示画面

本システムでは、CCTVカメラの映像からリアルタイムに複数観測地点の水位計測結果を一覧表示することができます。また、各観測地点の詳細情報を水位時系列グラフとあわせて表示することで、わかりやすい形で水位変動を把握することができます(図3)。

図3 システムの表示画面イメージ

## 河川水位計測の精度向上に向けた取り組み

本システムは、2012年度より国土交通省関東地方整備局下館河川事務所に導入されています。本システムで水位計測を行う際に、解析に用いる画像が不鮮明な場合に計測精度が低下する事例が発生しました。画像解析時に誤認識や計測精度が低下する主な原因として、日射による対象構造物への影の映り込みや、橋梁上を通過する自動車ライトのハレーション、降雨によるカメラ映像の不鮮明化等の影響が挙げられます(図4)。



図4 水位計測時に誤認識となった撮影映像事例

この解決策として、画像解析を鮮明化させる「Retinex理論」を採用したモデルを適用することで、計測精度の改善を図りました。従来のカメラ画像では画素ごとの物理的な光量によって輝度の値が決定されますが、Retinexモデルでは人間の視覚系に近い認識方法を用いて本来必要のない照明の光量を除去し、注目すべき輝度をより鮮明にできます。本モデルの適用により、画質が悪い状況でも水面位置の誤認識を防ぎ、的確に水位を計測することが可能となりました。

光の影響を受けた状況の映像解析(図5)において、本モデルの適用前後で比較した結果を示します。計測水位値のばらつきが軽減され(図6)、計測水位とテレメータ水位の水位差の全期間(昼間・夜間)の時間平均が6.8cmから3.3cmとなり(表1)、水位計測精度が向上したことが確認されました。



図5 夜間における水位計測実施例(Retinexモデル適用前)

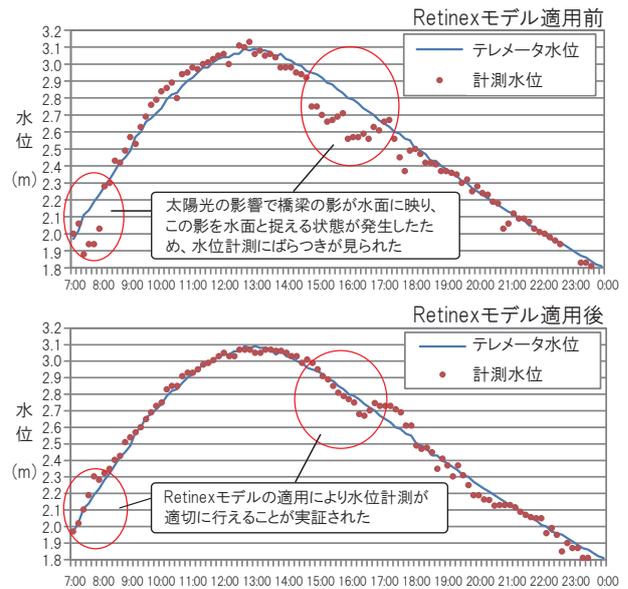


図6 Retinexモデル適用前後の計測水位値  
(台風26号 2013/10/15~17)

表1 Retinexモデル適用前後の比較結果  
(2013/10/16計測水位とテレメータ水位の水位差の時間平均)

| 平均  | 昼間<br>(7:00~17:00) | 夜間<br>(17:00~24:00) | 全期間<br>(7:00~24:00) |
|-----|--------------------|---------------------|---------------------|
| 適用前 | 7.7cm              | 4.6cm               | 6.8cm               |
| 適用後 | 2.5cm              | 4.5cm               | 3.3cm               |

※平均算出期間に一部欠測期間を含む

## 新たな取り組み

本システムの輝度分布を用いた画像解析技術はすでに特許を取得(特許第3907200号)していますが、新たにNETISに登録(NETIS登録番号:QS-130035-A「CCTVカメラ等を用いた河川水位観測システム“Dr. i-sensor”」)されました。今後、推奨技術として活用される場がさらに増加することが予想されます。

現在、夜間観測対応として赤外線カメラと高輝度LEDを併用した観測手法や、量水標・H鋼等の幅の狭い構造物に接した水面位置を高精度に計測する手法等を開発しています。今後も引き続き精度向上に向けた技術開発を進めていく予定です。

## 謝辞

本システムの精度検証に際しましては、国土交通省関東地方整備局下館河川事務所のご協力のもと、フィールドのご提供およびご助言をいただきました。ここに厚く御礼を申し上げます。

(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な監視カメラ
- 2)Retinex理論:人間の脳が色や光をどのようにとらえるのかをモデル化した色彩理論