

AR技術を取り入れた 効果的な防災情報提供の検討

石橋 学¹

¹関東地方整備局 荒川下流河川事務所 河川情報課 (〒115-0042東京都北区志茂5-41-1)

インターネットを通じた出水時の河川情報提供手法については、様々な方法が考案され、実施されている。一方、大きな出水時に地域住民の避難行動につながる河川情報の提供のあり方については、どのような手法が好ましいのか令和元年度東日本台風における荒川での出水時に記録されたインターネットのアクセスから、河川管理用カメラの映像提供のあり方についてわかりやすい情報提供の手法を考案した。

キーワード： AR、CCTV、防災情報、インターネット、映像情報

1. 背景

(1) 出水時の河川情報提供について

近年、全国各地で洪水による被害が頻発化しており、直近では「平成27年9月関東・東北豪雨」や「平成30年7月豪雨」、「令和元年度東日本台風」等の出水により迅速な被害が発生している。これらの洪水時に直接地域住民の避難行動につながる情報提供のあり方については、様々な手法が考案され、実施されている。

たとえば、「川の防災情報」など、水位観測所の雨量観測所、XRAIN等のレーダ雨量計等の数値データについて、一元的に提供しているものがあり、実際、令和元年度東日本台風時には、かなりのアクセス数があり、サイトがダウンするような事態となっている状況も発生している。

一方、近年は河川の数値データだけでなく、新たな情報提供の手法としてSNSやクラウドサービスを用いた、管理用カメラの映像提供を実施している事務所もあり、一般の方が河川の状況を見に行かなくとも自宅に居ながらにして河川の状況を把握できるようなサービスを実施している状況である。

(2) インフラDXへの取り組みと新たな情報通信技術

国土交通省では、建設現場にICT(情報通信技術)を活用した「i-Construction」に取り組んでおり、さらに今年度よりインフラDX(デジタルトランスメーション)と称して、デジタル技術を用いた様々な業務変革に取り組んでおり、その中には、VR(仮想現実)やAR(拡張現実)技術を使用した点検や維持管理手法が確立されつつあり、今後、様々な分野に応用出来る見込みである。

(3) 出水時のインターネットアクセス

令和元年10月11~14日にかけて発生した令和元年度東日本台風では、荒川下流管内岩淵水位観測所において、戦後3番目となる水位を記録するなど、大きな洪水となった。その際の荒川下流河川事務所のホームページアクセス記録を図1に示す。

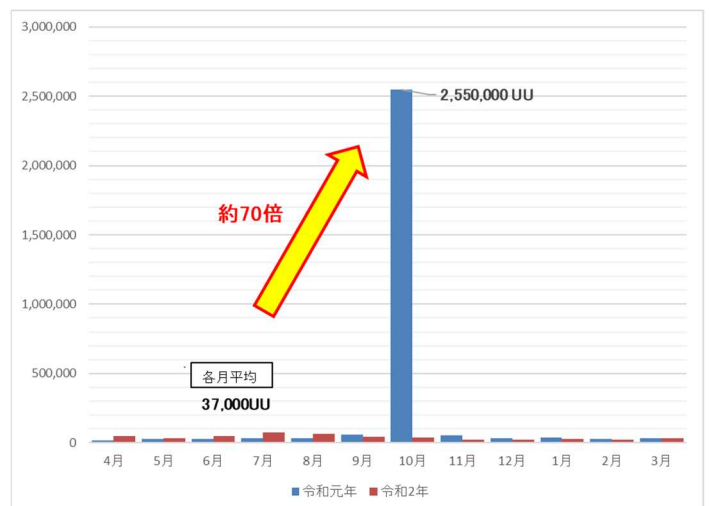


図1 ホームページアクセス記録

例年10月の荒川下流ホームページアクセス数は訪問したユーザ数を示すUU換算において平均3.7万UU程度であるのに対し、令和元年10月は250万UUと約70倍のアクセス数を記録しており、出水に対してインターネットによる情報を取得したいという地域住民の行動様式が把握出来た。またピークの10月12日のアクセスでは、「水位・雨量・ライブ映像」のページが97万UUを記録してお

り、防災情報のページ閲覧が伸びている。個別HPへのアクセス数として最大のユーザカウントを記録したものは「西新井橋上流ライブカメラ」に対するアクセスであり、46万UUであった。



写真1 東日本台風時の岩淵水門

(4) ライブカメラ画像への意見等

荒川下流では、複数のカメラ画像を地域CATVでライブ配信するとともにインターネットで画像公開しており、出水時は多くの人がカメラを閲覧していることが判明しているが、台風など出水時においてカメラ画像に対する意見や心配の情報が寄せられていた。

これらの内容の主なものは、「高水敷（河川敷）」に水が上がり始めた状況を、『堤防』を越水していると空間認識を勘違い（誤認識）した住民からの問い合わせであり、現状のライブカメラ画像だけでは、閲覧している地域住民の方に誤解を与えるような映像となっている可能性があることを示唆した結果だといえる。

2. 検討の目的

令和元年度東日本台風における洪水時の情報提供のあり方として、インターネットアクセス記録から地域住民もかなりの方が河川の状況を気にしていることが判明しており、ライブ画像の提供方法を工夫することにより避難行動を促す大きなきっかけとなる有効な情報であると考えられる。

一方、カメラの角度等によっては、構造物と水面の位置関係により誤解を招くような場合もあり、水位や雨量等の定量的なデータに比べて、正確な情報提供に劣るという課題も判明した。

今回、AR技術などを用いてカメラ画像を補完し課題を解決する方法について検討を行ったものである。

3. 課題の整理

令和元年度東日本台風におけるインターネット公開したカメラ画像についての意見や確認の状況について整理する。問い合わせ等があったものは以下のとおり

- ① カメラで水面が堤防を越えたように見えるが、越水が発生しているのか？（高水敷の勘違い）
- ② カメラの角度が変わって、水位の高さの比較が出来なくなった。角度を動かさないでほしい。
- ③ 夜間の状況が見にくく、どのくらいまで水位が上がっているのか分からない。

上記のうち、②については、管理用のカメラ映像を画像化し公開しているため、河川管理上の目的に応じ事務所でも様々な箇所を確認するために角度を変える必要があり、それに対して同じ地点を閲覧したユーザーとのニーズの違いが原因となり発生した課題である。これについては、インターネット提供専用のカメラを配置し角度を固定化することで解決を図った。

③については、夜間でも見ることが出来るHD画質のカメラに順次更新を実施しており、CCTV更新に併せて解消される見込みとなっている。

以降、課題①の解消に向けた効果的な防災情報の検討として検討を行った結果を報告する。

4. 検討した解決方法

インターネットでライブカメラ画像を見ることにより誤解を招かず、わかりやすい情報提供するためには、画像を閲覧した方々の認識の違いによる主観的な状況判断が極力発生しないよう、客観的情報の1つとなる水位や構造物との位置関係を重ね合わせることで課題の解消が可能であると考え、複数技術の比較を行った。

4-1-1 AR技術を用いた画面オーバーレイ

UAVをフライトさせる時のGCS（グランドコントロールステーション）ソフトウェアの仕組みを管理用カメラの映像提供に応用することにより、地域住民に対する正確かつ避難行動につながるような情報提供をするものである。

UAVをフライトさせる際は、機体に設置されているカメラの映像を参考として河川巡視や点検等を実施するが、これらの映像には、「高度」「距離」「方位」「水平」「位置情報（地図）」「バッテリー残量」「衛星補足情報」「録画情報」等、安全なフライトに必要な情報が組み合わされてオペレータに提供される。

これらにより、カメラ映像だけでは不十分な状況を補って、オペレータは安全に正確なフライトが可能となる

ものである。

このGCSソフトの仕組みを管理用カメラの映像提供に
応用することにより、地域住民に対する正確かつ避難行
動につながるような情報提供が出来ないかということ
を検討した。

(4-1-1 画面イメージ)



○画面の動作

避難判断水位、氾濫危険水位、取るべき行動、平常時
画像を重畳する。

現在水位をARで画面内に重畳し関連情報を画像周囲
に配置されたアイコンの変化で伝達する。

○期待される効果と課題

UAVの操作者に瞬時に多量の伝送を伝えるためのコ
ンセプトであり複数の情報が周辺に配置されており情報
の網羅性、一覧性に優れる。

他方、河川現況の判断に情報の取捨選択を瞬時に理解
することを強いるため、かえって見づらくなる利用者が
発生する恐れがある。

○技術的・維持的課題

水位をAR表示（水色線表示）する場合、近隣水位計
のデータを模式的に表示すると実際設置しているカメラ
位置における水位状況と合致しない現象が生じると考
えられるため、水位の表示にあたっては「Canny法」とよ
ばれるエッジ処理技術を応用し、画像から水面位置をエ
ッジ処理したうえで検出・表示する方法が考えられる。

ただし、通常のエッジ検出においては画像中に含まれ
るノイズを除去しエッジ検出の処理を行う必要があるた
め特に動画を撮影しているCCTV映像からフィルタリ
ング処理を行う場合、水面状況、昼夜や天候変化、時間
帯によるノイズ処理の精度検証、動画から線画処理ま
でを高速に行う設備が必要となり現時点において早期
の実現が難しいものと判断した。

また、荒川のような川幅が広い河川において広角で
撮影しているカメラ画像に避難判断水位（赤色線、黄
色線）を合成表示した場合、各基準値線が画像上か
なり近接した表示となるため警戒値を表示したこと
により必ずしも

「効果的な情報提供」とならず、カメラ画角を「情報
提供」を優先とした角度（狭角）に変更する必要がある。

その際、平時においては水面が見えない画像となる
ケースが想定されるなど純粋に「普段は水面・河川を
見たい」とのニーズに沿った情報提供を行うことにな
るのか複数の課題が確認された。

4-1-2 レーザターゲット追従画面

課題整理②において対応した公開用カメラの固定化
（専用カメラ化）の効果を利用し、モーションスキャ
ナ技術のうちマーカレスによる動的画像解析技術を採
用、水面に対してレーザを照射し、水面に反射した点
を現況水位と判定し、画面上に最新の水面位置を表
示させる方式。

○画面の動作

現況水位（水面検出位置）に応じてターゲット（水
位表示）の位置が画面上を追従し状況を示すととも
に堤防天端の位置を表示する。

○期待される効果と課題

当該地点の現在水位のみ画面内で表示することで着
目すべき情報が明確となる。また堤防天端からの高
さと警戒レベルに映像以外の情報を絞ることで現在
水位との比較が容易であり分かりやすい情報提供
となることが想定される。

○技術的・維持的課題

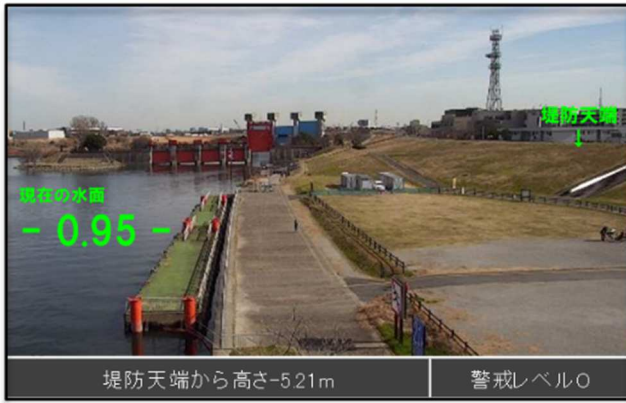
水位の現況をモバイルマッピングシステム（MMS）
に代表されるレーザスキャナを固定使用に応用した
うえで3次元点群を取得し水面位置と想定される場
所に表示する構成。水面の反射点については、MMS
に代表される精度（0.05m）で高速に状況の取得
が可能であると考えられる。

他方、画面の表示にあたっては4-1-1にて検討した
水面相当の場所をエッジ処理した上で表示する必要
があるため、早期の実現にあたっては4-1-1と同じ
課題が生じている。

実施にあたってはMMSマーカレス動的画像解析
装置の開発検証および設置が必要でありカメラとは
別の設備設置が必要になる。

また、反射点までのレーザ照射距離が限定される
ため、設置場所を選ぶ可能性があると共に、現地
カメラに加えレーザ等を照射する装置の維持管理
が追加される課題が確認される。

(4-1-2画面イメージ)



(4-2画面イメージ)



4-2 画面合成技術を用いたIバー表示

AR技術とはならないが、放送局で採用されている放送画面にL型画面を追加する方式を応用し、当該範囲において水位表示を行うとともに画面に平常時の状況や避難判断など警戒情報の画面合成提供を行う方式。

○画面の動作

画面上に、堤防天端の位置を表示すると共に、現在水位（直近の水位計データ）の変動をIバーのバーチャル水位標に対して現在水位の目盛が上下動することで状況を表示する。

避難判断水位・氾濫危険水位への到達が懸念される水位となった場合は、メッセージを強調表示する。

○期待される効果と課題

近傍地点の現在水位、避難判断・氾濫危険水位までの到達状況を共通画面内で表示することで着目すべき情報がCCTVの設置位置にとらわれず明示ができる。また、画像内の付加情報を絞ることで画像と水位を関連付けした認識の形成が容易である。

バーチャルな水位標は、現在水位の位置づけを直感的に把握しやすく危機が差し迫った状態においては、メッセージを強調表示することで情報伝達を促進することも可能と思われる。

○技術的・維持的課題

初回設置時にカメラ毎に天端位置の設定が必要であるが、水位表示のための画像登録は各地点で共通化できるため、維持管理的な課題は比較的少なく早期の実現が可能である。

5. 検討の結果

各検討結果の概要を別表-1に示す。

この結果から、「効果的な映像情報の提供」を主目的と判断すると現状においては、4-1で検討したGCS方式やモーションAIで検討した画面追従AR方式も継続検討するものとしつつ現時点においては映像空間に堤防天端をランドマーク的に表示し、その位置までの水位情報を提供する4-2に記述した画面合成する方法が導入にあたりバランスが良い構成であると判断した。

6. まとめと今後の課題

本検討においては、ユーザインタフェースとなる画面構成と基礎技術から「効果的な情報提供」のあり方を検討したものであるが、荒川下流河川事務所においてはあらゆる荒川流域に関する情報を3Dモデルをベースに一元化する「ARAKAWA DIGITAL TWIN」の構築を行っており、映像提供している地点における堤防の状況については点群データとしてすべて取得されている状況である。

これら点群データは処理上ノイズとなるデータが排除されている状況であり点群データからポリゴン抽出出来る技術が適用できれば今回検討した技術より容易に合成可能となる可能性もある。（図2）また、GCSのほか3D表示を前提として開発される技術は多くの企業で研究開発が進められており、今後より簡易に画像処理から重ね合わせ表示に必要な情報抽出が可能となるタイミングが訪れると考えられるため、「重ね合わせ」することによる水位状況と空間認識を合わせる効果と、情報過多の防止、純粋に「河川の映像」を見たいとの要望に対するバランスの確保を図り、荒川DXの推進と共に最適な情報提供のあり方についてさらなる検証を行っていきたい。

表1 各技術の検討一覧

	4-1-1GCS方式	4-1-2モーションAI方式	4-2画面合成方式
画面情報量	多 避難判断水位、氾濫危険水位、取るべき行動、平常時画像、現在の水位を画面内に表示する。	中 現況水位相当のターゲット（水位表示）と堤防天端の位置を表示する。	少 堤防天端の位置を表示する。
付加画像	少 関連情報を画像周囲に配置されたアイコンの変化で表示。	中 堤防天端までの水面高さ、警戒レベルを表示する。	多 現在水位の変動をバーチャル水位標に対して目盛表示 基準値超過が懸念される水位となった場合は、メッセージを強調表示。
情報提供の効果	△ 複数の情報が周辺に配置されており情報の網羅性、一覧性に優れる。 河川現況の判断において瞬時に表示内容を理解することが出来ず、かえって見つらくなるおそ	○ 着目すべき情報が明確。 堤防天端からの高さや警戒レベルに画像外の情報を絞ることで現況水位の評価が容易。	◎ 着目すべき情報が明確となる。 画像内の付加情報を絞ることで画像と水位を関連付けした認識の形成が容易。 バーチャル水位標は、現在水位の位置づけを直感的に把握しやすい。
技術的課題	△ 水位表示は動画像を用いて検出するため、エッジ処理の精度確保が必要となる。	△ 検出精度は高い。 マーカレス動的画像解析装置の開発、検証が必要。 反射点までの距離が限定されるため設置場所が限定される。	○ 技術的課題は特になし。
維持管理的な課題	△ カメラ画角を解析に有意な位置に変更する必要がある。（閲覧者とのニーズに違いを生じる） カメラ毎に画像を登録し合成する必要がある。	△ マーカレス動的画像解析装置の維持管理が必要。 水面状況・季節・時間帯などの環境変化に応じたAIの学習が必要	○ 初回設置時にカメラ毎に天端位置の設定が必要。 画像登録は各地点で共通化できるため維持管理
早期実現の可否	○ 動画から線画処理までを高速に行う設備が必要であり、早期の実現は難しいが、事務所側機器のみの構成となるため4-1-2よりは早期の実現が可能。	△ 動画から線画処理までを高速に行う設備が必要 マーカレス動的画像解析装置の新設が必要。 4-1-1よりも開発要素が多く早期実現は困難。	○ バー表示の画像管理および画像合成を行う設備設置が必要 事務所側機器のみとなるため比較的早期に実現可能である。
総合評価	△ 基礎技術（エッジ検出）の精度確保、情報提供の効果に課題あり	△ 水位を精度が高くリアルに表示できる点に優れるが、導入に係る課題が多い。	○ 課題が少なく情報提供の効果が高い

図2 3D管内図モデルを用いた構成イメージ

