

AIによる堤防変状箇所の特徴的な抽出に関する技術開発

キーワード：堤防点検, 機械学習, Deep Learning

国土保全技術部 しのほら こうき 篠原 光礎
 国土保全コンサルタント事業部 とむら けんたろう 戸村 健太郎
 基盤システム開発部 のなか りでき こもり じゅんや 野中 秀樹・小森 惇也

はじめに

河川堤防の状態を良好に保ち治水上の安全性を確保することを目的として、現地における堤防の点検が行われており、必要に応じて改修等の対策が検討されています。この点検には多くの作業員が必要で長期間を要していることから、作業の効率化が求められています。一方、最近では、AIによる自動判読技術の進展が目覚ましく、堤防点検の分野でのさまざまな検討が行われて

いますが、画像データを活用したものが多く、画像で確認が困難な変状の抽出方法が課題でした。そこで本検討では、近年の計測技術の進展が著しく、活用の頻度が増えている三次元点群データを用いた、AIによる堤防変状箇所の抽出について試行しました。全変状について確認しており、その一部を本稿にて紹介します。

対象河川(AI判定における前提条件)

対象河川は「堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領」^{※1}に示される土堤の変状である侵食(堤防法面などに生じる筋状の窪地)がある河川としました。本河川では車載型レーザ計測システム(点群密度:約1,000点/m²)による計測が実施されています。また堤防除草後に計測され、植生で変状が隠れる影響は少ないと想定されます。

AIによる堤防点検手法

AIによる堤防点検手法を図1に示します。

- ①データの収集: AIの学習データ(変状を判定するための基礎データ)を作成するため、各センサで計測された点群データと堤防点検結果の変状箇所データを収集します。
- ②学習データの作成: 堤防変状箇所だけの点群データを切り出し、これを学習データとします。
- ③AIモデルの作成: ②で作成したデータをAIに学習させて、堤防変状を判定できるAIモデル(判定方法は④に記載)を作成します。本検討では点群データを、画像データなどに変換することなく直接学習できるKPCConvを採用しました。
- ④堤防変状の判定: ③で作成したAIモデルを用いて堤防変状を判定しました。判定方法として、各点の変状可能性を数値化します。この数値は0~1の値をとり、大きいほど変状の可能性が高いものです。この値が一定値以上の点の集まりを変状位置として判定します。

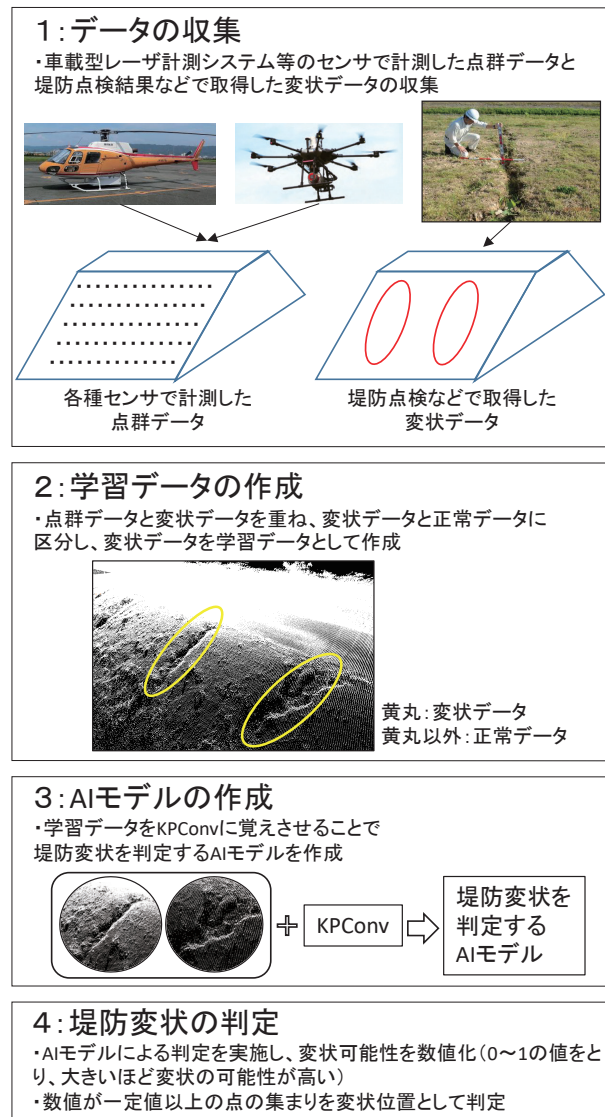


図1 AIによる堤防点検手法

KPCConvの特徴

KPCConvの概念図を図2に示します。Deep Learning手法の一つであり、点群の空間配置を三次元で学習・判定できることが特徴です。これまでのAIを用いた変状箇所の抽出技術では、写真や陰影図などの二次元画像を利用したものが一般的でしたが、KPCConvでは目視や画像判読

で判読しにくい侵食の形状変化について、三次元点群データを直接学習できます。また、点群の空間配置(XYZの相対的位置関係)を踏まえて判定できるため、位置精度の向上が期待できます。

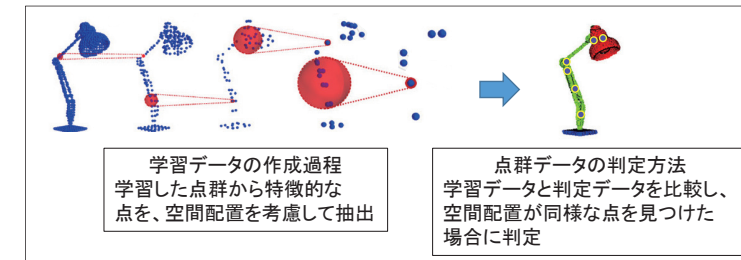


図2 KPCConvの概念図^{※2}

侵食の判定結果

現地で確認された約100箇所の変状箇所を対象に点群データを用いて学習データを作成しAIモデルを作成しました。その後、学習箇所と異なる6箇所(面積約50m²/箇所)でAI判定を実施しました。

判定の結果、全地点で変状箇所を抽出できました(図3一部正解位置と異なる位置で判定)。100%の精度で判定でき、AIの活用可能性を確認しました。また、図1の「4.堤防変状の判定」にかかる時間は1km延長あたり約10分と、従来の目視点検時間(約2時間)より短時間であり、変状抽出における作業効率化に寄与できると考えられます。

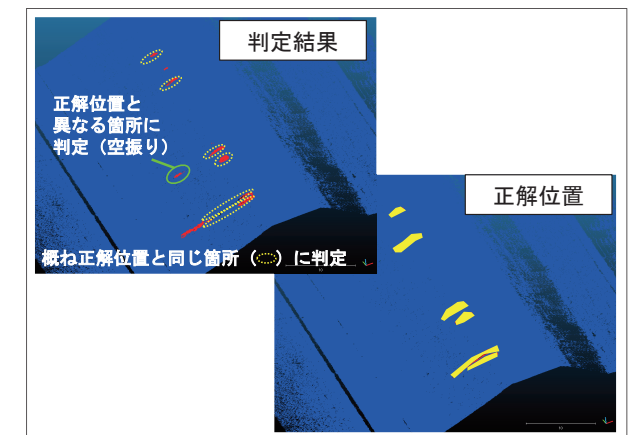


図3 点群データの判定結果

堤防点検に活用するための課題

- ①AIの判定精度
 AIの判定精度は、学習データ数が多いほど向上する傾向にあります。本検討では100箇所程度の学習データしかないことや、変状のパターンも少ないことから、今後学習データを増やして、モデル精度を向上していく必要があります。
- ②解析時間
 今回対象としたセンサは車載型レーザ計測システムで、その点群密度は約1,000点/m²程度でした。しかし、

UAV(無人航空機)を用いた写真測量などでは、その点群密度は10倍以上になるため、データ量が膨大となり、解析時間が長時間という課題になる可能性があります。

③その他の変状の判定
 本検討では侵食について紹介しましたが、点検・評価要領^{※1}によれば土堤の変状は12種類あります。他の変状も別途AIによる判定を実施^{※3}しており、今回手法や画像によるAI判定などを組み合わせることで全変状を判定できると考えられます。

おわりに

今回の技術は学習データの増強などによるAI判定の精度向上を行うことで、堤防点検業務の作業効率化につながると考えられ、新しい堤防点検手法の1つになり得ると考えています。

なお、本技術は国土交通省河川砂防技術開発公募における研究成果であり、三井共同建設コンサルタント(株)・名城大学と共同開発したものです。

※1 国土交通省 水管理・国土保全局 河川環境課(2019):堤防等河川管理施設及び河道の点検・評価要領
 ※2 H. Thomas, et al. (2019):KPCConv:Flexible and Deformable Convolution for Point Clouds., arXiv,
 ※3 戸村健太郎他(2021):三次元点群データとAIを活用した河川堤防の効率的な変状抽出に関する検討(河川技術論文集第27巻)