

プロジェクト・研究成果の概要(1/2)

プロジェクト:「道路管理の高度化・効率化に資する4次元インフラマネジメント手法の開発」
<p>プロジェクトリーダー</p> <ul style="list-style-type: none"> 氏名(ふりがな): 貝戸 清之(かいと きよゆき) 所属・役職: 大阪大学大学院 工学研究科 地球総合工学専攻, 准教授
研究期間: 令和2年9月～令和5年3月
<p>プロジェクト参加メンバー(所属団体名のみ)</p> <p>大阪大学, 京都大学, 東北大学, 名古屋工業大学, 岐阜大学 株式会社パスコ, 応用地質株式会社, 中央復建コンサルタンツ株式会社 近畿地方整備局道路部, 近畿道路メンテナンスセンター, 近畿技術事務所</p>
<p>プロジェクトの背景・目的(研究開始当初の背景、目標等)</p> <p>老朽化インフラ施設群を適切に管理していくための方法論としてアセットマネジメントが注目されている。特に、5年に一度の近接目視点検が義務化されたことから、膨大な点検ビッグデータが蓄積され、これを用いた統計的劣化予測技術、ベンチマーク分析、プロファイリング手法が実務的な課題を解決し、アセットマネジメントの実用化に大きく貢献してきた。また、目視点検の補完的役割を担う常時モニタリング技術および時系列解析を取り込んだ第二世代のアセットマネジメントも議論されている。しかし、近年のドローン技術や3次元計測技術の急速な発展によって、インフラ施設に対する膨大な点群データの取得が現実的な段階に達し、デジタルツイン、デジタルトランスフォーメーションの実現も現実味を帯びてきている。前述したように、第二世代のアセットマネジメントは第一世代と補完的關係をなすものであるが、第三世代のアセットマネジメントはパラダイムシフトをもたらすものである。具体的には、デジタルツインの実用化を見据え、3次元モデルとその履歴データに基づく4次元インフラマネジメントシステムを構築し、インフラ管理の高度化・効率化を達成する。</p>
<p>プロジェクトの研究内容(研究の方法・項目など)</p> <p>産官学の体制で研究プロジェクトを進める。具体的な研究内容は以下の通りである。</p> <p>(1)3次元モデルの作成と標準化</p> <p>舗装や斜面等の3次元データの計測方法、異常値除去(フィルタリング)、位置補正(レジストレーション)、3次元モデル生成(モデルベース識別、セグメンテーション→面データ)、という3次元モデル作成に関する一連の計測方法および処理方法の標準化について検討する。例えば、MMS(Mobile Mapping System)による点群データ、SfM(Structure from Motion)を用いた3次元化、地上設置型レーザースキャナーやドローンの併用による死角補間・補正およびデータ接合のための方法論の開発があげられる。</p> <p>(2)データベースとしての3次元モデルの活用</p> <p>3次元モデルをデータベースの基礎情報(プラットフォーム)として、①点検結果(損傷画像データ)、②点検困難箇所、③シミュレーション結果(劣化予測など)が自動的に可視化できるようなインターフェイス(情報選択のAI技術)を開発する。さらに、これらの情報を反映した3次元モデルを年度ごとにデジタルアーカイブ化し、履歴情報の蓄積とトレーサビリティの確保(プライベートブロックチェーン技術の援用)が可能なデータベースを開発する。</p> <p>(3)シミュレーション空間における3次元モデルの活用</p> <p>点群データ(悉皆データ)の差分解析による構造物の変状把握、異常検知(未経験の損傷(想定外リスク)も含めた早期検知)手法を開発する。また、3次元道路ネットワークモデルを試行的に作成するとともに、道路ネットワークとしての連続性を考慮したリスク分析(レジリエンス評価)のための方法論を開発し、道路管理の高度化・効率化を図る。</p> <p>以上の研究内容に対して、学は(これまでの研究プロジェクトの研究成果を活用しながら)劣化予測やプロファイリング、管理効率性評価、リスク分析など、プロジェクト全体を通してその根幹となる要素技術や方法論の開発に主体的に取り組む。官は分析対象となる橋梁や斜面などの選定や点検データ他の提供および方法論・解析結果に対する実務的観点からの示唆を与える。産はMMSによる点群データの計測、3次元モデル作成に関わる実働やノウハウ提供、学とともに一部プログラムの共同開発を行う。なお、産官学の体制は年度ごとの研究内容に応じて、柔軟にメンバーを追加する。研究会は2ヶ月に1回程度の頻度で開催する。</p>

※ 本様式は中間評価・事後評価を公表する際に、評価コメントと併せてホームページで公開します。

※ 本様式は成果報告書とともに、中間・事後評価の重要な判断材料となりますので、ポイントを整理し簡潔な表現とし、ポンチ絵などを用いてわかりやすく記述してください。

プロジェクト・研究成果の概要(2/2)

プロジェクトの研究成果の概要(図表・写真等を活用しわかりやすく記述)

(1)2 カ所の一般国道法面で MMS 点群データを取得するフィールド試験を行い、計測時の課題を抽出した。フィールド試験で取得した点群データ、近畿地方整備局が有する航空 LP データ、施工時図面を統合し 3 次元モデルを作成した。3 次元モデル作成には異常値除去や構造物分離等のデータ処理を行い、データ処理時の課題を抽出した(図-1)。3 次元モデル作成における計測方法および処理方法に関する課題は「3 次元点群データの道路土工構造物の維持管理への活用マニュアル(案)」という形で文書化した。マニュアルは点群データによる土工構造物の維持管理について計測の業務フロー、点群データの種類と計測手法、データを活用した災害リスク箇所の抽出等、一連の業務内容について参照できるものになっている。

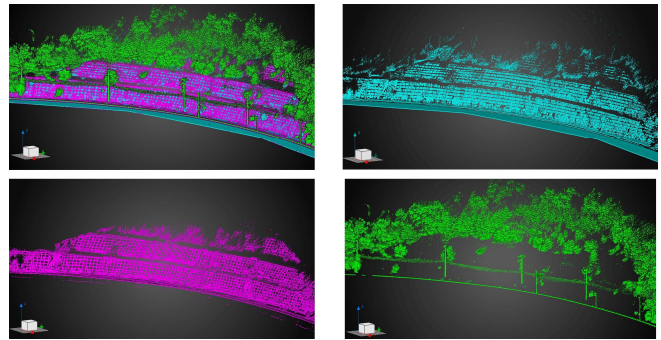


図-1 3次元モデルでのデータ処理

(2)開発した 3 次元モデルを基礎情報として、①点検結果(画像損傷データ)、②時系列解析結果(差分解析等)、③シミュレーション結果(劣化予測)、④常時モニタリング(センサー、画像 AI 診断)を可視化できるインターフェイスを 3 次元地質解析システム GEO-CRE(応用地質株式会社)上に作成した。これにより、これまで紙ベースで管理していた維持管理情報を 3D プラットフォームに蓄積し、優先的に補修や対策が必要となる箇所を決定することが可能となった。

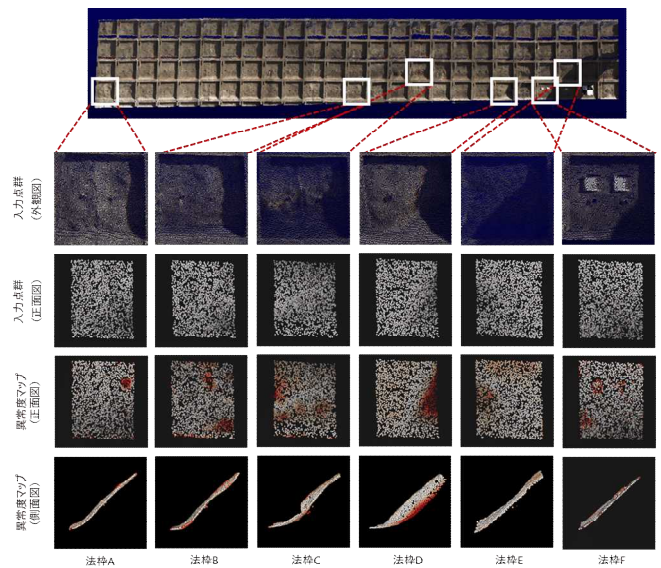


図-2 Point Auto Encoder による法枠異常検知

(3-1)斜面・法面を対象とする点群データを用いて、それらの局所的異常を検知する点群深層学習モデルを開発した。具体的には、異常検知に用いられる深層学習モデルである Auto Encoder に対して、点群データを直接入力として取り込めるように拡張し、異常度を算出する異常検知モデル(Point Auto Encoder)を提案した。実際の法面において MMS により取得された点群データに提案モデルを適用し、はらみ出しやねじれ、ゆがみのような部材の変形を検知可能であることを示した(図-2)。本研究の成果

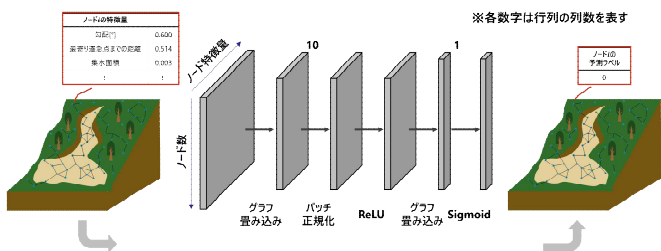


図-3 グラフニューラルネットモデル

をさらに発展させることにより、事前点群データを用いて正常な法枠点群を対象として異常検知モデルの学習を行い、事後点群データを用いて局所的異常を検知する方法論を提案した。このような方法論は、同じような寸法、形状、材質が繰り返し連続するという空間的同形性を持つような構造物や部材に対して適用可能である。

(3-2)斜面を対象とする点群データを用いた危険斜面のスクリーニング手法を提案した。具体的には、グラフに対する深層学習モデルであるグラフニューラルネットワークを用いて、斜面の LP 点群に対する崩壊予測モデルを作成し、XAI(Explainable AI)技術を用いて予測に重要なノード・特徴量を算出する手法を提案した(図-3)。実際の斜面において航空 LP により取得された点群データに提案モデルを適用し、危険斜面スクリーニングのための方法論を示した。

※ 本様式は中間評価・事後評価を公表する際に、評価コメントと併せてホームページで公開します。

※ 本様式は成果報告書とともに、中間・事後評価の重要な判断材料となりますので、ポイントを整理し簡潔な表現とし、ポンチ絵などを用いてわかりやすく記述してください。