

インフラ維持管理に深層学習技術を適用する際に考えるべきこと

八千代エンジニアリング株式会社 正会員 ○天方匡純, 藤井純一郎, 吉田龍人, 大久保順一, 安野貴人

1. はじめに

我が国の経済成長を支えた河川, 道路に代表される社会資本施設は, 今後, 本格的に維持管理フェーズを迎える. そして, 施設機能維持のための資本配分が不可欠となる. しかし, そのうちの人的資本は, 例えば, 鉱業・建設業就業者数の場合, 2017年の493万人から2040年の272万人まで200万人以上の減少が予測され, 現行の人的資本中心の維持管理サイクルでは適切な施設機能維持が難しい. そこで, まずは「作業効率化」を目指した人工知能(以下, AIと記す)等の新技術を取り込み, 人・紙中心の高コンテキスト管理からデジタル中心の合理的な低コンテキスト管理へ移行する必要がある. その後, デジタル資本化の恩恵となる情報共有, 組織改変, 意思決定プロセス改変等の付加価値向上が期待される. しかし, 現行の維持管理フローは人の作業を前提とし, 人とは作業特性の異なるAIによる直接代替が難しい場合がある. 業務の生産性/付加価値向上を狙う場合, AIに適した業務フロー改善が必要であることを示す.

2. 現在のAIの特性・威力

2019年度のAI技術, もっと言えば, 深層学習技術は, 自然言語処理分野での進歩が目立つ一年であった. それまで時系列の自然言語処理に利用されていた再帰型ニューラルネットワークからattention機構を持つtransformerブロックのネットワークに大きく舵を切り, 飛躍的な正解率向上を達成した. 代

表的なものはGoogle翻訳等に既に活用されているBERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers)¹⁾であり, 莫大な計算機資源を活用して学習を進め, 様々な自然言語処理分野(感情分析, 含意関係認識, 質疑応答, 意味等価性判別等)で利用することができる. 実際にGoogle翻訳を利用すると10頁程度の英語論文が数秒で和訳される. 当然, 奇妙な翻訳も存在するが, その大量瞬間処理に対する翻訳正解率は十分に満足するものである.

画像処理分野でも同様である. 現在, 筆者らが深層学習技術を適用する河川のコンクリート護岸のひび割れや目地の開きの画像検出²⁾では, デジカメ撮影画像に対して学習済みモデルを適用すると, 百メートル区間の劣化情報を15分程度で検出できる(図1). そして, その後の定量評価も可能となる(図2). 深層学習ネットワークのアウトプットは確率値であり, ベースとする画像条件により変動する不確定性のある情報である. しかし, 上記の短時間での大量情報取得は人作業では不可能であり, 従来土木の点検プロセスに存在しなかった情報取得方法である.

3. 従来の点検プロセス

河川のコンクリート護岸の状態を定量評価する目安値は, ひび割れや目地の開きの2mm幅のみである(他の欠損, 陥没・沈下等は劣化有無が分かれば良い). 人が点検する場合は, 2mm幅を目安とした選択的情報取得となり, 点検者が変わる, ひび割れ状況



図1 コンクリート護岸のひび割れ検出結果

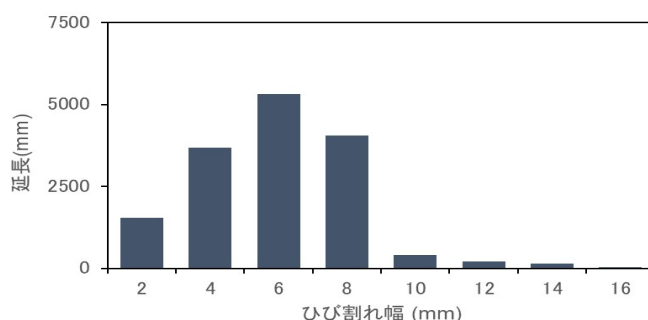


図2 ひび割れ幅の定量化

キーワード 深層学習, カメラ解像度, インフラ維持管理, 部分集合, 全体集合, 次世代土木技術

連絡先 〒111-8648 東京都台東区浅草橋 5-20-8 CSタワー 八千代エンジニアリング(株) TEL:03-5822-2862

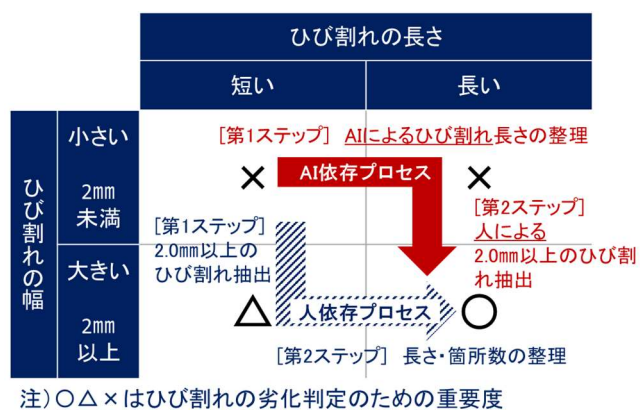


図3 点検ロジックの変更（質から量へ）

が変わる等に起因して継続観測は事実上不可能である。インフラ点検は社会資本の機能維持に関わる重要行為であるため、人による精密な点検が大前提であるが、社会資本施設の巨大さ・長大さ故に「情報を取捨選択する」ことで現実的作業量に落とし込まざるを得ない。その結果、実運用面で非合理的プロセスとなり、かつ、「情報を取捨選択する」としても人口減少局面では人海戦術に限界がある等から積極的な維持管理プロセスの改善が必要と考えられる。

4. 人とAI

維持管理プロセスの改善に当たり、AIの正解率も踏まえ、人とAIの協働により維持管理の質を確保しつつ、プロセスの効率化・付加価値向上を目指すべきである。人は点検精度を任意に調節できるが、膨大な情報量を一度に処理することは難しい。一方、AIの点検精度はモデル構築時に固定され、その後、柔軟に精度を変えられないが、そのモデルで大量情報処理が可能であり、人作業の数十倍、数百倍の効率化を可能とする。上記の通り、人とは異なるAIの特性もあり、人ありきのプロセスではAI適用が難しい場面が多々ある。しかし、人ありきのプロセスに拘らずAIありきで従来プロセスを変えることで、本来の管理目的を達することができる。同じことはPreferred Networksを率いる西川・岡野原の著書「Learn or Die」³⁾にも記載され、深層学習や強化学習がうまく機能するようにハードウェアを設計することが重要とされている。人が得意な領域とAIが得意な領域は異なるのである。

5. 点検ロジックの変更

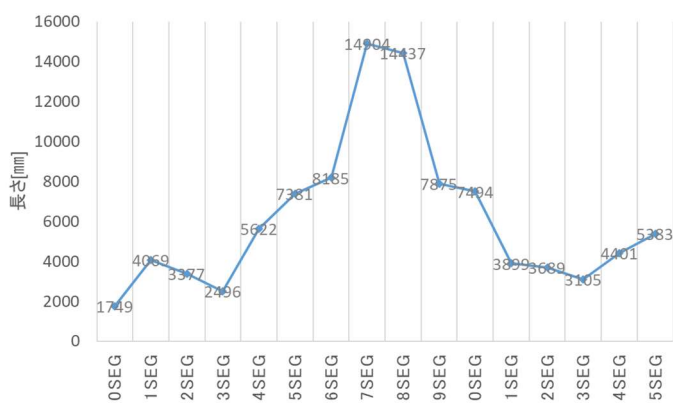


図4 区間毎ひび割れ累計長さによる優先度設定

河川のコンクリート護岸のひび割れ及び目地の開きに対して2mm幅を目安に優先区間を設定することを想定する。従来手法では、図3のとおり情報抜粋した2mm幅情報を積み上げ、その情報量の大小で優先区間を設定する。一方、幅の精度を気にしなければ（一般的なデジカメ解像度による現実的作業量を想定）、AIを用いて大量のひび割れ情報を入手でき、その情報量の大小で図4のとおり優先区間をフィルタリング出来る。その後、優先区間については人の目等で2mm幅状況を確認する。この結果、河川全体のひび割れ長さ、優先区間のひび割れ幅/長さの情報がデジタル化され、人の作業効率化だけでなく継続的維持管理が可能となる。

6. おわりに

深層学習技術の活用により土木に必要な全体集合情報を画像から入手できるようになり、技術者が情報選択する不確定性を残す部分集合情報からの意思決定プロセスを脱却することが可能となった。AI特性に寄せた意思決定プロセスの確立が急務である。

参考文献

- 1) Jacob Devlin, Ming-Wei Chang, Kenton Lee, Kristina Toutanova: BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding, arXiv:1810.04805v2, 2019.
- 2) 天方匡純, 吉田武司, 藤井純一郎: 深層学習方式を活用した河川のコンクリート護岸の劣化領域抽出, 土木学会第73回年次学術講演会, CS10-009, 2018.
- 3) 西川徹, 岡野原大輔: Learn or Die, KADOKAWA, p. 199, 2020.