

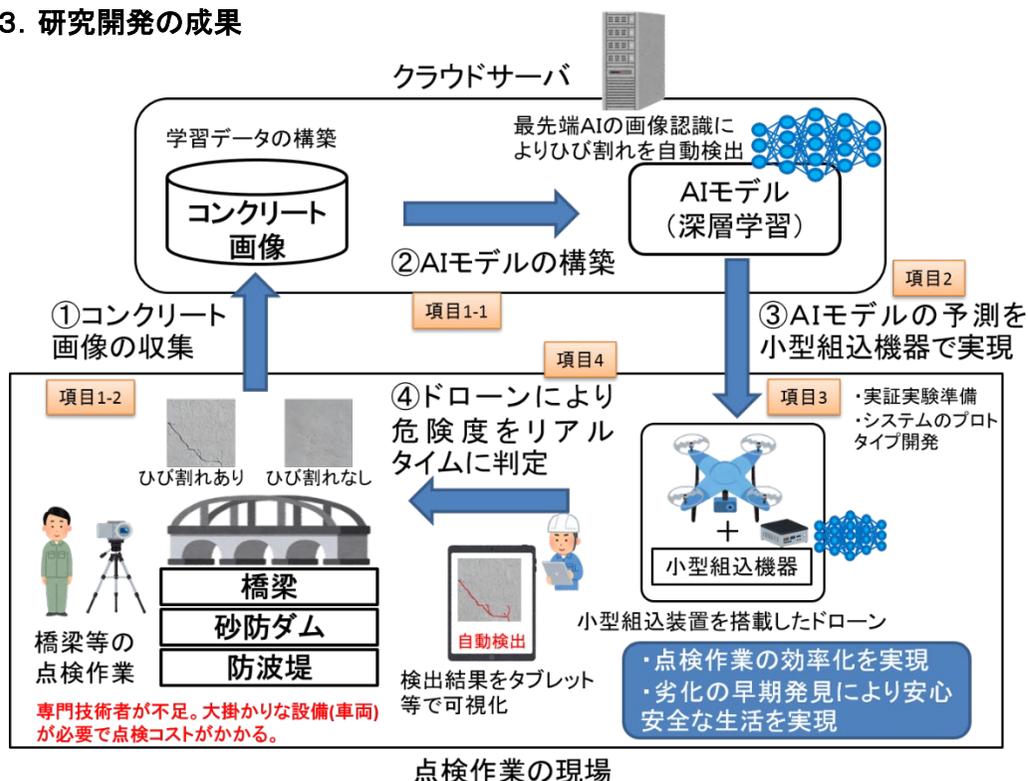
1. 研究課題・受託者・研究開発期間・研究開発予算

- ◆研究開発課題名 : データ連携・利活用による地域課題解決のための実証型研究開発(第2回)
- ◆副題 : 構造適応型深層学習によるコンクリート構造物のひび割れ検出とドローンを活用したリアルタイム検出・可視化システムの開発
- ◆実施機関 : 公立大学法人県立広島大学、三井共同建設コンサルタント株式会社
- ◆研究開発期間 : 令和元年度～令和2年度(2年間)
- ◆研究開発予算 : 総額18百万円(令和2年度9百万)

2. 研究開発の目標

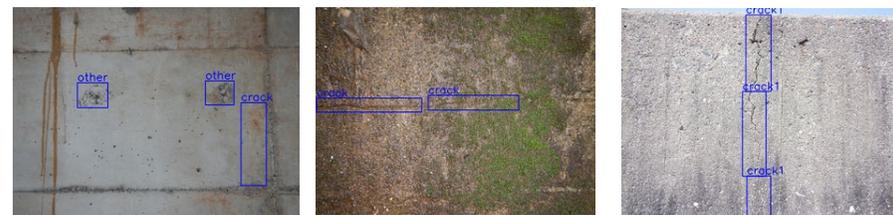
平成30年7月の豪雨災害によって、広島県では土石流・土砂崩れが多数発生し、砂防ダムや橋梁が破壊、道路が寸断される等の甚大な被害が生じた。コンクリート構造物の劣化・老朽化に関する点検が求められているが、作業工程の複雑さや人材不足等により実現が遅れている。本研究は、コンクリートの表面状態を撮影し、ひび割れ等による劣化や破損状態を自動検出し、危険度を判定する、ドローン搭載型深層学習組み込み装置を開発する。データをクラウドに収集すると同時に、現場でリアルタイムに危険度判定を可視化するタブレットシステムを開発する。広島や関東で実証実験を行いながら、撮影角度や距離情報を考慮した危険度自動判定を実現する。

3. 研究開発の成果



研究開発項目1: 構造適応型深層学習による学習・検出システムの研究開発

- ・項目1-1: 県立広島大学で独自開発した構造適応型深層学習手法を用いて、コンクリート表面の画像からひび割れ等の損傷を判定する深層学習システムを開発した。オープンデータSDNET2018や項目1-2で収集した国内のコンクリート画像を用いて評価し、既存の深層学習手法より高い性能が得られた。
- ・項目1-2: 国内の橋梁施設等からコンクリート画像を収集し、評価した。

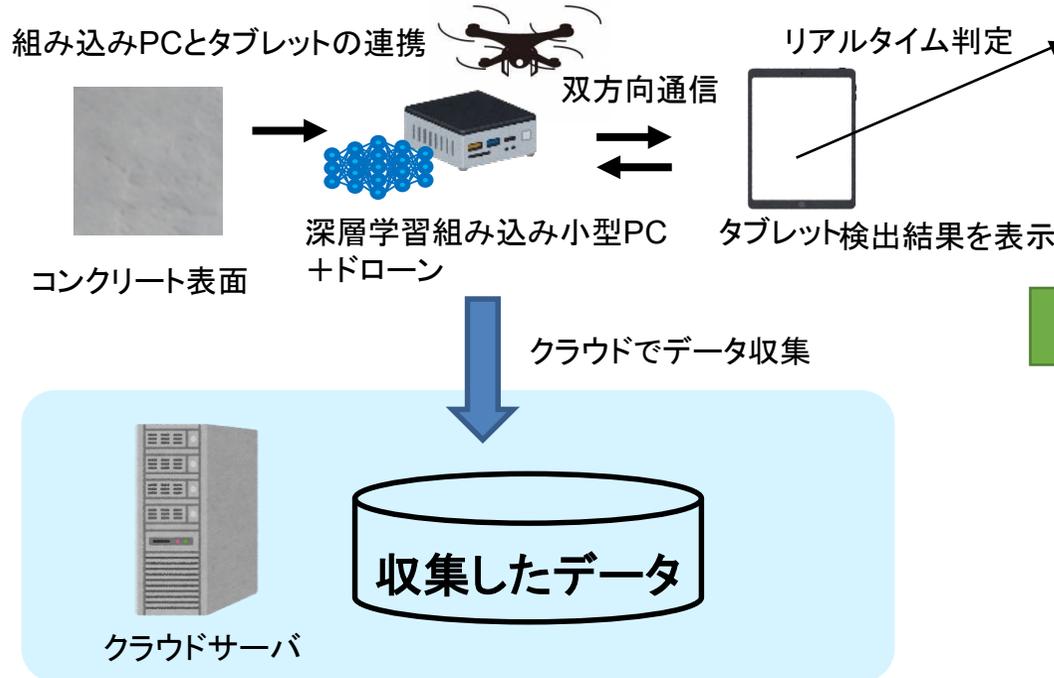


研究開発項目2: 組み込みPCでの検出システムの高速化

- 研究開発項目1で開発した深層学習モデルをGPUが搭載された小型PCに組み込み、ひび割れを高速に検出可能な推論システムを開発した。

研究開発項目3:ドローンによる実証実験

- ・項目3-1:2020年度においてドローンを用いた実証実験を開始するため、橋梁、砂防ダム、湾岸施設を所有する自治体(広島県)との連携体制を構築した。
- ・項目3-2:ドローンや組み込みシステムにより収集されたコンクリート画像等を暗号化した上でネットワーク送信し、クラウド上で保存するLinuxサーバを構築した。
- ・項目3-3:研究開発項目1,2で構築した深層学習モデルから出力される検出結果をタブレット端末上で可視化するインターフェースのプロトタイプを開発した。
- ・項目3-4:ドローンに組み込みPCを搭載させ、飛行可能な機器試作を行った。
- ・項目3-5・6:開発したシステムを組み合わせ、組み込みPCとドローンを用いてリアルタイムにデータを収集しながら、自動でひび割れを検出し、タブレット上で可視化するシステムを開発した。
- ・項目3-7:Pythonで開発したプログラムをC言語環境に変換し、組み込みボード上で高速に推論できるようモデルを改良した。

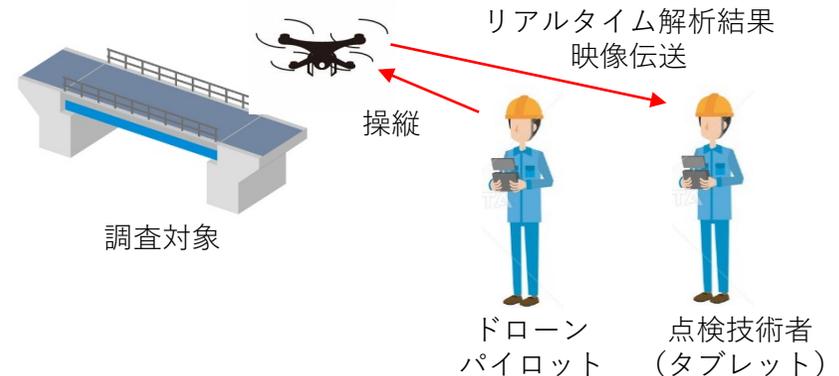


研究開発項目4:構造適応型深層学習による学習・検出システムの研究開発

- ・項目4-1:ドローンによるリアルタイム検出・可視化システムの実証実験を行った。実験の結果、組み込みPCを搭載したドローン飛行中に専門家が発見したひび割れを検出することができた。
- ・項目4-2:蓄積されたデータに応じて、自動で学習モデルを更新するシステムを開発した。
- ・項目4-3:研究開発項目1で構築した深層学習モデルに対して、知識獲得を行い、モデルの軽量化を行った。この成果により、組み込みボードにおいて、リアルタイム検出(30FPS)が可能となった。



現場操作のイメージ



* 研究開発項目1-1~3-3までは令和元年度の成果。

4. 特許出願、論文発表等、及びトピックス

国内出願	外国出願	研究論文	その他研究発表	標準化提案	プレスリリース 報道	展示会	受賞・表彰
0 (0)	0 (0)	1 (1)	22 (13)	0 (0)	7 (1)	0 (0)	3 (2)

※成果数は累計件数、()内は当該年度の件数です。

(1) SSI 2019で最優秀論文賞受賞
 11月23～25日に千葉大学で行われた学会SSI2019に提出した論文「SDNET2018 コンクリート構造物画像データセットを用いたひび割れ検出構造適応型深層学習システム」で最優秀論文賞を受賞した。論文内容は、研究開発項目1-1において開発している構造適応型深層学習を、オープンデータSDNETを用いて性能評価したものである。複数のコンクリート構造物に対して、95.3%の分類精度を示し、既存の深層学習手法よりも高い性能を示した。

(2) 広島テックベンチャーコンテストにエントリー。企業賞受賞。
 研究シーズを発掘・育成し、社会実装を目指したプログラム(株式会社リバネス主催)において、「ドローンを用いたコンクリート構造物ひび割れ検出システム」というタイトルでエントリーした。書類審査の結果、ファイナリストに選出され、2021年2月20日の最終グランプリでは、プレゼンの結果、企業賞を受賞した。目視による点検作業をドローンにより高い精度で検出可能な技術が評価された。今後、ドローン企業や協会と連携し、社会実装を検討することとなった。



2021年2月20日,株式会社リバネス主催,
 第1回広島テックプランングランプリ
<https://techplanter.com/2021/02/22/hiroshima2020-report-1/>

5. 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

本研究開発により、ドローンによるひび割れのリアルタイム検出の実証を行い、社会実装の実現可能性があることが分かった。一方、実証実験の中で、ドローンの飛行において、1)風の影響等により、振動が生じ、画像がぶれる、2)高架下等、GPSを取得できない場所があり、ドローンの操縦が不可になる、3)対象物との衝突を防ぐため、一定の距離以上は接近できない。対象物により近づくことでより詳細な特徴を抽出できるが、熟練の操縦士でも難しい技術である。このため、機体のぶれに応じたカメラの向き等の自動制御の技術を開発予定であり、現在このためのデータを収集している。今後は、ドローン協会や操縦支援企業と連携し、実証実験を重ねるとともに、実際の業務に基づいた検証を行い、社会実装、特許出願を進めていく予定である。出願した特許をもとに、ベンチャー企業の設立を検討している。開発した深層学習モデルは、コンクリートひび割れ以外にも適用可能であり、例えば、医療画像の診断支援システム、農業における農薬散布、イノシシ等の鳥獣害対策等があり、土木以外の他分野での利活用を検討する。

なお、本研究では、コンクリート構造物のひび割れ検出のため、ドローン等によりコンクリート表面の画像を収集するが、当該分野の研究開発を促進可能とするため、研究開発終了後には、収集されたデータを精査し、データの利用条件を定め、大学および公的研究機関の研究者を対象とした人工知能のデータセットとして公開する予定である。