

令和元年度研究開発成果概要書

採 択 番 号 : 21405
 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

(1) 研究開発の目的

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。

(2) 研究開発期間

令和元年度から令和2年度 (2年間)

(3) 実施機関

公立大学法人県立広島大学<代表研究者>
 三井共同建設コンサルタント株式会社

(4) 研究開発予算 (契約額)

総額 18 百万円 (令和元年度 10 百万円)
 ※百万円未満切り上げ

(5) 研究開発項目と担当

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
 1-1 : コンクリートひび割れ検出システムの開発 (公立大学法人県立広島大学)
 1-2 : コンクリートひび割れ画像データの収集・構築 (三井共同建設
 コンサルタント株式会社)
 研究開発項目2 : 組み込みPCでの検出システムの高速化 (公立大学法人県立広島大学)
 研究開発項目3 : ドローンによる実証実験
 3-1 : 実証実験フィールドの構築準備 (三井共同建設コンサルタント株式会社)
 3-2 : NICT クラウドを使用したデータ収集 (公立大学法人県立広島大学)
 3-3 : タブレットでの可視化システムの開発 (公立大学法人県立広島大学)

(6) 特許出願、外部発表等

		累計 (件)	当該年度 (件)
特許出願	国内出願	0	0
	外国出願	0	0
外部発表等	研究論文	0	0
	その他研究発表	9	9
	標準化提案	0	0
	プレスリリース・報道	6	6
	展示会	0	0
	受賞・表彰	1	1

(7) 具体的な実施内容と成果

令和元年度では、県立広島大学が深層学習によるコンクリートひび割れ検出システムを構築し、三井共同建設コンサルタントがコンクリート画像のデータ収集や検出システムの性能評価を行い、来年度予定している実証実験のための連携体制の構築を行った。

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

- 1-1：鎌田、市村が開発している構造適応型深層学習を用いて、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。構造適応型深層学習は、深層学習のネットワーク構造を入力データの特徴に応じて学習中に自動で求める手法で、これまでに大規模ベンチマーク画像データセットを用いた分類において高い精度を示している。本研究では、当該手法をコンクリート表面のひび割れ検出に応用した。オープンデータ SDNET2018 を用いて性能評価したところ、3種類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。分類できなかった事例については、専門家が判定したところ、単純なシステムの誤判定というよりも、ひび割れ以外のしみによる劣化・損傷、チョーキング作業によって残った線、また与えられたラベル付けが誤っているもの、また国際的な判定基準の違いが原因と考えられるもの等、専門家であっても判定が難しいものが含まれていた。これらの分析結果をもとに、チューニングを行い、SDNET2018 に対しては 99.4%の精度をもつ検出システムを構築することができた。さらに、深層学習の出力結果を意図的に騙す敵対的サンプルに対応可能な構造適応型深層学習法の開発が必要であり、理論的な研究を進めた。
- 1-2：研究開発項目1-1の深層学習モデルの開発のために、国内においてコンクリート画像のデータ収集を行った。研究開発項目3ではドローンを用いたデータ収集を行う予定であるが、撮影角度や対象物との距離などの条件を検討するため、デジタルカメラを用いて画像を収集した。これまでに、広島県、関東の橋梁施設から約700個の画像データを収集した。多様なデータに対する検出システムの構築を予定しているため、来年度についても継続的にデータを収集する予定である。また、研究開発項目1-1で得られたSDNET2018に対する結果に対して、専門家の観点から評価した(再掲)。

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、コンクリートのひび割れを高速に検出可能な推論システムを開発した。ここでは、組み込みPCとして、NVIDIA社製のJetson Nano及びJetson AGX Xavierを用いて、それぞれの計算速度、重量、バッテリー消費時間等について調査した。令和2年度では、この調査結果をもとに、ドローンを選定し、ドローンに組み込みPCを搭載したリアルタイム検出システムを開発し、実証実験を行う。

研究開発項目3：ドローンによる実証実験

- 3-1：研究開発項目1, 2で得られた成果をもとに、令和2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(広島県庁)との連携体制を構築した。令和2年度では、提供いただいたフィールドにおいて実証実験を実施する。
- 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サーバのプロトタイプシステムを構築した。令和2年度は、実証実験として情報通信研究機構の総合テストベッドJOSEのクラウドサーバに接続したシステムを開発する。
- 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等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。組み込みシステムとタブレット端末上をWi-Fiで接続し、双方向にデータを送受信し、可視化を行うことが可能であることを確認した。