

令和2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2年度 9百万円）
 ※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3：ドローンによる実証実験

- 3-4：実証実験フィールドの構築（三井共同建設コンサルタント株式会社）
- 3-5：リアルタイムデータ収集・検出・可視化システムの開発（公立大学法人県立広島大学）
- 3-6：リアルタイムデータ収集・検出・可視化システムの開発（三井共同建設
 コンサルタント株式会社）
- 3-7：組み込みPCにおける深層学習システムの高速度化（公立大学法人県立広島大学）

研究開発項目4：集積データによる学習・検出システムの高精度化

- 4-1：システムの検証と改良（公立大学法人県立広島大学）
- 4-2：新たに集積されたデータに対する学習装置の自動更新（公立大学法人県立広島大学）
- 4-3：学習済深層学習装置からの検出のための知識獲得（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	1	1
	その他研究発表	22	13
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	7	1

	展示会	0	0
	受賞・表彰	3	2

(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のプロトタイプを構築し、三井共同建設コンサルタントが実証実験フィールドの構築を行った。令和2年度では、令和元年度の成果をもとに、システムを改良し、ドローンを用いた実証実験を行った。

研究開発項目3：ドローンによる実証実験

- 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。また、国内の橋梁、砂防ダム、港湾施設に関するコンクリート画像を次の通り収集し、機械学習・深層学習のための画像データセットの構築を行った。
- 3-5, 3-6：研究開発項目3-2, 3-3で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。
- 3-7：3-4で収集した国内の画像データセットに対して、1-1の深層学習モデルを用いて評価した結果、98%以上の精度でひび割れやその他の劣化を検出でき、実用に耐えうる精度であることが分かった。本モデルを組み込みPCに搭載させ、研究開発項目4においてドローンを用いた実証実験を行った。

研究開発項目4：集積データによる学習・検出システムの高精度化

- 4-1：これまでの研究成果を用いて、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広島で行った。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。特に、コンクリートのつなぎ目等、ひび割れに類似した特徴に対して誤検出はなく、専門家からは非常に性能が高いと評価を受けた。
- 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。本来は、開発したシステムを用いて実証実験を重ね、システムを改良しながら特許出願を行う予定であったが、コロナの影響により研究ができなかったため、来年度実施することとした。
- 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 Nvidia Jetson NX において、30FPSの速度によるリアルタイム検出が可能となった。

(8) 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、ドローンの飛行には次のような制約があることが分かった。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定を検討している。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。