

## 令和2年度研究開発成果概要書

採 択 番 号        20010  
 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  
 副        題        スマート自転車とオープンデータを活用した道路インフラ維持システム

## (1) 研究開発の目的

近年、世界中で、インフラの老朽化や自然災害に対する危機感が高まっている。これを受け、専用の計測機器を積んだ自動車による道路面の調査や、ドローンやセンサーによる建造物の調査が進められている。一方、災害時の移動手段として自転車が見直されると共に、自動車と同様のトレンドとして、自転車の電動化（eバイク）の進展が見込まれている。実際、eバイクの市場成長率は16%/年を超えると言われ、2025年には、自転車販売台数の1割をeバイクが占めると見込まれている。

そこで本研究開発課題では、自転車を用いた道路インフラ維持管理システムのプロトタイプ作成を試みる。プラットフォームとして市販の電動アシスト自転車を想定し、スマートフォン、および、スマートフォンの省電力化を図るための専用カメラと演算器を格納したスマート自転車の試作を行う。また、撮影した路面画像はネットワーク（3G、LTE、将来的には5G）を介してクラウドに転送し、クラウドでは深層学習を活用した道路インフラ管理用途の画像処理を実行する。具体的な画像処理としては、道路損傷個所の検出、段差の検出、路上廃棄物の検出などを想定する。また、4K/8K解像度の映像伝送を可能とする今後の5G網の普及を想定し、2K解像度までの低解像度画像に加え、4K解像度の高解像度画像による検出率の改善効果の検証を行う。最終的には実証実験を実施し、本研究開発課題の有効性を示すとともに、企業と連携しつつ、自動車による道路インフラ維持システムとの統合を図る。

## (2) 研究開発期間

平成30年度から令和2年度（3年間）

## (3) 実施機関

学校法人早稲田大学<代表研究者>

## (4) 研究開発予算（契約額）

総額 30 百万円（令和2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： スマート自転車の開発

- |                   |         |
|-------------------|---------|
| 1. システム設計と消費電力評価  | (早稲田大学) |
| 2. 自転車マウントホルダーの設計 | (早稲田大学) |
| 3. スマート自転車の試作と評価  | (早稲田大学) |

研究開発項目2： 道路インフラ維持用画像処理の開発

- |                   |         |
|-------------------|---------|
| 1. 道路損傷個所検出の開発と評価 | (早稲田大学) |
| 2. 段差検出の開発と評価     | (早稲田大学) |
| 3. 廃棄物検出の開発と評価    | (早稲田大学) |
| 4. 高精細画像処理の開発と評価  | (早稲田大学) |

研究開発項目3： 実証実験

- |               |         |
|---------------|---------|
| 1. 実証実験の準備    | (早稲田大学) |
| 2. 実証実験の実施と評価 | (早稲田大学) |

## (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	22	8
	標準化提案・採択	0	0
	プレスリリース・報道	0	0
	展示会	2	1
	受賞・表彰	0	0

## (7) 具体的な実施内容と成果

### 研究開発項目1：スマート自転車の開発

#### 1. システム設計と消費電力評価

- 画像圧縮率と人物検出精度の関係の評価、複数の深層学習モデルの切り替えとそれらの処理時間の記録、360度画像への対応強化等、クラウドシステムで動作するサーバソフトウェアの機能拡張を行った。圧縮率を上げるとアップロード時間と通信消費電力を下げられるが、トレードオフとして人物検出精度は劣化する。端末や深層学習モデル毎に、画像処理の演算時間は変化する。これらの影響を定量評価することにより、今後の精緻なシステム設計を可能とした。

#### 3. スマート自転車の試作と評価

- 平成30年度に購入した2台に加え、3台のスマート自転車を追加でレンタルした。コロナ禍で制約は大きかったものの、画像収集実験に使用した。

### 研究開発項目2：道路インフラ維持用画像処理の開発

#### 1. 道路損傷箇所検出の開発と評価

- 現在主流のバウンディングボックス方式とは別に、U-Netを用いた独自のセグメンテーション方式の開発を進めた。バウンディングボックス方式よりも粒度の細かい損傷箇所検出を実現すると共に、研究成果を国際学会で発表した。
- バウンディングボックス方式の開発も行い、IEEE BigData 2020で開催された道路損傷箇所検出に関するコンペティションに参加した。順位は32位だったが、ベースライン方式に対する1割以上の性能改善を実現した。

#### 2. 段差検出の開発と評価

- 3D点群データのセマンティックセグメンテーションを使用し、3D-LiDARを用いた段差検出の基本検討を進めた。オープンデータを使用した実験結果として、段差検出が可能である見通しを得た。

#### 4. 高精細画像処理の開発と評価

- 4K解像度の360度画像を対象に、人物検出、距離推定、角度推定を行い、歩行者レーダマップと歩行者密度ヒートマップを出力する歩行者密度推定方式の開発を進めた。バウンディングボックス推定、ぼけ推定、人物特徴推定を組み合わせた独自方式を提案し、研究成果を国際学会に投稿した（査読結果待ち）。

### 研究開発項目3：実証実験

#### 1. 実証実験の準備

- 自治体および企業と本研究開発に関する情報交換を行った。

#### 2. 実証実験の実施と評価

- 新型コロナの影響は少なからずあったものの、新宿区（大学周辺）と杉並区において道路損傷画像と360度画像の収集を行った。それらの画像はクラウドシステムに格納すると共に画像処理実験に使用した。

(8) 研究開発成果の展開・普及等に向けた計画・展望

- 本研究開発で取得し、アノテーションを行った画像群に関して、顔画像や車両のナンバープレートをぼかすなどのプライバシー保護を施した上で、オープンデータとして公開することを検討している。合わせて、本研究開発で開発したツール群に関して、オープンソースによる公開を検討している。
- 国際会議 IEEE BigData 2020 において開催された道路損傷箇所検出に関わるコンペティション Global Road Damage Detection Challenge に、今後も継続的に参加を行い、上位進出を目指す。
- 本研究開発に関係する物体検出、距離推定、点群セグメンテーションの SOTA (state of the art) は頻繁に更新されており、本研究開発終了後も継続的に調査を行うと共に、独自手法の開発を進める。
- 本研究開発終了後も、関連する研究開発テーマで国内外の学会、展示会、Web ページを通じた研究成果の発信を継続し、企業、自治体との連携を強めると共に、企業との共同研究申請の検討を進める。
- エンドホスト（本研究開発の場合は自転車）とクラウドシステムの通信手順、データフォーマット、API 等に関して、スマートシティ等の国際標準化への貢献を検討する。