

# 機械学習とスマートフォンを用いた道路の損傷画像のリアルタイム検出と維持管理基準の生成

前田紘弥（東京大学工学系研究科社会基盤学専攻修士2年）、  
関本義秀、瀬戸寿一、檜山武浩、小俣博

## 1. 背景

- インフラ維持管理における財源・専門家不足
- スマートフォンの高性能化、深層学習の進歩

1. スマートフォンで道路路面の損傷を検出できないか？

財源不足に対応！

2. 自治体ごとの維持管理基準を定量化できないか？

専門家不足に対応！

## 2. 研究の全体像

運用を継続する中で日々賢くなる仕組みとなっている

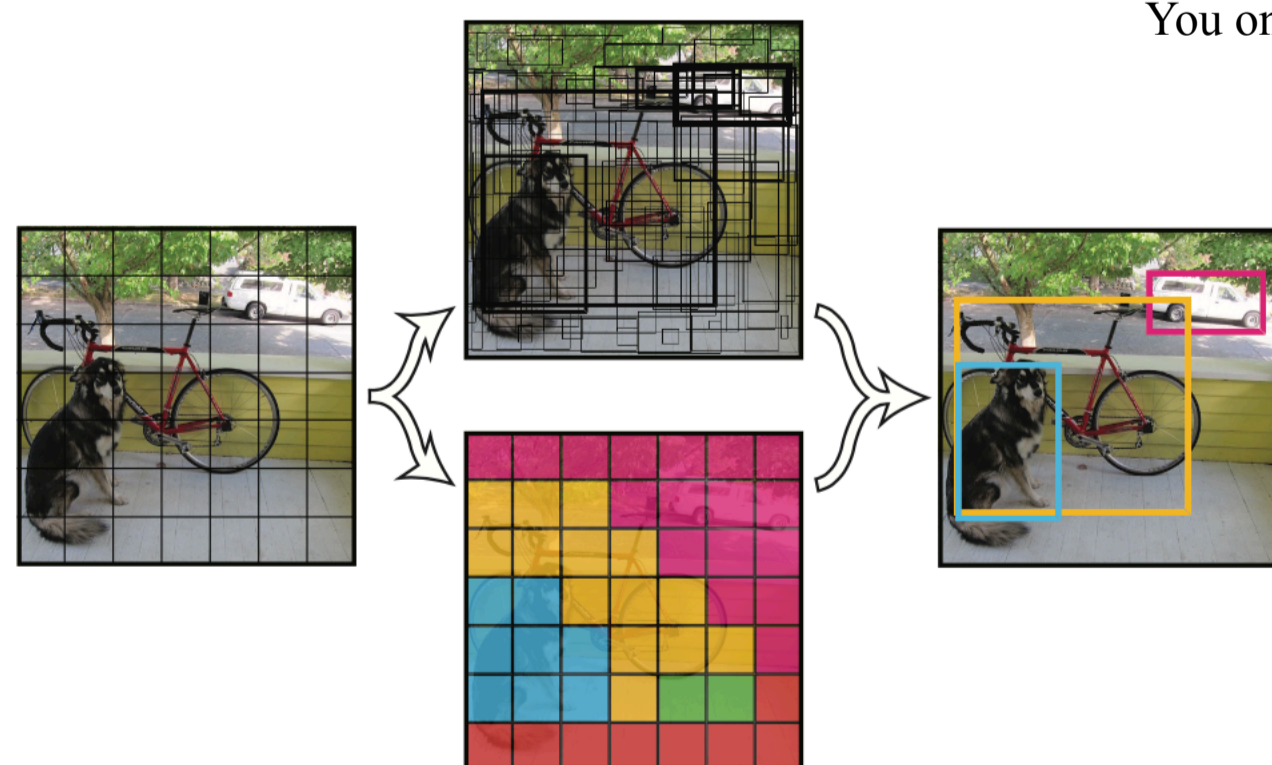


インフラ点検のフレームワーク。A) 車載スマートフォンで路面損傷を検出する、B) サーバーにアップロードされた各自治体の損傷画像が位置情報を元に道路統計情報とマッチング、C) webツールを用いて自治体道路管理専門家が、スマートフォンが示した損傷候補画像を精査、D) モデルを深層学習で再度学習

## 3. 手法

1. 損傷検出モデルを学習させるために、Yolo※を採用した

※Redmon, J., Divvala, S., Girshick, R., Farhadi, A.  
You only look once: unified real-time object detection., CVPR (2016)



Yoloは画像を複数に分割し学習を行う

深層学習を用いた物体検出手法の中で、判定精度が高く処理速度が速いのが特徴

2. 維持管理基準を定量化のため、RandomForestを用いた

$$I(t) = \sum_{i=1}^k \sum_{i \neq j} P(C_i|t)P(C_j|t) = \sum_{i=1}^k \sum_{i \neq j} P(C_i|t)P(1 - C_i|t) = 1 - \sum_{i=1}^k P(C_i|t)^2$$

Gini係数I(t)の減少量を見ることで、特徴量の重要度を定量化できる

## 4. 実験

6つの自治体において、二段階の実験をした

- ① 千葉市内の道路500kmを車載スマホで動画撮影、教師データ1,500枚を得た
- ② 国内6つの自治体で実証実験を行い、新たな教師データ30,000枚を得た
- ③ webツールを用いて、道路管理者による損傷箇所に対する対応データを得た



教師データ(損傷あり)例

## 5. 結果

結果1

運用を継続する中で判定精度が向上することを実証した

a) 1st Stage Experiment

Details of Training Images by Road Manager

Cities of Study	# of Images
Site1 (Adachi Ward)	0 (0)
Site2 (Muroan City)	0 (0)
Site3 (Ichihara City)	0 (0)
Site4 (Konan Ward)	0 (0)
Site5 (Chiba City)	1,514 (514)
Site6 (Nagakute City)	0 (0)
Total	1,514 (514)

※Total Images (Damaged Images)

Evaluation in Site0

		Smartphone Judgement (Predicted)	
		Damage	No Damage
Actual	Damage	13	45
	No Damage	14	198
Precision		0.48	
Recall		0.22	

b) 2nd Stage Experiment

Details of Training Images by Road Manager

Cities of Study	# of Images
Site1 (Adachi Ward)	4,460 (291)
Site2 (Muroan City)	9,200 (362)
Site3 (Ichihara City)	2,544 (150)
Site4 (Konan Ward)	9,055 (396)
Site5 (Chiba City)	1,984 (382)
Site6 (Nagakute City)	1,696 (70)
Total	28,939 (1,651)

※Total Images (Damaged Images)

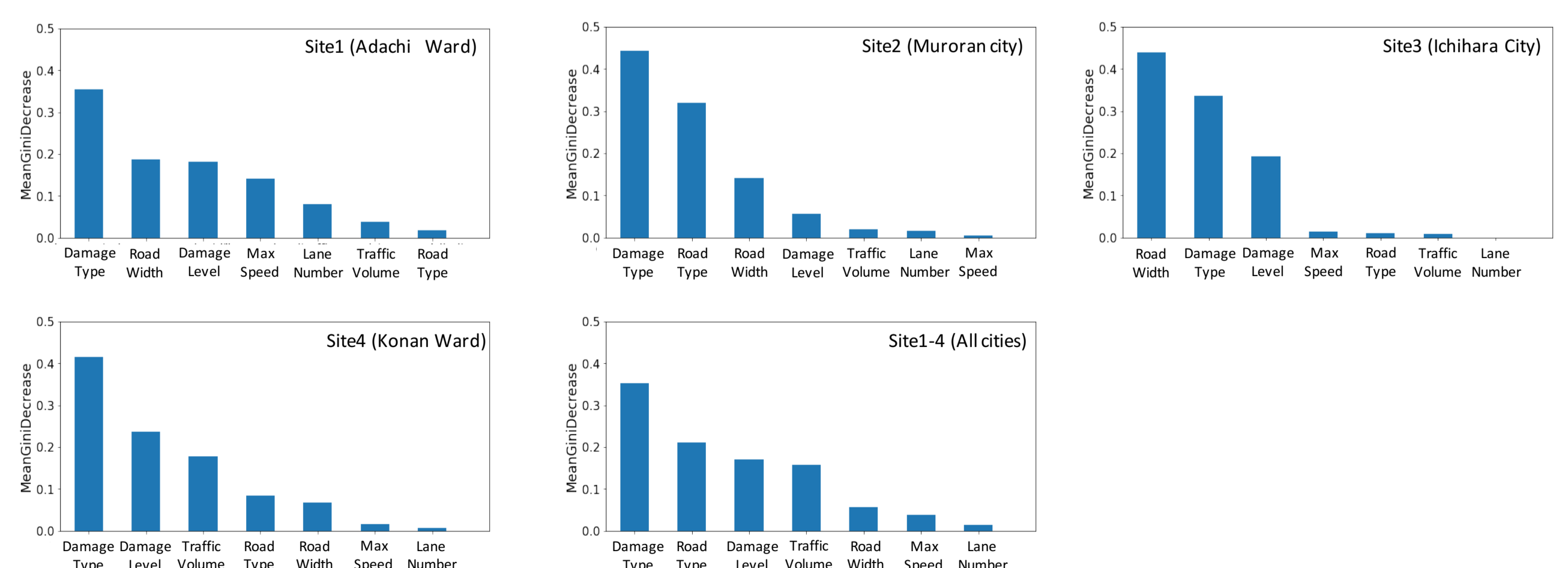
Evaluation in Site0

		Smartphone Judgement (Predicted)	
		Damage	No Damage
Actual	Damage	49	6
	No Damage	8	183
Precision		0.85	
Recall		0.89	

大幅な改善！！

結果2

自治体ごとの修繕意思決定に重要な特徴量を定量化した



ランダムフォレスト法において、Gini係数の減少量の大きさから、意思決定に重要な特徴量を定量化した結果、多くの自治体で『損傷種類』が意思決定にとって重要であることが明らかになった