

自転車ユーザ参加型路面画像センシングによる 点字ブロック配置情報の収集手法の検討

松田 悠斗[†], 松田 裕貴^{†‡}

[†]岡山大学 [‡]理化学研究所革新知能統合研究センター

研究背景 · 目的



研究背景

点字ブロックの維持管理体制の課題

徒歩・車両での目視点検が主流
→ 広範囲・定期的な点検は困難

(e.g.) 点字ブロックの点検頻度調査 [1]

- ・ 国道事務所 (東京) : 1kmを2日に1回
(総延長約164kmのうち)
- ・ 地方公共団体A : 年1回 or 不定期

[1] 総務省関東管区行政評価局. 視覚障害者誘導用ブロックの維持管理等に関する調査. https://www.soumu.go.jp/main_content/000547116.pdf

各地に劣化した点字ブロックが点在
(e.g.) 沖縄県で**341件**の不備報告 [2]



[2] 総務省行政相談センター. 視覚障害者誘導用ブロック等の適切な設置及び維持管理について. https://www.soumu.go.jp/main_content/000901010.pdf



関連研究

点字ブロックの検出・情報収集に関する研究

参加型GISにより調査した
点字ブロックの敷設状況等を
地図上で一元管理 [3][4]



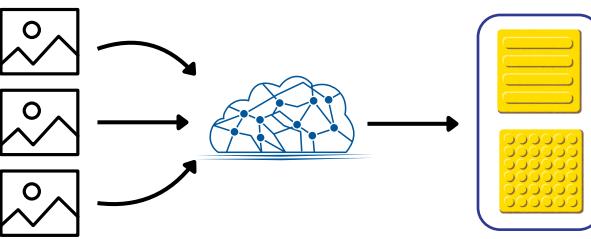
ボランティアによる歩行調査

マッピング

[3] 田中. 東京都北区における参加型GISによる視覚障害者誘導用ブロックの地理情報データベース構築. 日本地理学会発表要旨集, 2017.

[4] <https://www.kotonavi.jp/tenjiview/intro.php>

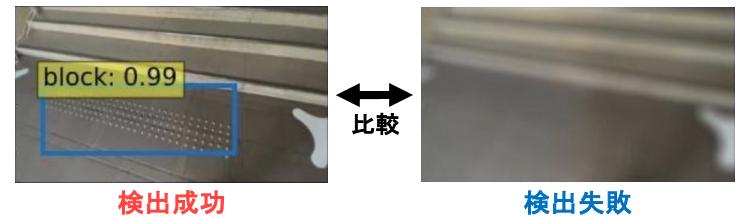
画像認識 (YOLO, FCN)により
点字ブロックを検出 [5][6]



[5] Chengyi et al. Tactile Paving Recognition Method Based on Improved YOLOv7. Journal of Electronic Research and Application, 2024.

[6] 若松ら. 点字ブロック領域・種別識別による視覚障がい者支援システムに関する研究. 第82回全国大会講演論文集, Vol. 2020, No. 1, 2020.

平滑化フィルタで弱視者の視界を再現
処理前後の画像認識結果の差から
弱視者が識別困難なブロックを検出 [7]



検出成功

検出失敗

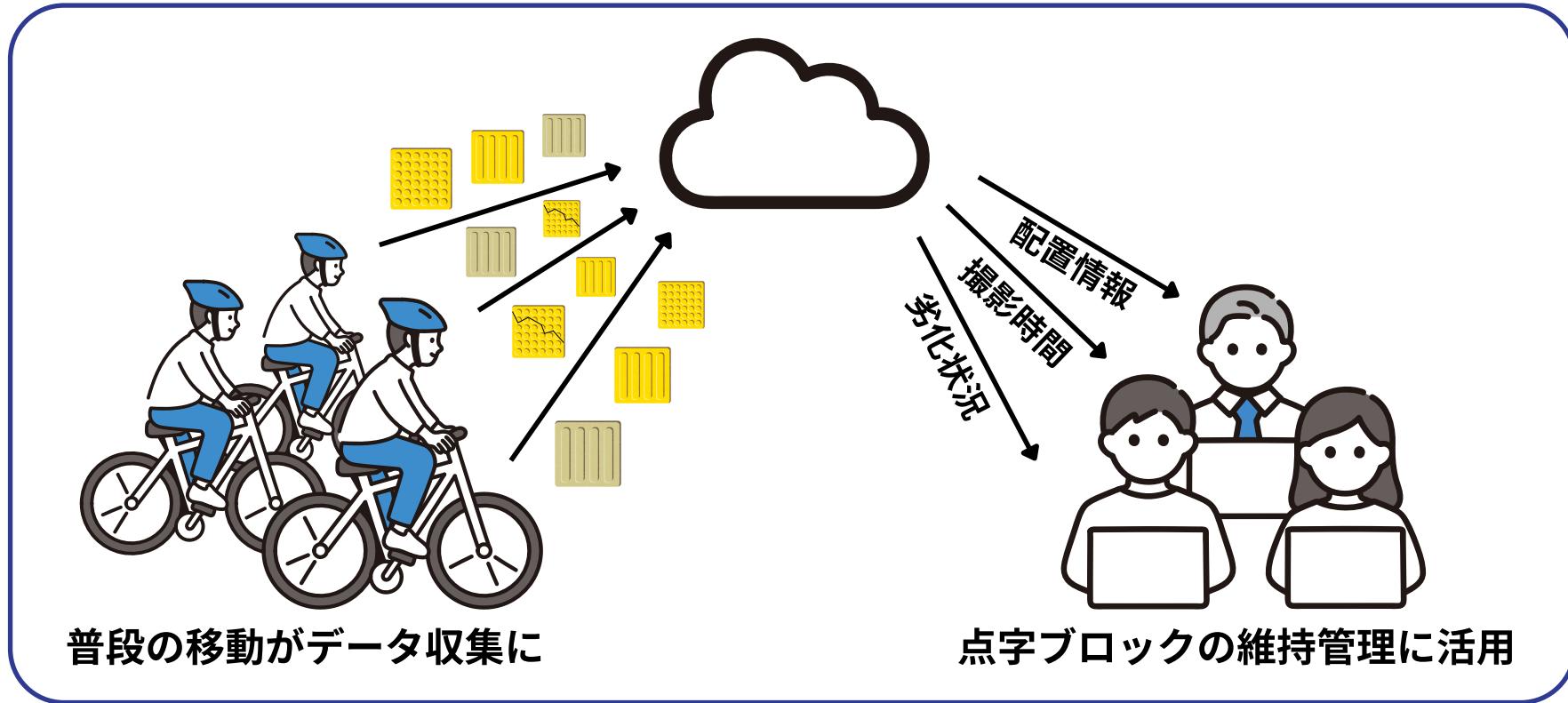
[7] 土岐田ら. 視覚障害者誘導用ブロックの識別のしやすさを推定する手法の基礎検討. 情報処理学会インタラクション2023 論文集, 2023

依然として効率的なデータ収集手法に課題が残る



研究目的

自転車を用いたユーザ参加型点字ブロック自動点検システムの構築



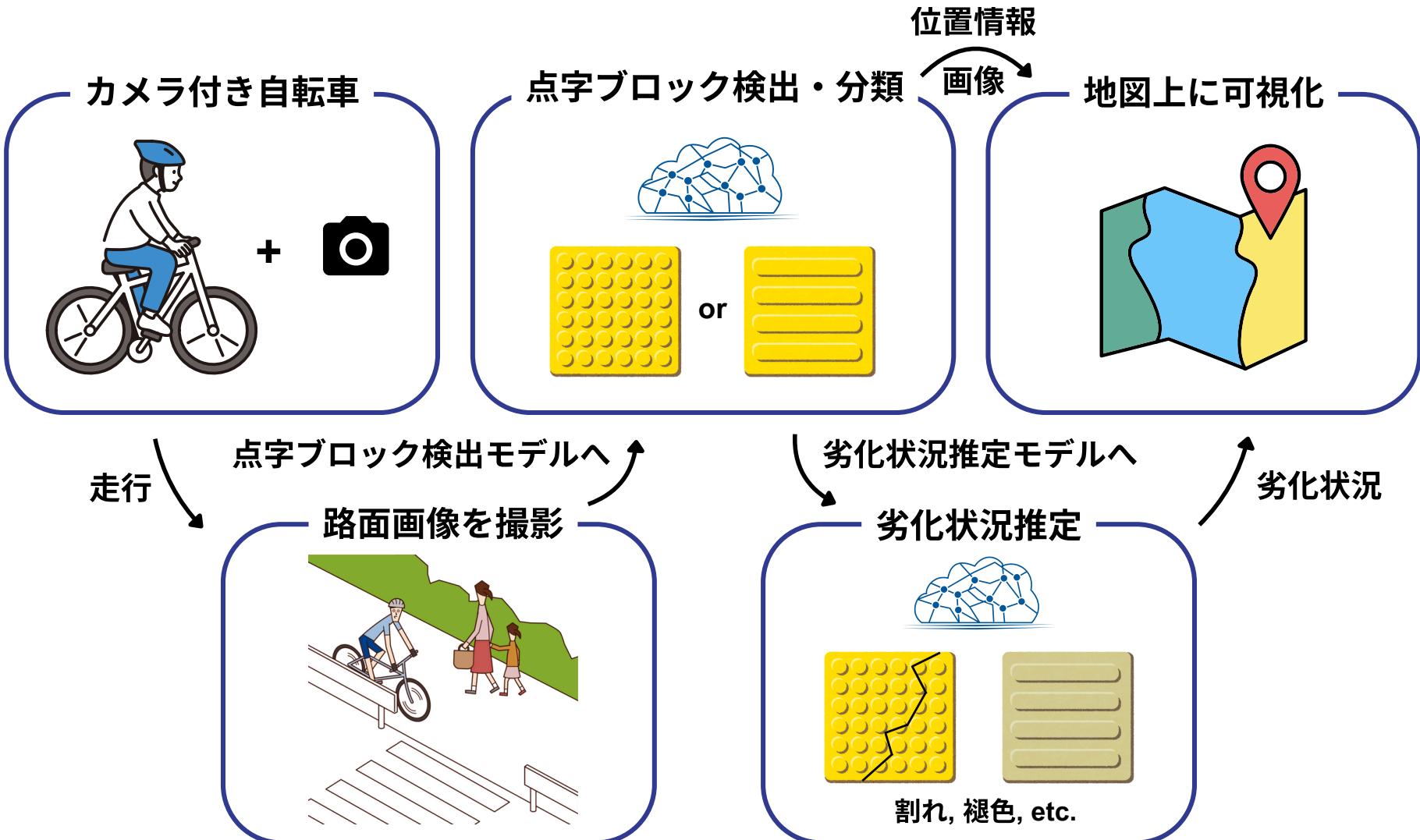
提案手法



Convivial
Computing
Laboratory

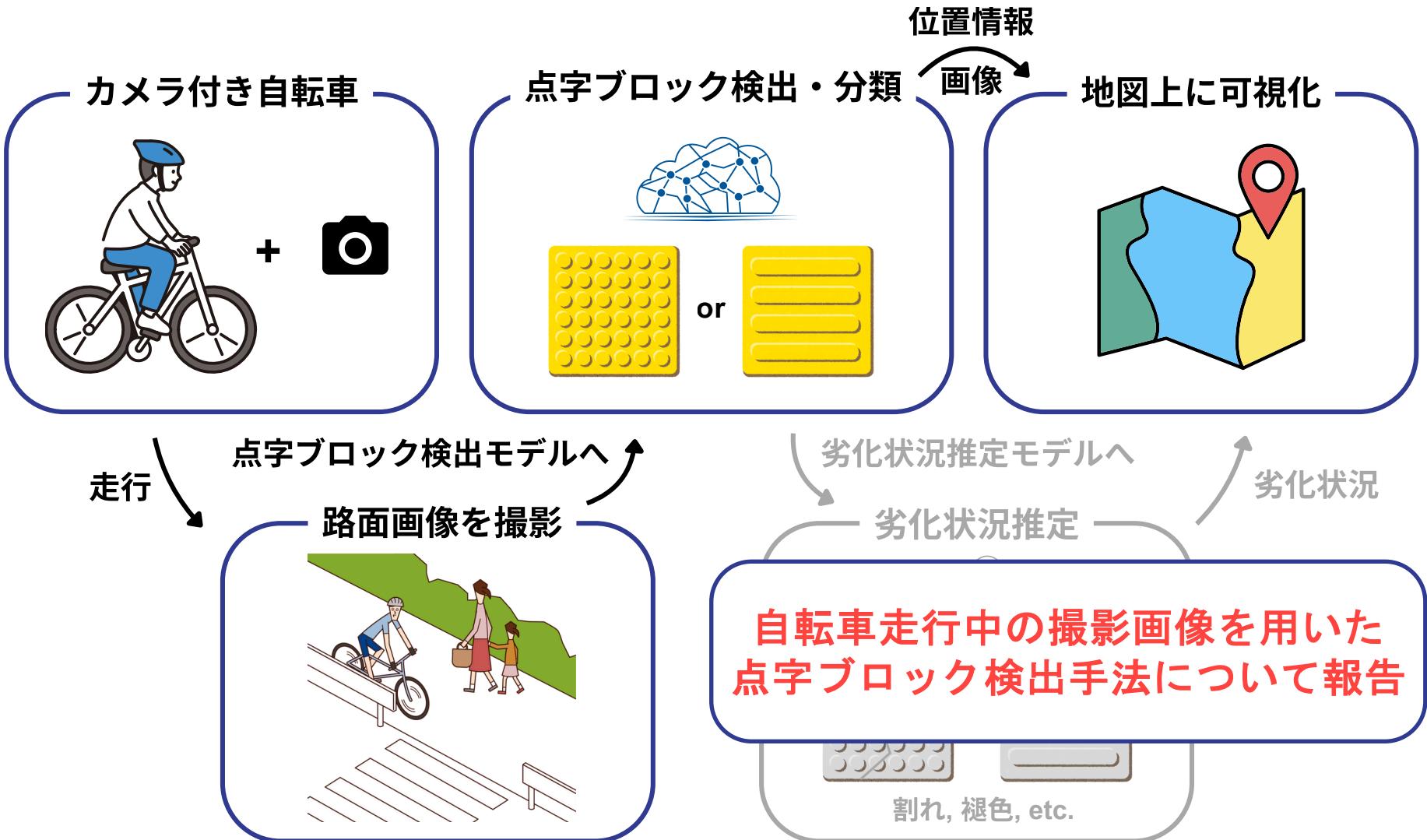


提案手法





提案手法



事前実験



Convivial
Computing
Laboratory



点字ブロック敷設状況等の調査

点字ブロックの敷設状況・劣化状況・自転車からの撮影可否について調査

・調査範囲:

岡山市内**約11.7km** (岡山市南区 → 岡山大学)

・調査結果:

- 所要時間: **約6時間**

- 敷設状況: **約8.0km**に渡って敷設

- 劣化状況: **割れ**や**褪色**等を多く発見

- ・自転車撮影可 : 約6.0km
- ・状況次第で撮影可: 約0.24km

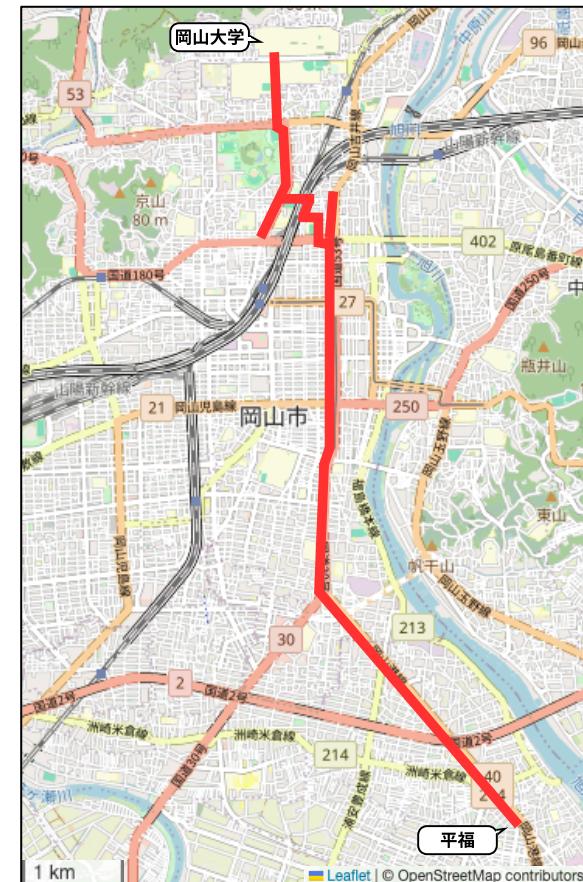
→ 車道から近い or 遠い



割れ



褪色





事前実験の流れ

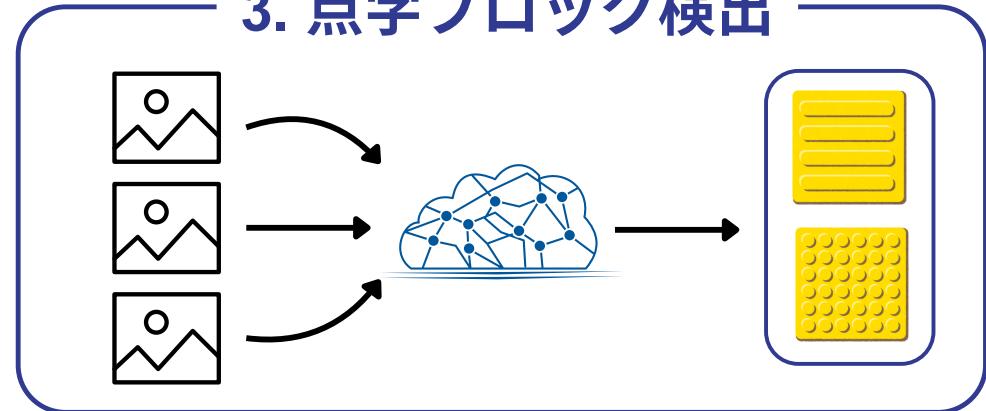
1. センシングシステムの構築



2. 路面画像撮影



3. 点字ブロック検出





自転車を用いた路面撮影実験

・ TimerCamera-Xの設定:

→ 画像サイズ約300kBでオーバーフロー

安定して動作可能な設定を調査

- ・解像度: **SXGA** ← XGA, SXGA, QXGAなど
- ・画質 : **30** ← 0 ~ 63の数値で指定



・ カメラ設置場所・角度の調整:

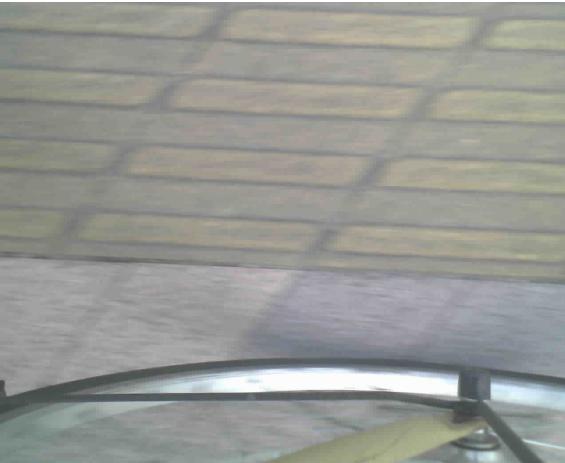
理想: どの型の自転車でも設置可能な場所



設置場所	カメラ角度
1 前力ゴ下	真下
2 ハンドル下・トップチューブ	斜め前方
3 ハンドル下・ダウンチューブ	斜め側方
4 後輪・シートステー	前方
5 後輪・チェーンステー	側方



自転車を用いた路面撮影実験



設置場所1



設置場所2



設置場所3



設置場所4



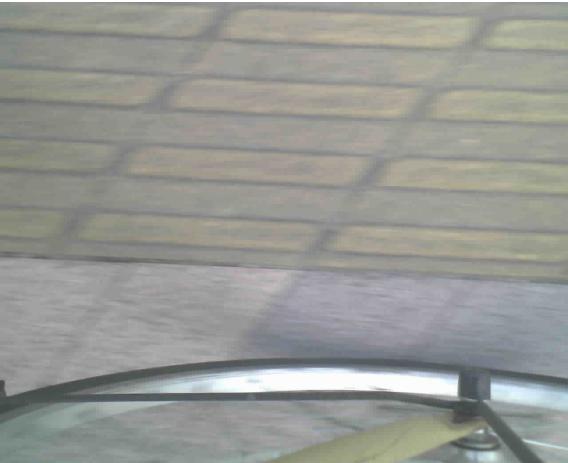
設置場所5



設置場所



自転車を用いた路面撮影実験



設置場所1



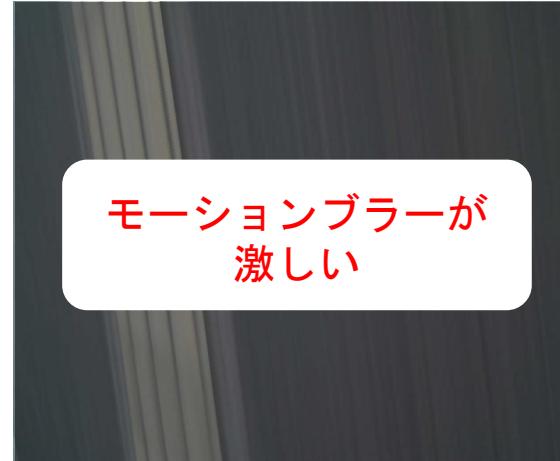
設置場所2



設置場所3



設置場所4



設置場所5





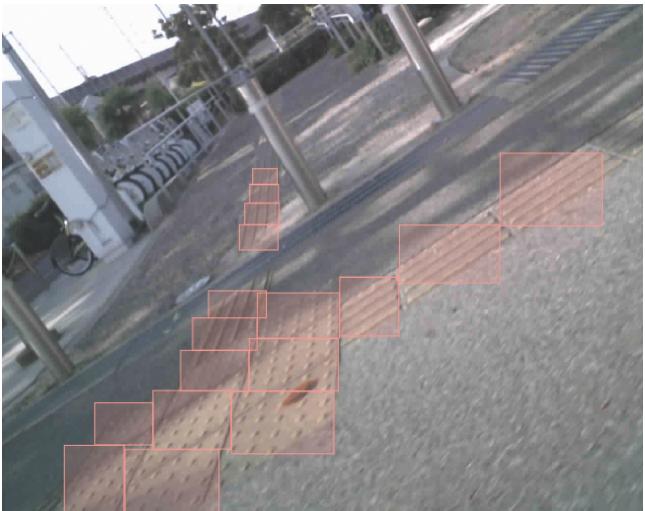
アノテーション

自転車走行中の撮影画像はモデル学習に不適切なものも多い

アノテーション対象

ブロックの7割超が
写っている

境界が目視で
判別可能

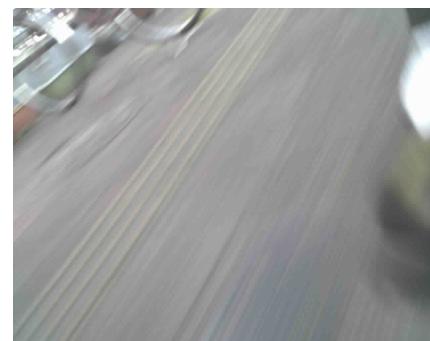


553枚をLabel Studio^[8]でアノテーション

例1: 点字ブロックの見切れ



例2: 激しいモーションブラー





点字ブロック検出モデルの作成

物体検出モデルYOLO11^[9]を用いて点字ブロック検出モデルを作成

- ・ モデル概要:

- モデル: **yolo11n.pt**
- Epochs: 50

設置場所



- ・ データセット:

カメラ設置場所	学習用	テスト用
1	37	77
2	36	83
3	0	87
4	103	87
5	43	0
Total	219	334

train : val = 8 : 2

[9] <https://github.com/ultralytics/ultralytics>



点字ブロック検出モデルの評価

・性能評価:

テストデータ全体・カメラ設置場所別で評価

評価指標	All	カメラ設置場所			
		1	2	3	4
Precision	0.686	0.641	0.740	0.823	0.838
Recall	0.558	0.548	0.536	0.563	0.639
mAP50	0.624	0.606	0.610	0.664	0.738



- 1: 前カゴ下
- 2: ハンドル下・トップチューブ
- 3: ハンドル下・ダウンチューブ
- 4: 後輪・シートステー
- 5: 後輪・チェーンステー

・評価結果の考察:

カメラ設置場所2・3の比較

どの評価指標も設置場所3が優位

カメラ角度: 設置場所3の方が浅い
→ モーションブラーの影響(低)

データ全体と設置場所別の比較

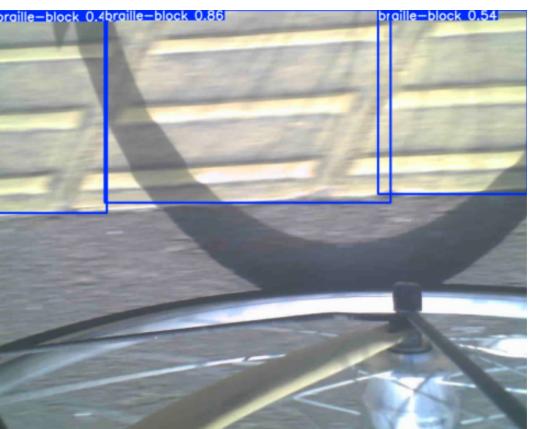
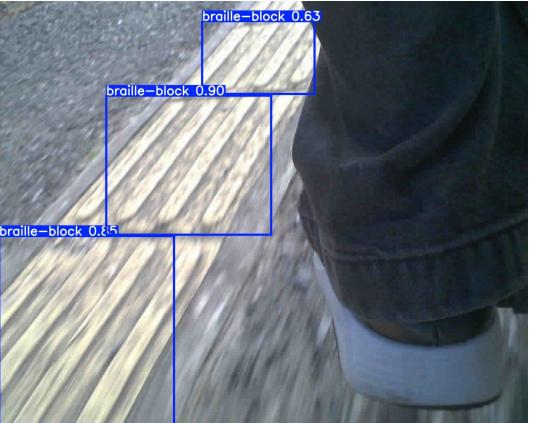
データ全体に対するmAPを
設置場所3・4は上回る

設置場所ごとにモデルを構築
→ モデル性能向上の可能性



検出結果例

検出成功例



検出失敗例



アスファルトの誤検出



点状ブロックの未検出



二重検出

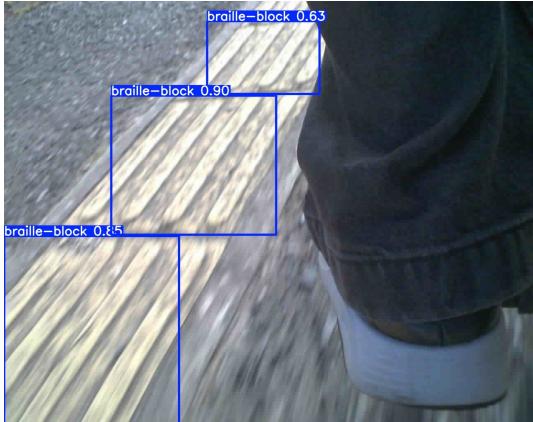


複数ブロックの同一判定



検出結果例

検出成功例



検出失敗例



モーションブラーにより
輪郭が曖昧に



二重検出



点状ブロックの未検出



複数ブロックの同一判定



検出モデルの性能向上

追加実装

学習用データセットを182枚追加 → 計735枚

・データセット:

カメラ設置場所	学習用	テスト用
1	54 (+17)	77
2	123 (+84)	83
3	0 (±0)	87
4	174 (+71)	87
5	50 (+7)	0
Total	401	334

・性能評価:

評価指標	All	カメラ設置場所			
		1	2	3	4
Precision	0.856 (+0.170)	0.713 (+0.072)	0.776 (+0.036)	0.940 (+0.117)	0.879 (+0.041)
Recall	0.668 (+0.110)	0.742 (+0.194)	0.789 (+0.253)	0.595 (+0.032)	0.729 (+0.110)
mAP50	0.777 (+0.153)	0.780 (+0.174)	0.824 (+0.214)	0.711 (+0.047)	0.806 (+0.068)



ブロック種別分類モデルの作成・評価

追加実装

ResNet18で2クラス分類モデルを作成
→ 線状ブロック or 点状ブロック

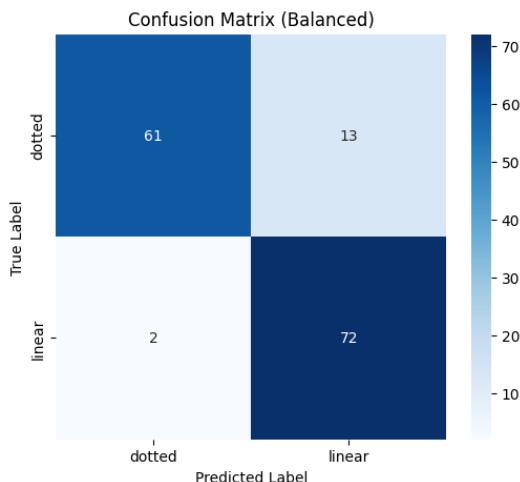
・データセット:

YOLOに用いた401枚のデータセットを使用

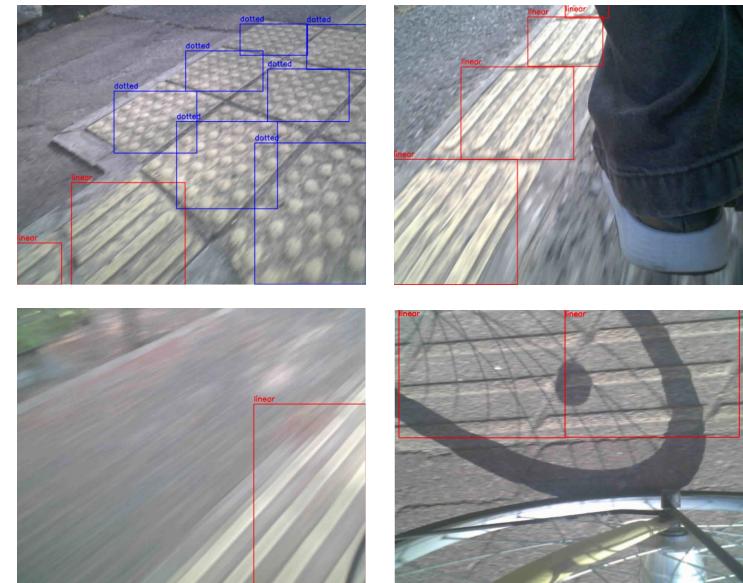
- 線状ブロック: 1019件
- 点状ブロック: 240件

・性能評価:

評価指標	スコア
Precision	0.8471
Recall	0.9730
macro-Recall	0.8986
F1	0.9057
macro-F1	0.8981



・検出結果例:



高い性能で分類が可能

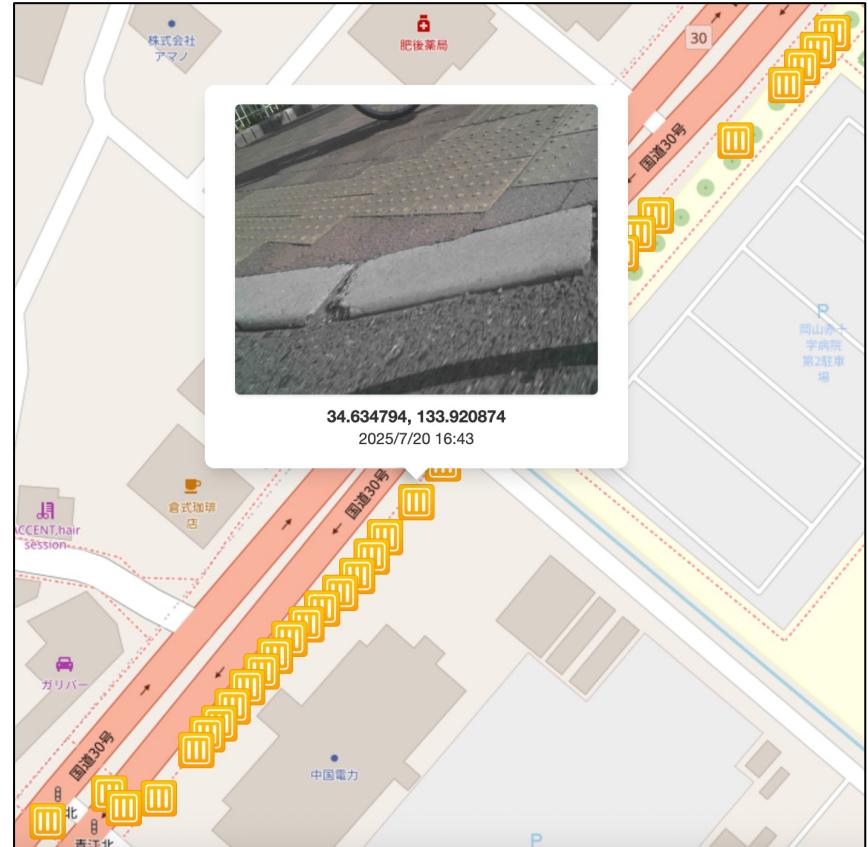


Webアプリへのマッピング

検出した点字ブロックを表示するWebアプリを作成

- ・現状の機能:
 - 写真・位置情報・撮影時間の表示
- ・作成予定の機能:
 - メタデータの追加
→ ブロック種別, 劣化状況, etc.
 - 誤検出報告機能
 - 劣化報告機能

点字ブロック情報
プラットフォーム



今後の展望



Convivial
Computing
Laboratory



今後の展望

加速度を用いた自動Motion Deblur

モーションブラーによる
検出性能低下が課題

撮影時に取得した加速度を用いて
モーションブラーを改善

モデルの検出性能への影響を調査



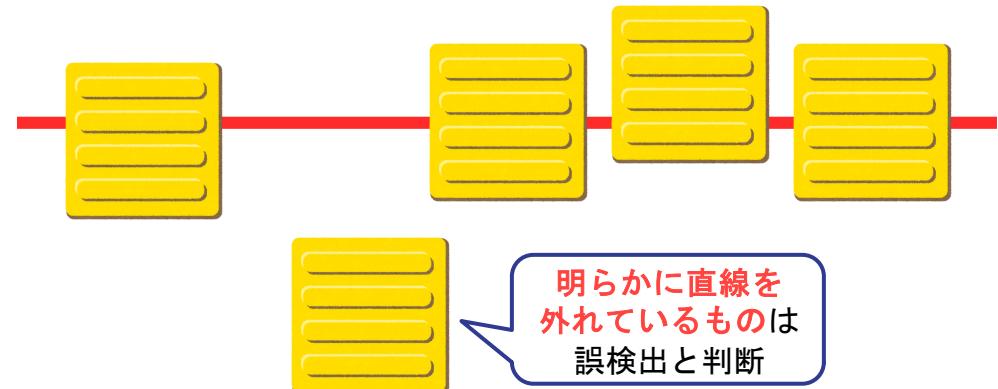
ブレ改善

モデル性能補完アルゴリズムの開発

モデルの検出性能を向上しても
誤検出は起こり得る

モデルの誤検出を補完する
アルゴリズムを開発

点字ブロック敷設の直線性を利用



まとめ



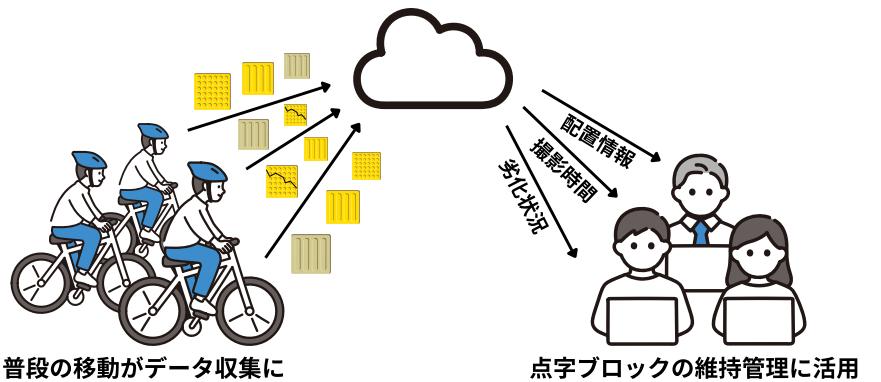
Convivial
Computing
Laboratory



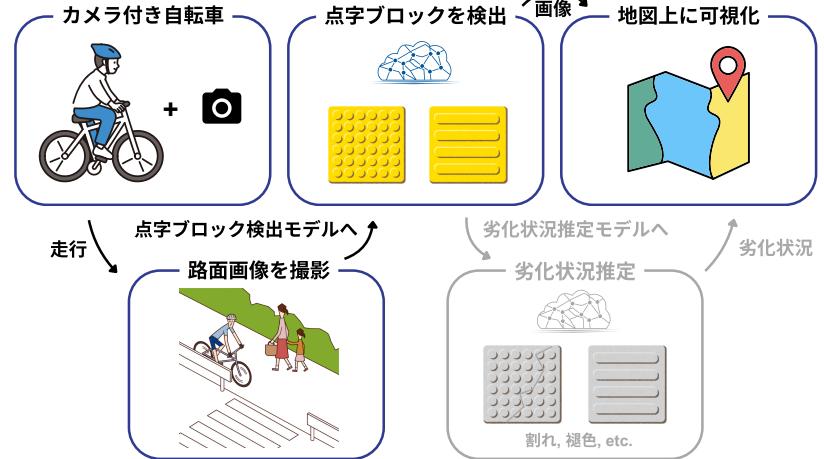
まとめ

研究目的

自転車を用いた点字ブロックの
ユーザ参加型自動点検システムの構築

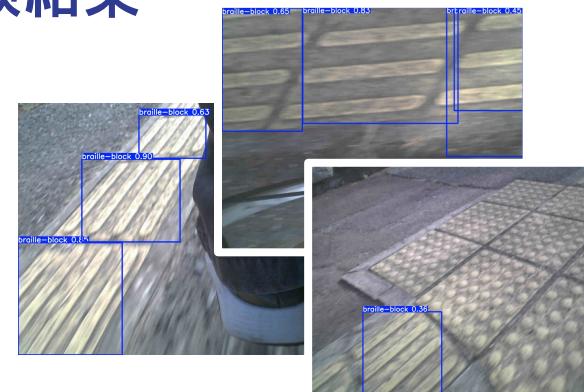


提案手法



実験結果

自転車を用いた路面撮影



検出モデルの性能 (最新版)

評価指標	スコア
Precision	0.856
Recall	0.668
mAP50	0.777