

単眼カメラによる道路空間深度推定と 舗装ひび割れ率計算

佐藤 剛・前田 紘弥・檜山 武浩・関本 義秀

研究の背景

社会的ニーズ

深度画像=画像内の物体までの距離画像
深度画像を作る既存手法:LiDAR,ステレオカメラ
既存手法の欠点:深度画像が疎(価格も高価)
舗装ひび割れ率=舗装ひび割れの面積/検査面積
MMS撮影画像目視により計測されるが、費用は高価

技術的シーズ

深層学習により単眼画像の深度推定が可能に
欠点:ドイツの道路画像で訓練されており、出力値は相対値
固定車載カメラによるひび割れ率計算も提案される
画像の特定範囲を切り抜き、50cm大相当の路面画像を生成
単眼画像の深度推定により画像切り抜き作業は自動化可能

研究の目的

深度推定モデルのパラメータを車載動画で補正
→単眼道路画像から絶対深度推定を行う

深度推定結果をもとに画像内の検査領域を決定
→舗装ひび割れ率を計算

研究の手法

道路空間深度推定

深度推定モデルのパラメータ補正

埼玉県でステレオカメラ動画を往復撮影(10fps,南行8824枚,北行8138枚)
南行単眼動画で既存モデルを再訓練→北行単眼動画・ステレオ深度で評価

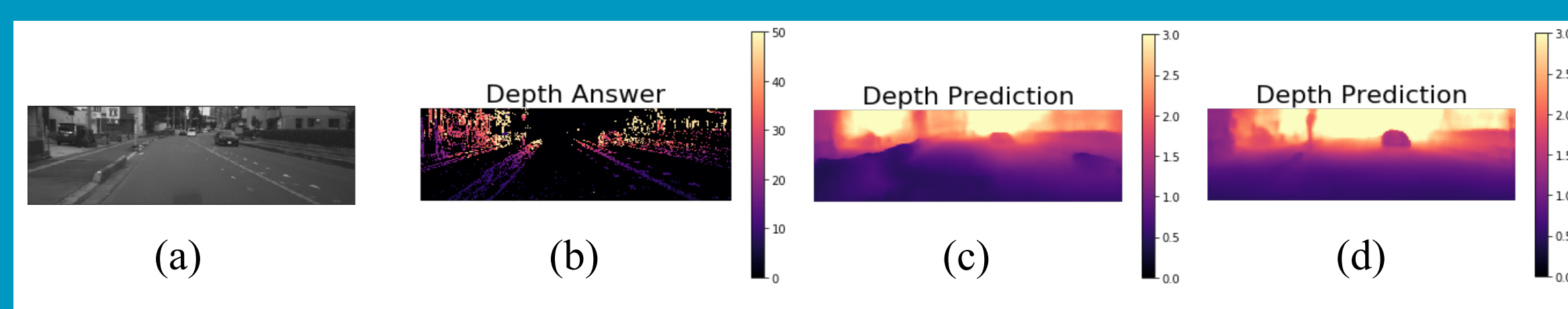


図1 入力画像と推定結果例

(a)入力画像 (b)ステレオカメラ推定結果(単位:m)
(c)パラメータ補正前モデル推定結果(d)パラメータ補正後モデル推定結果

加速度センサを用いた絶対深度推定

加速度センサからカメラ傾きを推定
→カメラ設置高から画像中央部の深度を推定
→相対深度推定結果を定数倍,絶対深度を推定

舗装ひび割れ率計算

道路損傷矩形ラベルの作成

評価用道路をスマホで撮影(1fps,評価用画像数410枚)
路面ひび割れ目視正解データから道路損傷矩形ラベルを付与
舗装ひび割れ率計算用道路領域の検出
絶対深度推定によりカメラからの距離が30m以内の領域を抽出
ボンネット検出(深層学習)・区画線検出(ハフ変換)も同時実施
ひび割れ率=(ひび割れを含む小画像数)/100(=領域分割数)とした

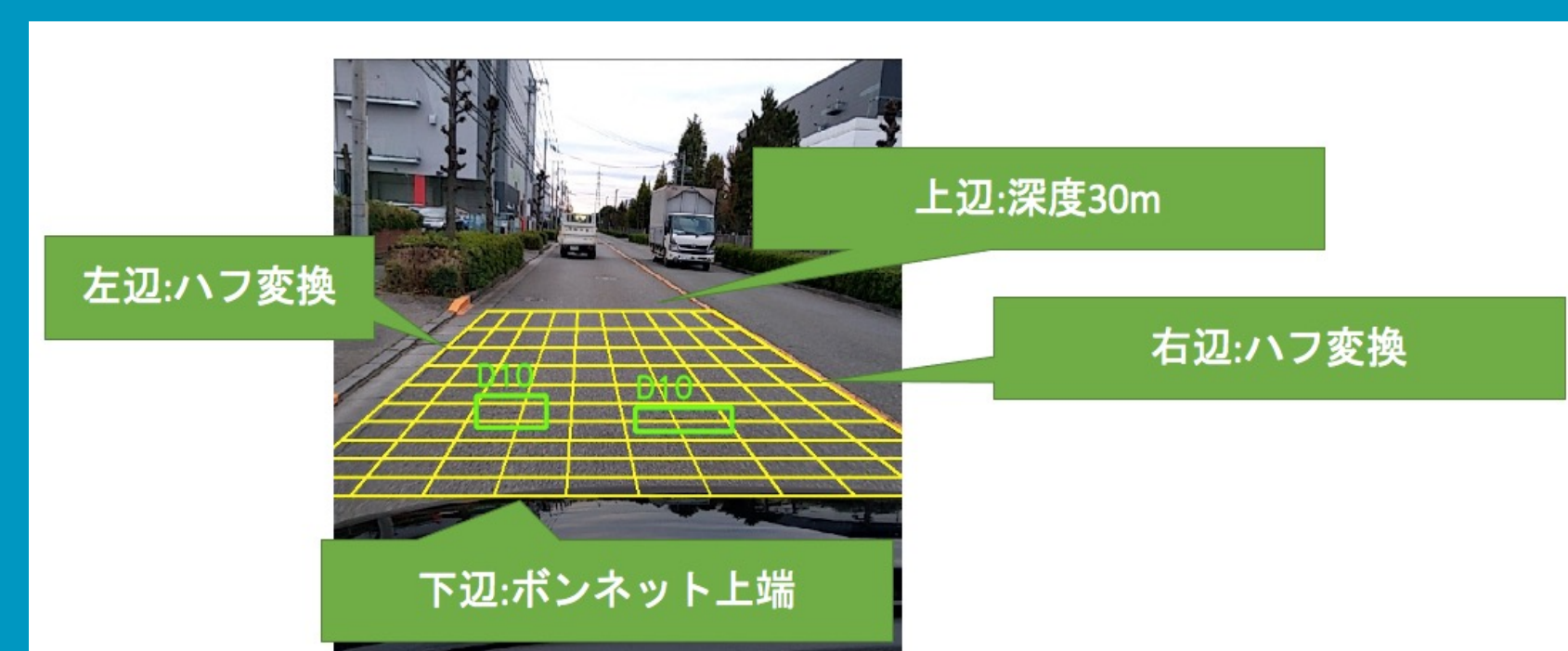


図2 舗装ひび割れ率計算用台形領域生成例

研究の結果

パラメータ補正

埼玉県の道路を用いた再訓練
→平均誤差率改善

絶対深度推定

加速度センサを用いた定数倍
→平均誤差率改善

(注)平均誤差率 = $Average\left(\frac{|推定深度 - 正解深度|}{正解深度}\right)$

ただし表1の計算時には推定深度と正解深度の中央値
を定数倍によりあらかじめ一致させている

表1 パラメータ補正前後の相対深度推定結果

	平均誤差率 (正解値を用いた定数倍有)
パラメータ補正前	0.280
パラメータ補正後	0.226(改善)

表2 加速度センサを用いた絶対深度推定結果

	平均誤差率 (正解値を用いた定数倍無)
加速度センサ不使用	0.680
加速度センサ使用	0.403(改善)

舗装ひび割れ率計算

100m区間単位で3段階評価→正解率80%

表3 3段階区分による舗装ひび割れ率評価

解析	診断 区分I	診断 区分II	診断 区分III
朝日 航洋 計測			
診断区分I	14	4	0
診断区分II	1	7	1
診断区分III	0	0	3

診断区分I:ひび割れ率20%未満
診断区分II:ひび割れ率20%以上40%未満
診断区分III:ひび割れ率40%以上

まとめ・今後の展望

- 本研究では車載カメラを用いた深度推定・舗装ひび割れ率計算実験を行い、精度評価を実施した
- 今後は加速度センサを用いない絶対深度推定や車線検出精度の向上を目指すことが重要であると考えられる