

# 車載前方映像からの走行環境復元

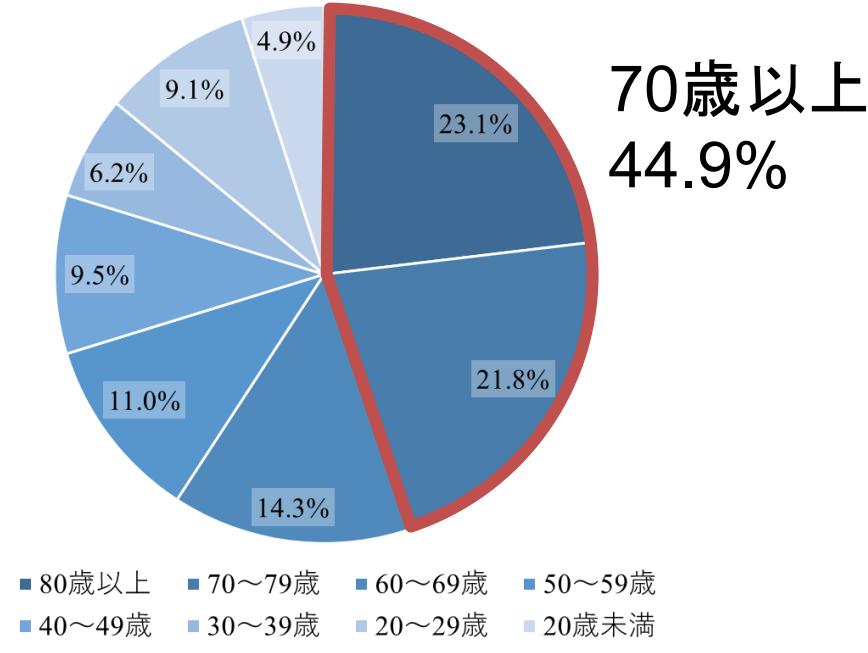
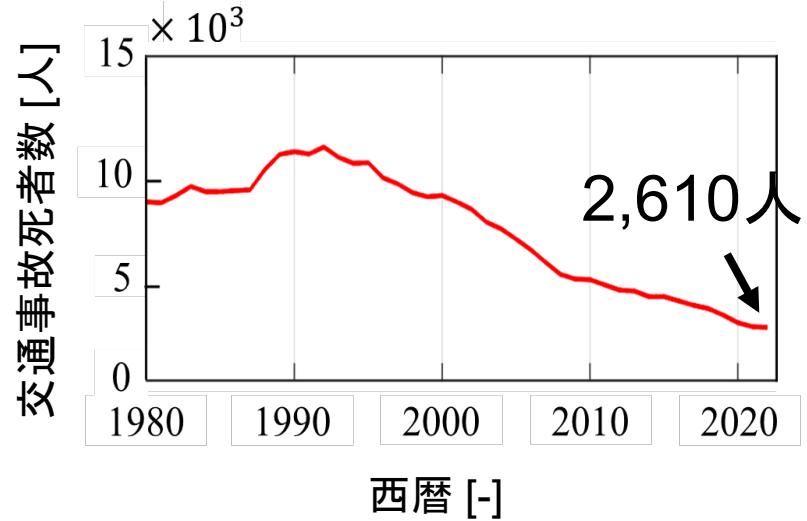
---

日本大学生産工学部 機械工学科  
専任講師 風間恵介

2025.11.24 (Mon.) @名古屋大学・日本大学・神奈川工科大学 合同シンポジウム  
『3大学が考えるデジタルトランスフォーメーション～テスティング&シミュレーションの現状と将来～』

1. 研究背景
2. 車載前方映像を用いた走行環境の再構成
3. シミュレーションによる性能評価
4. まとめ

内閣府：世界一安全な道路交通の実現を目指し、  
令和7年までに24時間死者数を2,000人以下とする



→高齢者の交通安全に関する問題が顕在化している

- ・高齢者はどのような機会に運転するのか  
→日常的な買い物、通院
- ・どのような動機で運転をしているのか  
→公共交通へのアクセスの悪さ  
送迎を依頼できる関係性の人間がない

移動手段がないため

## JSAEによる自動運転レベルの定義

自動運転 レベル	名称	タスク実行	安全に係る 監視・対応主体
1	運転支援	システムが前後・左右いずれかの車両制御に係る運転タスクのサブタスクを実施	運転者
2	部分運転自動化	システムが前後・左右両方の車両制御に係る運転タスクのサブタスクを実施	運転者
3	条件付き運転自動化	システムが全ての運転タスクを実施(限定区域内)	システム(作動継続が困難な場合は運転者)
4	高度運転自動化	システムが全ての運転タスクを実施(限定区域内)	システム
5	完全運転自動化	システムが全ての運転タスクを実施	システム

移動問題の解決手段にはレベル4以上の自動運転が求められる

出典：虞中今日子、中村彰宏、加藤一誠：高齢ドライバーの運転目的に関する研究—運転免許自主返納政策への一考察—；交通学研究, Vol.61, (2018), pp. 45-52.

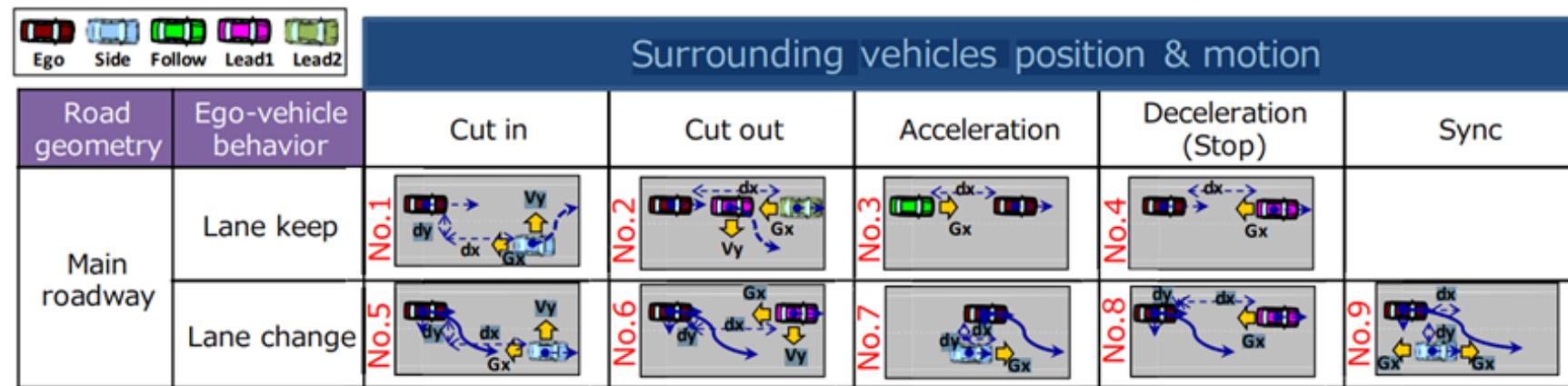
公益社団法人自動車技術会：自動車用運転自動化システムのレベル分類及び定義, (2022).

大前学：高齢化社会における自動運転車の役割；日本老年医学会雑誌, Vol. 55, No. 2, (2018) pp. 178-184.

- Field Operational Tests(FOT) :
 

公道を長距離走行し、統計的安全性を保障する  
→時間がかかる、実際に遭遇した場面しか検証できない
- シナリオベースの手法 :
 

交通状況を条件別に分類し、シミュレーションを活用する  
→一般道のシナリオは複雑



交通状況の可視化と具体的な数値データの作成が必要

自動運転システムの安全性評価に、事故・ヒヤリハットシーンを活用する



走行軌跡や走行環境を推定し、シミュレーション空間に再現可能なデータにする

## 課題：前方映像より道路領域と車両位置の抽出が必要

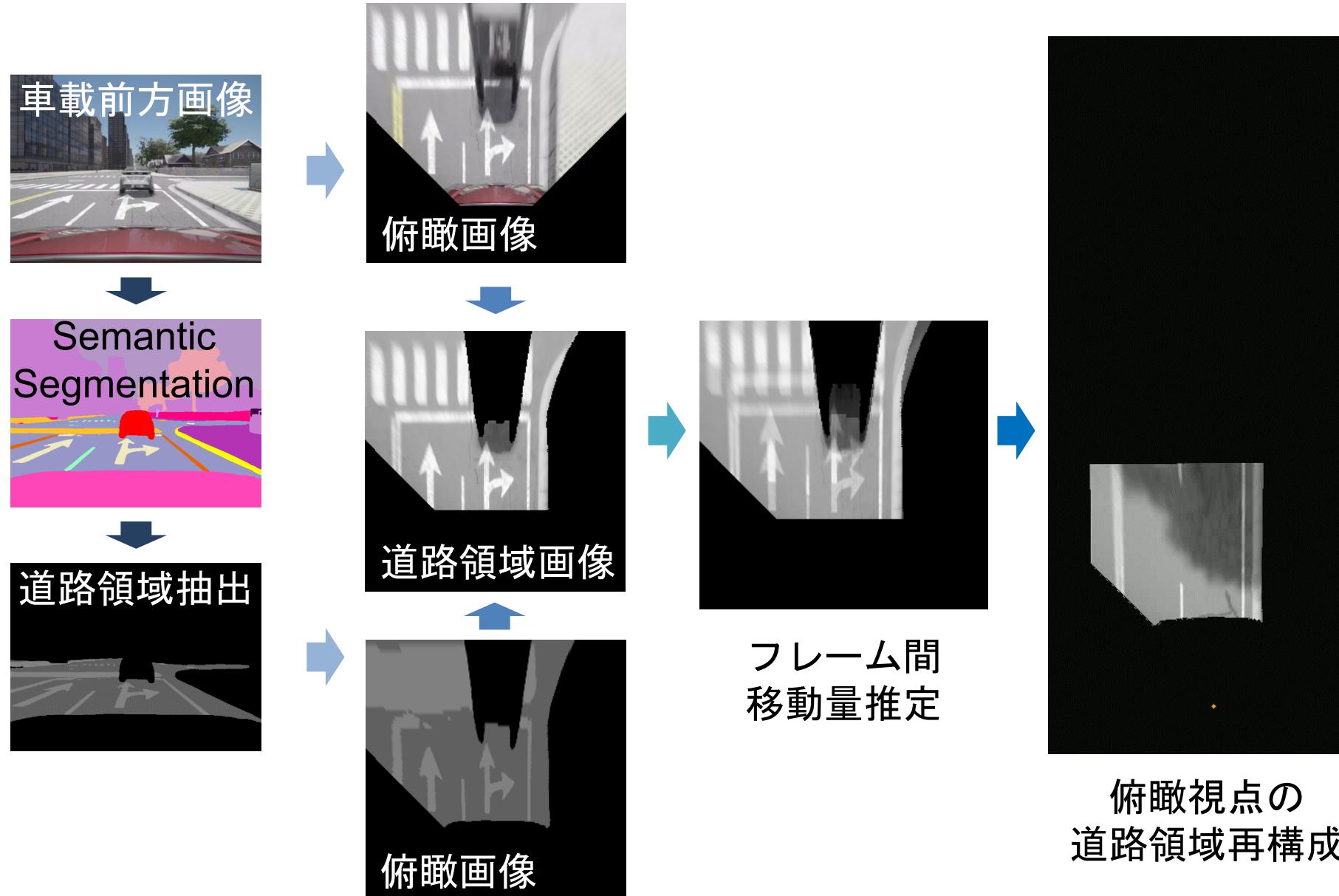
- ・輝度値を用いることで特徴点として検出できない画素を活用できる
- ・走行位置に俯瞰画像を重ね合わせることで道路領域を復元することができる

＜本研究の目的＞走行した道路を可視化する手法を提案する  
車載前方映像の画素を分類することで道路情報を抽出し、  
画像位置合わせを用いて走行軌跡を推定する

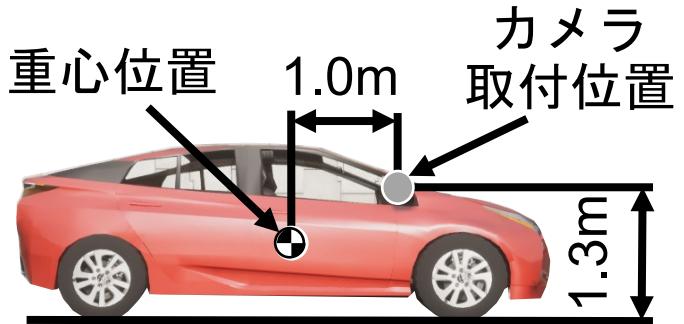
- 記録されたデータを対象とするので、リアルタイム処理は不要
- 提案手法の妥当性を確認するため、シミュレータを用いて解析データ作成

1. 研究背景
2. 車載前方映像を用いた走行環境の再構成
3. シミュレーションによる性能評価
4. まとめ

# 提案手法の流れ



自動運転シミュレータ「CARLA」を用いて、検証データを作成



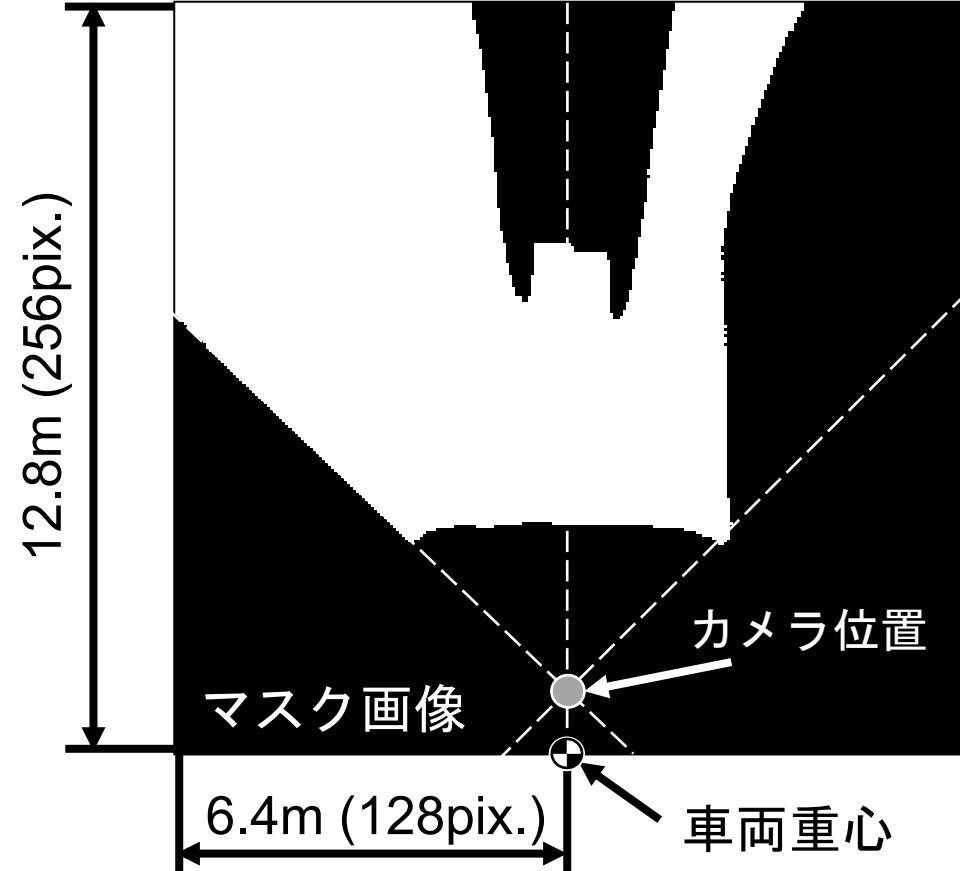
Model : HR-Net+OCR  
Dataset : CityScapes,  
A2D2  
mIoU : 55.46%



時間 : 15s  
サイズ : 640x480pix.  
視野角 : 90deg  
フレームレート : 15fps



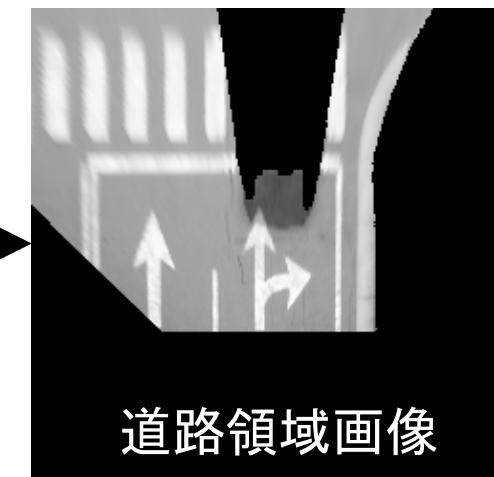
俯瞰画像はピッチ角の真値を用いて、透視投影変換して作成する



マスク処理



俯瞰画像



道路領域画像

画像の輝度値の二乗平均平方根誤差から、移動量  $p$  を求める

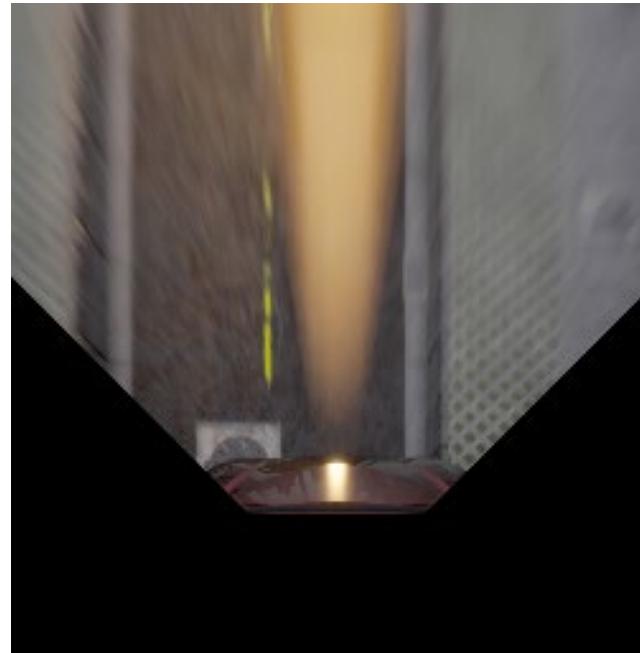
$$E(I_n, I_{n+1}, p) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (I_{n+1}(x_i) - I_n(x_i, p))^2$$

$I_n$  :  $n$  フレーム目の画像  
 $N$  : 計算画素数  
 $p$  : 移動量( $T_x, T_y, T_\theta$ )

$$\begin{array}{c}
 I_{n+1}(x_i) \quad \quad \quad I_n(x_i, p) \\
 \downarrow \quad \quad \quad \downarrow \\
 \begin{array}{cccc}
 90 & 90 & 90 & 60 \\
 90 & 110 & 90 & 90 \\
 110 & 110 & 110 & 90 \\
 150 & 150 & 150 & 150
 \end{array} \quad - \quad \begin{array}{cccc}
 20 & 60 & 60 & 60 \\
 60 & 90 & 90 & 90 \\
 90 & 90 & 110 & 90 \\
 90 & 110 & 110 & 110
 \end{array} = 17200
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{c}
 1 \text{pix.} \\
 \longleftrightarrow \\
 1 \text{pix.}
 \end{array}$$
  

$$\begin{array}{c}
 I_{n+1}(x_i) \quad \quad \quad I_n(x_i, p) \\
 \downarrow \quad \quad \quad \downarrow \\
 \begin{array}{cccc}
 90 & 90 & 90 & 60 \\
 90 & 110 & 90 & 90 \\
 110 & 110 & 110 & 90 \\
 150 & 150 & 150 & 150
 \end{array} \quad - \quad \begin{array}{cccc}
 20 & 60 & 60 & 60 \\
 60 & 90 & 90 & 90 \\
 90 & 90 & 110 & 90 \\
 90 & 110 & 110 & 110
 \end{array} = 0
 \end{array}$$



# 光が映り込んだ画素の 影響を受ける

道路標示を優先的するために重みを定義する

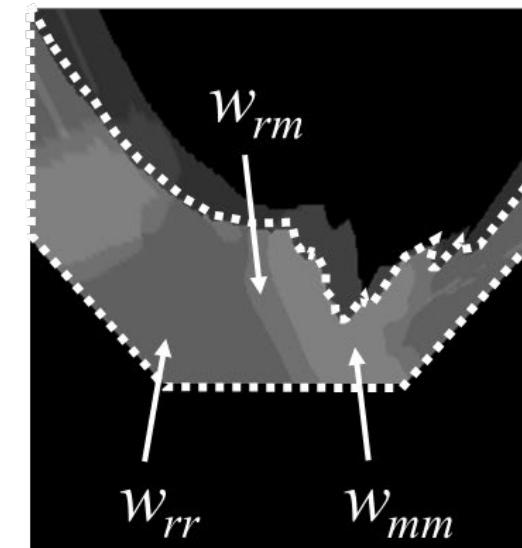
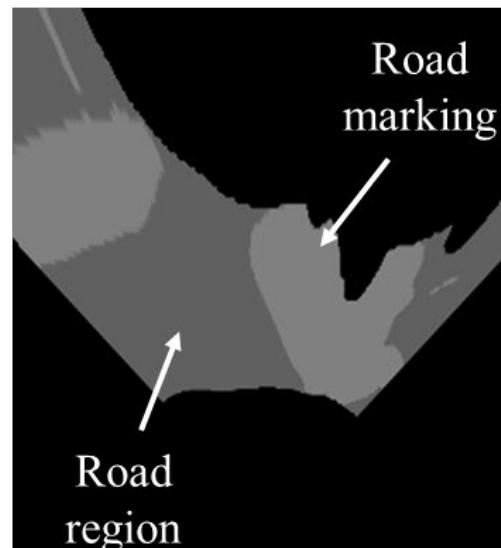
$$E(I_n, I_{n+1}, \mathbf{p}) = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N w_i (I_{n+1}(\mathbf{x}_i) - I_n(\mathbf{x}_i, \mathbf{p}))^2$$

$w_{rr}$  : どちらの画素も道路領域を示す

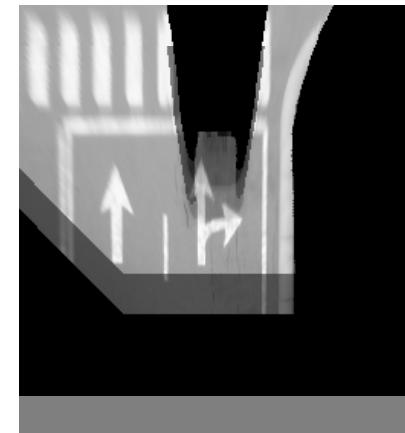
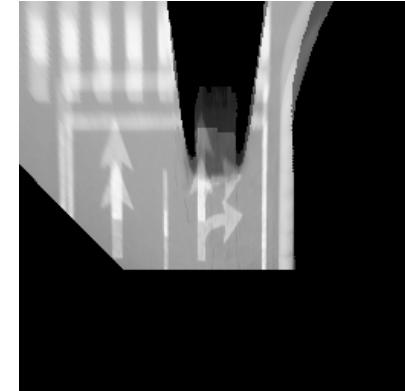
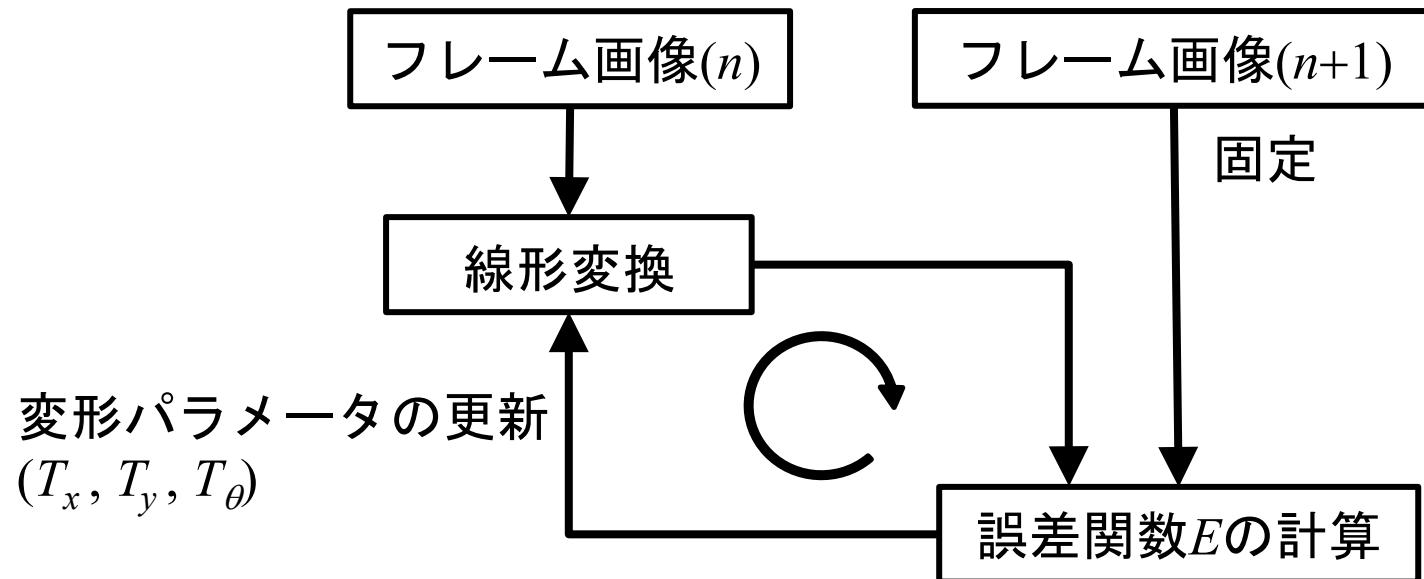
$w_{rm}$  : 道路領域と道路標示それぞれを示す

$w_{mm}$  : どちらの画素も道路標示を示す

⇒ 予備実験にて  $w_{rr} : w_{rm} : w_{mm} = 1:20:50$  と定めた



道路領域画像を用いてフレーム間移動量を推定



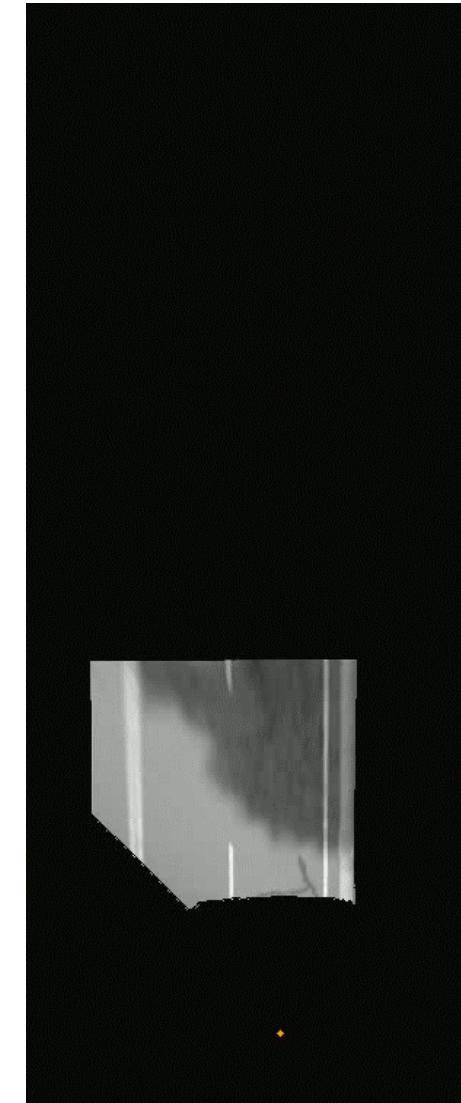
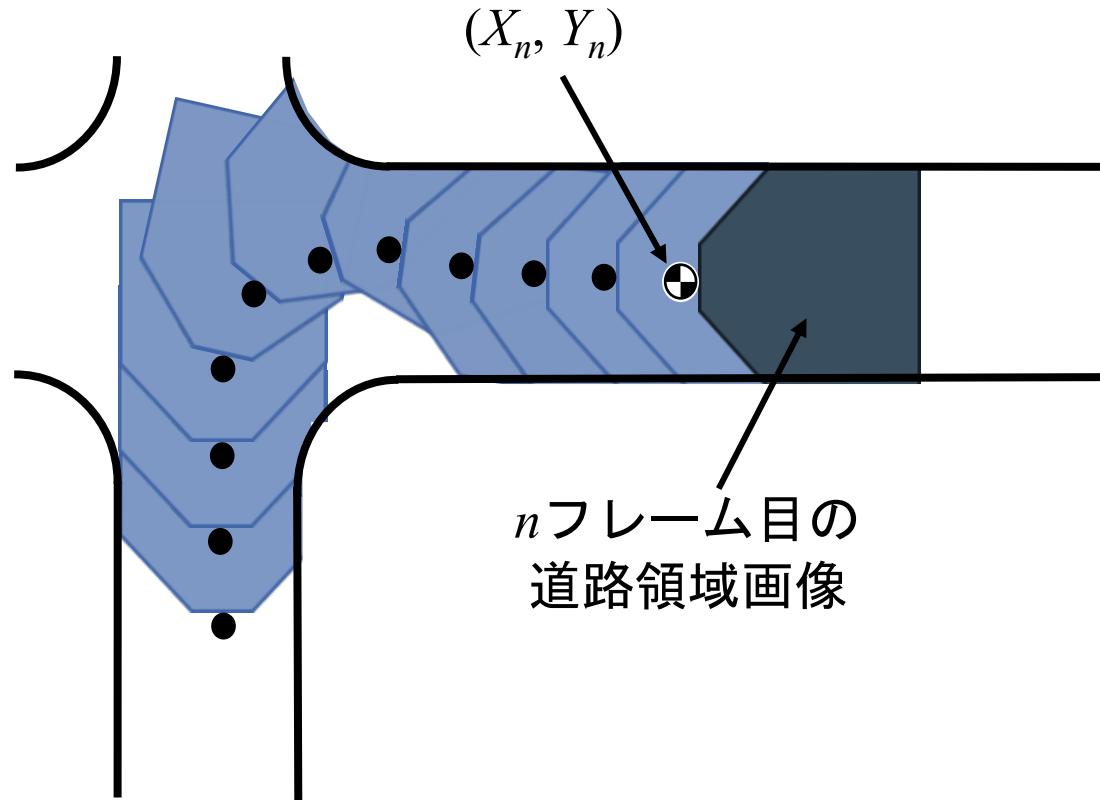
自車のフレーム間移動量

$$\operatorname{argmin} E(T_x, T_y, T_\theta)$$

( $n+1$ )フレーム目の自車両の位置

$$\begin{pmatrix} X_{n+1} \\ Y_{n+1} \\ \varphi_{n+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_n \\ Y_n \\ \varphi_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} T_x \cos(\varphi_n + T_\theta) - T_y \sin(\varphi_n + T_\theta) \\ T_x \sin(\varphi_n + T_\theta) + T_y \cos(\varphi_n + T_\theta) \\ T_\theta \end{pmatrix}$$

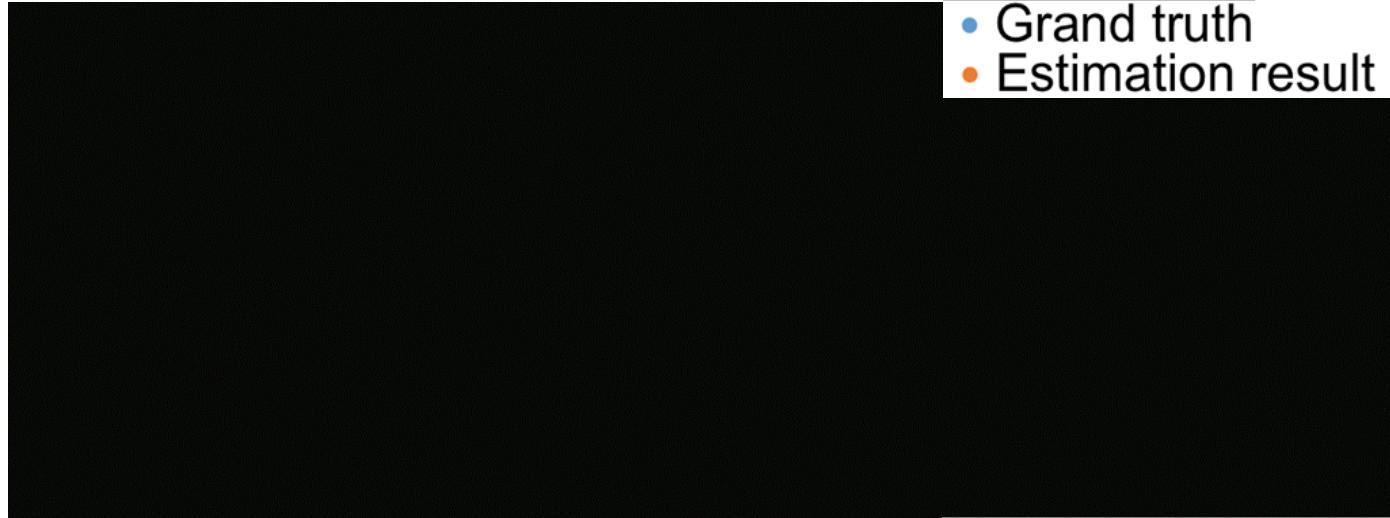
$n$ フレーム目の自車両の位置に  
道路領域画像を重ね合わせる



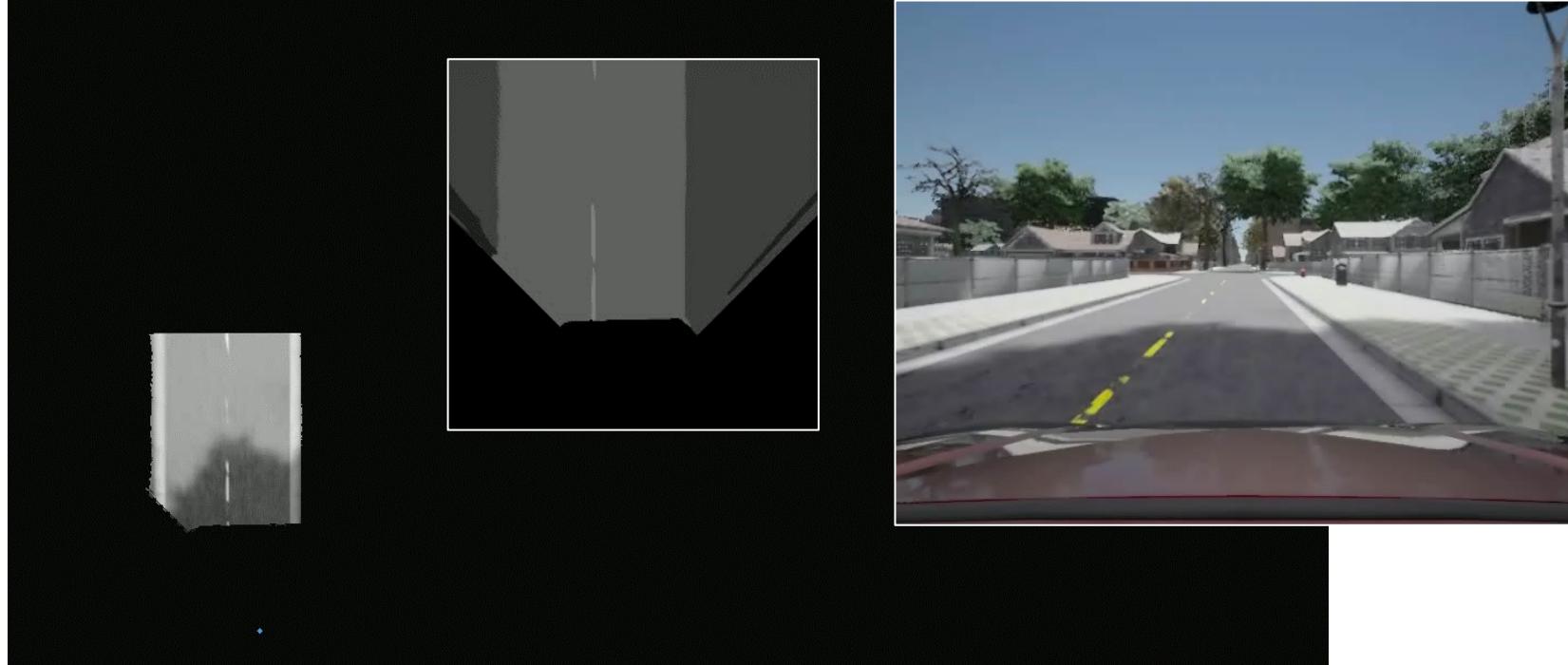
1. 研究背景
2. 車載前方映像を用いた走行環境の再構成
3. シミュレーションによる性能評価
4. まとめ

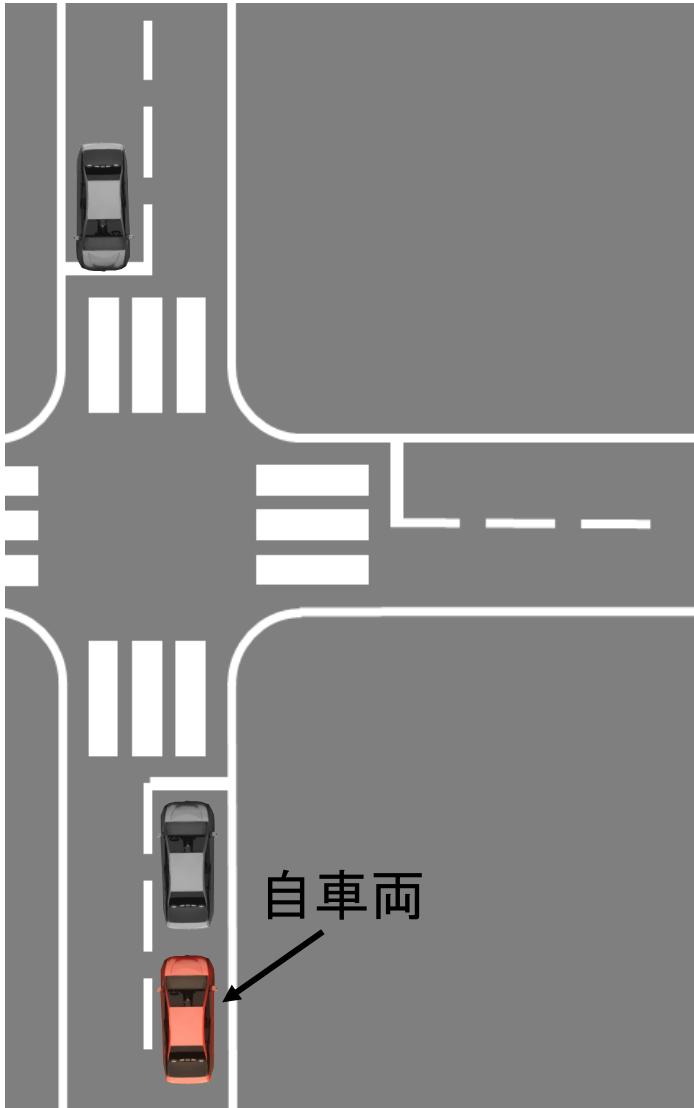


自車両のみ  
初期速度：19.6km/h  
交差点右折時：11.6km/h  
太陽方位角：90deg

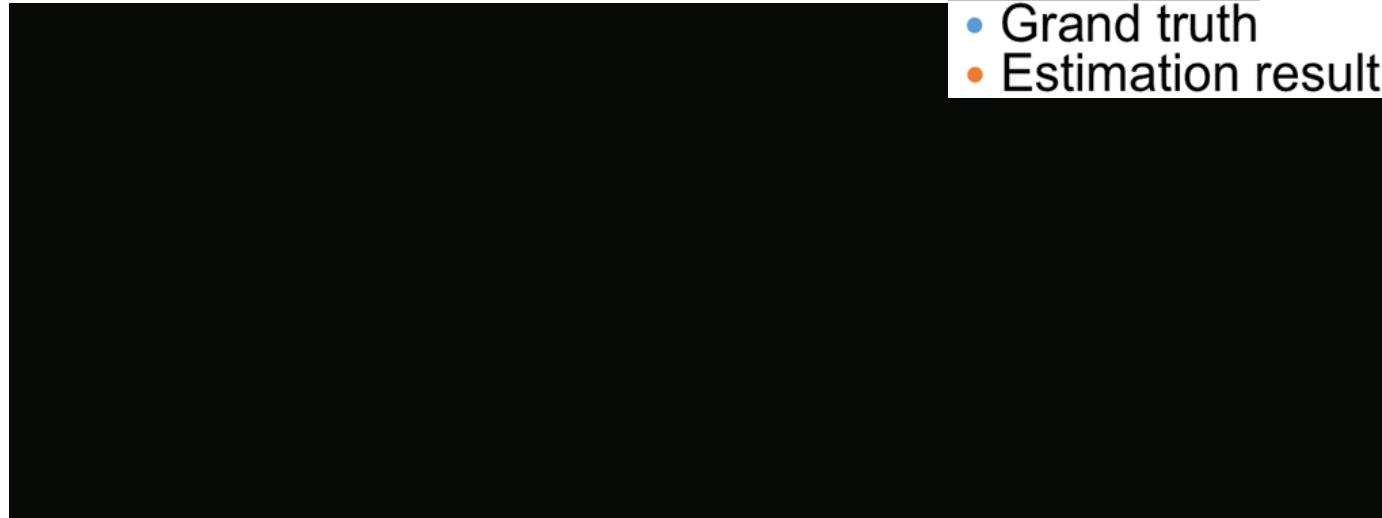


自己位置を推定しながら、走行環境を可視化することができた

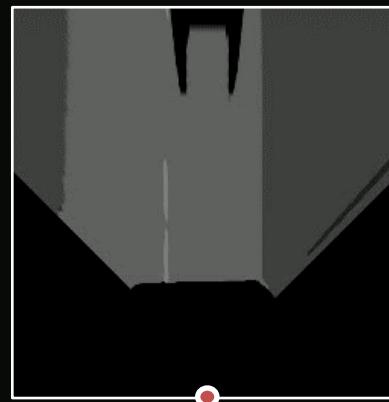


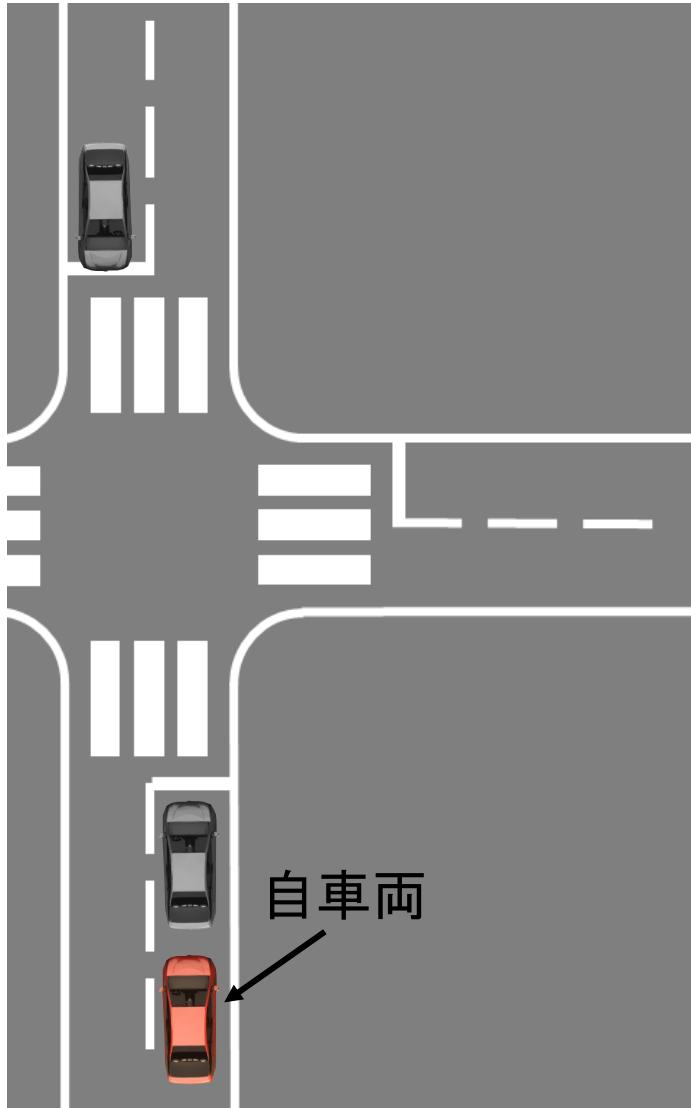


先行車・対向車あり  
初期速度：19.6km/h  
交差点右折時：11.6km/h  
太陽方位角：90deg

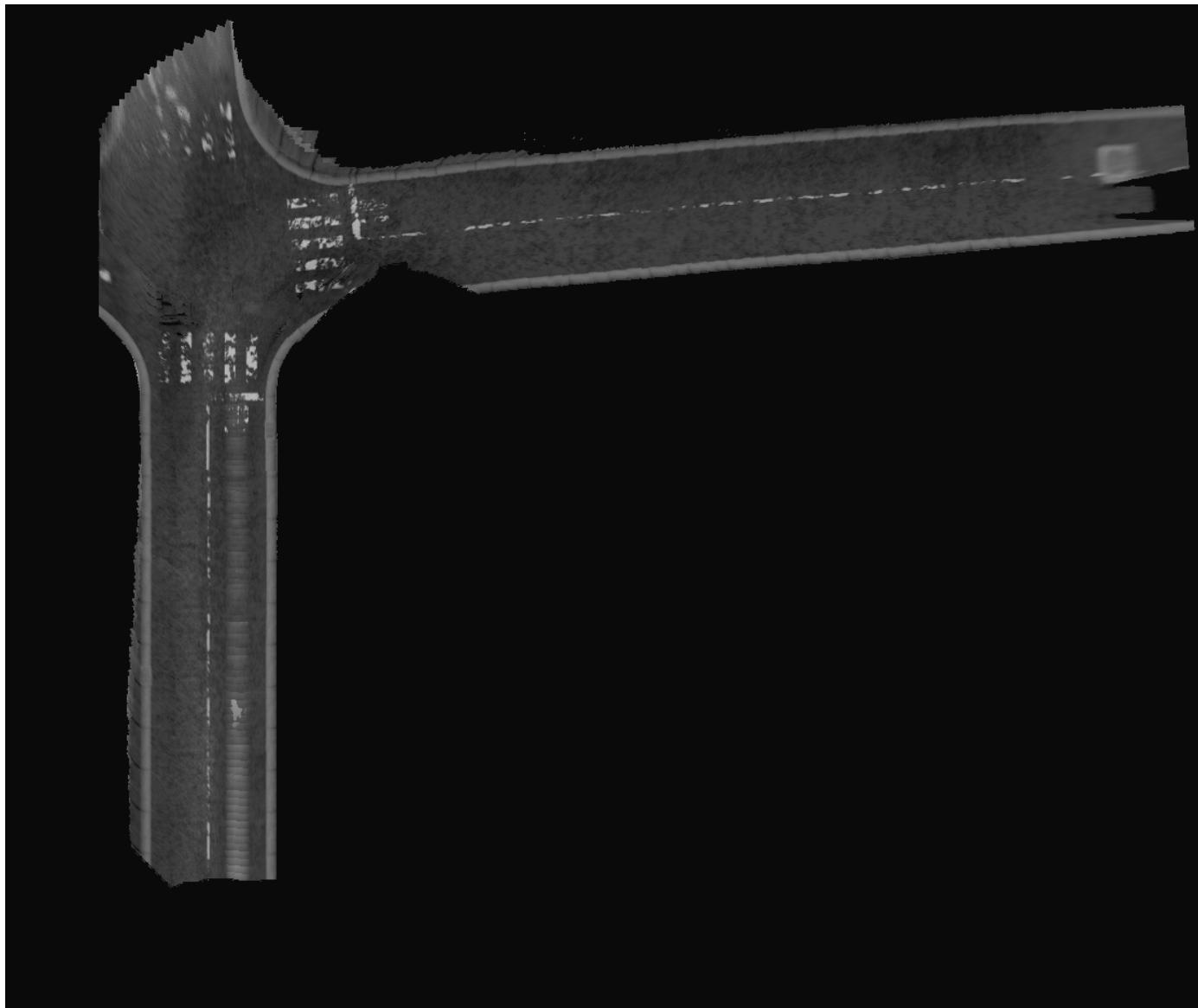


半分以上の領域が覆われても  
再構成できた





先行車・対向車あり  
初期速度：19.6km/h  
交差点右折時：11.6km/h  
太陽方位角：5deg



逆光の場合においても  
道路領域の再構成ができた

1. 研究背景
2. 車載前方映像を用いた走行環境の再構成
3. シミュレーションによる性能評価
4. まとめ

## &lt;目的&gt;

- ・走行した道路を可視化する手法を提案する.
- ・車載前方映像の画素を分類することで道路情報を抽出し, 画像位置合わせを用いて走行軌跡を推定する.

## &lt;結論&gt;

- ・Semantic Segmentationにより画素情報を分類できた.
- ・重みを定義することで光の影響を抑制できた.
- ・画像位置合わせにより自車位置を推定できた.
- ・俯瞰画像を重ね合わせることで道路領域の可視化した.
- ・他車両や光が存在しても道路領域を可視化できた.