

# 超小型モビリティ隊列走行のための連結部搭載型非接触センサアレイを用いた相対位置・姿勢推定

Relative Position/Posture Estimation between Ultra Lightweight Vehicles in a Platoon Using Contactless Sensor Array Mounted on Car Coupling Equipment

福井類, ○大野泰典, 松岡寛, 草加浩平, 中尾政之

## [ 背景と目的 ]

### ◎研究背景

高齢者のための  
近未来の地域内移動手段  
超小型モビリティを用いた  
追従走行による隊列走行

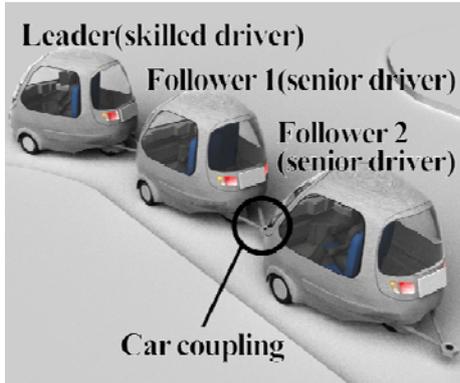
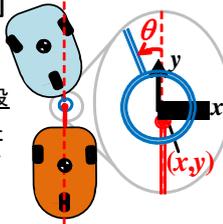


万が一制御が破綻しても隊列は  
大きく乱れないように連結装置(リングとピン)を搭載

### ◎相対位置・姿勢推定

追従走行を行うための前後車両の  
相対位置(x,y)と姿勢(θ)の推定する必要性

→赤外線測距センサ(PSDセンサ)を連結装置内に組み込む



### ◎赤外線測距センサの特徴

赤外線測距センサの絶対精度の低さを  
補うために、センサの数を冗長化し  
統計的または機械学習的な処理を施す

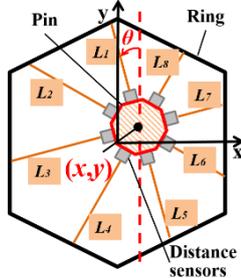
### ◎研究目的

- ・車列隊列走行のために  
非接触センサアレイを搭載した  
連結装置の主機能部を開発
- ・上記連結装置を用いた  
相対位置・姿勢の推定法を開発
- ・高精度化に寄与する  
データ処理アプローチの明らかにする

## [ 連結装置の設計と推定法の開発 ]

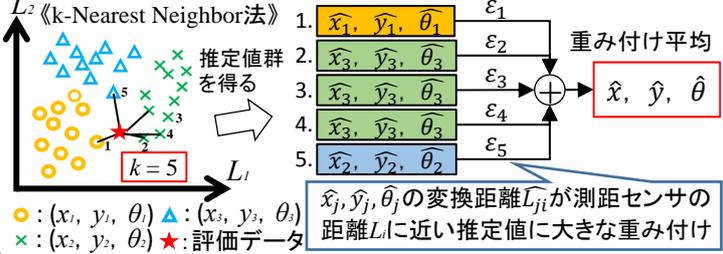
### 連結装置

正六角形のリング &  
測距センサ8個搭載したピン



### 学習データ比較推定法

【手法】評価データと、測距センサの距離データ $L_i$ と $x, y, \theta$ の条件を  
対応付けた学習データとをk-Nearest Neighbor法で比較し、絞り込む



### 幾何計算推定法

【手法】  
測距センサの距離データ  
 $L_i$ と $x, y, \theta$ の3変数からなる  
連立方程式を解き、  
重み付け平均を行う

【特徴】  
測距センサの距離データの  
繰り返し精度と絶対精度の  
両方の影響を受ける

## [ 推定法の特性検証 ]

Simulationによる測距センサの距離データに  
含まれる誤差が推定結果に与える影響を調査

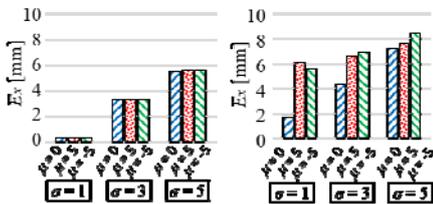
### ◎擬似データの作成方法

擬似データ 理論距離

$$L'_i = L_i + \mu + (\text{標準偏差}\sigma\text{の正規分布に基づく精度})$$

学習データ比較推定法

幾何計算推定法



・測距センサの距離データに誤差が  
含まれる場合の推定値 $\hat{x}$ の平均二乗誤差

評価方法: 推定値 $\hat{x}$ の平均二乗誤差 $E_x$

$$E_x = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \hat{x}_i)^2}$$

$x_i$ : 真値  
 $\hat{x}_i$ : 推定値

### Simulationまとめ

・学習データ比較推定法は測距センサの  
距離データの絶対精度の影響を受けない

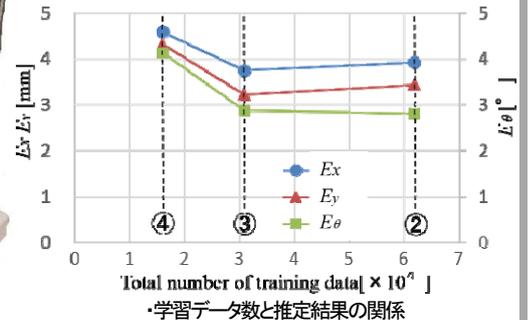
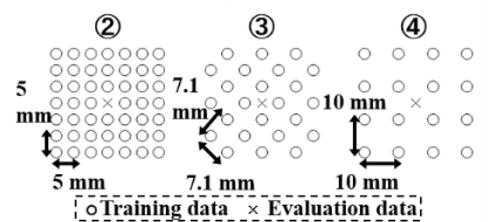
・幾何計算推定法は測距センサの距離データの  
繰り返し精度と絶対精度の両方の影響を受ける

### 測距センサが 搭載されたピン



テストベッドを用いた評価データと学習データの  
データセットが推定結果に与える影響調査

《評価データと学習データのデータセット》



### 実験まとめ

・適切に学習データを選択することで少ない学習  
データ数で推定結果は向上する  
・平均化することで学習データを補間できている

### テストベッド

