

# シニアカーの自動運転のための経路追従制御に関する研究

## 研究の概要と特徴

経路追従手法の1つである線形二次レギュレータ(以下, LQR)を使用して, 自動運転シニアカーの経路追従精度を向上させる. 従来の経路追従技術であるpure pursuitとLQRの経路追従誤差を比較し, LQRの優位性を調査する.

## 研究の内容

### 研究背景・目的

Pure pursuit(従来手法)

一定距離先に目標点を設置

目標点に向かって制御

欠点

- 蛇行問題
- カーブ内側を走行

LQR(本研究で使用する手法)

最適化計算によって入力が過大にならない

正確な追従制御が可能であると考えた

本研究の目的は, 経路追従技術の1つであるLQRを使用して, シニアカーの追従制御を行い, **経路追従誤差を改善すること**である.

### LQRについて

LQRとは, 制御入力を最適計算によって算出できる経路追従制御手法の1つである. この最適化計算には, 式(1)の評価関数を使用する.

$$\int_0^1 (x^T(t)Qx(t) + u^T(t)Ru(t))dt \quad (1)$$

$x(t)$ は状態量,  $u(t)$ は制御入力,  $Q$ と $R$ は重み行列を示している. この式の値を小さくする制御入力を計算する.

### 実施内容

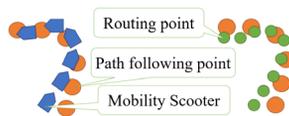


実験機器

LQRの優位性を調べるため, 自律走行可能なシニアカーを模擬した台車をシミュレーション上で動かし, LQRとpure pursuitの追従精度を比較した. 右図の実験機器を使用して, シミュレーションに使用する経路を作成した.

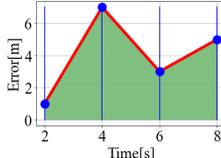
### 比較方法について

#### (1) 追従誤差



追従誤差は, 1つの経路追従点とすべての経路点の距離を算出し, その中の最小値を選択する. これを経路追従点の個数だけ繰り返す.

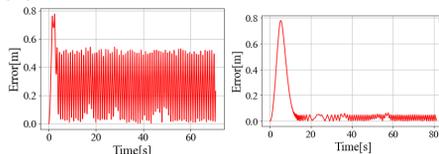
#### (2) 追従誤差の定量化



2点の誤差ごとに図中の赤色の直線を作り, 積分を行う. そして, 積分した結果を足し合わせると, 図中の緑色の面積が求まる.

### シミュレーション結果

#### (1) 追従誤差の結果



Pure pursuit

LQR

LQRの方がpure pursuitより, 誤差が**小さい**.

#### (2) 定量化した追従誤差の結果

	Quantification of Tracking Error
Pure pursuit	19.4
LQR	6.3

表中の定量化した値は小さいほど追従精度が良い. 両者には**約3.1倍**もの差があった.

### 今後の展望

LQRを使用してシニアカーを制御できた後, 再度LQRの優位性を調査する. 優位性の評価指標には, **追従誤差**と**乗り心地(横加速度)**を用いる.

## 研究の効果並びに優位性

経路追従精度の改善, 乗り心地の向上

## 技術応用分野・企業との連携要望

自動車分野, 自動運転開発, 経路追従制御