

IoT とディープラーニングによる自動運転支援システムの開発に関する研究

服部有里子, 高橋洸佑, 菜花 功

筑波技術大学 産業技術学部 産業情報学科

キーワード: IoT, ディープラーニング, 自動運転, 人工知能

1. はじめに

安全で環境に配慮した車の自動運転の実現に向けて、走行する周囲の車両や路側機と高レスポンス、高信頼に通信を行い、車載センサによる自律型システムと路車間・車車間通信を用いた協調型システムを連携・補完する自動運転支援システムを開発する。本研究では、IoT (Internet of Things) システムにより収集・蓄積した運転データとセンシングデータを入力として、ディープラーニングを用いて正しい状況判断と走行軌道生成を行うデータ解析装置について検討した。車載ネットワークとの通信や電子制御装置へのアクセスを行う車両制御装置を開発し、自動運転支援システムの機能・性能を検証した。

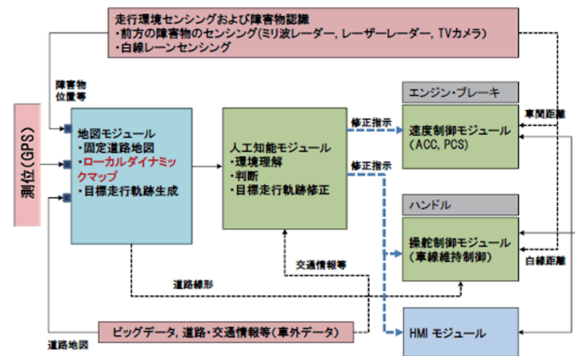


図1 自動運転支援システムのアーキテクチャ

2. 自動運転支援システムの開発

2.1 アーキテクチャとシステム構成

自動運転は認知機能、判断機能、操作機能で構成され、この考えに基づいて設計した自動運転支援システムは、4つのモジュール（地図、人工知能、速度制御、操舵制御）とセンシング部、外部通信部で構成される。自動運転支援システムのアーキテクチャ（図1）とシステム構成例（図2）を以下に示す。

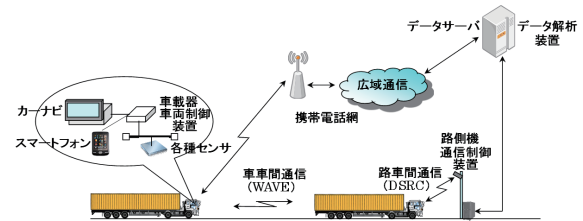


図2 自動運転支援システムの構成例

ブレーキ・アクセル・ハンドルなどの運転データと歩行者や障害物、自己位置、道路形状（急カーブ、急勾配等）や路面状況（滑りやすい等）などのセンシングデータをサーバに蓄積し、ディープラーニングを用いたビッグデータ解析による正しい状況判断と運転経路に従って、ブレーキ・アクセル・ハンドルなどのアクチュエータを制御するシステムである。

2.2 速度制御モジュール（車間距離制御）

速度制御モジュールは、ブレーキ・アクセル操作により前走車に追従するように自車の速度を調節する。

自車の目標加速度は目標車間距離との誤差と前走車の速度の相対誤差から算出される。

$$a_i = K_1 (r_i - L_{des}) + K_2 (v_{i-1} - v_i)$$

a_i : 目標加速度 [m/s²], r_i : 車間距離 [m], L_{des} : 目標車間距離 [m], v_{i-1} : 前走車の速度 [m/s], v_i : 自車の速度 [m/s], K_1, K_2 : フィードバックゲイン

車間距離は次式で表される。

$$r_i = r_0 + x_{i-1} - x_i$$

$$x_i[k] = x_i[k-1] + \{v_i[k]\Delta t + \frac{1}{2} a_i[k](\Delta t)^2\}$$

r_i : 車間距離 [m], r_0 : 最初の車間距離 [m], x_{i-1} : 前走車の進んだ距離 [m], x_i : 自車の進んだ距離 [m]

最初の車間距離 40m, 自車の初速度 80km/h, 前走車が減速 80 → 40km/h, $K_1 = 0.025$, $K_2 = 0.41$ の条件でシミュレーションを行った。車両速度（前走車: 青線, 自車: 赤線）と車間距離の変動グラフを図3, 4に示す。

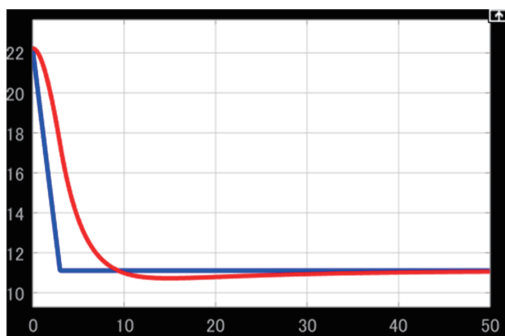


図3 車両速度 (前走車が減速: 80→40km/h)

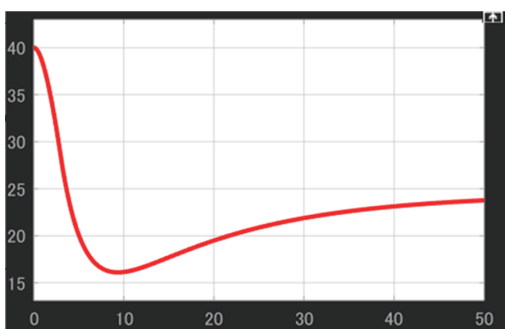


図4 車間距離 (前走車が減速: 80→40km/h)

シミュレーション結果より、自車速度は前走車速度に近付き、車間距離は目標車間距離に近づいて一定になることがわかる。

2.3 操舵制御モジュール (車線維持制御)

操舵制御モジュールは、ハンドル操作とブレーキ操作を組み合わせることで、走行軌跡を生成する。

初速度 v [m/s], 回転半径 R [m], ブレーキ操作による減速度を a [m/s²] とすると、ハンドル操作とブレーキ操作の組合せによる回転角度は、
$$\varphi = \frac{vt - 0.5at^2}{R}$$

回転角度式より、走行軌跡 (x, y) は、 $x = R\cos\varphi$, $y = R\sin\varphi$ となる。ハンドル+ブレーキの操舵制御モデルを図5に示す。ブレーキ減速度 $a = -0.5\text{m/s}^2$ して、初速度 $v = 40\text{km/h}$, 回転半径 $R = 55\text{m}$ ときのシミュレーション結果を図6に示す。

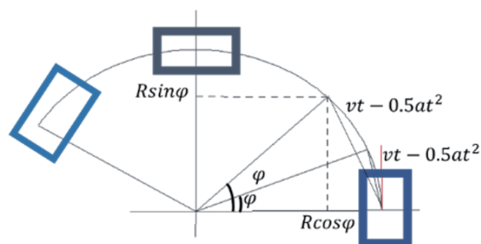


図5 操舵制御 (ハンドル+ブレーキ) モデル

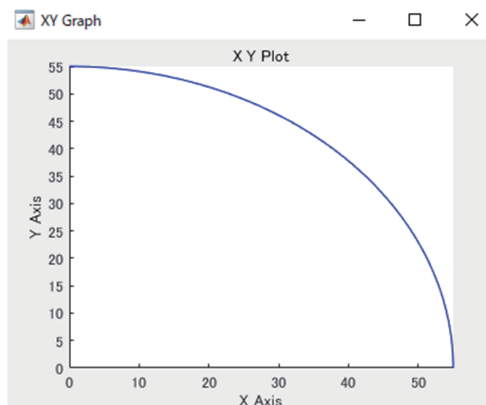


図6 走行軌跡 ($v = 40\text{km/h}$, $R = 55\text{m}$)

シミュレーション結果より、初速度 40km/h からブレーキにより減速しながら、車線に合わせてカーブを曲がることができると考えられる。

3. 自動運転支援システムの検証・評価

走行中の車両から撮影した画像を LTE 経由でリアルタイム送信し、その画像をサーバ上の画像解析装置にて解析し、歩行者や障害物などを自動検知する実証試験を実施した。今後は、第5世代移動通信システム (5G) で伝送した4K映像を利用して歩行者や障害物を検知し、周辺車両に歩行者や障害物の検知結果を配信するシステムを構築する。

参考文献

- [1] 大前学. ACC (車間距離制御装置) と CACC (通信利用協調型車間距離制御装置) のアルゴリズム. 電気学会誌. 2015;135(7): p.433-436.
- [2] 森野博章. 長距離車々間通信と車速制御による渋滞解消効果. 日本機械学会誌. 2019;122(1207): p.34-35.