

車両の効率的合流制御方式の検討

情報科学科 上田 勇輝

指導教員：田 学軍

1 はじめに

ドライバーの 24.3 % が高速道路での運転を苦手と感じており、苦手意識のあるドライバーの 65.8 % が車が頻繁に合流する道が苦手と回答したアンケート調査がある [1]。したがって、高速道路の合流を自動化することはニーズがある。

本論文では本線車線が一車線、合流車線が一車線の高速道路において効率的合流制御を検討する。

2 問題設定

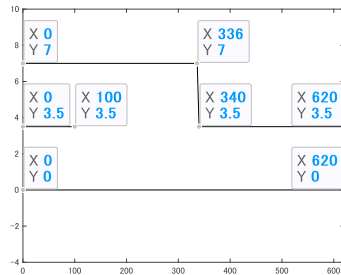
2.1 車両モデル

以下の式を車両モデルとして扱う。 x は車両の縦方向の位置, y は車両の横方向の位置, a_x は車両の縦方向の加速度, a_y は車両の横方向の加速度, v_x は車両の縦方向の速度, v_y は車両の横方向の速度, k は時間ステップ, T はサンプリング時間を表している。また、各車両は他の車両の位置と速度の情報を得ることができる。

$$\begin{aligned} x(k+1) &= Ax(k) + Ba_x(k) \\ y(k+1) &= Ay(k) + Ba_y(k) \\ x(k) &= \begin{pmatrix} x(k) \\ v_x(k) \end{pmatrix} \quad y(k) = \begin{pmatrix} y(k) \\ v_y(k) \end{pmatrix} \\ A &= \begin{bmatrix} 1 & T \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad B = \begin{bmatrix} \frac{1}{2}T^2 & T \end{bmatrix} \end{aligned}$$

2.2 道路モデル

以下を道路モデルとする。



2.3 合流指標

以下 1,2 を合流指標とする。また、距離の誤差 1m と加減速の 1m/s^2 を同じ重みとする。

1. 車間距離が空走距離+制動距離であるか。先頭車両は、進んだ距離が目標速度×サンプリング時間であるか。
2. 全ての車の加減速が少なくなること。

3 制御方式

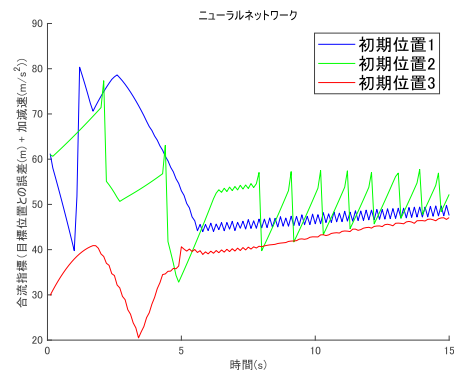
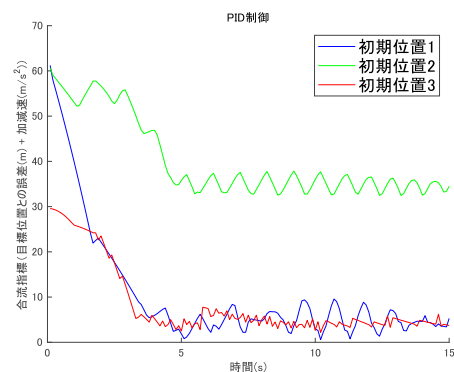
制御方式として、PID 制御またはニューラルネットワークを用いる。ニューラルネットワークは、入力層と中間層と出力層の 3 つの層から成り、教師あり学習である。

4 シミュレーション

サンプリング時間 0.1s, シミュレーション時間 15s, 以下に示す初期位置 3 つの場合でシミュレーションを行った。初期位置は順番に x, v_x, y, v_y を表す。また、グラフの合計指標は、車両の縦方

向と横方向の合計指標を合計している。

1. 本線車両の先行車 (114.9118m, 27.7m/s, 1.75m, 0m/s)
合流車両 (100m, 22.9456m/s, 5.25m, 0m/s)
本線車両の後続車 (9.6230m, 27.7m/s, 1.75m, 0m/s)
2. 本線車両の先行車 (158.8465m, 27.7m/s, 1.75m, 0m/s)
合流車両 (100m, 14.3393m/s, 5.25m, 0m/s)
本線車両の後続車 (27.7333m, 27.7m/s, 1.75m, 0m/s)
3. 本線車両の先行車 (66.4640m, 27.7m/s, 1.75m, 0m/s)
合流車両 (100m, 15.2404m/s, 5.25m, 0m/s)
本線車両の後続車 (6.3946m, 27.7m/s, 1.75m, 0m/s)



今回の環境下では、ニューラルネットワークより PID 制御の方が優れていることがわかる。ニューラルネットワークは初期位置 1,3 の場合で合計指標が 50 に近づいていることが読み取れる。教師データを熟考する必要があると考えられる。

5 おわりに

本研究では、本線車線が一車線での合流制御の有効性を示した。今後の課題としては、車両台数の増加や車線の増加、制御方式としては自ら学ぶニューラルネットワークへの応用が挙げられる。

参考文献

- [1] 小林 祐史. “ドライバーの 4 人に 1 人が高速道路は「苦手」と感じている”. Park blog. <https://jafmate.jp/blog/safety/191206-80.html>, (参照 2020-1-10).