

深層学習を用いた交差点通過・停止判定と加減速度予測の可能性

名城大学 学生会員 ○西尾 和也
 名城大学 非会員 梅本 巧
 名城大学 正会員 松本 幸正

1. はじめに

近年の情報通信技術の躍進は、データの収集を格段に飛躍させ、分野ごとに様々なビックデータを活用することができるようになってきた。ビックデータは、自動運転車両においても、判断などを行う深層学習を含む機械学習を通じた AI の強化に必要不可欠である。ビックデータと AI の活用により、近い将来、周辺環境の変化に応じたシステム最適な走行挙動をとる自動運転車両の走行が考えられる。

そこで本研究では、周辺環境に応じたシステム最適な走行挙動をとる自動運転車両の走行モデル構築の前段階として、交通流シミュレーションを用いて仮想的なビックデータを作成し、仮想ビックデータの活用による、深層学習を用いた、車両の交差点通過・停止判定と加減速度予測の可能性を検討する。

2. 深層学習

2.1. 深層学習の概要

深層学習とは、機械学習の1つである、人や動物の神経回路をモデルにした、ニューラルネットワークを多層にしたものである。過去の事例・観測データに含まれる特徴を各層で自動的に学習し、モノやコトの判断・分類・予測を行うことができる。

2.2. 深層学習の仕組み

図-1 にニューラルネットワークの構造を示す。ニューラルネットワークは、「入力層」、「隠れ層」、「出力層」と各層を持った構造となっている。従来のニューラルネットワークでは、隠れ層がせいぜい2~3程度なのに対し、深層学習は、150もの隠れ層を持つこともありえる。これにより、予測の精度を高め、複雑判断・分類・予測を行うことができる。

2.3. 深層学習の種類

深層学習では、様々な種類があるが、最もよく使われる畳み込みニューラルネットワーク (CNN) と、本研究で用いる再帰的ニューラルネットワーク (RNN) について説明する。CNN は、特に画像認識の分野で優れた性能を発揮する。しかし、可変長の

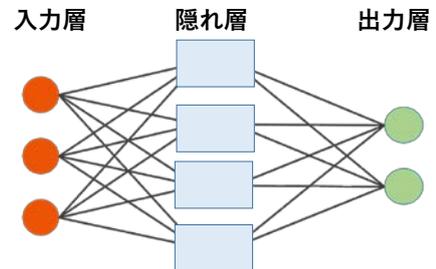


図-1 ニューラルネットワークの構造

表-1 仮想ビックデータの構成要素

車間距離	m
現在速度	km/h
希望速度	km/h
交差点までの距離	m
信号色	青, 黄, 赤
現在の信号色の残り時間	秒
交差点での判定	通過, 停止
加減速度	表2参照

表-2 加減速度の分類

強加速	$0.23G < a$
中加速	$0.12G < a \leq 0.23G$
弱加速	$0 < a \leq 0.11G$
維持	0
弱減速	$-0.12 \leq a < 0$
中減速	$-0.23G \leq a < -0.12$
強減速	$-0.23G \leq a$

データを扱うことが難しい。そこで、可変長データを扱うため、隠れ層の値を再び隠れ層に入力するというネットワーク構造にしたものが RNN である。

3. 仮想ビックデータの作成

本研究では、仮想ビックデータの作成のために交通流シミュレーションを用い、車両の走行データと交通状況データを取得する。

3.1. 交通流シミュレーションの概要

本研究のシミュレーションでは、片側2車線の長さ約680mの道路を対象とする。車両は右左折することなく直進のみとした。1ステップは、実時間の0.2秒に相当させ、1時間のシミュレーションを実行した。流入量は、2,000[台/時間]と設定した。信号は、青信号を91秒、赤信号を76秒、黄色信号を3秒とした。

3.2. 仮想ビックデータの概要

表-1は、交通流シミュレーションにより作成した仮想ビックデータの構成データ一覧を示したものである。加減速度は、表-2に従い分類する。ここで、表3のaは加減速度(m/s²)である。データ数は、1,922台分の421,859×8行列、(各車両のステップ)×(構成要素)である。

4. 交差点通過・停止判定の評価

仮想ビックデータの中から、交差点通過・停止のデータを除いたデータを用い、交差点通過・停止判定を行う。同様に、加減速度予測においても、仮想ビックデータから加減速度のデータを除いたデータを用いる。

4.1. 交差点通過・停止判定の評価

図-2は、横軸に反復回数、縦軸に精度を示した図である。この図から、約300の反復回数を過ぎると精度が約60%と一定の値に収束していることがわかる。

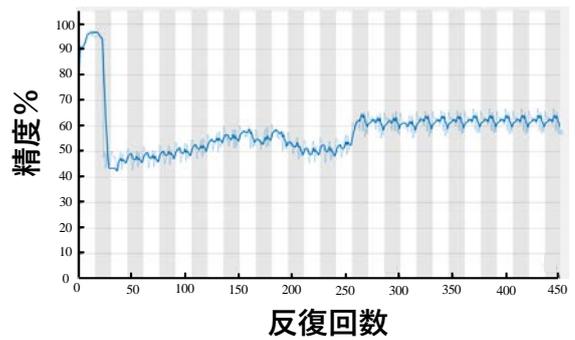


図-2 交差点通過・停止判定学習の進行状況

予測の加減速度	停止	31 27.9%	21 18.9%	59.6% 40.4%
	通過	18 14.4%	43 38.7%	72.9% 27.1%
		66.0% 34.0%	67.2% 32.8%	66.7% 33.3%
		停止	通過	
		実施の加減速度		

図-3 車両の交差点通過・停止判定予測の結果

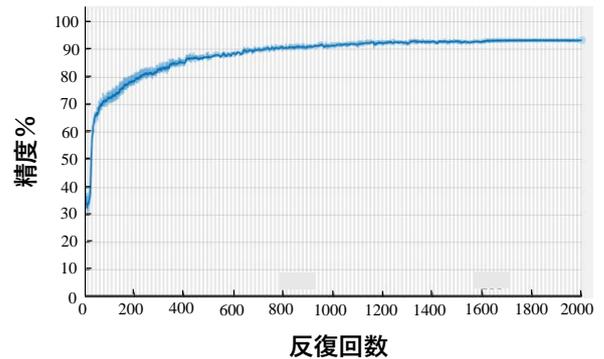


図-4 加減速度予測学習の進行状況

車両の交差点通過・停止判定の結果を図-3に示す。この図から、判定の的中率が全体で66.7%であることがわかる。

4.2. 加減速度予測の評価

図-4は、横軸に反復回数、縦軸に精度を示した図である。この図から、約1,600の反復回数を過ぎると精度が約90%と一定の値に収束していることがわかる。

ある車両の、発生から走行終了までの加減速度を予測した結果を図-5に示す。この図から、予測の的中率が95.5%であり、精度が高いことがわかる。

5. おわりに

本研究では、交通流シミュレーションから仮想的なビックデータを作成し、そのデータを用いて、深層学習による車両の交差点通過・停止の判定、加減速度の予測が可能であるかを検討した。

深層学習の結果、交差点通過・停止の判定は約60%の精度で、加減速度の予測は約90%の精度で行えることがわかった。

しかしながら、本シミュレーションによる仮想ビックデータは、交差点が1つで直進のみを対象としていたため、複数交差点や右左折挙動を含めた交通流データを用いてモデルの構築を行い、交差点の通過・停止の判定や加減速度の予測を行い、周辺環境

予測の加減速度	弱加速	55 49.3%	1 0.9%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	99.2% 1.8%
	弱減速	2 1.8%	49 44.1%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	98.1% 3.5%
	強加速	1 0.9%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	99.0% 100%
	強減速	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	NaN% NaN%
	中加速	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	NaN% NaN%
	中減速	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	2 1.8%	0 0.0%	100% 9.0%
	維持	0 0.0%	1 0.9%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	0 0.0%	99.0% 4.0%
	94.8% 9.2%	98.1% 3.9%	NaN% NaN%	NaN% NaN%	NaN% NaN%	100% 0.0%	NaN% NaN%	95.5% 4.5%	
	弱加速	弱減速	強加速	強減速	中加速	中減速	維持		
	実施の加減速度								

図-5 ある車両の加減速度予測の結果

に応じたシステム最適な走行挙動をとる自動運転車両の走行モデルを構築していく必要がある。