

モデルカーを用いた自動走行のための学習モデルに関する 基礎的研究

千葉 笙平¹ 笹岡 久行¹

概要: 自動運転を実現するための機械学習の研究を進めている。最初のステップとして、モデルカーを使用した自動運転に関するいくつかの実験を実施した。今回は、学習したモデルの汎用性を考慮するためにシミュレーション実験に焦点を当てている。強化学習の学習処理において、環境および報酬関数を統一し、学習時間の長さのみを変更させ、モデルを生成した。自動走行における汎用性を考察するため、いくつかの走行コースを用いてシミュレーション実験を実施した。本報告では、シミュレーション実験の結果およびそこから考察されることについて報告する。

キーワード: 自動運転, 機械学習, ミニ四駆 AI, 深層強化学習

Basic Study of Model for Machine Learning on Autonomous Driving with a Model Car

CHIBA SHOHEI^{†1} SASAOKA HISAYUKI^{†1}

Abstract: Reinforcement Learning and Deep Learning are some of the most potential machine learning methods. Many researchers have reported effectiveness in various fields using these machine learning methods. However, we have some difficulties when we have employed the methods. We are studying research on machine learning to realize autonomous driving. In this research, we focus on simulation experiments to examine the versatility of the learned model. In the learning process of reinforcement learning, the learning environment and the reward function have been unified, and a learning model in which only the length of time for the learning process has been changed. In the initial stage of the learning process, it is said that the longer the learning time, the better. However, in practice, over-learning occurred in the learning, and a decrease in performance was confirmed. Besides, we have done another evaluation experiment to consider the application in an environment different from the learning data. In this paper, we will also report on the test and what we will discuss.

Keywords: Autonomous Driving, Machine Learning, Mini-4wd AI, Deep Reinforcement Learning

1. はじめに

自動車の自動運転に関する研究は欧米の研究機関が中心的な役割を担い 100 年以上に渡り研究が継続されている。日本国内においても欧米にならい自動運転レベルが整理され[1], さらには関連する法律(「道路交通法」, 「道路運送車両法」)の改正も研究の推進の後押しとなった。そのため、空港等の限定された地域内ではあるがレベル 4 の自動運転の実証実験が開始されるまでに至った。

実際の自動車を用いた実験が進む中で、シミュレータ等を用い、より先進的な運転アルゴリズムに関する研究も進められている。例えば、nvidia 社が中心となり研究開発が行われている「NVIDIA DRIVE Constellation」[2], 東京大学等が中心となり研究開発が行われている「Auto Ware」[3]等が有名である。その中で我々は快適な走行を行う自動運転アルゴリズムの実現を目指し、Amazon Web Service 社(AWS)が中心になり研究開発されているシミュレータおよび実機の環境「Deep Race」[4]を利用し、研究を進めている。今回

は、この環境下で生成した学習モデルの評価および汎用性を考察する目的で行った評価実験およびその考察について報告する。

2. AWS「Deep Racer」とは

AWS 社の Deep Racer は実機のモデルカーへの実装を前提として、仮想 3 次元空間での走行シミュレーション環境である。特に、機械学習の利用を前提とし、種々のアルゴリズムを実装することが可能である。2020 年には実機は改良され「Deep Racer Evo」が発表された。ただし、2020 年 2 月現在、本モデルカーを正規に日本国内で入手する方法はまだなく、現状、我々はシミュレーション環境での評価実験に注力している。

今後、AWS 社 Deep Racer のモデルカーの実機を入手できる環境が整った際には、シミュレーションにて有効性を確認したものを実機のモデルカーに実装し、実環境においても有効性を確認していく予定である。

¹ 旭川工業高等専門学校

^{†1} National Institute of Technology, Asahikawa College (Asahikawa-KOSEN)

3. 深層強化学習

「深層学習」は、昨今の人工知能分野研究における主要な研究テーマとなりつつある強力な機械学習手法の一つである。その応用も画像認識にはじまり、画像生成、自然言語処理等、多岐にわたる。その中でも、Deep Mind 社（現 Google 社）が中心となり研究された、将棋、囲碁あるいはチェス等の種々のゲームでの有効性が知られている[5]。

今回、シミュレーション実験においても Deep Racer のモデルカーにこの深層強化学習を適用した。深層強化学習に必要なパラメータの調整については十分に調整を行う必要があるが、本研究では AWS Deep Racer ホームページにて提示されているパラメータ値をそのまま利用した。これについては、今後、検討を深める予定である。

4. 評価実験

4.1 学習モデル生成

今回は、下記の図1と図2の2つのコース用いてそれぞれ別の学習モデルを生成した。

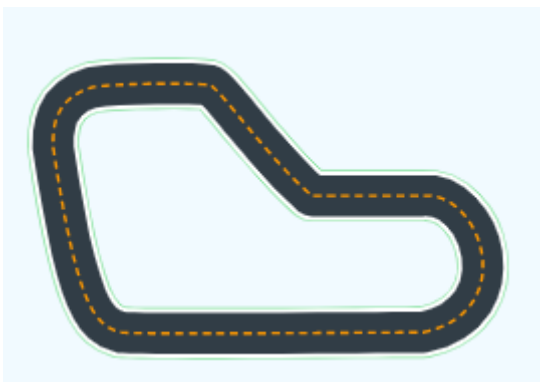


図1：コース1「re:Invent 2018」

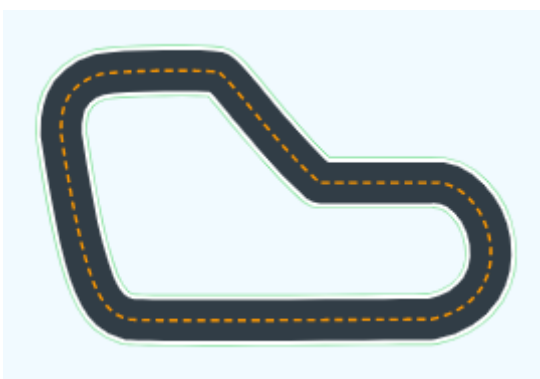


図2：コース2「re:Invent 2018 Wide」

図1と図2の外観は見て通りに形状は類似している。図1の長さ17.6m、幅76cmで、図2の長さ16.64m、幅107cmとコース長が異なる。それぞれのコースで学習処理時間を90分間、120分間、180分間、240分間、300分間とし、それぞれのコースを周回し、継続した。

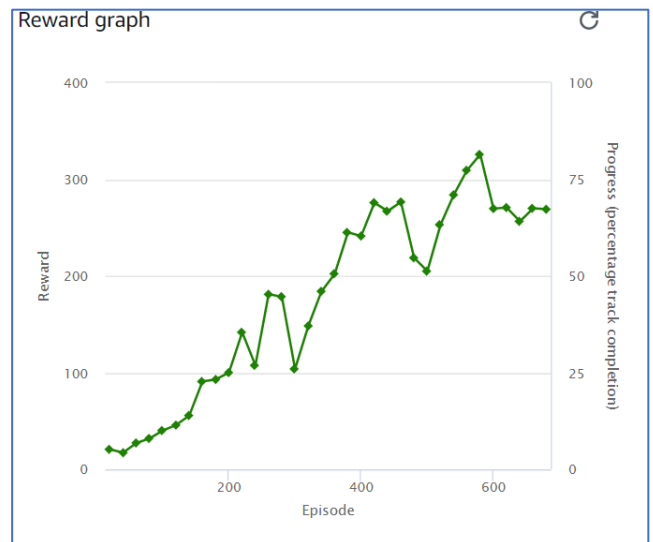


図3：コース1（学習時間300分間）の学習状況

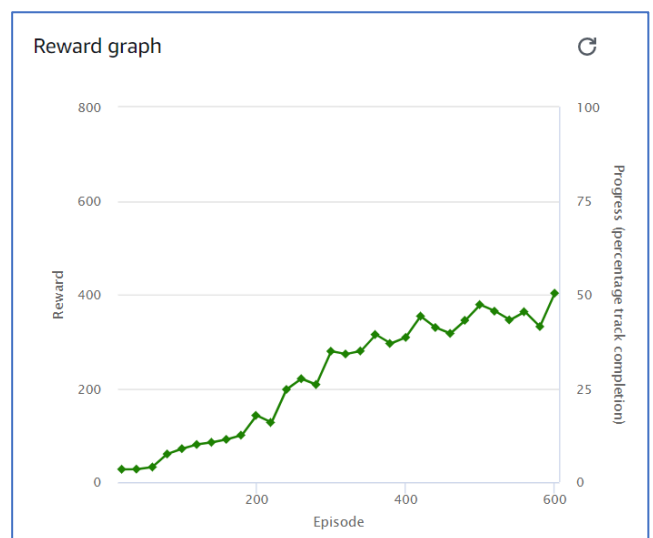


図4：コース2（学習時間300分間）の学習状況

図3にコース1で300分間の強化学習の処理の際に獲得される報酬値の推移を示す。この図から、コース1では300分間でおおよそ報酬値が一定に収束していることが確認でき、学習モデルの生成のための学習時間を300分とした。図4にコース2で300分間の強化学習の処理の際に獲得される報酬値の推移を示す。コース2においても同様に報酬値の推移から学習時間の上限を300分とした。

4.2 実験方法

上述した方法で生成された学習モデルを用いて、各コースを10周し、各周回のタイムを測定した。この結果、10周の最大値、最小値、平均値を表1と表2にそれぞれ示す。

表 1 : コース 1 の結果

| | 90min | 120min | 180min | 240min | 300min |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Max[sec] | 31.698 | 31.502 | 28.522 | 33.672 | 33.759 |
| Min[sec] | 28.993 | 26.909 | 26.188 | 30.920 | 27.059 |
| Ave[sec] | 29.996 | 29.096 | 27.604 | 31.975 | 31.713 |

表 2 : コース 2 の結果

| | 90min | 120min | 180min | 240min | 300min |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Max[sec] | 28.722 | 28.970 | 27.319 | 28.463 | 32.403 |
| Min[sec] | 25.700 | 25.420 | 25.019 | 25.887 | 28.407 |
| Ave[sec] | 27.340 | 27.020 | 26.104 | 26.830 | 31.448 |

この結果から、報酬値は 300 分で収束したが、1 週のラップタイムとしては、コース 1 とコース 2 とともに 180 分の学習モデルが優れていることが確認された。

さらに、学習モデルの汎用性を確認するために、コース 1 で生成した学習モデルでコース 2 を走行した結果を表 3 に示す。一方、逆にコース 2 で生成した学習モデルでコース 1 を走行したが、コースアウトを繰り返し、考察するために十分な結果を現段階では得られていない。

表 3 : 学習モデル (コース 1) でのコース 2 の走行結果

| | 90min | 120min | 180min | 240min | 300min |
|----------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Max[sec] | 30.409 | 29.860 | 27.845 | 34.692 | 35.725 |
| Min[sec] | 28.521 | 27.059 | 25.285 | 28.845 | 33.632 |
| Ave[sec] | 29.372 | 28.608 | 26.625 | 31.503 | 34.934 |

5. おわりに

本稿では、AWS 社「Deep Racer」を用い、深層強化学習を適用した走行結果を示した。この中で、現状ではデータが不足しており、学習モデルの汎用性を考察するまでには至らなかった。発表までには実験データを増し、考察について報告する予定である。

参考文献

- [1] 国土交通省自動車局, “自動運転車の安全技術ガイドライン”, 国土交通省ホームページ
<http://www.mlit.go.jp/common/001253665.pdf> (平成 30 年 9 月).
- [2] ndivia 社 “NVIDIA DRIVE CONSTELLATION”,
<https://www.nvidia.com/ja-jp/self-driving-cars/drive-constellation/>
 (参照 2020-2-20).
- [3] 加藤真平ら, “Autoware 自動運転ソフトウェア入門”, リックテレコム社, 2019.
- [4] Amazon Web Service 社 “Deep Racer”, AWS 社ホームページ
<https://aws.amazon.com/jp/deepracer/>, (参照 2020-2-20).
- [5] David Silver et al. “A general reinforcement learning algorithm that masters chess, shogi, and Go through self-play”, Science 07 Dec 2018: Vol. 362, Issue 6419, pp.1140 – 1144, DOI: 10.1126.