

Streszczenie dysertacji pt. "Model predykcji zachowania się pojazdu autonomicznego oparty na metodach Sztucznej Inteligencji"

Współcześnie obserwowany jest dynamiczny rozwój branży motoryzacyjnej oraz rosnący popyt na nowoczesne i kompleksowe systemy wsparcia dla kierowców (ADAS). Wraz z intensywnym postępem możliwości sztucznej inteligencji opartej na głębokich sieciach neuronowych, możliwe jest zastąpienie tradycyjnych rozwiązań ADAS oraz rozszerzenie zakresu ich działania. Jednym z obszarów, w którym wykorzystanie sztucznej inteligencji może przynieść wymierne korzyści, jest rozwiązanie problemu planowania zachowania ruchu pojazdu.

Niniejsza praca skupia się na opracowaniu metodologii pozwalającej na stworzenie strategii zachowania pojazdu w trybie adaptacyjnego tempomatu. Strategia planuje wartość docelowego przyspieszenia pojazdu, która ma zostać osiągnięta w zdefiniowanym horyzoncie czasowym. Zadane przyspieszenie jest osiągnięte przez zaplanowanie oraz wykonanie trajektorii.

Działanie strategii przewidziane jest na drogach szybkiego ruchu, a planowanie bierze pod uwagę sytuację drogową, w której skład wchodzi topologia drogi oraz wszystkie pojazdy wykryte przez sensory percepcji sterowanego auta. Strategia ta ma być skuteczna w rzeczywistym środowisku i radzić sobie z różnorodnymi sytuacjami. W tym celu prowadzone są badania nad możliwością wykorzystania metod uczenia ze wzmocnieniem oraz imitacji zachowań.

Wstępna analiza wykazuje, że metody imitacji zachowań, które bazują na danych rzeczywistych, limituje ograniczona ilość danych oraz słaba ich jakość. Natomiast strategia pozyskana przy użyciu metod uczenia ze wzmocnieniem w symulacji, często okazuje się suboptymalna w warunkach rzeczywistych. Wynika to z odstępstw pomiędzy symulacją a rzeczywistością (sim2real gap) oraz brakiem możliwości zasymulowania naturalnych zjawisk.

Niniejsza praca przedstawia metody niwelujące wady poszczególnych metod uczenia. Po pierwsze, przedstawia on procedurę poprawy jakości danych rzeczywistych przy użyciu optymalizacji numerycznej. Po drugie przedstawia sposób na połączenie obu metod uczenia w celu zminimalizowania sim2real gap i powiększenia zakresu scenariuszy drogowych, w procesie nauki strategii zachowania.

Strategie zachowania pozyskane przy pomocy prezentowanych rozwiązań są oceniane przy pomocy zaproponowanych metod ewaluacji. Dodatkowo ich efektywność jest porównana z wydajnością testowego kierowcy oraz bazową strategią pozyskaną standardowymi metodami RL. Praca prezentuje także metodologię pozwalającą na ocenę wiarygodności modelu zachowania przy pomocy statystycznej analizy badającej wpływ elementów wejściowych do systemu na wybrane przez sieć neuronową zachowanie.

Wyniki pracy sugerują, że zaproponowane algorytmy są obiecujące w perspektywie rozwoju tempomatu adaptacyjnego opartego na sieciach neuronowych. Przedstawione metody ewaluacji pozwalają na lepsze zrozumienie przewidywanego zachowania strategii oraz zwiększają jej wiarygodność.

06.12.2023 N. Kobon-Parkiewicz

Abstract of PhD thesis "Prediction model of an autonomous vehicle's behavior, based on Artificial Intelligence methods"

We are witnessing rapid automotive development and an increasing demand for newer and more versatile driver assistance systems (ADAS). With the simultaneous intensive development of artificial intelligence based on deep neural networks, it is possible to replace classical solutions and extend the scope of their operation. One area in which AI may be profitable is the solution to the problem of vehicle behavior planning.

The thesis focuses on inventing a methodology for developing a vehicle behavior policy in adaptive cruise control mode. The policy plans a target acceleration value which is achieved in a designated time horizon by planning and executing a trajectory. The strategy is intended to operate on highways, and the planning takes into account the road situation, which includes the road topology and all vehicles detected by the perception sensors of the controlled car. The policy aims to be effective in a real environment and handle a broad range of road situations. For this purpose, research is being conducted on the possibility of using reinforcement learning (RL) and imitation learning methods.

Preliminary analysis shows that imitation learning, which is based on collected real data, is limited by a restricted amount and poor data quality. On the other hand, the policy optimized by reinforcement learning methods in simulation often appears to be suboptimal in real-world conditions. It is due to the deviation between simulation and reality (sim2real gap) and missing replicated real-world phenomena.

The dissertation presents methods to mitigate these problems. Firstly, it presents a method of improving the quality of real-world data using numerical optimization. Secondly, it presents a way to combine both learning methods to minimize the sim2real gap and increase the distribution of situations known to the agent. The policies obtained using the presented solutions are assessed using the proposed evaluation methods. Additionally, the policy effectiveness is compared with the performance of a test driver and a baseline policy trained with the standard RL approach. Furthermore, the thesis presents a methodology for evaluating the reliability of the behavior model using statistical analysis to examine the impact of input elements into the system on the selected action.

The results suggest that the proposed algorithms are promising from the perspective of developing vehicle behavior planning.

The presented evaluation method allows a better understanding of the predicted behavior policy and increases its reliability.

Nikodem Parkiewicz
06.10.2023