



POLITECHNIKA ŚLĄSKA
WYDZIAŁ AUTOMATYKI, ELEKTRONIKI
I INFORMATYKI

Rozprawa Doktorska

Implementacja algorytmu autonomicznej jazdy
w symulowanym ruchu ulicznym

Autor: mgr Tomasz Sułkowski

Promotor: prof. dr hab. inż. Jacek Izydorczyk

Promotor pomocniczy: dr inż. Marcin Szelest

Gliwice, grudzień 2021

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Implementacja algorytmu autonomicznej jazdy
w symulowanym ruchu ulicznym

Tomasz Sułkowski

6.05.2022

Przedmiotem badań jest możliwość zastosowania symulacji przepływu płynu do wyznaczania ścieżki ruchu pojazdu w symulowanym ruchu ulicznym. Bez wyznaczonego celu sterowania, zadaniem prowadzonego pojazdu jest brać udział w ruchu wraz z pozostałymi jego uczestnikami w sposób zgodny. To prowadzi do pomysłu wykorzystania symulacji przepływu płynu do efektywnego i bezpiecznego prowadzenia autonomicznego pojazdu.

W rozdziale II dokonany jest przegląd literatury aktualnych rozwiązań. Szczególny nacisk jest położony na najpopularniejsze techniki heurystyczne trasowania ścieżki ruchu pojazdów: pole potencjałów, wielomianowe generowanie trajektorii oraz pole wektorów przemieszczania. Algorytm trasowania ścieżki przedstawiony w niniejszej pracy jest połączeniem wszystkich wymienionych technik.

Aby skutecznie sprawdzić efektywność algorytmu autonomicznego prowadzenia w bezpiecznych warunkach, należało znaleźć najlepszy symulator do przeprowadzania eksperymentów. W rozdziale III zostały wyznaczone kryteria oceny symulatorów ruchu drogowego oraz przeprowadzona merytoryczna ocena dostępnych rozwiązań.

W rozdziale IV analizowana jest symulacja płynów oraz jej użyteczność w generowaniu użytecznych trajektorii autonomicznego prowadzenia. Metoda LBM wykazuje najlepsze właściwości do takiego użycia: jej najprostsza konfiguracja dwuwymiarowa (D2Q4) jest z jedną najszybszych metod generowania wektorów przepływu płynu, która dodatkowo nie reprodukuje turbulencji.

Aby potwierdzić te odkrycia, został stworzony uproszczony symulator w którym z bardzo małą rozdzielczością był symulowany przepływ płynu wraz z poruszającym się pojazdem. Technika ta wykazała duży wpływ stosunku prędkości symulowanej cieczy do prędkości symulowanego pojazdu na kształt

generowanych trajektorii. Udowodnione zostało eksperymentalnie, że przy zachowaniu wyznaczonego stosunku tych wartości generowane trajektorie są użyteczne dla różnej gamy środowisk i układów drogowych.

W rozdziale V przedstawiona jest ostateczna forma algorytmu autonomicznego prowadzenia opartego o symulacje płynu. Algorytm został dokładnie zoptymalizowany do pracy na karcie graficznej wyposażonej w wiele procesorów CUDA. Wiele wyników jego pracy nie jest dostępne dla głównego wątku działającego na procesorze CPU aby uniknąć nadmiernej ilości kopowań danych pomiędzy pamięcią podręczną a pamięcią karty graficznej.

Wejściem do algorytmu jest widok z kamery zamontowanej na przodzie prowadzonego pojazdu, poddany segmentacji na kategorie w zależności od przejeźdności. Ten widok jest następnie przekształcany za pomocą odwrócenia perspektywy, symulując widok z lotu ptaka na sytuacji drogowej. Za pomocą nałożenia na siebie wiele takich widoków połączonych z przekształceniem ruchu oraz obwiedni pozostałych uczestników ruchu, uzyskuje się siatkę zajętości na której generowane są pola potencjałów oraz pola wektorów przepływu symulowanego płynu. Na powstałej z połączenia tych pól - siatce wektorów, śledzone są kierunki wektorów za pomocą punktu śledzącego. Punkt ten wyznacza tymczasowy cel, do którego wyznaczany jest łuk ruchu prowadzonego pojazdu.

W rozdziale VI opisane są testy algorytmu za pomocą dostępnych w literaturze scenariuszy testowych. Większość z nich pochodzi z artykułów opisujących techniki heurystyczne autonomicznego prowadzenia pojazdów. Przeprowadzone testy potwierdzają skuteczność opisanego algorytmu, gdyż uzyskuje on wynik na tym samym, lub lepszym poziomie co oryginalne algorytmy z nich korzystające. Tym samym teza pracy, mówiąca o słuszności wykorzystania symulacji płynów do skutecznego prowadzenia autonomicznego pojazdu, zostaje potwierdzona.