



**Politechnika
Śląska**

WYDZIAŁ AUTOMATYKI, ELEKTRONIKI I INFORMATYKI

KATEDRA AUTOMATYKI I ROBOTYKI

**Statystyczne podejście do weryfikacji i walidacji
systemów sterowania w pojazdach autonomicznych**

Praca doktorska

Autor: mgr Paweł Kowalczyk

Promotor: prof. dr hab. inż. Jacek Izydorec

Opiekun przemysłowy: dr inż. Marcin Szelest

Gliwice, wrzesień 2022

Streszczenie pracy doktorskiej o tytule: Statystyczne podejście do weryfikacji i walidacji systemów sterowania w pojazdach autonomicznych

Autor: Paweł Kowalczyk

Streszczenie: Aby samochód autonomiczny mógł podejmować decyzje adekwatne do otoczenia i sytuacji na drodze w jakiej się znajduje, surowe dane pobrane przez sensory muszą zostać odpowiednio zinterpretowane i przekształcone, tak aby być „rozumiałymi” dla algorytmów sterowania. Analiza tego typu jest przeprowadzana w dużej mierze przez wiele wyspecjalizowanych sieci neuronowych, stanowiących główny element modułów percepcji czyli podstawy zaawansowanego systemu wspomagania kierowcy ADAS. W procesie rozwoju modułów percepcji kluczowym jest przetestowanie jak radzą sobie one z interpretacją danych z sensorów. Aby tego dokonać należy zdefiniować metryki oceniające i porównujące wyniki modułów percepcji z przygotowanymi etykietami (danymi referencyjnymi) dla scen testowych, na których moduł jest testowany. Ewaluacja powinna być wieloetapowa i uwzględniać różne aspekty geometrii danych oraz bezpieczeństwa. Ponadto analiza jakości powinna być przeprowadzona na układzie eksperymentalnym złożonym z wielu scenariuszy testowych o zróżnicowanym kontekście drogowym i warunkach pogodowych. Charakteryzacja tak złożonych zbiorów danych oraz ustrukturyzowanie procesu analizy jakościowej o nie opartej stanowi ogromne wyzwanie i jest niezwykle potrzebna z punktu widzenia rozwoju percepcji samochodów autonomicznych. Autor pracy podejmuje się stworzenia metryki porównującej prostokątne regiony rozpoznania, które służą do opisywania obiektów na drodze. Są to między innymi samochody, piesi, znaki i sygnalizacje świetlne zarejestrowane na klatkach filmu z kamery frontowej lub innych sensorów. Metryki te uwzględniają geometrię danych oraz kontekst ich powstawania aby położyć nacisk na ewaluację odpowiednich aspektów działania modułu percepcji. Za pomocą zaprojektowanych metryk autor przeprowadza szeroko zakrojony eksperyment porównawczy analizujący wpływ degradacji danych wizyjnych na jakość modułu percepcji z uwzględnieniem różnych warunków panujących w scenie testowej oraz oryginalnego kształtu rozkładu jakości. Postępuje się w tym celu pojęciem metryki Wassersteina wykorzystując ją w algorytmie klastrowania oraz jako narzędzie do oceny zmieniającego się rozkładu jakości. W ostatniej części pracy poruszone zostaje zagadnienie charakteryzacji zestawów scenariuszy testowych rozumianych jako zbiory trajektorii obiektów w zasięgu poruszającego się ośrodka układu odniesienia jakim jest samochód wyposażony w moduły percepcji. Autor proponuje metodę klasteryzacji siatek zajętości aby rozbudować formalny opis dużych zbiorów danych wykorzystywanych w motoryzacji do rozwoju zaawansowanych systemów wspomagania kierowcy co jest konieczne aby poprawnie wartościować ich użyteczność i optymalizować proces uczenia sieci neuronowych.