



# Projekt INZNAK: aktywne znaki drogowe



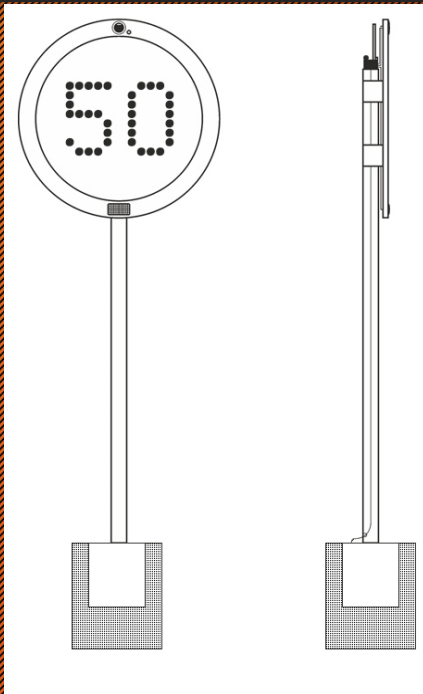
**Andrzej Czyżewski**

Politechnika Gdańska, Katedra Systemów Multimedialnych

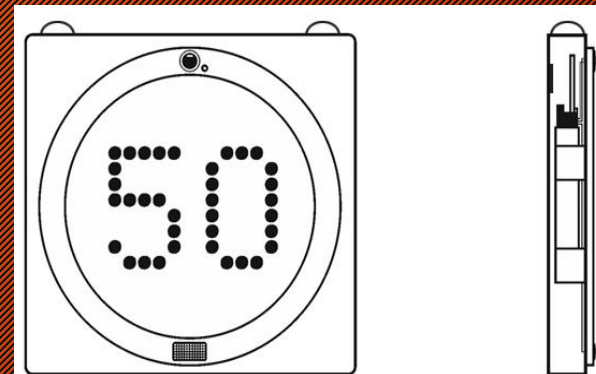
VI Warmińsko-Mazurskie Forum Drogowe „Bezpieczne Drogi Przyszłości”  
23 września 2019 r.

- Motywacja badań: zastosowanie wyników w inteligentnych znakach drogowych
- **Projekt INZNAK – Inteligentne znaki drogowe do adaptacyjnej regulacji ruchu pojazdów komunikujące się w technologii V2X )**
- Potrzeba uwzględnienia aktualnego stanu nawierzchni na dobór zalecanej prędkości jazdy
- Propozycja rozwiązania ograniczonego kosztowo
- Liczne sensory wbudowane w znak drogowy

# Warianty zastosowania systemu

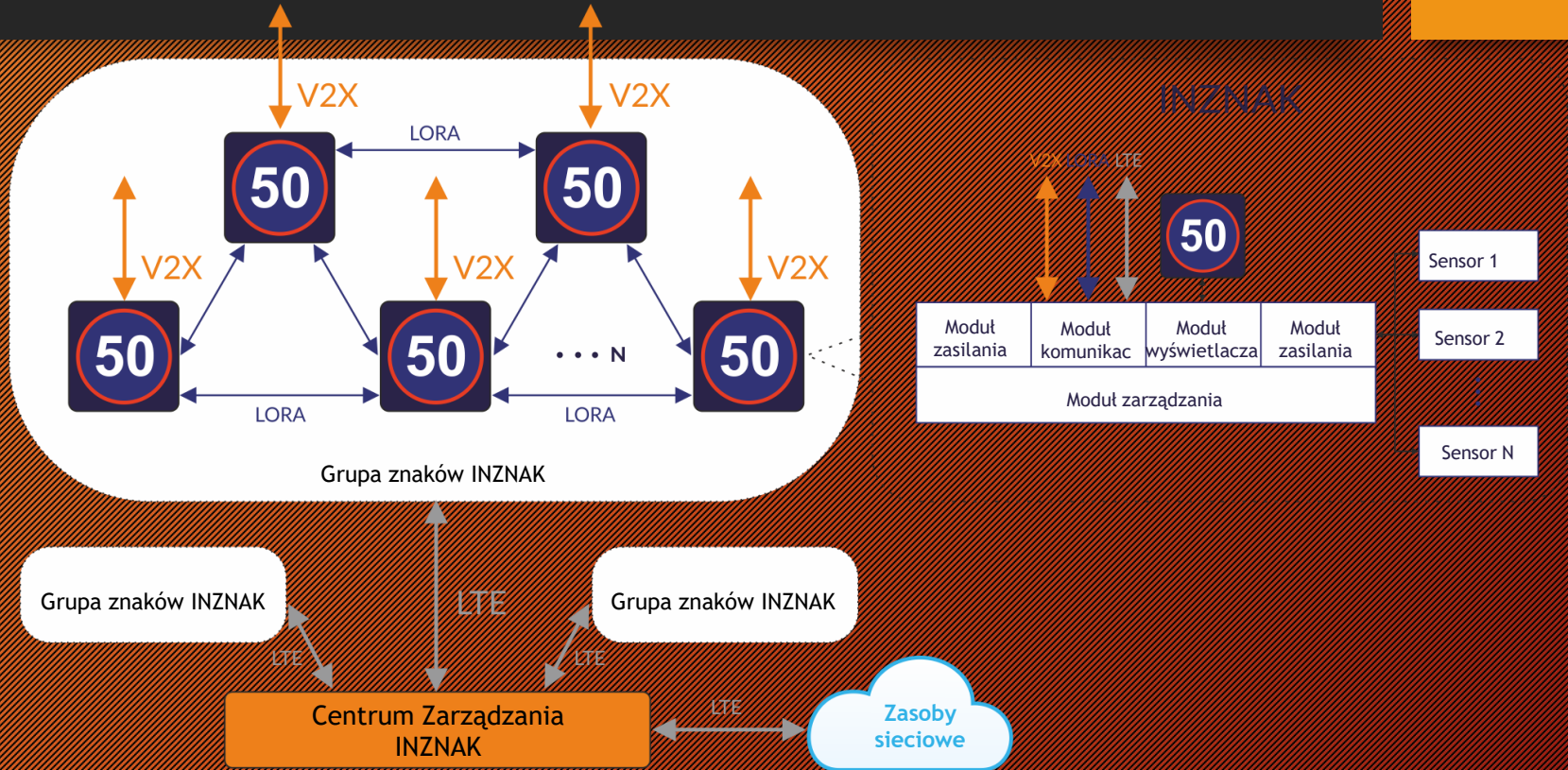


"Wolnostojący inteligentny znak drogowy"  
Prawo ochronne U. Pat. RP nr 70132



"Wiszący inteligentny znak drogowy"  
Prawo ochronne U. Pat. RP nr 70133

# Inteligentny znak drogowy

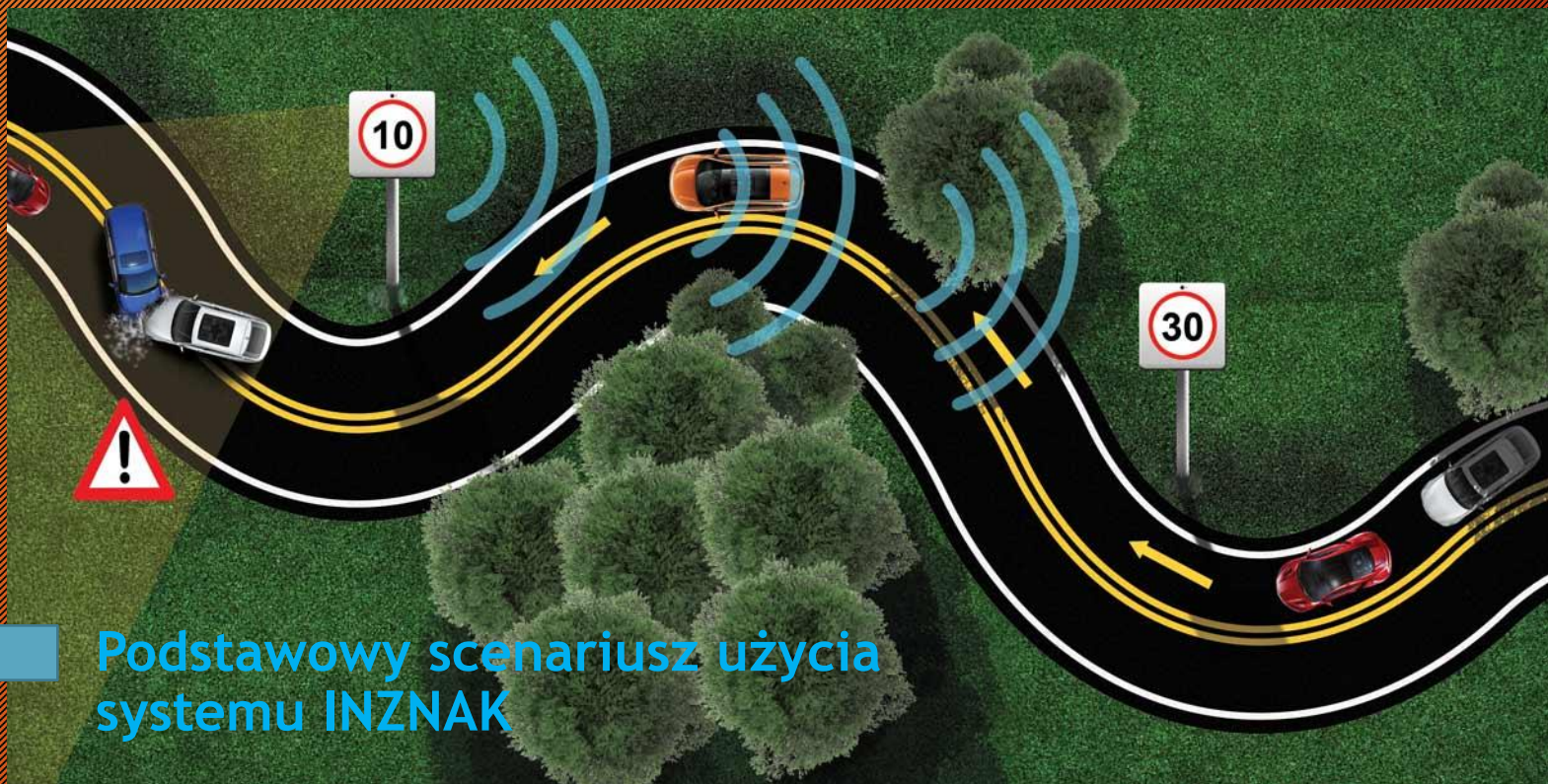


Ilustracja koncepcji Inteligentnego znaku drogowego

# Scenariusze zastosowania systemu



Główny cel: zapobieganie kolizjom i zatorom w ruchu drogowym



Podstawowy scenariusz użycia systemu INZNAK

# Scenariusze zastosowania systemu



Wyprzedzanie w martwej strefie, zator za zakrętem



Człowiek lub zwierzę na drodze

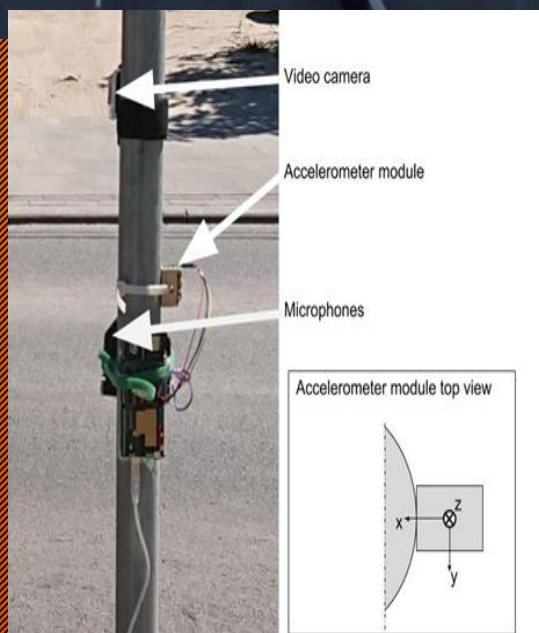
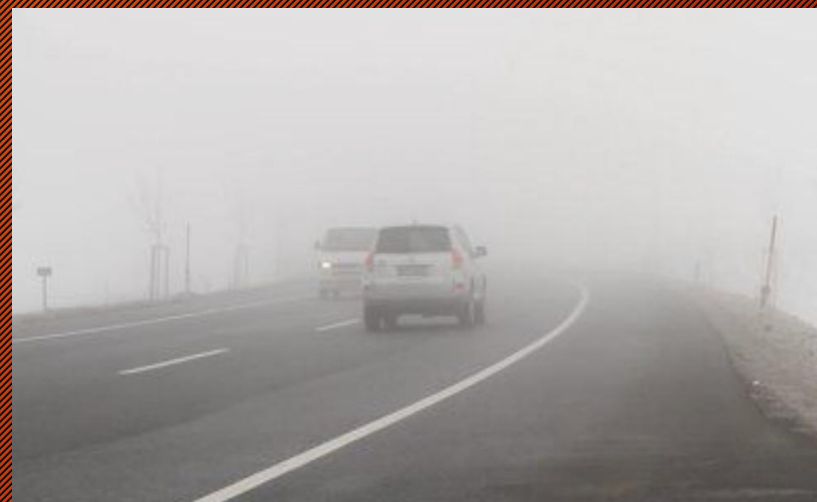


Przeszkody w warunkach niskiej widoczności



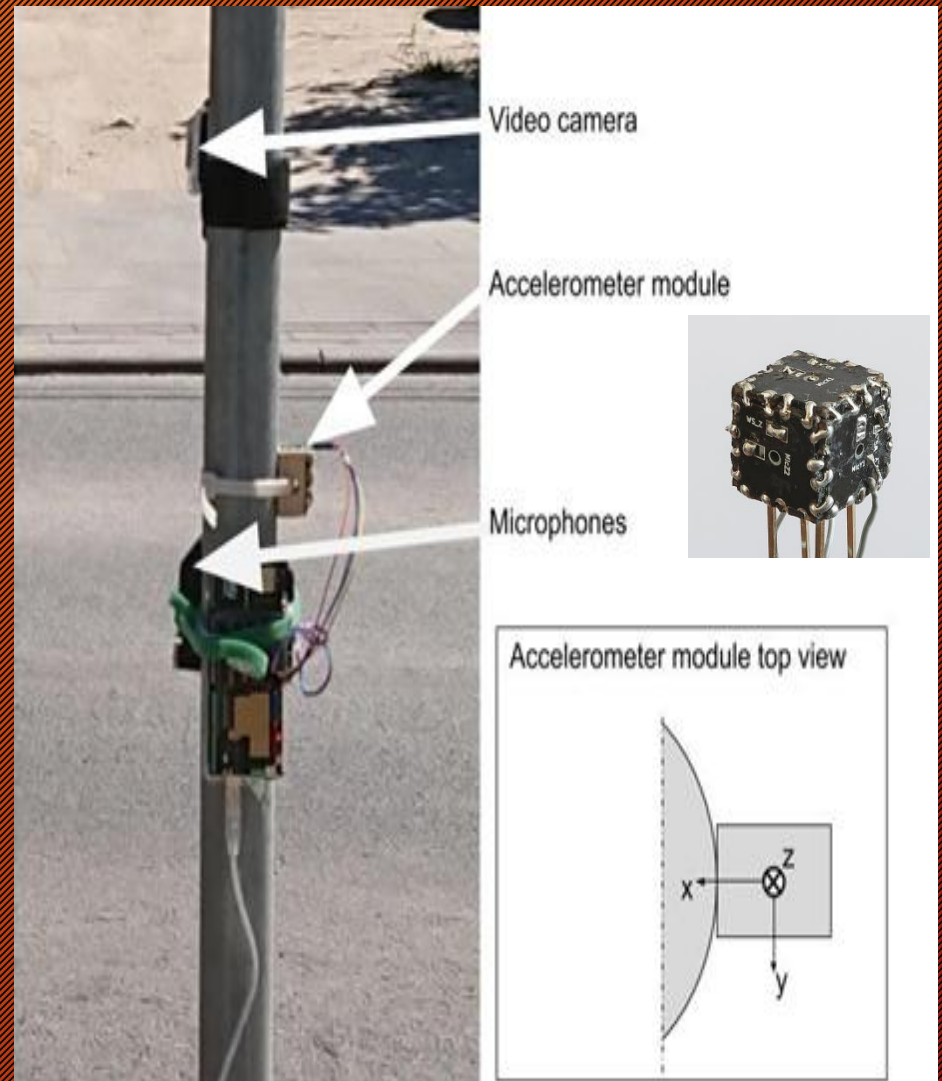
Sugestie objazdów

# Dodatkowe scenariusze zastosowania systemu



# Eksperyment wibroakustyczny

- Arteria (droga przelotowa)
- Góra: słup znak drogowy, na wysokości 1 m nad ziemią
- Pojazdy przejeżdżające (na podstawie nagrania wideo)
- Wykrywanie ciężkich pojazdów





# Instalacja testowa



Urządzenie badawcze  
INZNAK

# Pierwszy inteligentny znak drogowy...

INZNAK



# Podójście do badania stanu jezdni

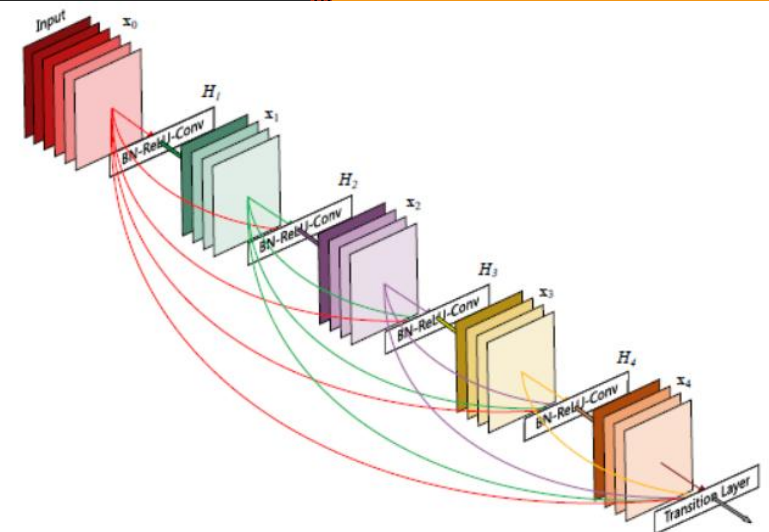
- Na potrzeby badania zdecydowano skorzystać z sieci stacji pomiarowych Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad. Urządzenia te, zamontowane wzdłuż głównych dróg w kraju, wyposażone są w kamerę CCTV i zestaw czujników do pomiaru warunków pogodowych.
- W celu agregacji tych danych stworzono aplikację do pobierania i archiwizowania zdjęć drogowych oraz odpowiadających im warunków atmosferycznych. Do przetworzenia zebranego zbioru zdecydowano wykorzystać splotowe sieci neuronowe.

## Sieci neuronowe DenseNet

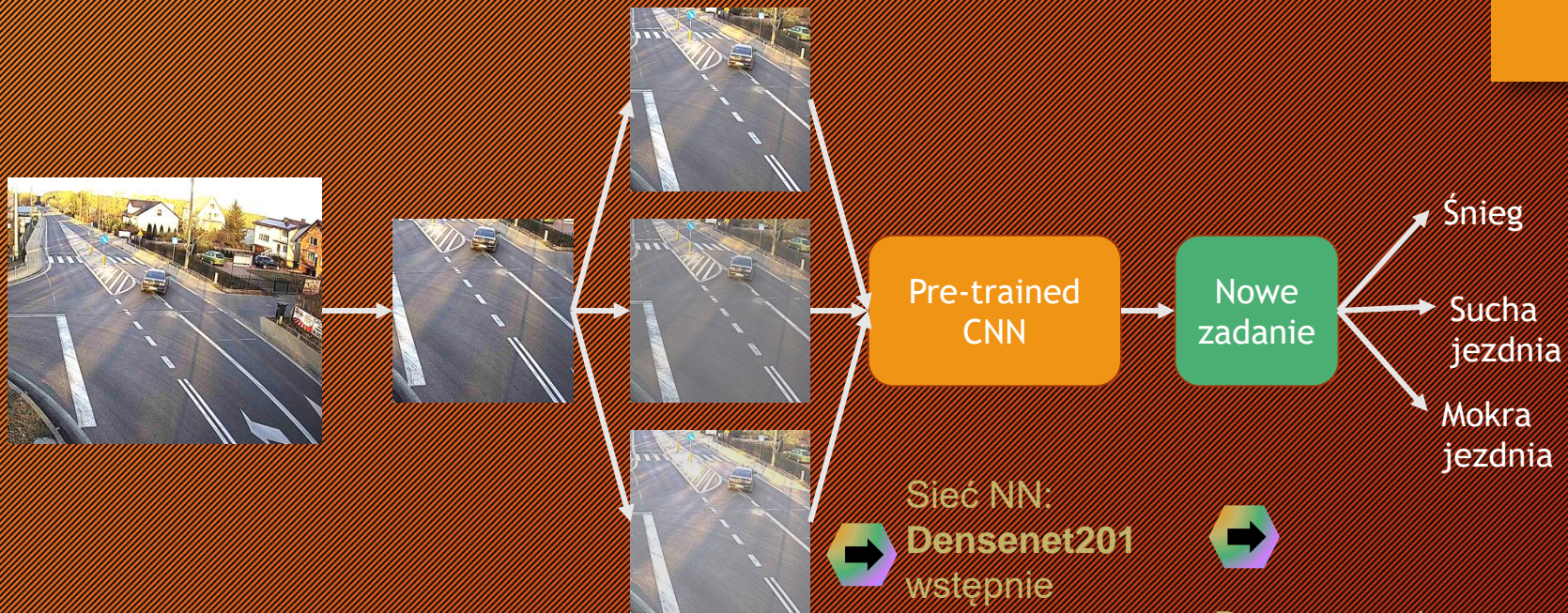
Nowe prace badawcze (publikacje Cornell University z 2018 r.) wykazały, że sieci splotowe mogą być znacznie bardziej efektywne w treningu, jeśli zawierają krótsze połączenia między warstwami w pobliżu wejścia i tymi zbliżonymi do wyjścia. Dense Convolutional Network (DenseNet) łączy każdą warstwę do każdej innej warstwy z wyprzedzeniem.



Kod i wstępnie wytrenowane modele są dostępne na stronie <https://github.com/liuzhuang13/DenseNet>.



# Zaproponowane podejście: CNN z transferem wiedzy (Transfer Learning)



➡ Przcycinanie ➡

Wzmocnienia:

- losowy obrót
- odcień
- jasność

➡ Sieć NN: Densenet201 wstępnie wytrenowana na bazie Imagenet

➡ Dotrenowanie (finetuning) do przewidywania nowych kategorii

# Kategorie stanu jezdni



Sucha



Mokra



Zaśnieżona

# Zbiór danych



27 kamer CCTV i stacji meteo



711 zdjęć dla każdej kategorii



Podział na zbiory treningowy i testowy: 70/30



zdjęcia w świetle dziennym, o zmierzchu i w nocy



96,9  
%

## Dokładność (Accuracy)

średnia wartość dla wszystkich kategorii  
(najnowocześniejsze podejście radarowe: 95%)

95,4  
%

## Czułość (Sensitivity)

wartości średniej dla wszystkich kategorii,  
(najnowocześniejsze podejście dźwiękowe: 93,2%)

97,7  
%

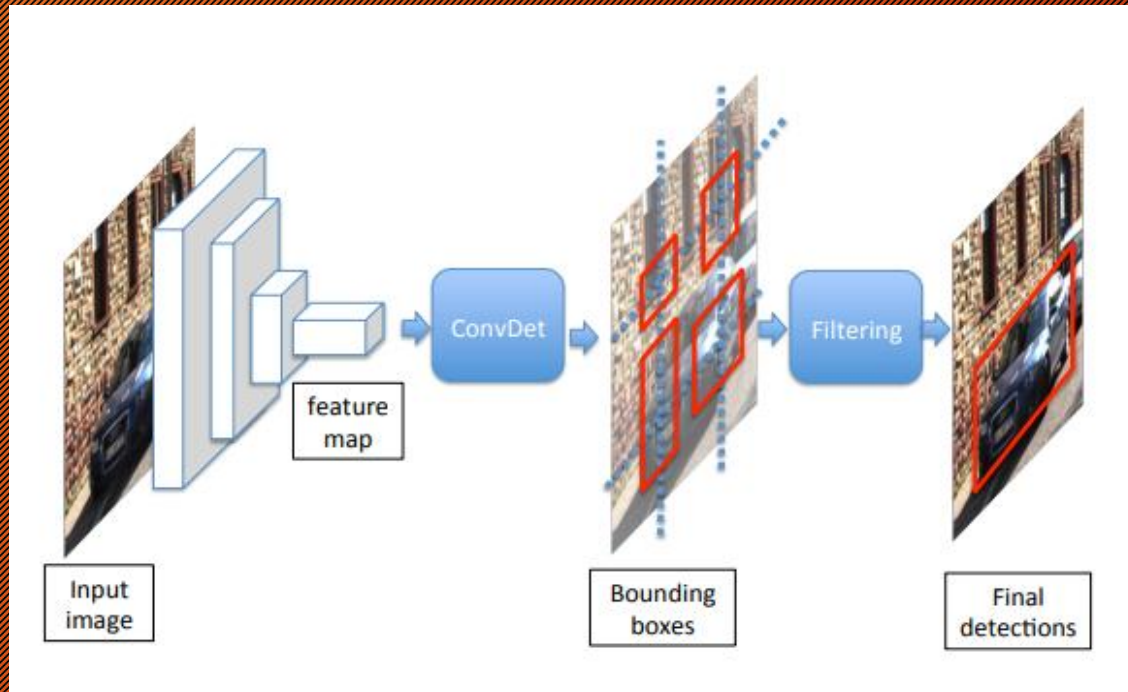
## Specyficzność (Specificity)

wartość średnia dla wszystkich kategorii



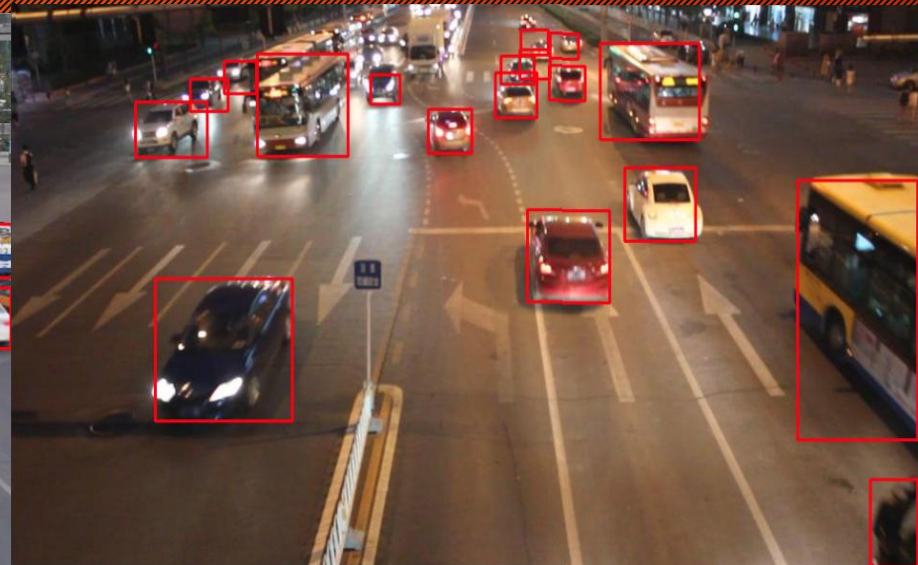
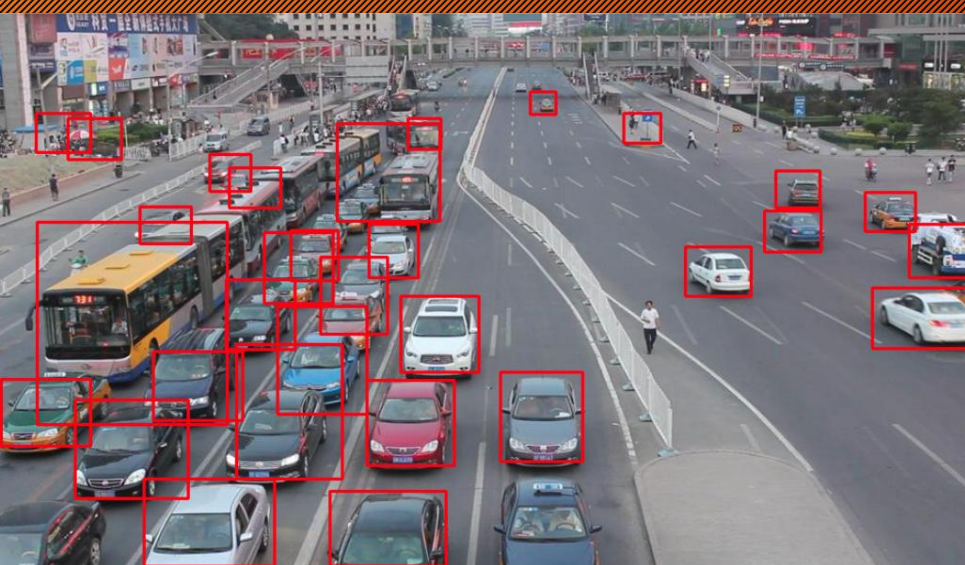
# Wizyjna detekcja i liczenie pojazdów

Istotne ulepszenia w wykrywaniu obiektów głównie dzięki nowym architekturom CNN i dużym zestawom danych  
Używamy SqueezeDet



# Wizyjna estymacja natężenia ruchu

Model wytrenowany na 83K obrazach opatrzonych adnotacjami z zestawu danych UA-Detrac



# Wyniki

- Wzrost średniej precyzji o 33% (wykrywanie)
- Pojazdy są śledzone na dłuższych dystansach (pomiar prędkości)



# Jetson Tx2

Size : 87 x 50 mm

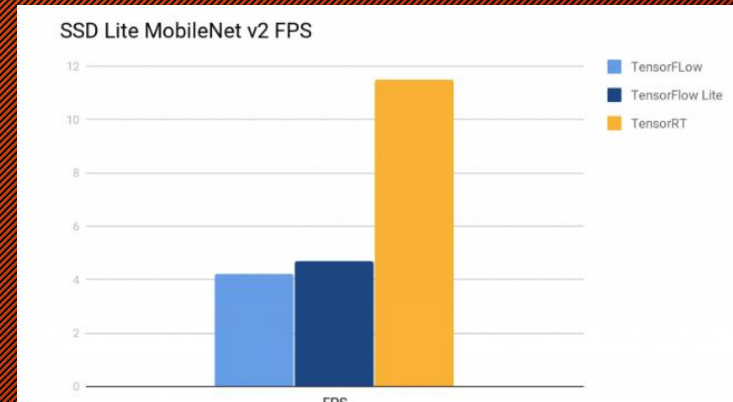
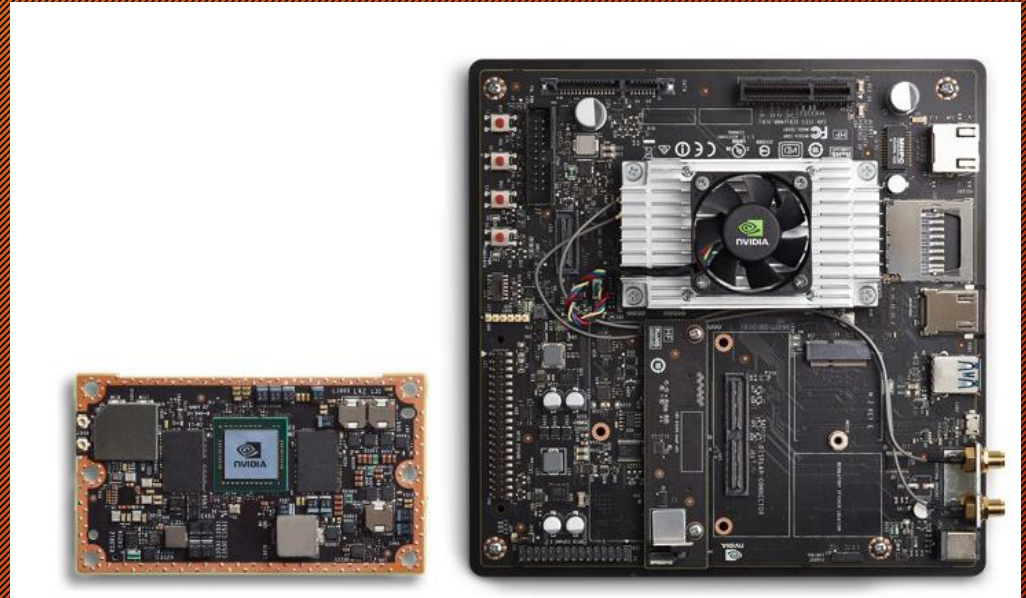
Price: 480\$

256 Pascal cores, 8GM GPU-memory,  
Specialized optimization strategies with  
TensorRT

New product:

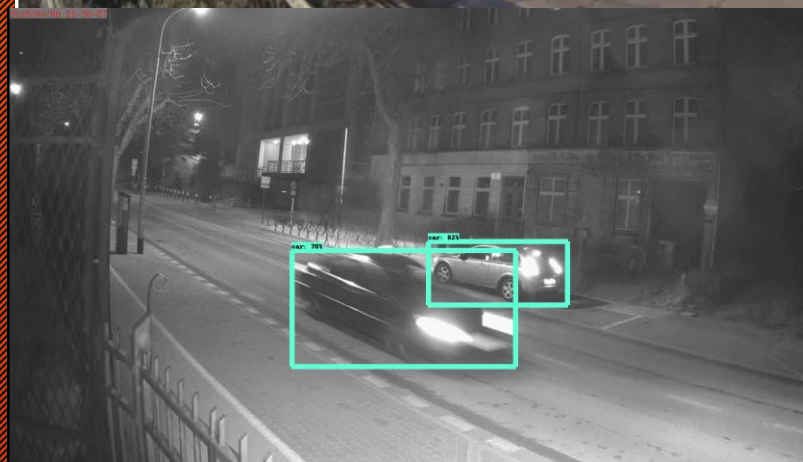
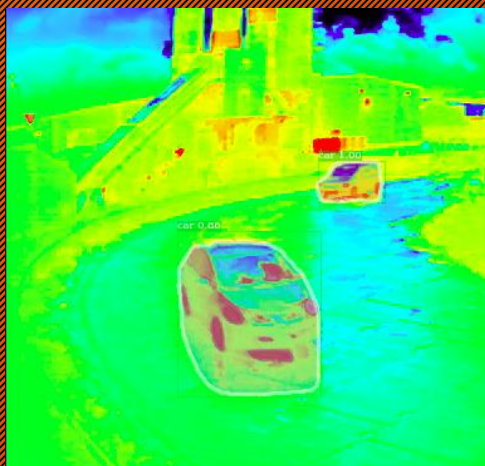
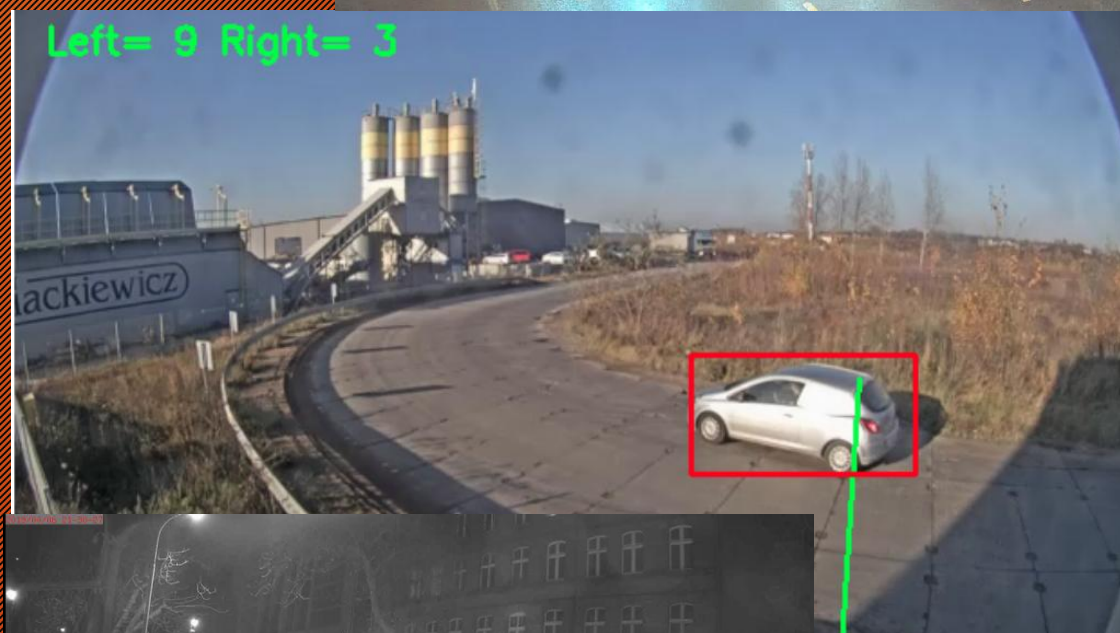
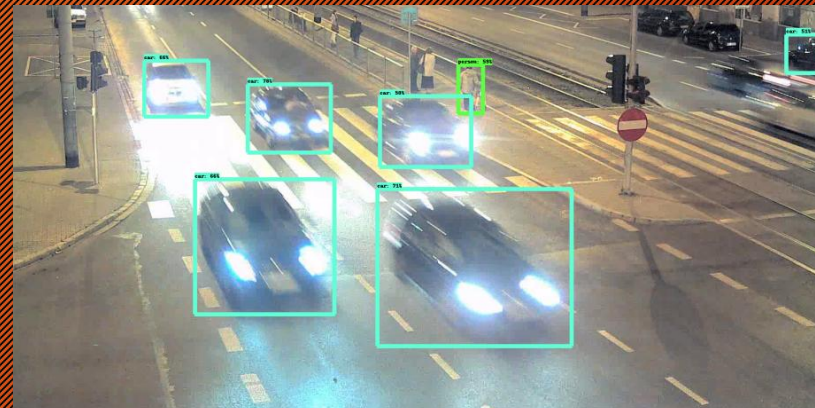
Jetson Nano, 100\$!, 67 x 45 mm

2 times smaller number of cores and  
memory, inference time to be estimated.



# Uruchomiona aplikacja

- Śledzenie za pomocą Kalmana Filter
- Moduł liczący
- Działa przy 9,2 FPS na Nvidia Jetson Tx2

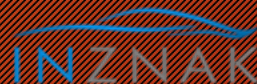




# Dziękuję za uwagę

The logo for INZNAK, featuring a stylized blue wave above the word "INZNAK" in a blue, sans-serif font.

Praca została zrealizowana w ramach projektu POIR.04.01.04-00-0089/16, zatytułowanego INZNAK - „Inteligentne znaki drogowe do adaptacyjnego sterowania ruchem pojazdów, komunikujące się w technologii V2X”, który jest dofinansowywany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego.

The logo for INZNAK, featuring a stylized blue wave above the word "INZNAK" in a blue, sans-serif font.

**Unia Europejska**  
Europejski Fundusz  
Rozwoju Regionalnego

