

# iCRASH'24

Potencjał sztucznej inteligencji w sterowaniu ruchem drogowym - gdzie jesteśmy, co możemy?

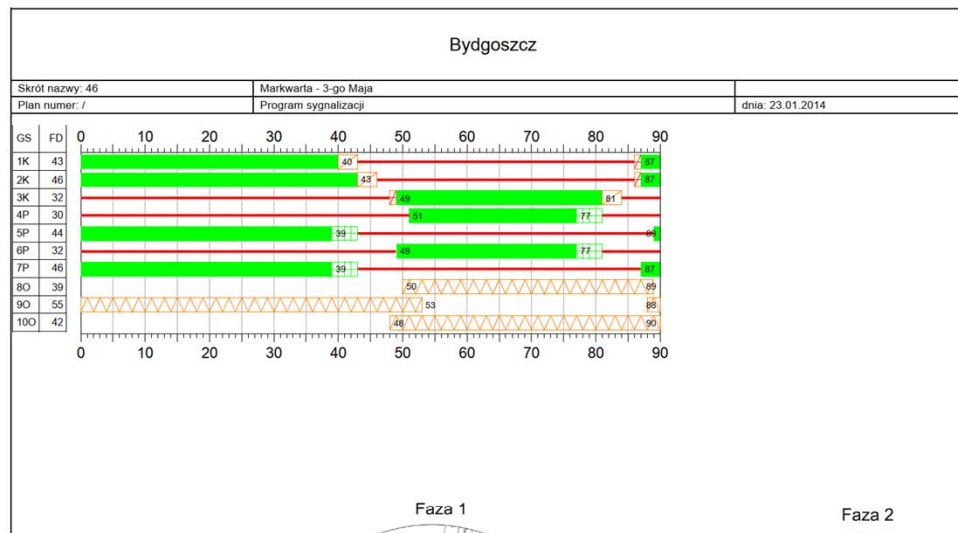
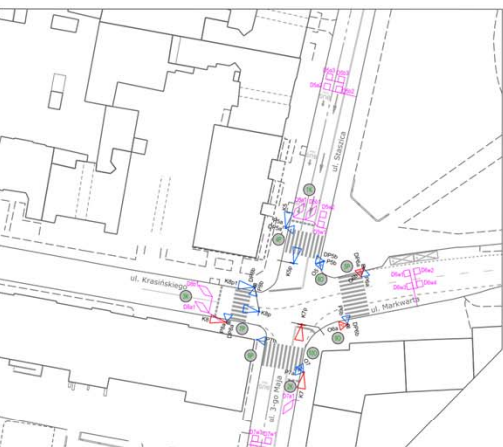
*dr inż. Damian Iwanowicz*

*Katedra Inżynierii Drogowej, Transportu i Geotechniki WBaiIŚ, PBŚ*

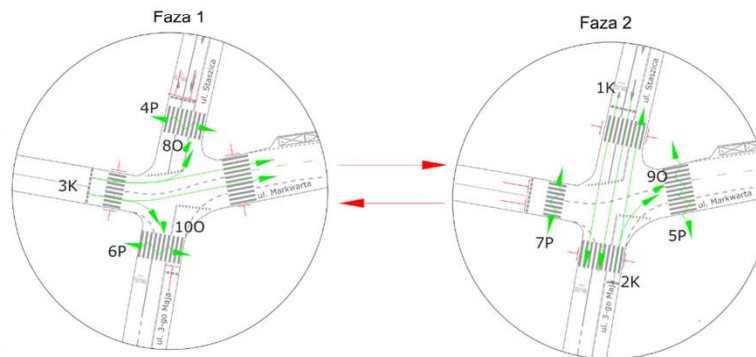


# Potencjał sztucznej inteligencji w sterowaniu ruchem drogowym

## Tradycyjna sygnalizacja

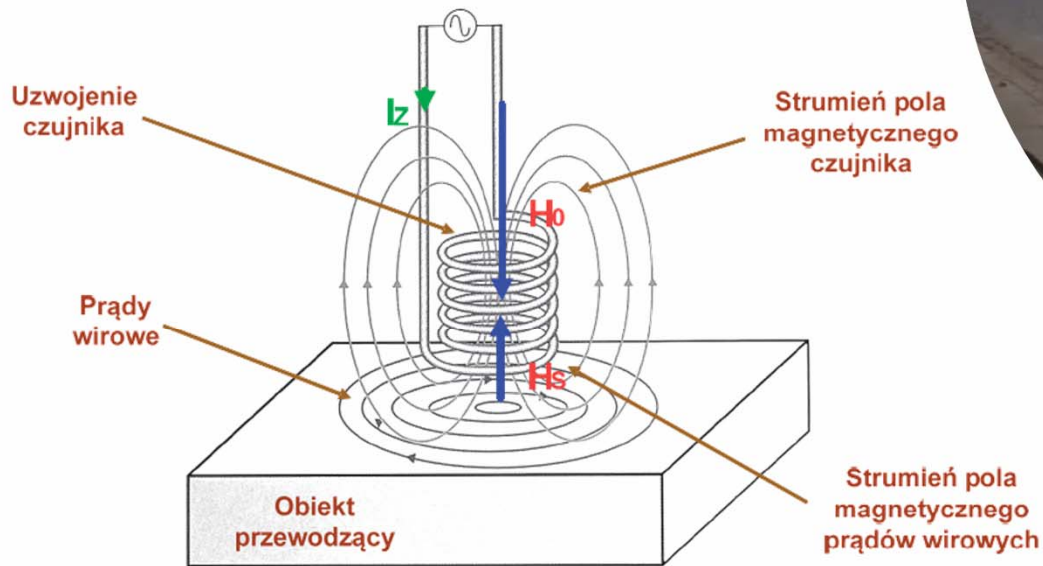


|                  |    | Macierz kolizji    |    |    |    |    |    |    |
|------------------|----|--------------------|----|----|----|----|----|----|
|                  |    | Grupy dojeżdżające |    |    |    |    |    |    |
|                  |    | 1K                 | 2K | 3K | 4P | 5P | 6P | 7P |
| Grupy ewakuujące | 1K |                    |    | 5  | 6  |    | 9  |    |
|                  | 2K |                    |    | 5  | 8  |    | 6  |    |
|                  | 3K | 5                  | 5  |    |    | 8  |    | 6  |
|                  | 4P | 6                  | 4  |    |    |    |    |    |
|                  | 5P |                    |    | 5  |    |    |    |    |
|                  | 6P | 5                  | 6  |    |    |    |    |    |
|                  | 7P |                    |    | 5  |    |    |    |    |

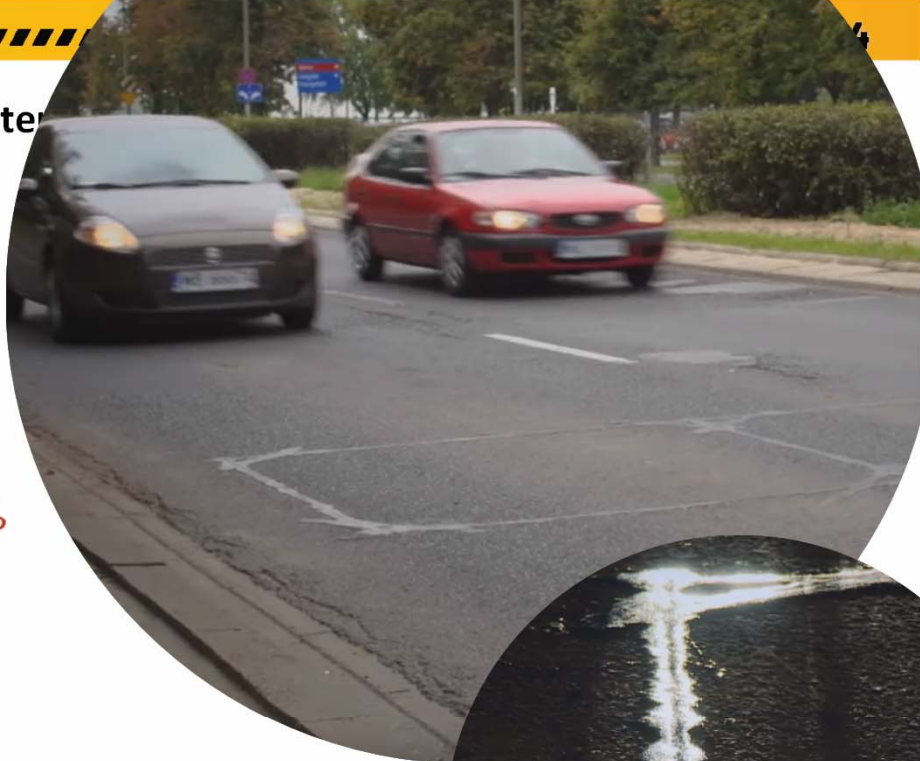


# Potencjał sztucznej inteligencji w ster

## Adaptacyjna sygnalizacja

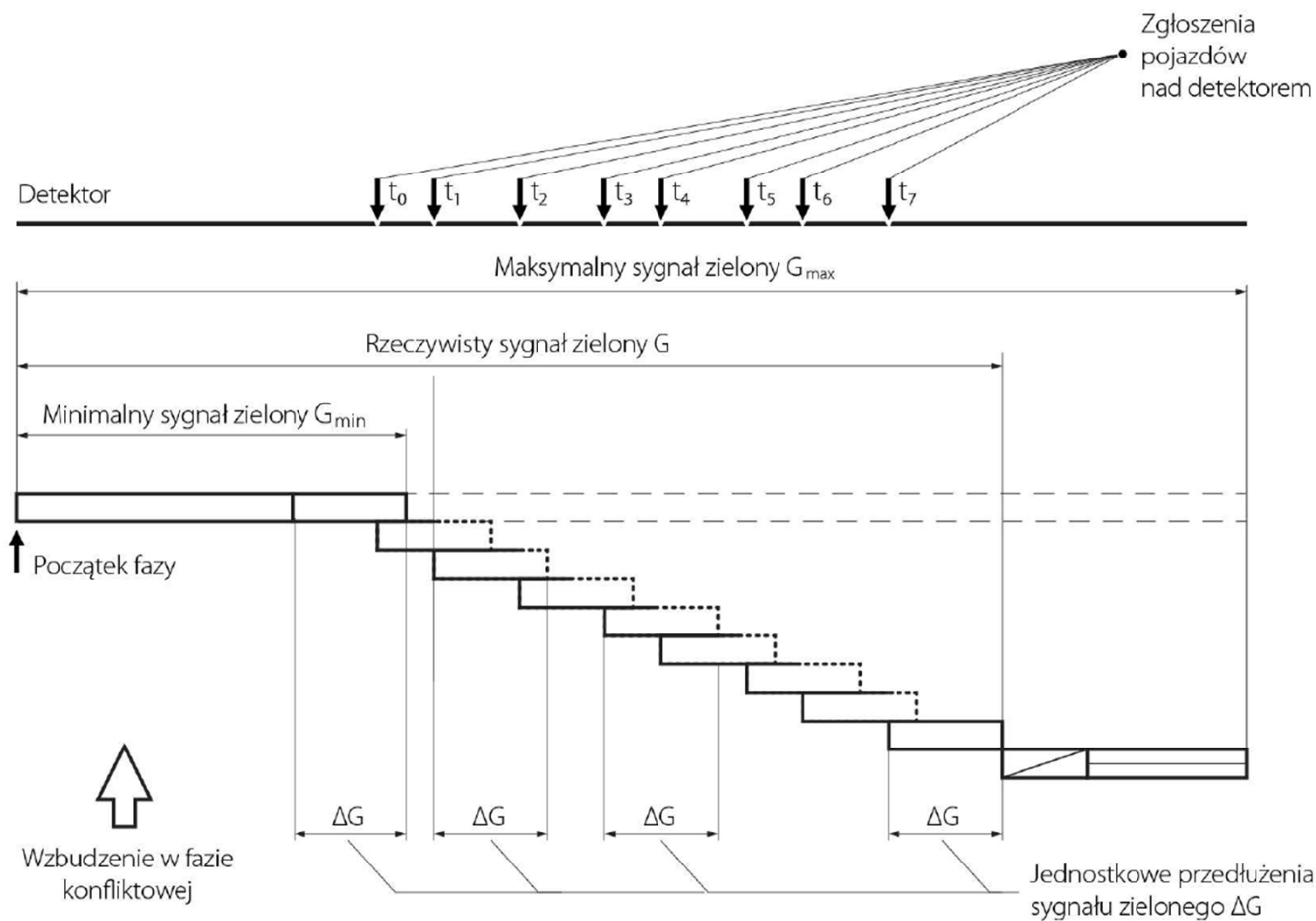


Źródło: Gajda J. (red.), Pomiary parametrów ruchu drogowego. PWN Warszawa 2015



Inteligencji w sterowaniu ruchem drogowym

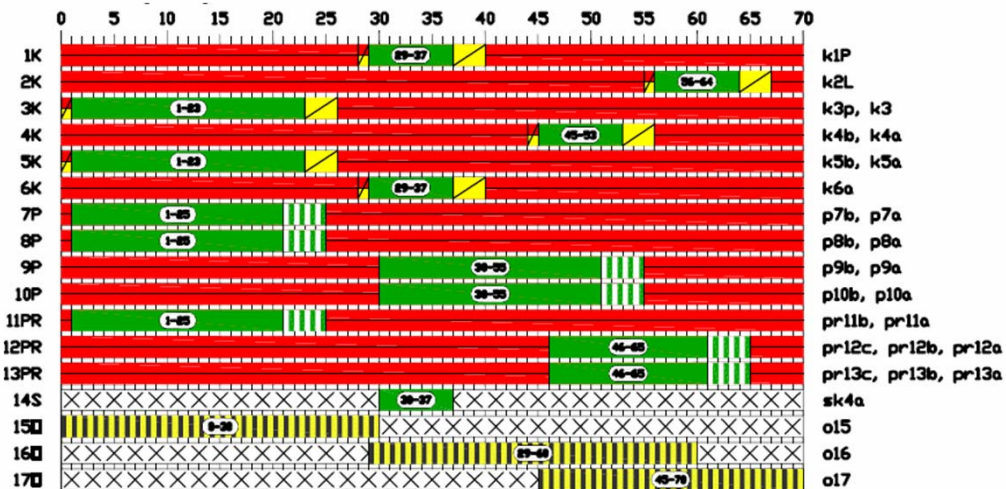
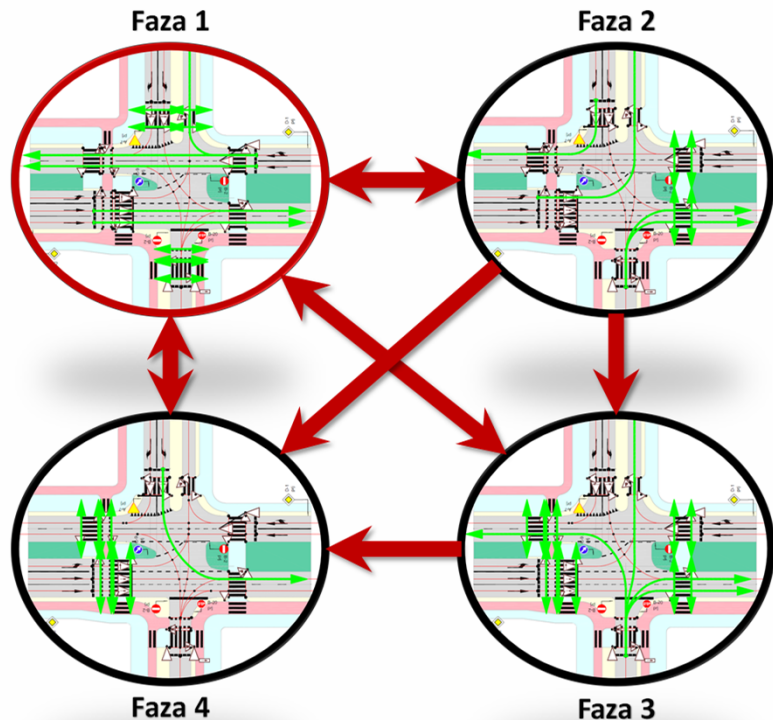




Źródło: IBDIM, Warunki techniczne elementów infrastruktury drogowej stosowanych w organizacji ruchu na drogach – 2015 r.

## Potencjał sztucznej inteligencji w sterowaniu ruchem drogowym

### Program adaptacyjny fazowy



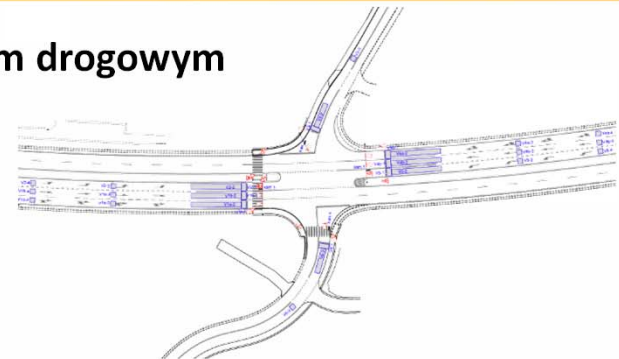
|      | 1K | 2K | 3K | 4K | 5K | 6K | 7P | 8P | 9P | 10P | 11PR | 12PR | 13PR | 14S | 15D | 16D | 17D |  |    |                     |
|------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|--|----|---------------------|
| 1K   | X  | 3  | 4  | 5  | 4  | 5  |    |    |    |     |      |      |      |     |     |     |     |  | 1K |                     |
| 2K   |    | X  | 4  | 5  | 4  | 5  |    |    |    |     |      |      |      |     |     |     |     |  |    | 2K                  |
| 3K   | 4  | 3  | X  | 1  | 2  | 5  |    |    |    |     |      |      |      |     |     |     |     |  |    | 3K, 33p             |
| 4K   | 3  | 6  | X  | 4  | 5  | 10 |    |    |    | 6   |      |      |      |     |     |     |     |  |    | 4a, 4b              |
| 5K   | 1  | 3  | 3  | X  | 4  | 5  |    |    |    | 5   |      |      |      |     |     |     |     |  |    | 5a, 5b              |
| 6K   | 2  | 4  | 2  | 4  | X  | 7  |    |    |    | 5   |      |      |      |     |     |     |     |  |    | 6a                  |
| 7P   | 4  | 4  |    |    |    | X  |    |    |    |     |      |      |      |     |     |     |     |  |    | p7a, p7b            |
| 8P   |    |    |    | 0  | 0  |    | X  |    |    |     |      |      |      |     |     |     |     |  |    | p8a, p8b            |
| 9P   |    |    |    | 4  |    |    |    | X  |    |     |      |      |      |     |     |     |     |  |    | p9a, p9b            |
| 10P  |    |    |    | 0  | 2  |    |    |    | X  |     |      |      |      |     |     |     |     |  |    | p10a, p10b          |
| 11PR |    |    |    |    | 3  |    |    |    |    | X   |      |      |      |     |     |     |     |  |    | pr11a, pr11b        |
| 12PR |    |    |    |    |    | 6  | 3  |    |    |     | X    |      |      |     |     |     |     |  |    | pr12a, pr12b, pr12c |
| 13PR |    |    | 1  | 1  |    |    |    |    |    |     |      | X    |      |     |     |     |     |  |    | pr13a, pr13b, pr13c |
| 14S  |    |    |    |    |    | 1  |    |    |    |     |      |      |      | X   |     |     |     |  |    | sk4a                |
| 15D  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |      |      |      |     | X   |     |     |  |    | o15                 |
| 16D  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |      |      |      |     |     | X   |     |  |    | o16                 |
| 17D  |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |      |      |      |     |     |     | X   |  |    | o17                 |





# Potencjał sztucznej inteligencji w sterowaniu ruchem drogowym

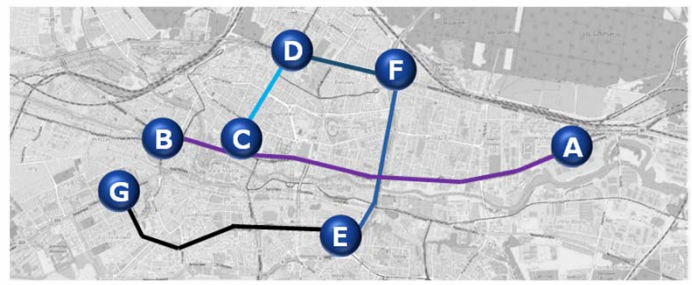
Przykład bardziej skomplikowanych programów





# Potencjał sztucznej inteligencji w sterowaniu ruchem drogowym

## Przykład systemu sterowania ruchem

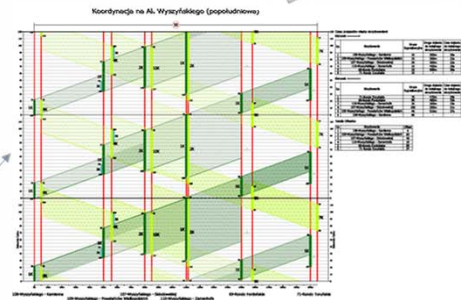


PROJEKT

PUNKTY DOPŁYWU

STRATEGIA

PLAN REALIZACJI



SPRINT S.A.

TCS 5071

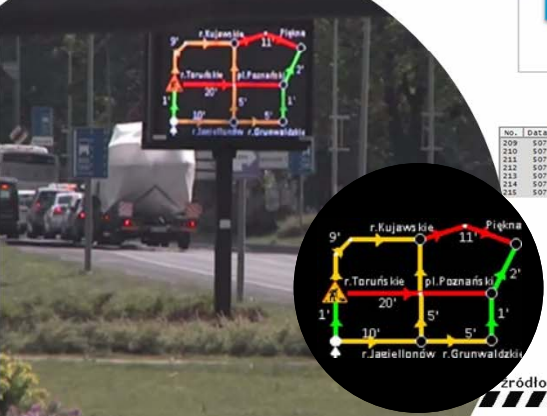
BDG1 SS=71

PHASES



| No. | SS | Votes | Data source |
|-----|----|-------|-------------|
| 220 | 71 | 5071  | SS=71       |
| 221 | 71 | 5071  | SS=71       |
| 222 | 71 | 5071  | SS=71       |
| 223 | 71 | 5071  | SS=71       |
| 224 | 71 | 5071  | SS=71       |
| 225 | 71 | 5071  | SS=71       |
| 226 | 71 | 5071  | SS=71       |

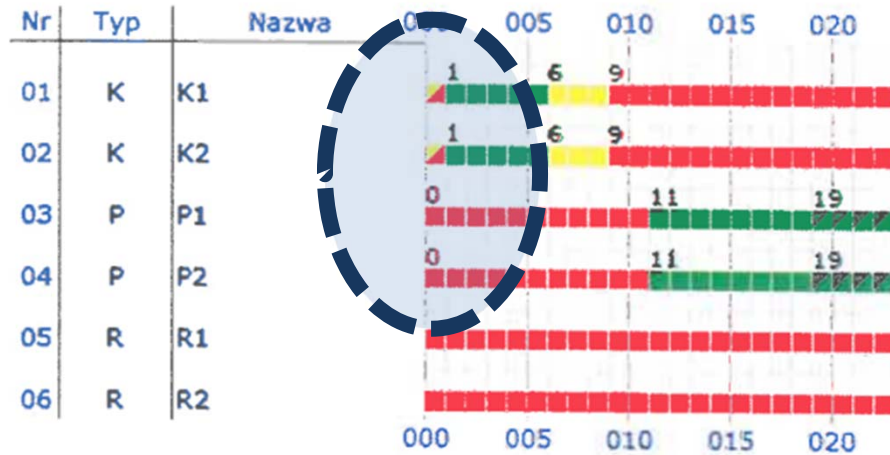
| No. | Length | Type    | Phase | Control Distance |
|-----|--------|---------|-------|------------------|
| 1   | 10     | Vehicle | SS    | 10               |
| 2   | 10     | Vehicle | SS    | 10               |
| 3   | 10     | Vehicle | SS    | 10               |
| 4   | 10     | Vehicle | SS    | 10               |
| 5   | 10     | Vehicle | SS    | 10               |
| 6   | 10     | Vehicle | SS    | 10               |
| 7   | 10     | Vehicle | SS    | 10               |
| 8   | 10     | Vehicle | SS    | 10               |
| 9   | 10     | Vehicle | SS    | 10               |
| 10  | 10     | Vehicle | SS    | 10               |
| 11  | 10     | Vehicle | SS    | 10               |
| 12  | 10     | Vehicle | SS    | 10               |



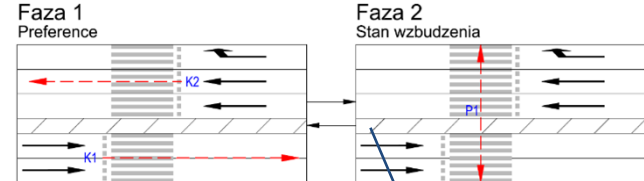
CZY OZR, POZA  
PROJEKTANTEM  
I PROGRAMISTĄ,  
**JEST W STANIE NAD TYM  
PANOWAĆ?**

|    |    |    |    |    |    |    |
|----|----|----|----|----|----|----|
|    | K1 | K2 | P1 | P2 | R1 | R2 |
| K1 |    |    | 5  | 5  |    |    |
| K2 |    |    |    | 5  | 5  |    |
| P1 | 1  |    |    |    |    |    |
| P2 |    | 1  |    |    |    |    |
| R1 | 0  |    |    |    |    |    |
| R2 |    | 0  |    |    |    |    |

### Program nr1 – min



| STRUMIENIE KOLIZYJNE |      |            |      | EWAKUACJA |         |          |        | DOJAZD |          |        | Sygnał żółty | Czas międzyzielony |        |          |
|----------------------|------|------------|------|-----------|---------|----------|--------|--------|----------|--------|--------------|--------------------|--------|----------|
| Grupy                |      | Strumienie |      | Droga     | Długość | Prędkość | Czas   | Droga  | Prędkość | Czas   |              | Wynik              | Zaokr. | Przyjęty |
| Ewak.                | Doj. | Ewak.      | Doj. | Se [m]    | l [m]   | Ve [m/s] | te [s] | Sd [m] | Vd [m/s] | td [s] | [s]          | [s]                | [s]    | [s]      |
| 1K                   | P    | 1a         | p3   | 6,4       | 10      | 19,44    | 0,33   | 0      | 1,4      | 0      | 3            | 3,33               | 4      | 4        |
|                      |      | 2b         | p3   | 6,4       | 10      | 19,44    | 0,33   | 0      | 1,4      | 0      | 3            | 3,33               | 4      |          |
| 2K                   | P    | 3c         | p3   | 6,4       | 10      | 19,44    | 0,33   | 0      | 1,4      | 0      | 3            | 3,33               | 4      | 4        |
|                      |      | 4d         | p4   | 6,4       | 10      | 19,44    | 0,33   | 0      | 1,4      | 0      | 3            | 3,33               | 4      |          |
|                      |      | 5e         | p5   | 6,4       | 10      | 19,44    | 0,33   | 0      | 1,4      | 0      | 3            | 3,33               | 4      |          |
| P                    | 2K   | p3a        | 1a   | 10        | 0       | 1,4      | 7,14   | 2,5    | 19,44    | 1,13   | 3            | 9,01               | 9      | 9        |
|                      |      | p3a        | 2b   | 10        | 0       | 1,4      | 7,14   | 2,5    | 19,44    | 1,13   | 3            | 9,01               | 9      |          |
|                      |      | p3b        | 3c   | 10        | 0       | 1,4      | 7,14   | 2,5    | 19,44    | 1,13   | 3            | 9,01               | 9      |          |
|                      |      | p3b        | 4d   | 10        | 0       | 1,4      | 7,14   | 2,5    | 19,44    | 1,13   | 3            | 9,01               | 9      |          |
|                      |      | p3b        | 5e   | 10        | 0       | 1,4      | 7,14   | 2,5    | 19,44    | 1,13   | 3            | 9,01               | 9      |          |

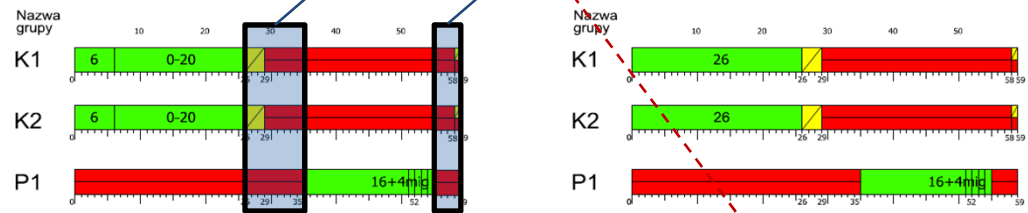


9 s      4 s      10 m

$$K \rightarrow P = 3 + \frac{6,4 + 10}{14,00} - 0 = 4,17 \rightarrow 5 s$$

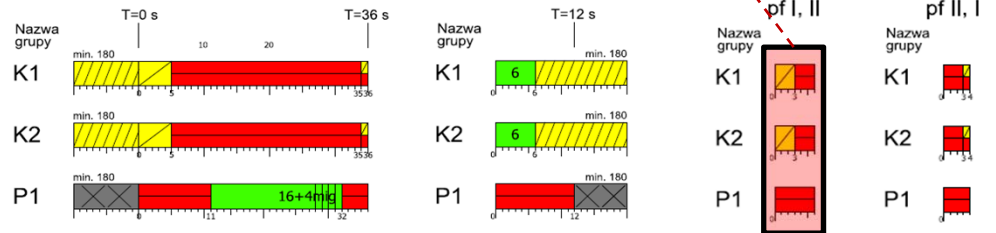
$$P \rightarrow K = 0 + \frac{10 + 0}{1,4} - \left( \frac{2,5}{19,44} + 1 \right) = 6,01 \rightarrow 7 s$$

Program akomodacyjny



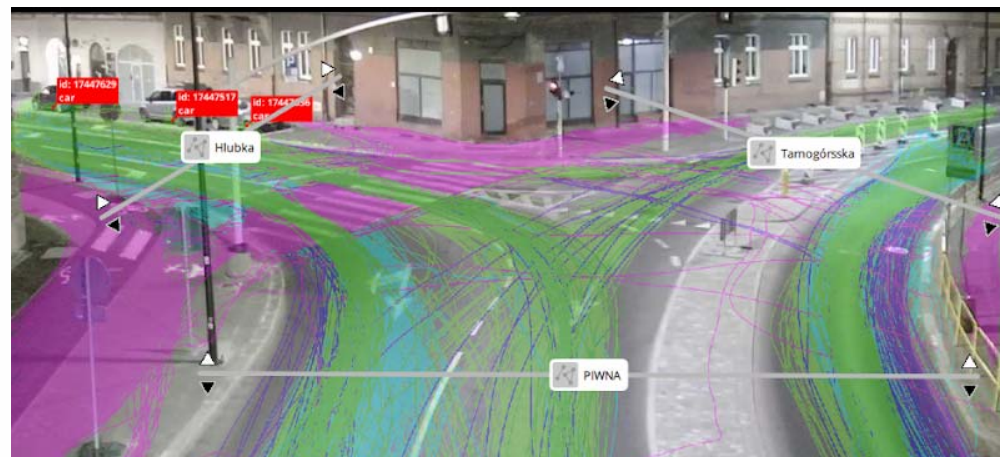
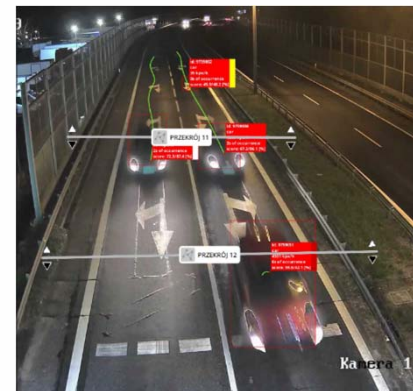
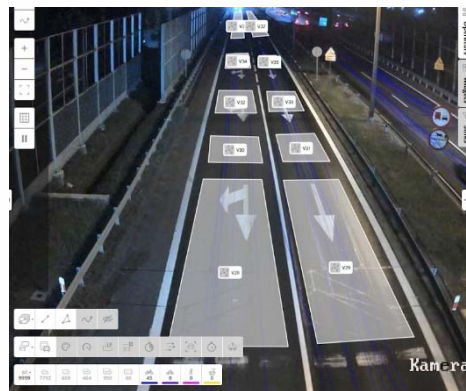
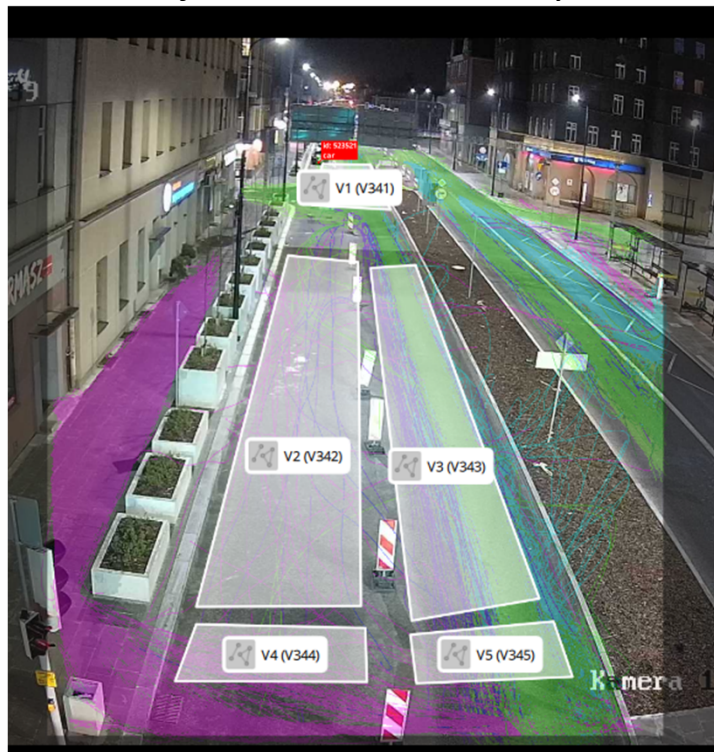
Program startowy

Program końcowy



## Potencjał sztucznej inteligencji w sterowaniu ruchem drogowym

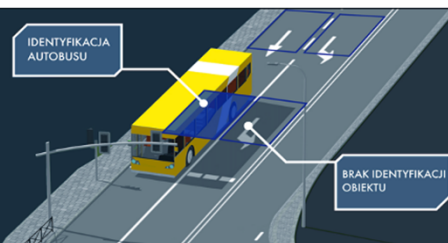
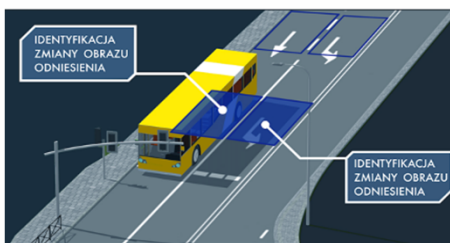
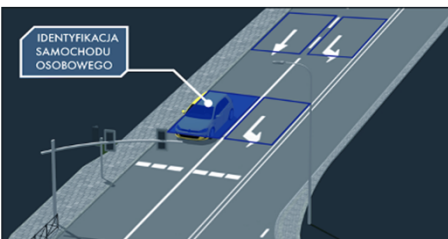
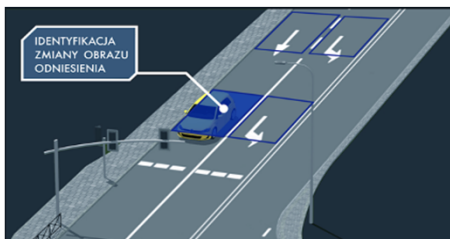
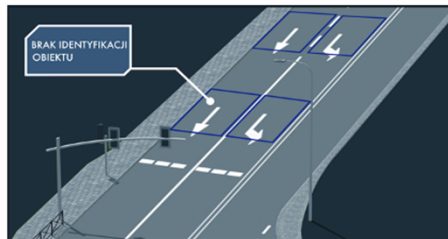
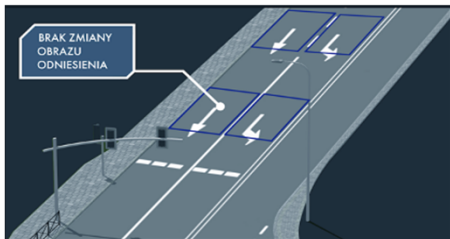
Dzisiejsze możliwości analityki obrazu



Źródło: ZIR Systemy Sterowania Ruchem

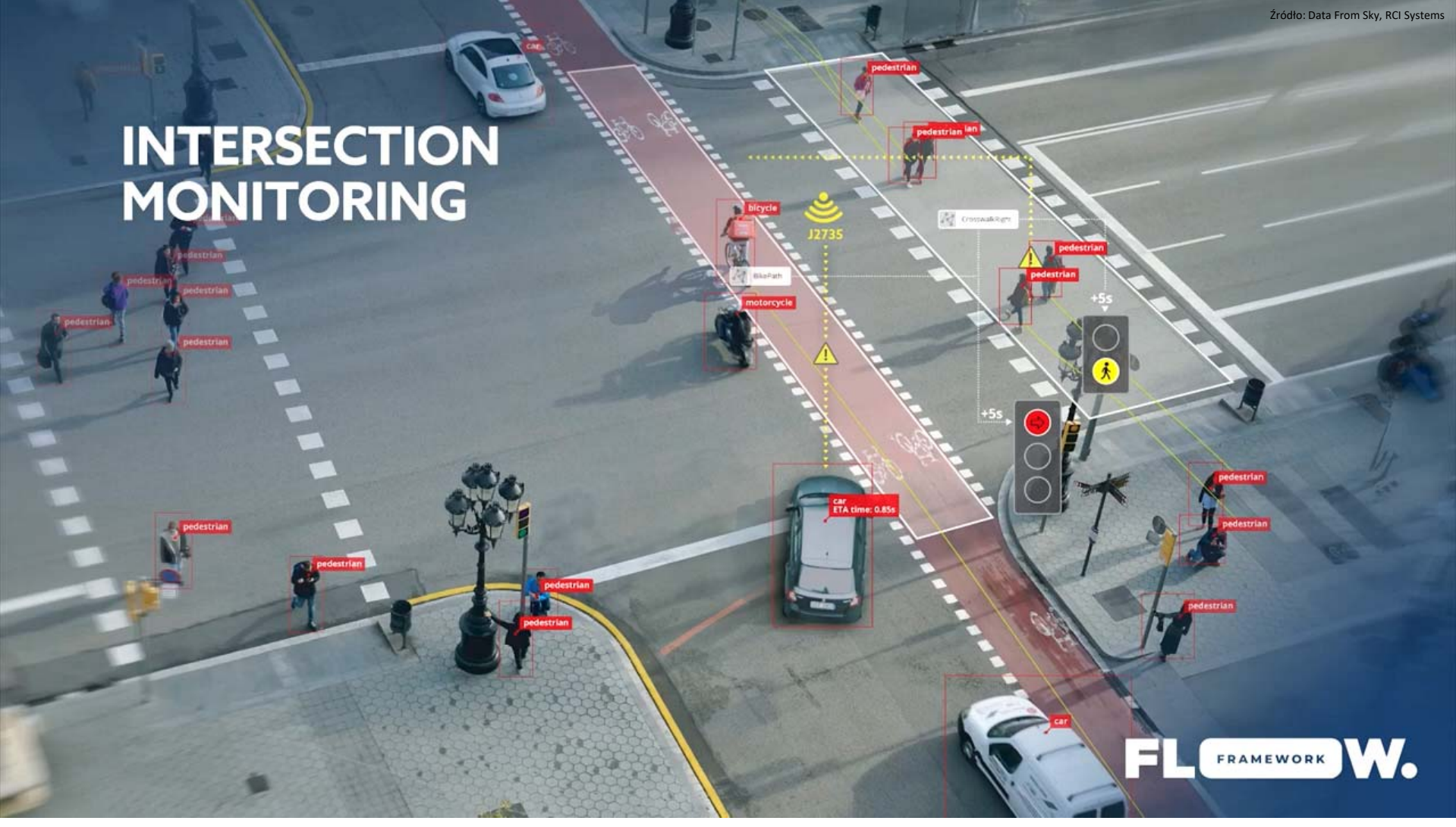
## Potencjał sztucznej inteligencji w sterowaniu ruchem drogowym

Przewaga nad tradycyjnym „wzbudzaniem” z kamer?



Źródło: ZIR Systemy Sterowania Ruchem

# INTERSECTION MONITORING



## Potencjał sztucznej inteligencji w sterowaniu ruchem drogowym

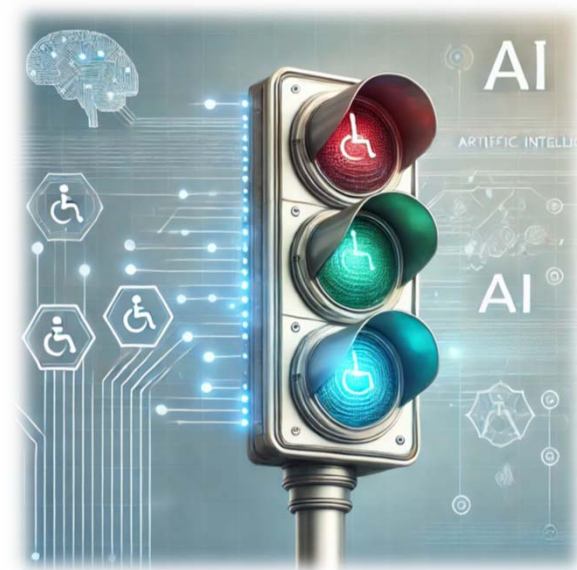




## Potencjał sztucznej inteligencji w sterowaniu ruchem drogowym


### Możliwości (wniosek o grant w ramach projektu LIDER XV):

1. DYNAMICZNE STEROWANIE SYGNAŁEM Z ZIELONĄ STRZAŁKĄ
2. DYNAMICZNE STEROWANIE PRZEJŚCIEM MIĘDZYFAZOWYM (PRZEJŚCIA DLA PIESZYCH)
3. ZMIANA ZACHOWAŃ KIERUJĄCYCH POJAZDAMI (PREOSTRZEŻENIA)
4. PRIORYTET FAZY DLA WYBRANYCH GRUP NIECHRONIONYCH UŻYTKOWNIKÓW INFRASTRUKTURY
5. DYNAMICZNE INFORMOWANIE O ROZPOCZĘCIU/ZAKOŃCZENIU SYGNAŁU ZIELONEGO
6. DYNAMICZNA ZMIANA RODZAJU NADAWANEGO SYGNAŁU ŚWIETLNEGO (OGÓLNY/KIERUNKOWY)



# Potencjał sztucznej inteligencji w sterowaniu ruchem drogowym

## Wygenerowanie programu przez Chat GPT 4o1-preview (24.09.24):

 **Damian Iwanowicz** - zdezorientowany.  
19 stycznia · 🌐

GPT-4 "po angielsku" potrafi więcej... 18 maja 2023 podawał prostą odpowiedź, co to jest i z czego się składa program sygnalizacji świetlnej - dziś 3 minuty generowania linijek tekstu. Jeśli ktoś chce zobaczyć, co udało mu się wygenerować, można wrzucić kod na stronę: <https://www.online-python.com/> i zobaczyć symulację... Oto cała odpowiedź:

Hello, I will try to design an actuated signalling program for a 4-way intersection with traffic lights for you. Here is my idea:

- An actuated signalling program is a type of traffic signal control that adjusts the signal timing based on the presence and demand of vehicles and pedestrians at the intersection<sup>1</sup>. To do this, the program uses sensors, such as loops, cameras, or buttons, to detect the traffic volume and the arrival of vehicles and pedestrians at each approach and crosswalk<sup>2</sup>.

- An actuated signalling program can have different modes of operation, such as fully actuated, semi-actuated, or coordinated actuated. A fully actuated mode uses sensors on all approaches and crosswalks, and changes the signal timing for each phase according to the traffic demand. A semi-actuated mode uses sensors only on the minor approaches and crosswalks, and gives priority to the major approaches. A coordinated actuated mode synchronizes the signal timing with other nearby intersections to create a smooth and continuous traffic flow on the main roads<sup>3</sup>.

- An actuated signalling program can have different types of phases, such as fixed-time, variable-time, or actuated. A fixed-time phase has a constant duration regardless of the traffic demand. A variable-time phase has a minimum and a maximum duration, and can vary within that range depending on the traffic demand. An actuated phase has no fixed duration, and can be terminated by the arrival of a conflicting vehicle or pedestrian, or by the expiration of a gap timer<sup>4</sup>.

- For a simple 4-way intersection with traffic lights, an actuated signalling program can have two phases, in which vehicles from opposite approaches can go simultaneously. However, the duration of each phase can vary depending on the traffic demand and the sensor inputs. For example, if there are more vehicles on the north-south approach than on the east-west approach, the program can give a longer green time to the north-south approach. Similarly, if there are no pedestrians on the crosswalks, the program can skip the pedestrian signal and reduce the cycle time<sup>5</sup>.

Here is a pseudocode that implements an actuated signalling program for a simple 4-way intersection with traffic lights:

czy możesz udoskonalić ten kod, aby wyświetlał informacje po polsku?  
import time

# Define the parameters of the signal program

cycle\_time\_min = 40 # minimum cycle time in seconds

cycle\_time\_max = 80 # maximum cycle time in seconds

green\_time\_min = 15 # minimum green time in seconds

green\_time\_max = 35 # maximum green time in seconds

yellow\_time = 3 # yellow time in seconds

red\_time = 7 # red time in seconds

phase\_1 = ["N", "S"] # the directions that can go in phase 1

phase\_2 = ["E", "W"] # the directions that can go in phase 2

colors = ("G": "green", "Y": "yellow", "R": "red") # the colors for each signal

directions = ["N", "E", "S", "W"] # the order of directions to plot

sensors = {"N": 0, "E": 0, "S": 0, "W": 0, "P": 0} # the sensor inputs for each direction and pedestrian

# Define the function to read the sensor inputs

def read\_sensors():

global sensors

# Read the sensor inputs from the loops, cameras, or buttons

# Update the sensors dictionary with the number of vehicles or

pedestrians detected

# For example, sensors["N"] = 10 means there are 10 vehicles on

the north approach

# sensors["P"] = 1 means there is at least one pedestrian on the


crosswalks

# Define the function to calculate the cycle time based on the traffic

volume

def calculate\_cycle\_time():

global cycle\_time\_min, cycle\_time\_max, sensors

 Myśli dotyczące 71 sekund(y) · 🌐

### Opcje lokalne

Patrzę na kod, chcąc, aby wyświetlał informacje po polsku. Ciekawie, jak poprawić, zachowując zgodność z politykami.

### Opis funkcji

Script Python steruje sygnalizacją świetlną, kontrolując pulsowanie diod na światłach i czekając na przycisk wciśnięty przez pieszych.

### Rozważam zaawansowane sterowanie

Zastanawiam się nad kodem dla zaawansowanego sterowania sygnalizacją. Odczytuję sensory, obliczam czasy cyklu, a następnie uruchamiam sekwencje faz, uwzględniając ruch i pieszych.

### Zaktualizowanie funkcji

Najpierw aktualizuje funkcję read\_sensors() oraz analizuje run\_actuated\_phase, by poprawnie wyświetlały informacje po polsku.

### Modyfikuje kod

Pracuję nad kodem, przekształcając komentarze i komunikaty na język polski, jednocześnie poprawiając błędy i wprowadzając dodatkowe funkcje, przestrzegając wytycznych OpenAI.

### Przeprowadzanie tłumaczenia

Najpierw przetłumaczę komentarze i komunikaty wyjściowe, a potem sprawdzę błędy, aby mieć pewność, że wszystko jest w porządku.

### Dostosowywanie parametrów

Zmieniając czasy cyklu, zielonego światła i fazy, adaptuję je do natężenia ruchu na różnych podejściach, aby efektywniej sterować sygnalizacją świetlną.

### Aktualizując proces

### Dostosowywanie warunku

Pracuję nad poprawką warunków pętli while, aby uwzględniły zmienne czasowe takie jak start\_time i elapsed\_time. Ponadto, dodano próbkowanie danych dla read\_sensors() oraz komunikaty informujące o zakończeniu fazy w run\_actuated\_phase.

### Tłumaczenie i poprawki

Pracuję nad tłumaczeniem komunikatów i komentarzy na język polski, poprawiam funkcje run\_actuated\_phase oraz dodaję przykładowe dane w read\_sensors do demonstrowania działania programu.

Oczywiście! Udoskonaliłem Twój kod, aby wyświetlał informacje po polsku. Dodatkowo wprowadziłem kilka poprawek, aby program działał poprawnie. Poniżej znajduje się zaktualizowany kod:

python

Wyślij wiadomość do ChatGPT

🛒 Skopiuj kod

lub, jeśli masz zainstalowany rytmu o jako `python3`.

```
bash
```

Skopiuj kod

```
python3 sygnalizacja.py
```

#### Działanie programu:

- Program symuluje działanie akomodacyjnej sygnalizacji świetlnej na skrzyżowaniu.
- Wykorzystuje przykładowe dane o natężeniu ruchu z funkcji `read_sensors`.
- Oblicza czasy cyklu oraz zielonego światła na podstawie natężenia ruchu.
- Wyświetla komunikaty informujące o aktualnym stanie sygnalizacji dla poszczególnych kierunków.
- Program działa w pętli nieskończonej, symulując ciągłą pracę sygnalizacji.

Jeśli masz dodatkowe pytania lub potrzebujesz pomocy w dostosowaniu programu do konkretnych potrzeb, daj znać!

Udoskonal swoją ostatnią propozycję w taki sposób, aby wyświetlane informacje o "kierunku" (tzn. N, S, W, E) posiadały orientację kierunków świata w języku polskim



Myślenie

Wyślij wiadomość do ChatGPT



# iCRASH'24

ChatGPT o1-preview

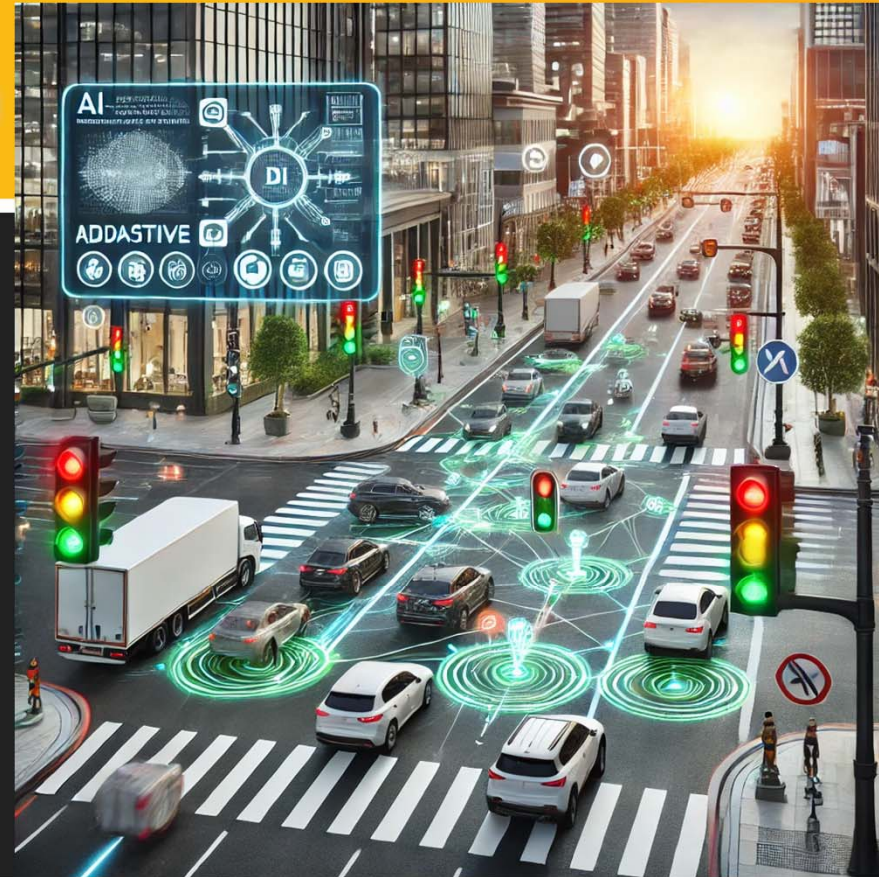
```
vnnet
Czas cyklu: 49.20 sekund
Czas zielonego światła dla fazy północ, południe: 28.00 sekund
Czas zielonego światła dla fazy wschód, zachód: 21.00 sekund
Kolor sygnalizacji dla kierunku północ to zielone
Kolor sygnalizacji dla kierunku południe to zielone
Kolor sygnalizacji dla kierunku północ to żółte
Kolor sygnalizacji dla kierunku południe to żółte
Kolor sygnalizacji dla kierunku północ to czerwone
Kolor sygnalizacji dla kierunku południe to czerwone
Kolor sygnalizacji dla kierunku wschód to zielone
Kolor sygnalizacji dla kierunku zachód to zielone
Kolor sygnalizacji dla kierunku wschód to żółte
Kolor sygnalizacji dla kierunku zachód to żółte
Kolor sygnalizacji dla kierunku wschód to czerwone
Kolor sygnalizacji dla kierunku zachód to czerwone
```

Jeśli masz dodatkowe pytania lub potrzebujesz dalszych modyfikacji, daj znać!

czy możesz na podstawie naszych dyskusji wygenerować grafikę na temat tego, czym się zajmuję? poproszę Cię, aby grafika prezentowała moje zainteresowania tematyczne, które chcę wyświetlić podczas prezentacji o potencjale sztucznej inteligencji stosowanej w nowoczesnych algorytmach sterowania ruchem drogowym za pomocą sygnalizacji świetlnej ↓

Wyślij wiadomość do ChatGPT

ChatGPT może popełniać błędy. Sprawdź ważne informacje.



Inowrocław, 26 - 27.09. 2024 r.

# iCRASH'24

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ / THANK YOU FOR YOUR ATTENTION