

# EMPATYCZNY RÓJ ROBOTÓW

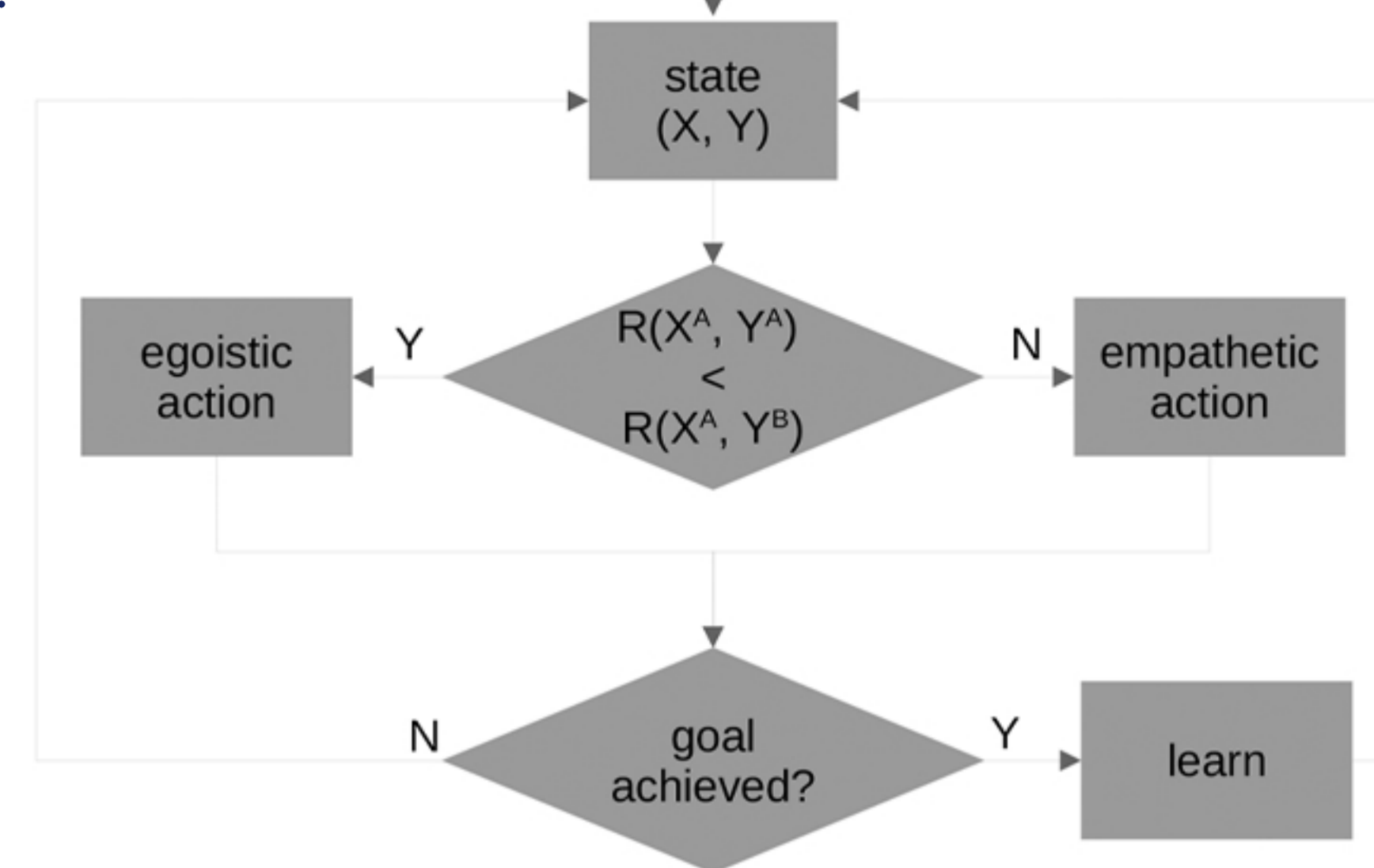
Jerzy Kwiatkowski, Sergiusz Kański

## Cel projektu

Celem bieżącej iteracji projektu jest rozwinięcie dwóch kluczowych obszarów: symulacji roju robotów oraz zaawansowanego systemu wizyjnego. Symulator umożliwi szczegółowe badanie mechanizmów współpracy i adaptacji w grupie autonomicznych agentów, w tym wykorzystanie sztucznej empatii jako narzędzia do poprawy efektywności działań. Równolegle rozwijany system wizyjny skupi się na precyzyjnym rozpoznawaniu stanów innych robotów, co stanowi fundament dla lepszej komunikacji i integracji w dynamicznym środowisku. Projekt łączy interdyscyplinarne podejście, wykorzystując zarówno algorytmy sztucznej inteligencji, jak i innowacyjne technologie wizyjne, aby opracować kompleksowe rozwiązanie dla przyszłości systemów wieloagentowych.

## Sztuczna empatia

Sztuczna empatia to koncepcja inspirowana ludzkimi zdolnościami poznawczymi i emocjonalnymi, która pozwala systemom sztucznej inteligencji rozpoznawać i rozumieć stany oraz potrzeby innych agentów. Umożliwia to podejmowanie decyzji w sposób uwzględniający zarówno cele własne, jak i potrzeby grupy, co zwiększa efektywność współpracy w dynamicznych środowiskach. W systemach wieloagentowych sztuczna empatia wspiera adaptację, przewidywanie działań innych jednostek oraz dzielenie się wiedzą, bazując na analizie danych i niepewności.



## Hipotezy naukowe

### Hipoteza

### Wnioski

Początkowy poziom wiedzy w systemach roju robotów znacząco wpływa na efektywność osiągania celów przez rojowe systemy, przy czym większa początkowa wiedza prowadzi do szybszego osiągnięcia celów, ale może ograniczać zdolność adaptacyjną w dynamicznych środowiskach.

Po przeprowadzeniu pierwszych testów na nowym symulatorze zaobserwowano, że roboty wyposażone w podstawowy poziom wiedzy początkowej wykazują wyższą efektywność w realizacji powierzonych im zadań w porównaniu do systemów całkowicie pozbawionych wiedzy. Ułatwienie to wynika z możliwości szybszego podejmowania decyzji i ograniczenia czasu potrzebnego na adaptację do środowiska. Jednakże, w dynamicznych środowiskach, w których warunki zmieniają się szybko i wymagają większej elastyczności, skuteczność robotów z wbudowaną wiedzą początkową znacząco maleje. Sugeruje to, że istnieje kompromis między szybkością działania wynikającą z wiedzy początkowej a zdolnością adaptacyjną w warunkach zmiennych.

Zastosowanie sieci neuronowych CNN może pomóc w optymalizacji czasowej rozwiązania problemu rozpoznawania obiektów na obrazach, w stosunku do tradycyjnych metod algorytmicznych, pod warunkiem przygotowania sieci wyspecyfikowanej pod dany problem.

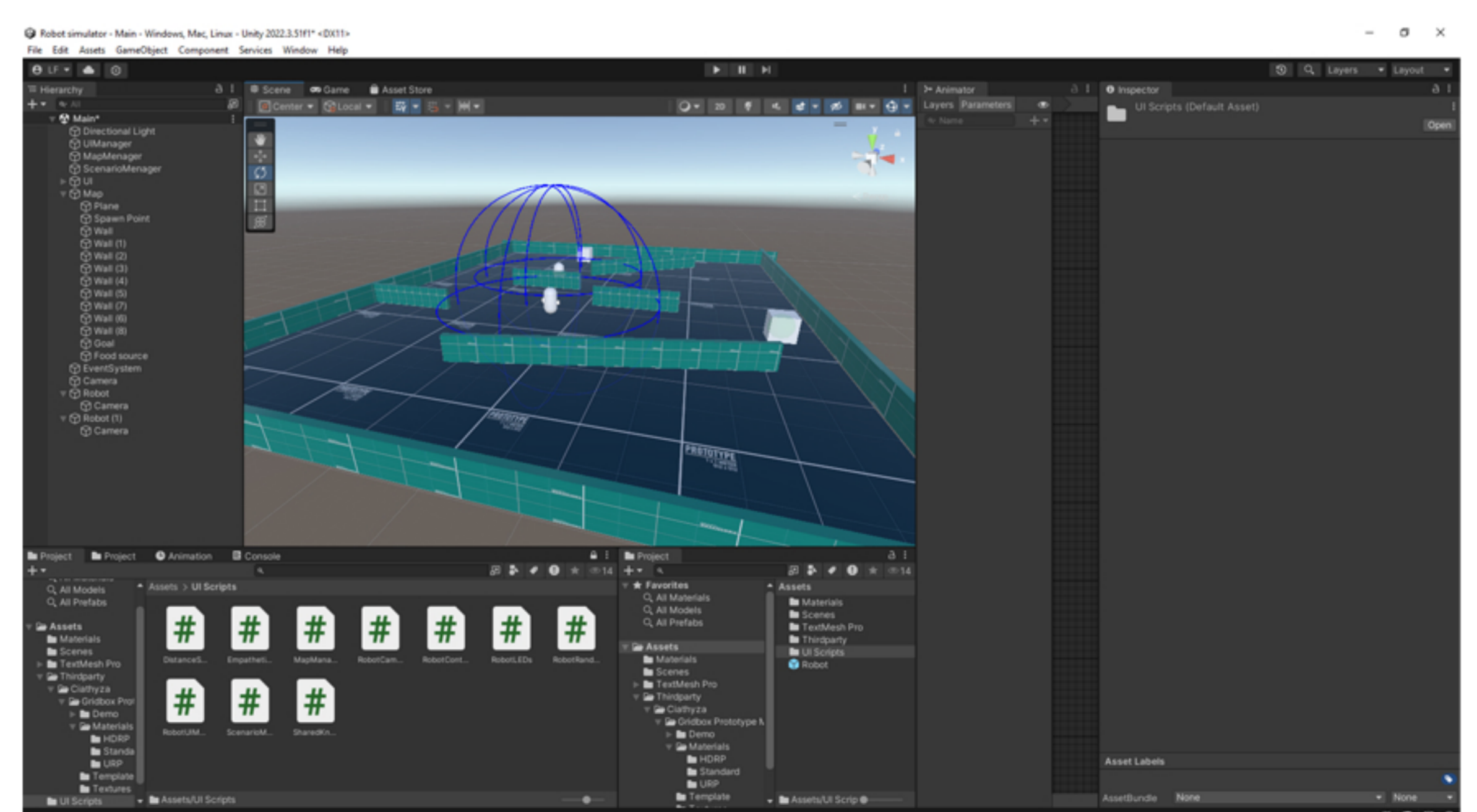
Wstępne wyniki: predykcja stanu na podstawie zdjęcia 256x256 px przez zaproponowany model CNN trwa około 0,43 sekundy na platformie Raspberry PI Zero W 2. Skuteczność modelu na zbiorze testowym to 86,84%.

## Metodyka badań

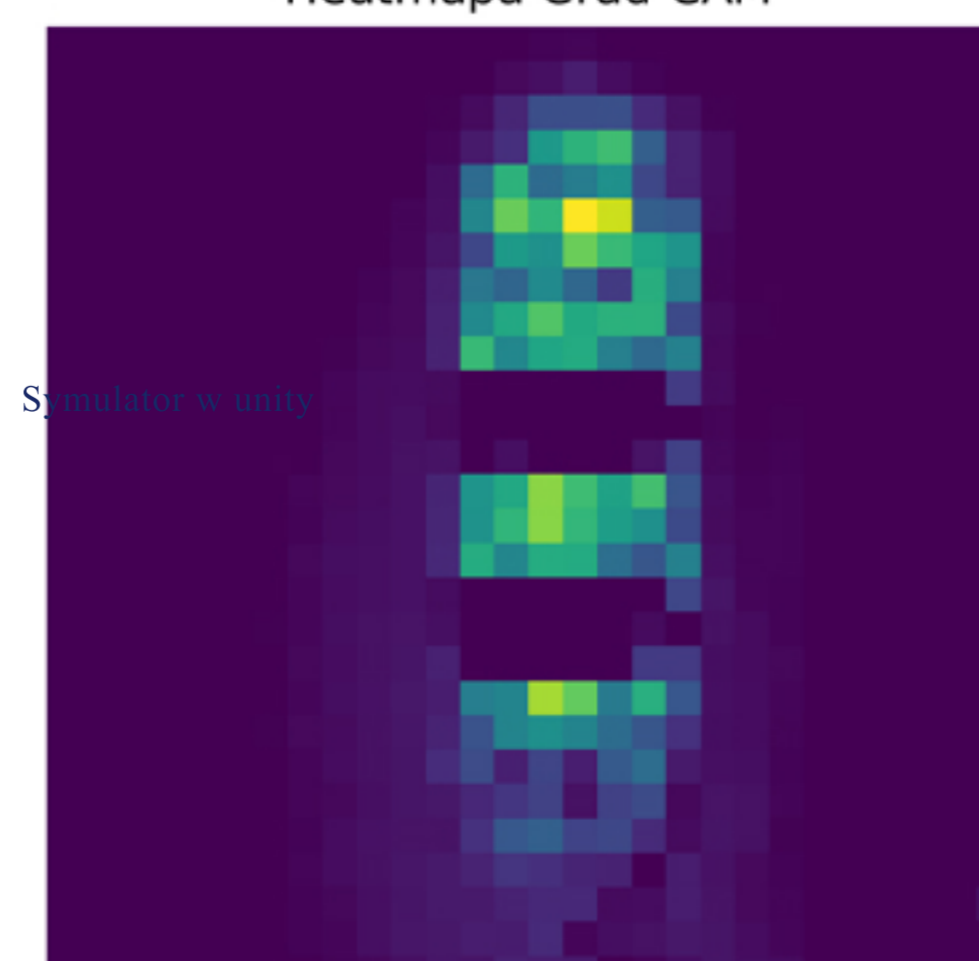
Symulator umożliwi analizę współpracy autonomicznych robotów, wykorzystując algorytmy logiki rozmytej oraz mechanizmy współdzielenia wiedzy. Wizualizacje obejmują stany robotów i ich decyzje w dynamicznym środowisku, co pozwala na testowanie modeli decyzyjnych w kontrolowanych warunkach.

Przeprowadzenie pomiarów czasu rozpoznania 6561 możliwych stanów innych robotów. Porównanie wyników uzyskanych przy pomocy klasycznych algorytmów oraz wytrenowanego od postaw modelu CNN, wyuczonego przy pomocy samodzielnie zebranego zbioru danych. Pomiar zostanie przeprowadzony na platformie fizycznej z mocno ograniczoną mocą obliczeniową - Raspberry PI Zero 2 W.

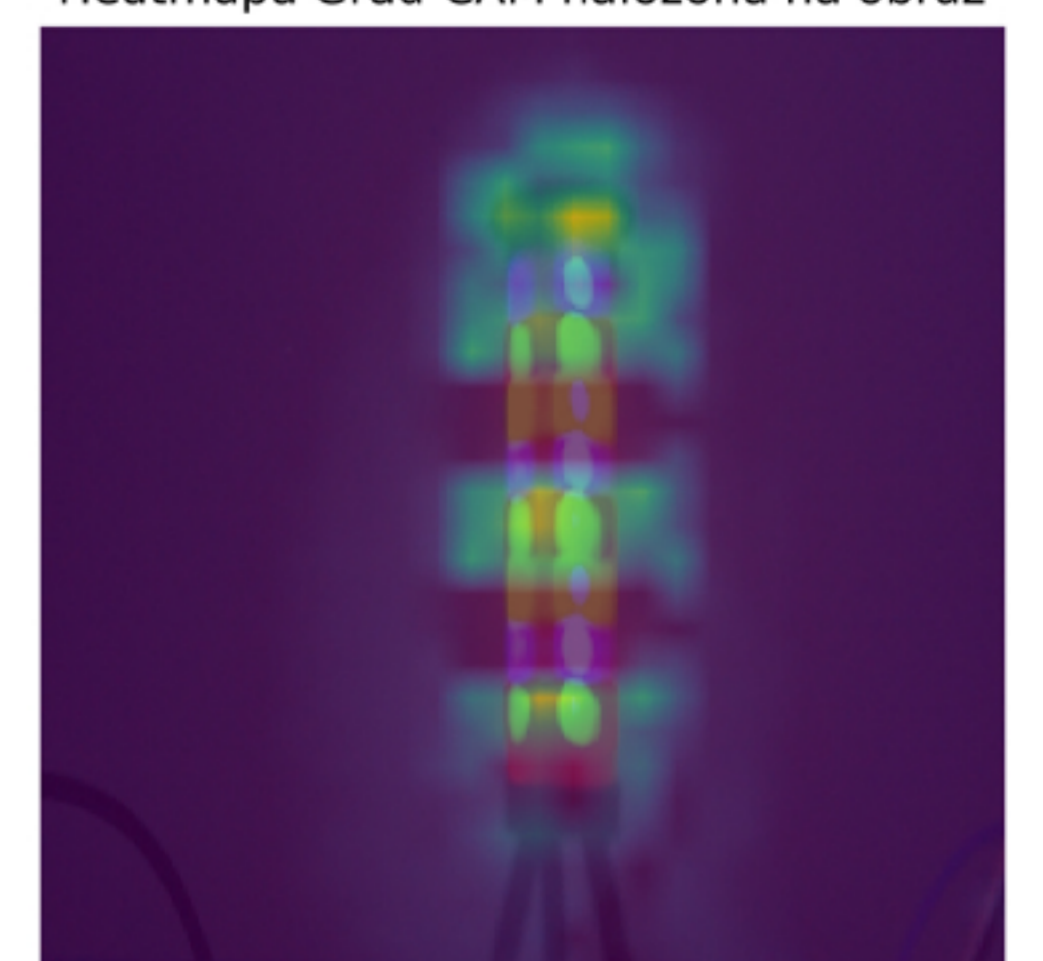
## Wizualizacja



Heatmapa Grad-CAM



Heatmapa Grad-CAM nałożona na obraz



opiekun dr. Joanna Siwek

- projekt jest współrealizowany z Politechniką Poznańską
- współpracujemy z firmą Ei System Sp. z o.o.
- Jerzy Kwiatkowski laureat S@R

Celem projektu jest stworzenie innowacyjnego systemu wieloagentowego, w którym roboty autonomiczne współpracują w sposób optymalny dzięki wykorzystaniu sztucznej empatii. Sztuczna empatia pozwala robotom przewidywać stany innych jednostek, dzielić się wiedzą oraz podejmować decyzje uwzględniające zarówno indywidualne, jak i grupowe cele. Kluczowymi elementami projektu są modele decyzyjne oparte na logice rozmytej oraz algorytmy predykcyjne działające w warunkach niepewności. Projekt łączy symulację i eksperymenty fizyczne, zapewniając zarówno teoretyczne, jak i praktyczne podstawy dla wdrażania tego typu rozwiązań. Empatyczne roje robotów mają szerokie zastosowania komercyjne, m.in. w przemyśle (zarządzanie magazynami, automatyzacja procesów produkcyjnych), rolnictwie (monitorowanie i optymalizacja upraw), ratownictwie (koordynacja działań w trudnym terenie), a także w środowiskach niebezpiecznych (segregacja odpadów, inspekcja). Projekt otwiera również nowe możliwości w edukacji sztucznej inteligencji oraz rozwijaniu systemów współpracy w dynamicznych środowiskach. Dzięki wysokiemu potencjałowi aplikacyjnemu, rozwój empatycznych rojów robotów stanowi krok w stronę ich komercjalizacji w różnych sektorach.