

# Zasady realizacji projektu z przedmiotu Sieci Inteligentnych Urządzeń

Semestr 2025L, wersja 1

## Cele:

1. Realizacja uczenia ze wzmacnianiem w środowisku symulatora i z polityką sterowania zakodowaną w sieci neuronowej.
2. Badanie wybranych własności otrzymanego modelu decyzyjnego.

## Produkty i etapy:

1. Plansza i scenariusz przejazdu
2. Algorytm uczący i wytrenowana sieć dla pojedynczego agenta
3. Uaktualniona plansza, scenariusze, algorytm uczący i wytrenowana sieć w przypadku interakcji wielu agentów
4. Prezentacja wyników

Inspiracja:

<https://flow-project.github.io/> - interakcja pojazdów,

<https://pythonprogramming.net/introduction-self-driving-autonomous-cars-carla-python/> - uczenie sieci ze wzmocnieniem oraz interakcja z symulatorem

Obowiązkowe technologie: symulator - Turtlesim, kontener - Docker

Sugerowana architektura sieci neuronowych: Keras+Tensorflow

## Zasady ogólne:

Projekt realizowany jest przez zespoły 4-6-osobowe o niezmiennym składzie. Każdy zespół wyznacza kierownika odpowiedzialnego za komunikację i przekazywanie produktów. Przekazywanie produktów odbywa się poprzez e-mail, do końca wskazanego dnia (większe załączniki należy udostępniać w sieci). Praca zespołu jest oceniana łącznie; należy zadbać o równomierny rozkład obciążeń poszczególnych członków zespołu. Każdy członek zespołu zobowiązany jest znać wytworzone produkty w równym stopniu; nieznanostwo wykonanej pracy obniża indywidualną ocenę. Konsultacje projektowe odbywają się w poniedziałki w godz. 18:00-19:30 po uprzedniej rezerwacji terminu przez studentów lub prowadzących. Każdemu zespołowi przydzielany jest opiekun. Konsultacje z opiekunem w terminie innym niż powyższy wymagają jego zgody.

## Etapy realizacji:

### 0. Ustanowienie zespołów projektowych

Skład zespołów należy zgłosić do koordynatora przedmiotu do **12 III**.

Osoby niezgłoszone będą realizować projekt w grupach wyznaczonych przez prowadzących.

Zespoły niepełne będą uzupełniane lub łączone decyzją prowadzących.

### 1. Przygotowanie planszy i scenariusza przejazdu

Wymagania: 1) Wykonać planszę 1920x1080 pikseli z torem w formie zamkniętej pętli jednokierunkowej o szerokości 3-4 m, z co najmniej jednym łagodnym zakrętem w każdym kierunku. Dopuszczalne są skrzyżowania. Niedopuszczalne jest przygotowanie identycznych plansz przez różne zespoły. 2) Przygotować plik z definicją scenariusza przejazdu dla jednego agenta – wg wskazówek technicznych w dokumencie projekt-wskazowki1.pdf.

Planszę i scenariusz dostarczyć wraz z krótkim opisem i uzasadnieniem do **23 III**.

Zainstalować i zapoznać się z dostarczonym środowiskiem symulacyjnym.

Liczba punktów: **8** (plansza: 6, scenariusz: 2).

## 2. Wytrenowanie modelu decyzyjnego sterującego ruchami jednego agenta

Wymagania: 1) Zaimplementować algorytm uczenia ze wzmocnieniem dla pojedynczego agenta na podstawie udostępnionego przez prowadzącego kodu źródłowego. 2) Podjąć próbę poprawy działania poprzez zmianę wartości co najmniej dwóch parametrów klas środowiska i dwóch klasy uczącej oraz co najmniej jednego parametru lub struktury sieci neuronowej. Wskazówki techniczne w dokumencie projekt-wskazowki2.pdf, wyjściowy kod źródłowy do uzupełnienia i wykorzystania – w plikach \*\_handout.py.

W uczeniu wykorzystywać tylko pomiary udostępniane przez środowisko, w szczególności nie wykorzystywać bezwzględnej lokalizacji agenta. Sieci zapisywać w formacie .tf. Zaimplementować lub wykorzystać udostępniony program demonstrujący ruch agenta po trasie. Zarejestrować co najmniej jeden, możliwie najlepszy scenariusz uruchomienia żółwia i przygotować wynik w formie graficznej z zaznaczonymi krokami na planszy. Przygotować obraz kontenera Docker z wykonaną pracą (symulator, kod źródłowy, modele sieci, skrypt uruchamiający symulację żółwia z najlepszym z uzyskanych modeli).

Obraz kontenera i krótki opis wykonanych eksperymentów zawierający zestawienie zmian parametrów i uzyskanych wyników dostarczyć do **4 V**. Kara za opóźnienie: 1 pkt/dzień.

Liczba punktów: **17**. Wskaźnik oceny jakości modelu jest ilorazem liczby okrążeń  $l$  i liczby prób  $s$ , tj.  $\eta = \frac{l}{s}$ .

Liczba okrążeń jest szacowana poprzez zliczanie osiągniętych celów pośrednich. Próba jest pojedynczym uruchomieniem agenta ze strategią wg dostarczonego modelu, kierowanego do kolejnych celów pośrednich do czasu wypadnięcia z trasy. Skala ocen: 17 pkt. dla  $\eta > 1$ ; 14 pkt. jeśli  $\eta > 0,7$ ; 10 pkt. jeśli  $\eta > 0,5$ . Nie mniej niż 9 pkt. bez względu na  $\eta$  jeśli spełniono oba wymagania i dostarczono wszystkie materiały.

## 3. Uczenie wieloagentowe z uwzględnieniem interakcji agentów

Wymagania: 1) Przygotować planszę wg jednego z wskazanych przez prowadzącego wariantów:

- skrzyżowanie jednokierunkowe – w celu uwzględnienia interakcji na skrzyżowaniu,
- zanikanie i rozdzielanie pasa – w celu uwzględnienia interakcji przy zwężeniu,
- rondo – w celu uwzględnienia pierwszeństwa i oddalania się od celu podczas skrętu w lewo.

2) Przygotować scenariusze przejazdów tak, aby występowała realna szansa wystąpienia kolizji w miejscu manewru na torze (a-c). 3) Zaimplementować i przeprowadzić uczenie modelu w celu uzyskania możliwie najlepszego wyniku. W tym celu należy dostosować środowisko symulacyjne oraz algorytm DQN do uczenia ustawicznego wielu agentów naraz. Dostosowanie środowiska zasadniczo polega na umożliwieniu selektywnego wznawiania pracy agentów, których epizod treningowy się zakończył, oraz wykonywaniu pojedynczego kroku symulacji dla wszystkich agentów jednocześnie. Dodatkowo należy wychwytywać kolizje, kończąc epizod agenta-sprawcy i naliczając karę. Dostosowanie algorytmu uczenia polega na bieżącym wznawianiu pracy agentów i uczeniu sieci adekwatnie do łącznej liczby kroków wykonanych przez agenty w jednym kroku symulacji.

Należy dokonać oceny jakości modelu wytrenowanego standardowo oraz modelu alternatywnego, uzyskanego poprzez transfer wiedzy lub przy zmianie scenariusza w trakcie treningu. Należy powtórzyć ocenianie dla podwojonej liczby agentów.

Plansze, scenariusze, najlepszy uzyskany model, kod źródłowy i zestawienie wyników należy dostarczyć do **5 VI**. Kara za opóźnienie: 1 pkt/dzień.

Liczba punktów: **17** (plansza i scenariusze: 4, poprawny kod środowiska i uczenia sieci: 4, zestawienie i omówienie wyników: 9).

## 4. Podsumowanie wykonanych prac w formie prezentacji – do **12 VI**.

Liczba punktów: **8** (czytelność prezentacji, jakość dyskusji o rezultatach; możliwa indywidualna ocena poszczególnych członków zespołów).

Kary za opóźnienia nie wpływają na zaliczenie projektu.