

РЕЗЮМЕ НА ДИПЛОМНА РАБОТА

към катедра “Компютърна информатика”,
ФМИ, СУ “Св. Климент Охридски”

Тема: Решение на задача за reinforcement обучение на обект с непрекъснати състояния с невробиологичен симулатор NEST

Дипломант: Борислав Стоянов Марков, магистърска програма „Изкуствен интелект“, факултетен № 0M13400048

Научен ръководител: Проф. Петя Копринкова-Христова, Институт по Информационни и Коммуникационни Технологии (ИИКТ), БАН

Невробиологията все повече набира скорост в света на изкуствения интелект. Има все повече изследвания на функционирането на нервни клетки, които са довели до създаването на биологично обоснованите spike timing модели на невроните, както и много знания за структурната организация и функционирането на мозъка на бозайниците при вземане на решения. Доказано е, че много от решенията се вземат по метода на поощрението и наказанието (Reinforcement Learning). Целта на настоящата дипломната работа е да се разработи модел на биологично обоснована (spike timing, SNN) невронна мрежа посредством библиотеката NEST Simulator, която е в състояние да решава оптимизационна задача за вземане на решения за обект с непрекъснати състояния от пакета Gym. Конкретно е избрана задача CartPole, в която целта е да се балансира рамо възможно най-дълго време. То е закрепено към количка, с движение в две посоки – наляво и надясно.

В хода на разработка е направено въведение в основните научни области от изкуствения интелект, необходими за решаване на задачата. Даден е математически апарат за решаване на задачи с реинфорсмънт обучение, както и биологична обосновка на някои от механизмите използвани за обучение. За реинфорсмънт обучение засегнатите области са методи с темпорална грешка (TD), апроксимация на функции-стойност (value functions), представяне на задачата като епизоди и алгоритъма Актьор-Критика. От страна на невробиологията засегнати теми са обучение с импулсно-времево зависима пластичност (STDP), ролята на допамина в обработка на сигнал на грешката, обемни трансмитери на допамин, ролята на базалните ганглии и контрол на фината моторика в реинфорсмънт обучението. Разгледани са още и свързване на неврони от тип „победителят печели всичко“ (Winner Takes All, WTA), както и механична интерпретация на динамични системи.

Разгледани са два варианта за решаване на задачата с невросимулатор NEST. Първият вариант не дава необходимите резултати, но все пак надминава агент с хаотична политика (baseline). Вторият вариант дава решение, което надминава много други решения с класически невронни мрежи. Разгледани са диаграми на спайковете на невроните от мрежата на различни невронни звена. Разглеждат се и подварианти за обучение при настройка на някои хиперпараметри.

Дипломната работа включва кратък обзор в областта на Spike Timing Neural Networks, описание на теоретичната постановка, код на Python с използване на библиотеката NEST Simulator и анализ на резултатите. В процеса на разработка на магистърската теза се изпробват различни параметри на биологично подобните неврони и решението е илюстрирано с подходящи визуализации и графики, съпътстващи обучителния процес.