

# Sequential Decision Making and Reinforcement Learning

## קבלת החלטות סדרתית ולמידה ממשוב

Fall 2024-2025

Class location: TBD

Lecture Meeting time: Tuesday 10:30-12:30

Tutorial: Tuesday 12:30-13:30

### Teaching Staff:

Instructor: Sarah Keren [sarahk@cs.technion.ac.il](mailto:sarahk@cs.technion.ac.il)

Office Hours: By appointment

TA: Itay Segev [itaysegev@technion.ac.il](mailto:itaysegev@technion.ac.il)

Office Hours: By appointment

Assignments TA: Yuval Goshen [yuval.goshen@campus.technion.ac.il](mailto:yuval.goshen@campus.technion.ac.il)

Office Hours: By appointment

[SDMRL-Fall-2024-5.docx](#)

**Prerequisites:** 236501 (Introduction to Artificial Intelligence).

**Co-requisites:** NA

**Courses Without Credit:** 236203 (Collaborative AI)

**Credits:** 3

**Study hours per week:** Lecture-2 Tutorial-1 (materials will be in English but the Lectures and tutorials will in Hebrew)

חומר הקורס יהיה באנגלית אך שפת ההוראה היא עברית

### Course Goals and Description

The course will be dedicated to understanding the computational aspects of single-agent sequential decision making in AI. The focus will be on promoting efficient behaviors of agents that need to accomplish complex tasks in uncertain environments even when the environment dynamics are not fully known.

The course will start by covering the main common AI approaches to sequential decision making under uncertainty for a single agent. This includes both automated planning, for settings in which the agent has a complete model of the underlying environment, and reinforcement learning (RL), for settings in which the model of the environment is only partially known.

The course will include learning the theoretical aspects of various AI frameworks, as well as practical work with different systems, using Python based implementations. Students will be required to run various planning, RL and deep-RL algorithms on different domains and analyze the performance of the different approaches.

### **תאור הקורס ומטרותיו:**

הקורס יוקדש להבנת ההיבטים החישוביים של קבלת החלטות סדרתית בסביבות בינה מלאכותית עם סוכן יחיד. המוקד יהיה בייעול התנהגותו של סוכן עם משימה מורכבת בסביבה עם אי וודאות שהדינאמיקה שלה לא ידועה במלואה. הקורס יתחיל בסקירה של שיטות AI נפוצות לקבלת החלטות סדרתית. סקירה זו תכלול הן גישות לתכנון אוטומטי, שרלוונטי למצבים בהם מודל הסביבה ידוע, ולמידה ממשוב, כשהמודל ידוע רק באופן חלקי. הקורס יכלול הן למידה של האספקטים התאורטיים של גישות AI שונות והן עבודה מעשית עם מערכות שונות, תוך שימוש במימושים מבוססי פייטון. הסטודנטים יידרשו להריץ אלגוריתמי תכנון, למידה ממשוב, ולמידה עמוקה על סביבות שונות ולנתח את הביצועים של הגישות השונות.

### **Learning Outcomes**

- Knowledge of various AI frameworks for modeling single-agent AI settings.
- Understanding the theoretical guarantees and limitations of different AI algorithms for single-agent planning and RL.
- Acquiring practical experience using AI tools and implementing them in various AI domains.
- Experience in analyzing the performance of different AI approaches.

### **תוצאות הלמידה:**

- הכרות עם מגוון גישות למידול של מערכות AI עם סוכן יחיד.
- הבנה של ההבטחות התיאורטיות והמגבלות של אלגוריתמי AI שונים עבור תכנון אוטומטי ולמידה ממשוב של סוכן יחיד.
- רכישת נסיון פרקטי בעבודה עם כלי AI ומימוש של סביבות AI שונות.
- רכישת נסיון בניתוח ביצועים של גישות AI שונות.

### **Course Content/Topics**

The tools and models we will explore are based in a variety of AI fields including automated planning, sequential decision making under uncertainty, model-based reasoning, reinforcement learning and more.

The course agenda is as follows.

- Single-agent planning:
  - Classical planning.
  - Planning in fully observable stochastic environments.
  - Planning in partially observable stochastic environments.
- Single-agent reinforcement learning (RL)
  - Tabular methods and approximate methods.
  - Policy-based and. value-based methods.

- Model-based and model free methods.

## **Assignments and Grading Procedures**

The course will involve 2 mid-term assignments, a quiz and a final exam.

Each assignment will involve one or more of the following:

- suggesting a novel AI benchmark (or a novel adaptation of an existing benchmark)
- offering a novel algorithm (or a novel adaptation of an existing approach) for sequential decision-making
- analyzing the formal properties of an examined approach
- evaluating a suggested approach on a set of domains

Grading:

40% - 3-4 mid-term assignments

60% - exam

## **Textbook(s) and/or other materials**

- A concise introduction to models and methods for automated planning by Hector Geffner and Blai Bonet. 2013 *Synthesis Lectures on Artificial Intelligence and Machine Learning*. Morgan Claypool Publishers.
- Reinforcement Learning: An Introduction (second edition). By Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. 2015. MIT Press.
- Multi-Agent Reinforcement Learning Foundations and Modern Approaches. By Filippos Christianos and Stefano V. Albrecht. 2024. MIT Press.