

# בינה מלאכותית ורובוטיקה

## AI and Robotics

### 2024-2025

מרצה: שרה קרן  
משרד: טאוב 736  
שעות קבלה: בתאום מראש  
דרישות קדם: מבוא לבינה מלאכותית 236501 (או קורס דומה באישור סגל הקורס)  
דרישות צמידות: אין  
מקצועות ללא זיכוי נוסף: אין  
נקודות זיכוי: 3  
מייל: [sarahk@cs.technion.ac.il](mailto:sarahk@cs.technion.ac.il)  
מועד שיעור: ימי רביעי 14:30-16:30 (נוכחות חובה)  
מועד תרגול: ימי רביעי 16:30-17:30  
מתרגל: עידו יעקובי [ido.jacobi@campus.technion.ac.il](mailto:ido.jacobi@campus.technion.ac.il)  
בודקת: שירן פיראן [shiran96@campus.technion.ac.il](mailto:shiran96@campus.technion.ac.il)

Sarah Keren :Instructor

Office: Taub 736

Reception hour: (upon request)

Prerequisites: Intro to AI 236501 (or similar – by approval from course staff).

Lesson: Wednesday 14:30-16:30 (attendance required)

Tutorial: Wednesday 16:30-17:30

Credits: 3

### תיאור הקורס

הקורס יסקור גישות שונות לעיצוב ותכנון של מערכות של רובוט יחיד ומערכות מרובות רובוטים. כלים לעיצוב יעיל של מערכות אלה מגיעים ממגוון תחומים של בינה מלאכותית (AI), כגון תכנון אוטומאטי וקבלת החלטות סדרתית בתנאי אי וודאות, היסק מבוסס מודל, תורת המשחקים, מערכות מרובות סוכנים, למידה מחיזוקים (reinforcement learning) ועוד. הקורס יכלול הן למידה של כלים תאורטיים שונים למידול מערכות רובוטיות והן עבודה מעשית עם רובוטים בסביבה מקוונת (סימולציה) ובאופן פיזי.

### Course Description

The course will cover different approaches to designing and modeling single-robot and multi-robot systems. The tools we will explore are based in a variety of artificial intelligence (AI) fields such as automatic planning, sequential decision making under uncertainty, model-based reasoning, game theory, multi-agent systems, reinforcement learning and more.

The course will include learning the theoretical aspects of these tools as well as practical work with robots in both simulated and actual settings.

### מטרות הקורס

- הכרות עם מגוון כלי AI למידול מערכות של רובוט יחיד ומערכות מרובות רובוטים.

- רכישת ניסיון מעשי בהטמעה של כלי AI ביישומים רובוטיים.

## **Course Objectives**

- Learning about various AI frameworks for modeling single-agent and multi-agent robotic settings.
- Acquiring experience using AI tools and implementing them in robotic applications.

## **תוצאות למידה**

בסיומו של קורס זה, סטודנטים יהיו מסוגלים לנתח וליישם כלים חישוביים שייגרמו לרובוטים לזוז, לחוש ולהגיב זה לזה ולסביבתם. זאת תוך שימוש במגוון גישות AI למידול וחישוב בסביבות עם סוכן יחיד ובסביבות מרובות סוכנים.

## **Learning Outcomes**

After completing the course students will be able to analyze and implement computational tools that will make robots move, sense and react using different algorithms. This will be done by gaining familiarity with a variety of AI approaches to modeling single-agent and multi-agent settings.

## **תכני הקורס/ נושאי הקורס**

הקורס מחולק לשלושה נושאים עיקריים.

הנושא הראשון דן ברובוט יחיד כמערכת מרובת רכיבים המשלבת חישה, תנועה ושליטה ובקרה. כחלק מנושא זה נחקר את הרלוונטיות של כלי AI שונים להפעלה יעילה של רובוטים בסביבות שונות ולטובת מטרות שונות. בין היתר נלמד על גישות שונות לבקרה ושליטה ולמיפוי וניווט מבוסס חיישנים בזמן אמת. במסגרת סקירה זו נשווה בין גישות למידת מכונה והיסק מבוסס נתונים לגישות מבוססות מודלים ברובוטיקה.

הנושא השני בוחן גישות שונות לתכנון משימות מורכבות הדורשות מהרובוט יכולת לקחת בחשבון את ההשלכות ארוכות הטווח של פעולותיו ואת אי הוודאות בסביבתו. לצורך כך יש צורך לשלב בצורה יעילה בין תכנון התנהגויות שונות במרחב הממשי שבו פועל הרובוט (motion planning) ובין תכנון משימה ארוך-טווח (task planning) במרחב אבסטרקטי. לטובת מטרה זו נסקור גישות שונות לשילוב תכנון תנועה ומשימה (Integrated Task and Motion Planning) ונבחן את יעילותם.

הנושא השלישי בוחן מערכות מרובות סוכנים שכוללות רובוטים שונים ורובוטים ובני אדם. בחלק זה נסקור גישות שונות למידול וניהול של קבוצה של סוכנים ונדון במאפיינים התאורטיים והאתגרים הישומיים של מערכות אלה.

התיאור הנ"ל הוא תיאור כללי של הקורס. בכל סמסטר נעבור על כל הנושאים, אך מתוכם ייבחרו מספר נושאים שבהם נעמיק.

במהלך הקורס יפתחו הסטודנטים מערכת רובוטית שאותה יציגו במפגשים ייעודיים.

## **Course/Module Content**

The course is divided into three main units

The first unit focuses on a single robot as a multi-component system that involves sensing, movement, and command and control. As part of this unit, we will research and explore the role of different AI techniques in operating robots in different environments and with different objectives. We will learn about different approaches for planning and control, real-time mapping, and navigation. For all these tasks, we will examine and compare data-driven and model-based approaches.

The second unit examines different approaches for planning for robots that need to accomplish long-term and complex tasks. Such approaches need to consider the long-term effects of the robot's actions and the inherent uncertainty in their environment. This requires efficiently combining motion planning in the actual continuous space and task planning in a high-level symbolic space which allows the robot to reason about the long-term effects of its actions. For this purpose, we will explore different approaches for Integrated Task and Motion Planning and examine their efficiency.

The third unit is devoted to multi-robot and human-robot settings. This includes exploring different approaches for modeling and controlling a team of autonomous agents, discussing the theoretical properties of such methods, and investigating the challenges that arise when implementing these methods in practice.

During the course and as part of the course's assignments, students will develop a robotic system that will be presented to the other participants.

Note that the above is a general description of the course. Every semester we will focus and deeply investigate a subset of these topics.

### **דרכי הערכה בקורס – הרכב הציון הסופי**

80% - פרוייקט בשלושה שלבים במשקל הולך ועולה.

20% - נוכחות והשתתפות פעילה בדיונים במעבדה.

התאמות לסטודנטים עם צרכים מיוחדים יינתנו לפי הצורך.

### **Evaluation and Grading**

80% - three project steps of increasing weight.

20% - attendance and participation.

Adaptations for students with disabilities will be provided as needed.

### **ספרי לימוד וחומר קריאה (רשות) : Recommended Reading**

- Reinforcement Learning: An Introduction (second edition). By Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. 2015. MIT .Press
- Rules of Encounter: Designing Conventions for Automated Negotiation. By Jeffrey S. Rosenschein and Gilad Zlotkin. 2014, MIT Press
- Multiagent Systems : Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations by Yoav Shoham and Kevin Leyton-Brown. Cambridge University Press 2008
- An Introduction to MultiAgent Systems by Michael Wooldgridge John Wiley & Sons