

236609
בינה מלאכותית ורובוטיקה
AI and Robotics

סמסטר חורף 1/2022

מרצה: שרה קרן
משרד: טאוב 736
שעות קבלה: במהלך יום ד - 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

Sarah Keren :Instructor

Office: Taub 736

Reception hour: Wednesday (upon request)

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

Credits: 3

מספר המקומות בקורס מוגבל. המעוניינים להירשם נדרשים למלא את הטופס בקישור מטה. חשוב לציין שרישום בקישור הנ"ל אינו מהווה אישור הרשמה לקורס. בשל מגבלות מקום ייתכן שרק חלק מהסטודנטים שמילאו את פרטיהם יוכלו להשתתף בקורס. (ניתן גם לשלוח מייל למרצה הקורס בדוא"ל)

The number of participants is limited. To express interest in registering for the course, follow the link below. Note that filling in the form does not guarantee a spot in class due to space constraints (it is also possible to send an email to the course instructor mentioned above).

<https://forms.office.com/r/3CQKXtd1c>

שיטת ההוראה בקורס והיקף שעות לימוד

הקורס יכלול שיעור ותרגול שבועיים. בנוסף, באמצע ובסוף הסמסטר יתקיים מפגש שבו יוצגו הפרויקטים של הסטודנטים.

Teaching arrangement and method of instruction

The course will include a weekly 2-hour lesson and a 1-hour tutorial. In addition, at the middle and end of the semester, we will have special meetings for presenting the course projects.

תאור 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.
העבודה עם ROS הקורס יכלול הן למידה של כלים תאורטיים שונים למידול מערכות רובוטיות והן עבודה מעשית עם רובוטים בסביבת הרובוטים תהיה הן מקוונת (בסימולציה) והן פיזית.

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 using the Robotic Operating System (ROS). We will work both with simulated and actual robotic 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 חלקים עיקריים.

בחלק הראשון נלמד על רובוט יחיד כמערכת מרובת רכיבים המשלבת חישה, תנועה ושליטה ובקרה. כחלק מנושא זה נחקור 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 נווה בין גישות למידת מכונה והיסק מבוסס נתונים לגישות מבוססות מודלים ברובוטיקה.

בחלק השני נבחן 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.

בחלק האחרון של הקורס נבחן 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

In the first unit we will learn about 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.

In the second unit we will examine 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 last part of the course will be devoted to multi-robot and human-robot settings. This will include an exploration of different approaches for modeling and controlling a team of autonomous agents, a discussion on the theoretical properties of such methods, and an investigation of 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% - שלושה תרגילים במשקל הולך ועולה שאותם יציגו הסטודנטים במפגשים ייעודיים.
20% - נוכחות והשתתפות פעילה בדיונים בכיתה.

התאמות לסטודנטים עם צרכים מיוחדים יינתנו לפי הצורך.

Evaluation and Grading

80% - three assignments of increasing weight that will be presented at dedicated sessions.
20% - attendance and participation in the discussions in class.

Adaptations for students with disabilities will be provided as needed.

ספרי לימוד וחומר קריאה (חובה/רשות) : Recommended Reading

- /ROS Wiki: <http://wiki.ros.org>
- ROS Tutorials: <http://wiki.ros.org/ROS/Tutorials>
- 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 Wooldridge John Wiley & Sons

