

The Department of Mathematics

2024–25–B term

Course Name Mathematical foundations of Deep Learning

Course Number 201.1.0161

Course web page

<https://math.bgu.ac.il/en/teaching/spring2025/courses/deep-learning>

Lecturer Prof. Amnon Besser, <bessera@bgu.ac.il>, Office 212

Office Hours <https://math.bgu.ac.il/en/teaching/hours>

Abstract

Requirements and grading¹

¹Information may change during the first two weeks of the term. Please consult the webpage for updates

קורס חדש: היסודות המתמטיים של למידה עמוקה

סמסטר ב' תשפ"ה

מבוא

כולם מדברים על AI אבל מה זה בעצם? מערכים אדירים של מעבדים המאורגנים ברשתות עצביות, האמורות לחקות את פעולתו של המח האנושי.

כמוכן, כמו כמעט כל דבר במדע וטכנולוגיה, בבסיס של ה-AI או הלמידה העמוקה, נמצא **מתמטיקה**. בקורס זה ננסה להכיר את המתמטיקה שמאחורי הלמידה העמוקה.

הכוונה בקורס היא להכיר את האלגוריתמים המשמשים בלמידה עמוקה ואת המתמטיקה שעליהם היא מבוססת. אנחנו נלווה את הקורס בהדגמות מחשב במערכת SAGE מבוססת פייתון. פייתון היא שפת המחשב הנפוצה ביותר באלגוריתמים בשטח הלמידה העמוקה. כך יעניק הקורס בסיס טוב, הן תאורטי והן מעשי, לקורסים מתקדמים בתחום הלמידה העמוקה, בהם תוכלו לבנות רשתות עצביות ולנתח את פעולתן.

ספרות

ספר הקורס הוא הספר Linear algebra and learning from data של Gilbert Strang. עותקים של הספר נמצאים בספרייה.

הציון

הציון בקורס יהיה מורכב מ- 20 אחוזים הגשת מטלות ו- 80 אחוזים בחינה סופית.

נושאי הקורס

1. **מבוא ללמידה עמוקה** נסביר בקצרה מהן רשתות עצביות ומה המשמעות של לאמן אותן, ונבין מה המתמטיקה הנדרשת.
2. **אלגברה לינארית** נמשיך בנושאים שנלמדו בקורסי אלגברה לינארית קודמים. בפרט נדבר על פירוק לערכים סינגולריים ושימושיו.
3. **אלגוריתמים נומריים לאלגברה לינארית** נלמד איך עושים חישובים יעילים ומדויקים באלגברה לינארית, פתרון משוואות, ערכים עצמיים ופירוק לערכים סינגולריים. נלמד גם אלגוריתמים אקראיים באלגברה לינארית המתאימים למטריצות עם מימדים גדולים במיוחד.
4. **מטריצות מדרגה נמוכה** הקרוב של מטריצות על ידי מטריצות כאלה נחוץ הרבה פעמים כאשר המטריצות מאד מאד גדולות גם עבור חישובים וגם לשימושים.
5. **מטריצות מיוחדות** להרבה סוגים של מטריצות: פורייה, טפליץ, מטריצות הקשורת לגרפים יש שימושים ואלגוריתמים מיוחדים.
6. **אופטימיזציה** לימוד של רשת עצבית הוא בעצם תהליך שבו אנחנו מכוונים את הפרמטרים של פונקציה מאד מסובכת על מנת שתתאים לקלט ולפלט בצורה אופטימלית. נלמד מספר שיטות לאופטימיזציה, בפרט שיטות אקראיות המתאימות לבעיות עם מספר פרמטרים אדיר בהן נתקלים בלמידה עמוקה.

Course topics

Deep Learning, often imprecisely called “Artificial Intelligence”, has become a hugely successful discipline recently. At its core are mathematical tools in the fields of Linear algebra, Optimization, Probability and Statistics. The main objective of this class is to prepare students for advanced courses in Deep learning by introducing them to the mathematical tools on which Deep Learning is based. We will also consider simple examples of Deep Learning to motivate the subject as well as to see how the acquired techniques are being used. We will also use computer demonstrations using the python based SAGE computer algebra system, serving as an introduction to the use of python in advanced Deep Learning classes. The course will focus on Linear Algebra and Optimization. It is therefore recommended to supplement it with a Probability and/or Statistics class. Text-book: trang - Linear algebra and learning from data Prerequisites: Two linear algebra and one calculus class in the Mathematics, Computer Science or Electrical Engineering departments. Students in other departments who would like to take the class will be accepted on a case by case basis.