

"כִּי שָׁאֵל נָא לְדֹר רִישׁוֹן, וְכֹנֵן לְחֶקֶר אֲבוֹתָם" (איוב ח ח)
אוניברסיטת אריאל, המחלקה למדעי המחשב

קורס: תכנות אלגוריתמים מחקרניים

מספר: 2-7063510-1

המרצה: ד"ר אראל סגל-הלוי

שנת לימודים: ה'תשפ"ב, סמסטר: ב

אתר הקורס: <https://github.com/erelsql-at-ariel/research-5782>

א. מטרת הקורס

מטרת הקורס היא ללמד אתכם, הסטודנטים, לחבר את עולם המחקר התיאורטי במדעי המחשב, עם עולם התיכנות המעשי.

ב. תוצרי הלמידה: לאחר שסיימו את הקורס בהצלחה, תוכלו:

- לקרוא מאמר מחקרי מהשנים האחרונות המתאר אלגוריתם חדש;
- להסביר ולהדגים את אופן פעולת האלגוריתם;
- לתכנת את האלגוריתם בשפת פייתון;
- לבדוק את ביצועי האלגוריתם ולהשוות לאלגוריתמים אחרים.

הכישורים האלה יועילו לכם בין אם תבחרו לעבוד בתעשייה או באקדמיה:

- בתעשייה – הכישרון לקרוא להבין מאמר מחקרי ולתכנת אותו יאפשר לכם להתעדכן באופן שוטף בחידושים הנמצאים בחזית המחקר, וליישם אותם בעבודתכם בתעשייה.
- באקדמיה – הכישרון לתכנת מאמר מחקרי יעזור לכם לכתוב הדמיות ולבצע ניסויים השוואתיים בין אלגוריתמים, ויסייע לכם לקדם את חזית המחקר.

ג. קהל יעד:

הקורס מיועד לתלמידים לתואר שני או שלישי, וכן לסטודנטים מצטיינים בסוף תואר ראשון.

ד. דרישות קדם:

אלגוריתמים 2 / 2מ; תכנות מערכות ב.

ה. מפגשי הקורס:

הרצאה שבועית – 3 שעות – תועבר באופן מקוון ב-Zoom, ותוקלט בענן. ההרצאה תתחלק לשניים:

- הצגת התקדמות של סטודנטים במטלה השבועית ובעבודה;
- לימוד נושאים במחקר ובשפת פייתון.

ה. עבודה:

במהלך הקורס תבחרו מאמר מחקרי מהשנים האחרונות המתאר אלגוריתם חדש. תוכלו לבחור בין אלגוריתמים בתחומים שונים, כגון: תורת הגרפים, גיאומטריה חישובית, אופטימיזציה, קומבינטוריקה, כלכלה ותורת המשחקים. לאחר מכן תנתחו את המאמר לפי השלבים הבאים:

1. סיכום המאמר בעברית;
2. המצאת דוגמאות-קלט מעניינות והרצת האלגוריתם עליהן;
3. כתיבת פונקציה בשפת פייתון המייצגת את האלגוריתם; בדיקות מקיפות בהתאם לסעיף 2;
4. מימוש האלגוריתם בשפת פייתון;
5. הרצת האלגוריתם על קלטים אקראיים והשוואה לאלגוריתמים אחרים;

6. שילוב האלגוריתם בספריית קוד פתוח בהתאם לנושא המאמר, כגון: networkx, sympy, galgebra, numpy, scipy וכד'.
השלב האחרון יאפשר לכם להיכנס לרשימת התורמים לספריה – דבר שתוכלו לציין בקורות חיים.

ו. ציון:

100% עבודה במהלך הסמסטר. לכל אחד משלבי העבודה בסעיף הקודם יהיה משקל בציון הסופי. בנוסף יינתן ניקוד על הצגות במהלך השיעורים. פירוט מלא של אופן חישוב הציון יתפרסם באתר הקורס לפני תחילת הסמסטר.

ה. השוואה לקורסים קיימים

הקורס משלב יתרונות של שני סוגי קורסים קיימים:

- **סמינר מחקרי** - שבו אתם קוראים מאמרים ומכינים מצגת להצגת המאמרים בשיעור. בקורס זה אתם לא רק קוראים אלא גם מתכנתים. יש הבדל משמעותי מאד בין קריאת מאמר לצורך הכנת מצגת, לבין קריאת מאמר לצורך תיכנות. תיכנות מאמר דורש הבנה מעמיקה הרבה יותר בפרטי המימוש של האלגוריתם. חייבים להבין את האלגוריתם במדויק – לא מספיק "לספר" אותו במילים כלליות וב"נפנופי ידיים". במקרים רבים תוך-כדי תיכנות המאמר מגלים שגיאות ופערים (נושאים לא מוסברים) באלגוריתם. תיכנות האלגוריתם גם דורש מחשבה על סוגי הנתונים ומבני-הנתונים הדרושים, ועל שיקולי יעילות במימוש.
- **קורס בהנדסת תוכנה** – שבו אתם בוחרים פרוייקט יישומי ומתכנתים אותו. בקורס זה אתם מתכנתים נושא מחזית המחקר – אתם מתכנתים אלגוריתם ש(כנראה) אף אחד עדיין לא תיכנת. זה שונה משמעותית מתיכנות אפליקציה.

ו. נושאי הלימוד:

השיעורים יתחלקו לשני סוגים:

- שיעורים תיאורטיים - קריאת מאמרים מדעיים, דרכים להבנתם וניתוחם. בחלק זה תציגו את המאמרים שקראתם ותנתחו את האלגוריתמים ע"י דוגמאות-הרצה.
- שיעורים מעשיים - נושאים מתקדמים בשפת פייתון, במיוחד נושאים הרלבנטיים לתיכנות אלגוריתמים והצגתם. אתם תשתמשו בנושאים הנלמדים כדי לתכנת את האלגוריתמים במאמרים שקראתם, ותציגו את התקדמותכם בשיעור.

הבאה מתארת את נושאי הלימוד והמטלות באופן כללי. **שימו לב:** חלוקת הנושאים לשבועות עשויה להשתנות בהתאם לזמן שייקח ללמד כל נושא.

שבוע	הצגה	הרצאה	מטלה
1.	-	קריאת מאמר מחקרי: איך מתחילים, איך בנוי המאמר, למה צריך לשים לב. פייתון 1: אופרטורים, בקרת זרימה, פונקציות (args, kwargs, lambda, annotations). קבצים, חריגות, דוקטסט.	פייתון: פונקציות. מאמר: בחירת מאמר [לעוד שבוע]. לאחר קבלת אישור: סיכום המאמר במילים שלכם [לעוד שבועיים].
2.	פייתון: פונקציות.	פייתון 2: תכנות מונחה עצמים, קשטנים, ירושה, כימוס, מחלקה מופשטת. שיטות-קסם - דריסת אופרטורים, context manager, איטרטורים וג'נרטורים.	פייתון: תכנות מונחה עצמים.
3.	מאמר: סיכום.	-	מאמר: המצאת דוגמאות הרצה.
4.	פייתון: תכנות מונחה עצמים.	פייתון 3: תבניות עיצוב: מטמון, איטרטורים, גנרטורים, אסטרטגיה.	פייתון: תבניות עיצוב.
5.	מאמר: דוגמאות.	-	
6.	פייתון: תבניות עיצוב.	פייתון 4: פיתוח, בדיקות וניפוי-שגיאות: doctest, logging, unittest, pytest, פועולות-גיטהב. וירטואלית, numpy, scipy, networkx, matplotlib, cvxpy.	פייתון + מאמר: כתיבת כותרות ובדיקות-יחידה לאלגוריתם.
7.	מאמר: כותרות ובדיקות-יחידה.	פייתון 5: ספריות לתכנות מדעי: numpy, scipy, networkx, matplotlib, cvxpy [ביטויים רגולריים?]	פייתון: num-stack.
8.	פייתון: num-stack.	פייתון 6: מסדי-נתונים: pandas, sqlite, sqlalchemy, request, google sheet.	מאמר: מימוש האלגוריתם. פייתון: מסדי-נתונים + ממשק גליון-גוגל לאלגוריתם.
9.	מאמר: מימוש האלגוריתם.	- [דגש על הקבלה בין המימוש לבין האלגוריתם במאמר].	
10.	פייתון: מסדי-נתונים.	פייתון 7: שיפור ביצועי התוכנית: ריבוי תהליכים: threads ו-multithreads; שיפור זמן ריצת התוכנית: cython, cppy, pypy ו-numba.	פייתון + מאמר: שיפור ביצועי האלגוריתם (?). ניסוי לבדיקת ביצועים (?).
11.	מאמר: שיפור ביצועי האלגוריתם.	פייתון 8: בניית אתרים פשוטים להצגה והדגמה של אלגוריתמים; מערכת flask, rest api *, Red hot chili peppers: Intro, *, templates, database, forms authentication, files uploading, *, posts.	פייתון + מאמר: בניית אתר להצגת האלגוריתם (?).
12.	מאמר: אתר להדגמת האלגוריתם.	פייתון 9: חבילות. פרסום חבילות ב-PyPI: מבנה של ספרייה לפרסום; הכנת הספרייה לפני הפרסום; פרסום הספרייה בפועל.	פייתון + מאמר: פירסום האלגוריתם שלכם כחבילה (?).
13.	מימושים.	להתראות ותודה על ההשתתפות	

ו. ספרי לימוד עיקריים, לעיון והרחבה:

כל חומר הלימוד הדרוש לקורס נמצא באתר הקורס בגיטהאב. רוב הלימוד יתבצע ע"פ רשימת מאמרים שתעדכן מדי שנה בהתאם לחידושים בחזית המחקר.

ללימוד על שפת פייתון בהקשר של תכנות אלגוריתמים, ניתן להיעזר בספרים הבאים:

- **Classic Computer Science Problems in Python** - David Kopec, 2019
(<https://www.manning.com/books/classic-computer-science-problems-in-python>).
- **Hands-On Data Structures and Algorithms with Python: Write complex and powerful code using the latest features of Python 3.7** – Basnat Agarwal, 2018 (<https://www.amazon.com/Hands-Data-Structures-Algorithms-Python-ebook/dp/B07JG952MD/>).

עוד מקורות להרחבה:

האתר real python למדריכים בפייתון לכל הרמות:
<https://realpython.com>

פלייליסט בנושא flask של Corey Schafer -
https://www.youtube.com/watch?v=MwZwr5Tvyxo&list=PL-osiE80TeTs4UjLw5MM6OigkjFeUXCYH&ab_channel=CoreySchafer

פלייליסט בנושא django של Corey Schafer -
https://www.youtube.com/watch?v=UmljXZlypDc&list=PL-osiE80TeTtoQCKZ03TU5fNfx2UY6U4p&ab_channel=CoreySchafer

חוברת הדרכה בפייתון, מאת אלעד חורב –
https://drive.google.com/file/d/13E64nk5eh6ikxDqpEgi_jWhJDemtcb8H/view