

"אז תבין צדק ומשפט ומישרים, כל מעגל טוב" (משלי ב ט)

אוניברסיטת אריאל, המחלקה למדעי המחשב

קורס: אלגוריתמים כלכליים, מספר: 7062310

המרצה: פרופ' אראל סגל-הלוי

שנת לימודים: ה'תשפ"ה סמסטר: ב

הסילבוס הותאם לסמסטר בן 12 שבועות

אתר הקורס: <https://github.com/erelsql-at-ariel/algorithms-5785>

א. תיאור כללי: אלגוריתמים כלכליים הם אלגוריתמים שמטרתם לקבוע איך לחלק משאבים בין בני-אדם. כדי לבצע את תפקידם, האלגוריתמים האלה צריכים לשתף פעולה עם בני-אדם. האלגוריתמים שלמדתם עד כה הניחו שמבצע האלגוריתם מחזיק בידו את כל המידע שהוא צריך כדי לפתור את הבעיה. אבל במקרים רבים המידע הדרוש נמצאים בידי אנשים אחרים, ויש לשכנע אותם לשתף איתנו פעולה. הדבר דורש התייחסות לרצונות וערכים החשובים לאנשים אחרים, כגון: הגינות ותועלת. בקורס נציג בכל שבוע מספר בעיות של חלוקת משאבים, נגדיר את העקרונות הצריכים להתקיים כדי שאנשים ישתפו פעולה, ונציג אלגוריתמים לפתרון הבעיה תוך התחשבות בעקרונות אלה. הקורס ניתן ברמה התואמת גם לסטודנטים לתארים מתקדמים.

ב. תוצרי למידה: לאחר שתסיימו את הקורס בהצלחה, תוכלו:

1. להגדיר באופן מתימטי מדויק תכונות שונות של הוגנות, יעילות ואמירת אמת.
2. לזהות את התכונות המתאימות לבעיות נתונות של חלוקת משאבים.
3. להפעיל אלגוריתמים כלכליים על בעיות נתונות.
4. להוכיח באופן פורמלי את התכונות המובטחות על-ידי אלגוריתמים שונים.
5. לפתח אלגוריתמים כלכליים לפתרון בעיות חדשות.
6. לתכנת אלגוריתמים כלכליים בשפת פייתון.

ג. פרוייקט המשך:

סטודנטים הלומדים את הקורס יכולים, לפי בחירתם, לעשות פרוייקט שנתי על אחד מנושאי הקורס. הפרוייקט כולל תכנות אלגוריתם חדשני מספרות המחקר בתחום. מומלץ לסטודנטים השוקלים להמשיך לתואר שני, או למשרה במחלקת-מחקר בחברת היי-טק.

ד. דרישות קדם: אלגוריתמים 1/1 מ, אלגוריתמים 2/2 מ; כולל הוכחת נכונות וסיבוכיות של אלגוריתמים.

- יש ללמוד במקביל: הסתברות.
- ידע מוקדם בשפת פייתון יכול לעזור, אך אינו הכרחי – אפשר להשלים במהלך הסמסטר.

ה. מפגשי הקורס:

הרצאה שבועית – 3 שעות. ההרצאה תתחלק לשני חלקים:

- בחלק הראשון (כ-60 דקות) יוצגו פתרונות למטלה מהשבוע הקודם. הפתרונות יוצגו ע"י סטודנטים שיגישו פתרונות ברמה גבוהה.
 - בחלק השני (כ-90 דקות) נלמד את הנושא החדש של השבוע.
- שפת ההוראה: עברית.

ה. מטלות הקורס:

תהיה מטלה אחת בכל שבוע. יש להגיש כל מטלה עד יממה אחת לפני ההרצאה הבאה. זאת, על-מנת לאפשר לבדוק את המטלות ולבחור את המגישים המצטיינים להצגה בשיעור.

- חובה להגיש את כל המטלות כדי לגשת לבחינה. ההגשה אישית.
- זמן עבודה משוער למטלה (כולל חזרה על החומר): 4-5 שעות.
- אפשר לקבל נקודות נוספות לציון הסופי על הצגת פתרון בשיעור.

- פירוט מלא של אופן חישוב הציון יעלה לאתר הקורס עד היום הראשון של הסמסטר.
אפשרות לשינוי: אם מסיבה כלשהי לא תהיה אפשרות לקיים בחינות בקמפוס, ייתכן שמתכונת הציון תשתנה, והציון יתבסס על המטלות וההצגות בלבד. זו סיבה נוספת שחובה להגיש את כל המטלות.

ה. נושאי הלימוד לפי שבועות

שימו לב: רשימת הנושאים עשויה להשתנות בהתאם להתפתחויות במהלך הסמסטר.

נושא	שיקולים עיקריים	באנגלית
1 חלוקת קרקעות ועוגות	הוגנות יחסית, חלוקה ללא קנאה	Fair cake-cutting
2 חלוקת סחורות ומשאבי-מיחשוב	יעילות כלכלית	Pareto-efficient allocation
3 חלוקת חפצים הוגנת בקירוב: חפצים ומקומות בקורסים	חלוקה כמעט ללא קנאה	Apportionment; EF1
4 חלוקת חפצים מיטבית	ערך אגליטרי - דאגה לחלשים	Egalitarian allocation
5 חלוקת חפצים עם שיתוף	צמצום כמות השיתופים	Adjusted winner, Minimal sharing
6 חלוקת חפצים עם כסף; חלוקת חדרים בדירה שכורה	מניעת קינאה	Rental harmony; envy-free room assignment
7 מכרזים למכירת חפצים ופרסומות	גילוי אמת; חסינות מפני אסטרטגיה	Truthful auctions; Ad auctions; VCG auctions
8 תקצוב משתף	ייצוג הוגן למגזרים	Participatory Budgeting
9 מיזוג הצעות תקציב	הוגנות יחסית, גילוי אמת	Budget proposal aggregation
10 תיאום תרומות	שיווי משקל, יעילות, הוגנות	Donor Coordination
11 אלגוריתמי החלפה	עידוד השתתפות	Exchange algorithms
12 החלפת איברים להשתלה	עידוד השתתפות; יעילות	Kidney exchange

ו. ספרי לימוד עיקריים, לעיון והרחבה

1. **Fair Division: From Cake-Cutting to Dispute Resolution** (1996). by Steven J. Brams and Alan D. Taylor. Paperback edition. https://www.amazon.com/Fair-Division-Cake-Cutting-Dispute-Resolution/dp/0521556449/ref=sr_1_2
2. **Twenty Lectures on Algorithmic Game Theory** (2016). by Tim Roughgarden. <http://a.co/dJ5suOb>
3. **Who gets What and Why?** (2016), by Alvin E. Roth. <http://a.co/bUxzI7W>
4. **Market Design: Auctions and Matching** (2018), by Guillaume Haeringer . <http://a.co/18ynvVL>
5. **Cake-Cutting Algorithms: Be Fair if You Can** (1998), by Jack Robertson, William Webb. <http://a.co/4yfiHPb>
6. **Fair Division and Collective Welfare** (2004), by Hervé Moulin. <http://a.co/bcjtyON>
7. **Handbook of Computational Social Choice** (2016), by Brandt, Conitzer, Ullmann, Lang, Procaccia. <http://a.co/2bkY8Iq>
8. **Mathematics and Democracy** (2008), by Steven J. Brams. <http://a.co/1N4XleJ>