

שנתון תואר שני – שנה"ל תשפ"ה

תאריך עדכון: 28.8.24

קורסים לתואר שני

(ממוין לפי סמסטרים)

סמסטר א':

1. תורת המשחקים האלגוריתמית, 203.4380

קדם: מודלים חישוביים 203.3510

תחום: 1

הקורס יסקור נושאים בתורת המשחקים ובעיקר משחקים שרלוונטיים למדעי המחשב: משחקי סכום אפס, למידה בזמן אמת בהקשר של תורת המשחקים, משחקים כלליים, קיום ומציאת שיווי משקל נאש, משחקים על גרפים, נושאים בגבול כלכלה וחישוב: מכרזים, משחקי רשתות זרימה, ועוד

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
תורת המשחקים האלגוריתמית	שיעור	ד"ר גיא אבני	3	3	ה', 13-16
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

2. אימות פורמלי, 203.4223

קדם: מודלים חישוביים 203.3510

תחום: 1

בקורס נלמד נושאים באימות פורמלי: אוטומטים מעל מילים אינסופיות, לוגיקה טמפורלית, משחקים על גרפים, שיטות להתמודדות עם בעית פיצוץ המצבים באימות פורמלי ונושאים נוספים. דרישות: מודלים חישוביים

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אימות פורמלי	שיעור	ד"ר גיא אבני	3	3	ב', 11-14
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

3. מעבדה בביולוגיה חישובית 203.4960

קדם: למידה עמוקה 203.4834

תחום: אין

A small research project in computational molecular biology. The focus is on tool development to answer a challenge in molecular biology. To this end there will be three components: (1) a data-science aspect (organizing the data downloaded from publicly available databases), (2) software development, and (3) statistical analysis of the output.

לא יתקיימו מפגשים קבוצתיים אלא מפגשים אישיים.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מעבדה בביולוגיה חישובית	מעבדה	פרופ' רחל קולודני	3	3	
	שעת הדרכה	הקורס יועבר ויתנהל בשפה האנגלית	1	0	טרם נקבע

4. אלגוריתמים לגרפיים מישוריים, 203.4414

קדם: מודלים חישוביים 203.3510

תחום: 1

גרפים מישוריים הם גרפים שניתן לציירם על דף כך שקשתות הגרף אינן נחתכות. לגרפים אלו, שהינם שכיחים מאד בעולם האמיתי (לדוגמה GPS), ישנן תכונות מבניות מרתקות ורבות. בקורס זה, שהוא קורס תיאורטי, נראה כיצד ניתן לנצל תכונות אלו באופן סיסטמטי על מנת לתכנן אלגוריתמים יעילים לבעיות אופטימיזציה קלאסיות על גרפים מישוריים. בעיות אלו כוללות: עץ פורש מינימלי, מסלולים קצרים ביותר, זרימה, חתכים מינימליים, שידוך מקסימום, ועוד.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגוריתמים מישוריים	שיעור	פרופ' אורן וימן	3	3	ג', 14-17
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

5. עיבוד שפות טבעיות, 203.4670

קדם: מבוא ללמידה ממוכנת, 203.3770

תחום: 2

קורס זה מקנה הכרות ראשונית אך מעמיקה עם גישות מודרניות לעיבוד ממוחשב של שפות טבעיות. הקורס מציג את האלגוריתמים העיקריים המשמשים לעיבוד שפות, כמו גם את התכונות החישוביות של שפות טבעיות. הקורס מתמקד בגישות סטטיסטיות אמפיריות: שימוש בקורפוסים של טקסט, מודלים הסתברותיים ואלגוריתמים יציבים וסקלביליים ליישומים אמיתיים. בין הנושאים שייסקרו: מודל שפה, מודל מרקוב חבוי, תיוג חלקי דיבר, הפגת עמימות ברמת המילה, אחזור מידע, סיווג טקסטים, ניתוח תחבירי סטוכסטי, ותרגום אוטומטי סטטיסטי.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
עיבוד שפות טבעיות	שיעור	גב' גילי גולדין	3	3	מתוקשב
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

203.4762 , PROJECT IN SECURE MACHINE LEARNING.6

קדם: תכנות מונחה עצמים 203.1120, מבני נתונים 203.2310

תחום: אין

למידת מכונה (machine learning) הפכה לגורם רב השפעה במבנה הכלכלי והחברתי, עם מגוון השפעות חיוביות ושליליות על אנשים, טכנולוגיה וחברה. ההצלחה של למידת המכונה כרוכה בגישה לדאטה נרחב ואיסוף נתוני עתק על אנשים פרטיים, ארגונים ועוד, המשמש לאימון המערכות הלומדות ולחיזוי בעזרתן. הגישה הרחבה של חברות וארגונים לדאטה נרחב על פרטים בחברה עשויה להוביל למגוון איומים, על פרטיות, על בטחון (אישי, כלכלי, תעסוקתי, ביטחוני), על יציבות פוליטית, ועוד.

לא יתקיימו מפגשים קבוצתיים אלא מפגשים אישיים.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מעבדה בלמידת מכונה משמרת פרטיות	מעבדה	פרופ' עדי עקביה הקורס יועבר ויתנהל בשפה האנגלית	3	3	
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

7. מבוא ללמידה ממוכנת, 203.4770

קדמים: שיטות הסתברותיות 203.2480, חדו"א 2 203.1840, אלגברה ליניארית 203.1810, אלגברה ב' 203.1820

תחום: 2

המטרה של למידה ממוכנת היא לבנות מערכות המסוגלות ללמוד לפתור בעיות כאשר נתונה קבוצה של דוגמאות מייצגות ואיזשהו מידע מוקדם על הבעיות הללו. האפליקציות של למידה ממוכנת כוללות סיווג תמונות, זיהוי דיבור, זיהוי כתב יד, information retrieval, וכו'. המטרה של הקורס היא להכיר עקרונות של למידה ממוכנת, לרבות אספקטים תיאורטיים כגון תכונות הכללה (איך המודל יעבוד על דוגמאות חדשות) ואספקטים מעשיים כגון מודלים סטטיים ודינאמיים חדשניים לסיווג, גרסיה והערכת פילוגים. בקורס נראה אפליקציות לבעיות אמיתיות על מנת להדגים שימושים של למידה ממוכנת.

הנושאים כוללים: שיטות באסיאניות, פרמטריות ואי-פרמטריות, גרסיה ליניארית, בחירת מודל, תאמה יתרה, חסמים על שגיאות, שיטות רגולריזציה, דיסקרימינציה ליניארית, עצי החלטות, רשתות עצביות רב שכבתיות ואלגוריתמי אופטימיזציה, אלגוריתמי קבוץ SVM, PAC, (k-means), הפחתת מימדיות מידע PCA, בחירת מאפיינים, Boosting.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבוא ללמידה ממוכנת	שיעור	ד"ר דן רוזנבאום	3	4	ד' 11-14
	מעבדה	שרון רוטגייזר	2	0	ב', 14-16

8. אופטימיזציות מתקדמות של מהדרים, 203.4190

קדם: מבנה מהדרים, 203.2130

תחום: 2

בעשור השנים האחרונות חלה התקדמות משמעותית ביכולתם של מהדרים לייצר קוד המותאם לחומרה. יכולת זו מושגת ע"י שורה של אנליזות וטרנספורמציות שמבצע המהדר על קוד המכונה שהוא יוצר. בקורס נלמד חלק ממרכיבים אלו: מבנה המעבד אופטימיזציות מקור הקצאת אוגרים תזמון גלובלי תזמון בלוקים תזמון של לולאות ואופטימיזציות מודרכות קדם ריצה.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אופטימיזציות מתקדמות של מהדרים	שיעור	פרופ' יוסי בן-אשר	3	3	א', 8-11
	הדרכה				

9. אקראיות בחישוב, 203.4426

קדם: שיטות הסתברותיות 203.2480, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

תחום: 1

אלגוריתמים הסתברותיים הם אלגוריתמים שמטילים מטבעות אקראיים תוך כדי פעולתם. אלגוריתמים כאלה הם במקרים רבים, יעילים ופשוטים יותר מאלגוריתמים דטרמיניסטיים סטנדרטיים. האם אפשר ליהנות מהפשטות והיעילות של אלגוריתמים הסתברותיים ללא הטלת מטבעות? כדי לנסות להשיב באופן חיובי על השאלה הזו, פותחה תורה מתמטית של פסאודו-אקראיות. הרעיון הוא לנסות ליצור מטבעות "פסאודו-אקראיים" ש"נראים" אקראיים לאלגוריתמים, למרות שאינם אקראיים כלל. התורה הזו (שחלקים נרחבים ממנה פותח ע"י מדענים ישראלים עטורי פרסים כמו שפי גולדווסר, עודד גולדרייך ואבי ויגדרזון) מעבירה את הדגש מתכונות מתמטיות של הטלות מטבע לכח החישובי של האלגוריתם שמשמש במטבעות. בקורס נסקור אלגוריתמים הסתברותיים יסודיים וכלים בסיסיים מהתורה המתמטית של פסאודו-אקראיות, בין השאר נכסה את הנושאים הבאים: הכח של אקראיות במגוון של סיטואציות חישוביות (זמן, מקום, תקשורת, אלגוריתמים מבוזרים, בדיקת ראשוניות). k -wise independent hash functions. ϵ bias, אנליזה הרמונית של פונקציות בוליאניות והתפלגויות. אנליזה ספקטרלית של גרפים, expander graphs. האלגוריתם של ריינגולד למציאת מסלול קצר ביותר תוך שימוש במעט זכרון. כיצד מחשבים יכולים לדגום ביטים אקראיים, randomness extractors. המחלקה BPP, והעדויות שיש לנו $BPP=P$.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אקראיות בחישוב	שיעור	פרופ' רונן שאלתיאל	3	3	א', 14-17
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

10. סיבוכיות מעגלים, 203.4522

קדם: שיטות הסתברותיות 203.2480, מודלים חישוביים 203.3510

תחום: 1

בתחום של סיבוכיות, אנחנו מנסים להוכיח שפונקציות מסוימות הן קשות לחישוב. בפרט, השאלה הגדולה ביותר של מדעי המחשב – האם P שווה ל- NP – דורשת מאתנו להוכיח שאי אפשר לחשב פונקציות מסוימות ביעילות. סיבוכיות מעגלים היא תת-תחום של סיבוכיות שמנסה להוכיח טענות כאלה ע"י ניתוח של המעגלים הלוגיים שמחשבים את הפונקציות. בקורס אנחנו נלמד כיצד אפשר להוכיח שקשה לחשב פונקציה ע"י מעגלים לוגיים ממגוון מודלים: מעגלים כלליים, מעגלים מונוטוניים, מעגלים עם עומק חסום, נוסחאות, ועוד. הקורס הוא קורס תיאורטי, ואנחנו נשתמש בו בשיטות מקומבינטוריקה, אלגברה, והסתברות.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סיבוכיות מעגלים	שיעור	פרופ' אור מאיר	3	3	א', 10-13
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

11. קודים ואלגוריתמים לתיקון שגיאות, 203.4570

קדם: אלגברה א' 203.1810, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, שיטות הסתברותיות 203.2480

תחום: 1

קודים לתיקון שגיאות הם כלי בסיסי בתקשורת המאפשר העברת מידע על ערוץ רועש. קודים אלו עומדים בבסיס מערכות תקשורת רבות בהן אנו משתמשים בחיי היום יום, ותכנון של קודים כאלו ואלגוריתמים יעילים לתיקון שגיאות הוא תחום מחקר פעיל עם שימושים רבים במדעי המחשב ובהנדסה. בקורס נלמד את התיאוריה הבסיסית של קודים לתיקון שגיאות ונציג קודים ואלגוריתמים מודרניים לתיקון שגיאות, תוך שימת דגש על קודים ואלגוריתמים הניתנים ליישום פרקטי ויעיל. הקודים והאלגוריתמים שנראה יתבססו על מגוון כלים מתמטיים כגון קומבינטוריקה, תורת הגרפים, אלגברה, הסתברות ותורת האינפורמציה. כמו כן נדגים מספר שימושים של קודים ואלגוריתמים לתיקון שגיאות בתחומים שונים במדעי המחשב כגון קריפטוגרפיה, אחסון מידע וחישוב מבוזר. הקורס מיועד לתלמידי תואר ראשון בשלב מתקדם, תואר שני ודוקטורט מכל התחומים.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
קודים ואלגוריתמים לתיקון שגיאות	שיעור	פרופ' נגה רון-צבי	3	3	ה' 16-19
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

12. סדנה בפתרון בעיות, 203.4456

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, שיטות הסתברותיות 203.2480

תחום: 1

בסדנה הסטודנטים יפתרו בבית בעיות מתחום התיאוריה של מדעי המחשב. בכל שיעור, המרצה יציג רקע לנושא מסוים ובנוסף בעיות. לאחר מכן, קבוצות של סטודנטים, לפי בחירתם, יציגו בכיתה פתרונות לבעיות קודמות. הנושאים בסדנה - יהיו בעיקר קומבינטוריים: כלים שמושים של גאומטריה² והשיטה ההסתברותית וכלים אלגבריים בקומבינטוריקה. הציון ייקבע ע"פ השתתפות ואיכות הפתרון וההצגה. הקורס מיועד לסטודנטים עם ציון גבוה / התעניינות בקורסי התיאוריה.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סדנה בפתרון בעיות	שיעור	פרופ' אילן נוימן	2	2	ד' 8-10
			הקורס יועבר ויתנהל בשפה האנגלית		

סמסטר ב' :

1. נושאים נבחרים באלגוריתמים, 203.4566

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, שיטות הסתברותיות 203.2480, מודלים חישוביים 203.3510

תחום: 1

הקורס יעסוק בנושאים נבחרים באלגוריתמים. בחלק הראשון של הקורס נתרכז באלגוריתמים לבעיות מרחקים, עם דגש על אלגוריתמים ומבני נתונים חסכוניים מבחינת זכרון שמתאימים לגרפים גדולים. בחלק השני של הקורס נעסוק בתחום חדש במדעי המחשב, סיבוכיות עדינה. (fine-grained complexity) שבו מנסים לקבוע את הסיבוכיות המדויקת של בעיות ב-P ע"י רדוקציות וקשרים בין בעיות שונות. הקורס הוא בעל אופי תיאורטי-מתמטי.

סמסטר א' :

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
נושאים באלגוריתמים נבחרים	שיעור	ד"ר מיכל דורי	3	3	ה', 15-18
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

2. מבוא לאנימציה ורובוטיקה, 203.4751

קדם: תכנות מונחה עצמים 203.1120, אלגברה ב' 203.18250, חדו"א 2 203.1840

תחום: 2

בקורס נלמד על שיטות חישוביות לאנימציה הן של דמויות וירטואליות והן של רובוטים בעולם האמיתי. הקורס יכסה נושאים כמו אופטימיזציה, טרנספורמציות, אינטרפולציה, קינמטיקה, דינמיקה, סימולציה. ינתנו מספר תרגילים ב C++ על גבי מערכת קיימת. לקורס דרוש נסיון בתכנות והוא מומלץ רק החל משנה שלישית. תרגילי הבית יהיו 80 אחוז מהציון, 20 אחוז הנותרים יקבעו בשאלון התמצאות בהרצאה האחרונה.

סמסטר ב' :

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבוא לאנימציה ורובוטיקה	שיעור	פרופ' רועי פורן	3	3	א' 12-15
	הדרכה				טרם נקבע

3. מבוא ללמידה ממוכנת, 203.4770

קדמים: שיטות הסתברותיות 203.2480, חדו"א 2 203.1840, אלגברה ליניארית 203.1810, אלגברה ב' 203.1820

תחום: 2

המטרה של למידה ממוכנת היא לבנות מערכות המסוגלות ללמוד לפתור בעיות כאשר נתונה קבוצה של דוגמאות מייצגות ואיזושהו מידע מוקדם על הבעיות הללו. האפליקציות של למידה ממוכנת כוללות סיווג תמונות, זיהוי דיבור, זיהוי כתב יד, information retrieval, וכו'. המטרה של הקורס היא להכיר עקרונות של למידה ממוכנת, לרבות אספקטים תיאורטיים כגון תכונות הכללה (איך המודל יעבוד על דוגמאות חדשות) ואספקטים מעשיים כגון מודלים סטטיים ודינאמיים חדשניים לסיווג, גרסיה והערכת פילוגים. בקורס נראה אפליקציות לבעיות אמיתיות על מנת להדגים שימושים של למידה ממוכנת.

הנושאים כוללים: שיטות באסיאניות, פרמטריות ואי-פרמטריות, גרסיה ליניארית, בחירת מודל, תאמה יתרה, חסמים על שגיאות, שיטות רגולריזציה, דיסקרימינציה ליניארית, עצי החלטות, רשתות עצביות רב שכבתיות

ואלגוריתמי אופטימיזציה, אלגוריתמי קבוץ SVM, PAC, (k-means), הפחתת מימדיות מידע PCA, בחירת מאפיינים, Boosting.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבוא ללמידה ממוכנת	שיעור	פרופ' ריטה אוסדצי	3	4	א' 15-18
	מעבדה 1	שרון רוטגייזר	2	0	א' 18-20
	מעבדה 2	שרון רוטגייזר	2	0	ג' 10-12

4. 203.4260 PROJECT IN ARDWARE DESIGN FOR EMBEDDED SYSTEMS

קדם: מבוא למדעי המחשב 203.1110, מבוא לחומרה 203.1210

תחום: אין

ישראל נמצאת במקום השני בעולם מבחינת כמות הציפים המתוכננים בה. תכנון רכיבי חומרה נעשה לחלוטין ע"י תכנות בשפת חומרה (Verilog). במסגרת המעבדה נלמד לתכנת ב-Verilog ולהפעיל סינתזה של תוכנית ב-Verilog לרכיב FPGA ואולי גם לסינתזת ASIC. הפרויקט יהיה מימוש של אלגוריתם מסוים ב-Verilog. כמו כן, תהיה השוואה להמרה אוטומטית של תוכנה לחומרה. *לא יתקיימו שיעורים קבוצתיים אלא מפגשים

אישיים. לתיאום מפגש נא לפנות במייל לפרופ' יוסי בן אשר yosi@cs.haifa.ac.il

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מעבדה בתכנון רכיבי חומרה למערכות משובצות	מעבדה	פרופ' יוסי בן-אשר הקורס יועבר ויתנהל בשפה האנגלית	3	3	
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

5. 203.4440 אלגוריתמים מקורבים

קדם: מודלים חישוביים 203.3510

תחום: 1

הקורס הנו קורס המשך ל"אלגוריתמים". נעסוק בשיטות מתקדמות לתכנון אלגוריתמים וכמו כן, בבעיות אלגוריתמיות קלאסיות ושיטות חדישות לפתירתם. הקורס ישאף להעניק כלים סטנדרטים הנדרשים לפיתוח אלגוריתמים (הן בתיאוריה והן במעשה).

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגוריתמים מקורבים	שיעור	פרופ' אורי רבינוביץ	3	3	ג' 14-17
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

6. סיבוכיות, 203.4520

קדם: שיטות הסתברויות 203.2480, מודלים חישוביים 203.3510

תחום: 1

השאלה האם $NP=P$ היא אחת השאלות הגדולות ביותר במדעי המחשב ומתמטיקה. תורת הסיבוכיות עוסקת בשאלה זו ובשאלות דומות: לאיזה בעיות אין אלגוריתמים יעילים (כאשר יעילות יכולה להימדד במונחי זמן, זכרון, חמרה, מקביליות, אינטרקציה, ומשאבים רבים נוספים). זהו תחום צעיר יחסית, ורבות מן השאלות האלה עדיין פתוחות. במפתיע, למרות שהמטרה היא להראות שבעיות הן קשות, לתורה הזו

(שחלקים נרחבים ממנה פותח ע"י מדענים ישראלים עטורי פרסים כמו שפי גולדווסר, עודד גולדרייך ואבי ויגדרזון) יש בשנים האחרונות שימושים בהוכחות אינטראקטיביות מאוד יעילות לוודא של חישובים מורכבים. בקורס נסקור את ההתקדמויות במאמץ להראות ש- P שונה מ- NP (ובפרט על האפשרות שאולי אנו יכולים להוכיח שאין לנו את הכלים להוכיח ש- P שונה מ- NP). נסתכל בסיבוכיות זכרון, ונראה ששם המושגים המתאימים של P ו- NP מאוד קרובים. נלמד על חישוב הסתברותי, ומערכות הוכחה אינארקטיביות. בין השאר נוכיח ש- $IP=PSPACE$, נראה את משפט ה- PCP , ושימושים שלו להראות קושי לאלגוריתמי קירוב.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סיבוכיות	שיעור	פרופ' רונן שאלתיאל	3	3	ב' 13-16
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

7. קורס מתקדם על מודלים גנרטיביים עמוקים, 7203.4832

קדמים: מבוא ללמידה ממוכנת 203.3770

תחום: 2

הקורס יעסוק בלמידה של מודלים גנרטיביים, בדגש על למידה עמוקה ומודלים של תמונות טבעיות. מודלים גנרטיביים שתופסים את ההתפלגות של תמונות מאפשרים ליצור תמונות חדשות, ובנוסף לפתור בעיות מגוונות הדורשות הבנה של התמונה. בתחילת הקורס נעבור על גישה הסתברותית של למידה, למידה בייזיאנית ואלגוריתם EM, ובהמשך נדבר על למידה עמוקה של מודלים גנרטיביים שונים, כולל: VAE, מודלים אוטו-רגרסיביים, Normalizing Flow, ומודלי דיפוזיה. מבנה הקורס יהיה כזה שכל נושא ילווה בתרגיל מעשי שיכלול מימוש ואימון של המודל. מטרת הקורס היא להקנות לסטודנטים-ות את היכולת לבצע תהליך אימון מלא, כולל בחירת המודל בהתאם לבעיה, מימוש המודל, ביצוע התאמות נדרשות, אימון ולבסוף אימות של יכולות המודל.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
קורס מתקדם על מודלים גנרטיביים עמוקים	שיעור	ד"ר דן רוזנבאום	3	3	א' 15-18
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

8. סיבוכיות תקשורת, 203.4574

קדם: מבוא לחומרה 203.1210, הסתברות למדעי המחשב 203.2480, מודלים חישוביים 203.3510

תחום: 1

סיבוכיות תקשורת היא תחום תיאורטי העוסק בשאלה הבאה: נניח שיש לנו שני מחשבים או יותר, שלכל אחד מהם יש מידע שאין לאחרים. הם רוצים לבצע חישוב מסוים ביחד. כמה ביטים הם יצטרכו לשדר אחד לשני כדי לבצע את החישוב? בקורס נראה חסמים עליונים ותחתונים על כמות התקשורת הנדרשת, ויישומים של החסמים האלה לניתוח הסיבוכיות של אלגוריתמים. אנו נוכיח את החסמים באופן מתמטי, בעזרת שיטות מקומבינטוריקה, הסתברות ואלגברה.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סיבוכיות תקשורת	שיעור	פרופ' אור מאיר	3	3	ה' 12-15
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

9. תכנות מדעי, 203.4830

קדם: חדו"א 2 203.1840, אלגברה ליניארית 203.1810, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

תחום: 2

בקורס זה נלמד כלים לתכנות פתרונויות של בעיות במדעים: הקורס יכסה דוגמאות של בעיות קלאסיות כמו גם הכלים לפתרונם. במהלך הקורס נשתמש בשפת Matlab למימוש הכלים הנלמד.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
תכנות מדעי	שיעור	פרופ' רחל קולודני	3	3	ב' 8-11
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

10. אלגוריתמים תת לינאריים, 203.4558

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, הסתברות למדעי המחשב 203.2480

תחום: 1

אלגוריתמים שרצים בזמן לינארי בגודל הקלט נחשבו במשך זמן רב לאלגוריתמים היעילים ביותר שניתן לתכנן. אולם, בעידן בו המידע אתו נדרשים לעבוד הוא עצום, סיבוכיות זו אינה טובה דיה. בקורס נדון בענף מחקר העוסק בתכנון אלגוריתמים הנדרשים לפתור בעיות תחת אילוצים (זמן וזיכרון) תת לינאריים.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגוריתמים תת לינאריים	שיעור	ד"ר עמית לוי	3	3	ג' 9-12
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

סמינרים

(ממוין לפי סמסטרים)

אין תחומים בסמינרים

סמסטר א':

1. סמינר בקריפטוגרפיה 203.4375

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, מודלים חישוביים 203.3510, מבני נתונים 203.2310

תחום: אין תחומים בסמינר

בסמינר ילמדו נושאי בסיס בתורת ההצפנה, הכוללים: הצפנת מפתח פרטי, פסוודו-אקראיות, פרוטוקולי זיהוי ואימות, פרוטוקול החלפת מפתחות, הצפנת מפתח פומבי, חתימות דיגיטליות.

The course will cover introductory topics in cryptography seminar, including: private-key cryptography, pseudo-randomness, identification and authentication protocols, key exchange protocol, public key encryption, digital signatures.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר בקריפטוגרפיה	סמינר	פרופ' עדי עקביה הקורס יועבר ויתנהל בשפה האנגלית	2	2	ג', 10-12

2. סמינר במקבול ואופטימיזציה של תוכניות, 203.4116

קדם: אין

תחום: אין תחומים בסמינר

בסמינר נסקור טכניקות מקבול של תוכניות וגם דרכים שונות לאפטם את זמן הריצה שלהן.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר במקבול ואופטימיזציה של תוכניות	סמינר	פרופ' יוסי בן-אשר	2	2	א', 12-14

3. סמינר בנושא ניתוב רובוטים בין מכשולים, 203.4146

קדם: אלגברה ב' 203.1820, חדו"א 203.1840, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, מודלים חישוביים 203.3510

תחום: אין תחומים בסמינר

הסמינר יתמקד בבעיה של מציאת מסלול לרובוט כאשר קיימים מכשולים, תוך שימוש בכלים של גיאומטריה חישובית ואלגוריתמים, ובסיבוכיות של הפתרון.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר בנושא ניתוב רובוטים מכשולים בין	סמינר	פרופ' דני קרן	2	2	א', 18-20

4. סמינר בתורת הרשתות, 203.4214

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

תחום: אין תחומים בסמינר

מטרת הסמינר היא לבחון ולהכיר את תורת הרשתות מהממד המתמטי, אלגוריתמי שלה. נמדל רשת כגרף ונבחן את תכונותיו עבור רשתות מסוימות. מרכזיות של צומת ברשת, הגדרות ואלגוריתמים למציאת צומת מרכזי. פרדוקס החברויות ושימושיו בבעיית המרכזיות. מודלים דינמיים להתפשטות מידע ברשת ואלגוריתמים. הצבעות רוב מקומי ורשתי (local-global). טופולוגיה של רשתות חברתיות. דגימה ב-ויצירה של-רשתות חברתיות.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר בתורת הרשתות	סמינר	ד"ר אורן בן צבי	2	2	ב', 8-10

5. סמינר מחלקתי, 203.4990 "חלק א"

קדם: אין

תחום: אין תחומים בסמינר

בסמינר יוצגו נושאים עדכניים במדעי המחשב. הרצאות יינתנו ע"י תלמידי מחקר בחוג למדעי המחשב. אנשי הסגל של החוג ומרצים חיצוניים מהארץ ומחולל.

סמסטר א':

שם הסמינר	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר מחלקתי	סמינר	הרצאות אורחים	0	0	ה', 10-12

הערה: חובה להירשם לקורס זה ולהשתתף ב-6 הרצאות אורח בסמסטר.

סמסטר ב':

1. סמינר בפרוטוקולים קריפטוגרפיים 203.4376

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, מודלים חישוביים 203.3510, מבני נתונים 203.2310

תחום: אין תחומים בסמינר

בסמינר ילמדו יסקרו נושאים מתקדמים בתורת ההצפנה, כגון: הוכחות אפס מידע, חישוב בטוח רב משתתפים, עצי מרקל, גישות לזיכרון שאינן חושפות מידע, הצפנה הומומורפית, טיעוני אפס מידע קצרים, ערפול תוכנה, קריפטוגרפיה קוונטית, בלוקצייין.

The course will cover advanced topics in cryptography, including: zero knowledge (ZK) proofs, secure computation, Merkle trees and oblivious RAM, fully homomorphic encryption, succinct ZK arguments, program obfuscation, quantum cryptography, blockchain

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר פרוטוקולים קריפטוגרפיים	סמינר	פרופ' עדי עקביה הסמינר יועבר ויתנהל בשפה האנגלית	2	2	ג', 10-12

2. סמינר במערכות משנות תצורה, 203.4126

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

תחום: אין תחומים בסמינר

בסמינר נלמד מגוון נושאים הקשורים ב-FPGA ו Reconfigurable Mesh. נלמד על בעיות ניתוב חיווט ותכנות וגם נעבור על מערכות מסחריות קיימות. כמו-כן נלמד על אלגוריתמים מעל רשתות משנות תצורה.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר במערכות משנות תצורה	סמינר	פרופ' יוסי בן אשר	2	2	ה', 8-10

3. סמינר יישומי בינה מלאכותית בפיתוח חומרה, 203.4612

קדם: מבוא לחומרה 203.1210, מבוא ללמידה ממוכנת 203.3770

תחום: אין תחומים בסמינר

מורכבות של תכנון וייצור מעבדים גדלה באופן דרמטי משנה לשנה. מורכבות הבעיה ניכרת כמעט בכל שלבי הפרויקט: התכנון, הפיתוח, הייצור והולדציה, והחברות מחפשות דרכים יצירתיות וחדשניות להתמודדות. הבינה המלאכותית, אשר פרצה לחיינו בעשור האחרון והשפעתה ניכרת כמעט בכל אספקט בחיינו, השתלבה גם היא בתחום החומרה ומוכיחה את יעילותה בפתרון בעיות רבות בתחום. בסמינר נסקור מאמרים מהעשור האחרון אשר פותרים בעיות בתחום החומרה באמצעות בינה מלאכותית, נתייחס לבעיות שונות כגון:

,memory placement, optimizing test generators, performance tuning

program similarity, code analysis, tracing coverage holes
ולפתרונותיהן מעולם הלמידה הממוכנת כגון :
,Bayesian networks, deep learning (MLP, transformers, GNN, RNN)
.clustering, optimization algorithms

סמסטר ב' :

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר יישומי בינה מלאכותית בפיתוח חומרה	סמינר	ד"ר אלעד כהן	2	2	א' 18-20

4. סמינר קבוצות צמצום בלמידת מכונה, 203.4631

קדם: אין

תחום: אין תחומים בסמינר

Traditional algorithms in computer science aim at solving problems with specific input while minimizing running time or memory. Coresets are based on computational geometry and suggest a different approach: small representation (e.g. subset) of the input with the provable property that the result of running an algorithm on the core-set would yield an approximation to the result obtained from the original data. The exact definition of "small", "algorithm" and "approximation" depends on the coreset definition and problem at hand. It is different in almost every paper. Although the proofs may be tedious and long, the algorithms are easy to implement. In this seminar we will learn fundamental papers on this subject.

סמסטר ב' :

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר קבוצות צמצום בלמידת מכונה	סמינר	פרופ' דן פלדמן	2	2	ד', 14-16

5. 203.4571, AN ALGORITHMIC PERSPECTIVE TO UNDERSTANDING ANIMAL BEHAVIOR

קדמים: הסתברות במדעי המחשב 203.2480, מתמטיקה דיסקרטית 203.1850, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

תחום: אין תחומים בסמינר

דיון בהבדלים המתודולוגיים בין ביולוגיה למדעי המחשב. בעיות חיפוש וניווט במרחב והקשר לנמלים : חיפוש מבוזר מרכזי, ניווט בסביבה לא אמינה, הליכות מקריות. קבוצה עצמאית מקסימלית (MIS) והקשר לזבובים. הפצת אינפורמציה במערכות רועשות ולא אמינות. תורת המשחקים בטבע. תופעת עולם קטן. הקורס יהיה באנגלית.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
AN ALGORITHMIC PERSPECTIVE TO UNDERSTANDING ANIMAL BEHAVIOR	סמינר	פרופ' עמוס קרמן	3	3	טרם נקבע

6. סמינר מחלקתי, 203.4991 "חלק ב'"

קדם: אין

בסמינר יוצגו נושאים עדכניים במדעי המחשב. הרצאות יינתנו ע"י תלמידי מחקר בחוג למדעי המחשב אנשי הסגל של החוג ומרצים חיצוניים מהארץ ומחוי"ל.

סמסטר ב':

שם הסמינר	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר מחלקתי	סמינר	הרצאות אורחים	0	0	ה', 10-12

הערה: חובה להירשם לקורס זה ולהשתתף ב-6 הרצאות אורח בסמסטר.

קורסי בחירה מתואר ראשון *

* הערה: סטודנט במסלול עם תזה רשאי לקחת עד 3 קורסי בחירה מתואר ראשון וסטודנט במסלול ללא תזה רשאי לקחת עד 4 קורסי בחירה מתואר ראשון בהנחה ולא למד אותם בלימודי התואר הראשון.

סמסטר א':

1. עיבוד תמונה, 203.6730

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, מתמטיקה דיסקרטית 203.1850, חדו"א 2, 203.1840, אלגברה לינארית 203.1810,

תחום: 2

קורס זה עוסק בניתוח והבנת תמונות. נושאי הלימוד: טיפול בתמונות בינאריות, מציאת רכיבים קשירים, טיפול בתמונות דרגות אפור, המרות (טרנספורם פוריה), שיפור תמונה במרחב התדר, ייצוגי תמונה (פרמידות), מציאת שפות, סגמנטציה, טיפול בתמונות צבע, נושאים מתקדמים נבחרים בעיבוד תמונה וראייה ממוחשבת.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
עיבוד תמונה	שיעור	פרופ' חגית הל-אור	4	4	ד' 14-18
	תרגיל	אלון פפיני	2	0	ד' 18-20

2. למידה עמוקה, 203.4834

קדמים: תכנות מונחה עצמים 203.1120, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, מבוא ללמידה ממוכנת 203.4770

תחום: 2

הקורס יורכב מהרצאות בהן נלמד נושאים עיקריים בלמידה עמוקה ותרגול שיעסוק במימוש של רשתות ורכישת ניסיון בספריות ללמידה עמוקה Tensorflow ו-Theano. הקורס יתחיל במושגים ואלגוריתמים בסיסיים בפרט:

- loss function
- backpropagation
- stochastic gradient decent
- regularization
- וארכיטקטורות רדודות:
- feed-forward neural networks
- logistic regression
- auto-encoders
- בהמשך נעסוק ברשתות יותר מורכבות:
- convolutional neural networks (CNN)
- VGG, AlexNet, Residual Net, FaceNet, GoogleNet
- רשתות עמוקות לרצפים של נתונים

- RNN, LSTM
 - generative deep networks
 - visualization/deconvolution, adversarial networks, variational, auto-encoders
- אם הזמן יאפשר, נדון בלמידה עמוקה ממספר מועט של דוגמאות מתוגות: Transfer learning, One-shot learning ונלמד על Deep Reinforcement Learning למשחקים.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
למידה עמוקה	שיעור	פרופ' ריטה אוסדצ'י	3	4	ב', 14-17
	תרגיל	ג'יריס אבו איוב	2	0	ד' 12-14

3. 203.4162 ,TOPICS IN COMPUTER SCIENCE

קדם: אין

תחום: אין.

בכל שבוע יציג אחד מחברי הסגל בחוג את תחום המחקר שלו ויציג בעיות מרכזיות בחזית המחקר בתחום. דרישות הקורס: חובת נוכחות. הגשת סיכום של מאמר שיינתן ע"י אחד המרצים לפי בחירת התלמיד.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
TOPICS IN COMPUTER SCIENCE	שיעור	פרופ' חגית הל-אור	2	2	ה' 8-10

4. אופטימיזציה קומבינטורית, 203.4450

קדמים: שיטות הסתברותיות 203.2480, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410,

תחום: 1

קורס יעסוק בעיצוב אלגוריתמים לבעיות יסוד חשובות בהן נדרש למצוא אובייקט אופטימאלי מתוך קבוצה סופית של אובייקטים אפשריים. בין היתר נעסוק במציאת שידוך מקסימאלי בגרף כללי (לאו דווקא דו-צדדי) ובעיית הסוכן הנוסע. חלק מהקורס יוקדש לבעיות מופשטות המכלילות בעיות מעשיות מעניינות רבות. במסגרת זו נעסוק, בין היתר, במציאת קבוצה בעלת משקל מקסימאלי במטרואיד ואופטימיזציה של פונקציות תת-מודולריות.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אופטימיזציה קומבינטורית	שיעור	פרופ' מורן פלדמן	4	4	ג' 8-12

סמסטר ב' :

1. ראייה ממוחשבת, 203.4702

קדמים: עיבוד תמונה 203.3730,

תחום: 2

בקורס נעסוק בשיטות אלגוריתמיות לניתוח ולמידה מתוך תמונות. נכסה נושאים בסיסיים כמו: גאומטריה של מספר מצלמות, התאמת תמונות, סטריאו, זרימה אופטית, שחזור תלת-מימד, זיהוי אובייקטים, סיווג ואחזור תמונות. נכיר שיטות קלאסיות לפתרון בעיות אלו וכאלה המבוססות על למידה ממוכנת ועמוקה. דגש גדול יהיה על התנסות מעשית, בשימוש בפיתוח וספריות נלוות. רצוי ניסיון מוקדם כלשהו בפיתוח אם כי תינתן הדרכה בסיסית והפנייה ללמידה עצמית.

סמסטר ב' :

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
ראייה ממוחשבת	שיעור	ד"ר סיימון קורמן	4	4	ד' 8-12

4. רשתות תקשורת, 203.6210

קדמים: שיטות הסתברותיות 203.2480

תחום: 2

קורס מבוא להקניית מושגי יסוד ברשתות תקשורת מחשבים. חשיבות הרשתות הולכת וגדלה כאשר בנוסף על היישומים הקלאסיים של העברת נתונים, הולכים ומתרחבים יישומי העברת קול, תמונה ווידאו. נעסוק בהיבטים שונים: פרוטוקולי תקשורת מודל 7 השכבות, רשתות מקומיות, אזוריות ועולמיות, טכנולוגיית האינטרנט, ניהול רשתות, יישומים מתקדמים והתפתחות עתידית.

סמסטר ב' :

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
רשתות תקשורת	שיעור	ד"ר יוסי ילוז	4	4	ד' 12-16
רשתות תקשורת	תרגיל	טרם נקבע	2	0	ה' 18-20

5. אופטימיזציה ללמידת מכונה, 203.4773

קדמים: חדו"א 1 203.1830, הסתברות במדעי המחשב 203.2480, אלגברה ליניארית 203.1810

תחום: 2

שיטות האופטימיזציה בלמידת מכונה קלאסיות כמו Supported Vector Machine ושיטות מודרניות כמו Deep Learning מבוססות על שיטות שנקראות "תיכנות קעור". מצד אחד הן כוללות הוכחות התכנסות עמוקות ויפות, ומצד שני כוללות אינספור יישומים בהנדסה, ראייה ממוחשבת, בקרה, פיננסים, ותחומים רבים אחרים. מבוסס על הקורס המפורסם מסטנפורד ורב המכר Convex Optimization, כולל מצגות והקלטות שיעורים. דגש על הפרקים שקשורים לאלגוריתמים מוכחים.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אופטימיזציה ללמידת מכונה	שיעור	פרופ' דן פלדמן	4	4	אי 10-8+ד' 14-12

6. שימוש בשיטות של דאטה סיינס בסייבר, 203.4888 – עדכון

קדם: מבוא למדעי המחשב 203.1110, הסתברות למדעי המחשב 203.2480

תחום: 2

מטרת הקורס היא כפולה: מטרה ראשונה היא לתת כלים של מדעני נתונים בעולם של הסייבר, מטרה שנייה היא לתת הבנה של סכנות הסייבר בעולם של מידע (מומלץ ללמוד לפי מבוא ללמידה ממוכנת ותורת הגרפים אך לא חובה).

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
שימוש בשיטות של דאטה סיינס בסייבר	שיעור	ד"ר אור איתי	3	3	ב' 9-12