

אוניברסיטת חיפה
הפקולטה למדעי החברה
החוג למדעי המחשב

שנתון תואר שני – שנה"ל תשפ"ד

תאריך עדכון: 3.9.2023

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. מבוא לביולוגיה חישובית 203.4940

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

תחום: 2

בקורס יוצגו בעיות ושיטות חישוביות לניתוח נתונים ביולוגיים, עם שימת דגש על פתרון בעיות בביולוגיה מולקולרית. בין השאר יתוארו אלגוריתמים להתאמה של רצפים ביולוגיים ולהתאמה של מבנים. נדבר על שימושים בלמידת מכונה לפתרון בעיות בביולוגיה ובפרט אלגוריתמים לחיזוי מבנה שניוני של חלבונים ולחיזוי מבנה תלת ממדי בעזרת רשתות עמוקות.

סמסטר א':

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

4. אבטחת מחשבים ורשתות, 203.4448**קדם:** מעי' הפעלה 203.2110**תחום: 2**

עקרונות בסיס באבטחת מערכות מחשב. סוגי איומים על מערכות מחשב: וירוסים, תולעים וקוד עיון, שיטות התמודדות עם איומים, מבוא לקריפטוגרפיה, תשתית מפתחות פומביים, פרוטוקולי זיהוי משתמש, איומים על תקשורת מחשבים, חומות אש, פרוטוקולי תקשורת מאובטחים, יצירת VPN-ים מאובטחים.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אבטחת מחשבים ורשתות	שיעור + תרגול	פרופ' אור דונקלמן	4	4	א' 10-12 + ה' 12-14

5. למידה מחיזוקים, 203.4779**קדם:** מבוא ללמידה ממוכנת 203.3770**תחום: 2**

תהליך החלטה מרקובי, תכנון דינמי, שיטות למידה בעזרת/ללא מודל למידה עמוקה תכנון מונטה-קרלו ועוד.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
למידה מחיזוקים	שיעור	ד"ר דן רוזנבאום	3	3	ג', 9-12
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

6. 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 וסקלביים ליישומים אמתיים. 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	פרופ' שולי וינטנר	3	3	מתוקשב
	שעת הדרכה				

7. PROJECT IN COMPUTER GRAPHICS, 203.4704**קדם:** אין**תחום: אין**

גרפיקה ממוחשבת היא תחום נרחב ביותר המכיל בתוכו מגוון של בעיות ואפליקציות שונות. במסגרת המעבדה הסטודנטים יעבדו על פרויקט בתחום גרעיני בגרפיקה הממוחשבת, אנימציה, סימולציה פיזיקלית, ייצור חישובי או משחק מחשב.

לצורך בחירת נושא, יש לתאם פגישה עם המרצה. מבחר נושאים יוצעו בתחילת הסמסטר. שימו לב: לפחות 50% מהפרויקט חייב להיות ממומש לפני סוף הסמסטר. לא ניתן להתחיל את הפרויקט לאחר סוף סמסטר.

*לא יתקיימו שיעורים קבוצתיים אלא מפגשים אישיים. לתיאור מפגש נא לפנות במייל לד"ר

רועי פורן roiporanne@cs.haifa.ac.il

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מעבדה בגרפיקה ממוחשבת	מעבדה	ד"ר רועי פורן	3	3	
	שעת הדרכה	הקורס יועבר ויתנהל בשפה האנגלית	1	0	טרם נקבע

8. 203.4850 PROJECT IN SECURE CLOUD COMPUTING

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

תחום: אין

אחסון מידע וביצוע חישוב עליו הופכים בשנים האחרונות למוצר צריכה, עם מגמה מתגברת של ארגונים ויחידים לביצוע מיקור חוץ (אאוטסורסינג) של פעולות החישוב והאחסון אל גורם שלישי המכונה לרוב "הענן". כאשר הדוא"ל שלנו, המסמכים הרפואיים, המידע הפיננסי ועוד עוברים לאחסון בענן, חיוני להבטיח את פרטיות המידע בנוסף לזמינות המידע ונכונות החישוב עליו. בנוסף, חובה לספק כל זאת ביעילות מרבית לאור השכיחות הגבוהה של משימות מרובות מידע ("ביג דאטא"). צרכי ההצפנה שלנו משתנים בהתאם עם דרישה למערכות אשר מבטיחות בו-זמנית יעילות גבוהה, בטיחות גבוהה, ופונקציונליות גבוהה. תורת ההצפנה מציעה מספר גישות לביצוע חישוב פרטי בענן ובמרכזן: חישוב בטוח רב משתתפים (Secure Fully homomorphic Multi-Party Computation), וחישוב על מידע מוצפן בעזרת functional encryption. תלמידי המעבדה ייחשפו למגוון שיטות אלו תוך דיון בכיתה על הספרות המקצועית הרלוונטית ועבודה מעשית בבית בפרויקט פיתוח פתרונות חישוב בטוח.

לא יתקיימו מפגשים קבוצתיים אלא מפגשים אישיים. מפגשים יתקיימו בימי שלישי 15-17

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מעבדה בחישוב בטוח בענן	מעבדה	ד"ר עדי עקביה	3	3	
	שעת הדרכה	הקורס יועבר ויתנהל בשפה האנגלית	1	0	טרם נקבע

9. יסודות מתמטיים של מדעי הנתונים, 203.4622

קדם: הסתברות למדעי המחשב 203.2480, אלגברה ב' 208.1820

תחום: 1

קורס המבוסס על הספר Blum, Hopcroft, Kannan, Foundations Of Data Science ומטרתו היא לעבור על השיטות והנושאים המרכזיים במדעי הנתונים, ולתת להם בסיס תיאוריטי.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
יסודות מתמטיים של מדעי הנתונים	שיעור	פרופ' אורי רבינוביץ	3	3	ה', 17-20
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

10. חישוב בטוח רב משתתפים, 203.4860

קדם: תכנות מונחה עצמים, 203.1120, שיטות הסתברותיות 203.2480, מבני נתונים 203.2310

תחום: 2

חישוב בטוח רב משתתפים (MPC) הוא כלי מרכזי בתורת ההצפנה המודרנית. MPC מאפשר לשניים או יותר משתתפים, כל אחד עם קלט פרטי משלו, לחשב פונקציה של כלל הקלטים תוך שמירה על פרטיות הקלטים. לחישוב בטוח יש שימושים בתחומים מגוונים, כגון: הצבעה אלקטרונית, מכרזים

אלקטרוניים, כסף דיגיטלי, טרנסאקציות אנונימיות, גישה וחיפוש פרטי במאגרי מידע, מיקור חוץ פרטי של חישוב על מידע רגיש. הדרישות מחישוב בטוח כוללות בין השאר: נכונות, פרטיות, ויעילות. בקורס ילמדו טכניקות מפתח של MPC, וביניהן:

Yao, GMW, BGW, OT, OTE, FHE, Secret Sharing, FSS, ZK proofs, PIR, ORAM, IPS compiler, "MPC in the head", PSI constructions, ABY approach, SPDZ, and TinyO.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
חישוב בטוח רב משתתפים	שיעור	ד"ר עדי עקביה	3	3	ג', 11-14
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

11. PROJECT IN ADVANCED ROBOTICS, 203.4277

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

תחום: אין

נצא מהמסך של המחשב כדי לתכנת עצמים בעולם האמיתי כמו משקפיים, רובוטים, "קוראי מחשבות" (EEG). לאחר מכן נלמד איך ללמוד ולעבד את המידע העצום בזמן אמת בעזרת אלגוריתמים מקביליים ו-Streaming שרצים על ענן מחשב. המעבדה תכלול סקירה של המודל החישובי החדש: חומרה, תוכנה, ואלגוריתמים.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
רובוטיקה מתקדמת	מעבדה	פרופ' דן פלדמן	3	3	אין
	שעת הדרכה	הקורס יועבר ויתנהל בשפה האנגלית	1	0	טרם נקבע

12. תורת האינפורמציה במדעי המחשב, 203.4370

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, שיטות הסתברותיות 203.2480

תחום: 1

תורת האינפורמציה עוסקת בכימות של מידע ובאפשרות דחיסתו. עקרונות מתחום תורת האינפורמציה עומדים בבסיס רבות ממערכות התקשורת ועיבוד הנתונים בהן אנו משתמשים בחיי היום יום, והיא מהווה תחום מחקר פעיל עם שימושים רבים במדעי המחשב ובהנדסה. בקורס נציג מושגים וכלים בסיסיים בתורת האינפורמציה, תוך שימת דגש על שיטות אלגוריתמיות לדחיסת נתונים. כמו כן נדגים שימושים של תורת האינפורמציה בתחומים שונים במדעי המחשב כגון למידה חישובית, קריפטוגרפיה, מבני נתונים וחישוב מבוזר.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
תורת האינפורמציה במדעי המחשב	שיעור	פרופ' נגה רוך-צבי	3	3	א', 16-19
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

13. PROJECT IN ARDWARE DESIGN FOR EMBEDDED SYSTEMS, 203.4260

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.

סמסטר א':

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

14. מבוא למידה 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, רגרסיה והערכת פילוגים. בקורס נראה אפליקציות לבעיות אמיתיות על מנת להדגים שימושים של למידה ממוכנת. הנושאים כוללים: שיטות באסיאניות, פרמטריות ואי-פרמטריות, רגרסיה ליניארית, בחירת מודל, תאמה יתרה, חסמים על שגיאות, שיטות רגולריזציה, דיסקרימינציה ליניארית, עצי החלטות, רשתות עצביות רב שכבתיות ואלגוריתמי אופטימיזציה, אלגוריתמי קבוץ PAC , SVM , $(k\text{-means})$, הפחתת מימדיות מידע PCA , בחירת מאפיינים, Boosting.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבוא למידה ממוכנת	שיעור	ד"ר דן רוזנבאום	3	4	ד' 11-14
	מעבדה			2	ג', 8-10

15. סיבוכיות ומבנה של פונקציות בוליאניות, 203.4597

קדם: מודלים חישוביים 203.3510, שיטות הסתברותיות 203.2480

תחום: 1

קומבינטוריקה וסיבוכיות של פונקציות בוליאניות: מבנה, פולינומים מיצגים, סיבוכיות שאילתות, אם יהיה זמן מספיק יינתן מבוא לחישוב קוונטי.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סיבוכיות ומבנה של פונקציות בוליאניות	שיעור	פרופ' אילן נוימן	2	2	א' 12-14

סמסטר ב':

1. גיאומטריה חישובית, 203.4480
קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410
תחום: 1

מבוא: מודל חישובי ותיאור בעיות. אלגוריתמים לבניית קמור. שיטות סריקה. מיקום נקודות. בעיות חיתוך ותכנון לינארי. דיאגרמות וורוני. שאילתות טווח ומבני חיפוש רב-מימדיים.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
גיאומטריה חישובית	שיעור	פרופ' אלק וינשטיין	4	4	ג' 16-18 + ד' 14-16

2. מבוא לאנימציה ורובוטקה, 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, ו-20 אחוז הנותרים יקבעו בשאלון התמצאות בהרצאה האחרונה.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבוא לאנימציה ורובוטקה	שיעור	ד"ר 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 ואיזשהו מידע מוקדם על הבעיות הללו. האפליקציות של למידה ממוכנת כוללות סיווג תמונות, זיהוי דיבור, זיהוי כתב יד, information retrieval, וכיוצא בזה. המטרה של הקורס היא להכיר עקרונות של למידה ממוכנת, רבות אספקטים תיאורטיים כגון תכונות הכללה (איך המודל יעבוד על דוגמאות חדשות) ואספקטים מעשיים כגון מודלים סטטיים ודינאמיים חדשניים לסיווג, רגרסיה והערכת פילוגים. בקורס נראה אפליקציות לבעיות אמיתיות על מנת להדגים שימושים של למידה ממוכנת. הנושאים כוללים: שיטות באסיאניות, פרמטריות ואי-פרמטריות, רגרסיה ליניארית, בחירת מודל, תאמה יתרה, חסמים על שגיאות, שיטות רגולריזציה, דיסקרימינציה ליניארית, עצי החלטות, רשתות עצביות רב שכבתיות ואלגוריתמי אופטימיזציה, אלגוריתמי קבוץ PAC, SVM, (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 אוסדצ'י	3	4	א' 15-18
	מעבדה 1	טרם נקבע	2	0	א' 18-20
	מעבדה 2	טרם נקבע	2	0	ג' 10-12

203.4704 ,PROJECT IM COMPUTER GRAPHICS .4

קדם : אין

תחום: אין

גרפיקה ממוחשבת היא תחום נרחב ביותר המכיל בתוכו מגוון של בעיות ואפליקציות שונות. במסגרת המעבדה הסטודנטים יעבדו על פרויקט בתחום גרעיני בגרפיקה הממוחשבת, אנימציה, סימולציה פיזיקלית, ייצור חישובי או משחק מחשב.

לצורך בחירת נושא, יש לתאם פגישה עם המרצה. מבחר נושאים יוצעו בתחילת הסמסטר. שימו לב: לפחות 50% מהפרויקט חייב להיות ממומש לפני סוף הסמסטר. לא ניתן להתחיל את הפרויקט לאחר סוף סמסטר.

*לא יתקיימו שיעורים קבוצתיים אלא מפגשים אישיים. לתיאום מפגש נא לפנות במייל לד"ר

רועי פורן roiporanne@cs.haifa.ac.il

סמסטר ב' :

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מעבדה בגרפיקה ממוחשבת	מעבדה	ד"ר רועי פורן	3	3	
	שעת הדרכה	הקורס יועבר ויתנהל בשפה האנגלית	1	0	טרם נקבע

203.4762 ,PROJECT IN SECURE MACHINE LEARNING .5

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 ב' :

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

6.עייבוד 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 וסקלביים 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 ב' :

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
עיבוד שפות טבעיות	שיעור	פרופ' שולי וינטר	3	3	מתוקשב
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

7. אלגוריתמים מקורבים, 203.4440**קדם:** מודלים חישובים 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	ד' 16-19
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

8. יסודות הקריפטוגרפיה, 203.4447**קדם:** מודלים חישובים 203.3510, הסתברות במדעי המחשב 203.2480**תחום: 1**

האם אפשר לתכנן שיטות הצפנה עם הוכחה מתמטית לבטיחות? (בדומה לצורה שבה אנו מוכיחים נכונות של אלגוריתמים). התחום של יסודות הקריפטוגרפיה שואף לבנות שיטת להצפנה, חתימות דיגיטליות, וכחות באפס ידיעה, ופרוטוקולים קריפטוגרפים נוספים, יחד עם הוכחה מתמטית לבטיחות. מכיוון שאיננו יודעים להוכיח ש-P שונה מ-NP, עלינו להתבסס על ההנחה ש P שונה מ-NP (או הנחות דומות). בארבעים השנה האחרונות רעיונות אלה (שחלקים נרחבים מהם פותחו ע"י מדענים ישראלים עטורי פרסים כמו שפי גולדווסר, עודד גולדרייך, אבי ויגדרזון ומוני נאור) עשו מהפכה בקריפטוגרפיה (ובתחומים אחרים במדעי המחשב). מסתבר, שצעד משמעותי, ולא טריוויאלי הוא להגדיר בצורה מתמטית מדויקת מהי בטיחות קריפטוגרפית. במקרים רבים מציאת ההגדרה הנכונה היא חלק משמעותי בפתרון. בקורס נסקור רעיונות בסיסיים ביסודות הקריפטוגרפיה. בין השאר נכסה את הנושאים הבאים:

- One way functions
- Hard-core bits
- Pseudorandom generators
- Bit commitment schemes
- Coin tossing over the phone
- Zero knowledge proofs
- Signature schemes
- Encryption schemes
- Secure function evaluation

אנו נשים דגש על הגדרות בטיחות פורמליות, והוכחות מתמטיות מדויקות. (זהו אספקט ששונה מהקורס "מבוא לקריפטוגרפיה" שסוקר נושאים רבים יותר, ואנו ממליצים לסטודנטים שמתעניינים בקריפטוגרפיה על שני הקורסים).

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
יסודות הקריפטוגרפיה	שיעור	פרופ' רוני שאלתיאל	3	3	א' 10-13
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

9. קורס מתקדם על מודלים גנרטיביים עמוקים, 203.4832**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

ילוה 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

10. 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	ב' 11-14
	שעת הדרכה		1	0	טרם נקבע

11. תכנות מדעי, 203.4830 – חדש

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

תחום 2:

בקורס זה נלמד כלים לתכנות פתרונית 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

סמינרים
(ממוין לפי סמסטרים)
אין תחומים בסמינרים

סמסטר א':

1. סמינר בנושא סיבוכיות עדינה 203.4411

קדם: מודלים חישוביים 203.3510

תחום: אין תחומים בסמינר

סמינר זה עוסק בבעיות שמסורתית במדעי המחשב נחשבו ל"קלות", כלומר בעלות אלגוריתמים פולינומיאלים. האלגוריתמים המהירים ביותר הידועים לבעיות קלות רבות הם בעלי זמן ריצה גבוה ולרוב לא פרקטיים לשימוש בפועל. שיפור זמני הריצה הוא בעיה פתוחה ארוכת שנים, עם התקדמות מועטה בלבד. לפיכך, מתקבל על הדעת כי האלגוריתמים הללו הם מיטביים. עם זאת, פיתוח חסמים תחתונים נראה כמעט בלתי אפשרי בטכניקות הקיימות. הסמינר עוסק בתיאוריה חדשה שפותחה לאחרונה ובה מוכיחים קושי של בעיות בהסתמך על מספר השערות מתקבלות על הדעת. בסמינר נראה רדוקציות מעניינות (בין בעיות לכאורה שונות מאוד) שמראות שהסיבה לכך שקשה היה לשפר את האלגוריתמים הידועים היא זהה (למרות שזמני הריצה שלהם יכולים להיות שונים מאוד).

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר בנושא סיבוכיות עדינה	סמינר	פרופ' אורן וימן	2	2	ג', 14-16

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	ד', 10-12

3. סמינר בנושא ניתוב רובוטים בין מכשולים, 203.4146

קדם: אלגברה ב' 203.1820, חדו"א 2 203.1840, 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 בין מכשולים	סמינר	פרופ' דני קרן	2	2	א', 14-16

4. סמינר באלגוריתמים מקוונים, 203.4421

קדם: הסתברות מדעי המחשב 203.2480, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

תחום: אין תחומים בסמינר

סמינר זה יעסוק באלגוריתמים תיאורטיים לקבלת החלטות בסביבות של חוסר וודאות. במסגרת זאת נעסוק באלגוריתמים מקוונים (online algorithms) ואלגוריתמים לאופטימיזציה סטוכסטית. ניגע מעט גם בנושא של אלגוריתמי הזרמה (streaming algorithms) שקרוב מבחינה טכנית לשאר נושאי הסמינר, למרות שהמוטיבציה לו היינה בנתוני עתק (Big Data) ולא בחוסר וודאות. כל סטודנט ידרש לקרוא מאמר מתוך רשימה שתינתן בתחילת הסמסטר, ולהציג אותו לשאר הקבוצה. תהיה גם חובת נוכחות ב-80% ממפגשי הסמינר.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר באלגוריתמים מקוונים	סמינר	פרופ' מורן פלדמן	2	2	ב', 14-16

סמסטר ב':

1. 203.4335 SEMINAR ON SECURE MULYI-PARTY COMPUTATION .1

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, מודלים חישוביים 203.3510

תחום: אין תחומים בסמינר

חברות מסחריות כגון, אמזון, גוגל, ופייסבוק מחזיקות מידע מסחרי סודי אותו הן מסתירות מפני מתחריהן. האם הן יכולות לבצע כריית נתונים על אוסף הנתונים הגדול של כלל המידע שלהן, אך מבלי לחשוף זו לזו את המידע הסודי? התשובה היא כן: הטכנולוגיה של חישוב בטוח רב משתתפים -- נושא סמינר זה – מאפשרת לשניים או יותר משתתפים לחשב יחדיו פונקציה שהקלט עבורה הוא סך כל הקלטים הפרטיים שלהם, אך מבלי לחשוף זה לזה שום מידע על הקלטים הללו (מעבר למה שניתן להסיק מתוצאת החישוב). תלמידי הסמינר יתוודעו לפרוטוקולים, הגדרות, מימושים וניתוחים שמהווים את הבסיס לחישוב בטוח רב משתתפים. הסמינר יינתן באנגלית.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר בחישוב בטוח רב משתתפים	סמינר	ד"ר עדי עקביה הסמינר יועבר ויתנהל בשפה האנגלית	2	2	ג', 14-16

2. סמינר שיטות מתקדמות בגרפיקה ממוחשבת, 203.4714

קדם: אין

תחום: אין תחומים בסמינר

בקורס נחקור נושאים נוספים בגרפיקה ממוחשבת ותחומים קרובים. בין השאר, נדבר על שיטות רינדור ואפקטים מיוחדים, עיבוד גיאומטרי, אנימציה וסימולציה. על כל סטודנט יהיה להעביר הרצאה ועבודה מסכמת על הנושא שלו. סטודנטים שלא עשו את הקורס גרפיקה ממוחשבת יצטרכו להשלים את הפערים הנדרשים בשבועות הראשונים של הסמסטר.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר שיטות מתקדמות בגרפיקה ממוחשבת	סמינר	ד"ר רועי פורן	2	2	א', 8-10

3. שיכון גרפים במישור, 203.4595

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

תחום: אין תחומים בסמינר

1. מבוא: גרפים מישוריים, מכשולים למישוריות, משפט קוראטובסקי, אלגוריתמים נאיביים.
2. חיפוש בעומק ואלגוריתם של הופקרופט וטרגין.
3. מספר-st ואלגוריתמים מבוססים עליו.
4. עצי-PQ ושימושיהם.
5. עצי-טרמו ושימושיהם.
6. ניתוח השוואתי של אלגוריתמי שיכון.

סמסטר ב' :

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
שיכון גרפים במישור	סמינר	פרופ' אלק וינשטיין	2	2	ד' 12-14

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 ב' :

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר בתורת הרשתות	סמינר	ד"ר אורן בן צבי	2	2	ה' 12-14

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. 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 א':

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

2. עיבוד תמונה, 203.6730

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

תחום: 2

קורס זה עוסק בנייתו 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	ה' 14-18
	תרגיל	אלון פפיני	2	0	ד' 18-20

3. 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 לרציפים של נתונים
- RNN, LSTM
- generative deep networks
- visualization/deconvolution, adversarial networks, variational, auto-encoders

אם הזמן יאפשר, נדון בלמידה עמוקה ממספר מועט של דוגמאות מתויגות: 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', 13-16
	תרגיל	טרם נקבע	2	0	ג', 12-14

203.4449 ,CRYPTOGRAPHY RESEARCH LAB . 4

קדמים: אבטחת מחשבים ורשתות, 203.4448 או מבוא לקריפטוגרפיה 203.4444

תחום: 2

הקורס יועבר במתכונת סדנת מחקר: כל שבוע נציג בעיית מחקר בתחום הקריפטוגרפיה הסימטרית (בעיקר קריפטואניזה, אבל גם תכן), נראה איך מבצעים סקר ספרות רלוונטית, ונסה לקדם את המחקר בבעיה. הקורס יועבר ויתנהל בשפה האנגלית.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
CRYPTOGRAPHY RESEARCH LAB	שיעור	פרופ' אור דונקלמן	2	2	א' 12-14

203.4162 ,SCIENCE TOPICS IN COMPUTER .5

קדם: אין

תחום: אין.

בכל שבוע יציג אחד מחברי הסגל בחוג את תחום המחקר שלו ויציג בעיות מרכזיות בחזית המחקר בתחום. הקורס יינתן באנגלית. 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
SCIENCE TOPICS IN COMPUTER	שיעור	פרופ' חגית הל-אור	2	2	ה' 8-10

סמסטר ב':

1. AN ALGORITHMIC PERSPECTIVE TO UNDERSTANDING ANIMAL BEHAVIOR

203.4223

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

203.2410

תחום: 1

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	שיעור	פרופ' עמוס קרמן	4	4	ב' 14-18

2. אלגוריתמים בסיבוכיות זמן תת לינארית, 203.4471

קדמים: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, שיטות הסתברותיות 203.2480

תחום: 1

סיבוכיות זמן לינארית נחשבת לרוב לסיבוכיות הטובה ביותר שניתן להשיג, משום שנדרש זמן לינארי אפילו רק לשם קריאת הקלט. לצערנו, בעידן נתוני העתק (Big Data) סיבוכיות זאת כבר אינה טובה דיה עבור יישומים רבים. כתוצאה מכך התפתח בעשורים האחרונים מחקר ענף העוסק בפיתוח אלגוריתמים שעושים את מה שנראה בלתי אפשרי: פתרון בעיות בפחות ממשך הזמן הנדרש לקריאת הבעיה. בקורס זה נחשף לכמה מהתוצאות והמושגים הקלאסיים בתחום זה.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגוריתמים בסיבוכיות זמן תת לינארית	שיעור	פרופ' מורן פלדמן	2	2	ג' 8-10

3. 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 ניתנת 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. אלגוריתמים מתקדמים, 203.3148

קדמים: הסתברות במדעי המחשב 203.2480, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

תחום: 1

הקורס יכלול דיון בבעיות אופטימיזציה, אלגוריתמי קירוב ואלגוריתמים הסתברותיים. נעסוק בבעיות בסיסיות כגון בעיית כיסוי הקודקודים, בעיית כיסוי הקבוצות, בעיית הסוכן הנוסע. השיטה ההסתברותית

ויישומה לקירוב חתך מקסימום. שיטת העיגול האקראי ויישומה ל Max-Sat. דגימה מקרית ויישומיה לספירה, ללמידה חישובית ולבדיקת תכונות מקורבת. אלגוריתמי און-ליין ואלגוריתמים מבוזרים.

סמסטר ב' :

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגוריתמים מתקדמים	שיעור	די"ר עמית לוי	4	4	ה' 16-20

סמסטר קיץ

* הרישום לסמסטר קיץ יתקיים בתקופת השינויים של סמסטר ב'.

1. PROJECT IN COMPUTER VISION, 203.4720

קדמים: למידה עמוקה 203.3834 או ראייה ממוחשבת 203.3702

תחום: אין

המעבדה תכלול פרויקטים ממגוון נושאים בראייה ממוחשבת, בדגש על הפעלת כלים של למידה עמוקה. כל פרויקט יכלול קריאה של מספר מאמרי רקע, מימוש והרחבה של רעיון מתוך מאמר עדכני שייבחר. ההערכה תתבצע על בסיס מספר פגישות לאורך הסמסטר והצגת הפרויקט במפגש סיום.

לא יתקיימו שיעורים קבוצתיים אלא מפגשים אישיים. לתיאום מפגש נא לפנות במייל לד"ר סיימון קורמן

simon.korman@gmail.com

סמסטר קיץ: (הרישום לקורסים של סמסטר קיץ יתקיים בתקופת השינויים של סמסטר ב')

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מעבדה בראייה ממוחשבת	מעבדה	ד"ר סיימון קורמן הקורס יועבר ויתנהל בשפה האנגלית	3	3	אין
		שעת הדרכה	1	0	טרם נקבע

2. אלגוריתמים מבוזרים, 203.4404

קדם: שיטות הסתברותיות 203.2480, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

תחום: 1

בקורס נעסוק בשאלה כיצד ניתן לפתור בעיות בצורה מבוזרת, כאשר הקלט מחולק בין הרבה יחידות חישוב שלכל אחת מהן מידע חלקי. הקורס יתרכז באלגוריתמים מבוזרים בגרפים. נראה אלגוריתמים וחסמים תחתונים לבעיות קלאסיות כגון צביעה, מציאת עץ פורש מינימום וחישובי מרחקים. הקורס הוא בעל אופי תיאורטי-מתמטי.

סמסטר קיץ: (הרישום לקורסים של סמסטר קיץ יתקיים בתקופת השינויים של סמסטר ב')

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגוריתמים מבוזרים	שיעור	ד"ר מיכל דורי	3	3	טרם נקבע
		שעת הדרכה	1	0	טרם נקבע

3. PROJECT IN REAL TIME SYSTEMS, 203.4274

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, תכנות מונחה עצמים 203.1120, אלגברה ב' 203.1820, חדו"א

203.1840

תחום: אין

כל קבוצת סטודנטים תקבל פרויקט שיעסוק בתכנון ומימוש מערכת שלומדת נתונים בזמן אמת. אפשר לבחור אחת משתי האפשרויות: מערכות רובוטיות - כולל רחפנים, מכוניות, מערכות EEG ("קריאת מחשבות"), משקפי מציאות מדומה, זרוע רובוטית וכו'. מחשוב ענן - תכנון ומימוש אלגוריתמים ללמידה וניתוח טרה בייטים של מידע ממקורות טוויטר, מאגרי תמונה או קול על מאות מחשבים בענן (בד"כ של אמזון).

סמסטר קיץ: (הרישום לקורסים של סמסטר קיץ יתקיים בתקופת השינויים של סמסטר ב')

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
למידת נתונים במערכות זמן אמת	מעבדה	פרופ' דן פלדמן הקורס יועבר ויתנהל בשפה האנגלית	3	3	אין
		שעת הדרכה	1	0	טרם נקבע