

**אוניברסיטת חיפה
הפקולטה למדעי החברה
החוג למדעי המחשב**

שנתון תואר ראשון – שנה"ל תש"פ

תאריך עדכון 22.8.19

**קורסים לתואר ראשון
קורסי חובה**

**מבוא למדעי המחשב 203.1110
קדם: אין**

מושגי יסוד: מבנה סכמטי של מחשב, שפות מחשב, מערכות הפעלה, שפת התכנות C (כולל מצביעים, מבנים, קבצים ורקורסיה). עקרונות בתכנון ותכנות, ניפוי שגיאות. שיטות אלגוריתמיות: בעיות בסיסיות, בעיות הדורשות מערכים, מיון חיפוש ומיזוג. מערכי אינדקסים, שיטות רקורסיביות, יעילות תכניות. קבצים, זיכרון דינמי, רשימות מקושרות, עצים.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבוא למדעי המחשב	שיעור	פרופ' שולי וינטנר	4	5	ב' 14-16 + ד' 10-12
מבוא למדעי המחשב	תרגיל*	ליאת נתיב	2	0	1. א', 10-12
		אלעד טלבי			2. ד', 18-20
		אליאס ג'דעון			3. ה', 16-18
מבוא למדעי המחשב	מעבדה*	ליאת נתיב	2	0	1. א', 8-10
		דניאל מובסוביץ			2. א', 18-20
		אליאס ג'דעון			3. ה', 18-20

* יש לבחור תרגיל אחד ומעבדה אחת.

תכנות מונחה עצמים, 203.1120

קדם: מבוא למדעי המחשב 203.1110

מבוא לפרדיגמה של תכנות מונחה עצמים, הן מבחינה תיאורטית והן מבחינה מעשית. היכרות מעמיקה עם שפת התכנות ++C כדוגמה לפרדיגמה. נושאים: מבוא, מחלקות, הפשטת נתונים והחבאת מידע, הורשה, רב-צורתיות, העמסת יתר, תבניות, קלט-פלט, חריגים, שימוש בתבניות סטנדרטיות.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
תכנות מונחה עצמים	שיעור	ד"ר דן פלדמן	3	4	א', 14-17
תכנות מונחה עצמים	תרגיל *	ספיר לוי	2	0	1. א', 18-20
					2. ב', 12-14
					3. ה', 14-16

* יש לבחור תרגיל אחד.

ארגון המחשב ושפות סף, 203.1130

קדם: מבוא למדעי המחשב 203.1110

מטרת הקורס היא להקנות לסטודנטים הבנה של ארכיטקטורת מחשבים (הממשק בין החומרה לתוכנה) וארגון המחשב לפי מודל המחשב של פון נוימן. לצורך לימוד עקרונות אלה, הקורס עושה שימוש בארכיטקטורת LC-3 אשר פותחה לצורך זה. בקורס נלמד לתכנת בשפת האסמבלי (סף) של ה-LC-3 כדי להבין כיצד מושגים של שפות תכנות עיליות (כגון C) מתורגמים לאסמבלי, וכמו כן נצלול לתיאור סכמטי של מימוש אפשרי של LC-3 כדי להבין כיצד פקודות אלה מיושמות בחומרה.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
ארגון המחשב ושפות סף	שיעור	גבי מגלי סגל סטולרסקי	2	3	ג', 10-12
ארגון המחשב ושפות סף	תרגיל *	יובל אלפסי	2	0	1. א', 12-14
					2. ג', 8-10

* יש לבחור תרגיל אחד.

מבוא לחמרה, 203.1210**קדם:** אין

אלגברה בוליאנית, פונקציות בוליאניות, שערים לוגיים, מעגלים, טבלאות אמת, נוסחאות, עצי הכרעה. מעגלים צרופיים, מרבב, מפענח, מחברים, שעון, מעגלי זיכרון, טבלת מעברים, בניית יחידות בקרה מורכבות. מבנה יחידת העיבוד המרכזית יחידה ארתימטית / לוגית, זיכרון מיקרו, פקודות מיקרו, שפת סף, זיכרון מטמון, Pipeline.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבוא לחמרה	שיעור	מר ארז גרליץ	4	5	א' + ד' 14-16
מבוא לחמרה	תרגיל*	מרב מזוז	2	0	1. ג', 18-20
					2. ה', 14-16

* יש לבחור תרגיל אחד.

מערכות הפעלה, 203.2110**קדמים:** תכנות מונחה עצמים 203.1120, מבני נתונים 203.2310

תפקיד וארגון מערכת ההפעלה, תזמון, ניהול תהליכים ניהול זיכרון, תקשורת בין תהליכים. תסקר מערכת Unix מבחינת הנושאים לעיל. כמו כן, ילמדו הנושאים הקשורים לתזמון סינכרוני ואסינכרוני, מניעה הדדית, קיפאון, פסיקות.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מערכות הפעלה	שיעור	פרופ' רחל קולודני	4	5	א' 10-12 + ד' 08-10
מערכות הפעלה	תרגיל*	רועי וליץ	2	0	1. ב', 12-14
					2. ד', 12-14

* יש לבחור תרגיל אחד.

מבנה מהדרים, 203.2130**קדם:** מבני נתונים 203.2310

אוטומט סופי, דקדוקים, ביטויים רגולריים, שפות פורמליות, אוטומט מחסנית, ההיררכיה של חומסקי. בניית אוטומט מחסנית מינימלי. ניתוח תחבירי עבור רכיבים שונים של שפת פסקל, עץ תחביר. בניית טבלת הסמלים ושימוש בפונקציית ערבול. יצירת קוד, כולל פרוצדורות וחוקי קינון. אופטימיזציה: הפצת קבועים הוצאת חישובים מלולאות.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבנה מהדרים	שיעור	פרופ' יוסי בן-אשר	0	5	השיעור מתוקשב
מבנה מהדרים	תרגיל*	אליאס ג'דעון	2	0	1. א', 12-14
					2. ד', 16-18
					3. ה', 16-18

* יש לבחור תרגיל אחד.

מבני נתונים, 203.2310**קדמים:** מבוא למדעי המחשב 203.1110, מתמטיקה דיסקרטית 203.1850

הקורס יכסה מבני נתונים בסיסיים ומתקדמים תוך שימת דגש על תכנון יעיל מבחינת זמן ומקום, הוכחות נכונות ומימוש בשפת ++C. הגדרות של סיבוכיות זמן ומקום, מערכים ורשימות, עצים, עצים בינאריים, בעיית המילון: עצי חיפוש. ערבול, תור עדיפויות וערמות, קבוצות זרות, מבני נתונים לגרפים ושיטות מיון.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבני נתונים	שיעור	ד"ר סיימון קורמן	4	5	ב' 12-14 + ה' 14-16
מבני נתונים	תרגיל *	עמית שחר	2	0	1. ב', 8-10
					2. ג', 14-16

* יש לבחור תרגיל אחד.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבני נתונים	שיעור	פרופ' אורן וימן	4	5	ב' 10-12 + ה' 12-14
מבני נתונים	תרגיל *	נתן ולהיימר	2	0	1. ג', 10-12
					2. ד', 16-18

* יש לבחור תרגיל אחד.

תכנון וניתוח אלגוריתמים, 203.2410**קדם:** מבני נתונים 203.2310

הקורס יכלול אלגוריתמים דטרמיניסטיים לבעיות קלאסיות תוך שימת דגש על והוכחת נכונות וסיבוכיות. בעיית החציון, דוגמאות שונות של תכנון דינמי, אלגוריתמים לסריקה של גרפים, קשירות, מסלולים קצרים ביותר, עץ פורש מינימלי, זרימה ברשתות ושמושים לזרימה, משפט מנגר. פעולות אלגבריות בסיסיות, טרנספורם פורייה, הכפלת מטריצות, בעיות של מחרוזות.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
תכנון וניתוח אלגוריתמים	שיעור	ד"ר נגה רון-צבי	4	5	ב' 16-18 + ה' 12-14
תכנון וניתוח אלגוריתמים	תרגיל *	לואי מועלם	2	0	1. א', 16-18
					2. ג', 14-16

* יש לבחור תרגיל אחד.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
תכנון וניתוח אלגוריתמים	שיעור	ד"ר אורי רבינוביץ	4	5	ב' + ד' 10-12
תכנון וניתוח אלגוריתמים	תרגיל *	לואי מועלם	2	0	1. ב', 16-18
					2. ה', 12-14

* יש לבחור תרגיל אחד.

שיטות הסתברותיות, 203.2480**קדמים:** מבני נתונים 203.2310, חדו"א 203.1840, אלגברה לינארית 203.1810

משתנים מקריים בדידים, מושגי יסוד הקשורים בהם, שימושים בקומבינטוריקה ובאלגוריתמים הסתברותיים. הדגש של הקורס הוא בהמחשה של תורת ההסתברות ומגוון שיטותיה על דוגמאות

קומביננטוריות, כאשר המטרה היא הן ללמד את התלמיד להשתמש בשיטות הסתברותיות, והן להעמיק את הידע שלו בקומביננטוריקה ואלגוריתמים.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
שיטות הסתברותיות	שיעור	פרופ' רונן שאלתיאל	4	5	ב'ד' 10-12
שיטות הסתברותיות	תרגיל *	נתן ולהיימר	2	0	1. א', 10-12 2. ד', 18-20

* יש לבחור תרגיל אחד.

מבוא ללוגיקה, 203.2850

קדם: מתמטיקה דיסקרטית 203.1850

מושגי יסוד בתורת הקבוצות: קבוצות, יחסים, פונקציות, עוצמה, חשבון קרדינלים, משפט קנטור וקנטור-ברנשטיין. תחשיב הפסוקים, צורות נורמליות, הוכחה פורמלית, נאותות ושלמות של תחשיב הפסוקים. תחשיב הפרדיקטים מסדר ראשון (סמנטיקה ותחביר). משפט הדדוקציה, קומפקטיות.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבוא ללוגיקה	שיעור	ד"ר אורן בן-צבי	2	3	ה', 08-10
מבוא ללוגיקה	תרגיל *	מרב מזוז	2	0	1. ב', 14-16 2. ד', 10-12

* יש לבחור תרגיל אחד.

פרויקט חלק א', 203.3198 (סמס' א')

קדם: אין

הפרויקט הינו מקצוע בו אמור הסטודנט לרכוש מיומנות מקצועית באמצעות עבודה מעשית, כהמשך ללימודים התיאורטיים וכהכנה לעבודתו כבוגר. פרויקטים יוגדרו ויונחו ע"י חברי הסגל ועמיתי הוראה ויתבצעו בזוגות. יקבעו שעות פגישה שבועיות עם המנחה, תאריכי הצגות אמצע, הצגות סופיות והגשת דוחות מסכמים.

חובה להירשם לשני החלקים של הפרויקט (חלק א', 203.3198 ובסמסטר ב' חלק ב' 203.3199).

3 נ"ז יינתנו אך ורק עם הרישום לשני החלקים.

מרכז הפרויקטים: פרופ' דניאל קרן

פרויקט חלק ב', 203.3199 (סמס' ב')

קדם: אין

הערה: הציון בפרויקט יעודכן כל עוד ישנו רישום לפרויקט חלק א', 203.3198

הפרויקט הינו מקצוע בו אמור הסטודנט לרכוש מיומנות מקצועית באמצעות עבודה מעשית, כהמשך ללימודים התיאורטיים וכהכנה לעבודתו כבוגר. פרויקטים יוגדרו ויונחו ע"י חברי הסגל ועמיתי הוראה ויתבצעו בזוגות. יקבעו שעות פגישה שבועיות עם המנחה, תאריכי הצגות אמצע, הצגות סופיות והגשת דוחות מסכמים.

חובה להירשם לשני החלקים של הפרויקט (בסמסטר א' חלק א', 203.3198 וחלק ב' 203.3199).

3 נ"ז יינתנו אך ורק עם הרישום לשני החלקים.

מרכז הפרויקטים: פרופ' יוסי בן-אשר

מודלים חישוביים 203.3510**קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, השלמת חובת אנגלית/פטור

הגדרת בעיות החלטה כבעיית זיהוי שפות, אוטומטים ושפות רגולריות, מכוונת טיורינג ואלגוריתמים. התיזה של צ'רץ, מכונה אוניברסלית, בעיות אי-כריעות. סיבוכיות זמן ומקום. מחלקת הבעיות הפולינומיאליות, דטרמיניזם, אי-דטרמיניזם ובעיות שלמות.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מודלים חישוביים	שיעור	פרופ' אורן וימן	4	5	ב' 14-16 + ה' 12-14
מודלים חישוביים	תרגיל *	רוידה מחאמיד	2	0	1. ד', 08-10 2. ה', 16-18

* יש לבחור תרגיל אחד.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מודלים חישוביים	שיעור	ד"ר נגה רון-צבי	4	5	ג', 16-20
מודלים חישוביים	תרגיל *	רוידה מחאמיד	2	0	1. ב', 14-16 2. ה', 12-14

* יש לבחור תרגיל אחד.

מפגש חוגי חלק א', 203.3777**קדם:** אין**חובה להירשם לקורס זה בזמן בניית מערכת !**

המפגש החוגי נועד לפעילויות השוטפות בחוג. אין להירשם בשעות הללו לקורסים בחוגים האחרים. הקורס מיועד רק לתלמידי החוג. נא לקרוא הנחיות מפורטות בדפי מידע.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מפגש חוגי חלק א'		מורי החוג	4	0	ג' 12-14 + ה' 10-12

מפגש חוגי חלק ב', 203.3778**קדם:** אין**חובה להירשם לקורס זה בזמן בניית מערכת !**

המפגש החוגי נועד לפעילויות השוטפות בחוג. אין להירשם בשעות הללו לקורסים בחוגים האחרים. הקורס מיועד רק לתלמידי החוג. נא לקרוא הנחיות מפורטות בדפי מידע.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מפגש חוגי חלק ב'		מורי החוג	4	0	ג' 12-14 + ה' 10-12

קורסי מתמטיקה

אלגברה ליניארית, 203.1810

קדם: אין

מערכות משוואות ליניאריות: שיטת גאוס. ווקטורים ומטריצות, הופכי של מטריצה. שדות: מספרים מרוכבים, שדות סופיים. מרחבים וקטוריים: תת מרחב, צירוף לינארי, תלות ליניארית. בסיס ומימד. העתקות ליניאריות: גרעין ותמונה, ייצוג, פונקציונאלים לינאריים, המרחב הדואלי, דרגה. דטרמיננטות.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגברה ליניארית	שיעור	ד"ר פרול זפולסקי	4	5	ב' 16-18 + ד' 12-14
אלגברה ליניארית	תרגיל *	טרם נקבע	2	0	1. ג', 16-18 2. ה', 8-10

* יש לבחור תרגיל אחד.

אלגברה ליניארית מדעי הנתונים, 203.1815

קדם: אין

קורס זה פתוח לרישום רק עבור סטודנטים השייכים למסלול מדעי הנתונים. סטודנט אשר אינו שייך למסלול מדעי הנתונים ויירשם לקורס, הקורס לא ישוקלל בסגירת התואר.

מערכות משוואות לינאריות, שיטת הדירוג, ווקטורים ומטריצות, מרחבים וקטוריים, תלות לינארית, קבוצה פורשת, בסיס ומימד, העתקות לינאריות, גרעין ותמונה, דטרמיננטה ודרגה, ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים, לכסוף.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגברה ליניארית	שיעור	פרופ' דוד בלנק	4	5	ב' 16-18 + ד' 8-10
אלגברה ליניארית	תרגיל	טרם נקבע	2	0	ג', 16-18

סמסטר ב':

הקורס בסמסטר ב' שייך לחוג למתמטיקה 210.1215 ניתן להירשם לקורס זה רק בתקופת השינויים של סמסטר ב'. מספר המקומות מוגבל. הרישום יבוצע בפועל ע"י הסטודנט עצמו ולא ע"י החוג.

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגברה ליניארית	שיעור	פרופ' ולדימיר חניץ	4	5	ב' 14-16 + ה' 10-12
אלגברה ליניארית	תרגיל	טרם נקבע	2	0	

אלגברה ב', 203.1820

קדם: אלגברה ליניארית 203.1810

סמסטר א':

הקורס בסמסטר א' שייך לחוג למתמטיקה. מס' הקורס 210.1250 מתכונת ותכני הקורסים שונים מהקורס הנלמד בחוג בסמסטר ב'. המלצת החוג להירשם לקורסים של החוג בלבד. הרישום והשלמת הקורס הנ"ל באחריות הסטודנט. לצורך רישום יש לבחור קורס של החוג למתמטיקה 210.1250 וחבילה לתלמידי מדעי המחשב. מספר המקומות מוגבל.

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגברה ב'	שיעור	פרופ' אנה מלניקוב	4	5	ב'+ה' 10-12
אלגברה ב'	תרגיל	טרם נקבע	2	0	

סמסטר ב' :

ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים של מטריצה, מטריצות לכסינות, פולינום אופייני ופולינום מינימאל, משפט פרוק ספקטראלי. רדיוס ספקטרי של מטריצה. מכפלה פנימית ואורתוגונליות. דמיון אורתוגונלי. מטריצות סימטריות מוגדרות חיובי ואי-שלילית. משפט SVD ופרוקים אחרים של מטריצות. PCA. מבוא לתורת החבורות. חבורה סופית, תת-חבורה, משפט לגרנז', משפט פרמה, חבורה סימטרית. מבוא לשדות סופיים: הרחבת שדה, שורשים של פולינום, אפיון של שדה.

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגברה ב'	שיעור	פרופ' אנה מלניקוב	4	5	ב' + ה' 16-18
אלגברה ב'	תרגיל *	טרם נקבע	2	0	1. ג', 14-16
					2. ד', 18-20

* יש לבחור תרגיל אחד.

חדו"א 1, 203.1830

קדם: אין

המספרים הממשיים, סדרות, פונקציות של משתנה ממשי יחיד, גבולות של פונקציה רציפות של פונקציות, נגזרת של פונקציה, המשפטים היסודיים של החדו"א (רול, לגרנז', פרמה, משפטי לופיטל, משפט טיילור), מבוא לטורי חזקות, חקירת פונקציה, אינטגרל בלתי מסוים, האינטגרל המסוים.

סמסטר א' :

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
חדו"א 1	שיעור	פרופ' דניאל קרן	4	5	א' 12-14 + ג' 08-10
חדו"א 1	תרגיל *	רועי וליץ	2	0	1. ב', 8-10
					2. ג', 14-16

* יש לבחור תרגיל אחד.

סמסטר ב' :

הקורס בסמסטר ב' שייך לחוג למתמטיקה 210.1115

מתכונת ותכני הקורסים שונים מהקורס הנלמד בחוג בסמסטר א'. המלצת החוג להירשם לקורסים של החוג בלבד. הרישום והשלמת הקורס הנ"ל באחריות הסטודנט.

ניתן להירשם לקורס זה רק בתקופת השינויים של סמסטר ב'. מספר המקומות מוגבל. הרישום יבוצע בפועל ע"י הסטודנט עצמו ולא ע"י החוג.

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
חדו"א 1	שיעור	ד"ר יובל גינוסר	4	5	ב' 12-14 + ד' 14-16
חדו"א 1	תרגיל	טרם נקבע	2	0	

חדו"א 2, 203.1840

קדם: חדו"א 1 203.1830

סמסטר א' :

הקורס בסמסטר א' שייך לחוג למתמטיקה. מס' הקורס 210.1150

מתכונת ותכני הקורסים שונים מהקורס הנלמד בחוג בסמסטר ב'. המלצת החוג להירשם לקורסים של החוג בלבד. הרישום והשלמת הקורס הנ"ל באחריות הסטודנט.

לצורך רישום יש לבחור קורס של החוג למתמטיקה 210.1150 וחבילה לתלמידי מדעי המחשב. מספר המקומות מוגבל.

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
חדו"א 2	שיעור	ד"ר עמי ויסלטר	4	5	ג' 10-12 + ה' 12-14
חדו"א 2	תרגיל	טרם נקבע	2	0	

סמסטר ב':

האינטגרל הלא אמיתי. טורי מספרים. מבוא לגאומטריה של מרחבי R^n . גבולות ורציפות של פונקציות של כמה משתנים. חשבון דיפרנציאלי של פונקציות של כמה משתנים: נגזרות חלקיות וכיווניות, דיפרנציאביליות, כלל השרשרת, נגזרות מסדר גבוה, משפט טיילור, נקודות קיצון מקומיות וקמירות, נקודות קיצון בכפוף לאילוצים. חשבון אינטגרלי של פונקציות של כמה משתנים: הגדרת האינטגרל מעל תיבות, משפט פוביני, תחומי רימן ואינטגרציה מעליהם, שינוי משתנים באינטגרציה, אינטגרליים לא אמיתיים של פונקציות של כמה משתנים, אינטגרל של פונקציית הגאוסיאן.

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
חדו"א 2	שיעור	ד"ר עמי ויסלטר	4	5	ב' 8-10 + ד' 14-16
חדו"א 2	תרגיל *	טרם נקבע	2	0	1. א', 12-14 2. ד', 12-14

* יש לבחור תרגיל אחד.

מתמטיקה דיסקרטית, 203.1850

קדם: אין

מבוא ללוגיקה. אינדוקציה מתמטית וכתובת הוכחות. מבוא לתורת הקבוצות. סכומים סופיים בסיסיים. משוואות הפרשים. מבוא לקומבינטוריקה: שיטת מניה, עקרון החבור והכפל, שובך היונים, הכללה והפרדה מושגים בסיסיים בתורת הגרפים.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מתמטיקה דיסקרטית	שיעור	פרופ' אלק וינשטיין	4	5	ב' 12-14 + ד' 16-18
מתמטיקה דיסקרטית	תרגיל *	בדר רוז	2	0	1. א', 16-18 2. ג', 10-12

* יש לבחור תרגיל אחד.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מתמטיקה דיסקרטית	שיעור	ד"ר אור מאיר	4	5	ב'+ד' 10-12
מתמטיקה דיסקרטית	תרגיל*	עמית שחר	2	0	1. ג', 16-18 2. ה', 14-16

* יש לבחור תרגיל אחד.

קורסי בחירה

סמסטר א':

1. מעבדה בחישוב ענן, 203.3178

קדם: מערכות הפעלה 203.2110

במסגרת קורס זה הסטודנטים יתכננו, יממשו ויתעדו פרויקטים שונים בהיקף של כ-200 שעות (לסטודנט) בנושאים הקשורים לחישוב ענן. למרות ששם הקורס הוא "מעבדה", מדובר בפרויקט של עבודה עצמית לכל דבר ועניין. העבודה תתבצע בקבוצות של 1-2 סטודנטים, בהנחיה צמודה של עוזרי המחקר וחבר הסגל האקדמי. סטודנטים המעוניינים להירשם למעבדה חייבים לבצע את הפעולות הבאות (בסדר הנקוב):

1. לבדוק באתר המעבדה: <http://www.cs.technion.ac.il/~ladypine/projects/haifau.html>

אילו מן הפרויקטים מעניינים אתכם.

2. לקרוא את מאמר שמהווה את בסיס המעבדה בנושא ה-RaaS.

3. לקרוא את המאמרים הנוספים הקשורים לפרויקט(ים) שברצונכם לממש.
 4. לפנות [לפרופ' אור דונקלמן](#) לצורך קבלת אישור לפנות לריאיון בטכניון.

האישור יינתן רק לסטודנטים אשר עומדים בדרישות הקדם ו/או בעלי ידע אפורמלי מוכח בקורסים הנדרשים. הריאיון ידון ביכולת הסטודנט/ית לממש את הפרויקט הנבחר. כללי הציון, מועדי ההגשות, וכו' נקבעים ע"י צוות המעבדה בפועל, ועומדים בדרישות האקדמיות של הטכניון.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מעבדה בחישוב ענן	מעבדה	מרצים שונים	3	3	פגישות אישיות

2. לימוד ביג דטה בענן, 203.3284

קדמים: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, שיטות הסתברותיות 203.2480

נלמד אלגוריתמי קירוב בעלי הוכחות על איכות תוצאה, זמני ריצה וזיכרון שמיועדים ללימוד מידע אינסופי שזורם לרשת מחשבים ("ענן") כדוגמת ציורים ב"טוויטר" או עדכונים ב"פייסבוק". האלגוריתמים יהיו מבוססים על רעיונות מרכזיים במספר תחומים כולל: אלגוריתמים הסתברותיים וגרסאות דטרמיניסטיות שלהם, אופטימיזציה מבוססת גיאומטריה חישובית, תורת האינפורמציה, עיבוד וניתוח אותות, שיטות דגימה, הכפלה במטריצות סקאצ', סטטיסטי מספיק, vc-dimension, למידה סטטיסטית וככל שיינתן הזמן.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
לימוד ביג דטה בענן	שיעור	ד"ר דן פלדמן	4	4	א' 12-14 + ד' 16-18

3. מבוא לבניה מלאכותית, 203.3610

קדמים: חדו"א 2 203.1840, מתמטיקה דיסקרטית 203.1850, מבני נתונים 203.2310

מבוא: סוג הבעיות ושיטות הטיפול. שיטות היוריסטיות ומשחקים. הצגה ושימוש כללי בידע. הבנת שפות טבעיות ראייה הוכחות פורמליות בלוגיקה.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבוא לבניה מלאכותית	שיעור	מר שי בושניסקי	4	4	ו', 10-14

4. גרפיקה ממוחשבת, 203.3710

קדמים: תכנות מונחה עצמים 203.1120, אלגברה לינארית 203.1810, חדו"א 2 203.1840, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

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 הסמסטר.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
גרפיקה ממוחשבת	שיעור	ד"ר רועי פורן	4	4	א', 16-20

5. עיבוד תמונה, 203.3730

קדמים: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, מתמטיקה דיסקרטית 203.1850, חדו"א 2 203.1840, חדו"א 1 203.1830, אלגברה ליניארית 203.1810

קורס זה עוסק בניתוח והבנת תמונות. נלמד כלים קלאסיים ושימושיים בתחום. נושאים בקורס כוללים: רכישת תמונה, שיפור תמונה, ניתוח תמונה, ייצוגי תמונה (פרמידות), זיהוי שפות, סגמנטציה של תמונה, זיהוי תבניות בתמונה, וכן נושאים נבחרים בראיה ממוחשבת כגון זיהוי תנועה, תמונות תלת-מימד ועוד.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
עיבוד תמונה	שיעור	פרופ' חגית הל-אור	4	4	ב' 16-18 + ד' 14-16

6. דחיסת תמונה וקול 203.3880

קדמים: מתמטיקה דיסקרטית, 203.1850. חדו"א 2, 203.1840. חדו"א 1, 203.1830, אלגברה ליניארית 203.1810

הקורס דן בקשת רחבה של שיטות לדחיסת תמונות, וידאו, דיבור וקול. דחיסת אותות מהסוגים הנזכרים נעשתה חשובה מאד בשנים האחרונות גם ל"צרכן הביתי" של מולטימדיה, בעקבות החיבור הנפוץ לאינטרנט ולאמצעי מולטימדיה ממוחשבים אחרים, כגון DVD, וידאו בטלפון סלולרי ועוד.

למעשה, כל היישומים בהם מועבר מידע אודיו-וידאו מצריכים דחיסה ברמות שונות ובעקבות צורך זה נוצרה סדרה של תקנים בינלאומיים המותאמים לכל יישום. כ"כ, מיושמות טכניקות אלו ביישומים צבאיים, רפואיים ומסחריים אחרים בהם נדרש עיבוד אות בכלל (כולל דחיסה) ברמה גבוהה.

תעשיית ההיי-טק בישראל היא מן המובילות בעולם בתחומים אלו, והדרישה בשוק למהנדסים ובוגרי מדעי המחשב המתמצאים בעיבוד אות היא גבוהה מאד.

בקורס ישולבו לימוד תאורטי ומעשי, תוך שימוש בתכנת MATLAB וסביבות עבודה נוספות.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
דחיסת תמונה וקול	שיעור	מר נמרוד פלג	3	3	ה', 16-19

7. אלגוריתמי דינג, 203.3925

קדמים: תכנות מונחה עצמים 203.1120, שיטות הסתברותיות 203.2480

אלגוריתמי דינג (מסחר אלגוריתמי) הינו תחום מולטידיסציפלינרי שבו עולם ההשקעות, כלכלה, ומדעי מחשב נפגשים. מסחר אלגוריתמי, מבוסס על שימוש בפלטפורמות מחשוב המשגרות פקודות קניה ומכירה לבורסה, המתקבלים באמצעות אלגוריתמים המריצים אסטרטגיות מסחר/השקעה. מסחר אלגוריתמי הינו תחום חדש יחסית שתוך עשור הפך לטכנולוגיה המניעה את השווקים הפיננסיים בעולם.

בחלקו הראשון הקורס מקנה את היסודות והכלים להבנת המסחר האלקטרוני בשווקים פיננסיים. בחלקו השני, הקורס מתמקד בהקניית בסיס הידע התאורטי והעקרונות המנחים בתכנון ובניה של אסטרטגיות מסחר ומערכות מסחר אלגוריתמי.

הקורס משלב התנסות מעשית בבניית מערכת מסחר אלגוריתמי על מערכת מקצועית - TradeStation, ומקנה ידע וראיה רחבה של התחום המסחר האלגוריתמי, היכול להוות כרטיס כניסה לתחום ההייטק הפיננסי - Fintech, תחום מרתק הזוכה להתפתחות מואצת בשנים האחרונות הן בעולם וגם בארץ.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגוריתמי דינג	שיעור	מר ארי בן-אפרים	3	3	ב', 09-12

סמסטר ב':

1. הנדסת תוכנה, 203.3140

קדם: תכנות מונחה עצמים 203.1120, מבני נתונים 203.2310

הכרת שיטות של הנדסת תוכנה בפיתוח מערכות עתירות תוכנה. הבנה ויישום של כלים לביצוע תהליך פיתוח מלא הכולל ניתוח והגדרת דרישות ותכן, אינטגרציה, בדיקות ותהליכים תומכים. לימוד ושימוש בשפת UML כשפה תקנית לתיאור מבנה ופעולת תוכנה.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
הנדסת תוכנה	שיעור	ד"ר מלכי גרוסמן	4	4	א', 16-20
	תרגיל	גאורגי קסייב	2	0	ה', 18-20

2. מעבדה בחישוב ענן, 203.3179

קדם: מערכות הפעלה 203.2110

במסגרת קורס זה הסטודנטים יתכננו, יממשו ויתעדו פרויקטים שונים בהיקף של כ-200 שעות (לסטודנט) בנושאים הקשורים לחישוב ענן. למרות ששם הקורס הוא "מעבדה", מדובר בפרויקט של עבודה עצמית לכל דבר ועניין. העבודה תתבצע בקבוצות של 1-2 סטודנטים, בהנחה צמודה של עוזרי המחקר וחבר הסגל האקדמי. סטודנטים המעוניינים להירשם למעבדה חייבים לבצע את הפעולות הבאות (בסדר הנקוב):

1. לבדוק באתר המעבדה: <http://www.cs.technion.ac.il/~ladypine/projects/haifau.html> אילו מן הפרויקטים מעניינים אתכם.

2. לקרוא את מאמר שמהווה את בסיס המעבדה בנושא ה-RaaS.

3. לקרוא את המאמרים הנוספים הקשורים לפרויקט(ים) שברצונכם לממש.

4. לפנות לפרופ' אור דונקלמן לצורך קבלת אישור לפנות לריאיון בטכניון.

האישור יינתן רק לסטודנטים אשר עומדים בדרישות הקדם ו/או בעלי ידע אפורמלי מוכח בקורסים הנדרשים. הראיון ידון ביכולת הסטודנט/ית לממש את הפרויקט הנבחר. כללי הציון, מועדי ההגשות, וכו' נקבעים ע"י צוות המעבדה בפועל, ועומדים בדרישות האקדמיות של הטכניון.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מעבדה בחישוב ענן	מעבדה	מרצים שונים	3	3	פגישות אישיות

*מחליף פרויקט. אין קשר למעבדה בסמס' א'. כל סמס' עומד בנפרד

3. רשתות תקשורת, 203.3210

קדמים: מבני נתונים 203.2310, מבוא לחמרה 203.1210, תכנות מונחה עצמים 203.1120, שיטות הסתברותיות 203.2480

קורס מבוא להקניית מושגי יסוד ברשתות תקשורת מחשבים. חשיבות הרשתות הולכת וגדלה כאשר בנוסף על היישומים הקלאסיים של העברת נתונים, הולכים ומתרבים 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	פרופ' אור דונקלמן	4	4	הקורס מתקשב שעת קבלה ביום א' 14-15
רשתות תקשורת	תרגיל	דניאל מובסוביץ'	2	0	ג' 14-16

4. אחזור מידע, 203.3340

קדם: שיטות הסתברותיות 203.2480, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, מערכות הפעלה 203.2110

אחזור מידע הינו תחום העוסק בייצוג, איתור, תמצות והצגה של מידע טקסטואלי המאוחסן במאגרי מידע בנפחים גדולים. במהלך הקורס נסקור טכנולוגיות אחזור בסיסיות ומתקדמות כאחד ונלמד כיצד מנועי חיפוש כגון גוגל ובינג עובדים. כחלק ממטלות הקורס נתנסה בפיתוח של שיטות אחזור מידע בסולר – מנוע חיפוש בקוד פתוח.

נושאי הקורס: ארכיטקטורה של מנועי חיפוש, איסוף עיבוד וייצוג מידע טקסטואלי, אינדוקס ואחזור, הערכת טיב אחזור, מודלי דירוג (מודל המרחב הווקטורי, מודל הסתברותי ועקרון הדרוג ההסתברותי, מודלי שפה, מודלי נירונים, גישות אקסיומטיות), דירוג ע"י הצבעות, שיטות אוטומטיות ללמידת דירוג, היפותזות האשכול ושימושה באחזור, חיזוי טיב אחזור, שיטות ניסוח שאילתה מחדש, שימוש בנתוני שימוש ואחזור מבוסס שיה, פרסונליזציה, תמצות תוצאות חיפוש, מונטיזציה של חיפוש, אופטימיזציה מנועי חיפוש וקידום אתרים.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אחזור מידע	שיעור	ד"ר חגי רויטמן	4	4	א' + ה' 08-10

5. אופטימיזציה קומבינטורית, 203.3452

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, שיטות הסתברותיות 203.2480

הקורס 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) ובבעיית 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 ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אופטימיזציה קומבינטורית	שיעור	ד"ר מורן פלדמן	4	4	א'+ג' 10-12

6. מעבדה בבינה מלאכותית, 203.3630

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, מבוא לבינה מלאכותית 203.3610

מסגרת המעבדה יועבר מבוא לבינה מלאכותית. הדגש במעבדה יושם על התנסות מעשית האלגוריתמיקה של הבינה המלאכותית. במסגרת המעבדה יתבצע חקר ביצועים של מימושים אלטרנטיביים של האלגוריתמיקה במגוון רחב של נושאים ובכללם: ייצוג ידע, תכנות לוגי, מימושים חליפיים לאלגוריתמי חיפוש, היוריסטיקת חיפוש, פונקציות הערכה, זיכרון אסוציאטיבי, חיפוש מקבילי או מבוזר, פתרון בעיות אופטימיזציה ולמידה חישובית. הקורס מיועד רק לתלמידי החוג.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מעבדה בבינה מלאכותית	מעבדה	מר שי בושינסקי	3	3	ו' 10-13

7. למידה עמוקה, 203.3834

קדם: תכנות מונחה עצמים 203.1120, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, מבוא ללמידה ממוכנת 203.3770

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 מתויגות: Transfer

learning, One-shot learning, ונלמד על Deep Reinforcement Learning

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
למידה עמוקה	שיעור	ד"ר ריטה אוסדצ'י	3	4	ב', 9-12
למידה עמוקה	תרגיל	טרם נקבע	2	0	ד', 18-20

8. מבוא לענן וביג דטה, 203.3840

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים, 203.2410

קורס מבוא יעסוק בחיבור בין שני היבטים מרכזיים של עולם הביג דטה: אחסון ביג דטה ופלטפורמות ביג דטה לניתוח נתונים. במסגרת הקורס סטודנטים ייחשפו לסקירה של מערכות ופתרונות העדכניים בעולם של ביג דטה, יילמדו חומר תאורטי ויעשו עבודות מעשיות הכוללות פיתוח קוד. נלמד שיטת Map Reduce לניתוח נתונים ונתמקד על Apache Spark אשר הפך להיות תחום התמחות הכי מבוקש בעולם. כמו כן נלמד על serverless computing והקשר לביג דטה. נלמד פתרונות אחסון של ביג דטה, מערכת קבצים מבוזרות כגון HDFS, סוגי קבצים כמו Apache Parquet. נלמד על REST API, GraphQL ושימוש שלהם בתור פרוטוקול גישה לענן. נעסוק הרבה ב Cloud based Object Storage ונלמד מושגים רבים מהתחום, כגון replication, Metadata, consistency models, fault tolerance, data partition ונושאים רבים אחרים.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבוא לענן וביג דטה	שיעור	ד"ר גיל ורניק	2	2	ג', 08-10

סמינרים לתואר ראשון

סמסטר א':

1. אבטחת מידע, 203.3365

קדם: מערכות הפעלה 203.2110, מודלים חישוביים 203.3510

הסמינר יעסוק בנושאים הקשורים לאבטח מידע כגון: בקרת גישה, וירטואליזציה, הצפנה, מערכות מבוזרות, מודלי אבטחה, פרטוקולי אבטחה ומעקב אחרי מערכת.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אבטחת מידע	סמינר	פרופ' אור דונקלמן	2	2	א', 14-16

2. שיטות זיהוי ביומטריות, 203.3845

קדם: עיבוד תמונה 203.3730

זיהוי ביומטרי מתייחס למכלול השיטות המשמשות לזיהוי בני אדם אשר מבוססות על זיהוי תכונה או תכונות פיזיות או התנהגותיות. בקורס זה נדבר על שיטות מבוססות טביעות אצבע, תווי פנים, קשתית או רשתית העין ואחרות. נדבר גם על הסכנות לפרטיות של אנשים הקשור לשימוש בנתונים ביומטריים ושיטות להגנת הפרטיות.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
שיטות זיהוי ביומטריות	סמינר	ד"ר ריטה אוסדצ'י	2	2	ה', 14-16

סמסטר ב':

1. אלגוריתמים תיאורטיים, 203.3405

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

הסמינר יעסוק באלגוריתמים תיאורטיים חדשניים.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגוריתמים תיאורטיים	סמינר	פרופ' גדי לנדאו	2	2	ד', 12-14

2. סיווג תמונות, 203.3705

קדם: עיבוד תמונה 203.3730

הסמינר ידון במאמרים בתחום של זיהוי וסיווג תמונות, בפרט נכיר הגדרות של בעיות שונות בזיהוי תמונות, נלמד שיטות קלסיות ומתקדמות לחישוב מאפיינים, ייצוגים ברמות שונות של אבסטרקציה ושיטות סיווג שונות.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סיווג תמונות	סמינר	ד"ר ריטה אוסדצ'י	2	2	ה', 14-16

3. עיבוד תמונה מתקדם , 203.3775
קדם: עיבוד תמונה 203.3730 (בציון 85 ומעלה)

סמינר בנושא מתקדם בעיבוד תמונה וראייה ממוחשבת. נושאים לדוגמא: עיבודי תמונה בצבע דחיסה של תמונות חיפוש במסדי נתונים של תמונות זיהוי אובייקטים תנועה ותלת מימד מתוך תמונה. **לסמינר זה יתקבלו אך ורק סטודנטים אשר סיימו את הקורס "עיבוד תמונה" בציון 85 ומעלה. לסטודנטים אשר לא יעמדו בדרישה הרישום לסמינר יבוטל בתקופת השינויים של סמסטר ב'. סטודנט שנרשם בסמסטר א' תש"פ לקורס עיבוד תמונה יהיה תקף רק למועדי בחינות א+ב.**

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר בעיבוד תמונה מתקדם	סמינר	פרופ' חגית הל-אור	2	2	ד', 14-16

סמינרים מתואר שני

סמסטר א':

1. נושאים מתקדמים בעיבוד תמונה, 203.3755
קדם: עיבוד תמונה 203.3730 (בציון 85 ומעלה)

סמינר בנושא מתקדם בעיבוד תמונה וראייה ממוחשבת. נושאים לדוגמא: עיבודי תמונה בצבע דחיסה של תמונות חיפוש במסדי נתונים של תמונות זיהוי אובייקטים תנועה ותלת מימד מתוך תמונה. **לסמינר זה יתקבלו אך ורק סטודנטים אשר סיימו את הקורס: "עיבוד תמונה" בציון 85 ומעלה. לסטודנטים אשר לא יעמדו בדרישה הרישום לסמינר יבוטל.**

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
נושאים מתקדמים בעיבוד תמונה	סמינר	פרופ' חגית הל-אור	2	2	ד', 10-12

סמסטר ב':

1. סמינר בפרטיות, 203.3316
קדם: מודלים חישוביים 203.3510, אבטחת מחשבים ורשתות 203.3448

פרטיות בעולם מקוון: תקשורת אנונימית (Mix Net+Tor) פרטיות במאגרי נתונים (כולל פרטיות דיפרנציאלית) פרטיות של מידע אישי (ביומטרי) וכן אספקטים חוקיים אתיים של פרטיות.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר בפרטיות	סמינר	פרופ' אור דונקלמן	2	2	א', 12-14

2. סמינר על אופטימיזציות של מהדרים, 203.3666
קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

נסקור קבוצת אופטימיזציות מתקדמות, כל סטודנט יציג מאמר אחד ויכין מצגת שמתארת את הטכניקה ויכין דוגמאות קוד עבור האופטימיזציה שמתוארת במאמר.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סמינר על אופטימיזציות של מהדרים	סמינר	פרופ' יוסי בן אשר	2	2	ג', 14-16

קורסי בחירה מתואר שני

סטודנטים יוכלו להצטרף לקורסים הללו רק על בסיס מקום פנוי בסיום ההרשמה של תואר שני תוך עמידה בקורסי הקדם.

סמסטר א':

1. אבטחת מחשבים ורשתות, 203.3448

קדם: מע' הפעלה 203.2110

עקרונית 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	3	א' 10-12 + ה' 12-14

2. סיבוכיות תקשורת, 203.3574

קדם: שיטות הסתברותיות 203.2480, מודלים חישוביים 203.3510

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 א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סיבוכיות תקשורת	שיעור	ד"ר אור מאיר	3	3	ה', 16-19

3. מעבדה בגרפיקה ממוחשבת, 203.3704

קדם: גרפיקה ממוחשבת, 203.3710

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.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מעבדה בגרפיקה ממוחשבת	מעבדה (מחליפה פרויקט)	ד"ר רועי פורן	3	3	מפגשים אישיים

לצורך בחירת נושא, יש לתאם פגישה עם המרצה.

*לא יתקיימו שיעורים קבוצתיים אלא מפגשים אישיים. לתיאום מפגש נא לפנות במייל לד"ר רועי פורן roiporanne@cs.haifa.ac.il

4. מבוא למידה ממוכנת, 203.3770

קדמים: שיטות הסתברותיות 203.2480, חדו"א 2 203.1840, אלגברה ליניארית 203.1810.

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-means), הפחתת מימדיות מידע PCA, בחירת מאפיינים, Boosting.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבוא למידה ממוכנת	שיעור	ד"ר ריטה אוסדצי	3	3	ב', 09-12

5. תכנות מדעי, 203.3830

קדמים: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, חדו"א 2 203.1840, חדו"א 1 203.1830, אלגברה ליניארית 203.1810,

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

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
תכנות מדעי	שיעור	פרופ' רחל קולודני	3	3	ג', 8-11

6. מעבדה בחישוב בטוח בענן 203.3850

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

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 encryption), וחישוב על מידע מוצפן בעזרת (Multi-Party Computation), תלמידי המעבדה ייחשפו למגוון שיטות אלו תוך דיון בכיתה על הספרות המקצועית הרלוונטית ועבודה מעשית בבית בפרויקט פיתוח פתרוניות חישוב בטוח.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מעבדה בחישוב בטוח בענן	מעבדה (מחליפה פרויקט)	ד"ר עדי עקביה	3	3	

הקבלה למעבדה אינה אוטומטית. יש לשלוח קורות חיים וגיליון ציונים במייל לעדי גולן com.adigolan0102@gmail.com עם שורת נושא: רישום למעבדה סתיו 2019 ולכתב ב CC את ד"ר עקביה: akavia@cs.haifa.ac.il עד לתאריך **1.10.19** הקבלה למעבדה מותנית בראיון עם ד"ר עקביה.

לא יתקיימו מפגשים קבוצתיים אלא מפגשים אישיים. מפגש ראשון יתקיים ביום ג' 29.10.19 בין השעות 12-14

7. חישוב בטוח רב משתתפים, 203.3861

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

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	ד', 12-15

הקבלה לקורס אינה אוטומטית. יש לשלוח קורות חיים וגיליון ציונים במייל לעדי גולן com.adigolan0102@gmail.com עם שורת נושא: רישום קורס סתיו 2019 ולכתב ב CC את ד"ר עקביה: akavia@cs.haifa.ac.il עד לתאריך **1.10.19** הקבלה לקורס מותנית בראיון עם ד"ר עקביה.

סמסטר ב':**1. תקשורת באינטרנט, 203.3220**

קדם: רשתות תקשורת 203.3210

הקורס מציג את ארכיטקטורת התקשורת הבסיסית באינטרנט: תרגום שמות לכתובות מערכת ה DNS, ניתוב באינטרנט, מקומי וגלובלי, ניתוב רב מקבלים. פרוטוקול התעבורה TCP: הקמת קשר, אמינות, בקרת צפיפות ותעבורה. אפליקציות ה Web: HTML, Browser, ופרוטוקול HTTP. רשתות הפצת נתונים CDN.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
תקשורת באינטרנט	שיעור	ד"ר אורן שרון	3	3	ג' 16-19

2. רובוטיקה מתקדמת, 203.3277
קדם: מודלים חישוביים 203.3510

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

מס' המקומות למעבדה זו הנו מוגבל. הקבלה למעבדה כרוכה באישורו של ד"ר דן פלדמן. לצורך קבלת אישור יש לפנות במייל לתמיך גדות: tamir.gadot@hotmail.com עד לתאריך 30.9.19.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
רובוטיקה מתקדמת	מעבדה (מחליפה פרויקט)	ד"ר דן פלדמן	3	3	אין

3. תורת האינפורמציה במדעי המחשב, 203.3370
קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, שיטות הסתברותיות 203.2480

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 ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
תורת האינפורמציה במדעי המחשב	שיעור	ד"ר נגה רון-צבי	3	3	ו', 11-8

4. אקראיות בחישוב, 203.3426
קדמים: שיטות הסתברותיות, 203.2480, מודלים חישוביים, 203.3510

אלגוריתמים ופרוטוקולים הסתברותיים מהווים כלים יסודיים במדעי המחשב. תחום המחקר של פסאודו-אקראיות מנסה לענות (בין השאר) על שתי השאלות הבאות: (1) באיזה סיטואציות חישוביות אפשר לחסוך בשימוש באקראיות, ואולי אפילו לוותר לגמרי על השימוש באקראיות? (2) כיצד מחשבים יכולים להטיל סדרה של מטבעות הוגנים ובלתי תלויים. הקורס ייתן מבוא תיאורטי לתורה המתמטית שפותחה כדי לענות על שאלות אלה.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אקראיות בחישוב	שיעור	פרופ' רונן שאלתיאל	3	3	ד', 13-16

5. יסודות הקריפטוגרפיה, 203.3447**קדם:** שיטות הסתברותיות 203.2480, מודלים חישוביים, 203.3510

הקורס יעסוק בהגדרות ובניות של אובייקטים קריפטוגרפים בסיסיים כגון: פונקציות חד כיווניות, סכמות התחייבות של ביטים, גנרטורים פסאודו-אקראיים והוכחות באפס ידיעה תוך שימת דגש על הגדרות בטיחות מדויקות והוכחות ריגורוזיות.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
יסודות הקריפטוגרפיה	שיעור	פרופ' רונן שאלתיאל	3	3	ב', 13-16

6. פונקציות בוליאניות, 203.3596**קדם:** שיטות הסתברותיות 203.2480, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

הקורס יתרכז במגוון משפטים קלאסיים על פונקציות בוליאניות, הן הקשורות לסיבוכיות, הן הקשורות לאנליזה.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
פונקציות בוליאניות	שיעור	ד"ר אורי רבינוביץ'	3	3	ב', 16-19

7. עיבוד שפות טבעיות, 203.3670**קדם:** מודלים חישוביים, 203.6510

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 החשובות 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 ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
עיבוד שפות טבעיות	שיעור	פרופ' שולי וינטנר		3	ג', 9-12

8. מעבדה בחקר חישוב של התנהגות אנושית, 203.3734**קדמים:** עיבוד תמונה 203.3730

קורס מעבדה בו סטודנטים יבצעו פרויקט מחקרי בתחום חקר חישובי של התנהגות חישובית. הפרויקט יכלול הקמת מערכת ושימוש בטכנולוגיות והרצת פיילוט ניסויי עם ניתוח תוצאות. חלק מהפרויקטים יהיו בשיתוף עם חוקרים אחרים באוניברסיטה (פסיכולוגיה, פיזיותרפיה, חינוך ועוד)

ויתכן ויתבצעו בשטח המעבדה שלהם. דוגמאות לפרויקטים: מעקב אחר תנועות פנים, ידיים, ניתוח תנועות גופניות, מעקב אחר תנועות עיניים בעת ביצוע משימה ועוד.

לקורס זה יתקבלו רק סטודנטים אשר סיימו את הקורס: "עיבוד תמונה" בציון 85 ומעלה. סטודנט שנרשם בסמסטר א' תש"פ לקורס עיבוד תמונה יהיה תקף רק למועדי בחינות א+ב, בנוסף במידה ולא עמד בדרישות הקדם, הרישום לקורס "עיבוד תמונה" יימחק ממערכת הלימודים שלו בתקופת השינויים של סמסטר ב'.

הקבלה לקורס זה אינה אוטומטית, יש לשלוח מייל בקשה לרישום לפרופ' חגית הל אור
hagit@cs.haifa.ac.il עד לתאריך 1.10.19.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מעבדה בחקר חישוב של התנהגות אנושית	מעבדה	פרופ' חגית הל אור (מחליפה פרויקט)	3	3	ד', 16-19

9. עיבוד גיאומטרי, 203.3747

קדם: גרפיקה ממוחשבת 203.3710

בקורס נלמד מספר נושאים מתקדמים העיבוד גיאומטרי: סריקה ושחזור משטחים, גיאומטריה דיפרנציאלית דיסקרטית, אנליזה של משטחים, פרמטריזציה ודפורמציה של משטחים, אופטימיזציה ואלמנטים סופיים בהקשר של גיאומטריה. הקורס דורש שליטה טובה ב+C+.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
עיבוד גיאומטרי	שיעור	ד"ר רועי פורן	3	3	א' 16-19

סמסטר קיץ:

1. למידת נתונים במערכות זמן אמת, 203.3274

קדמים: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410 ושיטות הסתברותיות 203.2480

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'. מיחשוב ענן - תיכנון ומימוש אלגוריתמים ללמידה וניתוח טרה בייטים של מידע ממקורות טוויטר, מאגרי תמונה או קול על מאות מחשבים בענן (בד"כ של אמזון).

הקבלה למעבדה אינה אוטומטית. יש לשלוח קורות חיים וגיליון ציונים במייל לתמיר גדות: tamir_gadot@hotmail.com ולכתב את ד"ר פלדמן: dannyf.post@gmail.com. הקבלה למעבדה מותנית בראיון עם ד"ר פלדמן.

סמסטר קיץ:

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
למידת נתונים במערכות זמן אמת	מעבדה (מחליפה פרויקט)	ד"ר דן פלדמן	3	3	אין

2. מעבדה בראייה ממוחשבת, 203.3720****מעבדה לא מחליפה פרויקט הנ"ז יחשב כקורסי בחירה במדעי המחשב.****קדם:** עיבוד תמונה 203.3730, למידה עמוקה 2033834
פרויקטים שונים בראייה ממוחשבת לדוגמא: בעיות זיהוי שיחזור מבנה תלת - ממדי ועקיבה.**סמסטר קיץ:**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מעבדה בראייה ממוחשבת	שיעור	ד"ר סיימון קורמן	4	3	מפגשים אישיים

3. מבני נתונים מתקדמים, 203.8006**קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

מודלים של מבני נתונים, עצי חיפוש, חיפוש טווח, מבני נתונים המאזנים את עצמם, מבני נתונים עמידים, גרפים דינאמיים, מחרוזות, ניתוח תחרותי, וניתוח לשיעורין.

סמסטר קיץ:

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבני נתונים מתקדמים	שיעור	פרופ' אורן וימן	4	3	טרם נקבע

****הרישום לקורסים של סמסטר קיץ יחל בתקופת השינויים של סמסטר ב'.**