

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

**שנתון תואר ראשון – שנה"ל תשע"ח**

תאריך עדכון 12.9.17

**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 תכנות. 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*	סמאח אדריס	2	0	1. ד', 16-18
		סמאח אדריס			2. ה', 08-10
		סמאח אדריס			3. ה', 14-16
מבוא למדעי המחשב	מעבדה*	דולב שרון	2	0	1. ה', 16-18
		דולב שרון			2. א', 14-16
		רמי עילבוני			3. א', 16-18

\* יש לבחור תרגיל אחד ומעבדה אחת.

**סמסטר ב': (מיועד רק לסטודנטים המתקבלים לסמסטר ב')**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבוא למדעי המחשב	שיעור	גבי ליאת רוזנברג	4	5	ב' 16-18 + ה' 18-20
מבוא למדעי המחשב	תרגיל	טרם נקבע	2	0	
מבוא למדעי המחשב	מעבדה*		2	0	

\* יש לבחור מעבדה אחת מבין ה-2

**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	גבי ליאת רוזנברג	3	4	א', 14-17
תכנות מונחה עצמים	תרגיל*	יאיר מרום	2	0	1. א', 18-20
					2. ד', 08-10
					3. ד', 18-20

\* 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	נועה פריבמן-חורש	2	3	ב', 18-20
ארגון המחשב ושפות סף	תרגיל *	אלעד טלבי	2	0	1. ג', 14-16 2. ג', 18-20

\* 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, שרון, מעגלי זיכרון, טבלת מעברים, בנית 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*	ג'רייס דאניאל	2	0	1. א', 16-18 2. ג', 16-18

\* 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 הדרדית, קיפאון, פסיקות.

**סמסטר ב':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מערכות הפעלה	שיעור	ד"ר רחל קולודני	4	5	א' 10-12 + ד' 08-10
מערכות הפעלה	תרגיל*	הדר שלו	2	0	1. א', 14-16 2. ד', 12-14 3. ד', 18-20

\* 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 א':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבנה מהדרים	שיעור	פרופ' יוסי בן-אשר	0	5	השיעור מתוקשב
מבנה מהדרים	תרגיל	מור זמיר זוסמן	2	0	1. א', 12-14
					2. א', 14-16
					3. ב', 18-20

\* 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 רחל קולודני	4	5	ב' 14-16 + ה' 08-10
מבני נתונים	תרגיל *	לואי מועלם	2	0	1. ב', 12-14
					2. ה', 14-16

\* יש לבחור תרגיל אחד.

**סמסטר ב':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבני נתונים	שיעור	ד"ר אורן וימן	4	5	ב' + ה' 12-14
מבני נתונים	תרגיל *	נתן ולהיימר	2	0	1. ב', 16-18
					2. ה', 08-10

\* יש לבחור תרגיל אחד.

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

הקורס יכלול אלגוריתמים דטרמיניסטיים לבעיות קלאסיות תוך שימת דגש על הוכחת נכונות וסיבוכיות. בעיית החציון, דוגמאות שונות של תכנון דינמי, אלגוריתמים לסריקה של גרפים, קשירות, מסלולים קצרים ביותר, עץ פורש מינימלי, זרימה ברשתות ושימושים 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' 08-10
תכנון וניתוח אלגוריתמים	תרגיל *	כרמי ארלינסקי	2	0	1. ב', 14-16
					2. ה', 12-14

\* יש לבחור תרגיל אחד.

**סמסטר ב':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
תכנון וניתוח אלגוריתמים	שיעור	פרופ' אלק וינשטיין	4	5	ב' + ד' 12-14
תכנון וניתוח אלגוריתמים	תרגיל *		2	0	1. ב', 16-18 2. ג', 16-18

\* 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 קומבינטוריות, כאשר המטרה היא הן ללמד את התלמיד להשתמש בשיטות הסתברותיות, והן להעמיק את הידע שלו בקומבינטוריקה ואלגוריתמים.

**סמסטר א':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
שיטות הסתברותיות	שיעור	ד"ר אורי רבינוביץ	4	5	ב' + ד' 12-14
שיטות הסתברותיות	תרגיל *	נתן ולהיימר	2	0	1. ד', 10-12 2. ד', 18-20

\* יש לבחור תרגיל אחד.

**מבוא ללוגיקה, 203.2850****קדם:** החל משנה"ל תשע"ו, רק הקורס: 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 ותורת הקבוצות	שיעור	ד"ר אורן בן-צבי	2	3	ב', 08-10
מבוא ללוגיקה ותורת הקבוצות	תרגיל *	סמאח אדריס	2	0	1. ג', 10-12 2. ד', 10-12 3. ד', 14-16

\* יש לבחור תרגיל אחד.

## פרוייקט חלק א', 203.3198 (סמס' א')

קדם: אין

הפרוייקט 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. הפרוייקטים הינם סמסטריאליים: יקבעו שעות פגישה שבועיות עם המנחה, תאריכי הצגות אמצע, הצגות סופיות והגשת דוחות מסכמים. הפרוייקט הנו חובה בלימודים במסלול החד-חוגי. חובה להירשם לשני החלקים של הפרוייקט (חלק א', 203.3198 וחלק ב' 203.3199). 3 נ"ז יינתנו אך ורק עם הרישום לשני החלקים.

הפרוייקט הינו מקצוע חובה בלימודים במסלול החד-חוגי. חובה להירשם לשני החלקים של הפרוייקט. **תלמידי המסלול הדו-חוגי יכולים לקחת פרויקט במקום קורס בחירה על בסיס מקום פנוי אחרי תקופת השינויים.**

מרכזת הפרוייקטים: ד"ר ענת אהרוני

## פרוייקט חלק ב', 203.3199 (סמס' ב')

קדם: אין

הערה: הציון בפרוייקט יעודכן כל עוד ישנו רישום לפרוייקט חלק א', 203.3198

הפרוייקט 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. הפרוייקטים הינם סמסטריאליים: יקבעו שעות פגישה שבועיות עם המנחה, תאריכי הצגות אמצע, הצגות סופיות והגשת דוחות מסכמים. הפרוייקט הנו חובה בלימודים במסלול החד-חוגי. חובה להירשם לשני החלקים של הפרוייקט (חלק א', 203.3198 וחלק ב' 203.3199). 3 נ"ז יינתנו אך ורק עם הרישום לשני החלקים.

תלמידי המסלול הדו-חוגי יכולים לקחת פרויקט במקום קורס בחירה על בסיס מקום פנוי אחרי תקופת השינויים.

מרכזת הפרוייקטים: ד"ר ענת אהרוני

## מודלים חישוביים 203.3510

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

הגדרת בעיות החלטה כבעיית זיהוי שפות, אוטומטים ושפות רגולריות, מכונות 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' אילן נוימן	4	5	ב' 14-16 + ה' 08-10
מודלים חישוביים	תרגיל *	רוידה מחאמיד	2	0	1. ד', 08-10 2. ה', 14-16

\* יש לבחור תרגיל אחד.

סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מודלים חישוביים	שיעור	פרופ' אילן נוימן	4	5	ג', 16-20
מודלים חישוביים	תרגיל *	רוידה מחאמיד	2	0	1. ג', 10-12 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 חובה להירשם אך נרק לקבוצות התרגול של מדעי המחשב !!**  
**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 גיל ורניק	4	5	ב' 10-12 + ד' 12-14
אלגברה ליניארית	תרגיל*		2	0	1. ג', 14-16 2. ד', 18-20

\* יש לבחור תרגיל אחד.

**סמסטר ב':**

**לא שייך למדעי המחשב אלא לחוג למתמטיקה. הרישום אינו פתוח אוטומטית בפניכם. 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	ד"ר ספי לדקני	4	5	ב' 14-16 + ה' 10-12
אלגברה ליניארית	תרגיל	טרם נקבע	2	0	ג', 14-16

**אלגברה ב', 203.1820 חובה להירשם אך נרק לקבוצות התרגול של מדעי המחשב !!**  
**קדם:** אלגברה ליניארית 203.1810

ערכים ווקטורים עצמיים. פולינום אופייני ופולינום מינימלי. לכסון. צורות קנוניות. מכפלה פנימית ונורמה. המשפט הספקטרלי. תבניות ביליניאריות.

**סמסטר ב':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגברה ב'	שיעור	ד"ר יובל גינוסר	4	5	ב' + ה' 14-16
אלגברה ב'	תרגיל*		2	0	1. ב', 18-20 2. ה', 18-20

\* יש לבחור תרגיל אחד.

**סמסטר א':**  
לא שייך למדעי המחשב אלא לחוג למתמטיקה. הרישום אינו פתוח אוטומטית בפניכם. מספר המקומות מוגבל. הרישום יבוצע בפועל ע"י הסטודנט עצמו ולא ע"י החוג.

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגברה ב'	שיעור	פרופ' אנה מלניקוב	4	5	ב' 10-12 + ה' 14-16
אלגברה ב'	תרגיל		2	0	ב', 10-12

**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 + ד' 08-10
חדו"א 1	תרגיל*	לילך נעים	2	0	1. א', 10-12
					2. ג', 10-12

\* יש לבחור תרגיל אחד.

**סמסטר ב':**

לא שייך למדעי המחשב אלא לחוג למתמטיקה. הרישום אינו פתוח אוטומטית בפניכם. 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 פרול זפולסקי	4	5	ב' + ד' 16-18
חדו"א 1	תרגיל		2	0	ג', 10-12

**חדו"א 2, 203.1840**

**קדם:** חדו"א 1 203.1830

**חובה להירשם אך ורק לקבוצות התרגול של מדעי המחשב !!**

שיטות חישוב אינטגרלים בלתי מסוימים. המושג של אינטגרל מסוים לפי רימן ותכונותיו. האינטגרליות של הפונקציות הרציפות. הקשר בין האינטגרל המסוים והאינטגרל הלא מסוים. חישוב אינטגרלים מסוימים. שימושי האינטגרל המסוים. אינטגרל לא אמיתי. טורי מספרים. סדרות וטורים של פונקציות. טורי חזקות ופונקציות אנליטיות. רציפות ודיפרנציאביליות של פונקציות של שני משתנים. נגזרות חלקיות ושימושיהן.

**סמסטר ב':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
חדו"א 2	שיעור	ד"ר עמי ויסלטר	4	5	ב' 10-12 + ד' 12-14
חדו"א 2	תרגיל*		2	0	1. ד', 14-16
					2. ה', 16-18

\* יש לבחור תרגיל אחד.

**סמסטר א':** לא שייך למדעי המחשב אלא לחוג למתמטיקה. הרישום אינו פתוח אוטומטית בפניכם. מספר המקומות מוגבל. הרישום יבוצע בפועל ע"י הסטודנט עצמו ולא ע"י החוג.

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
חדו"א 2	שיעור	ד"ר עמי ויסלטר	4	5	א' 12-14 + ד' 16-18
חדו"א 2	תרגיל	טרם נקבע	2	0	ה' 12-14

## 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	ד"ר אור מאיר	4	5	ב' + ה' 12-14
מתמטיקה דיסקרטית	תרגיל *	איליה סומינסקי	2	0	1. ב', 08-10 2. ב', 16-18

### סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מתמטיקה דיסקרטית	שיעור	ד"ר אור מאיר	4	5	ב' + ה' 08-10
מתמטיקה דיסקרטית	תרגיל*		2	0	1. ב', 12-14 2. ה', 12-14

\* יש לבחור תרגיל אחד.

## קורסי בחירה

### סמסטר א':

#### 1. תכנות Web, 203.3130

**הערה:** במסלול החד חוגי, חובה לקחת או את הקורס תכנות Web (203.3130) או את הקורס רשתות תקשורת (203.3210).

**קדמים:** תכנות מונחה עצמים 203.1120, מערכות הפעלה 203.2110

מבוא וסקירה של טכנולוגיות עדכניות לפיתוח אתרי Web. מבוא לפרוטוקולי אינטרנט, שפות ייצוג, קישור והצגה של נתונים באינטרנט. פיתוח בצד השרת, ייצוג ואחזור נתונים ממסד. פיתוח בצד הלקוח וניהול רב-משתמשים. שימושיות ונגישות. ניהול מידע סמנטי ברשת. פיתוח אפליקציות Web מתקדמות באמצעות כלי המלצה, חיפוש, ניתוח נתונים וויזואליזציה.

### סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
תכנות Web	שיעור	ד"ר גיא פינגבלט	4	4	ג', 14-18
	תרגיל	סאמי מריד	2	0	א', 12-14

#### 2. הנדסת תוכנה, 203.3140

**קדמים:** מבני נתונים 203.2310, תכנות מונחה עצמים 203.1120

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 א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
הנדסת תוכנה	שיעור	ד"ר מלכי גרוסמן	4	4	א', 16-20
הנדסת תוכנה	תרגיל	גאורגי קסייב	2	0	א', 10-12



### 3. מערכות מבוזרות, 203.3160

**קדמים:** מערכות הפעלה 203.2110, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, רשתות תקשורת 203.3210

קורס זה ידון בעקרונות הבסיסיות למערכות מבוזרות. הקורס יחשוף את המודלים השונים למערכות מבוזרות ויצג ההיבט התיאורטי והמעשי למערכות אלו. לקורס יש שתי מטרות עיקריות: הכרה בסיסית במערכות מבוזרות ואופן בניית מערכות אלו בצורה היעילה ביותר. הקורס יציג הטכנולוגיות הקיימות לבניית מערכות מבוזרות. כמו כן, הקורס יעסוק בצד פיתוח מערכות עם טכנולוגיות חדשות אשר יוצגו במסגרת הקורס.

#### סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מערכות מבוזרות	שיעור	ד"ר עדנאן אגבאריה	3	3	ד', 13-16

### 4. 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, 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/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 א':

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

### 5. 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	ב' 12-14 + ה' 16-18

**6. מסדי נתונים, 203.3330****קדמים:** תכנות מונחה עצמים 203.1120, מבני נתונים 203.2310, מבוא ללוגיקה 203.2850

מבוא למסדי נתונים וארכיטקטורה. מידול מסדי נתונים בעזרת מודל ישויות-קשרים. המודל הרלציוני ושפת אס-קיו-אל. אלגברה רלציונית (אופרטורים ושקילות). תורת התיכון אילוצים, צורת נורמליות). מבוא לאחסון נתונים ואינדקסים. מיון חיצוני. עיבוד אופרטורים ואופטימיזציית שאילתות. מבוא לניהול תנועות והתאוששות. מבוא למסדי נתונים מבוזרים ושיתופיים.

**סמסטר א':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מסדי נתונים	שיעור	ד"ר חגי רויטמן	4	4	א' + ג' 08-10
	תרגיל	ליאת נתיב	2	0	ג', 18-20

**7. 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. 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	ב' 16-18 + ה' 12-14

**8. 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 המתמציאים בעיבוד אות היא גבוהה מאד. בקורס יושלבו 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	ד', 16-19

**9. אלגוריתמידינג, 203.3925****קדמים:** תכנות מונחה עצמים 203.1120, שיטות הסתברותיות 203.2480

אלגוריתמידינג (מסחר אלגוריתמי) הינו תחום מולטידיסיפלינרי 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
אלגוריתמידינג	שיעור	מר ארי בן-אפרים	3	3	ב', 09-12

**10. מדעי המחשב בקהילה, 203.3991 (קורס בחירה במדעי המחשב)****קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים, 203.2410

מטרת הקורס היא לחשוף תלמידי בתי ספר מאזורים מוחלשים לחשיבה מדעית ולרעיונות התיאורטיים העומדים ביסוד מדעי המחשב. תלמידי הקורס יעברו הכשרה קצרה ואינטנסיבית על ידי סגל הקורס ומורים אורחים, ולאחר מכן ישובצו בבתי ספר (בעיקר חטיבות ביניים) באזור חיפה והסביבה, שם ילמדו את תלמידי בתי הספר סדרת שיעורים שתבסס על התכנית "מדעי המחשב ללא מחשב".

הקורס יכלול הכשרה אינטנסיבית של 12-16 שעות בתחילת הסמסטר; כ-12 מפגשים של 2-3 שעות כל אחד בבית הספר; דיווח שבועי לצוות הקורס על המפגשים; פיתוח של מערך שיעור אחד לפחות; והשתתפות במפגש אמצע ובמפגש סיום (שאליו יוזמנו כל משתתפי התוכנית, עם הוריהם). הציון יתבסס על מידת המעורבות של הסטודנט בהעברת השיעורים, על ההתמדה, היצירתיות והיוזמה במהלך הסמסטר, ועל איכות מערך השיעור החדש.

הקורס קשה: הוא דורש יכולות של הוראה והדרכה, עמידה מול קהל, שליטה בחומר המועבר, יוזמה ויצירתיות. הוא גם דורש השקעה של שעות עבודה רבות. מאידך, הסיפוק הפוטנציאלי עצום, ואינו דומה לקורסים אחרים. בגלל הדרישות המיוחדות, יפתח מספר מצומצם של מקומות, וסטודנטים יתקבלו לקורס לאחר ראיון התאמה אישי.

**הקבלה לקורס מותנית בראיון אישי. הקורס מיועד לתלמידי שנה ג' בלבד.****סמסטר א':**

שם הקורס	סוג	מרצים	שעות	נ"ז	זמנים
מדעי המחשב בקהילה	שיעור	פרופ' חגית הל-אור		3	*ראו פירוט להלן

**\*פירוט זמני הקורס**

ראיון קבלה: יום א', 15/10/17 בין השעות 12:00-14:00. פרטים נוספים ימסרו למועמדים המתאימים.

**להלן מס' הערות:**

1. חובה להירשם מראש לראיון ולצרף קורות חיים עם ציון ניסיון רלוונטי בהוראה/הדרכה. יש לשלוח מייל בנושא "מדמ"ח בקהילה" לטלי שריג, [tsarig@univ.haifa.ac.il](mailto:tsarig@univ.haifa.ac.il) עד לתאריך 24.9.17.
2. בראיון תתבקשו בין היתר להציג במשך 5 דק' נושא אחד המעניין אתכם (לבחירתכם החופשית).
3. מעבר לראיון, מפגשי ההכנה / ההכשרה בהיקף 9 שעות הם חובה ויתקיימו בתאריכים הבאים:

מפגש 1: יום ד' 17/10/17, 12:00-15:00

מפגש 2: יום ה' 18/10/17, 12:00-15:00

מפגש 3: יום ג' 19/10/17, 12:00-15:00

מפגש אמצע: טרם נקבע

מפגש סיום: טרם נקבע

## סמסטר ב':

### 1. פיתוח צד לקוח, 203.3177

**קדמים:** תכנות מונחה עצמים 203.1120, מערכות הפעלה 203.2110. **מומלץ מאד ידע קודם** **בתכנות WEB**

קורס מקצועי המניח את היסודות לאחד התחומים המבוקשים ביותר בעולם כיום – פיתוח מבוסס דפדפן. הקורס מלמד את הידע התיאורטי והמעשי הנדרש כדי להתחיל לבנות ממשקי Web עשירים ויעילים, לממש עיצובים לכל פלטפורמה שתומכת ב-HTML5, לתקשר עם שרתים ולממש לוגיקה בצד לקוח ב-JavaScript. בנוסף נעבוד במהלך הקורס עם ספריות וכלים מתקדמים כגון: SASS, Git, Sublime, jQuery, AngularJS. תאריך אחרון להגשת פרויקט הגמר: 1.3.16

### סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
פיתוח צד לקוח	שיעור	מר סרג' קרול	4	4	ה', 16-20

### 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, בהנחיה צמודה של עוזרי המחקר וחבר הסגל האקדמי. סטודנטים המעוניינים להירשם למעבדה חייבים לבצע את הפעולות הבאות (בסדר הנקוב):

- לבדוק באתר המעבדה: <http://www.cs.technion.ac.il/~ladypine/projects/haifau.html> אילו מן הפרויקטים מעניינים אתכם.
- לקרוא את מאמר שמהווה את בסיס המעבדה בנושא ה-RaaS.
- לקרוא את המאמרים הנוספים הקשורים לפרויקטים) שברצונכם לממש.
- 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	<b>הקורס מתקשב</b> שעת קבלה תתקיים בכיתה ביום א' 14-15

#### חדש

### 4. אחזור מידע, 203.3340

**קדמים:** 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, היפותזת האשכול ושימושה באחזור, חיזוי טיב אחזור, שיטות ניסוח שאילתה מחדש, שימוש בנתוני שימוש ואחזור מבוסס שיח, פרסונליזציה, תמצות תוצאות חיפוש, מונטיזציה של חיפוש, אופטימיזציית 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

#### חדש

### 5. 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, Deep Reinforcement Learning

**סמסטר ב':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
למידה עמוקה	שיעור	ד"ר ריטה אוסדצי	3	4	ד', 13-16
	תרגיל	מר עלאא מעלוף	2	0	ב', 10-12

**6. מבוא לענן וביג דטה, 203.3840**  
**קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים, 203.2410

הקורס מבוא יעסוק בחיבור בין שני היבטים מרכזיים של עולם ביג דטה: אחסון ביג דטה ופלטפורמות ביג דטה לניתוח נתונים. נתמקד על Apache Spark אשר הפך להיות תחום התמחות הכי מבוקש בעולם, וגם נעסוק הרבה ב Cloud based Object Storage. במסגרת הקורס סטודנטים ייחשפו לסקירה של פתרונות הקיימים בעולם של ביג דטה, יילמדו חומר תאורטי ויעשו עבודות מעשיות הכוללות פיתוח קוד.

בחלק ראשון של הקורס נלמד מהי ביג דטה, מערכות קבצים מבוזרות (HDFS), אחסון בענן (object store), סוגי metadata, סוגי פורמטים ונתמקד על Apache Parquet, נלמד חסרונות ויתרונות של data locality, פרוטוקולים גישה לענן (REST), consistency models, fault tolerance, replication. בחלק שני של הקורס נעסוק בהיבטים הקשורים לניתוח של ביג דטה ונתמקד על Apache Spark אשר נחשב מנוע ביג דטה המתקדם בעולם.

**סמסטר ב':**

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

**סמסטר קיץ: (סמסטר מכוץ של 6-7 שבועות)**

**1. גרפיקה ממוחשבת, 203.3710**  
**קדמים:** תכנות מונחה עצמים 203.1120, אלגברה ליניארית 203.1810, חדו"א 203.1840, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

סקירת אמצעים גרפיים. אלגוריתמים לקויים ומעגלים, מילוי שטחים, המרת סריקה של פוליגונים, שיטות אינטראקטיביות, טרנספורמציות דו-מימדיות, ייצוג עצמים תלת-מימדיים, טרנספורמציות והיטלים תלת-מימדיים, אלגוריתמים להסרת קווים ומשטחים מוסתרים, נושאים נוספים לפי בחירת המרצה.

**סמסטר קיץ:**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
גרפיקה ממוחשבת	שיעור	ד"ר רועי פורן	4	4	ג', 12-16 + ה', 08-12

## סמינרים לתואר ראשון

חדש

סמסטר א':

### 1. נושאים מתקדמים במערכות המלצה, 203.3716 קדמים: אלגברה ב' 203.1820, שיטות הסתברותיות 203.2480

המטרה של מערכות המלצה היא למצוא מידע בעל ערך עבור המשתמשים. המערכות המתקדמות ביותר משתמשות בסינון שיתופי (Collaborative Filtering), כלומר הן מנתחות את היסטוריית השימוש של המשתמשים על-מנת להבין את ההעדפות שלהם ואת המאפיינים של המוצרים בצורה אוטומאטית. שיטה זו מאפשרת לחזות בצורה פרסונלית את המוצרים המתאימים לכל משתמש. בסמינר הזה נכסה שיטות מתקדמות מבוססות למידת מכונה (Machine Learning) עבור סינון שיתופי.

סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
נושאים מתקדמים במערכות המלצה	סמינר	מר אורן שר שלום	2	2	ב', 12-14

### 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 אוסדצי	2	2	ד', 10-12

### 3. אלגוריתמים לצמצום מידע, 203.3855 קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים, 203.2410

הסמינר יעסוק במאמרים על שיטות מודרניות לצמצום מידע בתחום של למידה חישובית, אופטימיזציה קמורה, גיאומטריה חישובית וראייה ממוחשבת.

סמסטר א':

שם הסמינר	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגוריתמים לצמצום מידע	סמינר	ד"ר דן פלדמן	2	2	ה', 18-20

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', 10-12



**2. שיכון גרפים במישור, 203.3595**  
**קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

1. מבוא: גרפים מישוריים, מכשולים למישוריות, משפט קוראטובסקי, אלגוריתמים נאיביים.
2. חיפוש בעומק ואלגוריתם של הופקרופט וטרגין.
3. מספור-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', 16-18

**3. 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	ג', 14-16

## קורסי בחירה מתואר שני \*

\* הערה:

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

### סמסטר א':

#### 1. תכנות מקבילי מעשי, 203.3182

קדם: תכנון וניתוח אלגוריתמים, 203.2410

חומרה מקבילית מודלים של תקשורת סוגי אפליקציות שפת סי מקבילית שיקולים ומודלים בתכנות מקבילי אלגוריתמים מקביליים אלגוריתמים מבוזרים תכנות מקבילי בג'אווה תכנות מקבילי ב-א.מ.פי.אי ותכנות מקבילי ב-א.מ.פי.פתוח.

### סמסטר א':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
תכנות מקבילי מעשי	שיעור	פרופ' יוסי בן-אשר	3	3	א', 16-19

#### 2. אלגוריתמים לגרפים מישוריים, 203.3414

קדם: מודלים חישוביים 203.3510

גרפים מישוריים הם גרפים שניתן לציירם על דף כך שקשתות הגרף אינן נחתכות. לגרפים אלו, שהינם שכיחים מאד בעולם האמיתי (לדוגמא 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 לגרפים מישוריים	שיעור	ד"ר אורן וימן	3	3	א', 11-14

#### 3. אבטחת מחשבים ורשתות, 203.3448

קדם: מע' הפעלה 203.2110

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	3	א' + ה' 14-16

**4. אופטימיזציה קומבינטורית, 203.3452****קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

בעיות זרימה בעלות מינימלית זיווגים בגרפים כלליים פאונים שלמים מטרוידים בעיית הסוכן הנוסע.

**סמסטר א':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אופטימיזציה קומבינטורית	שיעור	פרופ' אילן נוימן	3	3	ב', 09-12

**5. בלשנות חישובית, 203.3660****קדם:** מודלים חישוביים, 203.3510

מבוא לעיבוד ממוחשב של שפות טבעיות המתמקד ברקע התיאורטי הדרוש לפיתוח יישומים. בין הנושאים שיידונו: המבנה של שפות טבעיות; רבדים שונים בתיאור שפות: מורפולוגיה תחביר וסמנטיקה; שיטות המבוססות על מכונות מצבים סופיות; דקדוקים חסרי הקשר; שיטות ניתוח; דקדוקי האחדה; יישומים.

**סמסטר א':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
בלשנות חישובית	שיעור	פרופ' שולי וינטר	3	3	קורס מתוקשב

**6. מבוא ללמידה 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, 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 PAC, SVM, (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 ריטה אוסדצי	3	3	ג', 09-12

## סמסטר ב':

### 1. נושאים מתקדמים בתקשורת באינטרנט, 203.3231 קדם: רשתות תקשורת, 203.3210

1. איכות שידור: QoS, מושגים, הגדרות.
2. מודלים להבטחת QoS באינטרנט: IntServ, DiffServ
3. הפרוטוקול להזמנת משאבים באינטרנט: RSVP
4. מיתוג מעגלים באינטרנט: MPLS
5. רשתות תקשורת פרטיות: VPN.
6. סודיות בתקשורת מפתחות פרטיים וציבוריים הצפנה ב- Internet: הפרוטוקולים IPSec ו- SSL.
7. פרוטוקול הרשת IPv6.
8. תמיכה במשתמשים ניידים: Mobile IP.
9. טלפוניה באינטרנט: IP Telephony.

## סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
נושאים מתקדמים בתקשורת באינטרנט	שיעור	ד"ר אורן שרון	3	3	ד', 16-19

### 2. תכנון רכיבי חומרה למערכות משובצות מחשב, 203.3260 קדמים: מבוא למדעי המחשב, 203.1110, מבוא לחמרה, 203.1210

ישראל נמצאת במקום השני בעולם מבחינת כמות הציפיים 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 מסויים ב-Verilog. כמו כן, תהיה השוואה להמרה אוטומטית של תוכנה לחומרה.

## סמסטר ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
תכנון רכיבי חומרה למערכות משובצות מחשב	מעבדה	פרופ' יוסי בן-אשר	3	3	א', 10-13

### 3. רובוטיקה מתקדמת, 203.3277 (מעבדה שמחליפה פרויקט)

קדמים: מעבדה מוסיקולוגית - חלק א' 124.2700 (סמס' א' תשע"ח), 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. יש לפנות במייל לד"ר פלדמן: [dannyf.post@gmail.com](mailto:dannyf.post@gmail.com)

## הערות:

1. שימו לב! חובה לעמוד בתנאי הקדם המפורטים לעיל. רק סטודנט שהתקבל למעבדה זו בסמס' ב', מזכירות החוג תרשום אותו למעבדה המוסיקולוגית - חלק א' בסמס' א' תשע"ח. את זמני המעבדה המוסיקולוגית (סמס' א') ניתן לראות בקטלוג הקורסים האוניברסיטאי.
2. המעבדה מוסיקולוגית יכולה להיחשב תחת קטגוריית קורסי הבחירה החופשיים במסלול החד-חוגי.
3. לפרטים נוספים, ניתן לפנות לתמיר גדות: [tamir\\_gadot@hotmail.com](mailto:tamir_gadot@hotmail.com)

## סמסטר ב':

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

**4. אלגוריתמים מקורבים, 203.3440****קדם:** מודלים חישוביים 203.3510

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). סטודנט מצטיין שאין לו את הקדם: "מודלים חישוביים", מתבקש לפנות ישירות למרצה.

**סמסטר ב':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
אלגוריתמים מקורבים	שיעור	ד"ר אורי רבינוביץ'	3	3	א', 16-19

**5. יסודות הקריפטוגרפיה, 203.3447****קדמים:** שיטות הסתברותיות 203.2480, מודלים חישוביים 203.6510

הקורס יעסוק בהגדרות ובניות של אובייקטים קריפטוגרפיים 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. קודים ואלגוריתמים לתיקון שגיאות, 203.3570****קדמים:** אלגברה ליניארית 203.1810, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

קודים מתקני שגיאות מאפשרים שליחה וקבלה של הודעות בערוצי תקשורת רועשים (ע"י קידוד הודעות בצורה המאפשרת לשחזר הודעות שנפגעו ע"י רעש) ויש להם יישומים רבים ומגוונים במדעי המחשב. הקורס יציג בניות שונות של קודים מתקני שגיאות מתוך נקודת מבט אלגוריתמית. כמו כן, יוצגו שימושים שונים של קודים מתקני שגיאות בהקשרים שונים של מדעי המחשב.

**סמסטר ב':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
קודים ואלגוריתמים לתיקון שגיאות	שיעור	ד"ר נגה רוז-צבי	3	3	ה', 14-17

**7. סיבוכיות תקשורת, 203.3574****קדמים:** 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 ב':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
סיבוכיות תקשורת	שיעור	ד"ר אור מאיר	3	3	ה', 14-17 ולא 17-20

**8. מעבדה בעיבוד שפות טבעיות, 203.3650****קדם:** עיבוד שפות טבעיות, 203.3670

מטרת המעבדה לאפיין, לתכנן, לממש, ולהעריך פרויקט רחב היקף בעיבוד שפות טבעיות. לתלמידים יוצע לבחור נושא אחד מתוך מסי נושאים אפשריים. בד"כ יצריך הפרויקט קריאה והבנה של מאמר מדעי, יישום אלגוריתמים המתוארים במאמר, והקמה של פרויקט המממש את השיטה המתוארת. ניתן לעבוד בצוותים של שניים. סטודנט שאין לו קורס קדם יעבוד שפות טבעיות אלא בלשנות חישובית, מתבקש לשלוח הודעה בנדון דרך 'פורטל פניות הסטודנטים'.

**סמסטר ב':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מעבדה בעיבוד שפות טבעיות	מעבדה	פרופ' שולי וינטנר	3	3	יתקיימו 3 מפגשים בלבד. <b>המעבדה מתוקשבת</b>

**9. שטפי מידע מאסיביים, 203.3784****קדמים:** אלגברה ב' 203.1820, חדו"א 2 203.1840, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

בניגוד לגישה "הקלאסית" במדעי המחשב, המטפלת בנתונים סטטיים המאוחסנים בשרת מרכזי, כיום מקורות מידע רבים הם לא רק גדולים מאוד אלא גם דינמיים. קצב תעבורת המידע אינו מאפשר להפעיל אלגוריתמים מוכרים, ונדרשת גישה חדשה. הקורס יתמקד בניתוח שטפי מידע, תמצות, שיטות קירוב, ושטפי מידע מבוזרים.

**סמסטר ב':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
שטפי מידע מאסיביים	שיעור	פרופ' דני קרן	3	3	ג', 16-19

**10. צילום תלת-מימדי, 203.3792****קדם:** עיבוד תמונה, 203.3730

קורס זה הינו קורס מעשי בצילום תלת מימדי. במהלך הקורס התלמידים יפתחו מערכות צילום תלת מימדיות ניחות או נישאות על רובוט. בקורס ילמדו נושאים הכוללים: ראיית עומק, סטריאו, שיטות לרכישת מידע D3, סגמנטצית עומק, ועוד.

**סמסטר ב':**

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
צילום תלת-מימדי	שיעור	פרופ' חגית הל-אור	3	3	ב', 16-19

**11. תכנות מדעי, 203.3830**

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

בקורס זה נלמד כלים לתכנות פתרונות 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	ד"ר רחל קולודני	3	3	א', 13-16

## סמסטר קיץ:

### 1. למידת נתונים במערכות זמן אמת, 203.3274 (מעבדה שמחליפה פרויקט) קדמים: תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410 ושיטות הסתברותיות 203.2480

כל קבוצת סטודנטים תקבל פרויקט שיעסוק בתיכנון 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](mailto:tamir_gadot@hotmail.com) ולכתב את ד"ר פלדמן: [dannyf.post@gmail.com](mailto: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	ד"ר דן פלדמן	3	3	אין

### 2. מבוא לקריפטוגרפיה, 203.3444 קדם: מודלים חישוביים 203.3510

קריפטוגרפיה קלאסית, קריפטוגרפיה עם מפתח פרטי (הצפנה סימטרית), בטיחות מושלמת וחישובית, קריפטואנליזה, אימות הודעות, מבוא לתורת המספרים, קריפטוגרפיה עם מפתח פומבי (הצפנה אסימטרית), חתימות דיגיטליות ופונקציות תמצות קריפטוגרפיות, הוכחות באפס ידע, סכמות שיתוף סוד.

#### סמסטר קיץ:

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבוא לקריפטוגרפיה	שיעור+תרגול	פרופ' אור דונקלמן	4	3	א' 09-13 + ד' 13-17

### 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	ד"ר אורן וימן	4	3	א' 14-17 + ד' 09-12