

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

שנתון תואר ראשון – סמסטר ב' שנה"ל תש"פ

תאריך עדכון 05.02.20

**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 ב':

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבוא למדעי המחשב	שיעור	מר אברהם גיבוראן	4	5	ב' 18-20 + ה' 18-20
מבוא למדעי המחשב	תרגיל*	אלעד טלבי	2	0	1. ד', 16-18
מבוא למדעי המחשב	מעבדה*	לירן אייבנברג	2	0	1. ד', 18-20

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 *	יובל אלפסי	2	0	1. א', 18-20
					2. ב', 12-14
					3. 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 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 ושימושים לזרימה, משפט מנגר. פעולות אלגבריות בסיסיות, טרנספורם פורייה, הכפלת מטריצות, בעיות של מחרוזות.

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*	פאוזי אבו שקארה	2	0	1. ב', 16-18
					2. ה', 12-14

* 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 *	חאתם עדוי	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, מכונות טיורינג ואלגוריתמים. התיזה של צ'רץ, מכונה אוניברסלית, בעיות אי-כריעות. סיבוכיות זמן ומקום. מחלקת הבעיות הפולינומיאליות, דטרמיניזם, אי-דטרמיניזם ובעיות שלמות.

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 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 ב':**

ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים של מטריצה, מטריצות לכסיונות, 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 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 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 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 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 ותכנון, 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	טרם נקבע	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 לפרויקטים) 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 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

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 שיה, פרסונליזציה, תמצות תוצאות חיפוש, מונטיזציה של חיפוש, אופטימיזציות 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 במטראיד 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 בושניסקי	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 אוסדצי	3	4	ב', 9-12
למידה עמוקה	תרגיל	עמית שחר	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 תאורתי 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 וביג דטה. נלמד פתרונות אחסון של ביג דטה, מערכת קבצים מבוזרת 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

חדש

9. התנסות מעשית בשיטות שבירת צפנים סימטריים, 203.3859

קדם: אלגברה לינארית 203.1810, מבני נתונים 203.2310, אבטחת מחשבים ורשתות 203.3448 או מבוא לקריפטוגרפיה 203.3444

הקורס יעסוק במספר שיטות קריפטאנליזה (שבירת צפנים) יסודיות - מפגש באמצע, התקפות דיפרנציאליות והתקפות לינאריות. בנוסף להכרות עם ההתקפות, הקורס יעסוק באספקטים מימושיים שלהן על מעבדים מודרניים, תוך התייחסות מיוחדת למימוש יעיל של הצפנים ושל אלגוריתמי ההתקפה. הקורס יועבר בשפה האנגלית.

סמסטר ב' :

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
התנסות מעשית בשיטות שבירת צפנים סימטריים	שיעור	ערן למבווי	2	2	ד', 10-12

סמינרים לתואר ראשון

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' תשי"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 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 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. אפליקציית 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.

מסי' המקומות למעבדה זו הנו מוגבל. הקבלה למעבדה כרוכה באישורו של ד"ר דן פלדמן. לצורך קבלת אישור יש לפנות במייל לנסטיה: nastiam9053@gmail.com עד לתאריך 21.2.2020.

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', 16-13

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

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', 16-13

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 וסקלבליים 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 21.2.2020.

סמסטר ב':

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

חדש

10. 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. לצורך בחירת נושא, יש לתאם פגישה עם המרצה.

סמסטר ב':

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

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

roiporanne@cs.haifa.ac.il

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 ("יקריאת 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 (בדי"כ של אמזון).

הקבלה למעבדה אינה אוטומטית. יש לשלוח קורות חיים וגיליון ציונים במייל לנסטיה: nastiam9053@gmail.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 דינאמים, מחרוזות, ניתוח תחרותי, וניתוח לשיעורין.

סמסטר קיץ:

שם הקורס	סוג	מרצה	שעות	נ"ז	זמנים
מבני נתונים מתקדמים	שיעור	פרופ' אורן וימן	4	3	א' 14-17+ד' 9-12

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