

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

**שנתון תואר ראשון – שנה"ל תשפ"א**

תאריך עדכון 8.9.20 (יתכנו שינויים)

**קורסי חובה**

(בקורסי חובה עם מספר קבוצות תרגיל/מעבדה יש לבחור רק אחת)

**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 וינטר | 4    | 5   | ב' 14-16 + ד' 10-12 |
| מבוא למדעי המחשב | תרגיל | ליאת נתיב        | 2    | 0   | 1. א' 8-10          |
|                  |       | דניאל מובסוביץ   |      |     | 2. ג' 14-16         |
|                  |       | דניאל מובסוביץ   |      |     | 3. ה' 12-14         |
| מבוא למדעי המחשב | מעבדה | אלעד טלבי        | 2    | 0   | 1. ג' 8-10          |
|                  |       | אלעד טלבי        |      |     | 2. ה' 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 | שי זילברקלנג | 2    | 0   | 1. ג' 16-18 |
|                   |       |              |      |     | 2. ה' 18-20 |

**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 | אליאס גידעון    | 2    | 3   | ג' 8-10     |
| ארגון המחשב ושפות סף | תרגיל | אור-אל שרה מרום | 2    | 0   | 1. א' 16-18 |
|                      |       |                 |      |     | 2. ג' 10-12 |

**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, 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 | רוז בדר      | 2    | 0   | 1. ג' 18-20   |
|            |       |              |      |     | 2. ה' 14-16   |

**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' 12-14 + ד' 08-10 |
| מערכות הפעלה | תרגיל |                   | 2    | 0   | 1. א' 14-16         |
|              |       |                   |      |     | 2. ה' 16-18         |

**מבנה מהדרים, 203.2130**

**קדם:** מבני נתונים 203.2310  
אוטומט סופי, דקדוקים, ביטויים גולרים, 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 | ד"ר גדי הבר  | 4    | 5   | השיעור מתוקשב |
| מבנה מהדרים | תרגיל | אליאס ג'דעון | 2    | 0   | 1. א' 14-16   |
|             |       |              |      |     | 2. ג' 16-18   |
|             |       |              |      |     | 3. ה' 18-20   |

**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 גיא אבני | 4    | 5   | ב' 10-12 + ה' 12-14 |
| מבני נתונים | תרגיל | עמית שחר     | 2    | 0   | 1. ד' 18-20         |
|             |       |              |      |     | 2. ה' 16-18         |

**סמסטר ב':**

| שם הקורס    | סוג   | מרצה         | שעות | נ"ז | זמנים               |
|-------------|-------|--------------|------|-----|---------------------|
| מבני נתונים | שיעור | ד"ר גיא אבני | 4    | 5   | ב' 10-12 + ה' 12-14 |
| מבני נתונים | תרגיל | נתן ולהיימר  | 2    | 0   | 1. א' 12-14         |
|             |       |              |      |     | 2. ג', 10-12        |

**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 + ד' 16-18 |
| תכנון וניתוח אלגוריתמים | תרגיל | אילי עבוד       | 2    | 0   | 1. א', 18-20        |
|                         |       |                 |      |     | 2. ג', 14-16        |

**סמסטר ב' :**

| שם הקורס                | סוג   | מרצה              | שעות | נ"ז | זמנים               |
|-------------------------|-------|-------------------|------|-----|---------------------|
| תכנון וניתוח אלגוריתמים | שיעור | ד"ר אורי רבינוביץ | 4    | 5   | א' 10-12 + ג' 14-16 |
| תכנון וניתוח אלגוריתמים | תרגיל | רוז בדר           | 2    | 0   | 1. א' 8-10          |
|                         |       |                   |      |     | 2. ג' 18-20         |

**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 | פרופ' אילן נוימן | 4    | 5   | ב' 10-12 + ד' 12-14 |
| שיטות הסתברותיות | תרגיל | נתן ולהיימר      | 2    | 0   | 1. א' 10-12         |
|                  |       |                  |      |     | 2. ד' 8-10          |

**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 |

**פרויקט חלק א', 203.3198 (סמס' א') + פרויקט חלק ב', 203.3199 (סמס' ב')**

**קדם:** אין, פתוח לרישום לסטודנטים שנה ג'. הפרויקט הינו קורס 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.

**הערה:** הציון בפרויקט יעודכן רק אם ישנו רישום לפרויקט חלק א' + פרויקט חלק ב'

**מודלים חישוביים 203.3510**

**קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, השלמת חובת אנגלית/פסור, 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' רונן שאלתיאל | 4    | 5   | ב' + ד' 14-16 |
| מודלים חישוביים | תרגיל | רוידה מחאמיד       | 2    | 0   | 1. ב', 18-20  |
|                 |       |                    |      |     | 2. ה', 8-10   |

**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. ב', 12-14 |
|                 |       |                  |      |     | 2. ה', 8-10  |

**מפגש חוגי חלק א', 203.3777 סמסטר א'**

**מפגש חוגי חלק ב', 203.3778 סמסטר ב'**

**חובה להירשם 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.

| שם הקורס         | סוג | מרצה      | שעות | נ"ז | זמנים               |
|------------------|-----|-----------|------|-----|---------------------|
| מפגש חוגי חלק א' |     | 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 אוריה פירסט | 4    | 5   | ב' 16-18 + ד' 12-14         |
| אלגברה ליניארית | תרגיל | יולי עזרא       | 2    | 0   | 1. א', 16-18<br>2. ה', 8-10 |

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 | ד"ר פרול זפולסקי | 4    | 5   | ב' 12-14 + ד' 14-16 |
| אלגברה ליניארית | תרגיל | טרם נקבע         | 2    | 0   |                     |

#### אלגברה ליניארית (רק במסלול מדעי הנתונים), 203.1815

קדם: אין

סטודנט אשר אינו שייך למסלול מדעי הנתונים ויירשם לקורס, הקורס לא ישוקלל בסגירת התואר. מערכות משוואות ליניאריות, שיטת הדירוג, ווקטורים ומטריצות, מרחבים וקטוריים, תלות ליניארית, קבוצה פורשת, בסיס ומימד, העתקות ליניאריות, גרעין ותמונה, דטרמיננטה ודרגה, ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים, לכסון.

סמסטר א':

| שם הקורס        | סוג   | מרצה            | שעות | נ"ז | זמנים               |
|-----------------|-------|-----------------|------|-----|---------------------|
| אלגברה ליניארית | שיעור | ד"ר אורן בן-בסט | 4    | 5   | ב' 16-18 + ד' 12-14 |
| אלגברה ליניארית | תרגיל | טרם נקבע        | 2    | 0   | ג', 14-16           |

#### אלגברה ב', 203.1820

קדם: אלגברה ליניארית 203.1810

סמסטר א':

עדכון: ניתן להירשם לקורס זה בסמסטר ב' או בסמסטר קיץ בלבד (פרטים לגבי סמסטר קיץ יפורסמו בהמשך)

סמסטר ב':

ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים של מטריצה, מטריצות לכסיונות, פולינום אופייני ופולינום מינימאלי, 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. א' 8-10<br>2. ג' 8-10 |

## 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' 10-12 |
| חדו"א 1  | תרגיל | רועי וליץ       | 2    | 0   | 1. ב', 18-20        |
|          |       |                 |      |     | 2. ה', 16-18        |

סמסטר ב':

הקורס בסמסטר ב' שייך לחוג למתמטיקה 210.1115

מתכונות 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 | פרופ' קובי פתר | 4    | 5   | ב' 10-8 + ה' 12-14 |
| חדו"א 1  | תרגיל | טרם נקבע       | 2    | 0   |                    |

## חדו"א 2, 203.1840

קדם: חדו"א 1 203.1830

סמסטר א':

עדכון: ניתן להירשם לקורס זה בסמסטר ב' או בסמסטר קיץ בלבד (פרטים לגבי סמסטר קיץ יפורסמו בהמשך)

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' 10-8 + ד' 12-14 |
| חדו"א 2  | תרגיל | טרם נקבע       | 2    | 0   | 1. א' 10-12        |
|          |       |                |      |     | 2. ה' 14-16        |

## 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   | א' 10-12 + ד' 8-10 |
| מתמטיקה דיסקרטית | תרגיל | דפנה קופל    | 2    | 0   | 1. ב', 8-10        |
|                  |       |              |      |     | 2. ג', 16-18       |

סמסטר ב':

| שם הקורס         | סוג   | מרצה         | שעות | נ"ז | זמנים        |
|------------------|-------|--------------|------|-----|--------------|
| מתמטיקה דיסקרטית | שיעור | ד"ר אור מאיר | 4    | 5   | ב'+ד' 10-12  |
|                  | תרגיל | דפנה קופל    | 2    | 0   | 1. ב', 14-16 |

|                  |  |  |  |              |
|------------------|--|--|--|--------------|
| מתמטיקה דיסקרטית |  |  |  | 2. ג', 14-16 |
|------------------|--|--|--|--------------|

## קורסי בחירה

### 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 א':

| שם הקורס    | סוג   | מרצה            | שעות | נ"ז | זמנים     |
|-------------|-------|-----------------|------|-----|-----------|
| הנדסת תוכנה | שיעור | ד"ר מלכי גרוסמן | 4    | 4   | ד', 16-20 |
|             | תרגיל | ליאל פרידמן     | 2    | 0   | א', 8-10  |

#### סמסטר ב':

| שם הקורס    | סוג   | מרצה            | שעות | נ"ז | זמנים     |
|-------------|-------|-----------------|------|-----|-----------|
| הנדסת תוכנה | שיעור | ד"ר מלכי גרוסמן | 4    | 4   | א', 16-20 |
|             | תרגיל | ליאל פרידמן     | 2    | 0   | ה', 14-16 |

### 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 דיגיטליות, הכפלה במטריצות סקאלריות, 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' 10-12 |

### מבוא לבנייה 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 לבנייה מלאכותית | שיעור | מר שי בושניסקי | 4    | 4   | ו', 10-14 |

### גרפיקה ממוחשבת, 203.3710

**קדמים:** תכנות מונחה עצמים 203.1120  
 גרפיקה ממוחשבת היא תחום העוסק באחסון, עבוד ותצוגה של אובייקטים גיאומטריים. לגרפיקה יישומים רבים כגון, אנימציה ממוחשבת, משחקי מחשב, מציאות מדומה וכד'. מטרת הקורס היא להכיר את מושגי היסוד והשיטות הבסיסיות בגרפיקה.

#### סמסטר א':

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

### 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 | ני"ז | זמנים      |
|-------------|-------|-------------------|------|------|------------|
| עיבוד תמונה | שיעור | פרופ' חגית הל-אור | 4    | 4    | ב'ד' 16-18 |

### 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 | ני"ז | זמנים     |
|------------------|-------|--------------|------|------|-----------|
| דחיסת תמונה וקול | שיעור | מר נמרוד פלג | 3    | 3    | ה', 14-17 |

### אלגוריתמי דינאמי, 203.3925

**קדמים:** תכנות מונחה עצמים 203.1120, שיטות הסתברותיות 203.2480  
 אלגוריתמי דינאמי (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 והעקרוני המנחים בתכנון ובניה של אסטרטגיות מסחר ומערכות מסחר אלגוריתמי.

הקורס משלב התנסות מעשית בבניית מערכת מסחר אלגוריתמי על מערכת מקצועית - TradeStation, ומקנה יידע 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 | ני"ז | זמנים     |
|------------------|-------|-----------------|------|------|-----------|
| אלגוריתמי דינאמי | שיעור | מר ארי בן-אפרים | 3    | 3    | ב', 09-12 |

### מבוא לביולוגיה חישובית 203.34940

**קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410  
 בקורס יוצגו בעיות ושיטות חישוביות לניתוח נתונים ביולוגיים, עם שימת דגש על פתרון בעיות בביולוגיה מולקולרית. בין השאר יתוארו אלגוריתמים להתאמה של רצפים ביולוגיים ולהתאמה של מבנים. נדבר על שימושים בלמידת מכונה לפתרון בעיות בביולוגיה ובפרט אלגוריתמים לחיזוי מבנה שניוני של חלבונים ולחיזוי מבנה תלת ממדי בעזרת רשתות עמוקות.

**סמסטר א':**

| שם הקורס               | סוג   | מרצה              | שעות | ני"ז | זמנים   |
|------------------------|-------|-------------------|------|------|---------|
| מבוא לביולוגיה חישובית | שיעור | פרופ' רחל קולודני | 3    | 3    | א' 9-12 |

### רשתות תקשורת, 203.3210

**קדמים:** 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 ומתרחבים יישומי העברת קול, תמונה ווידאו. נעסוק בהיבטים שונים: פרוטוקולי תקשורת מודל 7 השכבות, רשתות מקומיות, אזוריות ועולמיות, טכנולוגיית האינטרנט, ניהול רשתות, יישומים מתקדמים והתפתחות עתידית.

**סמסטר ב':**

| שם הקורס     | סוג   | מרצה            | שעות | נ"ז | זמנים                              |
|--------------|-------|-----------------|------|-----|------------------------------------|
| רשתות תקשורת | שיעור | ד"ר אורן שרון   | 4    | 4   | הקורס מתקשב שעת קבלה ביום ד' 16-18 |
| רשתות תקשורת | תרגיל | דניאל מובסוביץ' | 2    | 0   | ד' 12-14                           |

### 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 |

### 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 |

### 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



**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 | ספיר לוי        | 2    | 0   | ג', 14-16 |

**מבוא לענן וביג דטה, 203.3840**

**קדם:** 203.2410 תכנון וניתוח אלגוריתמים,

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 ונראה לביג 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 |

**ראייה ממוחשבת, 203.34702**

**קדמים:** עיבוד תמונה 203.3730,

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

**סמסטר ב':**

| שם הקורס      | סוג   | מרצה             | שעות | נ"ז | זמנים    |
|---------------|-------|------------------|------|-----|----------|
| ראייה ממוחשבת | שיעור | ד"ר סיימון קורמן | 4    | 4   | ד' 12-16 |

**סמינרים לתואר ראשון**

**203.3365, אבטחת מידע,**

**קדם:** מערכות הפעלה 203.2110, מודלים חישוביים 203.3510

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

**סמסטר א':**

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

**203.3421, סמינר באלגוריתמים מקוונים,**

**קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, שיטות הסתברותיות 203.2480

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

**סמסטר א':**

| שם הקורס | סוג | מרצה | שעות | נ"ז | זמנים |
|----------|-----|------|------|-----|-------|
|          |     |      |      |     |       |

|                                 |       |                  |   |   |           |
|---------------------------------|-------|------------------|---|---|-----------|
| סמינר<br>באלגוריתמים<br>מקוונים | סמינר | פרופ' מורן פלדמן | 2 | 2 | ג', 10-12 |
|---------------------------------|-------|------------------|---|---|-----------|

### 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', 16-18 |

### 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', 14-16 |

### שיכון גרפים במישור, 203.3595

**קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

- מבוא: גרפים מישוריים, מכשולים למישוריות, משפט קוראטובסקי, אלגוריתמים נאיביים.
- חיפוש בעומק ואלגוריתם של הופקרופט וטרגין.
- מספור-st ואלגוריתמים מבוססים עליו.
- עצי-PQ ושימושיהם.
- עצי טרמו ושימושיהם.
- 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', 18-20 |

### 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 אוסדצי | 2    | 2   | ד', 10-12 |

### עיבוד תמונה מתקדם, 203.3775

**קדם:** עיבוד תמונה 203.3730 (בציון 85 ומעלה)

סמינר בנושא מתקדם בעיבוד תמונה וראייה ממוחשבת. נושאים לדוגמא: זיהוי אובייקטים, תנועה, תלת מימד, למידה ממוכנת בראייה ממוחשבת ועוד. 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.

הקבלה לסמינר אינה אוטומטית, יש לשלוח מייל בקשה לרישום לפרופ' חגית הל אור

עד לתאריך 1.10.20 [hagit@cs.haifa.ac.il](mailto:hagit@cs.haifa.ac.il)

**סמסטר ב':**

| שם הקורס | סוג | מרצה | שעות | נ"ז | זמנים |
|----------|-----|------|------|-----|-------|
|          |     |      |      |     |       |

|                          |       |                   |   |   |           |
|--------------------------|-------|-------------------|---|---|-----------|
| סמינר בעיבוד תמונה מתקדם | סמינר | פרופ' חגית הל-אור | 2 | 2 | ב', 12-14 |
|--------------------------|-------|-------------------|---|---|-----------|

## סמינרים מתואר שני

### נושאים מתקדמים בעיבוד תמונה, 203.3755

**קדם:** עיבוד תמונה 203.3730

סמינר בנושא מתקדם בעיבוד תמונה וראייה ממוחשבת. נושא הקורס יבחר לקשור בין ראייה ממוחשבת ולמידה ממוכנת.

לסמינר זה יתקבלו אך ורק סטודנטים אשר סיימו את הקורס: "עיבוד תמונה" בציון 85 ומעלה. סטודנטים אשר לא עמדו בדרישה הרישום לסמינר יבוטל. הקבלה לקורס זה אינה אוטומטית, יש לשלוח מייל בקשה לרישום לפרופ' חגית הל אור [hagit@cs.haifa.ac.il](mailto:hagit@cs.haifa.ac.il) עד לתאריך **1.10.20**.

**סמסטר א':**

| שם הקורס                    | סוג   | מרצה              | שעות | נ"ז | זמנים     |
|-----------------------------|-------|-------------------|------|-----|-----------|
| נושאים מתקדמים בעיבוד תמונה | סמינר | פרופ' חגית הל-אור | 2    | 2   | ד', 12-14 |

### סמינר בחישוב בטוח רב משתתפים, 203.3335

**קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, מודלים חישוביים 203.3510

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

**סמסטר א':**

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

### 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   | ה', 12-14 |

## קורסי בחירה מתואר שני

### 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    | 4   | א' 14-16+ה' 12-14 |

### סדנא בפתרון בעיות א', 203.3453

**קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, שיטות הסתברותיות 203.2480

בסדנה הסטודנטים יפתרו בבית בעיות מתחום התיאוריה של מדעי המחשב ויצגו בכיתה. הם ידרשו להציג פתרונות בשיעורים הבאים. בכל שיעור, המרצה יציג רקע לנושא מסוים ובנוסף בעיות. לאחר מכן, קבוצות של סטודנטים, לפי בחירתם, יציגו פתרונות לבעיות קודמות. הנושאים בסדנה א' יהיו בעיקר קומבינטוריים וכולים אלגבריים בקומבינטוריקה. הציון ייקבע ע"פ השתתפות ואיכות הפתרון וההצגה.

הקבלה לקורס אינה אוטומטית. רישום לקורס הוא אך ורק ע"י אישור המרצה וכן לסטודנטים עם ממוצע מעל 85 בקורסי התיאוריה. יש לשלוח בקשות לרישום לקורס לפרופ' אילן נוימן [ilan.newman@gmail.com](mailto:ilan.newman@gmail.com) עד לתאריך 1.10.20

סמסטר א':

| שם הקורס             | סוג   | מרצה             | שעות | נ"ז | זמנים     |
|----------------------|-------|------------------|------|-----|-----------|
| סדנא בפתרון בעיות א' | שיעור | פרופ' אילן נוימן | 3    | 3   | ה', 16-19 |

### סיבוכיות מעגלים, 203.4522

**קדם:** שיטות הסתברותיות 203.2480, מודלים חישוביים 203.3510  
בתחום של סיבוכיות, אנחנו מנסים להוכיח שפונקציות מסוימות הן קשות לחישוב. בפרט, השאלה הגדולה ביותר של מדעי המחשב – האם P שווה ל – NP דורשת מאתנו להוכיח שאי אפשר לחשב פונקציות מסוימות בעילות. סיבוכיות מעגלים היא תת-תחום של סיבוכיות שמנסה להוכיח טענות כאלה ע"י ניתוח של המעגלים הלוגיים שמחשבים את הפונקציות. בקורס אנחנו נלמד כיצד אפשר להוכיח שקשה לחשב פונקציה ע"י מעגלים לוגיים ממגוון מודלים: מעגלים כלליים, מעגלים מונוטוניים, מעגלים עם עומק חסום, נוסחאות, ועוד. הקורס הוא קורס תיאורטי, ואנחנו נשתמש בו בשיטות מקומבינטוריקה, אלגברה, והסתברות.

סמסטר א':

| שם הקורס        | סוג   | מרצה         | שעות | נ"ז | זמנים     |
|-----------------|-------|--------------|------|-----|-----------|
| סיבוכיות מעגלים | שיעור | ד"ר אור מאיר | 3    | 3   | ב', 12-15 |

### עיבוד שפות טבעיות, 203.4670

**קדם:** מודלים חישוביים, 203.3510  
קורס זה מקנה הכרות ראשונית אך מעמיקה עם גישות מודרניות לעיבוד ממוחשב של שפות טבעיות. הקורס מציג את האלגוריתמים העיקריים המשמשים לעיבוד שפות, כמו גם את התכונות החישוביות של שפות טבעיות. הקורס מתמקד בגישות סטטיסטיות אמפיריות: שימוש בקורפוסים של טקסט, מודלים הסתברותיים ואלגוריתמים יציבים וסקלביים ליישומים אמתיים. בין הנושאים שייסקרו: מודל שפה, מודל מרקוב חבוי, תיוג חלקי דיבר, הפגת עמימות ברמת המילה, אחזור מידע, סיווג טקסטים, ניתוח תחבירי סטוכסטי, ותרגום אוטומטי סטטיסטי.

סטודנטים אשר השלימו את הקורס "מבוא ללמידה ממוכנת" יכולים גם להירשם לקורס.

סמסטר א':

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

### מעבדה בגרפיקה ממוחשבת, 203.3704

קדם: אין

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

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

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

פורן [roiporanne@cs.haifa.ac.il](mailto:roiporanne@cs.haifa.ac.il)

סמסטר א' או סמסטר ב':

| שם הקורס              | סוג                   | מרצה          | שעות | נ"ז | זמנים |
|-----------------------|-----------------------|---------------|------|-----|-------|
| מעבדה בגרפיקה ממוחשבת | מעבדה – מחליפה פרויקט | ד"ר רועי פורן | 3    | 3   |       |

### מבוא ללמידה ממוכנת, 203.3770

**קדמים:** שיטות הסתברותיות 203.2480, חדו"א 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, Boosting, בחירת מאפיינים.

**סמסטר א':**

| שם הקורס           | סוג   | מרצה             | שעות | נ"ז | זמנים     |
|--------------------|-------|------------------|------|-----|-----------|
| מבוא ללמידה ממוכנת | שיעור | ד"ר ריטה אוסדצ'י | 3    | 3   | ב', 09-12 |

### 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, Multi-Party Computation), וחישוב על מידע מוצפן בעזרת Fully homomorphic encryption ו-functional encryption. תלמידי המעבדה ייחשפו למגוון שיטות אלו תוך דיון בכיתה על הספרות המקצועית הרלוונטית ועבודה מעשית בבית בפרויקט פיתוח פתרונות חישוב בטוח. הקבלה לקורס אינה אוטומטית. יש לשלוח קורות חיים וגיליון ציונים במייל לד"ר

עקביה: [akavia@cs.haifa.ac.il](mailto:akavia@cs.haifa.ac.il) עם שורת נושא: רישום לקורס סתיו 2020 עד לתאריך 1.10.20

לא יתקיימו מפגשים קבוצתיים אלא מפגשים אישיים.

**סמסטר א':**

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

### 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.

הקבלה לקורס אינה אוטומטית. יש לשלוח קורות חיים וגיליון ציונים במייל לד"ר עקביה

עקביה: [akavia@cs.haifa.ac.il](mailto:akavia@cs.haifa.ac.il) עם שורת נושא: רישום לקורס סתיו 2020 עד לתאריך 1.10.20

**סמסטר א':**

| שם הקורס              | סוג   | מרצה          | שעות | נ"ז | זמנים     |
|-----------------------|-------|---------------|------|-----|-----------|
| חישוב בטוח רב משתתפים | שיעור | ד"ר עדי עקביה | 3    | 3   | ג', 16-19 |

### מעבדה ברובוטיקה מתקדמת, 203.3277

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

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

מס' המקומות למעבדה זו הנו מוגבל. הקבלה למעבדה כרוכה בעמידה בתנאים הבאים (עמידה בתנאים 1-2 אינה מבטיחה קבלה למעבדה):

1. ציון של 75 לפחות בקורסי הקדם.
2. ממוצע ציונים בתו"ל של 85 לפחות
3. ראיון אישי עם ד"ר דן פלדמן

**סטודנטים המעוניינים להירשם למעבדה מתבקשים לשלוח קורות חיים ותדפיס ציונים עדכני לגב' אנסטטיה מיכאליץ: [nastiam9053@gmail.com](mailto:nastiam9053@gmail.com) עד לתאריך 1.10.20 יש לציין בנושא המייל: רובטיקה מתקדמת 2021.**

**סמסטר ב':**

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

### מבוא לקריפטוגרפיה, 203.3444

**קדם:** מודלים חישוביים 203.3510

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

**סמסטר ב':**

| שם הקורס          | סוג         | מרצה              | שעות | נ"ז | זמנים      |
|-------------------|-------------|-------------------|------|-----|------------|
| מבוא לקריפטוגרפיה | שיעור+תרגול | פרופ' אור דונקלמן | 4    | 4   | א'ה' 14-16 |

### סדנא בפתרון בעיות ב', 203.3459

**קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, שיטות הסתברותיות 203.2480

סדנא הסטודנטים יפתרו בבית בעיות מתחום התיאוריה של מדעי המחשב ויצגו בכיתה. הם ידרשו להציג פתרונות בשיעורים הבאים. בכל שיעור, המרצה יציג רקע לנושא מסוים ובנוסף בעיות. לאחר מכן, קבוצות של סטודנטים, לפי בחירתם, יציגו פתרונות לבעיות קודמות. הנושאים בסדנא א' יהיו בעיקר קומבינטוריים וכלים אלגבריים בקומבינטוריקה. הציון ייקבע ע"פ השתתפות ואיכות הפתרון וההצגה.

הקבלה לקורס אינה אוטומטית. רישום לקורס הוא אך ורק ע"י אישור המרצה וכן לסטודנטים עם ממוצע מעל 85 בקורסי התיאוריה. יש לשלוח בקשות לרישום לקורס לפרופ' אילן נוימן

עד לתאריך **1.10.20** [ilan.newman@gmail.com](mailto:ilan.newman@gmail.com)

**סמסטר ב':**

| שם הקורס             | סוג   | מרצה              | שעות | נ"ז | זמנים     |
|----------------------|-------|-------------------|------|-----|-----------|
| סדנא בפתרון בעיות ב' | שיעור | ד"ר אורי רבינוביץ | 3    | 3   | א', 16-19 |

### גיאומטריה חישובית, 203.3480

**קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

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

**סמסטר ב':**

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

### סיבוכיות, 203.3520

**קדם:** מודלים חישוביים, 203.3510, שיטות הסתברותיות 203.2480

סיבוכיות (computational complexity) הוא הענף של מדעי המחשב החוקר איזה משימות יכולים מחשבים לבצע ביעילות (כאשר היעילות נמדדת ביחס למשאבים שונים כגון זמן ריצה, זכרון, כמות חומרה, תקשורת, מקביליות וכדומה). הקורס יתמקד בסיבוכיות זמן (המחלקות P, NP וההיררכיה הפולינומית), סיבוכיות

מקום (המחלקות L,NL,PSPACE), סיבוכיות של מעגלים בוליאנים, ובמחלקות של אלגוריתמים הסתברותיים והוכחות אינטראקטיויות (המחלקות BPP,IP,AM).

**סמסטר ב':**

| שם הקורס | סוג   | מרצה               | שעות | נ"ז | זמנים     |
|----------|-------|--------------------|------|-----|-----------|
| סיבוכיות | שיעור | פרופ' רונן שאלתיאל | 3    | 3   | ג', 16-19 |

### נושאים בתיאוריה של מדעי המחשב, 203.3534

**קדם:** שיטות הסתברותיות 203.2480, תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, אלגברה ב' 203.1820. הקורס יעסוק בהקניית כלים מתמטיים הנדרשים לעוסקים בתיאוריה של מדעי המחשב עם דגש על השימושים.

הקבלה לקורס אינה אוטומטית. רישום לקורס הוא אך ורק ע"י אישור המרצה וכן לסטודנטים עם ממוצע מעל 85 בקורסי התיאוריה. יש לשלוח בקשות לרישום לקורס לד"ר אורי רבינוביץ [yuri@cs.haifa.ac.il](mailto:yuri@cs.haifa.ac.il) עד לתאריך 1.10.20

**סמסטר ב':**

| שם הקורס                      | סוג   | מרצה              | שעות | נ"ז | זמנים     |
|-------------------------------|-------|-------------------|------|-----|-----------|
| נושאים בתיאוריה של מדעי המחשב | שיעור | ד"ר אורי רבינוביץ | 3    | 3   | ה', 16-19 |

### קודים ואלגוריתמים לתיקון שגיאות, 203.3570

**קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים, 203.2410, שיטות הסתברותיות 203.2480, אלגברה לינארית 203.1810. קודים לתיקון שגיאות הם כלי בסיסי בתקשורת המאפשר העברת מידע על ערוץ רועש. קודים אלו עומדים בבסיס מערכות תקשורת רבות בהן אנו משתמשים בחיי היום יום, ותכנון של קודים כאלו ואלגוריתמים יעילים לתיקון שגיאות הוא תחום מחקר פעיל עם שימושים רבים במדעי המחשב ובהנדסה. בקורס נלמד את התיאוריה הבסיסית של קודים לתיקון שגיאות ונציג קודים ואלגוריתמים מודרניים לתיקון שגיאות, תוך שימת דגש על קודים ואלגוריתמים הניתנים ליישום פרקטי ויעיל. הקודים והאלגוריתמים שנראה יתבססו על מגוון כלים מתמטיים כגון קומבינטוריקה, תורת הגרפים, אלגברה, הסתברות ותורת האינפורמציה. כמו כן נדגים מספר שימושים של קודים ואלגוריתמים לתיקון שגיאות בתחומים שונים במדעי המחשב כגון קריפטוגרפיה, אחסון מידע וחישוב מבוזר. הקורס מיועד לתלמידי תואר ראשון בשלב מתקדם, תואר שני ודוקטורט מכל התחומים.

**סמסטר ב':**

| שם הקורס                        | סוג   | מרצה            | שעות | נ"ז | זמנים    |
|---------------------------------|-------|-----------------|------|-----|----------|
| קודים ואלגוריתמים לתיקון שגיאות | שיעור | ד"ר נגה רון צבי | 3    | 3   | ו', 8-11 |

### 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 יכול להקמת 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' תשפ"א לקורס עיבוד תמונה יהיה תקף רק למועדי בחינות א+ב, בנוסף במידה ולא עמד בדרישות הקדם, הרישום לקורס זה 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](mailto:hagit@cs.haifa.ac.il) עד לתאריך 1.10.20.

**סמסטר ב':**

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

### 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   | ב' 16-19 |

## מעבדה בלמידת מכונה משמרת פרטיות, 203.3762

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

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

הקבלה לקורס אינה אוטומטית. יש לשלוח קורות חיים וגיליון ציונים במייל לד"ר

עקביה: [akavia@cs.haifa.ac.il](mailto:akavia@cs.haifa.ac.il) עם שורת נושא: רישום לקורס סתיו 2020 עד לתאריך **1.10.20**.

**לא יתקיימו מפגשים קבוצתיים אלא מפגשים אישיים.**

**סמסטר ב':**

| שם הקורס                        | סוג                   | מרצה          | שעות | נ"ז | זמנים |
|---------------------------------|-----------------------|---------------|------|-----|-------|
| מעבדה בלמידת מכונה משמרת פרטיות | מעבדה - מחליפה פרויקט | ד"ר עדי עקביה | 3    | 3   |       |

## למידת נתונים במערכות זמן אמת, 203.3274

**קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410, תכנות מונחה עצמים 203.1120, אלגברה ב' 203.1820, חדו"א 203.1840 2

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

מס' המקומות למעבדה זו הנו מוגבל. הקבלה למעבדה כרוכה בעמידה בתנאים הבאים:

1. ציון של 75 לפחות בקורסי הקדם.

2. ממוצע ציונים בתו"ל של 85 לפחות

3. ראיון אישי עם ד"ר דן פלדמן

עמידה בתנאים 1-2, אינה מבטיחה קבלה למעבדה.

**סטודנטים המעוניינים להירשם למעבדה מתבקשים לשלוח קורות חיים ותדפיס ציונים עדכני לגב' אנסטסיה מיכאיליץ: [nastiam9053@gmail.com](mailto:nastiam9053@gmail.com) עד לתאריך **1.10.20**.**

יש לציין בנושא המייל: למידת נתונים במערכות זמן אמת 2021.

**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   |

## מעבדה בראייה ממוחשבת, 203.3720

**\*\*מעבדה לא מחליפה פרויקט הנ"ז יחשב כקורסי בחירה במדעי המחשב.**

**קדם:** למידה עמוקה 203.3834, ראייה ממוחשבת 203.3702

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

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

[simon.korman@gmail.com](mailto:simon.korman@gmail.com)

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

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

## מבני נתונים מתקדמים, 203.8006

**קדם:** תכנון וניתוח אלגוריתמים 203.2410

מודלים של מבני נתונים, ניתוח תחרותי, וניתוח לשיעורין. עצי חיפוש וקודם/עוקב, חיפושי טווח, מבני נתונים למספרים שלמים, מבני נתונים למחרוזות, מבני נתונים המאזנים את עצמם, ערבול מושלם, גרפים דינמיים.



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

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

**סמינר בנושאים מתקדמים בראייה ממוחשבת, 203.3765**

**קדם:** למידה עמוקה 203.3834, ראייה ממוחשבת 203.3702  
 סילבוס מתקדם בראייה ממוחשבת, שבו נסקור מאמרים עדכניים במגוון נושאים, עם דגש על שימוש בכלים של למידה עמוקה לפתרון בעיות של התאמה בין תמונות, שחזור תלת-ממד וגיאומטריה של מצלמות.

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

| שם הקורס                             | סוג   | מרצה             | שעות | נ"ז | זמנים    |
|--------------------------------------|-------|------------------|------|-----|----------|
| סמינר בנושאים מתקדמים בראייה ממוחשבת | סמינר | ד"ר סיימון קורמן | 2    | 2   | טרם נקבע |

**חדש****סמינר בנושא סיבוכיות עדינה, 203.3411**

**קדם:** מודלים חישוביים 203.3510  
 סמינר זה עוסק בבעיות שמסורתית במדעי המחשב נחשבו ל"קלות", כלומר בעלות אלגוריתמים פולינומיאליים. האלגוריתמים המהירים ביותר הידועים לבעיות קלות רבות הם בעלי זמן ריצה גבוה ולרוב לא פרקטיים לשימוש בפועל. שיפור זמני הריצה הוא בעיה פתוחה ארוכת שנים, עם התקדמות מועטה בלבד. לפיכך, מתקבל על הדעת כי האלגוריתמים הללו הם מיטביים. עם זאת, פיתוח חסמים תחתונים נראה כמעט בלתי אפשרי בטכניקות הקיימות. הסמינר עוסק בתיאוריה חדשה שפותחה לאחרונה ובה מוכיחים קושי של בעיות בהסתמך על מספר השערות מתקבלות על הדעת. בסמינר נראה רדוקציות מעניינות (בין בעיות לכאורה שונות מאוד) שמראות שהסיבה לכך שקשה היה לשפר את האלגוריתמים הידועים היא זהה (למרות שזמני הריצה שלהם יכולים להיות שונים מאוד).

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

| שם הקורס            | סוג   | מרצה            | שעות | נ"ז | זמנים    |
|---------------------|-------|-----------------|------|-----|----------|
| מבני נתונים מתקדמים | סמינר | פרופ' אורן וימן | 2    | 2   | טרם נקבע |