

# החוג למדעי המחשב

ידיעון לשנת הלימודים תשע"ט

ירושלים, תשרי תשע"ט, ספטמבר 2018

# תוכן העניינים

3	מבוא
4	טלפונים שימושיים במכללה
5	לוח השנה האקדמית
6	תכניות הלימודים בחוג
13	נהלים אקדמיים במכללה ובחוג
25	תקצירי המקצועות

# מבוא

החוג למדעי המחשב במכללה האקדמית הדסה מקיים תוכניות לימודים לקראת שני תארים: (א) בוגר במדעי המחשב, (ב) מוסמך במדעי המחשב.

החוג פתח את שעריו בשנת תשנ"ו בפני המחזור הראשון של הסטודנטים, וראשוני הבוגרים סיימו את לימודיהם בשנת תשנ"ט. עד שנת הלימודים תשס"ב העניק החוג תואר B.A. במדעי המחשב, והחל משנת הלימודים תשס"ג מעניק החוג תואר B.Sc. במדעי המחשב. בשנת הלימודים תשס"ט, פתח החוג תוכנית לימודים לתואר M.Sc. במדעי המחשב. מאז הקמתו ועד היום, הכשיר החוג מאות רבות של בוגרים ובוגרות במדעי המחשב. בוגרי החוג נקלטו היטב בשווקי העבודה בירושלים ובארץ. רבים מבוגרי החוג ממשיכים את לימודיהם לקראת תארים מתקדמים באוניברסיטאות בולטות בארץ ובחו"ל, וחלקם משתלבים בלימודים לתואר שני במכללת הדסה.

תכניות הלימודים לשני התארים בחוג למדעי המחשב כוללות לימודי תוכנה ותכנות, לימודי חומרה ומערכות, לימודים מתמטיים, לימודי מדעי המחשב התיאורטיים, לימודי בחירה בנושאים מתקדמים במחשוב, פרויקטי גמר, ונושאים כלליים. כך נהנים הסטודנטים משילוב של כמה עולמות – בסיס מוצק במתמטיקה ובמדעי המחשב התיאורטיים, הכרות מקיפה ומעמיקה עם תחומי התוכנה והחומרה של עולם המחשבים המודרני, ומגוון של קורסי העשרה אקדמיים.

החוג מקפיד על יחס אישי לסטודנטים. בשל כך, זוכים הסטודנטים והמרצים להכיר אלו את אלו באופן אישי במהלך הלימודים. במקביל ללימודים הפורמאליים בכיתה, מוקדשות שעות רבות לתרגולים ולסדנות. המרצים והמתרגלים מקדישים מזמנם ושוהים במעבדות המחשבים מעבר לשעות ההוראה, דבר המאפשר לסטודנטים ללמוד מהידע של המרצים והמתרגלים באופן ישיר ומעמיק. לרשות הסטודנטים עומדות מעבדות מחשבים המתחדשות כל העת.

הלימודים בחוג למדעי המחשב נמשכים שלוש שנים (ששה סמסטרים) וכוללים 140 נקודות זכות. סטודנטים יכולים ללמוד בהיקף חלקי, ולהאריך את לימודיהם לתקופה של יותר משלוש שנים (למשל, משום שהם עובדים בהיקף משמעותי). סטודנטים שהינם הנדסאי תכנה, ועומדים בתנאי קבלה למסלול 'השלמה לבוגר' זכאים לפטור מעד עשרים נקודות זכות.

בנוסף, מקיים החוג תוכנית לימודים לקראת התואר מוסמך במדעי המחשב. תוכנית זו מיועדת למועמדים בעלי תואר בוגר במדעי המחשב או בתחום מדעי או הנדסי קרוב, ונבנתה באופן המאפשר לאנשים העובדים בתחומי המחשבים לשלבה עם עבודתם. תוכנית לימודי המוסמך במדעי המחשב נמשכת בין שנתיים (ארבעה סמסטרים) לארבע שנים (שמונה סמסטרים) וכוללת 48 נקודות זכות.

## טלפונים שימושיים במכללה

(02) 629-1975	פרופ' ברטולד פרידלנדר	נשיא המכללה
(02) 629-1975	ד"ר צחי מילגרם	ראש המינהל האקדמי
(02) 629-1953	פרופ' מישל ברקוביאר	ראש ביה"ס למדעי המחשב
(02) 629-1923	ד"ר יורם ביברמן	ראש החוג למדעי המחשב
(02) 629-1923	ד"ר סולנג' קרסנטי	ראש התוכנית לתואר שני
(02) 629-1923	פרופ' מיכאל ברמן	ראש המסלול 'מחשבים ברפואה' בתואר השני
(02) 629-1931	רוית דור	רכזת החוג
(02) 629-1307	ד"ר שמחה רוזן	דיקן הסטודנטים
(02) 629-1306	צופית חיים	יועצת הסטודנטים
(02) 629-1314	עפרה רותם	מנהלת מרכז אתגרים
(02) 629-1964	יעל קטלן	ראש מנהל הסטודנטים
(02) 629-1944	ליאת לוי	מדור רישום
(02) 629-1993	מיה שרגא	חשבת המכללה
(02) 629-1963	אסף מלקוש	מדור שכר לימוד
(02) 629-1310	ד"ר נורית מלצר-פדון	ראש המחלקה לאנגלית
(02) 629-1303	אריק רועי	מנהלת הספרייה
(02) 629-1970	רם אסולין	מנהל אדמיניסטרטיבי
(02) 629-1911		מודיעין

# לוח השנה האקדמית תשע"ט – מכללת הדסה (קמפוס הנביאים)

ראו:

<https://www.hac.ac.il/%D7%9C%D7%9C%D7%9E%D7%95%D7%93-%D7%90%D7%A6%D7%9C%D7%A0%D7%95/%D7%9C%D7%95%D7%97-%D7%A9%D7%A0%D7%94-%D7%90%D7%A7%D7%93%D7%9E%D7%99>

# תוכניות הלימודים בחוג

10	תיאור כללי של תכניות הלימודים בחוג
12	תכניות לימודים למסלולים שהתחילו בשנה"ל תשס"ט ואילך
13	תואר בוגר
16	תואר מוסמך

# תיאור כללי של תוכניות הלימודים בחוג

## מסלול הלימודים לתואר בוגר במדעי המחשב

מסלול לימודים לקראת תואר בוגר במדעי המחשב המיועד לבעלי תעודת בגרות (או תעודה השקולה לה). משך הלימודים המתוכנן במסלול זה הוא שלוש שנים (שישה סמסטרים). מסלול זה כולל פרויקט גמר. היקף הלימודים במסלול 140 נ"ז.

סטודנטים בעלי תואר 'הנדסאי תכנה', שעומדים בתנאי קבלה לתכנית 'השלמת הנדסאים' יוכלו ליהנות מפטור של 20 נ"ז מתוך הנ"ל.

## תחומי הלימודים במסלול לתואר בוגר במדעי המחשב

- **תוכנה ותכנות:** לימודי יסוד ולימודים מתקדמים הפרושים על פני כל שנות הלימודים. לימודים אלו הם חובה ונדרשים בהיקף זהה בכל מסלולי הלימודים.
- **חומרה ומערכות:** לימודי יסוד הפרושים על פני כל שנות הלימודים. לימודים אלו הם חובה ונדרשים בהיקף רחב במסלול הרגיל ובמסלול החרדי, ובהיקף מצומצם יותר במסלול ההשלמה
- **מתמטיקה:** לימודים מתמטיים יסודיים הנלמדים בשנת הלימודים הראשונה ובשנת הלימודים השנייה. לימודים אלו הם חובה ונדרשים בהיקף זהה בכל מסלולי הלימודים.
- **מדעי המחשב התיאורטיים:** לימודי יסוד ולימודים מתקדמים הפרושים על פני כל שנות הלימודים. לימודים אלו הם חובה ונדרשים בהיקף זהה בכל מסלולי הלימודים.
- **בחירה במדעי המחשב:** לימודים מתקדמים הנלמדים בשנת הלימודים השלישית.
- **פרויקטים:** ביצוע של פרויקט גמר במהלך הסמסטרים האחרונים של הלימודים.
- **נושאים כלליים:** כחלק מהתואר במדעי המחשב נדרשים מספר קורסי בחירה בנושאים כלליים. לימודים אלו ניתנים לפרישה על פני כל שנות הלימודים.

## מסלול הלימודים לתואר מוסמך במדעי המחשב

**תואר מוסמך:** מסלול לימודים לקראת תואר מוסמך במדעי המחשב המיועד לבעלי תואר בוגר במדעי המחשב או בתחום מדעי או הנדסי קרוב. משך הלימודים המתוכנן במסלול זה הוא בין שנתיים (ארבעה סמסטרים) לבין ארבע שנים (שמונה סמסטרים). תוכנית הלימודים במסלול זה נבנית באופן המאפשר לאנשים העובדים בתחומי המחשבים לשלבה עם עבודתם. מסלול זה כולל קורסי חובה, קורסי בחירה, סמינר, פרויקט גמר מחקרי ובחינת גמר מקיפה בסיום הלימודים.

## הערות כלליות לגבי כל מסלולי הלימודים

- ניתן לקבל פטור מקורסים מסוימים או ממספר נקודות זכות על סמך לימודים קודמים. נהלים והנחיות לגבי פטור מקורס או מנקודות זכות מופיעים בתקנון המכללה.
- תוכניות הלימודים בחוג הן דינאמיות ומתעדכנות משנה לשנה. וועדת ההוראה של החוג למדעי המחשב רשאית לשנות ולעדכן את תוכניות הלימודים לפי הצורך – הן את נושאי הלימודים השונים, הן את היקפי הלימודים השונים, והן את תוכניות הלימודים של כל שנה.

## הרכב התארים בחוג לפי נושאים

### תואר בוגר (שלוש שנים):

נקודות זכות	נושאי הלימודים
32	מתמטיקה
25	מדעי המחשב התיאורטיים
32	תוכנה ותכנות
25	חומרה ומערכות
8	בחירה מדעי המחשב וסמינר
8	פרויקט גמר
<b>130</b>	<b>סה"כ מדעי המחשב</b>
10	נושאים כלליים
<b>140</b>	<b>סה"כ</b>

### תואר מוסמך (שנתיים):

נקודות זכות	נושאי הלימודים
6	מדעי המחשב התיאורטיים – חובה
6	תוכנה ותכנות – חובה
6	חומרה ומערכות – חובה
20	בחירה מדעי המחשב
10	פרויקט גמר
<b>48</b>	<b>סה"כ מדעי המחשב</b>



## תכנית הבוגר בחוג

שנה א'					
סמטר ב'			סמטר א'		
ש"ש	נ"ז	הקורס	ש"ש	נ"ז	הקורס
2 + 3	4	חדו"א: פונ' של משתנה אחד	2 + 3	4	כלים מתמטיים למדעי המחשב
2 + 3	4	אלגברה ליניארית ב'	2 + 3	4	אלגברה ליניארית א'
2 + 3	4	מבוא לתיאוריה של מדעי המחשב	2 + 3	4	מתמטיקה דיסקרטית
3+2+4	5	תכנות מודולארי	3+2+4	5	מבוא למדעי המחשב
4	4	מערכות חומרה תכנה ותכנות בשפת סף	4	4	מערכות ספרתיות
2	0	סדנה במתמטיקה ב'	2	0	סדנה במתמטיקה א'
0 עד 6		אנגלית	0 עד 6		אנגלית
<b>30</b>	<b>21</b>	<b>סה"כ</b>	<b>30</b>	<b>21</b>	<b>סה"כ</b>

שנה ב'					
סמטר ב'			סמטר א'		
ש"ש	נ"ז	הקורס	ש"ש	נ"ז	הקורס
2 + 3	4	חדו"א: עקומות ומשטחים	2 + 3	4	חדו"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים
4	4	תורת ההסתברות	4	4	מבני אלגבריים
2 + 3	4	אלגוריתמים	2 + 3	4	מבני נתונים
2+2+4	5	תכנות מונחה עצמים ופיתוח משחקים	2+2+4	5	מבוא לתכנות מונחה עצמים והנדסת תכנה
2+2+4	5	מערכות הפעלה ותכנות בשפות סקריפטיות	2+2+4	5	תכנות מערכת ומבוא לתכנות מקבילי
2	2	קורס בחירה כללי א'	2	2	כתיבה והצגה מדעית
0 עד 4		אנגלית	0 עד 4		אנגלית
<b>32</b>	<b>24</b>	<b>סה"כ</b>	<b>32</b>	<b>24</b>	<b>סה"כ</b>

שנה ג'					
סמטר ב'			סמטר א'		
ש"ש	נ"ז	הקורס	ש"ש	נ"ז	הקורס
3	3	חישוביות ומורכבות חישובים	3	3	אוטומטים ושפות פורמליות
4	4	מסדי נתונים	3	3	לוגיקה למדעי המחשב
4	4	תכנות אינטרנט ושפת Java	4	4	תכנות אינטרנט ושפת PHP
3	3	ארכיטקטורות מחשבים	4	4	תקשורת מחשבים
3	3	קורס בחירה מדעי המחשב ב'	3	3	קורס בחירה מדעי המחשב א'
3		פרויקט גמר (המשך)	3	8	פרויקט גמר (שנתי)
2	2	קורס בחירה כללי ג'	2	2	סמינר במדעי המחשב
2	2	קורס בחירה כללי ד'	2	2	קורס בחירה כללי ב'
<b>24</b>	<b>19</b>	<b>סה"כ</b>	<b>24</b>	<b>29</b>	<b>סה"כ</b>

- א. הקורסים 'כתיבה והצגה מדעית' ו-'סמינר במדעי המחשב' עשויים להילמד בסמטר א' או ב'.  
 ב. על כל סטודנט לצבור 8 נ"ז בקורסי הבחירה הכלליים מעבר לקורס 'כתיבה והצגה מדעית'.  
 הצבירה עשויה להיות לאו דווקא ע"י ארבעה קורסים של 2 נ"ז כל אחד.  
 ג. בקמפוס שטראוס יתקיימו גם שני סמטרי קיץ. שני קורסים בכל שנה ילמדו בסמ' הקיץ (ולא בסמ' א' או ב').

## **סטודנטים בעלי תואר הנדסאי תכנה**

סטודנטים ממסלול ההשלמה לבוגר, לומדים אותה תכנית כמו סטודנטים מהמסלול הרגיל, למעט הקורסים הבאים מהם הם פטורים:

- א. מערכות ספרתיות (4 נ"ז)
- ב. מערכות חומרה תכנה ותכנות בשפת סף (4 נ"ז)
- ג. תכנות מערכת ומבוא לתכנות מקבילי (5 נ"ז)
- ד. שני קורסי בחירה כלליים (סה"כ 4 נ"ז)
- ה. סטודנט אשר יקבל בכל אחד מהקורסים 'מבוא למדעי המחשב' ו-'תכנות מודולארי' ציון של לכל הפחות 75, יהיה פטור מהקורס 'תכנות מונחה עצמים ופיתוח משחקים' (בהיקף 5 נ"ז). סטודנטים שלא יקבלו פטור מקורס זה, יקבלו במקום זאת פטור מקורס בחירה אחד במדעי המחשב (בהיקף 3 נ"ז) ומקורס בחירה כללי אחד נוסף (בהיקף 2 נ"ז).

סטודנטים ממסלול השלמה לא יזכו לפטור מפרויקט הגמר.

## תכנית המוסמך בחוג

שנה א' או שנה ב'					
סמטר ב'			סמטר א'		
ש"ש	נ"ז	הקורס	ש"ש	נ"ז	הקורס
3	3	ניתוח ועיצוב מונחי עצמים	3	3	סיבוכיות חישובית
3	3	פרוטוקולים ורשתות מחשבים	3	3	בחירה מדעי המחשב א'
3	3	בחירה מדעי המחשב ג'	3	3	בחירה מדעי המחשב ב'
3	3	בחירה מדעי המחשב ד'			
<b>12</b>	<b>12</b>	<b>סה"כ</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>סה"כ</b>

שנה ב' או שנה א'					
סמטר ב'			סמטר א'		
ש"ש	נ"ז	הקורס	ש"ש	נ"ז	הקורס
3	3	ארכיטקטורות מחשבים מתקדם	3	3	אלגוריתמים מתקדמים
3	3	בחירה במדעי המחשב ו'	3	3	הנדסת תוכנה
10	10	פרויקט גמר	2	2	סמינר מדעי המחשב
			3	3	בחירה מדעי המחשב ה'
<b>16</b>	<b>16</b>	<b>סה"כ</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>סה"כ</b>

### הערות:

- תכנית המוסמך כוללת שישה קורסי חובה: שניים בתחום התיאוריה של מדעי המחשב: 'סיבוכיות חישובית' ו-'אלגוריתמים מתקדמים'; שניים בתחום התכנה: 'הנדסת תכנה' ו-'ניתוח ועיצוב מונחי עצמים'; ושניים בתחום המערכות: 'ארכיטקטורות מחשבים מתקדם' ו-'פרוטוקולים ורשתות מחשבים'.
- ניתן לפרוש את תכנית הלימודים לתואר מוסמך בין שנתיים לארבע שנים.
- את שישה קורסי הבחירה יש לחלק בין שלושת התחומים הנ"ל: תיאוריה של מדעי המחשב, תכנה ומערכות.
- שישה קורסי הבחירה ייבחרו משלושה תחומי ידע: (1) תיאוריה של מדעי המחשב, (2) תוכנה ותכנות, (3) חומרה ומערכות. יש ללמוד שני קורסי בחירה בכל תחום ידע.
- פרויקט הגמר יבוצע תחת הנחיה אקדמית ומדעית של חברי סגל החוג.
- בסיום הלימודים, תתקיים בחינת הסמכה המקיפה את כל תחומי הידע בתוכנית הלימודים.

## **נהלים אקדמיים**

**הנהלים המופיעים להלן מבוססים על התקנון האקדמי של מכללת הדסה ועל תקנון החוג למדעי המחשב.**

**הנהלים המפורטים להלן עשויים להשתנות ולהתעדכן על פי החלטות המכללה ו/או החוג.**

**כל הנהלים כתובים בלשון זכר אך מתייחסים לזכר ולנקבה כאחד.**

**וועדת ההוראה של החוג רשאית, לפי שיקול דעתה, לחרוג מהנהלים להלן.**

## חוג אקדמי

חוג אקדמי הוא מסגרת המקיימת לימודים אקדמיים לקראת התואר בוגר ו/או מוסמך.

## מסלולי הלימודים בחוג למדעי המחשב

החוג למדעי המחשב מקיים את מסלולי הלימוד הבאים:

- **מסלול רגיל** – מסלול בן שלוש שנים של לימודים לתואר בוגר המיועד למועמדים המגיעים עם תעודת בגרות או תעודה השקולה לה (תלמידים בעלי תואר 'הנדסאי תכנה' ילמדו במסלול זה, ויזכו לפטור ממספר נקודות זכות).
- **מסלול מוסמך** – מסלול של שתי שנות לימודים לתואר מוסמך המיועד למועמדים המגיעים עם תואר בוגר במדעי המחשב או בתחום מדעי או הנדסי קרוב.

## קבלה ללימודים בחוג למדעי המחשב

מועמד שעמד בתנאי הקבלה לאחד ממסלולי הלימודים בחוג למדעי המחשב, יתקבל לתוכנית לימודים מלאה במעמד של סטודנט מן המניין במסלול זה.

מועמד שלא עמד בתנאי הקבלה של החוג, יוכל, במקרים חריגים, להתקבל לתוכנית לימודים מצומצמת במעמד זמני של סטודנט שלא מן המניין. מעמד זה מחייב את אישורה של וועדת הקבלה של החוג ותקף לשנת לימודים אחת בלבד. תוכנית הלימודים של הסטודנט לשנת לימודים זו תיקבע על ידי ראש החוג. בסיום שנת הלימודים ידון מצבו של הסטודנט בוועדת המעקב הפדגוגית של החוג. בהתאם להישגיו של הסטודנט יוחלט האם להעבירו למעמד של סטודנט מן המניין או להפסיק את לימודיו בחוג.

## תקופות הלימודים

הלימודים בחוג למדעי המחשב מתקיימים בסמסטר החורף ובסמסטר האביב. בקמפוס שטראוס מתקיים גם סמסטר קיץ. בתום כל סמסטר מתקיימת תקופת הבחינות והגשת פרויקטים. על הסטודנט ללמוד את המקצועות השונים לפי תוכנית הלימודים המתפרסמת על ידי החוג.

## נוכחות

בחוג למדעי המחשב קיימת חובת נוכחות בלפחות 80% מהשיעורים של הקורסים הבאים:

- לימודי החובה באנגלית
- קורסי המיומנויות המדעיות
- סמינרים במדעי המחשב

מרצה כל קורס רשאי לקבוע דרישת נוכחות בסילבוס הקורס, על-פי שיקול דעתו.

סטודנט שחוזר על קורס בשל כישלון, מחויב בנוכחות ב- 80% מהשיעורים, אלא אם סילבוס הקורס פוטר מכך מפורשות. באחריות הסטודנט להחתים את המרצה בסוף כל שיעור על טופס נוכחות, ולהעביר את הטופס החתום למרצה בסוף הקורס. סטודנט שלא יעמוד בכך ייכשל בקורס.

סטודנט שייעדר מעבר למכסת השעות המותרת, לא יוכל לעמוד בדרישות הקורס, וזאת ללא כל התראה מוקדמת.

**היעדרות מקורסים שבהם ישנה חובת נוכחות עלולה לגרור אחריה את פסילת הקורסים.**

מרצה רשאי שלא להכניס לשיעור סטודנט מאחר.

## משקל קורס

לכל קורס ניתן משקל אקדמי המתבטא בנקודות זכות. משקלו של קורס זהה לכל הסטודנטים הלומדים את הקורס בשנת לימודים מסוימת. משקלו של קורס עשוי להשתנות משנת לימודים אחת לרעותה. הקצאת נקודות זכות נעשית על ידי וועדת ההוראה של החוג. ככלל, מספר נקודות הזכות של קורס נקבע לפי היקף שעות ההרצאה והתרגול בקורס – שעת הרצאה שבועית סמסטריאלית מזכה בנקודת זכות אחת, ושעת תרגול שבועית סמסטריאלית מזכה בחצי בנקודת זכות - אולם יש גם יוצאים מן הכלל.

## תכניות הלימודים

לכל מסלול לימודים בחוג למדעי המחשב מוגדרת תוכנית לימודים הכוללת קורסי חובה וקורסי בחירה. כל קורס שייך לתחום לימודים (מתמטיקה, מדעי המחשב התיאורטיים, תוכנה ותכנות, חומרה ומערכות, בחירה במדעי המחשב וכדו') ולשנה אקדמית במסלול. תוכניות הלימודים עשויות להשתנות לפי החלטות וועדת ההוראה. תוכניות הלימודים העדכניות מפורסמות בידיעון החוג בתחילת כל שנת לימודים.

על סטודנט מן המניין ללמוד את הקורסים השונים לפי תוכנית הלימודים במסלול לימודיו. סטודנט שלא יעמוד בתוכנית הלימודים במסלול לימודיו - תיקבע עבורו תוכנית לימודים אישית.

## טופס לימודים

רישום לקורסים בכל סמסטר נעשה באמצעות טופס לימודים. טופס הלימודים מהווה הצהרה של הסטודנט בדבר הקורסים שהוא מתכוון ללמוד במהלך הסמסטר. הצהרה זו מחייבת את הסטודנט לצרכים אקדמיים ולצורכי שכר לימוד.

בתחילת כל סמסטר, יגיש כל סטודנט לאישור יועץ הלימודים טופס לימודים המפרט את תוכנית הלימודים שלו בסמסטר הנדון. על תוכנית הלימודים לעמוד בתנאים הבאים:

- הקורסים שייכים לתוכנית הלימודים של המסלול בו לומד הסטודנט.
- הסטודנט עומד בדרישות הקדם של כל הקורסים הנכללים בתוכנית הלימודים.
- תוכנית הלימודים עומדת בתנאי מינימום כפי שיקבעו על-ידי יועץ הלימודים.
- במידה ותוכנית הלימודים כוללת קורסים השייכים לשנים אקדמיות שונות במסלול הלימודים של הסטודנט – הפער בין השנים האקדמיות אליהן שייכים הקורסים אינו עולה על שנה אחת.
- סטודנט שתוכנית לימודיו הוכתבה על-ידי ראש החוג או על-ידי וועדת המעקב הפדגוגית, יגיש טופס לימודים המפרט את התוכנית המוכתבת.

כל שינוי בתוכנית הלימודים של הסטודנט דורש אישור יועץ לימודים. בקשה להורדה או הוספה של קורס לתוכנית הלימודים יש להגיש ליועץ הלימודים **עד סוף השבוע השלישי בכל סמסטר**. באחריות הסטודנט לוודא כי הבקשה אושרה על ידי היועץ.

## נשירה מקורס

סטודנט יוגדר כמי שנשר מקורס אם החל ללמוד את הקורס, לא קיבל את אישור יועץ הלימודים להורדת הקורס, ולא עמד בחובות האקדמיים בקורס כפי שפורסמו על ידי מרצה הקורס בתחילת הסמסטר. ציונו הסופי של הסטודנט בקורס ממנו נשר יהיה אפס.

## הערכת הישגים

כדי לשפר את רמת לימודיו של הסטודנט וכדי להעריכה, מוטלות על הסטודנט מטלות שונות, ובכלל זה תרגילים, עבודות, פרויקטים, בחנים תקופתיים ובחינות מסכמות.

המטלות האקדמיות הנדרשות בכל קורס יפורסמו בסילבוס הקורס שיחולק על ידי המרצה בתחילת הקורס.

סטודנט לא יורשה לגשת לבחינה מסכמת של קורס אם לא עמד בכל החובות שנקבעו כדרישות חובה לזכאות לבחינה המסכמת. סטודנטים שאינם זכאים להיבחן יקבלו על כך הודעה מהחוג. סטודנט שאינו זכאי לגשת לבחינה מסכמת ייחשב כמי שנשר מהקורס (כלומר, ציונו הסופי בקורס יהיה אפס).

כדי לקבל ציון "עובר" בקורס בו מתקיימת בחינה מסכמת, חייב הסטודנט לקבל ציון "עובר" בבחינה המסכמת. הציון הסופי (הכולל שקלול מטלות נוספות כפי שהוגדר בסילבוס הקורס) יחושב רק עבור סטודנטים שקיבלו ציון "עובר" בבחינה המסכמת. ציונו הסופי בקורס של סטודנט שלא עבר את הבחינה המסכמת יהיה ציון הבחינה.

פטור מהגשת תרגילים ופרוייקטים, בעקבות מילואים או מחלה, יינתן על-ידי מרצה הקורס כנגד אישורים בכתב. פטור חריג יינתן רק לאחר פנייה בכתב של הסטודנט אל המרצה. על המרצה להעביר את הפנייה בצירוף המלצותיו לאישורו של ראש החוג.

## בחינות מסכמות ומעבר קורסים

### **ציוני "עובר" בבחינה מסכמת**

- ציון "עובר" בבחינה מסכמת של קורס לתואר בוגר הוא 55.
- ציון "עובר" בבחינה מסכמת של קורס לתואר מוסמך הוא 60.

### **ציוני "עובר" בקורסים**

- ציון "עובר" בקורס לתואר בוגר הוא 55.
- ציון "עובר" בקורס לתואר מוסמך הוא 60.

**הערה:** סטודנט הרשום בתוכנית לימודים לקראת התואר בוגר, אשר לומד קורס מתוכנית לימודים של התואר מוסמך, יידרש לציון עובר של 60 בבחינה וציון עובר של 60 בקורס, כמו סטודנט הרשום בתוכנית לימודים לקראת התואר מוסמך.

### **שלילת זכות להיבחן**

סטודנט שלא עמד במטלות הקורס, כפי שהוגדרו מראש בסילבוס הקורס, לא יורשה לגשת לבחינה בסיום הקורס. המרצה יודיע על כך לסטודנט ולראש החוג לא יאוחר משבוע לפני תום הסמסטר.

מחברתו של סטודנט שניגש לבחינה למרות שלא היה זכאי להבחן – לא תיבדק.

## **סגירת ציוני קורסים וסגירת ציוני שנה**

ציון בקורס יחשב סופי ללא זכות ערעור בפני מרצה הקורס, לאחר שחלפו חודשיים מיום הגשת המטלה האחרונה בקורס.

הציונים של כל הקורסים שנלמדו בשנה אקדמית מסוימת יחשבו סופיים ללא זכות ערעור בפני ראש החוג לאחר 31 בדצמבר של השנה הקלנדרית בה הסתיימו לימודי הקורסים.

## **התקדמות בלימודים**

סעיף זה מחליף את הסעיף "מעבר משנה לשנה" בתקנון המכללה.

בסוף כל שנת לימודים תיבדק התקדמותו בלימודים של כל סטודנט. הבדיקה תתייחס לנתונים הבאים:

- הממוצע השנתי המשוקלל בכל הקורסים אליהם הסטודנט היה רשום בשנת הלימודים הנדונה.
- הממוצע השנתי המשוקלל של כל הקורסים אותם עבר הסטודנט בשנת הלימודים הנדונה.
- כמות נקודות הזכות שהסטודנט צבר (בקורסים שעבר) תוך התייחסות לתוכנית אליה היה רשום בשנת הלימודים הנדונה.

סטודנט לתואר בוגר אשר אחד מהממוצעים השנתיים שלו המוגדרים לעיל נמוך מ- 65 או שכמות הנקודות שצבר נמוכה מדי – מצבו האקדמי יידון בוועדת המעקב הפדגוגית לתואר בוגר של החוג. סטודנט לתואר מוסמך אשר אחד מהממוצעים השנתיים שלו המוגדרים לעיל נמוך מ- 75 או שכמות הנקודות שצבר נמוכה מדי – מצבו האקדמי יידון בוועדת המעקב הפדגוגית לתואר מוסמך של החוג.

תוצאות הדיונים בוועדת המעקב הפדגוגית של החוג יכולות להיות אחת מן השתיים: הפסקת לימודים או המשך לימודים על פי תוכנית לימודים המוכתבת על-ידי הוועדה. תוכנית מוכתבת יכולה לכלול גם חזרה על קורסים אותם הסטודנט עבר. תוכנית לימודים מוכתבת יכולה לכלול חזרה על כל תוכנית הלימודים אליה הסטודנט היה רשום בשנה הנידונה (כלומר, חזרה על שנת לימודים).

## **היעדרות ממושכת במהלך שנת הלימודים**

סטודנט אשר נאלץ להיעדר תקופה ממושכת מסיבה מוצדקת במהלך שנת הלימודים, נדרש לתאם זאת מראש או בהזדמנות הראשונה האפשרית עם ראש החוג, על מנת לקבל התאמות בתוכנית לימודיו ובחובותיו בקורסים השונים. סיבות מוצדקות להיעדרות ממושכת כוללות: שירות מילואים ממושך במיוחד, מחלה ממושכת, או סיבות אישיות חריגות אחרות לפי שיקול דעתו של ראש החוג.



## סיום הלימודים וזכאות לתואר בוגר

סטודנט שעבר את כל הקורסים להם היה מחויב במסגרת תוכנית הלימודים שנקבעה על-ידי וועדת ההוראה של החוג, יהיה זכאי מבחינה אקדמית לקבלת התואר בוגר במדעי המחשב. לא תתאפשר קבלת התואר לאחר יותר משמונה שנים מיום תחילת לימודיו של הסטודנט.

## סיום הלימודים וזכאות לתואר מוסמך

סטודנט שלמד את כל הקורסים להם היה מחויב במסגרת תוכנית הלימודים שנקבעה על-ידי וועדת ההוראה של התואר השני, עמד בהצלחה בכל המבחנים והמטלות של הקורסים השונים בתוכנית, הגיש את פרויקט הגמר שלו וקיבל עליו ציון עובר, ועבר את בחינת ההסמכה של התוכנית – יהיה זכאי מבחינה אקדמית לקבלת התואר מוסמך במדעי המחשב. לא תתאפשר קבלת התואר לאחר יותר מארבע שנים מיום תחילת לימודיו של הסטודנט.

## שימוש במשאבי המחשוב

שימוש במשאבי המיחשוב של המכללה, לרבות מחשבים, רשתות, ציוד תקשורת, חומרה, תוכנה וקבצים (להלן "מחשב") כפוף לתנאים שלהלן:

1. שימוש במחשב הינו אך ורק למטרות אקדמיות ולא לכל מטרה אחרת.
2. קוד השימוש במחשב או הסיסמה האישית (להלן - "הקוד") ניתן לשימוש הסטודנטים בלבד. יש לשמור על סודיות הקוד ולא להעבירו לכל אדם אחר. הסטודנטים ישאו באחריות אישית לכל שימוש שיעשה בקוד האישי שלהם.
3. השימוש במחשב מותר אך ורק באמצעות הקוד שניתן לסטודנט ולא באמצעות כל קוד ו/או חשבון אחר.
4. חל איסור חמור להשתמש בקוד של אדם אחר, לצותת לקווי תקשורת נתונים או להתחבר בצורה כלשהי למשאבי מיחשוב של הזולת.
5. הסטודנטים חייבים להשתמש במחשב בהתאם להוראות החוק ולנהלי המכללה. יש להישמע להוראות הגורמים המוסמכים במכללה להימנע מכל פעולה, מעשה או מחדל העלול לגרום נזק למחשב, לנתונים או למידע המאוחסנים בו.
6. אין להשתמש במחשב המכללה בתוכנות אשר הועתקו שלא כדין ו/או אשר הגיעו לידי המשתמש בכל דרך שיש בה משום הפרת חוק זכויות יוצרים.
7. המכללה אינה אחראית כלפי הסטודנטים בכל דרך שהיא לגבי המידע, תוכנות, נתונים ו/או כל הנובע מהשימוש שנעשה במחשב ולא תישא באחריות ו/או אבדן שעלול להיגרם לסטודנט כתוצאה מהשימוש במחשב.
8. אין להשתמש במחשב המכללה לשם פריצה למערכות אחרות ו/או לשם השגת גישה בלתי חוקית אליהן.
9. הפרת התחייבות זו מהווה עבירת משמעת ואף עלולה להוות עבירה פלילית.

## תקצירי המקצועות

26	שנה א'
32	שנה ב'
37	שנה ג' – לימודי חובה
41	שנה ג' – לימודי בחירה
48	לימודי בחירה כלליים
49	מוסמך – לימודי חובה
51	מוסמך – לימודי בחירה

## שנה א'

מבוא למדעי המחשב	קוד הקורס: 10204011	5 נקודות זכות
דרישות קדם:	אין	שנה א' – סמסטר א'
הרצאה: תרגול + סדנה:	ד"ר יורם ביברמן, רחל כהנא-שפירא, צבי מלמד, ד"ר דבורה רוס מיכה ברניג, אמיתי בן-נון, נורית קרטין	4 שעות שבועיות 2+3 שעות שבועיות

הוראת התכנות במכללת הדסה מתפתחת בהקבלה לאבולוציה שעבר עולם התכנות: היא מתחילה בתכנות בסיסי, עוברת לתכנות פרוצידוראלי, ממנו לזה המודולארי, ולבסוף לתכנות מונחה עצמים.

בקורס זה נכיר את יסודות התכנות, ואת הגישה הפרוצדוראלית כפי שהיא באה לידי ביטוי בשפות C/C++. כמו כן, נדרכו של קורס מבוא לתחום מדעי, נכיר על קצה המזלג סוגיות שונות בהן עוסק המדע הקרוי 'מדעי המחשב': מהו אלגוריתם? כיצד מעריכים את יעילותו? כיצד ראוי לכתוב כהלכה תכניות מחשב? כיצד מנהלת מערכת ההפעלה את הזיכרון המוקצה לתכנית? בכל בסוגיות הללו ניגע תוך שאנו פוסעים בנתיב התכנות: כל שאלה תוצג בהקשר של תכניות להן היא רלוונטית.

הנושאים הנלמדים: פקודות בסיסיות (קלט פלט [cin ו-cout], השמה). פקודות בקרה (תנאים ולולאות). מערכים. קבועים וטיפוסים ברי מניה. פונקציות, והשימוש בהן לכתובת תכניות פרוצידורליות (כולל פרמטרי ערך ופרמטרי הפניה, ופונקציות המחזירות ערך). תכנות תוך שימוש בקורסיה. קבצים. בדיקת נכונותה של תכנית. הכרות עם מספר אלגוריתמים בסיסיים (מיון בועות, מיון הכנסה, מיון מהיר, מיון מיזוג, חיפוש סדרתי, חיפוש בינארי, מגדלי האנוי, בעיית שמונה המלכות). הערכה אינטואיטיבית של זמן ריצה. אופן הקצאת הזיכרון לתכנית (על גבי המחשנית).

מערכות ספרתיות	קוד הקורס: 10203011	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	אין	שנה א' – סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר שמחה רוזן, ד"ר שמחה רוזן, דוד כהן	4 שעות שבועיות

כיצד נשמר מידע במחשב? איך המחשב מבצע פעולות בסיסיות? בקורס נכיר את אבני הבניין היסודיות של מערכות ממוחשבות. נלמד כיצד מידע מיוצג באופן בינארי ומיהם השערים הלוגיים הבסיסיים המאפשרים לנו לעבד מידע מכל סוג: מספרים, אותיות, מוסיקה, תמונות ועוד.

בקורס ילמדו הנושאים הבאים: מספרים בינאריים ומערכות בינאריות: ייצוג מספרים בבסיסים שונים, ייצוג מספרים בשיטה הבינארית. ייצוג מספרים משלימים. שערים לוגיים. אלגברה בוליאנית ומשפטים בסיסיים. פונקציות בוליאניות: הצגה קנונית, הצגה סטנדרטית. לוגיקה צירופית: יחידות חשבון. לוגיקה סדרתית: יחידות זיכרון ותזמון.

מתמטיקה דיסקרטית	קוד הקורס: 10202011	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	אין	שנה א' – סמסטר א'
הרצאה: תרגול:	ד"ר ערן לונדון, ד"ר מלכה רוזנטל, ד"ר עידן טלשיר מיכל בלאסן, הדסה שרביט, ד"ר עידן טלשיר	3 שעות שבועיות 2 שעות שבועיות

הקורס מתחיל ביסודות השפה המתמטית ומציג את כללי המשחק ואת המושגים הבסיסיים של לימודי המתמטיקה בפרט והתיאוריה של מדעי המחשב בכלל.

הפרק הראשון, **לוגיקה מתמטית** מבהיר מהו פסוק מתמטי ומהו משפט מתמטי, מהי הוכחה מתמטית, ומהן דרכים אפשריות לבניית הוכחה. הפרק כולל את הנושאים הבאים: מבוא, תחשיב הפסוקים, הקשרים הלוגיים, שקילות לוגית, טאוטולוגיות וסתירות, הוכחה בדרך השלילה, קבוצות שלמות של קשרים, פסוקים בצורת CNF ובצורת DNF. תחשיב היחסים, הכמתים הלוגיים, שקילות לוגית.

הפרק השני, **תורת הקבוצות** עוסק במושג המרכזי של הקורס ובשילובים שונים בין קבוצות. תחילה נראה שלא כל ביטוי מגדיר קבוצה (פרדוקס הספר). אחר-כך נעסוק במושגים הבסיסיים ובפעולות הבסיסיות (קבוצה, איבר, תת-קבוצה, קבוצת החזקה, קבוצה אוניברסאלית, חיתוך, איחוד, משלים, הפרש סימטרי, מכפלה קרטזית). נייצג קבוצות בכלים גרפיים באמצעות דיאגרמות וון.

הפרק **יחסים בינאריים** פותח צוהר למספר כיוונים מרכזיים בלימודי המתמטיקה: הוא מאפשר להגדיר את יחס השקילות, את יחס הסדר (ומתוכו את מושג האינדוקציה) ואת הפונקציה (גרף של פונקציה, טווח, תחום, פונקציה חד-חד-ערכית, פונקציה על, הרכבה של פונקציות, פונקציה הפיכה, תמורות, פונקציות אופייניות). המושגים הללו גם יאפשרו לנו להגדיר גודל של קבוצה.

בפרק **קומבינטוריקה** נעסוק בגדלים של קבוצות. נבין איך ילד יודע למנות (ולחשב גודל של קבוצה) ובעקבותיו נעשה זאת גם אנו. נפגוש בעקרון שובך היונים ונחשב את מספר הדרכים שבהן יכול שומר המעילים במלתחת התיאטרון להשיב לקבוצת אנשים את מעיליהם כך שלא יהיה אפילו חבר אחד בקבוצה שיחזור הביתה עם מעילו שלו (שיטות מנייה, משפט הבינום, זהויות קומבינטוריות, עיקרון ההכלה וההדחה).

<b>4 נקודות זכות</b>	<b>קוד הקורס: 10201021</b>	<b>כלים מתמטיים למדעי המחשב</b> (מבוא לאנליזה)	
<b>שנה א' – סמסטר א'</b>	<b>אין</b>	<b>דרישות קדם:</b>	
<b>3 שעות שבועיות</b> <b>2 שעות שבועיות</b>	<b>ד"ר לור ברתל, ד"ר פרידה ריבניקובה, ד"ר ניסים הראל</b> <b>ד"ר רוס דבורה, לאה באט, אדם רוט</b>	<b>הרצאה:</b> <b>תרגול:</b>	

זהו קורס ראשון בסדרה של קורסים מתמטיים. הוא מתמקד בכלים המתמטיים הנדרשים לתיאור אובייקטים גיאומטריים במישור ובמרחב ובמושגים הבסיסיים של פונקציות. גיאומטריה אנליטית במישור ובמרחב: וקטורים, מכפלה סקאלרית, מכפלה וקטורית, ישרים ומישורים. משוואות ותכונות בסיסיות של שניוניות. מספרים מרוכבים: הגדרות ותכונות בסיסיות, המישור של גאוס, הצגה קוטבית, שורשי היחידה. פונקציות: תכונות בסיסיות, גרף של פונקציה, הזזות של גרף, הרכבה של פונקציות. גבולות של פונקציה: הגדרה אינטיטיבית בעזרת דוגמאות נומריות וגרפיות, חישובים של גבולות של פונקציות רציונליות תוך שימוש בחלוקת פולינומים. נגזרת: הגדרה, משמעות וחוקי גזירה.

<b>4 נקודות זכות</b>	<b>קוד הקורס: 10201071</b>	<b>אלגברה ליניארית א'</b>	
<b>שנה א' – סמסטר א'</b>	<b>אין</b>	<b>דרישות קדם:</b>	
<b>3 שעות שבועיות</b> <b>2 שעות שבועיות</b>	<b>ד"ר אריה יקיר, ד"ר דבורה כהן, ד"ר אריה יקיר</b> <b>ד"ר דבורה כהן, ד"ר דבורה כהן, דוד ויצטום</b>	<b>הרצאה:</b> <b>תרגול:</b>	

זהו קורס בסיסי במתמטיקה, שמקורו בפתרון מערכות משוואות ממעלה ראשונה במספר כלשהו של נעלמים. החומר שנלמד בקורס זה הוא חומר חיוני להמשך הלימודים במתמטיקה ובמדעי המחשב. נלמד להתעסק עם כלים מתמטיים בסיסיים כמו מטריצות, קואורדינאטות, טרנספורמציות (סיבובים שיקופים, הטלות וכו'). הנושאים הנלמדים: שדות. מערכת משוואות ליניאריות מעל שדה. מטריצות. פעולות אלמנטאריות וכפל מטריצות מעל שדה ומעל חוג. הדטרמיננטה של מטריצה. מרחבים וקטוריים: תת-מרחבים, בסיסים, מימד, מרחב שורות ומרחב עמודות של מטריצה, וקטור קואורדינאטות. העתקות ליניאריות: גרעין ותמונה, אריתמטיקה של העתקות ליניאריות, ייצוג של העתקה ליניארית בעזרת מטריצה, תכונות ההצגה. אינטרפולציה של Lagrange. הדטרמיננטה כפונקציה נפח.

<b>ללא נקודות זכות</b>	<b>קוד הקורס: 10208021</b>	<b>סדנה במתמטיקה א'</b>	
<b>שנה א' – סמסטר א'</b>	<b>אין</b>	<b>דרישות קדם:</b>	
<b>2 שעות שבועיות</b>	<b>רונית כץ, גיל שול-גנץ, לאה באט, טובאל קולמן</b>	<b>הנחיה:</b>	

הסדנה מסייעת לסטודנטים להתמודד עם אופייה של המתמטיקה הפוסט-תיכונית. הדגשים בסדנה הם על מושג ההוכחה במתמטיקה, על שימוש נכון בשפה המתמטית, ועל טכניקות שונות לפתרון בעיות.

<b>5 נקודות זכות</b>	<b>קוד הקורס: 10208021</b>	<b>תכנות מודולארי</b>	
<b>שנה א' – סמסטר ב'</b>	<b>מבוא למדעי המחשב</b>	<b>דרישות קדם:</b>	
<b>4 שעות שבועיות</b> <b>2+3 שעות שבועיות</b>	<b>ד"ר יורם ביברמן ד"ר דבורה רוט, צבי מלמד</b> <b>מיכה ברניג, אמיתי בן-נון, נורית קרטין, מיכה ברניג</b>	<b>הרצאה:</b> <b>תרגול + סדנה:</b>	

הקורס מהווה המשך ישיר של הקורס מבוא למדעי המחשב. ככזה הוא ממשיך את המסע האבולוציוני התכנותי לפרדיגמה המודולארית, ואל סיפוי של התכנות מונחה העצמים. במדעי המחשב כמדע נוגע הקורס עת הוא דן במבני נתונים שונים: במיוחד רשימות ועצים (כמובן מכיוון תכנותי) וביעילותם; ובאלגוריתמים קלאסיים. הקורס מרחיב בנושא תפקידים של המצביעים בשפת סי (לשם הגדרת מערכים דינאמיים, רשימות, עצים, ותכנות גנרי, פולימורפי). הקורס מרחיב בנושא 'תכנות כהלכה', כולל מעט על בדיקה של תכניות, וכתובת ספריות.

הנושאים הנלמדים: טיפול בקבצים חיצוניים (פתיחה/סגירה לקריאה/כתיבה, מצביעי get/put, קריאה וכתיבה על-גבי אותו קובץ בו זמנית). הקצאה דינאמית של מערכים (כולל: הגדרה, הקצאת זיכרון דינמית, שחרור זיכרון, אריתמטיקה של מצביעים, ההבדלים בין זיכרון סטטי לדינמי, העברה/החזרה של מצביעים מפונקציות, מצביע למצביע) מבנים. רשימות מקושרות (כולל מיון מיזוג של רשימות, טיפול ברשימות באמצעות מצביע למצביע). עצים בינאריים (בעיקר עצי חיפוש בינאריים, כולל הכנסה, חיפוש, מחיקה, ואלגוריתמים שונים על עצים). מצביעים לפונקציות (וכתיבת callback functions). מצביעים גנריים (void \*) ושימושיהם לכתיבת תכניות פולימורפיות בשפת C (גם בעזרת מצביעים לפונקציות). חלוקת תוכנית לקבצים, הצהרה לעומת הגדרה, הנחיות מהדר (preprocessor), ושימוש ב-makefile. תהליך ההידור והכריכה (compilation and linking) ב-C. מרחבי שמות. טיפול בחריגות. נושאים שונים: מחרוזות ב-C++, inline functions, function overloading, assert, sizeof, typedef, ספריות סטנדרטיות של C, בנייה והוספה, ספרייה סטאטית ודינמית. שימוש בספרייה. שיטות לבדיקת תוכנה (כדוגמת valgrind). scanf/printf, argv/argc. פונקציות תבניתיות (template functions). כלי תכנות ב-Linux, כולל מנפים (debuggers).

<b>מערכות חומרה, תכנה ותכנות בשפת סף</b>	<b>קוד הקורס: 10203021</b>	<b>4 נקודות זכות</b>
<b>דרישות קדם:</b>	<b>מערכות ספרתיות</b>	<b>שנה א' – סמסטר ב'</b>
<b>הרצאה:</b>	<b>דוד כהן, אילת גולדשטיין, אלבה סלוין, דוד כהן</b>	<b>4 שעות שבועיות</b>

כאשר המהירות חשובה להצלחת המערכת – במשחקים, עיבוד סרטים, ציוד רפואי, רובוטים – התאמת התוכנה לחומרת המחשב היא מרכיב קריטי בתכנון. בקורס הזה נלמד להתייחס למחשב ה-PC בשפה שלו ונכיר דרכי התערבות בין התכנות בשפת C לבין ריצת התוכנה על החומרה. הנושאים הנלמדים: מבוא לארגון המחשב ומיקרו-מעבדים, מבנה Von Neumann, הירארכיה של תוכנה, מבנה פקודות ושפת מכונה, אוגרים, שיטות מיעון, מחסנית, פסיקות, ניהול זיכרון. סקירה על המעבד 8086: תכנות בשפת סף, תרגום לשפת מכונה, מבנה תוכניות ריצה. שירותי מערכת הפעלה: קריאה ממקלדת, הצגה על מסך, גישה לקבצים, טעינה והפעלה של תוכניות. ניתוח תוכניות בשפת C אחרי קומפילציה: מסגרת נתונים, משתנים דינמיים, פונקציות, העברת פרמטרים, רקורסיה. סקירה על IA-32 (מבנה למעבדי 32/64-bit Intel), תכנות בשפת סף 32-bit בסביבת לינוקס, חיבור פונקציות שפת סף לתוכניות שפת C.

<b>מבוא לתיאוריה של מדעי המחשב</b> (מת' דיסקרטית ב')	<b>קוד הקורס: 10202021</b>	<b>4 נקודות זכות</b>
<b>דרישות קדם:</b>	<b>מתמטיקה דיסקרטית</b>	<b>שנה א' – סמסטר ב'</b>
<b>הרצאה:</b> <b>תרגול:</b>	<b>ד"ר ערן לונדון, גילי שול, ד"ר עידן טלשיר</b> <b>מיכל בלאסן, איילת אמסלם, ד"ר עידן טלשיר</b>	<b>3 שעות שבועיות</b> <b>2 שעות שבועיות</b>

בקורס פרקים שונים העוסקים בנושאים בסיסיים של מדעי המחשב המודרניים. הקורס מקנה לסטודנט הצצה לתחומים השונים ובונה בסיס איתן לקראת המשך הלימודים.

- מושג האינסוף.** מה משמעותו? האם יש יותר מאינסוף אחד? האם יש אינסוף "קטן ביותר"? האם לכל אינסוף יש אינסוף ה"גדול ממנו"? במהלך הדיון נציג את המושגים הבאים: קבוצות אינסופיות, קבוצות בנות מנייה, שיטת הליכסון של קנטור, עוצמה של קבוצת החזקה (משפט קנטור), משפט ברנשטיין-שרדר.
- תורת גרפים.** נייצג בעיות שונות באמצעות גרפים ונסה ונפתור אותן בצורה כללית. בין השאלות שבהן נעסוק: איך ניתן להציג את מפת העולם בצורה בהירה תוך שימוש במספר קטן של צבעים? מה הטריד את Euler כאשר יצא לטייל בעירו? איך אפשר לסייע לדור הצעיר בעולם השידוכים? האם ניתן להבטיח שרשת האינטרנט תעביר הודעות במהירות, ואיך? כמה כבישים צריכה עיריית ירושלים לתחזק כדי שאפשר יהיה להגיע ברכב ממרכז העיר לכל צומת בעיר? המושגים הטכניים שבהם נפגוש כוללים את הבאים: הגדרות (קדקוד, צלע, גרף פשוט, גרף מכוון, מסיילה, מעגל, מעגל פשוט, מצולע, רכיב קשירות, גרף קשיר), עץ, יער, מספר הצלעות והקדקודים בעץ, גרף מישורי, נוסחת אוילר לגרף מישורי, צביעה של גרף, מספר צביעה, שידוכים בגרפים, משפט החתונה של Hall.
- מבוא לתורת ההסתברות הבדידה.** נבין איך מתקשרת תורת ההסתברות לפעולות יום-יומיות: איך מתכננים סקר דעת קהל ומה אמינותו? איך אפשר לשחק פוקר דרך רשת האינטרנט? האם אפשר להטיל מטבע בצורה הוגנת כאשר השותף הוא רמאי? האם סטודנט עם ממוצע ציונים גבוה יותר מאשר סטודנט אחר הוא גם סטודנט טוב יותר? האם ואיך ניתן להבטיח שרשת האינטרנט לא תקרוס כאשר קווי תקשורת אחדים ייקרעו? נפגוש במושגים המקצועיים הבאים: מרחבים בדידים, אי-תלות והסתברות מותנה, משתנים מקריים ותוחלת, התפלגות ושונות, אי-שיוויונים יסודיים.
- קצב גידול של פונקציות.** איך קובעים שאלגוריתם מסוים יעיל יותר מאלגוריתם אחר? מה באמת אפשר לעשות עם המחשב? האם מספיק להיות תכנת טוב כדי לפתור כל בעיה? נגדיר ונעסוק במושגים הבאים: סדרי גודל של פונקציות וטורים, סימונים אסימפטוטיים, פתרון מקורב של נוסחאות נסיגה.

4 נקודות זכות	חדו"א: פונקציות של משתנה אחד	
שנה א' – סמסטר ב'	קוד הקורס: 10201031	
3 שעות שבוועיות 2 שעות שבוועיות	כלים מתמטיים למדעי המחשב	דרישות קדם:
	רונת כץ, ד"ר פרידה ריבניקובה, ד"ר ניסים הראל ד"ר רוס דבורה, שירה שבץ, אדם רוזו	הרצאה: תרגול:

הקורס מציג לסטודנטים את הרעיונות המרכזיים של האנליזה ומראה איך ניתן בעזרתם לחקור תכונות של פונקציות. המספרים הממשיים: תכונות של הממשיים, קטעים, ערך מוחלט, חסם עליון, חסם תחתון. השוואה בין מושג המספר במתמטיקה ובתכנות.

**גבול של פונקציה:** איך ניתן להבטיח כי הפלט של הפונקציה נמצא בטווח רצוי תוך שליטה בקלט? נראה איך ההגדרה הפורמאלית של הגבול היא התשובה המתמטית לבעיה החישובית הזו.

**פונקציות רציפות וגזירות בקטע:** נראה מה ניתן ללמוד על פונקציה מהגבולות והנגזרת שלה. משפט ערך הביניים ומשפט ויארשטראס. משפט רול, משפט לגרנג', חקירת פונקציות (תחומי עליה וירידה, נקודות קיצון, קמירות, אסימפטוטות), כלל לופיטל. פונקציות מונוטוניות. משפטים על פונקציות הפוכות, פונקציות הפוכות טריגונומטריות, פונקציות הלוגריתם והפונקציה המעריכית).

**אינטגרלים:** האינטגרל המסוים, האינטגרל הלא מסוים, והקשר ביניהם.

4 נקודות זכות	אלגברה ליניארית ב'	
שנה א' – סמסטר ב'	קוד הקורס: 10201081	
3 שעות שבוועיות 2 שעות שבוועיות	אלגברה ליניארית א'	דרישות קדם:
	ד"ר אריה יקיר, ד"ר דבורה כהן, ד"ר אריה יקיר ד"ר דבורה כהן, ד"ר דבורה כהן, דוד ויצטום	הרצאה: תרגול:

קורס זה הוא המשך ישיר לקורס אלגברה ליניארית א'. הנושאים שנסה בקורס זה: ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים. לכסון מטריצות ואופרטורים. מרחבי מכפלה מעל הממשיים ומעל המרוכבים. בסיסים אורתונורמליים ותהליך Gram-Schmidt. גאומטריה של מרחבי מכפלה פנימית. פיתוח Fourier. קירוב טוב ביותר בתת-מרחב נוצר סופית. לכסון אוניטרי של אופרטורים ושל מטריצות. מטריצות הירמיטיות, מטריצות אוניטריות ומטריצות סימטריות. תבניות ביליניאריות ותבניות ריבועיות. תבניות חופפות ולכסון תבניות.

ללא נקודות זכות	סדנה במתמטיקה ב'	
שנה א' – סמסטר ב'	קוד הקורס: 10208031	
2 שעות שבוועיות	אין	דרישות קדם:
	ד"ר גילי שול, ד"ר גילי שול, עודד גוטמן	הנחיה:

הסדנה מסייעת לסטודנטים להתמודד עם אופייה של המתמטיקה הפוסט-תיכונית. הדגשים בסדנה הם על מושג ההוכחה במתמטיקה, על שימוש נכון בשפה המתמטית, ועל טכניקות שונות לפתרון בעיות.

## שנה ב'

<b>5 נקודות זכות</b>	<b>קוד הקורס: 10204032</b>	<b>מבוא לתכנות מונחה עצמים והנדסת תוכנה</b>
<b>שנה ב' – סמסטר א'</b>	<b>מבוא למדעי המחשב, תכנות מודולארי, מבני נתונים (השתתפות)</b>	<b>דרישות קדם:</b>
<b>4 שעות שבועיות 2+2 שעות שבועיות</b>	<b>מיכל אלחנתי, רחל שפירא, צבי מלמד יחזקאל ברנט, מתן פרל, רותי ברנשטיין, הלל גריינמן</b>	<b>הרצאה: תרגול + סדנה:</b>

כיצד מפתחים יישומים רחבי היקף ומורכבים? כיצד דואגים שהיישומים יהיו שלמים וכלליים? מה המפתח לתכנות ברור ונוח לתחזוקה? תשובות לשאלות אלו הן הבסיס לתכנות מונחה עצמים והנדסת תוכנה. הקורס יעסוק בלימוד העקרונות תוך יישומם בשפת ++C. הקורס ילווה בדוגמאות ותרגילים של יישומים מלאים על מגוון מרכיביהם: מבני נתונים, אלגוריתמים, בינה מלכותית, ממשק, גרפיקה, אבטחת מידע, ביצועים ועוד. הקניית העקרונות, בסמסטר זה, תהיה בעיקר סביב הכלים של מחלקת, ירושה, פולימורפיזם, דיאגרמות UML, ומבוא לתבניות עיצוב.

<b>5 נקודות זכות</b>	<b>קוד הקורס: 10203052</b>	<b>תכנות מערכת ומבוא לתכנות מקבילי</b>
<b>שנה ב' – סמסטר א'</b>	<b>מבוא למדעי המחשב, תכנות מודולארי, מערכות חומרה תכנה ותכנות בשפת סף'</b>	<b>דרישות קדם:</b>
<b>4 שעות שבועיות 2+2 שעות שבועיות</b>	<b>ד"ר יורם ביברמן, מיכל גולדשטיין, ד"ר אודי קונלי תמר באש, תמר באש, דוד ספינדל</b>	<b>הרצאה: תרגול + סדנה:</b>

כיצד ניתן לכתוב תכנית אשר קוראת נתונים משני מקורות בו זמנית? או באופן כללי: מבצעת מספר משימות במקביל ובצורה מתואמת אלה עם אלה? כיצד יראה עולם התכנות בעידן בו המעבד כולל מספר ליבות? כיצד ניתן לעשות שימוש מועיל בליבות הרבות?

הקורס כולל שני חלקים: מרכיב תכנותי הכולל היכרות נרחבת עם קריאות המערכת (system calls) של Unix, ועם כלים לתקשורת בין תהליכים ותהליכונים (IPC), ומרכיב תיאורטי הן ביסודות מערכת ההפעלה, ובמושגי התהליך והתהליכון (thread).

נושאים שילמדו: מבוא למערכות הפעלה. נושאים בארכיטקטורה הרלוונטיים למה. (בפרט פסיקות). מרכיבים של מה. תהליכים (כולל יצור תהליכים ב-Unix: fork(), exec(),). תקשורת בין תהליכים ב-Unix (signal, pipes, named pipes, message queues, sockets, shared memory) פתילים (threads, כולל ספריית pthreads). תזמון המעבד (בפרט ב-Linux). סינכרון בין תהליכים (בפרט סמפור בתיאוריה, ב-Unix, וב-pthreads). טיפול בחסימות הדדיות. פרדיגמת התכנות המקבילי: אפשרויות ואתגרים.

<b>4 נקודות זכות</b>	<b>קוד הקורס: 10202032</b>	<b>מבני נתונים</b>
<b>שנה ב' – סמסטר א'</b>	<b>אלגברה ליניארית א' + ב' מתמטיקה דיסקרטית, מבוא לתיאוריה של מדעי המחשב</b>	<b>דרישות קדם:</b>
<b>3 שעות שבועיות 2 שעות שבועיות</b>	<b>ד"ר ערן לונדון, ד"ר גילי שול, אפי נפתלי, חיה זילברמן, אסתר מייזל, אלעד חסיד</b>	<b>הרצאה: תרגול:</b>

נעסוק בדרכים לייצג מידע במחשב בצורה יעילה, כך שפתרון בעיות יהיה מהיר וחסכוני. כך נפגוש במחסניות, תורים, רשימות מקושרות, עצים מושרשים, ערמות ותורי קדימויות.

הקורס יכלול את הנושאים הבאים:

- בעיית המיזן: איך ניתן למיין מערך של נתונים בצורה נוחה ומהירה? נפגוש בפתרונות שונים (ולעיתים משונים) המתאימים לבעיות שונות: מיזן הכנסה, מיזן בחירה, מיזן ערמה, מיזן מיזוג, מיזן מהיר. נפגוש בחסמים תחתונים למיזן. נעסוק בתוחלת זמן הריצה של מיזן מהיר. נסיים במיזנים ליניאריים: מיזן מניה, מיזן בסיס, מיזן דלי.
- בעיית החיפוש במבנה נתונים דינמי: איך ניתן לייצג במחשב ספר טלפונים ("ענק") המתעדכן כל העת ולחפש בו בצורה מהירה? נפגוש בעצי חיפוש בינאריים ובפרט בעצים מאוזנים (כדוגמת עץ אדום-שחור).
- מהו מבנה הנתונים המתאים לניהול מאגר "קטן" של פריטים בלתי צפויים (כדוגמת מאגר החדרים של רשת מלונות אשר צריך להיות מסוגל להכיל כל מבקר אפשרי)? נפגוש בטבלאות גיבוב ופונקציות גיבוב. נראה איך ניתן לאגור אנציקלופדיה שלמה על DVD כך שזמן החיפוש של כל ערך יהיה קצר (מאוד).
- מהי הדרך היעילה לדחוס מידע כך שלא "יתפוס" הרבה מקום בזיכרון? על כך נענה באמצעות צופן הופמן.
- מהי הדרך הנוחה לטייל בעיר זרה כך שנכיר אותה בצורה מושלמת, ואיך זה מתקשר לתנועת גלים באגם ולפתרון חידות של מבוכים? על כך נענה באמצעות חיפוש לרוחב וחיפוש לעומק בגרפים.
- איך ניתן להבטיח השקעה מזערית בסלילת כבישים בלי פגיעה בזרימת התנועה בין כל שתי נקודות בעיר?

- איך ניתן לחשב את המרחק בין כל שתי ערים בארץ, כאשר נתונים לנו רק אורכי הכבישים בין צמתים סמוכים? איך זה מתקשר לשוק המטבעות הבינלאומי?

4 נקודות זכות	חדו"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים קוד הקורס: 10201042	
שנה ב' – סמסטר א'	חדו"א: פונקציות של משתנה אחד	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות 2 שעות שבועיות	ד"ר לור ברטל, ד"ר מלכה רוזנטל, משה פרץ שרה גרסיה, הדסה שרביט, משה פרץ	הרצאה: תרגול:

**שימושים של אינטגרל:** בעזרת אינטגרלים ניתן לחשב נתונים גיאומטריים רבים, כגון השטח של תחום הכלוא בין עקומות או הנפח של גוף במרחב. נראה גם מתי ניתן להכליל את האינטגרל למקרים אינסופיים. חישובי שטח ונפח, נפח של גוף סיבוב. אינטגרלים לא אמיתיים.

**חישובים מקורבים:** איך מחשב יכול לחשב  $\sin x$  אם הוא יודע רק לחבר ולהכפיל? איך מחשבים את הערך שבו פונקציה מתאפסת אם אין לנו נוסחה? החלק השני של הקורס מתייחס לשאלות כאלה. נשתמש בתוכנות גרפיות ונומריים כדי להדגים את המושגים.

סדרות: הגדרה, גבול, סדרת קושי, סדרות רקורסיביות. טורים: הגדרה, התכנסות טורים (בהחלט ובתנאי), מבחני התכנסות, טורי לייבניץ. פולינומי טיילור. טור טיילור של פונקציה והתכנסות לפונקציה. טורי חזקות: הגדרה, רדיוס התכנסות, תחום התכנסות, גזירה ואינטגרציה של טור חזקות, הצגה של פונקציות אלמנטאריות כטורי חזקות, שימוש של טורי חזקות לחישוב ערכים מקורבים, למשוואות דיפרנציאליות. אנליזה נומרית: שיטת החצייה, שיטת ניוטון רפסון, שיטת האיטרציה, חישובים נמוניים של אינטגרלים בשיטת ניוטון קוטס (שיטת הטרפז, שיטת סימפסון).

4 נקודות זכות	מבנים אלגבריים קוד הקורס: 10201092	
שנה ב' – סמסטר א'	כלים מתמטיים למדעי המחשב, אלגברה ליניארית א' + ב'	דרישות קדם:
4 שעות שבועיות	רונית כץ, רונית כץ, ד"ר אריה יקר	הרצאה:

בקורס זה נלמד נושאים מתמטיים הנחוצים להבנת סוגיות בתיאוריה של מדעי המחשב, בפרט באלגוריתמים, בהצפנה, ובקודים לתיקון שגיאות. הנושאים הנלמדים: חבורות: הגדרת חבורה ותת חבורה, החבורה הסימטרית, הומומורפיזם ואיזומורפיזם, הצגת תמורות, מסלולים, מחלקות ימניות ומחלקות שמאליות, חבורת מנה, המשפט היסודי של ההומומורפיזם. חוגים: הגדרת חוג ותת חוג, אידיאל, תחום שלמות, שדה, חוגי פולינומים, חוגים אוקלידיים, חוגים ראשיים, חוג מנה, בניית שדות סופיים. תורת המספרים: האלגוריתם של אוקלידס, קונגרואנציה. משפט Fermat, משפט Euler, משפט Wilson, משפט השאריות הסיני, שאריות ריבועיות, טרנספורם Fourier דיסקרטי.

2 נקודות זכות	כתיבה והצגה מדעית – קבוצה 1 קוד הקורס: 10206252	
שנה ב' – סמסטר א'	אין	דרישות קדם:
2 שעות שבועיות	רועי זאבי, ד"ר שמחה רוזן, ד"ר אריאל פירסטנברג	הדרכה:

כתיבה טכנית ומדעית הפכה להיות חלק בלתי נפרד מהעולם המקצועי של מדעי המחשב. מטרת הקורס היא לפתח מיומנויות כתיבה והצגה הנדרשות הן במהלך התואר והן בחיים המקצועיים לאחר סיום הלימודים. הקורס יתמקד בנושאים הבאים: קריאת מאמרים מתחום מדעי המחשב, אפיון הכתיבה המדעית, התמודדות עם קריאת מאמר והפיכת הקריאה ללימוד אקטיבי. מבנה המאמר המדעי, עקרונות הסיכום וההתנסות האקדמיים. חיפוש מושכל במאגרי מידע ומנועי חיפוש. בניית מצגות. במהלך הקורס נתרגל את המיומנויות השונות באמצעות כתיבת דוחות, בחירת מאמר והצגתו בפני הכיתה.



5 נקודות זכות	קוד הקורס: 10204042	תכנות מונחה עצמים ופיתוח משחקים
שנה ב' – סמסטר ב'	מבוא לתכנות מונחה עצמים והנדסת תוכנה, מבני נתונים	דרישות קדם:
4 שעות שבועיות 2+2 שעות שבועיות	מיכל אלחנתי, רחל שפירא, צבי מלמד יחזקאל ברנט, מתן פרל, רותי קליינמן, הלל גריינמן	הרצאה: תרגול +סדנה:

משחק "פאק-מן", "חופר", "גנבים בעיר הגדולה", "למינגס" ועוד משחקי מחשב רבים אחרים הם דוגמאות לעולמות עם עצמים, פעולות, יחסי גומלין ביניהם. יישומים מסוג זה מדגימים היטב את הרעיונות, העקרונות והאתגרים, הקיימים בתכנות מונחה עצמים. הקורס יעסוק בנושאים מתקדמים של תכנות מונחה עצמים כגון: תבניות, איטרטורים, שימוש בספריות קיימות ותבניות עיצוב. ההתנסות התכנותית תכלול יישומים מעולם משחקי המחשב המבוססים על מבני נתונים ואלגוריתמים הנלמדים בקורסים התיאורטיים.

5 נקודות זכות	קוד הקורס: 10203062	מערכות הפעלה ותכנות בשפות סקריפטים
שנה ב' – סמסטר ב'	מבוא למדעי המחשב, תכנות מודולארי, מערכות חומרה ותכנה ותכנות בשפת סף, תכנות מערכת ומבוא לתכנות מקבילי	דרישות קדם:
4 שעות שבועיות 2+2 שעות שבועיות	תמר באש, מיכל גולדשטיין, ד"ר אודי קונלי רותי בורנשטיין, תמר באש, דוד ספינדל	הרצאה: תרגול + סדנה:

האם עת תכנית מורצת היא שוכנת בזיכרון המחשב? כיצד מנהלת מערכת ההפעלה את הזיכרון הראשי? כיצד מאורגנים הנתונים בדיסק? מהו מדריך (מחיצה, directory)? כיצד ניתן לדאוג שגם אם הדיסק קרס תוכנו של הקובץ לא יאבד? מה קורה עת ממפים קובץ לזיכרון? מה קורה עת אנו מדליקים את המחשב? על שאלות אלה ואחרות יענה הקורס.

נושאי הלימוד: ארגון הזיכרון הראשי (כולל: swapping, paging, segmentation, demand-paging). מערכת הקבצים (כולל NFS, מ.ק. מבוססות יומן). ניהול הדיסק ותזמונו. גוש עליה. ניהול שטח השחלוף. מיטמון וחציצה. מערכי דיסקים (RAID). מערכות קלט/פלט (ברמה התיאורטית וב-Unix). ניהול מערכת הקבצים ב-Unix (כולל: קודקודי הציווד, קישור רך/קשה) טיפול בקבצים ובמדריכים ב-Unix: open(), creat(), read(), write(), lseek(), fcntl() בפרט לשם נעילת קבצים ולטיפול בדגלי הסטאטוס, umask(), access(), chmod(), stat(), rename(), unlink(), opendir(), readdir(), mkdir(). קבצים ממופים לזיכרון: mmap(). הכרות עם תכנות בשל (shell programming) באמצעות שפת Python. שיטות להתמודדות עם חסימות הדדיות (אלג' הבנקאים, איתור והיחלצות מחסימות הדדיות בדיעבד) תזמן המעבד בתיאוריה וב-Linux. היכרות עם תכנת cygwin.

4 נקודות זכות	קוד הקורס: 10202042	אלגוריתמים
שנה ב' – סמסטר ב'	אלגברה ליניארית א' + ב', מתמטיקה דיסקרטית, מבוא לתיאוריה של מדעי המחשב, מבנים אלגבריים, מבני נתונים	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות 2 שעות שבועיות	ד"ר ערן לונדון, ד"ר הדסה יעקובוביץ', אפי נפתלי חיה זילברמן, אסתר מייזל, אלעד חסיד	הרצאה: תרגול:

נעסוק בבעיות מעשיות רבות מכל תחומי מדעי המחשב ונגלה כיצד ניגשים אליהן ואיך פותרים. תחומי העיסוק הם רחבים ביותר. הפתרונות נשענים על כל תחומי המתמטיקה והתיאוריה שנלמדו בקורסים הקודמים. בין הבעיות שבהן נעסוק ניתן להזכיר את הבאות:

- מהו אלגוריתם? מהם המשאבים והמחירים (זמן, מקום)?
- למה מתכוונים כשאומרים "הפרד ומשול"? איך פותרים בעיה על-ידי פרוקה לבעיות "קטנות יותר"?
- כיצד מזהים בזריזות מילה קצרה בתוך קובץ ענק? (התמרת Fourier מהירה ושימושיה).
- באלו פסלים יבחר עלי-בבא כאשר יפרוץ למוזיאון? (תכנון דינמי, בעיית תרמיל הגב).
- האם ומתי כדאי להיות חמדן?
- איך מנתבים משאיות ברשת כבישים, ואיך זה מתקשר לבעיית החתונה ולפתרון סודוקו? (זרימות בגרפים).
- איך מתבצעת הצפנה מודרנית? מדוע אנחנו מסכימים למסור את פרטי כרטיס האקראי שלנו דרך רשת האינטרנט הגלויה לכל, ומדוע הקדמונים לא הסכימו (שיטת RSA, שיטת רבין).
- במה עדיף המהמר על האיש ה"בטוח"? איך עוזרת אקראיות לפתרון בעיות קשות?

<b>4 נקודות זכות</b>	<b>קוד הקורס: 10201052</b>	<b>חדו"א: עקומות ומשטחים</b>
<b>שנה ב' – סמסטר ב'</b>	<b>אלגברה ליניארית א' + ב', חדו"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים</b>	<b>דרישות קדם:</b>
<b>3 שעות שבועיות 2 שעות שבועיות</b>	<b>ד"ר לור ברתל, ד"ר מלכה רוזנטל, משה פרץ רונית כץ, איילת אמסלם, משה פרץ</b>	<b>הרצאה: תרגול:</b>

בקורס זה נלמד כיצד ניתן להשתמש ברעיונות של האנליזה כדי לחקור עקומות ומשטחים המוגדרים בצורה פרמטרית או בעזרת משוואות. נעשה שימוש רב בתוכנות גרפיות כדי להדגים את המושגים. הנושאים הנלמדים: פונקציות וקטוריות: פרמטריזציה חלקה, וקטור משיק, וקטור נורמל, וקטור בינורמל, החלפת פרמטר, אורך קשת, עקמומיות. פונקציות של כמה משתנים: גבולות ורציפות, נגזרות חלקיות, נגזרות כיווניות, דיפרנציאביליות, כלל השרשרת, גרדיאנט, נקודות קיצון, כופלי לגרנג'ר. עקומות ומשטחים: הגדרה לפי פרמטריזציה או לפי משוואה, חישוב הישר או המישור המשיק. אינטגרלים כפולים: חישובים, משפט פוביני, החלפת משתנה (בעיקר לקואורדינטות קוטביות).

<b>4 נקודות זכות</b>	<b>קוד הקורס: 10201102</b>	<b>תורת ההסתברות</b>
<b>שנה ב' – סמסטר ב'</b>	<b>כלים מתמטיים למדעי המחשב, חדו"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים, חדו"א: עקומות ומשטחים (ניתן ללמוד במקביל), מתמטיקה דיסקרטית.</b>	<b>דרישות קדם:</b>
<b>4 שעות שבועיות</b>	<b>ד"ר איילת גולדשטיין, ד"ר איילת גולדשטיין, שמואל דהן</b>	<b>הרצאה:</b>

בשנים האחרונות הבנת חוקי תורת ההסתברות הפכה להיות חיונית לפיתוח אלגוריתמים מהירים ויעילים. אלגוריתמים הסתברותיים, כלומר אלגוריתמים שעושים בחירות אקראיות במהלך הריצה שלהם מוכיחים את עצמם כדרך יעילה לפתרון בעיות, אשר אחרת לא היו ניתנות לפתרון בזמן סביר. בקורס זה נדון ביסודות תורת ההסתברות ונלמד לבצע חישובים והערכות בתנאי אי וודאות.

הנושאים שילמדו: חזרה על הסתברות בדידה: מרחב ההסתברות. הסתברות מותנה. נוסחת Bayes. אי-תלות. משפחה של מאורעות בלתי תלויים. פונקציית ההסתברות של משתנה מקרי, פונקציית ההתפלגות המצטברת. תוחלת ושונות של משתנה מקרי. תכונות מתמטיות. תוחלת של פונקציה של משתנה מקרי. התפלגויות בדידות מיוחדות: משתנה מקרי ברנולי, בינומי, גיאומטרי, אחיד בדיד, היפרגיאומטרי, ופואסוני. משתנה מקרי רציף: פונקציית הצפיפות של משתנה מקרי רציף. פונקציית ההתפלגות המצטברת. תוחלת ושונות. התפלגויות מיוחדות: אחידה רציפה, מעריכית, ונורמאלית. משתנה מקרי דו-מימדי בדיד ורציף: פונקציית ההסתברות המשותפת של זוג משתנים מקריים, התפלגות שולית, התפלגות מותנה. תוחלת מותנה כמשתנה מקרי. משפט התוחלת השלמה ויישומיו. התפלגות של פונקציות של משתנים מקריים: התפלגות של סכום. אי-שיוויונים בהסתברות. תוחלת ושונות של סכום. משתנים מקריים בלתי תלויים ובלתי מתואמים. משפט הגבול המרכזי. נושאים מתקדמים: אנטרופיה של משתנה מקרי. תהליכים סטוכסטיים. שרשראות מרקוב ויישומיהם במדעי המחשב.

<b>2 נקודות זכות</b>	<b>קוד הקורס: 10206252</b>	<b>כתיבה והצגה מדעית – קבוצה 2</b>
<b>שנה ב' – סמסטר ב'</b>		<b>דרישות קדם:</b>
<b>2 שעות שבועיות</b>		<b>הדרכה:</b>

כתיבה טכנית ומדעית הפכה להיות חלק בלתי נפרד מהעולם המקצועי של מדעי המחשב. מטרת הקורס היא לפתח מיומנויות כתיבה והצגה הנדרשות הן במהלך התואר והן בחיים המקצועיים לאחר סיום הלימודים. הקורס יתמקד בנושאים הבאים: קריאת מאמרים מתחום מדעי המחשב, אפיון הכתיבה המדעית, התמודדות עם קריאת מאמר והפיכת הקריאה ללימוד אקטיבי. מבנה המאמר המדעי, עקרונות הסיכום וההתנסות האקדמיים. חיפוש מושכל במאגרי מידע ומנועי חיפוש. בניית מצגות. במהלך הקורס נתרגל את המיומנויות השונות באמצעות כתיבת דוחות, בחירת מאמר והצגתו בפני הכיתה.

## שנה ג' – לימודי חובה

תכנות אינטרנט ושפת PHP	קוד הקורס: 10204053	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	מבוא לתכנות מונחה עצמים והנדסת תכנה, תכנות מונחה עצמים ופיתוח משחקים	שנה ג' – סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר סולנג' קרסנטי, ד"ר סולנג' קרסנטי, עמיאל ליבר	4 שעות שבועיות

תכנות עבור האינטרנט נלמד בשני קורסים: קורס זה מתמקד בצד הלקוח, כלומר בבניית אתרים המאפשרים חוויה אינטראקטיבית מתקדמת. לשם בניית אתר שכזה נדרשת יכולת לעצב אתר בצורה מודרנית, ידע בשפות תכנות שונות כגון Javascript, HTML, ידע בתקשורת, ידע בניהול מסד נתונים עבור שרת Web רב לקוחות, וידע בספריות השייכות לחברות המובילות (כגון Twitter).  
הקורס מקנה ידע בטכנולוגיות תכנות המשולבות באתרים מתקדמים, ובדרכים לבניה והקמה של אתר עם דגש על תקינות, אינטראקציה, שימושיות ונגישות של האתרים. הקורס מבוסס על שפת התכנות Php המיועדת לתכנות בצד השרת. בנוסף נלמד לפתח לפי תבנית Model-View-Controller ע"י שימוש במערכת פיתוח (framework). בנוסף הקורס מציג את הצעדים הנדרשים להקמה והפצת אתר, ולקידום אתרים.

תקשורת מחשבים	קוד הקורס: 10203083	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	תכנות מערכת ומבוא לתכנות מקבילי, מערכות הפעלה ותכנות בשפות סקריפטים	שנה ג' – סמסטר א'
הרצאה:	עמיאל ליבר, אביגיל גרטי, ד"ר ניסים הראל	4 שעות שבועיות

השימוש באינטרנט הוא חלק יום-יומי מחיינו, ותכנות בסביבת תקשורת היא מיומנות בסיסית בפיתוח מערכות תוכנה. השימוש הנכון בתשתית הרשת הוא גורם חשוב ביצירת חוויה מוצלחת. בקורס הזה נכיר את עיקרי תקשורת מחשבים והשילוב הקיים בין מערכות להעברת נתונים, שיחות קול, ומולטימדיה.  
הנושאים הנלמדים: מושגי יסוד בתקשורת ומודלים לרשת פתוחה, יישומי תקשורת, ניהול קשר רציף בהעברת מידע, תקשורת בין תכניות שונות, בקרת אמינות ואיכות קצה-לקצה, ניתוב הודעות ברשתות הטרוגניות, רשתות מקומיות, תקשורת קווית ואלחוטית בשכבה הפיסית. בכל פרק נדגיש את השיטות והפרוטוקולים המעשיים בתקשורת אינטרנט וברשתות מקומיות.

ארכיטקטורות מחשבים	קוד הקורס: 10203072	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	מערכות חומרה ותכנה ותכנות בשפת סף	שנה ג' – סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר מרטין לנד, ד"ר אילת גולדשטיין, ד"ר מרטין לנד	3 שעות שבועיות

ארכיטקטורה היא התחום במדעי המחשב שמספק את הפלטפורמה לשימוש המעשי של החידושים בתכנות ובאלגוריתמים. הגידול העצום במספר שורות הקוד במערכות התכנה המורכבות הקיימות כיום מתאפשר רק תודות לגידול מקביל בקצב החומרה.

בקורס זה נכיר את שיטות העבודה בארכיטקטורה ונלמד את עיקרי הטכנולוגיות הקיימות במחשבים מודרניים. הנושאים הנלמדים: רענון ארגון המחשב, הגדרת קבוצת פקודות (architecture instruction set), מדידות ו-benchmarks, תורת הביצועים וניתוח כמותי של שיטות למימוש פקודות במיקרו-מעבד, המעבר משיטות CISC לשיטות RISC, חפיפת פקודות (pipelining) וניתוח מעצורים, חשבון מחשב ותכנון ALU, שיטות לניהול זיכרון ושיטות cache, תקשורת פנימית בלוח הראשי (motherboard), מערכות superscalar, מעבדים מרובי ליבות, מחשב ה-PC בימינו כמימוש הישגי ארכיטקטורה.

3 נקודות זכות	קוד הקורס: 10202053	אוטומטים ושפות פורמאליות
שנה ג' – סמסטר א'	מתמטיקה דיסקרטית, מבוא לתיאוריה של מדעי המחשב, מבני נתונים	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר פרג' שיבאן, ד"ר אסתר דוד, ד"ר פרג' שיבאן	הרצאה:

שפה פורמאלית היא אוסף מילים המקיימות תכונה מסוימת, ו/או בעלות מבנה מסוים, למשל המספרים הראשוניים, או מילים באורך זוגי עם אות זהה בהתחלה ובסוף, וכדומה. כמעט לכל בעיה (מתמטית) ניתן לבנות שפה, כך שפתרון הבעיה שקול להכרעה אם מילה נתונה נמצאת או לא נמצאת בשפה. נדון בעצמת הקושי להחליט מי נמצא בשפה (ולכן בעצמת הקושי של הבעיה שהיא מבטאת) ע"י ניתוח המורכבות של האוטומט ("מחשב") הנדרש לצורך ביצוע ההחלטה.

נתחיל בשפות הפשוטות הנקראות "רגולריות", להן נדרש מחשבון פשוט הנקרא "אוטומט סופי דטרמיניסטי". נאפיין שפות אלו גם ע"י ביטויים מתמטיים הנקראים "ביטויים רגולריים", וגם ע"י תנאי מבנה הנובעים מ"משפט Nerode", שממנו גם נלמד לבנות את האוטומט הקטן יותר שניתן לבנות. נכיר תכונות מבנה רבות של שפות אלו, ונדון בבעיות הכרעה שונות על המבנה שלהן. בעזרת "למת הניפוח" נלמד איך להוכיח ששפה היא מורכבת יותר משפה רגולרית. נראה שהכנסת אקראיות לפעולת האוטומט לא עוזרת.

נכיר "תהליך דקדוקי" בונה מילים שמאפשר בניית שפות מורכבות יותר הנקראות "חופשיות הקשר", (רוב שפות התכנות הן כאלה). נאפיין שפות אלה גם בעזרת "אוטומט המחסנית" המורכב יותר. נוכיח את "למת הניפוח" ו"למת אוגדן" המאפשרות להראות שיש שפות עוד יותר מורכבות. נכיר את "ההיררכיה של חומסקי" המסווגת את כלל השפות לפי סיבוכן התהליך הדקדוקי הנדרש ליצירתן.

3 נקודות זכות	קוד הקורס: 10202073	לוגיקה למדעי המחשב
שנה ג' – סמסטר א'	מתמטיקה דיסקרטית, מבוא לתיאוריה של מדעי המחשב	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר גילי שול, ד"ר גילי שול, ד"ר ירמיהו קמינסקי	הרצאה:

מהי "הוכחה" במתמטיקה? מתי נאמר על טענה מתמטית שהיא "נכונה"? האם כל טענה נכונה ניתן להוכיח? והאם מה שניתן להוכיח, הוא בהכרח נכון? בקורס זה נרד ליסודות המתמטיקה, נגדיר את מושגים הבסיסיים ביותר כמו "הוכחה" ו"נכונות", ונבין את הקשר בין השניים.

נתחיל בשפה מתמטית פשוטה מאד (תחשיב הפסוקים), נלמד לנסח בה טענות מתמטיות תוך שימוש ב"קשרים" המחברים טענות בסיסיות למורכבות יותר. נראה דרך לכתיבה אחידה של נוסחות (צורה נורמלית), מה שמקל על הטיפול בהן. נדון בקבוצות שונות של קשרים, ומתי קבוצה כזו מאפשרת ליצור את כל הטענות האפשריות ("קבוצה שלמה" ו"קבוצה מצומצמת" של קשרים). נגדיר מהי "נכונות" (השמות וערכי אמת) ומהי "הוכחה", נכיר כלי עזר ליצירת הוכחות (משפט ההיסק, והוכחה מהנחות). נוכיח שכל מה שהוכח אכן "נכון" (משפט הנאותות), ושכל מה שנכון אכן ניתן להוכחה (משפט השלמות). נוכיח את משפט הקומפקטיות שאומר שאם טענה נובעת מקבוצה אינסופית של הנחות, היא נובעת כבר מתת קבוצה סופית של הנחות. נבין שאין כרגע דרך מעשית להכריע עבור כל נוסחה אם היא נכונה, ונכיר תת משפחה של נוסחאות (בצורת Horn) עבורן זה כן אפשרי.

שפת "תחשיב היחסים" מאפשרת ניסוח טענות מתמטיות מורכבות הרבה יותר, נעבור את כל התהליך גם עם שפה זו, נדבר על נכונות מול הוכחה, משפט הנאותות ומשפט השלמות (ללא הוכחה), וגם משפט הקומפקטיות. נכיר את אקסיומות פיאנו והמודל הסטנדרטי של המספרים הטבעיים, ואת משפטי אי השלמות העמוקים של גדל (ללא הוכחה) שאומרים שבמערכת ה"ל של הטבעיים תמיד יהיה משהו שלא הוא ולא שלילתו ניתנים להוכחה, ושלא ניתן לצפות שהמערכת תוכיח שמה שהוכחנו בה אכן נכון!

בהמשך נדבר על שפות עוד יותר מורכבות המאפשרות נכונות יחסית לזמן (לוגיקה טמפורלית), ועל שפות המרחיבות את המושג נכון/לא נכון, ומאפשרות גם משהו באמצע.

4 נקודות זכות	קוד הקורס: 10204153	תכנות אינטרנט ושפת Java
שנה ג' – סמסטר ב'	מבוא לתכנות מונחה עצמים והנדסת תכנה, תכנות מונחה עצמים ופיתוח משחקים, תכנות אינטרנט ושפת PHP	דרישות קדם:
4 שעות שבועיות	ד"ר סולנג' קרסנטי, ד"ר סולנג' קרסנטי, עמיאל ליבר	הרצאה:

תכנות עבור האינטרנט נלמד בשני קורסים: קורס זה מתמקד בצד השרת של בניית אתרים, כלומר בבניית רכיבים הקשורים לניהול מסדי נתונים ותקשורת בין לקוחות. הקורס מפרט את עקרונות התכנות בשפת Java ובטכנולוגיות מתקדמות לבניית אתרים דינמיים ותכנות ברשת. שילוב של טכנולוגיות מביא לעיצוב ובניית אתרים המנהלים מסדי נתונים על-ידי שרתים מרובי משתמשים, וייצור דפים כתוצאה משאילתות ואינטראקציה עם המשתמש. הקורס מסתיים בבניית אתר מתקדם המשלב את הטכנולוגיות הנלמדות.

הקורס מקנה גם ידע בבניית אתרים ע"י מערכות של Google ו-Facebook. הסטודנטים ישלבו את כל נושאי הקורס בבניית אפליקציה עבור אתר Facebook.

נושאים שילמדו: מבנה דפים (DOM, DOM API). Javascript. תקשורת ע"י XMLHttpRequest object. טכנולוגיות בצד הלקוח: Prototype, JQuery, MooTools. טכנולוגיות בצד השרת (Php, MySql). טכנולוגיות כגון: Google Web Toolkit. פיתוח אפליקציות עבור Facebook. אבטחה ויעילות עם Ajax. הקמת אתר (בחירת ורכישת Web hosting ושם אתר). מערכות CMS. קידום אתרים

מסדי נתונים	קוד הקורס: 10204073	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	מתמטיקה דיסקרטית, מבוא לתיאוריה של מדעי המחשב	שנה ג' – סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר שמחה רוזן, ד"ר שמחה רוזן, ד"ר יורם ביברמן	4 שעות שבועיות

מערכות תכנה גדולות מטפלות בכמות עצומה של נתונים. על המערכות להיות מסוגלות לפנות לנתונים ביעילות ובמהירות, שכן אחרת זמן התגובה שלהן יהיה בלתי סביר. קורס זה מציג את המודלים התיאורטיים לטיפול בכמות גדולה של נתונים, ואת יישומיהם המעשיים. לדוגמה: כיצד ניתן לבקש ממערכת המחשב לשלוף את כל הנתונים בעלי אפיון כזה או אחר? ומה צריכה המערכת לעשות על-מנת שהנתונים יישלפו במהירות? כיצד נדאג שאם רק כרטיס אחד נותר בטיסה כלשהי הוא לא יימכר, חלילה, באותו זמן בדיוק לשני לקוחות שונים ע"י שני סוכני נסיעות? כיצד נדאג שגם אם המחשב יפול הרף עין אחרי שהלקוח משך כסף מהמכשיר האוטומטי חשבונו יחויב בשיעור המשיכה?

הנושאים הנלמדים: מבוא למסדי נתונים. מודל היחסים. אלגברה של יחסים. תחשיב יחסים לפי שורות. SQL. אילוץ תקינות ותיכון מסדי נתונים (מפתחות, תלויות פונקציונאליות, צורות נורמאליות). מודל ישויות-קשרים. ניהול תנועות, בקרת מקביליות (שקילות בקונפליקט ושקילות במבט, שווה סדרתיות, פרוטוקולים המבטיחים שווה-סדרתיות – נעילה דו-שלבית, פרוטוקולים ללא נעילות). הכרות עם מערכת ניהול מסד נתונים PostgreSQL או MySQL.

חשוביות ומורכבות החישובים	קוד הקורס: 10202063	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגוריתמים, לוגיקה למדעי המחשב, אוטומטים ושפות פורמאליות	שנה ג' – סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר פרג' שיבאן, ד"ר אסתר דוד, ד"ר פרג' שיבאן	3 שעות שבועיות

גם אם יש לך כל הזמן שבעולם, לא כל דבר ניתן לביצוע! בקורס זה נוכיח למשל שבשום אופן לא ניתן לכתוב תוכנית מחשב שמבצעת את הדבר הבא: נותנים לה תוכנית מחשב A וקלט X עבור A, ועל התוכנית שלנו לומר אם ל-A המופעלת על הקלט X יש "באג".

נתחיל עם המודל הפשוט של "מכונת המונים". נופתע לגלות שאם משהו ניתן לחישוב (אפשרי לעשותו), אז אפשר לבצעו כבר ע"י מכונה שידעת רק להוסיף או להוריד אחד ולעשות קפיצה מותנית (עבור למקום אחר בתוכנית, אם ערך מסוים שונה מאפס). תוך קידוד של תוכניות חישוב ע"י מספרים טבעיים (מספרי גדל), נגלה שיש דברים רבים שאין שום דרך לבצעם (לא רקורסיביים), ושיש דברים שניתנים לביצוע רק למחצה (נל"ר). נדון ב"בעיית העצירה", במנייה של קבוצות הנל"ר, קיום נל"ר שאיננה רקורסיבית, משפט הפרמטר ומשפט רייס, ובתוצאות המקסימות של משפטים אלו.

"מכונת טיורינג" היא המחשב התיאורטי שהגה אלן טיורינג (משוברי צופן האניגמה הגרמני) הרבה לפני שמישהו ראה מחשב בעולם. נוכיח שמה שניתן בכלל להיעשות, ניתן להיעשות במכונת טיורינג. נדון בשאלות: מה ניתן להיעשות בזמן מעשי, ולא רק באופן תיאורטי? והאם הכנסת אקראיות לעבודת מכונת טיורינג יכולה לעזור? לצערנו לשאלות אלו אין כרגע תשובה, וכנראה לא תהיה אף פעם. נדון במושגים: P, NP, Co-NP, NP שלמות, ונבין את משפט קוק. מסתבר שיש אלפי בעיות תמימות למראה שאילו היינו יודעים לעשות אפילו אחת מהן בזמן מעשי, היינו יכולים לעשות את כולן בזמן מעשי, בעיות אלו נקראות "NP-שלמות". לדוגמה: נתונים n מספרים  $x_1, x_2, \dots, x_n$  האם ניתן לחלקם לשתי קבוצות שסכומן שווה? נוכיח על בעיות רבות שהן כאלה, ונכיר "אלגוריתמי קירוב", כלומר דרכים לפתור אותן בכל זאת בזמן מעשי לפחות בחלק מהמקרים.

פרויקט גמר	קוד הקורס: 10204143	8 נקודות זכות
דרישות קדם:	סיום קורסי החובה של שנה ב'	שנה ג' – שנתי
ריכוז: הנחיה:	ד"ר יורם יקותיאל, ד"ר שמחה רוזן, ד"ר יורם יקותיאל פרופ' מיכאל ברמן פרופ' מישל ברקוביאר ד"ר איילת גולדשטיין ד"ר יורם יקותיאל ד"ר מרטין לנד ד"ר אודי קונלי ד"ר סולנג' קרסנטי תמר באש מתן בניטה דוד ויינברג אור כדראווי עמיאל ליבר אביגיל רבין הפנר	12 שעות שבועיות

תמיד חלמת לפתח אפליקציה מקורית לאיפון או לשחק עם רובוטים מונחי מצלמה? פרויקט הגמר הוא ההזדמנות שלך לפתח אפליקציות מתקדמות משלב הרעיון ועד שלב הביצוע. פרויקט הגמר מזמן מצד אחד אפשרות לעבודה עצמאית ומצד שני הנחיה וליווי של כל שלב בתכנון ובביצוע. במסגרת הפרויקט תוכל להביא את מכלול היכולות שלך לידי ביטוי ולעצב "כרטיס כניסה" מכובד לתעשייה. נושאי הפרויקטים ייבחרו על-ידי הסטודנטים תוך תיאום עם מנחי הפרויקטים מתוך מגוון תחומים כגון רובטיקה, ממשקי משתמש מתקדמים, אינטרנט, גרפיקה, עיבוד תמונה, ראייה ממוחשבת, מיקרו-מעבדים ותכנות מתקדם. בשלב התכנון הסטודנטים ידרשו לגבש הצעת פרויקט ולאחר אישורה ימשיכו לשלב הביצוע הפרויקטים. שלב הביצוע יתמקד בבניית הפרויקט, בבדיקת הפרויקט, בתיעוד הפרויקט, באריזת הפרויקט ובהצגת הפרויקט.

כדוגמא לפרויקטי גמר שבוצעו בשנים קודמות ניתן להזכיר מערכת לרוכבי אופניים לסביבת אנדרואיד, מערכת רובוטים מונחי מצלמה לצורכי אבטחה, אפליקציה לתיקון אוטומטי של שגיאות איות וניסוח, תוכנה לזיהוי כתב עברי ומחוות בזמן אמת, תוכנה לאימון דיבור לילדים חרשים ועוד. חלק מפרויקטי הגמר מבוצעים בשיתוף פעולה עם חוגים מבית הספר לתקשורת ועיצוב ועם החוג להפרעות בתקשורת וכן עם גורמים חיצוניים כמו עם המחלקה לזיהוי פלילי, מרכז וריאטי לילדים בעלי צרכים מיוחדים ועמותת מילבת וחברות מובילות בתחומן דוגמת NDS, אינטל, אקסודיוס ומל"מ.

## שנה ג' – לימודי בחירה

קורסים המסומנים ב- \* לא יוצעו בשנת תשע"ח

<b>3 נקודות זכות</b>	<b>מערכות לומדות</b>	
<b>שנה ג' תואר ראשון, מוסמך סמסטר א'</b>	<b>אלגברה ליניארית א' + ב'</b> <b>אנליזה א' + ב'</b>	<b>דרישות קדם:</b>
<b>3 שעות שבועיות</b>	<b>ד"ר יורם יקותיאל</b>	<b>הרצאה:</b>

מה היא למידה? מה הן מערכות לומדות? האם מכונה יכולה ללמוד ואילו מושגים ניתנים ללמידה? כיצד ניתן ללמד מכונה? באילו שיטות ועבור אילו בעיות?

בשנים האחרונות הודגם שלא רק שמכונות יכולות ללמוד, אלא שזהו כלי חיוני מאין כמוהו לטיפול בבעיות סבוכות ובגודש המידע המציף אותנו. מערכות אוטומטיות הלומדות לזהות דפוסים משמשות כיום מרכיב חשוב במגוון עצום של תחומים וישומים.

בקורס נציג את תחום המערכות הלומדות ואת הקשר שלו לתחומים אחרים. נלמד דרך דוגמאות מעשיות את הנושאים הבאים:

גרסיה: התאמת מודל לנתונים. שיטות מינימום שגיאה ריבועית. Support Vector machines. זיהוי – detection (האם בתמונה נמצאים פנים? היכן?) recognition (מהו האובייקט הנמצא בקלט, האם זהו אדם?) identification, individualization (מי החתול הזה? האם זה מיצ'?), למידה מונחית – supervised learning. סיווג – classification (האם הקלט המוגש שייך לקבוצה זו או אחרת, האם זה תפוח או תפוז?) שיטת השכן הקרוב, סיווג בייס נאיבי, עצי החלטה. רשתות עצבים מלאכותיות. למידה בלתי מונחית – unsepervised learning. ניתוח אשכולות – clustering. הפחתת מימדים – dimensionality reduction. למידת חיזוק – reinforcement learning. מודלים להערכת התפלגויות - Probabalistic graphic models. אלגוריתמים גנטיים. ספריות תוכנה ובהן כלי Python ו Matlab (scikit-learn) המממשים מערכות לומדות. בקורס ינתן דגש על למידה אוטומטית מתוך מידע ביורפואי לצרכי זיהוי, אפיון, ניתוח והערכה של המידע.

<b>3 נקודות זכות</b>	<b>מערכות תומכות החלטה ברפואה</b>	
<b>שנה ג' תואר ראשון, מוסמך סמסטר א'</b>	<b>תכנות מונחה עצמים ופיתוח משחקים</b> <b>אלגברה א' + ב'</b>	<b>דרישות קדם:</b>
<b>3 שעות שבועיות</b>	<b>ד"ר אילת גולדשטיין</b>	<b>הרצאה:</b>

המשימות שרופאים נדרשים לבצע הם רבים ומגוונים, כמו ניתור חולים, אבחנה, בחירת טיפול נכון ואופטימלי, ניתוח של נתונים, סיכום מידע. משימות אלו דורשות מטודולוגיות מתחומים שונים כמו מדעי המחשב, בינה מלאכותית, סטטיסטיקה וניתוח החלטות.

בקורס נכיר את העולם של המערכות תומכות החלטה ברפואה ואת המטודולוגיות השונות שמשמשות בתחום זה.

נלמד את הנושאים הבאים: מבוא למידענות רפואית (Medical Informatics), רשומות רפואיות וסטנדרטים רפואיים, בסיסי נתונים טמפוראליים, ייצוג יידע, סוגים שונים ומאפיינים של מערכות תומכות החלטה: מערכות מבוססות חוקים, מערכות מבוססות ידע, מערכות לאבחנה רפואית. היסק תלויי זמן, הטיות בשיפוט אנושי, עצי החלטה, הפשטה (abstraction) של נתונים תלויי זמן, וויזואליזציה וניתוח של נתונים רפואיים תלויי זמן, מידול והרצת קווים מנחים, מערכת לסיכום מילולי של נתונים רפואיים.

<b>3 נקודות זכות</b>	<b>מערכות תומכות החלטה ברפואה</b>	
<b>שנה ג' תואר ראשון, מוסמך סמסטר א'</b>	<b>תכנות מונחה עצמים ופיתוח משחקים</b> <b>אלגברה א' + ב'</b>	<b>דרישות קדם:</b>
<b>3 שעות שבועיות</b>	<b>ד"ר אילת גולדשטיין</b>	<b>הרצאה:</b>

המשימות שרופאים נדרשים לבצע הם רבים ומגוונים, כמו ניתור חולים, אבחנה, בחירת טיפול נכון ואופטימלי, ניתוח של נתונים, סיכום מידע. משימות אלו דורשות מטודולוגיות מתחומים שונים כמו מדעי המחשב, בינה מלאכותית, סטטיסטיקה וניתוח החלטות.

בקורס נכיר את העולם של המערכות תומכות החלטה ברפואה ואת המטודולוגיות השונות שמשמשות בתחום זה.

נלמד את הנושאים הבאים: מבוא למידענות רפואית (Medical Informatics), רשומות רפואיות וסטנדרטים רפואיים, בסיסי נתונים טמפוראליים, ייצוג יידע, סוגים שונים ומאפיינים של מערכות תומכות החלטה: מערכות מבוססות חוקים, מערכות מבוססות ידע, מערכות לאבחנה רפואית. היסק תלויי זמן, הטיות בשיפוט אנושי, עצי

החלטה, הפשטה (abstraction) של נתונים תלויי זמן, וויזואליזציה וניתוח של נתונים רפואיים תלויי זמן, מידול והרצת קווים מנחים, מערכת לסיכום מילולי של נתונים רפואיים.

<b>מבוא לאבטחת מידע</b>		<b>3 נקודות זכות</b>
<b>דרישות קדם:</b>	אלגברה ליניארית א'+ב', מערכות הפעלה, תקשורת מחשבים, ארכיטקטורות מחשבים יש ללמוד את מבוא להצפנה במקביל	מוסמך – סמסטר ב'
<b>הרצאה:</b>	מר בנימין הירשברג	3 שעות שבועיות

מטרות אבטחת מידע, אימונים כללים על מערכות מידע. יסודות תורת ההצפנה, הנדסת קריפטוגרפיה: צפנים סימטריים ואסימטריים (AES, DES), צפני גושיים וצפני זרם (4RC). שיטות החלפת מפתחות (Diffie-Helman). אלגוריתמי גיבוב (HASH) קריפטוגרפים וחימוט דיגיטליות. סרטיפיקטים ותשתיות מפתחות פומביים (PKI). מדיניות אבטחה ויסודות הגנה: הגנה לעומק, הפרדת אחריות והרשאות, זיהוי, אימות, הרשאות ועיקרון של זכות מינימלית, Bell LaPadua model. מושגים וטכניקות של התקפות. תוקפים ואתיקה. יסודות אבטחת רשתות, ניתוח מקרה SSL, יסודות אבטחת מחשבים, מערכות הפעלה ו-Trusted Computing. ניתוח מקרה אנדרויד.

<b>מבוא להצפנה</b>		<b>3 נקודות זכות</b>
<b>דרישות קדם:</b>	מבנים אלגבריים, אלגוריתמים	שנה ג' – סמסטר ב'
<b>הרצאה:</b>	ד"ר לור ברטל	3 שעות שבועיות

איך ניתן להעביר הודעה סודית? איך ניתן לחתום על הודעה במחשב? איך מחלקים סודות? איך מוכיחים זהות? איך מטילים מטבע באינטרנט? בקורס נראה כמה תשובות. הנושאים הנלמדים: מערכות הצפנה קלאסיות: מצפיני בלוק, מצפיני זרם, מבוא ל-DES. מערכות הצפנה ציבוריות: מבוא, שיטת RSA, התקפות על RSA, הלוג הדסקרטי, חתימות דיגיטליות, פונקציות hash. עקומות אליפטיות ושימושיהן בקריפטוגרפיה. הוכחות חוסר ידע. שיתוף סוד. במהלך הסמסטר נחזור על המושגים המתמטיים הדרושים להצפנה כמו המספרים השלמים מודולו n ושדות סופיים ונעמיקם.

<b>בינה מלאכותית</b>		<b>3 נקודות זכות</b>
<b>דרישות קדם:</b>	מתמטיקה דיסקרטית, מבוא לתיאוריה של מדמ"ח	בוגר – סמסטר ב'
<b>הרצאה:</b>	ד"ר אסתר דוד	3 שעות שבועיות

מבוא לבינה מלאכותית. פתרון בעיות. שיטות חיפוש (חיפוש ללא ידע, חיפוש עם ידע, חיפוש יוריסטי, חיפוש מקומי, אלגוריתמים גנטיים). חיפוש בתנאי יריבות – משחקים. בעיות סיפוק אילוצים. ייצוג והסקת ידע באמצעות לוגיקה. תכנון קלאסי. תורת המשחקים. למידה מדוגמאות. רשתות נוירוניות.

<b>סמינר בגיאומטריה חישובית</b>		<b>קוד הקורס: 10205084</b>	<b>2 נקודות זכות</b>
<b>דרישות קדם:</b>	אלגוריתמים		שנה ג' – סמסטר א'
<b>הנחיה:</b>	ד"ר לור ברטל		2 שעות שבועיות

מה הקשר בין ג'רפה לבין סניף הדואר הקרוב אליכם? איך מתכנתים תנועת רובוט? איך המחשב יודע על איזו תמונה עשיתם קליק עם העכבר? איך ה-GPS מוציא את מפת השכונה? על כל הבעיות האלה ועוד הרבה אחרות תלמדו בקורס. בעזרת הדוגמות הללו, נכיר כמה מהטכניקות ומבני נתונים של הגיאומטריה החישובית (לדוגמה אלגוריתמי סריקה, DCEL). הסטודנטים יכינו הרצאה ועבודה בכתב.

<b>סמינר Big Data</b>		<b>2 נקודות זכות</b>
<b>דרישות קדם:</b>		
<b>הרצאה:</b>	ד"ר אילת גולדשטיין	2 שעות שבועיות

כמות הנתונים המצטברים כיום במערכות המחשבים הולכת וגדלה בקצב מסחרר, עד כדי כך שישושים לעיבוד נתונים מסורתיים כבר לא יכולים להתמודד איתם. מציאות זו מחייבת יכולת לעבד כמויות עצומות של מידע ולנתח אותן בכדי להפיק מסקנות.

בקורס נתעמק בנושאים יסודיים בתחום המידע עתק. נלמד גישות עכשוויות ואלגוריתמים שבשימוש בתחום כגון: חיפוש ברשת (google web search), מערכות המלצה (recommendation systems), חישוב מקבילי



(parallel computing), קהילות ברשתות חברתיות (communities in social network), אשכולות במידע עתק (clustering in big data), פרסום חישובי (computational advertising) ועוד.

2 נקודות זכות	סמינר בתקשורת ובמערכות מבוזרות	
שנה ג' – סמסטר ב'	תכנות מערכת ומבוא לתכנות מקבילי, מערכות הפעלה ותכנות בשפות סקריפטים, תורת ההסתברות, אלגוריתמים	
2 שעות שבועיות	ד"ר מרטין לנד	הרצאה:

הסמינר יעסוק בנושאים מתקדמים ברשתות מחשבים מודרניות. בין הנושאים שנפגשו: פרוטוקולים לארגון וניהול רשתות, רשתות ענן, שילוב ניתוב ומיתוג, תשתית מהירה (DSL, סיבאופטי, ועוד), אבטחת מידע, רשתות אלחוטיות ומערכות סלולאריות, ניתוח ביצועים, ועוד נושאים בהתאם להתעניינות המשתתפים.

3 נקודות זכות	גרפיקה ממוחשבת*	
שנה ג' – סמסטר ב'	מבני נתונים, מבוא לתכנות מונחה עצמים והנדסת תוכנה, תכנות מונחה עצמים ופיתוח משחקים אלגברה א', אלגברה ב', חדו"א: פונ' של משתנה אחד	
3 שעות שבועיות	ד"ר מיכל אלחנתי	הרצאה:

כיצד יוצרים עולם מדומה תלת ממדי שיוצג על חלון המסך הדו ממדי? כיצד העצמים בעולם תופסים נפח ולא "נכנסים" אחד בשני בזמן שהם נעים? כיצד יוצרים אנימציה ממוחשבת? כיצד התמונה המתקבלת נראית כל-כך אמיתית ומשכנעת?

הקורס יעסוק בלימוד הבסיס ליצירת תמונות ממודל דו או תלת ממדי. הכרות עם השיטות המתמטיות והפיסיקליות, ועם האלגוריתמים ומבני הנתונים ליישם. הקורס ילווה בבניית יישומים תוך שימוש בחבילת תוכנה גרפית (OpenGL).

3 נקודות זכות	גיאומטריה*	
שנה ד' – סמסטר א'	אלגברה ליניארית א' + ב', מבנים אלגבריים	
3 שעות שבועיות	ד"ר אריה יקיר	הרצאה:

גיאומטריה אפינית: ישירות, העתקות אפיניות, מבנה החבורה האפינית הכללית, משפט תלס, משפט מנלאוס, משפט צ'בה, משפט פפוס, משפט Desargues. גיאומטריה פרויקטיבית: תת מרחבים, השלמה פרויקטיבית של מרחב אפיני, גרסא פרויקטיבית של משפטי פפוס ו-Desargues, החבורה הפרויקטיבית הכללית, טופולוגיה. גיאומטריה אוקלידית: מרחב וקטורי אוקלידי, החבורה האורתוגונלית הכללית, מושגי זוויות, מרחב אפיני אוקלידי, חבורת האיזומטריות, אפיון חבורת האיזומטריות במרחבים הדו-מימדיים ותלת-מימדיים, גיאומטריה של משולש, ספירות, קמירות ופאונים קמורים. גיאומטריה לא-אוקלידית: גישה אקסיומטית לגיאומטריה, גיאומטריה אליפטית, גיאומטריה היפרבולית.

3 נקודות זכות	אלגברה אלגוריתמית*	
שנה ג' \ ד' – סמסטר ב'	מבנים אלגבריים, אלגוריתמים	
3 שעות שבועיות	ד"ר אריה יקיר	הרצאה:

הבעיה היסודית של האלגברה: חוגים, חוגים אוקלידיים, חוגי מנה. אריתמטיקה: טרנספורם FOURIER דיסקרטי, כפל פולינומים, כפל שלמים, כפל מטריצות, משפט השאריות הסיני בחוג אוקלידי, פרוק לשברים חלקיים. שדות סופיים: בניית שדות סופיים, פרוק פולינומים מעל שדות סופיים (אלגוריתמים המבוססים על אלגברה ליניארית), יצירת פולינומים אי-פריקים מעל שדות סופיים. שיטות מודרניות לפרוק בחוג הפולינומים מעל השלמים: פרוק מודולו מספר ראשוני "גדול", פרוק מודולו מספר ראשוני "קטן" והרמה לפרוק מודולו חזקה של הראשוני, וקטורים קצרים בסריגים. גיאומטריה אלגברית חישובית: פולינומים ויריעות אפיניות, יחס סדר על מונומים, חלוקה עם שארית בחוג

הפולינומים במספר משתנים, משפט הבסיס של HILBERT ובסיסי GROBNER, האלגוריתם של BUCHBERGER, שימושים גיאומטריים.

<b>3 נקודות זכות</b>	<b>עיבוד ספרתי של תמונות*</b>	
<b>שנה ג' – סמסטר א'</b>	<b>חדו"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים,</b> <b>חדו"א: עקומות ומשטחים</b>	<b>דרישות קדם:</b>
<b>3 שעות שבועיות</b>	<b>ד"ר מיכל אלחנתי</b>	<b>הרצאה:</b>

עיבוד ספרתי של תמונה מאפשר לבצע עליה פעולות רבות לאחר שהיא כבר צולמה: לנקות ליכלוכים, להסיר פרטים, לשפר את איכותה, להוסיף חלקים מתמונה אחרת ואפילו לזהות ולפענח עצמים מתוכה באופן אוטומטי. הקורס יעסוק בשיטות, רעיונות, ואלגוריתמים לעיבוד, שיחזור, וניתוח של תמונה ספרתית. הקורס כולל מבוא כללי לתחום העיבוד אותות והתמקדות בעיבוד של תמונות. הקורס ילווה בבניית יישומים תוך שימוש בחבילת התוכנה Matlab. נושאי הקורס: מושגי יסוד ביצירת תמונה ספרתית, הכרות עם Matlab Image Processing Toolbox, שיפור במרחב התמונה, גילוי קצוות, פירמידות, זיהוי אובייקטים, מרחב התדר ושימושיו, צבע, ושיטות מורפולוגיה.

מתמטיקה חישובית*		3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', חדו"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים, חדו"א: עקומות ומשטחים	שנה ג' – סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר פרג' שיבאן	3 שעות שבועיות

לקורס שני חלקים. חלקו הראשון עוסק בפיתוח אלגוריתמים חישוביים לפתרון בעיות מתמטיות, כדוגמת: כציד מחשב מחשב ערך של פונקציה בנקודה, או אינטגרל מסוים של פונקציה בקטע, או את ערך הנגזרת של פונקציה בנקודה, ואיך מעבירים עקומה חלקה או משטח חלק בקבוצת נקודות נתונה. בחלקו השני עוסק הקורס בפיתוח אלגוריתמים לבעיות תכנון ליניארי, כלומר למציאת מכסימום או מינימום של פונקציה ליניארית במספר משתנים תחת אילוצים ליניאריים. הרבה מהבעיות המוכרות מהקורסים באלגוריתמים הם מקרים פרטיים לבעיות תכנון ליניארי (למשל: בעיית הזרימה ברשתות, בעיית השידוכים בגרף ועוד).

הנושאים הנלמדים: אינטרפולציה: פולינום האינטרפולציה לפי לגרנז' ולפי ניוטון, הפרשים מחולקים, אינטרפולציה הרמיטית, אינטרפולציה על ידי פונקציות ספליין. אנטרפולציה בשני משתנים. גזירה נומרית. אינטגרציה נומרית: שיטת הטרפז, שיטת סימפסון, נוסחאות אינטגרציה נומרית לפי ניוטון קוטס, שיטת גאוס, שיטת רומברג. תכנון ליניארי: קמירות ונקודות קיצוניות. אי שוויונים ליניאריים. בעיות תכנון לינארי. דואליות. אלגוריתם הסימפלקס ושימושו. אלגוריתם האלפסואיד.

מיקרו-מעבדים מודרניים*		3 נקודות זכות
דרישות קדם:	מיקרו-מעבדים, ארכיטקטורה של מחשבים	שנה ד' – סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר מרטין לנד	3 שעות שבועיות

מעבר למיקרו-מעבדים המוכרים למחשב ה-PC, קיימים בשוק מעבדים שונים לתחנות עבודה חזקות, מחשבי על ו-mainframe העסקי, מערכות משובצות, מחשבי כף-יד, ומכשירי smartphone. הקורס הזה יציג מבט השוואתי על המרחב הגדול של מיקרו-מעבדים והיישומים שבנויים עליהם, במטרה ליצור תמונה כללית על סוגי המוצרים שקיימים ויישום מעשי של פיתוחים טכנולוגיים. נכיר את משפחות x86 של אינטל ממעבד 386 עד לרבי-ליבות, מעבדי RISC למחשבים כלליים כמו PowerPC ו-ARM, ומעבדים למערכות משובצות כמו AVR, PIC, ואחרים. נלמד את השיקולים לבחירת מעבד למטרה מסוימת – אמינות, הספק חשמל, מהירות, שפות תכנות מיוחדות, ואחרים. נלמד גם את עקרונות התכנון של מוצרים כלליים (לא מחשבים) משובצי מעבד.

אלגוריתמים בלמידה ממוחשבת*		3 נקודות זכות
דרישות קדם:		שנה ג' – סמסטר ב'
הרצאה:	אוהד אסולין	3 שעות שבועיות

למידה היא מאפיין המשווין לבעלי חיים. יש אסכולות הקובעות את רמת האינטליגנציה של בעלי-חיים על פי יכולות הלמידה שלהם. מהי למידה? האם בסך הכול מדובר בפעולות סטטיסטיות שמבוצעות על מידע מן העבר? אם כן, האם מחשב יכול ללמוד (הרי מכונה יכולה לבצע סטטיסטיקה ויכולה לשמור מידע מן העבר)? בקורס זה נסקור את אלגוריתמי הלמידה הבסיסיים שידועים היום ונעמוד על טיבם. בין השאר נחוה ונתרגל את אלגוריתמים כגון ההפרדה הליניארית, K-Nearest Neighbors, K-Means, Collaborative Filtering ועוד. בקורס נשים דגש על אפליקציות שונות של אלגוריתמי למידה במערכות אינטרנט מורכבות כגון מערכות שידועות להמליץ על סרט/ספר בהתאם להיסטוריית הרכישות של אדם ו/או חבריו. בנוסף, במידה והזמן יאפשר זאת, נדבר על אלגוריתמי חיפוש כגון PageRank.

סמינר בהסתברות למדעי המחשב*		2 נקודות זכות
דרישות קדם:	תורת ההסתברות, אלגוריתמים	שנה ג' – סמסטר א'
הנחיה:	ד"ר פרג' שיבאן	2 שעות שבועיות

בסמינר זה נעסוק בשימושים של תורת ההסתברות במדעי המחשב. נושאי הסמינר כוללים: אי שוויונים וחסמי הסתברות, מהלכים מקריים, שרשראות מרקוב, השיטה ההסתברותית, מהלכי פואסון, תורת התורים, סימולציה ואלגוריתמים הסתברותיים. נעבוד לפי הספר של שלדון רוס: Probability Models for Computer Science. הסטודנטים יכינו ויצגו הרצאות על פרקים מספר זה.

2 נקודות זכות	סמינר – אלגוריתמים הסתברותיים*	
שנה ד' – סמסטר א'	מבנים אלגבריים, אלגוריתמים, אוטומטים ושפות פורמאליות (השתתפות), מבוא לתורת ההסתברות	דרישות קדם:
2 שעות שבועיות	ד"ר ערן לונדון	הנחיה:

הסמינר יעסוק באלגוריתמים הסתברותיים. בין הנושאים שנפגוש: אי-שיויונים בסיסיים בהסתברות ושימושיהם האלגוריתמיים, שרשראות מרקוב והילוכים מקריים, שיטות אלגבריות. הסטודנטים ירצו על פרקים נבחרים מתוך הספרים

- Mitzenmacher M. and Upfal E., *Probability and Computing*, Cambridge University Press, 2005.
- Motwani, R. and Raghavan, P., *Randomized Algorithms*, Cambridge University Press, 1995.

2 נקודות זכות	סמינר בקומבינטוריקה אלגברית*	
שנה ד' – סמסטר ב'	מבנים אלגבריים, מתמטיקה דיסקרטית, מבוא לתיאוריה של מדעי המחשב	דרישות קדם:
2 שעות שבועיות	ד"ר אריה יקיר	הנחיה:

בסמינר זה נעסוק בפעולת חבורות על קבוצות (הצגת תמורות). נתבונן בשימושים של תורת החבורות ושל אלגברה ליניארית לפתרון בעיות קומבינטוריות

3 נקודות זכות	תיב"ם (תכנון וייצור בעזרת מחשב)*	
שנה ג'/מוסמך - סמסטר ב'	חדו"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים, חדו"א: עקומות ומשטחים, אלגוריתמים (השתתפות)	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר מיכל אלחנתי	הרצאה:

צעצועים, כלי תחבורה, מכשירים אלקטרוניים ודמויות ממשחקי מחשב הם דוגמאות אחדות למודלים תלת ממדיים שתוכננו בעזרת מחשב. תפקידה של מערכת תיב"ם הוא לתת כלים לתכנון, עיצוב, בנייה, ייצוג, ובדיקה, של מודלים בעזרת מחשב. המעצב התעשייתי הוא לרוב המשתמש במערכת תיב"ם ואילו תחום מדעי המחשב מספק את התשתית הגיאומטרית, אלגוריתמית וחישובית הדרושה למימוש מערכת כזו. הקורס יעסוק בצדדים הגיאומטריים של מערכת תיב"ם ויתרכז באבני היסוד הכוללים עקומים ומשטחים תלת ממדיים לצורך מידול.

3 נקודות זכות	ראייה ממוחשבת תלת ממדית*	
שנה ד' – סמסטר א'	אלגברה ליניארית א' + ב', חדו"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים, חדו"א: עקומות ומשטחים	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר יורם יקותיאל	הרצאה:

האם מחשב יכול לראות? בעבר נידונה שאלה זו בעיקר בסיפורת הבדיונית אך כיום מתרבים היישומים המשתמשים בראייה ממוחשבת. בקרת תהליכים במפעלים, זיהוי סטיית רכב מן הנתיב, מעקב אחר חשודים בשדות תעופה וזיהוי פנים הם דוגמאות לשימוש מסחרי במערכות של ראייה ממוחשבת.

בקורס נציג את התחום ונתאר בצורה שיטתית את הגיאומטריה של מערכות ראייה ממוחשבת. הנושאים אותם נלמד: מצלמות - מצלמת חריר, פרספקטיבה, העין האנושית. מודלים גיאומטריים למצלמות: פרמטרים של מצלמה, הטלה פרספקטיבית, הטלה אפינית. גיאומטריה פרויקטיבית ושימושיה. טרנספורמציות סיבוב והזזה בדו מימד ובתלת מימד, קואורדינאטות הומוגניות, מעברי מערכות קואורדינאטות. מטריצות הטלה. קליברציה של מצלמות: פתרון מערכת משוואות בשיטת מינימום שגיאה ריבועית, פתרון  $Ax=0$ ,  $Ax=b$ , פסאודו אינברס. הערכה של מטריצת ההטלה בשיטה ליניארית ובשיטה לא ליניארית. פרמטרים פנימיים וחיצוניים של המצלמה, פרוק מטריצת ההטלה. עיוותים רדיאליים. קליברציה אוטומטית. הגיאומטריה של מספר כיווני מבט: גיאומטריה אפיפולרית, חישוב fundamental matrix ישירות ובעזרת נקודות התאמה. Epipolar image rectification. סטראוסקופיה ושחזור תלת מימדי. שימוש בקורלציה להתאמה. שחזור צפוף או על פי נקודות נבחרות. שימוש ב RANSAC, Hough transform, Harris corner detection ל robust estimation.

סקירה של תעשיית המעבדים*		3 נקודות זכות
דרישות קדם:	מבוא למערכות חומרה/תוכנה (ארכיטקטורה של מחשבים)	
הרצאה:	ד"ר מרטין לנד	3 שעות שבועיות

מעבר למיקרו-מעבדים המוכרים למחשב ה-PC, קיימים בשוק מעבדים שונים לתחנות עבודה חזקות, מחשבי על ו-mainframe העסקי, מערכות משובצות, ומחשבי כף-יד. הקורס הזה יציג מבט השוואתי על המרחב הגדול של מיקרו-מעבדים והיישומים שבנויים עליהם, במטרה ליצור תמונה כללית על סוגי המוצרים שקיימים ויישום מעשי של פיתוחים טכנולוגיים. נכיר את משפחות x86 של אינטל ממעבד 386 עד לרבי-ליבות, מעבדי RISC למחשבים כלליים כמו PowerPC, ומעבדים למערכות משובצות כמו AVR, PIC, ARM, ו-AVR. נלמד את השיקולים לבחירת מעבד למטרה מסוימת – אמינות, הספק חשמל, מהירות, שפות תכנות מיוחדות, ואחרים.

עיבוד אותות למדעי המחשב*		3 נקודות זכות
דרישות קדם:	ארכיטקטורה מתקדמת	
הרצאה:	ד"ר מרטין לנד	3 שעות שבועיות

עיבוד אותות ספרתי (DSP) הוא אחד התחומים המובילים בתעשיית המחשבים היום, כולל הדמייה רפואית, עיבוד תמונות וקול, זיהוי דיבור ופנים, תקשורת, ומערכות רכב. קיימים מעבדי DSP מיוחדים ומעבדים עם שילוב של מעבדים רגילים ומעבדי DSP. הקורס סוקר את השיטות לעיבוד אותות אנלוגי וספרתי למערכות מחשבים עם דגש על נושאים הנדסיים קרובים למדעי המחשב ותקשורת, בממשק בין חומרה ותוכנה. הנושאים: אותות במרחב הזמן, משוואות דיפרנציאליות של מערכות פיסיקליות, פתרונות לגירוי יחיד, קונבולוציה, שיטות Fourier ו-Laplace, אפיון מערכות קול ותמונה, סינון ומסננים, השפעות סינון על אותות קול, דגימה, המרת אות אנלוגי לספרתי, משפט Nyquist, אפנון, משפט Shannon, התמרת z ומסננים ספרתיים, התמרת DFT ואלגוריתם ה-FFT, שיטות דחיסה ופריסה, mp3, mp2, mp4, מעבדי DSP, ועיבוד אותות בזמן אמת, אלגוריתמים לתכנות מעבדי DSP.

תקשורת אלחוטית*		3 נקודות זכות
דרישות קדם:	ארכיטקטורה מתקדמת	
הרצאה:	ד"ר מרטין לנד	3 שעות שבועיות

היבטים שונים בתקשורת סלולרית ותקשורת מחשבים אלחוטית. טכניקות קליטה ושידור אלחוטית, תאימות אלקטרומגנטית, בעיות כלליות בהעברת נתונים למכשירים ניידים, ניהול ניידות, ופרוטוקולים במערכות אלחוטיות העיקריות בשימוש היום. העברת שיחות ונתונים במערכות סלולאריות עד 3G ו-4G, רשתות מרחביות בתקן 802.16 (WiMAX), WAP, רשתות מקומיות בתקן 802.11 (Wi-Fi ותקנים מהירים יותר), רשתות אישיות בתקן 802.15 (Bluetooth) ו-Wireless USB.

אלגוריתמים הסתברותיים*		3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגוריתמים, מבוא לתורת ההסתברות	
הרצאה ותרגול:	ד"ר משה מורגנשטרן	3 שעות שבועיות

לעיתים, כשלא ידוע מה הצעד הנכון הבא שיש לעשות, בחירה אקראית יכולה להיות הדבר המוצלח ביותר. לדוגמא: ברשת תקשורת סבוכה עם הרבה צמתים, שרוצים להעביר בה חבילות מידע רבות עם מינימום התנגשויות בצמתים, הדרך הטובה ביותר לכך היא בחירה של מסלול אקראי לכל חבילה! נתחיל בניתוח הסתברותי מדויק של אלגוריתמים ידועים כמו "מיון מהיר", נכיר תהליך רקורסיבי המתקדם אקראית, וכך נחסום מלעיל את זמנו של אלגוריתם ה-Find. נפתע לגלות שהסרת צלעות באופן אקראי, יכולה להיות אחת הדרכים היעילות ביותר למציאת חתך מינימאלי בגרף. בדומה, חיתוכים אקראיים של המישור, נותנים חלוקה מעולה של האלמנטים הקיימים בו, לצורך הצגתם הגרפית ("חלוקה בינארית של המישור"). נדון בהבדל בין אלגוריתמים שתמיד יתנו את התוצאה הנדרשת, (Las Vegas), ובין אלגוריתמים שעצם ההגעה לתוצאה תלויה בצעדים האקראיים שעשינו (Monte Carlo). משפט Addelman, לעומת זאת, מוביל אותנו לשאלה בכיוון ההפוך: מתי ניתן לוותר על האקראיות ומה המחיר לכך.

נראה יבוא מעניין של טכניקה ומשפטי יסוד (Vov-Neumann, Loomis, Yao) מתחום תורת המשחקים, שיישומם אצלנו מראה מהו הזמן הטוב ביותר שאליו יכול להגיע אלגוריתם הסתברותי.

משפטיים בסיסים על התפלגות הסתברותית (Markov, Chebyshev) יעזרו לנו לפענח כמה בעיות אלגוריתמיות-הסתברותיות: נבין את אחד מאלגוריתמי המיון המהירים ביותר LazySelect, נכיר את "אלגוריתם השידוך היציב",

אלגוריתם השמה של עובדים למקומות עבודה כך שכולם יהיו מרוצים (יחסית!), וננתח אותו דרך דיון בבעיית איסוף הקופונים (לכל חבילת מסטיק מצורפת אקראית תמונת שחקן כדורגל אחת מתוך n אפשריות, כמה חבילות בממוצע אצטרך לקנות כך שאצבור את כל התמונות?).

משפט עמוק יותר (אי שוויון Chernoff) יאפשר להוכיח שמסלולים אקראיים הם הדבר הטוב ביותר לניתוב מידע בין מעבדי מחשב מקבילי (רב מעבדים). טכניקה מקסימה של "עיגול הסתברותי", שממירה בעיה בלתי פתירה (תכנון ליניארי בשלמים), לבעיה פתירה (תכנון ליניארי בממשיים) תיתן לנו פתרון אלגוריתמי לבעיות שצצות בבניית מעגל משולב, ונובעות ממגבלות הקיבולת של הכניסות לשערי המעגל. נדון בהוכחות הסתברותיות לקיומן של עצמים שונים (גרפים מרחיבים למשל), ובין היתר בהוכחות הסתברותיות לקיומם של אלגוריתמים שונים.

2 נקודות זכות	סמינר זיהוי פלילי*	
		דרישות קדם:
2 שעות שבועיות	ד"ר יורם יקותיאלי	

כיצד ניתן להכריע האם טביעת אצבע שנמצאה בזירת הפשע שייכת לחשוד מסוים? איך לאמוד את סיכויי השגיאה של ראיה מדעית? האם באמת אפשר לזהות פרצוף מתמונה מטושטשת כפי שרואים בסרטים? בסמינר נענה שעל שאלות אלה ונציג שיטות ממוחשבות וכלים מתמטיים בהם משתמשים כיום בזיהוי הפלילי. נתאר גם כיוונים מחקר ופיתוחים עתידיים.

הנושאים בהם נדון: זיהוי פנים ותבניות אחרות, detection vs recognition, signal detection theory, קלסיפיקציה, סטטיסטיקה בייסיאנית, עיבוד קול אנושי, זיהוי כוונות זדון וגלאי שקר, התאמת חלקים אוטומטית של שברים וקרעים. מיון, תיוג וזיהוי של עקבות נעליים וטביעות אצבע. סטטיסטיקה של DNA וסמנים ביולוגיים אחרים, הוצאת מידע מתמונות.

2 נקודות זכות	סמינר רשתות נירונים*	
		דרישות קדם:
2 שעות שבועיות	ד"ר יורם יקותיאלי	

רשתות נירונים מלאכותיות פותחו בהשראה של המוח כדי להתמודד עם בעיות בתחומי האינטליגנציה המלאכותית. התחום התפתח בצורה ניכרת מאז לידתו באמצע המאה הקודמת ועד ימינו. כיום ניתן למצוא רשתות נירונים הפותרות מגוון בעיות בתחומי הסטטיסטיקה, זיהוי ותיוג תבניות, עיבוד מידע וחיזוי כלכלי, בקרת תהליכים וכמובן בראייה ממוחשבת וברובוטיקה.

בקורס נדון בנושאי בסיס וישומים. נושאי הבסיס: מקורות ההשראה הביולוגיים של רשתות נירונים, למידה מפוקחת, למידה לא מפוקחת, למידת חיזוק, אלגוריתם הפרספטרון, back propagation, support vector machines, ישומים: זיהוי אותיות דפוס וזיהוי כתב יד, זיהוי ותיוג פרצופים, הפרדת מקורות קול, בקרת תנועה ברובוטים.

2 נקודות זכות	סמינר בארכיטקטורות מקביליות*	
	תכנות מערכת ומבוא לתכנות מקבילי, מערכות הפעלה ותכנות בשפות סקריפטים, מבוא לתורת הסתברות, אלגוריתמים	דרישות קדם:
2 שעות שבועיות	ד"ר מרטין לנד	

מטרת הקורס היא התמודדות עצמאית עם מאמרים מחקרניים על ידי הכנת עבודה אקדמית כתובה ומתן הרצאה שמסכם את הנושא. העבודה בקורס מבוססת על בחירת שני מאמרים מחקרניים, קריאה וניתוח של המאמרים, וכתיבת העבודה הסמינריונית שמשלבת את התוצאות המדעיות של שני המאמרים כדי להציג תמונה יותר כללית. המאמרים יבחרו בהתייעצות עם המנחה מרשימה שמופיעה באתר הקורס – ניתן להציע מאמרים חלופיים בנושא מתאים. למרות החשיבות במניעים מסחריים בפיתוח טכנולוגיות חדשות, והתפקיד המרכזי של התעשייה במחקר ופיתוח, העבודה הסמינריונית תעסוק בהיבטים המדעיים מאחורי הטכנולוגיה ותתבסס על מאמרי מחקר שמופיעים בכתבי עת מקצועיים.

## מוסמך – לימודי חובה

המסומנים בכוכבית לא יינתנו בשנת הלימודים תשע"ט

<b>3 נקודות זכות</b>	<b>פרוטוקולים ורשתות מחשבים*</b>	
<b>מוסמך – סמסטר א'</b>	<b>אלגוריתמים, מערכות הפעלה, תקשורת מחשבים</b>	<b>דרישות קדם:</b>
<b>3 שעות שבועיות</b>	<b>ד"ר מרטין לנד</b>	<b>הרצאה:</b>

הבנת המטרות, הטכנולוגיות, האלגוריתמים, הפרוטוקולים, והמערכות של תקשורת מחשבים ושל internetworking, עם דגש על קריאה במאמרים מהספרות האקדמי ו- Standards Documents והבנת שיטות לניתוח ביצועים ועיצוב רשתות. חומר קריאה לקורס יישאב ממאמרים על מחקר, "קלסיים" וחדשניים, ו- RFCs. דרך הגשת תרגילי סימולציה הסטודנטים יכירו כלים למחקר על רשתות ולהבנת פעולתם. דרך הגשת יישום Java התלמידים יכירו היטב מהלך פרוטוקול.

<b>3 נקודות זכות</b>	<b>ניתוח ועיצוב מונחה עצמים*</b>	
<b>מוסמך – סמסטר א'</b>	<b>קוד הקורס: 10251041</b>	<b>דרישות קדם:</b>
<b>3 שעות שבועיות</b>	<b>תכנות מונחה עצמים</b>	<b>הרצאה:</b>
	<b>ד"ר סולנג' קרסנטי</b>	

מטרת הקורס להקנות ידע, הבנה מעמיקה וטכניקות לניתוח, עיצוב ואימות של מערכות תוכנה מונחות עצמים מורכבות. הקורס יכלול לימוד עקרונות ניתוח ועיצוב, תבניות עיצוב, עיצוב-על ומפורט ולימוד שיטות מודרניות לאימות מערכות תוכנה מרמת היחידה עד לרמת המערכת, כולל שיטות פורמליות ולא פורמליות.

<b>3 נקודות זכות</b>	<b>סיבוכיות חישובית*</b>	
<b>מוסמך – סמסטר ב'</b>	<b>אוטומטים ושפות פורמאליות, חישוביות ומורכבות חישובים</b>	<b>דרישות קדם:</b>
<b>3 שעות שבועיות</b>	<b>ד"ר אסף נוסבוים</b>	<b>הרצאה:</b>

מטרת הקורס הינה הכרת הסוגיות הבסיסיות והתוצאות המרכזיות בתורת מורכבות החישובים, בדגש על מיון מטלות חישוביות לכאלו הניתנות או שאינן ניתנות למימוש יעיל. הנושאים העיקריים בקורס: סיבוכיות מקום, ההירארכיה הפולינומיאלית, סיבוכיות של מעגלים, חישובים אקראיים, הוכחות אינטראקטיביות, משפט ה- PCP ו- Average-Case Complexity.

<b>10 נקודות זכות</b>	<b>פרויקט גמר</b>	
<b>מוסמך – סמסטר א' / ב'</b>	<b>קוד הקורס: 10251271</b>	<b>דרישות קדם:</b>
<b>20 שעות שבועיות</b>	<b>סיום הקורסים בתוכנית התואר השני</b>	<b>ריכוז:</b>
	<b>ד"ר סולנג' קרסנטי</b>	<b>הנחיה:</b>
	<b>פרופ' מישל ברקוביאר</b>	
	<b>ד"ר יורם יקותיאל</b>	
	<b>פרופ' מיכאל ברמן</b>	

הסטודנטים יגדירו נושאים לפרויקטים מחקריים תחת הנחיה אקדמית של חברי הסגל. נושאי הפרויקטים יכולים להיות תיאורטיים או יישומיים. ניתן להשתמש גם בהנחיה נוספת של חוקרים חיצוניים (מהאקדמיה או מהתעשייה). לוח הזמנים של כל פרויקט יבנה במשותף על-ידי הסטודנט ועל-ידי המנחה האקדמי.

<b>3 נקודות זכות</b>	<b>קוד הקורס: 10251051</b>		<b>אלגוריתמים מתקדמים</b>
<b>מוסמך – סמסטר ב'</b>			<b>מבנים אלגבריים, אלגוריתמים</b>
<b>3 שעות שבועיות</b>			<b>ד"ר אריה יקיר</b>

הבעיה היסודית של האלגברה: חוגים, חוגים אוקלידיים, חוגי מנה. אריתמטיקה: טרנספורם FOURIER דיסקרטי, כפל פולינומים, כפל שלמים, כפל מטריצות, משפט השאריות הסיני בחוג אוקלידי, פרוק לשברים חלקיים. שדות סופיים: בניית שדות סופיים, פרוק פולינומים מעל שדות סופיים (אלגוריתמים המבוססים על אלגברה לינארית), יצירת פולינומים אי-פריקים מעל שדות סופיים. שיטות מודרניות לפרוק בחוג הפולינומים מעל השלמים: פרוק מודולו מספר ראשוני "גדול", פרוק מודולו מספר ראשוני "קטן" והרמה לפרוק מודולו חזקה של הראשוני, וקטורים קצרים בסריגים. גיאומטריה אלגברית חישובית: פולינומים ויריעות אפיניות, יחס סדר על מונומים, חלוקה עם שארית בחוג הפולינומים במספר משתנים, משפט הבסיס של HILBERT ובסיסי GROBNER, האלגוריתם של BUCHBERGER, שימושים גיאומטריים.

<b>3 נקודות זכות</b>	<b>קוד הקורס: 10251041</b>		<b>הנדסת תכנה</b>
<b>מוסמך – סמסטר א'</b>			<b>דרישות קדם:</b>
<b>3 שעות שבועיות</b>			<b>מר יגאל כהן</b>

הבנת הישום של הנדסת תוכנה בפרויקט תוכנה. הקמת מסגרת העבודה של פרויקט. מהלך ביצוע פרויקט תוכנה משלב תכנון ועד שלב סיום, הלכה למעשה. העמקה בניית תהליכי ושלבי הפיתוח השונים והיחסים ביניהם. פרוט הפעולות התומכות בפרויקט (מדידות, ניהול סיכונים, ניהול איכות ועוד). נתוח והשוואה בין שיטות ניהול קלאסיות ומודרניות שונות תוך הבנת היתרונות והחסרונות של כל אחת מהן והשילוב ביניהן.

<b>3 נקודות זכות</b>	<b>קוד הקורס: 10251031</b>		<b>ארכיטקטורות מחשבים מתקדם</b>
<b>מוסמך – סמסטר א'</b>			<b>ארכיטקטורות מחשבים</b>
<b>3 שעות שבועיות</b>			<b>ד"ר מרטין לנד</b>

ארכיטקטורה היא התחום במדעי המחשב שמספק את הפלטפורמה למימוש מעשי של חידושים בתכנות ואלגוריתמים. אחרי חזרה קצרה על נושאים מקורס הבוגר בארכיטקטורה של מחשבים, הקורס מציג שיטות עדכניות לשיפור ביצועים: מעבדי superscalar ו- instruction level parallelism, חיזוי התנהגות פקודות סיעוף (branch prediction), מטמון זרימות (caching trace), מעבדים רבי-ליבות ו- thread level parallelism, תמיכה בתכנות מקבילי.



## מוסמך – לימודי בחירה

\* קורסים המסומנים בכוכבית לא יינתנו בשנת הלימודים תשע"ט

הקורסים "רובוטיקה", "מערכות לומדות", "מערכות תומכות החלטה ברפואה" נכללים במסלול 'מחשבים ברפואה'.

**מערכות לומדות, מערכות תומכות החלטה ברפואה, בינה מלאכותית, מבוא לאבטחת מידע – ראה בתכנית הבוגר.**

<b>סמינר אינטראקציה אדם מכונה</b>	<b>קוד הקורס: 10251291</b>	<b>2 נקודות זכות</b>
<b>דרישות קדם:</b>	<b>מוסמך – סמסטר ב'</b>	
<b>הנחיה:</b>	<b>ד"ר סולנג' קרסנטי</b>	<b>2 שעות שבועיות</b>

נדון במערכות אינטראקטיביות באינטרנט מערכות ניידות. הסמינר כולל אוסף נושאים בתחום עולם האינטרנט ומשתמשים, המערכות וחברתיות, התנהגויות, הבטחה ושימוש במערכות ניידות, כולל תחומי המחקר הנוכחיים.

<b>חישוב קוגניטיבי: ארכיטקטורות מחשבים ותכנות בהשראת המוח*</b>	<b>3 נקודות זכות</b>
<b>דרישות קדם:</b>	<b>מוסמך – סמסטר א'</b>
<b>הרצאה:</b>	<b>ד"ר אלישי עזרא</b>

חישוביות המבוססת על ארכיטקטורת פון נוימן עומדת בשנים האחרות בפני מגבלות יסודיות. מכיוון שכך, רשתות נירונים מלאכותיות מושכות תשומת לב הולכת וגוברת. בבסיסן עומדת המטרה לבנות מכונות העולות ביכולתן החישובית על זו של המוח, עם היבטים מסויימים של קוגניציה. פרדיגמה חישובית שכזו פותחה בין השאר על ידי IBM. פיתחה את השבב SyNAPSE, הבנוי ממספר חסר תקדים של 1,000,000 נירונים ו-256,000,000 סינפסות. זהו השבב הגדול ביותר שפיתחה IBM - הוא בנוי מ-5.4 מיליארד טרנזיסטורים המרכיבים 4,096 ליבות נירו-סינפטיות והוא צורך mW70 (סדרי גודל פחות משבבים מסורתיים). כחלק ממערכת אקולוגית מקיפה המשלבת חומרה קוגניטיבית ותוכנה, הטכנולוגיה פורצת גבולות בכל הקשור לחישוב מבזר ופיתוח מחשבי על. בקורס זה נלמד את יסודות המחשוב הנירו-מורפי, תוך התמקדות במודלים אנאלוגים ודיגיטאליים לליבות נירו-סינפטיות, פרדיגמות תוכנה חדשות לחישובים קוגניטיביים, ואלגוריתמים ויישומים לרשתות של ליבות-סינפטיות. הקורס אינו דורש ידע מוקדם בהנדסת חשמל או בנוירוביולוגיה, אך מן הסטודנטים תידרש מידה ניכרת של גמישות מחשבתית וסקרנות להתעמק ולו במעט בנושאים הללו.

<b>רובוטים ניידים*</b>	<b>3 נקודות זכות</b>
<b>דרישות קדם:</b>	<b>מוסמך – סמסטר ב'</b>
<b>הרצאה:</b>	<b>ד"ר יורם יקותיאל</b>

מטוסים ללא טיס, מכונות עצמאיות, שואבי אבק אוטונומיים ורובוטים אנתרומורפיים (דוגמת סוני מן הרטרוט I) הם כולם רובוטים ניידים. מכשירים מתוחכמים אלו (ויצורים אחרים הנעים בעולם) ניצבים בפני אתגרים רבים ומורכבים וביניהם:

- התמצאות בסביבה (היכן אני? איך אמפה את סביבתי? איך אנווט למקומות שונים? כיצד אתכנן מסלול? איך אמנע מפגיעה במכשולים)
- שימוש בסנסורים (מה אני רואה, שומע, ממשש? מה המרחק לעצמים? האם הם נעים?)
- תקשורת (איך אתקשר עם עמיתיי/יצורים אחרים? כיצד לייצר קולאורלדיו בצורה אפקטיבית? האם התקשורת גלויה או חסויה?)
- פעולה על העולם (כיצד אנוע באיזורים שונים? איך אבצע מניפולציה על עצמים?)
- שימוש במשאבים מוגבלים (איך אחסוך באנרגיה/לחץ? איך אהיה יעיל בשימוש במשאבים החישוביים - קוגניטיביים שלי?)
- תכנון, אסטרטגיה, למידה והבנת העולם (כיצד אתכנן פעולותי בהתאם למשימות ולמידע שאני אוסף מן העולם? מה הכי טוב לעשות בתנאים לא ודאיים ומשתנים? איך האחרים יריבים יגיבו? כיצד אפשר את יכולותי וביצועי?)

בעיות אלה כוללות היבטים של מכניקה וחומרה, של תוכנה ושל מידע. בקורס נתאר את הבעיות וחלק מן הפתרונות ונתנסה באופן מעשי בבניה, תכנות והפעלת רובוטים ניידים מסוג לגו NXT.

<b>3 נקודות זכות</b>	<b>גיאומטריה אוקלידית, קמירות ופאונים*</b>	
<b>מוסמך – סמסטר ב'</b>	<b>אלגברה ליניארית א' + ב', מבנים אלגבריים</b>	<b>דרישות קדם:</b>
<b>3 שעות שבועיות</b>	<b>ד"ר אריה יקיר</b>	<b>הרצאה:</b>

גיאומטריה אפינית: ישריות, העתקות אפיניות, מבנה החבורה האפינית הכללית. גיאומטריה אוקלידית: מרחב וקטורי אוקלידי, החבורה האורתוגונלית הכללית, מושגי זוויות, מרחב אפיני אוקלידי, חבורת האיזומטריות, אפיון חבורת האיזומטריות במרחבים הדו-מימדיים ותלת-מימדיים, גיאומטריה של משולש, ספירות, קמירות, **נוסחת Euler** ופאונים קמורים.

<b>שיטות בחישוב מדעי*</b>	<b>קוד הקורס: 10251081</b>	<b>3 נקודות זכות</b>
<b>דרישות קדם:</b>	<b>אלגברה ליניארית א' + ב', אנליזה א' + ב'</b>	<b>שנה א' – מוסמך – סמסטר ב'</b>
<b>הרצאה:</b>	<b>ד"ר יורם יקותיאל</b>	<b>3 שעות שבועיות</b>

מודלים בדידים ורציפים, מערכות דינאמיות במשתנה אחד ובשני משתנים, ניתוח מישור הפאזה ומציאת נקודות שבת, לינארזציה וניתוח יציבות על פי ערכים עצמיים, Hopf bifurcation, Limit cycles, Nullclines, בי-סטביליות, דוגמאות מתחום מדעי הטבע. משוואות דיפרנציאליות ופתרונות נומריים, אפיון השיטות על פי יעילות ויציבות, גודל צעד אדפטיבי, שימושים בכופלי לגרנד' לפתרון דינאמיקה עם אילוצים ופתרונות נומריים. מערכות Diffusion Limited Aggregation, Cellular Automata, ושימוש לפתרון מבוך. שרשראות מרקוביות, מצבים סופגים, שרשראות ארגודיות והתפלגות מצבים. קרובים ליניאריים אינטרפולציה ופתרון משוואת. בעיות חיפוש במרחבים גדולים, אופטימיזציה, שיטות טיפוס במעלה (מורד) המדרון, בריחה מנקודות אקסטרימום מקומיות, אלגוריתמים גנטיים וחישוב אבולוציוני. הפחתת מימדים, Principal Component Analysis, הפרדת מקורות ע"י Independent Component Analysis. קלסיפיקציה (K-means, Clustering, Expectation Maximization, Maximum Likelihood Estimation, שיטות גיאומטריות. ניתוח רצפים בעזרת קורלציה, מרחב התדר ותורת האינפורמציה.

מסלולים בנוכחות מכשולים, גרפים של קווי ראייה, דיאגרמת וורנוי. תכנון בעזרת שדה פוטנציאל, תכנון במרחב התלת מימדי. רובטיקה רפואית: רובטים לניתוחים, מניפולטורים לאפארוסקופים ואנדוסקופים, מיקרו רובטים, הפעלה מרוחק, סימולטורים לאימון צוותים, ממשקי אדם מכונה.

<b>אבטחת מידע</b>	<b>3 נקודות זכות</b>
<b>דרישות קדם:</b>	<b>מוסמך – סמסטר ב'</b>
<b>הרצאה:</b>	<b>3 שעות שבועיות</b>

מטרות אבטחת מידע, איומים כללים על מערכות מידע. יסודות תורת ההצפנה, הנדסת קריפטוגרפיה: צפנים סימטריים ואסימטריים (AES, DES), צפני גושיים וצפני זרם (4RC). שיטות החלפת מפתחות (Diffie-Helman). אלגוריתמי גיבוב (HASH) קריפטוגרפים וחתומות דיגיטליות. סרטיפיקטים ותשתיות מפתחות פומביים (PKI). מדיניות אבטחה ויסודות הגנה: הגנה לעומק, הפרדת אחריות והרשאות, זיהוי, אימות, הרשאות ועיקרון של זכות מינימלית, Bell LaPadua model. מושגים וטכניקות של התקפות. תוקפים ואתיקה. יסודות אבטחת רשתות, ניתוח מקרה SSL, יסודות אבטחת מחשבים, מערכות הפעלה ו-Trust Computing. ניתוח מקרה אנדרויד.

3 נקודות זכות	קוד הקורס:	ראייה ממוחשבת ולמידה מתקדמת 10251071
מוסמך – סמסטר א'	אלגברה ליניארית א' + ב', אנליזה א' + ב'	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר יורם יקותיאלי	הרצאה:

האם מחשב יכול לראות? בעבר נידונה שאלה זו בעיקר בסיפורת הבדייונית אך כיום מתרבים היישומים המשתמשים בראייה ממוחשבת. בקרת תהליכים במפעלים, זיהוי סטיית רכב מן הנתיב, מעקב אחר חשודים בשדות תעופה וזיהוי פנים הם דוגמאות לשימוש מסחרי במערכות של ראייה ממוחשבת.

בקורס נציג את התחום ונתאר בצורה שיטתית את הגיאומטריה של מערכות ראייה ממוחשבת. הנושאים אותם נלמד: פרמטרים של מצלמה, הטלה פרספקטיבית, הטלה אפינית. גיאומטריה פרויקטיבית ושימושיה. טרנספורמציות סיבוב והזזה ב-2D וב-3D, קואורדינטות הומוגניות, מעברי מערכות קואורדינטות. מטריצות הטלה. קליברציה של מצלמות: פתרון מערכת משוואות בשיטת מינימום שגיאה ריבועית, פתרון  $Ax=0$ ,  $Ax=b$ , פסאודו אינברס. הערכה של מטריצת ההטלה בשיטה ליניארית ובשיטה לא ליניארית. פרמטרים פנימיים וחיצוניים של המצלמה, פרוק מטריצת ההטלה. עיוותים רדיאליים. קליברציה אוטומטית. הגיאומטריה של מספר כיווני מבט: גיאומטריה אפיפלרית, חישוב fundamental matrix ישירות ובעזרת נקודות התאמה. Epipolar image rectification. שלושה כיווני מבט. סטראוסקופיה ושחזור תלת מימדי. שימוש בקורלציה להתאמה. שחזור צפוף או על פי נקודות נבחרות. רדיומטריה – מדידת אור: אור במרחב ועל פני משטחים. מקורות אור הצללה וזיהוי מבנה. שימוש ב RANSAC, Hough transform, Harris corner detection ל robust estimation. הפחתת מימדים וזיהוי פרצופים בעזרת PCA. שימוש במידע רב (אינטרנט) לזיהוי: detection and recognition.

3 נקודות זכות	קוד הקורס: 10251111	רובוטיקה*
מוסמך – סמסטר ב'	אלגברה ליניארית א' + ב', אנליזה א' + ב'	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר יורם יקותיאלי	הרצאה:

קינמטיקה בסיסית: מערכות קואורדינטות וטרנספורמציות. קונבנציית Denavit-Hartenberg (DH), Modified DH. דרגות חופש וקינמטיקה של מניפולטור רובוטי. קינמטיקה ישירה והפוכה: מרחב העבודה, ריבוי פתרונות, שיטות לפתרון. Differential motion: מהירות קווית וסיבובית, שיטת היעקוביאן, חישוב היעקוביאן. תכנון נתיב: מרחב הקרטזי ומרחב זוויות המפרקים, שיטות לתכנון נתיב. סטאטיקה ודינאמיקה בסיסית: הקשר בין סטאטיקה, קינמטיקה ויעקוביאן. תכנון תנועה, מסלולים וניווט: מרחב הקונפיגורציות, שיטות עיקריות לתכנון

3 נקודות זכות		גיאומטריה*
מוסמך – סמסטר ב'	אלגברה ליניארית א' + ב', מבנים אלגבריים	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר אריה יקיר	הרצאה:

גיאומטריה אפינית: ישירות, העתקות אפיניות, מבנה החבורה האפינית הכללית, משפט תלס, משפט מנלאוס, משפט צ'בה, משפט פפוס, משפט Desargues. גיאומטריה פרויקטיבית: תת מרחבים, השלמה פרויקטיבית של מרחב אפיני, גרסא פרויקטיבית של משפט פפוס ו-Desargues, החבורה הפרויקטיבית הכללית, טפולוגיה. גיאומטריה אוקלידית: מרחב וקטורי אוקלידי, החבורה האורתוגונלית הכללית, מושגי זוויות, מרחב אפיני אוקלידי, חבורת האיזומטריות, אפיון חבורת האיזומטריות במרחבים הדו-מימדיים ותלת-מימדיים, גיאומטריה של משולש, ספירות, קמירות ופאונים קמורים. גיאומטריה לא-אוקלידית: גישה אקסיומטית לגיאומטריה, גיאומטריה אליפטית, גיאומטריה היפרבולית.

3 נקודות זכות	צפנים מתקני שגיאות*	
מוסמך – סמסטר א'	אלגברה ליניארית א', אלגברה ליניארית ב', מתמטיקה דיסקרטית, מבנים אלגבריים	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר אריה יקיר	הרצאה:

מושגים יסודיים: צפנים ליניאריים, מטריצה יוצרת ומטריצת בדיקה, מרחק ומשקל, שקילות צפנים, הצפנה ופענוח, שיטת הסינדרום. חסמים: חסם אריזת הכדורים, חסם Plotkin, חסמי Johnson, צפני MDS, חסם התכנון הליניארי. שדות סופיים: פולינומים והאלגוריתם של אוקלידס, אברים פרימיטיביים, בניית שדות סופיים, אוטומורפיזמים, התאמת Galois. צפנים ציקליים: צפני BCH, אלגוריתמים לפענוח צפני BCH.

3 נקודות זכות	קוד הקורס: 10251111		טכנולוגיה לתכנות ממשק אדם מכונה* User Interface Software Technology
מוסמך – סמסטר א'	תכנות מונחה עצמים		דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר סולנג' קרסנטי		הרצאה:

הקורס עוסק תכנות של ממשקי אדם-מכונה עבור אפליקציות אינטראקטיביות, בעזרת כלים מתקדמים כגון toolkits וכן Visual Programming, Graphic User Interface Builders, הקורס כולל חומר תאורטי על ארכיטקטורות מתקדמות, ומציג טכנולוגיות מתקדמות לתכנות ממשקי אדם-מכונה ב-web ובמערכות חלונות סטנדרדיות. הקורס מציג עקרונות בסיסיים לעיצוב וערכה ממשקים ידידותיים.

טכניקות לעיצוב: מודל קונספטואלי, ניתוח משימות ועיצוב מונחה משתמש (user-centered design) מושגי הנדסת תכנה: מודלים של ארכיטקטורה (Model View Controller), הפרדה בין הממשק לבין המנוע (ובעיות שליטה), Service Component Architecture מרכיבי התכנות (widgets), תכנות מונחה אירועים (handlers, event-driven programming (callbacks, מערכות חלונות, זרימת דיאלוג (dialog flow), ניהול שגיאות ו undo (תבניות עצוב) עיצוב מסכים (layout managers) ועיקרונות עיצוב גרפי תכנות עבור ה-web, תכנות ב Ajax (Javascript), Flash (ActionScript), Java (Swing, Java FX), Visual .Net, Django (Python), Ruby on Rails

3 נקודות זכות	עיצוב ממשק אדם מכונה*	
מוסמך – סמסטר ב'	טכנולוגיה לתכנות ממשק אדם מכונה	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר סולנג' קרסנטי	הרצאה:

מטרת הקורס היא ללמוד את תהליכי העיצוב ובנית ממשקי אדם-מכונה מתקדמים. נושאים: גורמי אנוש, המעבד האנושי (the human processor) ומודלים קונספטואליים, ניתוח משימות (task analysis), עיצוב ממורכז משתמש (user-centered design), הערכה ושימושיות (usability and evaluation), עיצוב גרפי ואמצעי תצוגה, מציאות מדומה (virtual reality), מציאות מורחבת (augmented reality), עיצוב אתרים.

3 נקודות זכות	קוד הקורס: 10251311		עיבוד תמונות רפואיות יישומי* Applied Medical Image Processing
מוסמך – סמסטר א'	אין		דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	פרופ' לאו יוסקוביץ'		הרצאה:

הקורס יתחיל בסקירת העקרונות הבסיסיים של הטכנולוגיות הנפוצות ביותר בהדמייה הרפואית – X-ray, Ultrasound, CT, MRI, PET, fMRI, והדמיית וידאו תוך-גופית. בהמשך יעסוק הקורס בטכניקות בסיסיות בעיבוד תמונה כגון:

Contrast enhancement, Windowing, Slice interpolation and Reformatting ולאחר מכן בעקרונות של ויזואליזציה תלת מימדית ו-Volume rendering ובטכניקות בסיסיות ומתקדמות בסגמנטציה בשניים ובשלושה מיימדים, כולל:

Adaptive thresholding, region growing, active contours, and various hybrid methods

והאלגוריתם הידוע לשחזור משטחים, Marching cubes.

הקורס יינעל בסקירה של שיטות Image fusion and registration, ובתאור היישומים המעשיים של שיטות אלה באיבחון, סכיכה (screening), וניווט תוך-ניתוחי. הסטודנטים ירכשו מיומנויות תוך ביצוע תרגילים מעשיים בהם יעשה שימוש בכלי עיבוד תמונה וספריות ++C (קוד פתוח) ל-ITK ו-VTK.

3 נקודות זכות	קוד הקורס: 10251321	אינפורמטיקה רפואית יישומית* Applied Medical Informatics
מוסמך – סמסטר א'		אין
3 שעות שבועיות		דר' דיאגו שיקובטה

הרפואה המודרנית דורשת גישה מהירה והדירה למידע ותמונות המתקבלים מחלקים ומקומות רבים במערכת הרפואית. זמינות המידע/תמונות נעשית יותר ויותר חיונית בעת האיבחון, הטיפול, וניהול החולים.

הקורס מכשיר את הסטודנטים ב- Medical Informatics גם מהיבט התיאורתי וגם מכיוון השלכות המאוד שימושיות של התחום. הקורס כולל שיטות ודרכי עבודה הקשורות לטכנולוגיות המידע הרפואי ולטכנולוגית אכסון התמונות הרפואיות. במהלך הקורס תלמד/י על:

HIS (Hospital Information Systems), RIS (Radiology Information Systems), PACS (Picture Archival and Communication Systems), LIS (Laboratory Information Systems), הקורס עוסק גם בתקנים רפואיים כמו HL7, DICOM, SNOMED and IHE, וגם בטכנולוגיות הרפואה מרחוק, Telemedicine, וההדמיה מרחוק, Teleimaging. בסיום הקורס תכיר/י היטב את הטכנולוגיות העדכניות ביותר והשימושים המודרניים האחרונים ב- Medical Informatics, תוך שימת דגש על בעיות היום-יום בבתי החולים ובתעשיית המכשור הרפואי.

3 נקודות זכות	ניתוחים ותהליכים חודרניים מונחי מחשב ורובוטיקה רפואית* קוד קורס: 10251331 Computer Aided Interventions and Medical Robotics	
מוסמך – סמסטר ב'	אין	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	פרופ' לאו יוסקוביץ'	הרצאה:

מטרת הקורס היא הכרות עם מושגי יסוד וטכניקות חדשניות בתהליכים חודרניים מונחי מחשב ורובוטיקה רפואית. הקורס יתחיל בסקירת המגמות העכשויות ויאפיין את היתרונות העקריים, הקשיים וההזדמנויות בשימוש במחשבים ורובטיקה לסיוע למנתח. נסקור בקצרה את העקרונות הבסיסיים של שיטות ההדמייה הרפואית המודרניות ביותר ונשתמש בטכניקות עיבוד תמונה בסיסי. בהמשך נעסוק בטכנולוגיות חישה ואיכון בזמן אמת ושימושיהן בתהליכים חודרניים. נלמד על רגיסטריה ו-Sensor fusion ונמשיך בעקרונות הבסיסיים של טכניקות ניתוחים ותהליכים חודרניים מונחי הדמייה, וכן בעקרונות והמערכות של רובוטיקה רפואית. הקורס יכלול הצגה ודיון בדוגמאות של המערכות המסחריות המודרניות ביותר והפופולריות במוסדות הרפואיים, בין היתר ניווט בנירוכרורגיה ואורטופדיה, לאפרוסקופיה בסיוע רובטים, miniature bone mounted robot, ורדיותרפיה בסיוע רובטים. הסטודנטים ירכשו מיומנויות מעשיות תוך ביצוע פרויקט מעשי בשימוש בקוד פתוח לנתוחים מונחי הדמייה: Image-Guided Surgery ToolKit (IGSTK) C++ libraries.

3 נקודות זכות	מערכות משובצות למכשור רפואי* קוד הקורס: 10251301 Embedded Systems for Medical Devices	
מוסמך – סמסטר ב'		דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר מרטין לנד	הרצאה:

הקורס עוסק בתפקיד של מיקרו-מעבדים ומיקרו-בקרים במכשור רפואי עכשווי ופיתוח יכולת מעשית בתכנון ובתכנות מערכות משובצות מעבדים. הקורס יספק את הרקע הדרוש בממשקים אנלוגיים וספרתיים, חיישנים ומפעילים רפואיים, ותורת הבקרה. דרושה הבנה קודמת בארכיטקטורה של מעבדי RISC ושיקולים מערכתיים. נושאי הקורס: מבוא למערכות משובצות במכשור רפואי, ארכיטקטורה של מיקרו-בקר PIC, קלט/פלט אנלוגי וספרתי, חיישנים ומפעילים, תכנות ה-PIC בשפת סף ובשפת C, מבוא לתורת הבקרה, מערכות אמינות, מערכות הפעלה משובצות זמן-אמת, יישומים רפואיים.