



החוג למדעי המחשב

ידיעון לשנת הלימודים תשפ"ה

ירושלים, תשפ"ה, אוקטובר 2024

תוכן העניינים

3	מבוא
5	טלפונים שימושיים במכללה
6	לוח השנה האקדמית
7	תוכניות הלימוד בחוג
14	נהלים אקדמיים במכללה ובחוג
24	תקציר המקצועות

תוכניות הלימוד בחוג

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 (מוסמך) במכללת הדסה.

תוכניות 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 תוכנה, ועומדים בתנאי קבלה למסלול 'השלמה לבוגר' זכאים לפטור של עד עשרים נקודות זכות.

תוכנית לימודי המוסמך מיועדת למועמדים בעלי תואר בוגר במדעי המחשב או בתחום מדעי או הנדסי קרוב. היא נבנתה באופן המאפשר לאנשים העובדים בתחומי המחשבים לשלבה עם עבודתם. התוכנית כוללת 42 נקודות זכות למשך 2-3 שנים לסטודנטים שהתחילו בתשפ"ד והלאה ו- 48 נ"ז למשך 2-4 שנים לסטודנטים וותיקים.

טלפונים שימושיים במכללה

נשיאת המכללה	פרופ' אריאלה גורדון שאג	(02) 629-1975
סגן הנשיא	ד"ר צחי מילגרם	(02) 629-1978
ראש ביה"ס למדעי המחשב	פרופ' מישל ברקוביאר	---
ראש החוג למדעי המחשב	פרופ' מיכאל ברמן	(02) 629-1953
ראש התוכנית לתואר שני (מוסמך)	ד"ר יורם יקותיאל	---
רכזת החוג	סבינה מנדלשטם	(02) 629-1931
ראשת המינהל האקדמי	ד"ר שמחה רוזן	(02) 629-1307
דיקנית הסטודנטים	יעל לזמי	(02) 629-1308
יועצת הסטודנטים	צופית חיים	(02) 629-1306
מנהלת מרכז עזריאלי למגוון ולשילוב באקדמיה ובתעסוקה ומרכז אתגרים	עפרה רותם	(02) 629-1938
ראש מנהל הסטודנטים	ענבר לוי	(02) 629-1988
רכזת מנהל הסטודנטים	עירית זיו	(02) 629-1944
חשב	אסף מלקוש	(02) 629-1990
ראש המחלקה לאנגלית	איבידה פנסטר	(02) 629-1310
מנהל מרכז המשאבים והמידע	אריק רועי	(02) 629-1303
סמנכ"ל לוגיסטיקה ותפעול	גד זינגר	(02) 629-1970
מודיעין		(02) 629-1911

לוח השנה האקדמית תשפ"ה המרכז האקדמי הרב תחומי ירושלים קמפוס הנביאים

ראו הקישור [פה](#)

תוכניות הלימודים בחוג

8

תיאור כללי של תוכניות הלימודים בחוג

10

תכנית הבוגר בחוג

13

תוכנית המוסמך בחוג

תיאור כללי של תוכניות הלימוד 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 אפשרות לבצע פרויקט גמר. היקף הלימודים במסלול 140 נ"ז.

סטודנטים בעלי תואר 'הנדסאי תוכנה' שעומדים בתנאי קבלה לתוכנית 'השלמת הנדסאים' יוכלו ליהנות מפטור של עד 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 ברובם בחירה.
- **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:** אפשרות ביצוע של פרויקט גמר במהלך הסמסטרים האחרונים של הלימודים.
- **נושאים כלליים:** כחלק מהתואר במדעי המחשב נדרשים מספר קורסי בחירה בנושאים כלליים. לימודים אלו ניתנים לפריסה 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 שלוש שנים (שישה סמסטרים). תוכנית הלימודים במסלול זה נבנית באופן המאפשר לאנשים העובדים בתחומי המחשבים לשלבה עם עבודתם. מסלול זה כולל קורסי חובה, קורסי בחירה, סמינר ופרויקט גמר.

הערות כלליות לגבי כל מסלולי הלימודים

- א. ניתן לקבל פטור מקורסים מסוימים או ממספר נקודות זכות על סמך לימודים קודמים. נהלים והנחיות לגבי פטור מקורס או מנקודות זכות מופיעים בתקנון המכללה.
- ב. 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.

תוכנית הבוגר בחוג

שנה א'					
סמסטר ב'			סמסטר 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	מבנה המחשב	---	---	---
2	0	סדנה במתמטיקה ב'	2	0	סדנה במתמטיקה א'
0 עד 6		אנגלית	0 עד 6		אנגלית
30	21	סה"כ	26	17	סה"כ

שנה ב'					
סמסטר ב'			סמסטר 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
2 + 4	4	מבוא למדע הנתונים	4	4	מבנים 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 תוכנה
4	4	מערכות הפעלה	2+2+4	5	תכנות מערכת ומבוא לתכנות מקבילי
2 + 2	2	ניתוח נתונים עם פייתון	2	2	כתיבה והצגה מדעית
2	2	קורס בחירה כללי א'	---	---	---
0 עד 4		אנגלית	0 עד 4		אנגלית
34	25	סה"כ	32	24	סה"כ

שנה ג'

סמסטר ב'			סמסטר א'		
ש"ש	נ"ז	הקורס	ש"ש	נ"ז	הקורס
3	3	חישוביות ומורכבות חישובים	3	3	אוטומטים ושפות פורמליות
4	4	תכנות אינטרנט ב'	4	4	תכנות אינטרנט א'
4	4	מסדי נתונים	4	4	קורס בחירה מדעי המחשב א'
3	3	קורס בחירה מדעי המחשב ד'	3	3	קורס בחירה מדעי המחשב ב'
3	3	קורס בחירה מדעי המחשב ה'	3	3	קורס בחירה מדעי המחשב ג'
3	3	קורס בחירה מדעי המחשב ו'	2	2	סמינר במדעי המחשב
2	2	קורס בחירה כללי ג'	2	2	קורס בחירה כללי ב'
2	2	קורס בחירה כללי ד'	---	---	---
3		פרויקט גמר (המשך)	3	8	פרויקט גמר (שנתי)
27	24	סה"כ	24	29	סה"כ

1. הקורסים 'כתיבה והצגה מדעית' ו-'סמינר במדעי המחשב' עשויים להילמד בסמסטר א' או ב'.

2. 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.

סטודנטים בעלי תואר הנדסאי תוכנה

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

- א. מבנה המחשב (4 נ"ז),
- ב. תכנות מערכת ומבוא לתכנות מקבילי (5 נ"ז),
- ג. קורס בחירה כללי (2 נ"ז),
- ד. סטודנט אשר יקבל בכל אחד משני הקורסים '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 בעלי תואר הנדסאי שאינו הנדסאי תוכנה

הנדסאים שסיימו את לימודיהם לפני לכל היותר שש שנים, והשיגו ציון של לכל הפחות 75 בקורסים המקבילים בתוכנית ההנדסאים, פטורים (כאשר הסילבוס של הקורס ממנו יש פטור תואם את הסילבוס בקורס/קורסים בלימודי ההנדסאים) מ:

1. מבנה המחשב (סמ' ב', שנה א', 4 נ"ז) –
למי שלמד: (1) מערכות תיב"ם ורכיבים מתכנתים, (2) מיקרובקרים ושפה עלית, (3) מערכות במיקרומחשבים ושפה עלית, (4) שפה עלית.
2. תקשורת מחשבים (שנה ג', 4 נ"ז) –
למי שלמד: (1) מערכות תקשורת א', (2) תקשורת מחשבים.
הערה: בתשפ"ה לא מתקיים הקורס "תקשורת מחשבים" ולכן בשנה זו יקבלו הזכאים 4 נ"ז בחירה מדמ"ח לא משויך לקורס.
3. 4 נ"ז בנושאים כלליים.

תוכנית המוסמך בחוג

תוכנית המוסמך כוללת 42 נ"ז לסטודנטים שהתחילו בתשפ"ד והלאה ו 48 נ"ז לסטודנטים וותיקים:

א. ארבעה קורסי חובה (4 X 3 נ"ז):

- שני קורסים בתחום תיאוריה של מדעי המחשב ומתמטיקה: "אלגוריתמים מתקדמים", "פירוק SVD ושימושיו".

- שני קורסים בתחום התוכנה: "הנדסת תוכנה", "ניתוח ועיצוב מונחי עצמים".

ב. שישה קורסי בחירה (6 X 3 נ"ז).

ג. סמינר (2 נ"ז).

ד. פרויקט (10 נ"ז).

הערות:

- משך תוכנית הלימודים למוסמך הוא שנתיים עד שלוש שנים.
- בתוכנית קיים מסלול התמחות "בינה מלאכותית: למידת מכונה ולמידה עמוקה". ההתמחות תירשם בגיליון הציונים בתנאי שנלמדו בהצלחה לפחות 5 קורסי בחירה של ההתמחות ובוצע פרויקט גמר בתחום. עוד על ההתמחות: [תעודת התמחות בבינה מלאכותית \(AI\) למידת מכונה ולמידה עמוקה](#)
- סטודנט שלמד קורסים מתקדמים בתואר ראשון יכול להגיש בקשה להכרה בלימודים קודמים. הכרה מקסימלית היא של 3 נ"ז וקורס יחיד. טופס הבקשה זמין באתר החוג <https://cs.jmc.ac.il/>.
- רשימת הקורסים הניתנים השנה ומערכת השעות נמצאים באתר החוג. פרויקט הגמר (יחיד, לא בזוגות) הוא תחת הנחיה אקדמית ומדעית של חברי סגל החוג.

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 תוכנה' 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 וועדת המעקב הפדגוגית של החוג. בסיום שנת הלימודים ידון מצבו של הסטודנט בוועדה זו. 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. 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,
- סמינרים במדעי המחשב.

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

סטודנט שייעדר מעבר למכסת השעות המותרת, לא יעמוד בדרישות הקורס, גם אם לא קבל התראה אישית.

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. בכלל, 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 נ"ז - אולם יש גם יוצאים מן הכלל.

תוכניות 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 וכדומה) 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 נעשה באמצעות טופס לימודים מקוון.

טופס הלימודים מהווה הצהרה של הסטודנט בדבר הקורסים שהוא מתכוון ללמוד במהלך השנה.

הצהרה זו מחייבת את הסטודנט לצרכים אקדמיים ולצורכי שכר לימוד.

בתחילת כל שנת לימודים, יזין כל סטודנט למערכת המידע את תוכנית לימודיו.

במידת הצורך, על-פי הנחיית היועץ האקדמי של שנת הלימודים, יהיה על הסטודנט לתקן את הרשמתו לקורסים. 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.
- תלמיד שלא השלים את קורסי שנה א' לא יורשה ללמוד קורסים משנה ג'.

כל שינוי בתוכנית הלימודים של הסטודנט דורש אישור יועץ לימודים אקדמי.

בקשה להוספה או גריעה של קורסים יש להגיש ליועץ הלימודים האקדמי.

נשירה מקורס

סטודנט יוגדר כמי שנשר מקורס אם החל ללמוד את הקורס, לא קיבל את אישור יועץ הלימודים האקדמי 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 שיפורסם באתר הקורס על ידי המרצה בתחילת הסמסטר.

סטודנט לא יורשה לגשת לבחינה מסכמת של קורס אם לא עמד בכל החובות שנקבעו כדרישות חובה לזכאות לבחינה המסכמת. 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 ופרויקטים, 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 היועץ האקדמי של הסטודנט.

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.

זכאות למועד מיוחד

סטודנט זכאי למועד מיוחד על-פי הכללים המוגדרים בתקנון לסטודנט של המכללה. בנוסף לכך: סטודנט שניגש לקורס בשני מועדי בחינה, נכשל בשניהם, והקורס מהווה את החובה האחרונה שנשארה לו לשם השלמת התואר (את כל יתר הקורסים הוא השלים במועדים א' או ב'), יהיה זכאי למועד מיוחד (בקורס אחד, לכל היותר).

סגירת ציוני קורסים וסגירת ציוני שנה

ציון בקורס יחשב סופי ללא זכות ערעור בפני מרצה הקורס, לאחר שחלפו חודשיים מיום הגשת המטלה האחרונה בקורס. ערעור על ציוני בחינה מוגדר בתקנון לסטודנט, קישור [כאן](#). הציונים של כל הקורסים שנלמדו בשנה אקדמית מסוימת יחשבו סופיים ללא זכות ערעור לאחר 31 בדצמבר של השנה הקלנדרית בה הסתיימו לימודי הקורסים.

נהלי הגשה:

- הסטודנט ישמור לעצמו עותק של העבודה שהוא מגיש, כדי שיהיה באפשרותו למסור אותו לבדיקה במקרה של אובדן העבודה המקורית.
- באם לא הגיש את העבודה, הציון משתקלל כאפס בממוצע.
- בקורסים ששפת ההוראה בהם איננה עברית, הגשת המטלות תהיה בשפת ההוראה של הקורס.
- בקורס שניתן בשפה העברית, מטלות ייכתבו בעברית. סטודנט שירצה להגיש מטלה בכתב בשפה שאיננה עברית, יידרש בהסכמת מרצה הקורס.
- המרצה רשאי לזמן סטודנט להופיע בפניו או בפני שני מרצים, זאת על מנת לבחון ידיעותיו בנושא העבודה ולאמת כי העבודה הינה פרי עבודתו. בהתאם לכך, המרצה יקבל החלטה בדין העבודה וציונה.
- הגשה תעשה דרך מערכת ה-Moodle בלבד.

מועדי הגשה:

- **עבודות סוף קורס:** עד סוף מועדי ב'.
- **עבודות סמינר:** מועדי הגשה של עבודות גמר / סמינרים יוגשו עד חודש מסוף מועדי ב'.

נוהל החזרת מטלה וציון:

המרצה ימסור את הציון על עבודת גמר בקורס בתוך 45 יום מהמועד שנקבע להגשתה.

חובה על המרצה להחזיר את העבודה הבדוקה תוך 3 שבועות מיום המסירה.

בעבודות סמינר:

המרצה ימסור את הציון על עבודת גמר בקורס בתוך 45 יום מהמועד שנקבע להגשתה.

חובה על המרצה להחזיר את העבודה הבדוקה תוך 45 יום מיום המסירה.

עבודה שהוגשה בחופשת הקיץ או עד שבועיים לפני תום סמסטר ב' - יועברו הציונים תוך 90 יום ממועד מסירת העבודה.

נוהל ערעור:

- סטודנט זכאי לערער על ציון עבודה, כולל עבודה סמינריונית, אם משקלה בציון הסופי הינו 60% ומעלה מהציון הסופי לקורס.
- ערעור יוגש בכתב **בתוך 14 ימים** ממועד פרסום העבודה הבדוקה, תוך פירוט הנימוקים להגשת ערעור. הסטודנט המערער על הציון יהיה מודע לכך שהעבודה כולה תיבדק מחדש ולא רק הסעיפים אליהם התייחס בערעורו. המרצה יוכל להפחית ניקוד מהציון המקורי שנתן.
- הציון המתוקן, או החלטתו המנומקת בכתב של המרצה לדחות את הערעור, יימסרו **בתוך 14 ימי עבודה**.
- במקרים חריגים, ראש החוג מוסמך להכריע האם יש להעביר את העבודה לקריאה של בודק שני.

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.
- מספר 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 שמספר הנקודות שצבר נמוך 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 היועץ האקדמי, 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 היועץ האקדמי.

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 – יהיה זכאי מבחינה אקדמית לקבלת התואר מוסמך במדעי המחשב.

שימוש במשאבי המחשוב

שימוש במשאבי המחשוב 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

25	שנה א'
30	שנה ב'
36	שנה ג' - לימודי חובה
39	שנה ג' - לימודי בחירה
52	מוסמך - לימודי חובה
54	מוסמך - לימודי בחירה

שנה א'

מבוא למדעי המחשב	קוד הקורס: 110204011	5 נקודות זכות
דרישות קדם:	אין	שנה א' - סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר יורם ביברמן, מיכה ברניג, צבי מלמד	4 שעות שבועיות
תרגול + סדנה:	מיכה ברניג, אהרן ריפס, זלמן רובין	2+3 שעות שבועיות

הוראת התכנות במכללת הדסה מתפתחת בהקבלה לאבולוציה שעבר עולם התכנות: היא מתחילה בתכנות בסיסי, עוברת לתכנות פרוצדוראלי, 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, כדרכו 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 התכנותי: 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 לכתיבת תכניות פרוצדורליות (כולל פרמטרי ערך ופרמטרי הפניה, ופונקציות המחזירות ערך). תכנות תוך שימוש ברקורסיה. 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 המחסנית).

מתמטיקה דיסקרטית	קוד הקורס: 110202011	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	אין	שנה א' - סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר ערן לונדון, חיה זילברמן, ד"ר דמיטרי גולדשטיין	3 שעות שבועיות
תרגול:	יוסף רבנו, יצחק זאנגי	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).

כלים מתמטיים למדעי המחשב	קוד הקורס: 110201021	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	אין	שנה א' - סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר ניסים הראל, חנית כץ	3 שעות שבועיות
תרגול:	אהרון ריפס	2 שעות שבועיות

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 אינטואיטיבית בעזרת דוגמאות נומריות וגרפיות, חישובים של גבולות של פונקציות רציונליות תוך שימוש בחלוקת פולינומים. נגזרת: הגדרה, משמעות וחוקי גזירה.

אלגברה ליניארית א'	קוד הקורס: 110201071	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	אין	שנה א' - סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר אריה יקיר, ד"ר מרק ברמן	3 שעות שבועיות
תרגול:	ד"ר דבורה כהן	שעות שבועיות

זהו קורס בסיסי במתמטיקה, שדן בראשית בפתרון מערכות משוואות ממעלה ראשונה במספר כלשהו של נעלמים. החומר שנלמד בקורס זה הוא חומר חיוני להמשך הלימודים במתמטיקה ובמדעי המחשב. נלמד להשתמש בכלים מתמטיים בסיסיים כמו מטריצות, קואורדינאטות, טרנספורמציות (סיבובים שיקופים, הטלות ועוד).

הנושאים הנלמדים: שדות. מערכת משוואות ליניאריות מעל שדה. מטריצות. פעולות אלמנטריות, מטריצות אלמנטריות וכפל מטריצות מעל שדה ומעל חוג. הדטרמיננטה של מטריצה. מרחבים וקטוריים: תת-מרחבים, בסיסים, מימד, מרחב שורות, מרחב עמודות ומרחב האפס של מטריצה, מטריצת הקואורדינאטות. העתקות ליניאריות: גרעין ותמונה, אריתמטיקה של העתקות ליניאריות, ייצוג של העתקה ליניארית בעזרת מטריצה, תכונות ההצגה. אינטרפולציה של Lagrange. הדטרמיננטה כפונקציה נפח.

סדנה במתמטיקה א'	קוד הקורס: 110208021		ללא נקודות זכות
דרישות קדם:	אין	שנה א' - סמסטר א'	
הרצאה:	חיה זילברמן, אהרון ריפס, יוסף רבנו, קולמן טובאל		2 שעות שבועיות

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.

תכנות מודולארי	קוד הקורס: 110204021		5 נקודות זכות
דרישות קדם:	מבוא למדעי המחשב	שנה א' - סמסטר ב'	
הרצאה:	ד"ר יורם ביברמן, צבי מלמד, מיכה ברניג		4 שעות שבועיות
תרגול + סדנה:	מיכה ברניג, זלמן רובין, אהרן ריפס		2+3 שעות שבועיות

הקורס מהווה המשך ישיר של הקורס מבוא למדעי המחשב. ככזה הוא ממשיך את המסע האבולוציוני התכנותי לפרדיגמה המודולארית, ואל סיפיו 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 תפקידם של המצביעים בשפת סי (לשם הגדרת מערכים דינאמיים, רשימות, עצים, ותכנות גנרי, פולימורפי). הקורס מרחיב בנושא 'תכנות כהלכה', כולל מעט על בדיקה של תכניות, וכתיבת ספריות.

הנושאים הנלמדים: טיפול בקבצים חיצוניים (פתיחה/סגירה לקריאה/כתיבה, מצביעי get/put, קריאה וכתיבה על-גבי אותם 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 *) שימושיהם 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, typedef, sizeof, assert, ספריות סטנדרטיות של C, בנייה והוספה, ספריה סטאטית ודינמית. שימוש בספריה. שיטות לבדיקת תוכנה (כדוגמת valgrind). scanf/printf, argc/argv. פונקציות תבניות (template functions). כלי תכנות ב-Linux, כולל מנפים (debuggers).

מבנה המחשב	קוד הקורס: 110203021		4 נקודות זכות
דרישות קדם:	אין	שנה א' - סמסטר ב'	
הרצאה:	ד"ר רחל שפירא, ד"ר ניסים הראל		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. כמו כן בקורס הזה נלמד להתייחס למחשב ה-PC בשפה שלו ונכיר דרכי התערבות בין התכנות בשפת C לבין ריצת התוכנה על החומרה.

הקורס הינו קורס מבוא לחומרה, מבוא לתכנון מעבדים ספרתיים והכרת עקרונות של תכנות בשפת סף.

בקורס נביר את המבנה והתפקוד של אבני הבניין המרכיבות את חלקי החומרה במחשב. נממש מערכות ומודולים בעזרת לוגיקה צירופית ולוגיקה סדרתית תוך שימת לב לאילוצים השונים (זמן תגובה, סוג שערים ועוד) המהווים חלק בלתי נפרד מהעיצוב.

כמו כן נביר את עקרונות התכנות בשפת סף. הכרת פקודות האסמבלי של המעבדים ממשפחת X86 של אינטל. בבין נכתוב תוכניות בסיסיות בשפת סף בארכיטקטורת 32 ביט בסביבת SASM, ובעיקר בבין את הקשר בין תפקוד פונקציונאלי של קוד שנכתב בשפה עילית לקוד בשפת סף.

מבוא לתיאוריה של מדעי המחשב	קוד הקורס: 10202021	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	מתמטיקה דיסקרטית	שנה א' - סמסטר ב'*
הרצאה:	ד"ר ערן לונדון, חיה זילברמן, ד"ר דמיטרי גולדשטיין	3 שעות שבועיות
תרגול:	יוסף רבנו, יצחק זאנגי	2 שעות שבועיות

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

1. **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.

2. **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, מסילה, 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.

3. **מבוא לתורת ההסתברות הבדידה.** בבין 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 ושוונות, אי-שיוויונים יסודיים.

4. **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.

* יינתן גם בסמסטר קיץ

חדו"א: פונקציות של משתנה אחד	קוד הקורס: 110201031	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	כלים מתמטיים למדעי המחשב	שנה א' - סמסטר ב'
הרצאה:	רונת כץ, ד"ר ניסים הראל	3 שעות שבועיות
תרגול:	אהרון ריפס	2 שעות שבועיות

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 החשובית הזו.

פונקציות רציפות וגזירות בקטע: נראה מה ניתן ללמוד על פונקציה מהגבולות והנגזרת שלה. משפט ערך הביניים ומשפטי וויארשטראס. 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.

אלגברה ליניארית ב'	קוד הקורס: 110201081	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א'	שנה א' - סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר אריה יקיר, ד"ר מרק ברמן	3 שעות שבועיות
תרגול:	ד"ר דבורה כהן, ד"ר מרק ברמן, בוריס קניבסקי	2 שעות שבועיות

קורס זה הוא קורס המשך של הקורס אלגברה ליניארית א'. הנושאים בהם נדון בקורס זה: ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים. לכסון מטריצות ואופרטורים. מרחבי מכפלה פנימית מעל הממשיים ומעל המרוכבים. בסיסים אורתונורמליים ותהליך Gram-Schmidt. גאומטריה של מרחבי מכפלה פנימית. פיתוח Fourier. קירוב טוב ביותר בתת-מרחב נוצר סופית. מטריצות אורתוגונליות והעתקות אורתוגונליות. מבוא קצר לגאומטריה אפינית.

סדנה במתמטיקה ב'	קוד הקורס: 110208031	ללא נקודות זכות
דרישות קדם:	אין	שנה א' - סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר דבורה כהן, טובאל קולמן	2 שעות שבועיות

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'

מבוא לתכנות מונחה עצמים והנדסת תוכנה	קוד הקורס: 110204032	5 נקודות זכות
דרישות קדם:	מבוא למדעי המחשב, תכנות מודולארי, מבני נתונים (השתתפות)	שנה ב' - סמסטר א'
הרצאה: תרגול + סדנה:	ד"ר מיכל מרקין, ד"ר רחל שפירא, צבי מלמד יחזקאל ברנט, לאוניד פרנקל, מתן פרל	4 שעות שבועיות 2+2 שעות שבועיות

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 מרכיבים: מבני נתונים, אלגוריתמים, בינה מלכותית, ממשק, גרפיקה, אבטחת מידע, ביצועים ועוד. הקניית העקרונות, בסמסטר זה, תהיה בעיקר סביב הכלים של מחלקות, ירושה, פולימורפיזם, דיאגרמות UML, ומבוא לתבניות עיצוב.

תכנות מערכת ומבוא לתכנות מקבילי	קוד הקורס: 110203052	5 נקודות זכות
דרישות קדם:	מבוא למדעי המחשב, תכנות מודולארי, מבנה המחשב (או לחילופין 'מערכות חומרה תוכנה ושפת סף')	שנה ב' - סמסטר א'
הרצאה: תרגול + סדנה:	ד"ר יורם ביברמן יניב גבאי, שמחה פרנקו	4 שעות שבועיות 2+2 שעות שבועיות

כיצד ניתן לכתוב תוכנית 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 הדן ביסודות מערכת ההפעלה, ובמושגי התהליך והתהליכון (thread).

נושאים שילמדו: מבוא למערכות הפעלה. נושאים בארכיטקטורה הרלוונטיים למ.ה. (בפרט פסיקות). מרכיבים של מ.ה. תהליכים (כולל יצור תהליכים ב-Unix: fork(), exec(), תקשורת בין תהליכים ב-Unix, signal, pipes, named pipes, message queues, sockets, shared emory, (פיתילים) 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.

מבני נתונים	קוד הקורס: 110202032	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב' מתמטיקה דיסקרטית, מבוא לתיאוריה של מדעי המחשב	שנה ב' - סמסטר א'
הרצאה: תרגול:	ד"ר ערן לונדון, חיה זילברמן, משה מונק, אפרים נפתלי, יאיר ברלין, משה מונק	3 שעות שבועיות 2 שעות שבועיות

תחילה יושלם הפרק שלא נלמד בשנה שעברה (בשל המלחמה): 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.

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 המיון: איך ניתן למיין מערך של נתונים בצורה נוחה ומהירה? נפגוש בפתרונות שונים (ולעיתים משונים) המתאימים לבעיות שונות: מיון הכנסה, מיון בחירה, מיון ערמה, מיון מיזוג, מיון מהיר. נפגוש בחסמים תחתונים למיון. נעסוק בתוחלת זמן הריצה של מיון מהיר. נסיים במיונים ליניאריים: מיון מניה, מיון בסיס, מיון 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?

חדו"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים	קוד הקורס: 110201042	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	חדו"א: פונקציות של משתנה אחד	שנה ב' - סמסטר א'
הרצאה: תרגול:	ד"ר לור ברטל, רונית כץ, ד"ר דמיטרי גולדשטיין ד"ר דבורה רוס, טובאל קולמן	3 שעות שבועיות 2 שעות שבועיות

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 ונומריות 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.

מבנים אלגבריים	קוד הקורס: 110201092	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	כלים מתמטיים למדעי המחשב, אלגברה ליניארית א' + ב'	שנה ב' - סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר מרק ברמן, רונית כץ	4 שעות שבועיות

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 המורחב של אוקלידס, קונגרואנציה. משפט Fermat, משפט Euler, משפט Wilson, משפט השאריות הסיני, שאריות ריבועיות, טרנספורם Fourier דיסקרטי.

כתיבה והצגה מדעית - קבוצות א' + ב'	קוד הקורס: 110206252	2 נקודות זכות
דרישות קדם:	אין	שנה ב' - סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר סופיה חזנוב, ד"ר אילנה בלק, ד"ר ניר טובי	2 שעות שבועיות

כתיבה והצגה מדעית - קבוצות ג' + ד'	קוד הקורס: 110206252	2 נקודות זכות
דרישות קדם:	אין	שנה ב' - סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר סופיה חזנוב	2 שעות שבועיות

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.

תכנות מונחה עצמים ופיתוח משחקים	קוד הקורס: 110204042	5 נקודות זכות
דרישות קדם:	מבוא לתכנות מונחה עצמים והנדסת תוכנה, מבני נתונים	שנה ב' - סמסטר ב'
הרצאה: תרגול +סדנה:	ד"ר מיכל מרקין, ד"ר רחל שפירא, צבי מלמד יחזקאל ברנט, לאוניד פרנקל, מתן פרל	4 שעות שבועיות 2+2 שעות שבועיות

משחק "פאק-מן", "חופר", "גנבים בעיר הגדולה", "למינגס" ועוד משחקי מחשב רבים אחרים הם דוגמאות לעולמות עם עצמים, פעולות, ויחסי 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.

מערכות הפעלה	קוד הקורס: 110203062	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	מבנה המחשב (או לחילופין 'מערכות חומרה ותכנות בשפת סף')	שנה ב' - סמסטר ב'
הרצאה:	תמר באש, מעם אוחנה	4 שעות שבועיות

האם עת תוכנית 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 : (fcntl(), lseek(), read(), write(), creat(), open() בפרט לשם נעילת קבצים ולטיפול בדגלי הסטאטוס, readdir(), opendir(), unlink(), rename(), stat(), chmod(), access(), umask(). 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) תזמון המעבד בתיאוריה וב-Linux. היכרות עם תכנת cygwin.

ניתוח נתונים עם פייתון	קוד הקורס: 110204242	2 נקודות זכות
דרישות קדם:	מבוא לתכנות מונחה עצמים והנדסת תוכנה	שנה ב' - סמסטר ב'
הרצאה:	חת בורנשטיין, ד"ר דב חורש, ד"ר אילת גולדשטיין	2 שעות שבועיות
סדנה:	נטע סולברג	2 שעות שבועיות

נתונים נאספים היום בכל מקום ובכל זמן ונאגרים בכמויות עצומות. הם נוגעים לכל תחומי החיים שלנו, החל מנתונים אודות יעדי טיסה פופולריים והעדפות קניה אונליין, דרך ביצועים פיננסים ונתונים רפואיים ועד אזורי פשיעה .

ניתוח נתונים הוא תהליך של ניקוי, סידור ועיבוד של נתונים לצורך גילוי מידע חשוב או לצורך הסקת מסקנות וקבלת החלטות .

פייתון (Python) היא שפת תכנות מהנפוצות ביותר. פייתון היא שפה אינטואיטיבית, התחביר שלה פשוט וקליט והיא מאפשרת ביטוי של תוכניות מורכבות בדרך קצרה וברורה.

היא שימושית בתחומים רבים כמו: רשתות, עיבוד תמונה, בינה מלאכותית, אוטומציה ובמיוחד בתחום עיבוד נתונים.

בקורס נציג את עקרונות השפה ואת הבסיס הנדרש לתכנות בה, תוך תרגול כתיבת קוד, פתרון בעיות נפוצות, והקניית מיומנויות להמשך התפתחות עצמית.

אלגוריתמים	קוד הקורס: 110202042		4 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', מתמטיקה דיסקרטית, מבוא לתיאוריה של מדעי המחשב, מבנים אלגבריים, מבני נתונים		שנה ב' - סמסטר ב'
הרצאה: תרגול:	ד"ר ערן לונדון, חיה זילברמן, משה מונק, אפרים נפתלי	משה מונק	3 שעות שבועיות 2 שעות שבועיות

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? (כנון 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 לכול, ומדוע הקדמונים לא הסכימו (שיטת RSA, שיטת רבין).
- במה עדיף המהמר על האיש ה"בטוח"? איך עוזרת אקראיות לפתרון בעיות קשות?

4 נקודות זכות	חזו"א: עקומות ומשטחים קוד הקורס: 10201052	
שנה ב' – סמסטר ב'	אלגברה ליניארית א' + ב', חזו"א: פונקציות של משתנה אחד	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות 2 שעות שבועיות	ד"ר לור ברטל, ד"ר דמיטרי גולדשטיין רונית כץ, אהרן ריפס	הרצאה: תרגול:

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'. עקומות ומשטחים: הגדרה לפי פרמטריזציה או לפי משוואה, חישוב הישר או המישור המשיק. אינטגרלים כפולים: חישובים, משפט פוביני, החלפת משתנה (בעיקר לקואורדינטות קוטביות).

4 נקודות זכות	מבוא למדע הנתונים קוד הקורס: 10201102 (או לחילופין 'תורת ההסתברות')	
שנה ב' – סמסטר ב'	כלים מתמטיים למדעי המחשב, חזו"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים, חזו"א: עקומות ומשטחים (ניתן ללמוד במקביל), מתמטיקה דיסקרטית.	דרישות קדם:
4 שעות שבועיות 2 שעות שבועיות	ד"ר אילת גולדשטיין משה פירו	הרצאה: סדנה:

בקורס נכיר מושגים ועקרונות העומדים בבסיס מדע הנתונים. הקורס יתמקד בשיטות ללמידה מתוך נתונים, על מנת לקבל תחזיות ותובנות שימושיות. נכיר מושגים בהסתברות, והסקת סטטיסטית ונעשה חישובים הסתברותיים וסימולציה בשפת פייתון.

נכיר חבילות ופקודות שנועדו להכנת נתונים ותמרון מבני נתונים (pandas), ייבוא נתונים, והצגת נתונים (matplotlib).

שנה ג' - לימודי חובה

תכנות אינטרנט א'	קוד הקורס: 110204153	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	מבוא לתכנות מונחה עצמים והנדסת תוכנה, תכנות מונחה עצמים ופיתוח משחקים	שנה ג' - סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר סולנג' קרסנטי, אהרן ריפס	4 שעות שבועיות

ביצד בונים אתר כמו LinkedIn?

הקורס מקנה ידע בטכנולוגיות תכנות המשולבות באתרים, עם דגש על חוויה אינטראקטיבית עשירה, תוכן דינמי, ועיצוב מותאם לכל סוג מכשיר (Responsive). לשם כך נדרש ידע בטכנולוגיות לפיתוח צד לקוח וצד השרת. בצד הלקוח נלמד: HTML5 (ECMAScript), Javascript, CSS, עדכני, ספריות השייכות לחברות המובילות כגון Twitter Bootstrap.

בצד השרת נלמד לעבוד מול מסדי נתונים בעזרת Node.js ו-SQL, תוך כדי הקמת שרת Web רב לקוחות. לדוגמה נלמד איך לפתח: רישום משתמשים, אימות, טפסים, חיפוש במאגרי מידע או ניהול סל קניות. תכנות אתרים מבוסס על ארכיטקטורת Model-View-Controller וניישום עקרונות MVC בעזרת NodeJS (Express). בסוף הקורס נבנה ונקים אתר full stack הכולל ממשק משתמש רספונסיבי וצד שרת מבוסס REST API, SQL server, template engines.

אוטומטים ושפות פורמליות	קוד הקורס: 110202053	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	מתמטיקה דיסקרטית, מבוא לתיאוריה של מדעי המחשב, מבני נתונים	שנה ג' - סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר פרג' שיבאן	3 שעות שבועיות

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 סיבוק התהליך הדקדוקי הנדרש ליצירתן.

תכנות אינטרנט ב'	קוד הקורס: 110204053	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	מבוא לתכנות מונחה עצמים והנדסת תוכנה, תכנות מונחה עצמים ופיתוח משחקים, תכנות אינטרנט א'	שנה ג' - סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר סולנג' קרסנטי, אהרן ריפס	4 שעות שבועיות

האתר Netflix הוא דוגמא לאתר רב לקוחות, עם רישום משתמשים, תצוגת תוכן, אפשרויות דירוג, יכולות חיפוש מתקדמות ועוד. אתר זה בנוי באמצעות Java/Spring ומאפיין מרבית המרכיבים של הקורס.

קורס זה מחולק ל-2 מסלולים: צד שרת (Java) וצד לקוח (React).

צד שרת מתמקד בטכנולוגיות עדכניות של Java. הקורס מפרט את עקרונות התכנות בשפת Java ובטכנולוגיות לבניית אתרים דינמיים ותכנות ברשת תוך כדי לימוד פלטפורמת Spring framework המספקת תמיכה מקיפה בתשתית לפיתוח יישומי ג'אווה חזקים בקלות ובמהירות רבה. נלמד לבנות רכיבים הקשורים לניהול מסדי נתונים (JPA, SQL), תקשורת שרת-לקוח (http), הבטחת מידע (Security), שירותי REST לפיתוח אפליקציות בסגנון Single Page Application.

בצד הלקוח, הקורס וכולל לימוד ספריית React ומתבסס על ידע Javascript (הנלמד בחלק הראשון בסמסטר א'): זה כולל בניית רכיבים (components) ולמידת עקרונות React כגון components, hooks, functional programming. נלמד איך לשלב React עם Java תוך כדי בנייה שירותי REST מסופקים ע"י Java Spring.

שילוב של טכנולוגיות יחד עם החומר הנלמד בקורס הראשון (אינטרנט א') מביא לעיצוב ובניית אתרים מרובי משתמשים המקנים חוויה אינטראקטיבית, ייצור דפים כתוצאה משאילתות מול מסדי נתונים, יצירת דפי ממשק ע"י template engines או ע"י מערכות צד לקוח (React). הקורס מסתיים בבניית אתר המשלב את כל הטכנולוגיות הנלמדות (Full stack development).

מסדי נתונים	קוד הקורס: 110204073	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	מתמטיקה דיסקרטית, מבוא לתיאוריה של מדעי המחשב	שנה ג' - סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר יורם ביברמן	4 שעות שבועיות

מערכות תוכנה 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 לשלוח 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 ייפול הרף עין אחרי שהלקוח משך כסף מהמכשיר האוטומאטי חשבונו יחויב בשיעור המשיכה? הנושאים הנלמדים: מבוא למסדי נתונים. מודל היחסים. אלגברה של יחסים. תחשיב יחסים לפי שורות. SQL. אילוצי 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.

חישוביות ומורכבות החישובים	קוד הקורס: 110202063	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגוריתמים, אוטומטים ושפות פורמליות	שנה ג' - סמסטר ב'
הרצאה:	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 שיודעת 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", במניה 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, ובין 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". לדוגמא: 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.

שנה ג' - לימודי בחירה

* קורסים המסומנים בכוכבית לא יוצעו בשנת תשפ"ה

תקשורת מחשבים	קוד הקורס: 110203083	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	תכנות מערכת ומבוא לתכנות מקבילי, מערכות הפעלה	שנה ג' - סמסטר א'
הרצאה:	זיו סופרמן (ינתן רק בשטראוס)	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: 110203072	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	מבנה המחשב (או לחילופין 'מערכות חומרה תוכנה ושפת סף')	שנה ג' - סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר רחל שפירא	3 שעות שבועיות

ארכיטקטורה היא התחום במדעי המחשב שמספק את הפלטפורמה למימוש המעשי של החידושים בתכנות ובאלגוריתמים. הגידול העצום במספר שורות הקוד במערכות התוכנה המורכבות הקיימות כיום מתאפשר רק הודות 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.

לוגיקה למדעי המחשב	קוד הקורס: 110202073	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	מתמטיקה דיסקרטית, מבוא לתיאוריה של מדעי המחשב	שנה ג' - סמסטר א'
הרצאה:	אפרים נפתלי	3 שעות שבועיות

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" (שמות 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 ההנחות. 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 הני"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.

מערכות לומדות	קוד הקורס: 110208243	4 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', חדו"א: פונקציות של משתנה אחד, חדו"א: עקומות ומשטחים, ניתוח נתונים עם פייתון, מבוא ל-data science (או לחילופין 'תורת ההסתברות')	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך, סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר יורם יקותיאל	4 שעות שבועיות

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:

סקירה על מערכות לומדות, ובמיוחד למידת מכונה. מבוא: למידה מפוקחת, סיווג, רגרסיה, למידה לא מפוקחת, אישכול, הערכת הסתברויות, הפחתת ממדים, הפרדת מקורות. מימוש מערכות לומדות – פתרונות אנליטיים, אופטימיזציה מבוססת גרדיאנט, הקשר לסטטיסטיקה, הסקה בייסיאנית, maximum likelihood estimation, מושגי יסוד – סט לימוד, סט מבחן,

high variance, bias, מרחב מאפיינים, עיבוד מקדים, עקומת למידה, over fitting, cross validation, model selection precision \ recall, logistic regression, perceptron, decision – מסווגים שונים – ML, scikit-learn, Matlab ספריות. theory, maximum a-posteriori, הנחת אי תלות ומסווג ביז נאיבי, צרוף מודלים, הערכת התפלגויות, שיטות פרמטריות ושיטות לא פרמטריות. רגרסיה, רגרסיה לינארית, פתרון משוואות במונחי מינימום שגיאה ריבועית. למידה לא מפקחת - אישכול, מציאת חוקיות בנתונים, הפחתת ממדים, PCA, ICA, קידוד דליל, wavelets.

בניה מלאכותית ברפואה			קוד הקורס: 110204203	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	תכנות מונחה עצמים ופיתוח משחקים, אלגברה א' + ב'		תואר ראשון שנה ג' ומוסמך סמסטר א'	
הרצאה:	ד"ר אילת גולדשטיין		3 שעות שבועיות	

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

בקורס נכיר את העולם של המערכות תומכות החלטה ברפואה ואת המטודולוגיות השונות שמשתמשים 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, ניתוח של נתונים רפואיים תלויי זמן, מידול והרצת קווים מנחים, ומערכת לסיכום מילולי של נתונים רפואיים.

מבוא לאבטחת מידע			קורס הקורס: 110204193	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א'+ב', מערכות הפעלה יש ללמוד את מבוא להצפנה במקביל		תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר ב'	
הרצאה	בנימין הירשברג		3 שעות שבועיות	

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 וחתימות 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.

מבוא להצפנה	קוד הקורס: 110202103		3 נקודות זכות
דרישות קדם:	מבנים אלגבריים	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר ב'	
הרצאה:	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 חסר ידע. שיתוף סוד. במהלך הסמסטר נחזור על המושגים המתמטיים הדרושים להצפנה כמו המספרים השלמים מודולו n ושדות סופיים ונעמיקם.

מבוא לבדיקות תוכנה ואוטומציה	קוד הקורס: 110200293		3 נקודות זכות
דרישות קדם:	קורס שפת Java או שפת מונחה עצמים אחרת	שנה ג' תואר ראשון, סמסטר א'	
הרצאה:	אילנה בייקל	3 שעות שבועיות	

מה הן בדיקות תוכנה? מה היא אוטומציה? מהם הכלים לאוטומציה של בדיקות תוכנה? כיצד לסדר סביבת עבודה מאפס? מה ההבדל בין בדיקות תוכנה של יישום אינטרנטי ליישום נייד?

בשנים האחרונות הוכח שלא רק ניתן להחליף בדיקות ידניות באוטומטיות, אלא שזוהי הדרך היחידה המאפשרת לחברת היי-טק לגדול בצורה בטוחה ללא השקעה הולכת וגדלה בגיוס בודקים ידניים. מערכות אוטומציה הבדוקות מוצרי תוכנה/קושחה/חומרה, על בסיס ריצה מתוזמנת בלתי פוסקת, מהוות היום מרכיב חשוב במגוון רחב של חברות היי-טק שונות ויישומים שונים.

בקורס נציג את תחום הבדיקות ידניות והאוטומטיות של **תוכנה**. נלמד דרך דוגמאות מעשיות את הנושאים הבאים:

בדיקות תוכנה ידניות: אין לגשת ללימוד של אוטומציה ללא הבנה בסיסית של מתודולוגיה של בדיקות ידניות. אנו נקדיש חלק קטן של זמן ללימוד והתנסות בבדיקות ידניות. מומלץ לקחת קורס נוסף מורחב בנושא, כי מדובר במקצוע שלם שאך הוא נחוץ היום בשוק.

בדיקות תוכנה אוטומטיות: היצע של עבודה באוטומציה בשוק מתחלקת לשתיים:

- 1) השתלבות בצוות אוטומציה קיים,
- 2) הקמת מערך בדיקות אוטומטיות מאפס (בחברה בעלת בדיקות ידניות בלבד).

אנו ננסה את שתי ההצעות. הדבר יכלול: הורדה והתקנה של אקליפס, ג'אווה, מייבן, TestNG, שרת הטמאה בלתי-פוסקת Jenkins ותבנית של פרויקט אוטומציה ב-WebDriver (או שמו הישן "סלניום") שימשם בבסיס להקמת הפרויקט האמיתי. נעסוק בהעשרת הפרויקט הבסיסי במגוון טסטים אוטומטיים מסוגים שונים.

בדיקות mobile ידניות: החלק השלישי של הקורס יעסוק בנושא החם היום בשוק של בדיקות של יישומים ניידים. אנו נלמד לארגן ולתכנן את הבדיקות הידניות לשלבים של אלפא, בטא ואחרי שחרור היישום ללקוח. נתנסה בבדיקות דרך חוות המכשירים, אמולטורים וסימולטורים. הדגש יהיה על אנדרואיד (כהכי נפוץ), אך נזכיר גם iOS.

בדיקות mobile אוטומטיות: הנושא הוא יחסית חדש ולא יציב בשוק, ומתפתח לכיוונים שונים שעדיין לא ברור מה הכיוון והכלים שינצחו בסופו של דבר. אנו נלמד את Appium ככלי הנוח ביותר ודומה מאוד לסלניום. אולי נגע ונעשה שימוש ב-Gerkin ו-Cucumber.

* הקורס יועבר בג'אוה, לכן בהתחלה נקדיש זמן קצר להסבה מ-C++.

בינה מלאכותית			3 נקודות זכות
דרישות קדם:	מתמטיקה דיסקרטית, מבוא לתיאוריה של מדמ"ח		בוגר - סמסטר א'
הרצאה:	פרופ' 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 נוירונים.

בין תיאוריה למעשה, הכנה לאתגרי עולם המחשוב קוד הקורס: 110200203			3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגוריתמים, מבוא לתכנות מונחה עצמים והנדסת תוכנה		תואר ראשון, סמסטר ב'
הרצאה:	מעאווייה עקש	3 שעות שבועיות	

האם תהיה מה הקשר בין החומרים שלמדת בתואר שלך לעבודה בעולם האמיתי? איך המתמטיקה ועקרונות ההנדסה עוזרות בפתרון בעיות מורכבות בצורה שיטתית? בקורס הזה אנחנו נלמד דרך מטלות איך לגשר בין עולם המדע לעולם סביבת העבודה, איך הפילוסופיה והלוגיקה עוזרות לנו להבין את העולם בצורה יותר טובה? נלמד איך ההבנה של הבעיה (ניתוח גורם שורש) תורם לפתרון, נלמד שיטות של פתרון כמו סיעור מוחות ועוד. הדגש בקורס הזה יהיה על כלים ומטלות מחיי היום יום שנתקלים בהם בעולם המחשוב, כמו בעיות Multi Threading, ...Performance, Algorithms. הקורס יכלול 5-6 תרגילים, פרויקט סיום ומבחן בהיקף יחסית קטן.

אינפורמטיקה רפואית יישומית קוד הקורס: 110200213			3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אין	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר א'	
הרצאה:	ד"ר דיאגו שיקובטה	3 שעות שבועיות	

הקורס מכשיר את הסטודנטים ב-Medical Informatics גם מהיבט התיאורתי וגם מכיוון ההשלכות 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.

* למידה עמוקה		קוד קורס: 110203793	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', חדו"א: פונקציות של משתנה אחד, חדו"א: עקומות ומשטחים	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך, סמסטר ב	
הרצאה:	ד"ר יורם יקותיאלי	3 שעות שבועיות	

למידה עמוקה פרצה לתודעה התקשורתית בשנים האחרונות ככלי המחולל העיקרי במהפכת ה AI, אבל למעשה זהו מושג די ותיק. הרעיון ומימושיו עולים ופורחים כעת בגלל שלושה גורמים עיקריים: כמות עתק של נתונים, כח מיחשוב רב ואלגוריתמי למידה המנצלים את שני הגורמים האחרים ביעילות. בקורס נציג את תחום הלמידה העמוקה ואת הקשר שלו לתחומים אחרים. נשתמש בכלים עדכניים כדי לבצע משימות שעד לאחרונה נחשבו כשייכות לתחום המדע הבדיוני. נלמד על המגבלות של הכלים והשיטות ונתאר כיווני התפתחות עתידיים.

נתמקד בהיבטים הפרקטיים של למידה עמוקה:

איסוף נתונים ומאגרי נתונים קיימים, בחירת מודלים, שימוש במודלים קיימים ובלמידת העברה, שימוש בספריות ומעטפות מודל אימון במהלך בעיות פתרון TensorFlow, Theano, Keras, Matlab Neural Network Toolbox דוגמת תוכנה מיחשוב ענן, יצוא ושימוש במודל במכשירי קצה שונים ובתנאים שונים. בתרגילים ובהדגמות נראה שימוש בפועל בלמידה עמוקה לפתרון של מגוון בעיות כגון: עיבוד טקסט ושפה טבעית, מערכות המלצה, ייצור טקסט על פי סגנון, עיבוד תמונות, חיפוש תמונות, זיהוי סגנון והחלתו בתמונות, ייצור תמונות בעזרת Autoencoders, טיפול באודיו ובמוזיקה, פתרון משחקים ובעיות אחרות בעזרת למידת חיזוק עמוקה.

ראייה ממוחשבת ולמידה מתקדמת		קוד קורס: 110203693	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', חדו"א: פונקציות של משתנה אחד, חדו"א: עקומות ומשטחים	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר ב'	
הרצאה:	ד"ר יורם יקותיאלי	3 שעות שבועיות	

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. בנוסף נציג את התרומה המשמעותית של למידת מכונה ולמידה עמוקה לראייה ממוחשבת וההישגים בתחום.

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 בדי מימד ובתלת מימד, 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. רשתות נוירונים לראייה ממוחשבת: classification, identification, detection, recognition, segmentation, labeling.

* רובוטים ניידים	קוד קורס: 110205174	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה א' + ב', חדו"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים, חדו"א: עקומות ומשטחים	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר יורם יקותיאל	3 שעות שבועיות

מטוסים ללא טיס, מכונות עצמאיות, שואבי אבק אוטונומיים ורובוטים אנתרומורפיים (דוגמת סוני מן ה־robot 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 עמית/יצורים אחרים? כיצד לייצר קול/אור/רדיו 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\כח? איך אהיה יעיל בשימוש במשאבים החשובים - 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 אשפר 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 LEGO NXT.

פייתון למתקדמים – אקסלנטים	קוד הקורס: 110208293	2 נקודות זכות
דרישות קדם:	ניתוח נתונים עם פייתון, ממוצע ציונים	תואר ראשון, סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר נדב חורש	

פייתון הינה שפת התכנות הנפוצה ביותר בעולמות הפיתוח כיום (כ־31% נכון לאוקטובר 2021). בהיותה

שפה דור חמישי, היא קלה לכתיבה ולקריאה, אך זמני הריצה שלה ארוכים ביחס לשפות הקרובות יותר למכונה

כגון ++C. פייתון חדרה לרוב תחומי הפיתוח (אפליקציות שולחניות ומובייל, ווב, חישובים מדעיים, מנוע של

ישומים, DevOps, ועוד ועוד), והפכה להיות הכלי המרכזי בתחום למידת מכונה ומדע הנתונים. בקורס זה אנו

נביר לעומק את השפה, ונלמד להכיר כלים מתקדמים וטכנולוגיות הקיימות בשפה וכלים חיצוניים שנבנו עבורה

שהופכות אותה לשימושית, ומאפשרות לנצל ביעילות גבוהה את משאבי המחשב.

עבוד שפה טבעית (NLP)	קוד הקורס: 110203493	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', ניתוח נתונים עם פייתון, מבוא ל-data science (או לחילופין 'תורת ההסתברות')	תואר ראשון ומוסמך - סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר רחל שפירא	3 שעות שבועיות

האם מחשבים יכולים להבין שפה אנושית? האם SIRI באמת מבינה למה אנו מתכוונים? כיצד פועל Google Translate? תשובות לשאלות אלו, ולרבות אחרות, מבוססות על תחום מחקר הנקרא עיבוד שפה טבעית (NLP), תחום הולך וגדל שמטרתו לחקור ולפתח שיטות חישוביות לעיבוד, יצירה והבנה של שפת האדם.

לתחום זה יישומים מגוונים למשל בתרגום אוטומטי, אחזור מידע, זיהוי ישויות, וממשק אדם-מכונה (כגון מענה על צרכי משתמש בצ'ט). בעיות כגון אלו חוו בשנים האחרונות פריצות דרך משמעותיות הודות לכוח החישוב הגובר ובמיוחד המידע הזמין לנו, והתחום הפך למוקד מרכזי בגלל הבינה המלאכותית (AI).

מטרת הקורס הינה להציג לסטודנטים את התפיסות, המונחים, האתגרים והפתרונות שבבסיס המחקר והפיתוח. הקורס מכסה יסודות בלשניים, אלגוריתמיים וסטטיסטיים, ומדגים את יישומם באמצעות פיתוח מעשי של פתרונות טכניים לאתגרי עיבוד השפה בעולם האמיתי ובחיים עצמם.

פירוק SVD ויישומיו	קוד הקורס: 110200283	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', מתמטיקה דיסקרטית, כלים מתמטיים למדעי המחשב, מבני נתונים	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר מרק ברמן	3 שעות שבועיות

פירוק SVD הוא כלי המאפשר סינון וניתוח של קבוצות גדולות של נתונים. ישנם יישומים רבים של הפירוק בתחומים מדעיים והנדסיים רבים (במיוחד במדעי המחשב), כגון אופטימיזציה, גאומטריה, זיהוי פנים, דחיסת תמונה, רגרסיה ליניארית ועוד. בקורס זה נלמד את האלמנטים המתמטיים שעומדים מאחורי פירוק SVD: מרחב מכפלה פנימית, נורמה ומרחק, אורתוגונליות, הטלות אורתוגונליות, טרנספורמציות גאומטריות, פירוק ספקטרלי של מטריצה ממשית סימטרית, פירוק SVD. נלמד יישומים של התאוריה בגאומטריה, רגרסיה ליניארית, קירוב מטריצות ותבניות ריבועיות.

תורת המספרים	קוד הקורס: 110200323	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', מתמטיקה דיסקרטית, כלים מתמטיים למדעי המחשב, מבני נתונים	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר מרק ברמן	3 שעות שבועיות

התאוריה של מספרים שלמים היא בין התאוריות המתמטיות הוותיקות בהיסטוריה המתמטית. מצד אחד, התחום אלמנטרי ולא דורש הרבה ידע קודם. מצד שני, יש בתורה זאת שפע של שאלות קשות פתוחות, ביניהן השערת רימן שהיא אחת מההשערות המפורסמות והחשובות ביותר במתמטיקה. בחמישים השנים האחרונות התברר שכלים מתורת המספרים חשובים ושימושיים מאוד במדעי המחשב. הפיתוח של אבטחת מידע, למשל, תלוי לגמרי בתורת המספרים.

בקורס זה נמשיך לפתח את התאוריה שהתחלנו ללמוד בקורס מבנים אלגבריים. נלמד כיצד לפתור מערכת משוואות מודולריות. נלמד לעומק את המבנה של שדות סופיים ותכונות של פולינומים המוגדרים מעל שדה סופי. נכיר שיטות לפתרון

משוואות לא-ליניאריות מעל השלמים ומעל שדות סופיים. למשל, בקורס נענה על השאלה הבאה: מתי ניתן להוציא שורש של מספר מודולו p עבור p ראשוני? התאוריה שנלמד הנה קלסית וחשובה בכל יישום מתקדם של תורת המספרים למדעי המחשב. במסגרת הקורס אף נדבר על מספר יישומים בהצפנה.

אנליזה של big data	קוד הקורס: 110200303	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', מתמטיקה דיסקרטית, כלים מתמטיים למדעי המחשב, מבני נתונים	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר א'
הרצאה:	חננאל פרל	3 שעות שבועיות

אנו חיים כיום בעידן בו מצטברת סביבנו כמות עצומה של מידע (Big Data) במגוון רחב של מקורות כגון: במערכות מידע של הארגון, מערכות טכנולוגיות עסקיות, מערכות ניטור ורשתות חברתיות. כמעט כל פעילות שלנו מייצרת פריט מידע שנשמר בצורה דיגיטלית. ניתוח נתונים אלו יכול להביא לתובנות חדשות והחלטות מיטביות בעולם העסקי, הציבורי או המחקרי.

בקורס זה, נלמד את העקרונות והטכניקות המעשיות של אנליזה וניתוח של ביג דאטה. נכיר את סוגי הנתונים השונים, ואת הכלים והפלטפורמות שאפשר להשתמש בהם כדי לאסוף ולאחסן, לעבד ולנתח את הנתונים.

בין השאר נלמד את שפת SQL המהווה בסיס לניתוח ותשאול נתונים.

נלמד ונכיר את סכמת MapReduce, ונמשיך לטכנולוגיית Apache Spark, שהיא כיום אחת מהטכנולוגיות הנפוצות ביותר לצורך עיבוד נתונים בסביבת ביג דאטה.

בנוסף נכיר חבילות פייטון כגון Visualization, Scraping, Pandas ועוד..

רכיבים מתוכננים	קוד קורס: 110200333	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	מבנה המחשב, חדו"א: פונקציות של משתנה אחד, חדו"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים.	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר א'
הרצאה:	אינג' איציק עובדיה	3 שעות שבועיות

מהו רכיב מתוכנת? ומהי חשיבותו? כיצד ניתן לנצל פלטפורמה זו המספקת יכולת התאמה וגמישות אינסופית לצרכי עיבוד מידע ונתונים למגוון משימות באופן חכם ויעיל תוך ניצול משאבים. הנ"ל נמצא בשימוש במגוון רחב של יישומים ותחומים בתעשייה האזרחית, הצבאית ובמדע כגון: פיתוח אבי טיפוס, VLSI, מערכות מחשב, תקשורת ורשתות, תחום ה-IoT, רפואה, רובוטיקה, חלל ובינה מלאכותית וכו'.

בקורס נציג את תחום הרכיבים המתוכננים המהווה נדבך חיוני משמעותי בתכנון מערכות חומרה תוך היכרות עם מבנה ופונקציונליות של רכיבי FPGA (Field Programmable Gate Array) בדגש על תהליך הפיתוח וסימולציה כמקובל בתעשייה. הנ"ל יקנה ידע מעשי בפיתוח בשפת תאור חומרה VHDL (VHSIC Hardware Description Language) ע"פ מתודולוגיות תכנון בדרגות מורכבות ופונקציונליות שונות. הקורס אינו דורש ידע מוקדם בהנדסת חשמל אולם הנושאים: מבוא להנדסת חשמל ותכן לוגי ילמדו בהתאמה לצרכי הקורס.

בנושאי הלמידה בקורס יכללו הנושאים הבאים: מבוא להנדסת חשמל ותכן לוגי, מבוא לרכיבים אלקטרוניים ול-Chip Design, רכיבים מתכנתים - FPGA. מבוא לשפת VHDL, מתודולוגיות תכנון ומבנים בשפה, פקודות השפה, מכונת מצבים, Test Bench.

נושאים מתקדמים: סביבות בדיקה מתקדמות וורפיקציה. בנוסף תשולב פרקטיקה בנושאים: סימולציה, סינתזה, מיקום

וניתוב וצריבת רכיבים, עם הבנת Full Design Flow, תוך תרגול מעשי בשימוש בלי הפיתוח והתכן של Intel עם הגשת תרגילים ופרויקט מסכם.

3 נקודות זכות	* גאומטריה אוקלידית, קמירות ופאונים קוד קורס: 110251351	
מוסמך בשיתוף עם תואר ראשון - סמסטר ב'	אלגברה ליניארית א' + ב', מבנים אלגבריים	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר אריה יקיר	הרצאה:

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

4 נקודות זכות	מעבדה באומנות הגיימינג א' קוד קורס: 110200243	
תואר ראשון - סמסטר א'	תכנות מונחה עצמים ופיתוח משחקים, מערכות הפעלה, ניתוח נתונים עם פייתון, תכנות מקבילי, אלגוריתמים, חדו"א: עקומות ומשטחים מותנה בראיון קבלה	דרישות קדם:
4 שעות שבועיות	ד"ר מיכל מרקין	הרצאה:

פיתוח של משחקי מחשב היא חוויה מאתגרת ומהנה שסוחפת אחריה יוצרים ממגוון רחב של תחומים. תהליך הפיתוח מבוסס על צוות רב תחומי הכולל אמנים, מוסיקאים ומעצבים לצד אנשי מדע וטכנולוגיה. אמנם מפתחי המשחק אינם בהכרח מתמחים בכל אחד מהתחומים אבל עליהם להכיר ולהבין אותם ולדעת לעבוד יחד בצוות רב תחומי. במעבדה נסקור ונדגים את העקרונות לפיתוח משחקים. נלמד על הכלים התיאורטיים והמעשיים בליווי מנוע המשחקים "Unity". נחקור בצוותים רב תחומיים נושאים מתחום PCG. נשלב בין אמנות ויזואלית, עיצוב, מוסיקה, אלגוריתמים, מתמטיקה וטכנולוגיה עם דמיון ויצירה ונדאג שהתוצאה תיושם ותהיה שחיקה.

מהו (Procedural Content Generation) PCG? (דמיינו שתוך כדי שיחוק במשחק מחשב, עולם וירטואלי תלת ממדי נבנה. מוסיקה נוצרת ועלילה מתפתחת. בכל פעם ניתן להגיע לתוצאה שונה וייחודית. במקום להגדיר מראש את המרכיבים השונים באופן מפורש, הם יכולים להיווצר תוך כדי התקדמות המשחק. חלק מתהליך העיצוב, ההלחנה או העלילה, יכול להיעשות על ידי תכנית מחשב. מתודולוגיה זו מתייחסת למשחק מחשב בעל תוכן פרודורלי.

4 נקודות זכות	מעבדה באומנות הגיימינג ב' קוד קורס: 110200253	
תואר ראשון - סמסטר ב'	מעבדה באומנות הגיימינג א'	דרישות קדם:
4 שעות שבועיות	ד"ר מיכל מרקין	הרצאה:

בהמשך לעבודה במעבדת סמסטר א', נרצה להשיג את המטרות הבאות; כל אחד מהמשתתפים יבחר אלמנט אחד מתוך חומרי הגלם שנלמדו, נאספו או נחקרו במהלך סמסטר א'. לאחר מכן, יעמיק, ינתח, יישם ויממש אותו. לצד זאת, יבחר גישה מעשית לתוצר פוטנציאלי: מאמר ביקורת, פוסטר לכנס, הדגמה לתערוכה או הרצאה לאירוע מיוחד.

שליטות בחישוב מדעי	קוד קורס: 110251081	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', חדו"א: שימושים של האינטגרל וחשובים מקורבים, חדו"א: עקומות ומשטחים	מוסמך סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר יורם יקותיאל	3 שעות שבועיות

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

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

* מעבדת תכנות מתקדמת ב AI	קוד קורס: 110200343	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	לפחות 1 מ 3 הדרישות האלה: 1. קורס מערכות לומדות או למידה עמוקה 2. ניסיון מקצועי מוכח בתחום 3. תיק עבודות בתחום המועמדים לקורס יעברו ראיון קבלה בו יציגו את התאמתם ואת הרעיונות שלהם לפיתוח בקורס	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר יורם יקותיאל	3 שעות שבועיות

קורס מוגבל משתתפים המיועד לסטודנטים בעלי רקע בלמידת מכונה או למידה עמוקה. בקורס נפתח מערכות מבוססות AI ואו אלגוריתמים חדשניים בתחום ה AI.

העבודות תתקיים בצוותים קטנים ובהנחיה צמודה. המטרה העיקרית היא להתנסות בטכנולוגיה העדכנית ביותר לצורך פיתוח מערכות חדשניות.

אם יש לכם רעיון מקורי המבוסס על AI ורצון לעבוד קשה כדי לפתח אותו, זה הקורס עבורכם.

סמינרים:

2 נקודות זכות	קוד הקורס: 110205084 סמינר בגיאומטריה חישובית	
שנה ג' - סמסטר א'	אלגוריתמים	דרישות קדם:
2 שעות שבועיות	ד"ר לור ברטל	הנחיה:

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.

2 נקודות זכות	קוד הקורס: 110208253 סמינר בתקשורת ובמערכות מבוזרות	
שנה ג' - סמסטר ב'	תכנות מערכת ומבוא לתכנות מקבילי, מערכות הפעלה, מבוא למדע הנתונים (או לחילופין 'תורת ההסתברות') אלגוריתמים, תקשורת מחשבים	דרישות קדם:
2 שעות שבועיות	לא משובץ	הרצאה:

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

2 נקודות זכות	קוד הקורס: 110200273 Big Data סמינר	
שנה ג' - סמסטר א'	מבוא למדע הנתונים (או לחילופין 'תורת ההסתברות'), אלגוריתמים	דרישות קדם:
2 שעות שבועיות	ד"ר אילת גולדשטיין	הרצאה:

כמות הנתונים המצטברים כיום במערכות המחשבים הולכת וגדלה בקצב מסחרר, עד כדי כך שיישומים 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	קוד הקורס: 110200413		סמינר סייבר
שנה ג' - סמסטר ב'	-	דרישות קדם:	
2 שעות שבועיות	רפאל גולוב		הרצאה:

בסמינר נערוך הכרות עם חזית מחקר הסייבר בתחום מערכות, תשתיות ורשתות. נבחן את האתגרים הטכנולוגיים והתהליכיים העומדים מאחורי הגידול המרשים בסיכונים בתחום הסייבר, ונכיר מתודולוגיות וכלים מתקדמים להגנה מפני התקפות סייבר ולניהול סיכונים. ניחשף לסיווג גורמי התקיפה וסוגי תקיפות ואירועי סייבר. נשים דגש מיוחד על משמעות פגיעת סייבר בתשתיות לאומיות ובגופים נותני שירות למשק. נכיר סיכוני סייבר עיקריים לסודיות, אמינות וזמינות המידע ולפרטיות. נלמד ונחקר על תהליכים הגנתיים חיוניים הנדרשים על מנת להבטיח רציפות תפקודית בזמן ולאחר אירוע סייבר. הסמינר יתבסס על חשיפה לסקירות טכנולוגיות, הכרת תקינה ורגולציה רלוונטיות, ניתוחי מקרה, דיונים בכיתה ועבודה עצמאית וקבוצתית.

2 נקודות זכות	קוד הקורס:		reverse engineering	סמינר
שנה ג' - סמסטר ב'	מבנה המחשב (או לחילופין מערכות חומרה תוכנה ושפת סף)		דרישות קדם:	
2 שעות שבועיות	נועם אוהנה		הרצאה:	

בסמינר נחקר טכניקות הנדסה לאחר, תוך התמקדות בחשיפה וניתוח מקיף של מערכות טכנולוגיות. המשתתפים יקבלו תובנות מעשיות על פעולתם המורכבת של קוד המקור, הפרוטוקולים והמנגנונים הבסיסיים. באמצעות בחינה קפדנית ונתיחה מדוקדקת, המשתתפים יפתחו מיומנויות מתקדמות בפירוק הפונקציונליות והמבנה של טכנולוגיה מורכבת. סמינר זה נועד לצייד סטודנטים במומחיות הדרושה להערכת טכנולוגיה יסודית, שיפור אבטחה ופיתוח פתרונות חדשניים.

פרויקט גמר:

8 נקודות זכות	קוד הקורס: 110204143		פרויקט גמר
שנה ג' - שנתי	סיום קורסי החובה של שנה ב'		דרישות קדם:
12 שעות שבועיות	אסף וינריב, טוביה רוזנברג		ריכוז:

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 רובוטיקה, 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. כדוגמה לפרויקטי גמר שבוצעו בשנים קודמות ניתן להזכיר מערכת לרובי אופניים לסביבת אנדרואיד, מערכת רובוטים מונחי מצלמה לצורכי אבטחה, אפליקציה לתיקון אוטומטי של שגיאות איות וניסוח, תוכנה לזיהוי כתב עברי ומחווות 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 לילי, מרכז וריאטי לילדים בעלי צרכים מיוחדים ועמותת מילבת וחברות מובילות בתחומן דוגמת NDS, אינטל, אקסודיוס ומל"מ.

מוסמך - לימודי חובה

* קורסים המסומנים בכוכבית לא יוצעו בשנת תשפ"ה

3 נקודות זכות	* ניתוח ועיצוב מונחי עצמים קוד הקורס: 110251021	
מוסמך - סמסטר א'	תכנות מונחה עצמים	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר סולנג' קרסנטי	הרצאה:

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

3 נקודות זכות	פירוק SVD ויישומיו קוד הקורס: 110200283	
תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר ב'	אלגברה ליניארית א' + ב', מתמטיקה דיסקרטית, כלים מתמטיים למדעי המחשב, מבני נתונים	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר מרק ברמן	הרצאה:

פירוק SVD הוא כלי המאפשר סינון וניתוח של קבוצות גדולות של נתונים. ישנם יישומים רבים של הפירוק בתחומים מדעיים והנדסיים רבים (במיוחד במדעי המחשב), כגון אופטימיזציה, גאומטריה, זיהוי פנים, דחיסת תמונה, רגרסיה ליניארית ועוד. בקורס זה נלמד את האלמנטים המתמטיים שעומדים מאחורי פירוק SVD: מרחב מכפלה פנימית, נורמה ומרחק, אורתוגונליות, הטלות אורתוגונליות, טרנספורמציות גאומטריות, פירוק ספקטרלי של מטריצה ממשית סימטרית, פירוק SVD. נלמד יישומים של התאוריה בגאומטריה, רגרסיה ליניארית, קירוב מטריצות ותבניות ריבועיות.

3 נקודות זכות	אלגוריתמים מתקדמים	
מוסמך - סמסטר ב'	מבנים אלגבריים, אלגוריתמים	דרישות קדם:
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.

הנדסת תוכנה	110251041	3 נקודות זכות
דרישות קדם:		מוסמך – סמסטר א'
הרצאה:	יגאל כהן	3 שעות שבועיות

הבנת הישום של הנדסת תוכנה בפרויקט תוכנה. הקמת מסגרת העבודה של פרויקט. מהלך ביצוע פרויקט תוכנה משלב תכנון ועד שלב סיום, הלכה למעשה. העמקה בניתוח 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.

סמינר אינטראקציה אדם מכונה	קוד הקורס: 110251291	2 נקודות זכות
דרישות קדם:		מוסמך - סמסטר א'
הנחיה:	ד"ר סולנג' קרסנטי	2 שעות שבועיות

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.

פרויקט גמר:

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

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 ייבנה במשותף על-ידי הסטודנט ועל-ידי המנחה האקדמי.

מוסמך - לימודי בחירה

* קורסים המסומנים בכוכבית לא יוצעו בשנת תשפ"ה

* חישוב קוגניטיבי: ארכיטקטורות מחשבים ותכנות	קוד קורס: 110251371	3 נקודות זכות
בהשראת המוח		
דרישות קדם:	מבוא לתכנות מונחה עצמים והנדסת תוכנה, ארכיטקטורות מחשבים	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר אלישי עזרא-צור	3 שעות שבועיות

חישוביות המבוססת על ארכיטקטורת פון נוימן עומדת בשנים האחרות בפני מגבלות יסודיות. מכיוון שכך, רשתות נוירונים 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. IBM פיתחה את השבב SynAPSE, הבנוי ממספר חסר תקדים של 1,000,000 נוירונים ו-256,000,000 סינפסות. זהו השבב הגדול ביותר שפיתחה IBM - הוא בנוי מ-5.4 מיליארד טרנזיסטורים המרכיבים 4,096 ליבות נוירו-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 הנוירו-מורפי, תוך התמקדות במודלים אנאלוגים ודיגיטאליים לליבות נוירו-סינפטיות, פרדיגמות תוכנה חדשות לחישובים קוגניטיביים, ואלגוריתמים ויישומים לרשתות של ליבות-סינפטיות. הקורס אינו דורש ידע מוקדם בהנדסת חשמל או בניורוביולוגיה, אך מן הסטודנטים יידרש מידה ניכרת של גמישות מחשביתת וסקרנות להתעמק ולו במעט בנושאים הללו.

* למידה עמוקה	קוד קורס: 110203793	
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', ניתוח נתונים עם פייתון, מבוא למדע הנתונים (או לחילופין 'תורת ההסתברות')	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך, סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר יורם יקותיאל	3 שעות שבועיות

למידה עמוקה פרצה לתודעה התקשורתית בשנים האחרונות ככלי המחולל העיקרי במהפכת ה AI, אבל למעשה זהו מושג די ותיק. הרעיון ומימושו עולים ופורחים כעת בגלל שלושה גורמים עיקריים: כמות עתק של נתונים, כח מיחשוב רב ואלגוריתמי למידה המנצלים את שני הגורמים האחרים ביעילות.

בקורס נציג את תחום הלמידה העמוקה ואת הקשר שלו לתחומים אחרים. נשתמש בכלים עדכניים כדי לבצע משימות שעד לאחרונה נחשבו כשייכות לתחום המדע הבדיוני. נלמד על המגבלות של הכלים והשיטות ונתאר כיווני התפתחות עתידיים.

נתמקד בהיבטים הפרקטיים של למידה עמוקה:

איסוף נתונים ומאגרי נתונים קיימים, בחירת מודלים, שימוש במודלים קיימים ובלמידת העברה, שימוש בספריות ומעטפות, מודל אימון במהלך פתרון בעיות דוגמת (TensorFlow, Theano, Keras, Matlab Neural Network Toolbox), תוכנת מיחשוב ענן, יצוא ושימוש במודל במכשירי קצה שונים ובתנאים שונים.

בתרגילים ובהדגמות נראה שימוש בפועל בלמידה עמוקה לפתרון של מגוון בעיות כגון: עיבוד טקסט ושפה טבעית, מערכות המלצה, ייצור טקסט על פי סגנון, עיבוד תמונות, חיפוש תמונות, זיהוי סגנון והחלתו בתמונות, ייצור תמונות בעזרת Autoencoders, טיפול באודיו ובמוזיקה, פתרון משחקים ובעיות אחרות בעזרת למידת חיזוק עמוקה.

* גיאומטריה אוקלידית, קמירות ופאונים	קוד קורס: 110251351	
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', מבנים אלגבריים	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר אריה יקיר	3 שעות שבועיות

גיאומטריה אפינית: ישירות, 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.

מבוא לאבטחת מידע	קורס קורס: 110204193	
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א'+ב', מערכות הפעלה, תקשורת מחשבים, ארכיטקטורות מחשבים יש ללמוד במקביל את הקורס: מבוא להצפנה	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר ב'
הרצאה	בנימין הירשברג	3 שעות שבועיות

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 וחתימות דיגיטליות. סרטיפיקטים ותשתיות מפתחות פומביים (PKI). מדיניות אבטחה ויסודות

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.

3 נקודות זכות	קוד קורס: 110203693	ראייה ממוחשבת ולמידה מתקדמת
תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר ב'	אלגברה ליניארית א' + ב', ניתוח נתונים עם פייתון, מבוא ל-data science (או לחילופין 'תורת ההסתברות')	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 הנתבי, 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 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 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 Hough transform, RANSAC, Harris corner detection ל robust estimation. הפחתת מימדים וזיהוי פרצופים בעזרת PCA. רשתות נוירונים לראייה ממוחשבת: classification, identification, detection, recognition, segmentation, labeling.

3 נקודות זכות	קוד קורס: 110205174	* רובוטים ניידים
תואר ראשון שנה ג' מוסמך - סמסטר ב'	אלגברה א' + ב', חדו"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים, חדו"א: עקומות ומשטחים	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר יורם יקותיאל	הרצאה:

מטוסים ללא טיס, מכונות עצמאיות, שואבי אבק אוטונומיים ורובוטים אנתרומורפיים (דוגמת סוני מן הסרט I robot) 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 עמיתי\יצורים אחרים? כיצד לייצר קול\אור\רדיו 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\כח? איך אהיה יעיל בשימוש במשאבים החשובים - 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 אשפר את יכולותי וביצועי?)
- בעיות אלה כוללות היבטים של מכינקה וחומרה, של תוכנה ושל מידע. בקורס נתאר את הבעיות וחלק מן הפתרונות ונתנסה באופן מעשי בבניה, תכנות והפעלת רובוטים ניידים מסוג NXT.

שיטות בחישוב מדעי	קוד קורס: 110251081	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', חדו"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים, חדו"א: עקומות ומשטחים	מוסמך סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר יורם יקותיאל	3 שעות שבועיות

מודלים בדידים ורציפים, מערכות דינאמיות במשתנה אחד ובשני משתנים, ניתוח מישור הפאזה ומציאת נקודות שבת, לינאריזציה וניתוח יציבות על פי ערכים עצמיים, Nullclines, Limit cycles, Hopf bifurcation, בי-סטביליות, דוגמאות מתחום מדעי הטבע. משוואות דיפרנציאליות ופתרונות נומריים, אפיון השיטות על פי יעילות ויציבות, גודל צעד אדפטיבי, שימושים בכופלי לגרנז' לפתרון דינאמיקה עם אילוצים ופתרונות נומריים. מערכות Diffusion Limited Aggregation, Cellular Automata ושימוש לפתרון מבוך. שרשראות מרקוביות, מצבים סופיים, 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-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. רובוטיקה רפואית: רובוטים לניתוחים, מניפולטורים לאפארטוסקופים ואנדוסקופים, מיקרו רובוטים, הפעלה מרחוק, סימולטורים לאימון צוותים, ממשקי אדם מכונה.

* רובוטיקה	3 נקודות זכות
------------	---------------

דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', חז"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים, חז"א: עקומות ומשטחים	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר יורם יקותיאל	3 שעות שבועיות

קינמאטיקה בסיסית: מערכות קואורדינאטות וטרנספורמציות. קונבנציית Modified DH, Denavit-Hartenberg (DH). דרגות חופש וקינמאטיקה של מניפולאטור רובוטי. קינמאטיקה 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, קינמאטיקה ויעקוביאן. תכנון תנועה, מסלולים וניווט: מרחב הקונפיגורציות, שיטות עיקריות לתכנון

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

גיאומטריה אפינית: ישריות, 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.

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

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.

עיבוד שפה טבעית (NLP) קוד הקורס: 110203493		
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', ניתוח נתונים עם פייתון, מבוא ל-data science (או לחילופין 'תורת ההסתברות')	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר א'
הרצאה:	ד"ר רחל שפירא	3 שעות שבועיות

האם מחשבים יכולים להבין שפה אנושית? האם SIRS באמת מבינה למה אנו מתכוונים? כיצד פועל Google Translate? תשובות לשאלות אלו, ולרבות אחרות, מבוססות על תחום מחקר הנקרא עיבוד שפה טבעית (NLP), תחום הולך וגדל שמטרתו לחקור ולפתח שיטות חישוביות לעיבוד, יצירה והבנה של שפת האדם.

לתחום זה יישומים מגוונים למשל בתרגום אוטומטי, אחזור מידע, זיהוי ישויות, וממשק אדם-מכונה (כגון מענה על צרכי משתמש בצ'ט). בעיות כגון אלו חוו בשנים האחרונות פריצות דרך משמעותיות הודות לכוח החישוב הגובר וכמויות המידע הזמינות לנו, והתחום הפך למוקד מרכזי בגלל הבינה המלאכותית (AI).

מטרת הקורס הינה להציג לסטודנטים את התפיסות, המונחים, האתגרים והפתרונות שבבסיס המחקר והפיתוח. הקורס מבסס יסודות בלשניים, אלגוריתמיים וסטטיסטיים, ומדגים את יישומם באמצעות פיתוח מעשי של פתרונות טכניים לאתגרי עיבוד השפה בעולם האמיתי ובחיים עצמם.

תורת המספרים	קוד הקורס: 110200323	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', מתמטיקה דיסקרטית, כלים מתמטיים למדעי המחשב, מבני נתונים	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר ב'
הרצאה:	ד"ר מרק ברמן	3 שעות שבועיות

התאוריה של מספרים שלמים היא בין התאוריות המתמטיות הוותיקות בהיסטוריה המתמטית. מצד אחד, התחום אלמנטרי ולא דורש הרבה ידע קודם. מצד שני, יש בתורה זאת שפע של שאלות קשות פתוחות, ביניהן השערת רימן שהיא אחת מההשערות המפורסמות והחשובות ביותר במתמטיקה. בחמישים השנים האחרונות התברר שכלים מתורת המספרים חשובים ושימושיים מאוד במדעי המחשב. הפיתוח של אבטחת מידע, למשל, תלוי לגמרי בתורת המספרים. בקורס זה נמשיך לפתח את התאוריה שהתחלנו ללמוד בקורס מבנים אלגבריים. נלמד כיצד לפתור מערכת משוואות מודולריות. נלמד לעומק את המבנה של שדות סופיים ותכונות של פולינומים המוגדרים מעל שדה סופי. נכיר שיטות לפתרון משוואות לא-ליניאריות מעל השלמים ומעל שדות סופיים. למשל, בקורס נענה על השאלה הבאה: מתי ניתן להוציא שורש של מספר מודולו p עבור p ראשוני? התאוריה שנלמד הנה קלסית וחשובה בכל יישום מתקדם של תורת המספרים למדעי המחשב. במסגרת הקורס אף נדבר על מספר יישומים בהצפנה.

אנליזה של big data	קוד הקורס: 110200303	3 נקודות זכות
דרישות קדם:	אלגברה ליניארית א' + ב', מתמטיקה דיסקרטית, כלים מתמטיים למדעי המחשב, מבני נתונים	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר א'
הרצאה:	חננאל פרל	3 שעות שבועיות

אנו חיים כיום בעידן בו מצטברת סביבנו כמות עצומה של מידע (Big Data) במגוון רחב של מקורות כגון: במערכות מידע של הארגון, מערכות טכנולוגיות עסקיות, מערכות ניטור ורשתות חברתיות. כמעט כל פעילות שלנו מייצרת פריט מידע שנשמר בצורה דיגיטלית. ניתוח נתונים אלו יכול להביא לתובנות חדשות והחלטות מיטביות בעולם העסקי, הציבורי או המחקרי.

בקורס זה, נלמד את העקרונות והטכניקות המעשיות של אנליזה וניתוח של ביג דאטה. נכיר את סוגי הנתונים השונים, ואת הכלים והפלטפורמות שאפשר להשתמש בהם כדי לאסוף ולאחסן, לעבד ולנתח את הנתונים.

בין השאר נלמד את שפת SQL המהווה בסיס לניתוח ותשאול נתונים.

נלמד ונכיר את סכמת MapReduce, ונמשיך לטכנולוגיית Apache Spark, שהיא כיום אחת מהטכנולוגיות הנפוצות ביותר לצורך עיבוד נתונים בסביבת ביג דאטה.

בנוסף נכיר חבילות פייטון כגון Visualization, Scraping, Pandas ועוד..

רכיבים מתוכננים	קוד קורס: 110200333	
3 נקודות זכות		
דרישות קדם:	מבנה המחשב, חדו"א: פונקציות של משתנה אחד, חדו"א: שימושים של האינטגרל וחישובים מקורבים.	תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר א'
הרצאה:	אינג' איציק עובדיה	3 שעות שבועיות

מהו רכיב מתוכננת? ומהי חשיבותו? כיצד ניתן לנצל פלטפורמה זו המספקת יכולת התאמה וגמישות אינסופית לצרכי עיבוד מידע ונתונים למגוון משימות באופן חכם ויעיל תוך ניצול משאבים. הנ"ל נמצא בשימוש במגוון רחב של יישומים ותחומים בתעשייה האזרחית, הצבאית ובמדע כגון: פיתוח אבי טיפוס, VLSI, מערכות מחשב, תקשורת ורשתות, תחום ה-IoT, רפואה, רובוטיקה, חלל ובינה מלאכותית וכו'.

בקורס נציג את תחום הרכיבים המתוכננים המהווה נדבך חיוני משמעותי בתכנון מערכות חומרה תוך היכרות עם מבנה ופונקציונליות של רכיבי FPGA (Field Programmable Gate Array) בדגש על תהליך הפיתוח וסימולציה כמקובל בתעשייה. הנ"ל יקנה ידע מעשי בפיתוח בשפת תאור חומרה (VHDL (VHSIC Hardware Description Language ע"פ מתודולוגיות תכנון בדרגות מורכבות ופונקציונליות שונות. הקורס אינו דורש ידע מוקדם בהנדסת חשמל אולם הנושאים: מבוא להנדסת חשמל ותכן לוגי ילמדו בהתאמה לצרכי הקורס.

בנושאי הלמידה בקורס יכללו הנושאים הבאים: מבוא להנדסת חשמל ותכן לוגי, מבוא לרכיבים אלקטרוניים ול-Chip Design, רכיבים מתוכננים ו-FPGA. מבוא לשפת VHDL, מתודולוגיות תכנון ומבנים בשפה, פקודות השפה, מכונת מצבים, Test Bench.

נושאים מתקדמים: סביבות בדיקה מתקדמות וורפיקציה. בנוסף תשולב פרקטיקה בנושאים: סימולציה, סינתזה, מיקום וניתוב וצריבת רכיבים, עם הבנת Full Design Flow, תוך תרגול מעשי בשימוש כלי הפיתוח והתכן של Intel עם הגשת תרגילים ופרוייקט מסכם.

3 נקודות זכות	* מעבדת תכנות מתקדמת ב AI קוד קורס: 110200343	
תואר ראשון שנה ג' ומוסמך - סמסטר ב'	לפחות 1 מ 3 הדרישות האלה: 1. קורס מערכות לומדות או למידה עמוקה 2. ניסיון מקצועי מוכח בתחום 3. תיק עבודות בתחום המועמדים לקורס יעברו ראיון קבלה בו יציגו את התאמתם ואת הרעיונות שלהם לפיתוח בקורס	דרישות קדם:
3 שעות שבועיות	ד"ר יורם יקותיאל	הרצאה:

קורס מוגבל משתתפים המיועד לסטודנטים בעלי רקע בלמידת מכונה או למידה עמוקה. בקורס נפתח מערכות מבוססות AI ואו אלגוריתמים חדשניים בתחום ה AI.

העבודות תתקייים בצוותים קטנים ובהנחיה צמודה. המטרה העיקרית היא להתנסות בטכנולוגיה העדכנית ביותר לצורך פיתוח מערכות חדשניות.

אם יש לכם רעיון מקורי המבוסס על AI ורצון לעבוד קשה כדי לפתח אותו, זה הקורס עבורכם.