

ידיעון המחלקה למדעי הנתונים תשפ"ז

תואר שני (M.Sc.) במדעי הנתונים



תוכן עניינים

3.....	המחלקה למדעי הנתונים – מידע כללי
4.....	יעדי התוכנית
5.....	תכנית הלימודים – הרכב התכנית ומסלול הלימוד
6.....	תכנית הלימודים לפי סמסטרם מדעי הנתונים
7.....	רשימת קורסי ליבה
8.....	רשימת קורסי בחירה
9.....	תקצירי קורסי חובה – תואר שני M.Sc. במדעי הנתונים
14.....	תקצירי קורסי ליבה – תואר שני M.Sc. במדעי הנתונים
17.....	תקצירי קורסי בחירה – תואר שני M.Sc. במדעי הנתונים



המחלקה למדעי הנתונים – מידע כללי

ראש המחלקה: ד"ר דרור לדרמן
יו"ר וועדת הוראה: ד"ר סיון שוורץ

רכזת המחלקה: גב' סופי נווה

פרטי התקשרות:

- באמצעות דוא"ל לכתובת: sofien@hit.ac.il, טלפון: 03-5026940

סגל הוראה במחלקה בשנה"ל תשפ"ז

מרצים מן החוץ	סגל תקני
- ד"ר אבי מצא - ד"ר איתי אורי - ד"ר פאול אברהמי - ד"ר שמעון קומורובסקי	- פרופ' אסתר פרוסטיג - פרופ' יונתן שלר - פרופ' ארז סימוני - ד"ר איגור קליינר - ד"ר דרור לדרמן - ד"ר יוחאי ג'רבי - ד"ר ולנטין ונצק - ד"ר גדי בלומרוזן - ד"ר סיון שוורץ - ד"ר דמיטרי גולדשטיין



יעדי התוכנית

הבינה המלאכותית (Artificial Intelligence, AI) ומדעי הנתונים (Data Science) מהווים כיום את התשתית לחדשנות טכנולוגית ולטרנספורמציה דיגיטלית במגוון רחב של תחומים, ובהם רפואה, פיננסים, תעשייה, סייבר, תחבורה, מסחר, מדעי החיים, חקלאות ועוד. ארגונים מובילים מסתמכים על ניתוח נתונים, למידת מכונה, למידה עמוקה ומודלי בינה מלאכותית מתקדמים לצורך קבלת החלטות, אוטומציה של תהליכים ופיתוח מוצרים ושירותים חדשניים.

תוכנית ה-M.Sc. במדעי הנתונים נועדה להכשיר את דור העתיד של חוקרי, מפתחי ומובילי הבינה המלאכותית. התוכנית מקנה לסטודנטים בסיס אקדמי רחב ומעמיק בתחומי המתמטיקה, הסטטיסטיקה, האלגוריתמים, מדעי המחשב והבינה המלאכותית, לצד ניסיון מעשי בפיתוח מערכות AI מתקדמות ויישומן בבעיות אמיתיות מהתעשייה ומהמחקר.

התוכנית משלבת בין מצוינות אקדמית לבין הכשרה מעשית, ומעניקה לסטודנטים ידע וניסיון בתחומים כגון למידת מכונה, למידה עמוקה, עיבוד שפה טבעית, ראייה ממוחשבת, למידת חיזוק, מערכות בינה מלאכותית סוכניות (Agentic AI) תשתיות ענן והנדסת מערכות AI. במהלך הלימודים מבצעים הסטודנטים עבודות מעשיות, פרויקטים, סמינר מחקרי ועבודת גמר, המאפשרים יישום של הידע התיאורטי בסביבה המדמה את אתגרי העולם האמיתי.

אחד ממאפייניה הייחודיים של התוכנית הוא Industry Readiness Program (IRP) - תוכנית הכשרה מקצועית שנועדה לצמצם את הפער בין הידע האקדמי לבין דרישות התעשייה.

בעוד שתוכנית הלימודים האקדמית מעניקה את היסודות המדעיים שעליהם נשען תחום הבינה המלאכותית, ה-IRP מספק לסטודנטים התנסות מעשית בכלים, בטכנולוגיות ובמתודולוגיות המשמשים כיום חברות AI מובילות בארץ ובעולם.

במסגרת התוכנית מתקיימות לאורך השנה סדנאות מקצועיות המתעדכנות באופן שוטף בהתאם להתפתחויות המהירות בתחום. הסדנאות עוסקות, בין היתר, בכלי פיתוח מבוססי בינה מלאכותית, הנדסת מערכות AI, פיתוח יישומים מבוססי מודלי שפה גדולים (LLMs) מערכות (Agentic AI), תשתיות ענן (MLOps), כלי ניהול מודלים וניסויים, ומתודולוגיות עבודה המקובלות בתעשייה.

גישה זו מאפשרת לתוכנית להתאים את ההכשרה המקצועית לקצב ההתפתחות של תחום הבינה המלאכותית, כך שבוגרי התוכנית מסיימים את לימודיהם כשהם מצוידים הן בידע מדעי מעמיק והן במיומנויות מעשיות עדכניות הנדרשות בשוק העבודה.

בוגרי התוכנית יהיו בעלי יכולת לנתח נתונים מורכבים, לפתח ולהעריך מודלים מתקדמים של בינה מלאכותית, להוביל פרויקטי AI מקצה לקצה, ולהשתלב בתפקידי מחקר, פיתוח והובלה בתעשייה, בארגונים ציבוריים, במכוני מחקר ובחברות הזנק, וכן להמשיך ללימודי דוקטורט בארץ ובעולם.



תכנית הלימודים – הרכב התכנית ומסלול הלימוד

תכנית הלימודים היא במסלול דו שנתי ומעניקה לבוגריה תואר M.Sc. במדעי הנתונים.
התכנית נלמדת במסלול ערב ושישי גמיש.

הרכב תכנית הלימודים

להשלמת התואר יש לצבור 44 נקודות זכות לפי הפירוט הבא:

סגמנט	מספר קורסים	סה"כ נקודות זכות
קורסי חובה	7	21
קורסי ליבה	2	6
קורסי בחירה	3	9
סמינר מחקרי	1	2
עבודת גמר	1	6
סך הכל	14	44

מסלול ערב ושישי גמיש

הקורסים בתכנית במסלול הערב נלמדים בשני סמסטרים בשנה - סמסטר א' וב'. התכנית כוללת כ-8 קורסים בשנה, במתכונת כללית של 4 קורסים בכל סמסטר. מספר קורסי בחירה ניתנים גם בסמסטר קיץ.

תכנית הלימודים מרוכזת כדלקמן:

- יום ג', משעה 16:00 ועד שעה 22:00 - באופן מקוון בלבד.
- יום שישי, משעה 08:00 ועד השעה 14:00 - באופן היברידי.

תחילת לימודים: סמסטר חורף (ניתן להתחיל ללמוד גם בסמסטר אביב).



תכנית הלימודים לפי סמסטרים מדעי הנתונים

סמסטר ב'				סמסטר א'				שנה
מספר קורס	שם קורס	ש"ס	נ"ז	מספר קורס	שם קורס	ש"ס	נ"ז	א'
99006	למידה עמוקה	3	3	99002	מתמטיקה למדעי הנתונים	3	3	
99218	למידה סטטיסטית	3	3	99217	שיטות סטטיסטיות	3	3	
99203	עיבוד שפה טבעית מתקדמת	3	3	99101	עיבוד שפה טבעית	3	3	
	קורס ליבה 1	3	3	99004	למידת מכונה	3	3	
12	סה"כ	12	12	12	סה"כ	12	12	
	קורס בחירה 2	3	3		קורס ליבה 2	3	3	ב'
	קורס בחירה 3	3	3	99225	סמינר מחקר	2	2	
99300	עבודת גמר	3	3	99005	ניהול והנדסת תשתיות נתוני עתק בענן	3	3	
				99300	עבודת גמר	3	3	
					קורס בחירה 1	3	3	
9	סה"כ	9	14	14	סה"כ	14	9	



רשימת קורסי ליבה

היצע הקורסים משתנה משנה לשנה ונקבע על ידי המחלקה בתחילת כל סמסטר.

מספר קורס	שם קורס	ש"ס	נ"ז	דרישות קדם והערות
51095	מבוא ללמידה מונחית חיזוקים	3	3	למידת מכונה
99226	למידת ייצוגים במודלים עמוקים	3	3	למידה עמוקה, 99006
99227	מודלים גנרטיביים עמוקים	3	3	מתמטיקה למדעי הנתונים 99002, למידת מכונה 99004
99224	למידת מכונה ולמידה עמוקה מתקדמות עבור סדרות עתיות	3	3	למידה עמוקה, 99006
20399	עיבוד שפה טבעית מתקדמת	3	3	עיבוד שפה טבעית 99101



רשימת קורסי בחירה

היצע הקורסים משתנה משנה לשנה ונקבע על ידי המחלקה בתחילת כל סמסטר.

מספר קורס	שם קורס	ש"ס	נ"ז	דרישות קדם והערות
99214	למידת מכונה למערכות סייבר	3	3	
99216	מידול סדרות זמן למסחר פיננסי ולאנליטיקה של מסחר אלקטרוני	3	3	למידת מכונה 99004
99221	למידה מרובת סוכנים	3	3	למידה מונחית חיזוקים 51095
66219	היבטים תאורטיים ויישומים של סייבר מודרני	3	3	נושאים מתקדמים בלמידת מכונה 66204
66507	בינה מלאכותית גנרטיבי, במדע, טכנולוגיה וחברה	3	3	
55347	ביו-אינפורמטיקה וביו-סטטיסטיקה	3	3	הסתברות, נושאי מפתח בביולוגיה וגנטיקה
99103	עיבוד תמונות	3	3	
99106	סדרות עתיות ושיטות חיזוי	3	3	שיטות סטטיסטיות 99217
66508	סמינר מחקרי יישומי	3	3	למידת מכונה מתקדמת 66204, הבנה בסיסית בעיבוד שפה טבעית
99219	הסקה סיבתית	3	3	שיטות סטטיסטיות 99217
99220	מערכות בינה מלאכותית סוכניות: ארכיטקטורה והנדסה MCP	3	3	עיבוד שפה טבעית 99101
99104	למידת מכונה בעיבוד אותות	3	3	מתמטיקה למדעי הנתונים 99002
99202	מבוא ללמידה עם גרפים	3	3	מתמטיקה למדעי הנתונים 99002
99223	מודלי יסוד: ארכיטקטורות, אימון ויישור	3	3	למידת מכונה 99004, למידה עמוקה 99006, עיבוד שפה טבעית 99101



תקצירי קורסי חובה – תואר שני M.Sc. במדעי הנתונים

99218 – למידה סטטיסטית - Introduction to Statistical Learning

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: אין

מטרת הקורס

מטרת הקורס היא להקנות לסטודנטים ידע במתודולוגיות ושיטות של למידה סטטיסטית. הקורס יתחיל מסקירה של השיטות הקלאסיות, לאחר מכן, יוצגו שיטות רגולריזציה ושימושיהן בבעיות רגרסיה וסיווג. בנוסף לעיל, הקורס יציג נושאים כגון ניתוח אשכולות, עצי החלטה ובוטסטראפ. אם הזמן יאפשר, ילמדו נושאים הכוללים הסקה סיבתית והחלקות גרעין. המימוש של השיטות ייעשה בשפת R. בסוף הקורס הסטודנטים יוכלו לממש את השיטות השונות על נתוני אמת, לנתח את התוצאות ולקרוא ספרות מחקרית מתקדמת בהתאם לצורך.

נושאים

סקירה של השיטות הקלאסיות, שיטות מודרניות בלמידה סטטיסטית: שיטות כיווץ (shrinkage), שיטות סיווג, SVM, ניתוח אשכולות, מטריצות קרבה, שיטות מבוססות עצים, עצי רגרסיה, שיטות בוטסטראפ, מבוא להסקה סיבתית, שיטות החלקת גרעין.

99002 – מתמטיקה למדעי הנתונים - Mathematics for Data Science

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: אין

מטרת הקורס

החלק הראשון של הקורס מיועד להקנות ידע מוצק בנושאים מרכזיים של אלגברה לינארית בהם ישנו שימוש רחב במדע הנתונים. החלק השני יעסוק בתחומים של אנליזה נומרית לסטטיסטיקה.

נושאים

פרקים באלגברה לינארית, טרנספורמציות לינאריות, דמיון מטריצות, ערכים עצמיים ווקטורים עצמיים, לכסון, מרחב מכפלה פנימית, היטלים אורתוגונליים, פירוק SVD, פירוק QR, טורי פורייה, התמרת פורייה, DFT.



99217 – שיטות סטטיסטיות - Statistical Methods

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3
דרישות קדם: אין

מטרת הקורס

סטטיסטיקה היא הבסיס לניתוח, הסקה ובנית תחזיות מנתונים. בתחילת הקורס נחזור על מושגים בסיסיים בסטטיסטיקה כגון בדיקת השערות אמידה רווחי סמך התפלגות נורמלית ורוב נורמלית מטריצת שונותיות. המטרה העיקרית היא להקנות הבנה וכלים לנושא של רגרסיה ליניארית. רגרסיה היא מודל סטטיסטי המתאר קשר פונקציונלי בין משתנים. רגרסיה ליניארית מניחים שהמשתנה אותו מעוניינים ללמוד תלוי ליניארית במספר משתנים מסבירים, כאשר מקדמי המשתנים המסבירים אינם ידועים. ייתנו וינתחו דוגמאות מנתונים אמיתיים תוך שימוש בחבילות הסטטיסטיות של "פייתון".

נושאים

מציאת אמדים הטוב ביותר לקו הרגרסיה, תחזיות, חקירת ההתאמה של המודל לנתונים, מיקרים של רגרסיה לא ליניארית, בדיקות סטייה מהמודל, בחירת המשתנים המסבירים הטובים ביותר, פתרונות למקרים שבהם הנחות המודל לא מתקיימות.

99004 – למידת מכונה - Machine Learning

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3
דרישות קדם: עקרונות למדעי הנתונים ובסיסי נתונים

מטרת הקורס

מטרת הקורס היא להקנות לסטודנטים תשתית תאורטית ויישומית בתחום למידת המכונה, העוסקת בניתוח ובהפעלה של אלגוריתמים ומודלים לניתוח ולעיבוד אוטומטי של נתונים מובנים ולא-מובנים. הקורס נועד להציג את עקרונות היסוד של התחום ואת שלבי העבודה המרכזיים בתהליכי למידת מכונה, לרבות איסוף נתונים, עיבוד מקדים וניקוי, מידול, הערכת ביצועים וויזואליזציה. במסגרת הקורס ייחשפו הסטודנטים למגוון מושגים, טכניקות ואלגוריתמים מרכזיים בלמידת מכונה, ובהם שיטות לסיווג ולרגרסיה, Support Vector Machines, K-Nearest Neighbors, עצי החלטה ורשתות נוירונים, תוך דגש על הבנת עקרונות הפעולה, יישום מעשי וניתוח ביקורתי של ביצועי המודלים במגוון תחומי יישום.

נושאים

אקספלורציה של בסיסי נתונים (data mining), ויזואליזציה, מסווגים, K-Nearest Neighbors, Memorizer, עיבוד מקדים, ייצוג נתונים קטגוריאליים, שיטות להתמודדות עם בעיות של חוסר סטציזיונריות בנתונים, עצי החלטה, מדדי ביצוע ושיטות להערכת ביצועים, רגרסיה ליניארית, Support Vector Machines, רגרסיה לא ליניארית, אופטימיזציה, יסודות רשתות נוירונים, שיטות רגולריזציה, גישה מבוססת נתונים ושכבות קונבולוציה (CNN), ארכיטקטורת TabNet.



99006 – למידה עמוקה - Deep Learning

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: מבוא ללמידת מכונה, סטטיסטיקה והסתברות, פיתון

מטרת הקורס

קורס זה עוסק בטכניקות העדכניות ביותר בלמידה עמוקה ולמידת ייצוג, תוך התמקדות בלמידה עמוקה ממוקדת ובלתי ממוקדת, רשתות קונבולוציה (CNN) והיזון חוזר (RNN), רשתות Transformers, ומודלים גנרטיביים (Autoencoders, GANS), עם יישומים לראייה ממוחשבת, הבנת שפה טבעית ורפואה.

נושאים

מבני רשתות עצביות, אלגוריתם ה-backpropagation, אלגוריתם stochastic gradient descent ותכונותיו, פונקציות מחיר ושיטות אופטימיזציה מסדר ראשון, למידה עמוקה עבור בעיות סיווג ורגרסיה, מעבר מסיווג לזיהוי עצמים, מודלים יוצרים – autoencoder, variational autoencoder

99101 – עיבוד שפה טבעית - Natural Language Processing

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: למידת מכונה, למידה עמוקה (במקביל)

מטרת הקורס

תלמידי הקורס יכירו את המורכבות של המידול ועיבוד שפות אנושיות (דיבור וטקסט), בתוספת ידע מעשי על פתרון משימות שונות בתחום כגון מערכות צ'ט ושיח, עיבוד טקסט ודיבור, תרגום מכונה, זיהוי רגשות בשפה וכד'. בקורס נדון באספקטים שונים של NLP נסביר גישות וטכניקות בתחום ובעיקר נשוחח על האתגרים ומדוע זו נחשבת למשימה הקשה ביותר בתחום הבינה המלאכותית. לדוגמא, התלמידים ילמדו להבין את השלבים השונים בהבנת ויצירת לשיח, ניהול דיאלוג אדם מכונה, ומהי הארכיטקטורה הנדרשת לפתרונות NLP אמיתיים. הסטודנט ייחשף לכלים עכשוויים המאפשרים לו לטפל בצורות שונות של עיבוד שפה, חלקם דורשים פיתוח וחלקם דורשים אינטגרציה.

נושאים

מבוא ומושגי יסוד – סקירה, השכבות השונות של מידול שפה, תיוג, ניתוח ותחביר של טקסט, עיבוד דיבור ומערכות שיח, עיבוד דיבור ומערכות דיאלוג, עיבוד רגש וסנטימנט, יצירת שפה טבעית ותרגום מכונה, ארכיטקטורה של פתרונות NLP, איך בודקים?



99005 – ניהול והנדסת תשתיות נתוני עתק בענן - Management and Engineering of cloud data infrastructure

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: אין

מטרת הקורס

הקורס מיועד להקנות לסטודנטים היכרות עם התשתיות נתוני עתק בענן, ויכולות להגדיר צרכים ניהוליים והנדסיים של פרויקט מבוסס טכנולוגיות נתוני עתק בענן.

נושאים

הכרה עם אוסף המוצרים המסופקים על ידי AWS. שימוש בשירותי וירטואליזציה. הגדרה של שרתי ענן במערכות הפעלה שונות. שימוש בשירותי אחסון נתונים כדוגמת S3. העברת נתונים אוטומטית. אחסון של בסיסי נתונים רציונליים בענן. שימוש במערכות עיבוד מבוזר. הגדרת קלסטרים. שימוש ב-DOCKERS. אבטחת מידע בענן. שימוש בכלים לכריית נתונים מבוססי ענן.

99225 – סמינר מחקר - Research Seminar

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 2

נקודות זכות: 2

דרישות קדם: למידת מכונה

מטרת הקורס

מטרתו המרכזית של הקורס היא לגשר על הפער המשמעותי הקיים בין ההכשרה המחקרית המסורתית לבין הדרישות האמיתיות של עולם מדעי הנתונים, דרישות שמגיעות בו-זמנית מהאקדמיה, מהתעשייה וממערכת היזמות. הקורס שואף לסייע בהכשרת בוגרים שאינם רק חוקרים מיומנים, אלא אנשי מדע נתונים שלמים: מסוגלים לזהות ולנסח בעיה אמיתית בשפה שמשכנעת חוקרים, מנהלים ומשקיעים כאחד; לתכנן ולבצע מחקר בעל תוקף מתודולוגי; לתקשר ממצאים בכתב ובעל-פה ברמה המקובלת בכנסים ובכתבי-עת מובילים; לגייס מימון לפרויקטים דרך כתיבת מענקים מחקרניים; ולהגן על החדשנות שלהם דרך הבנת עולם הפטנטים. בעולם שבו מדע הנתונים (Data Science) הפך לאחד ממנועי הצמיחה המרכזיים, בבריאות, בחינוך, בפיננסים ובמדיניות ציבורית, חשיבותו של הקורס אינה רק אקדמית: הוא מכשיר את הסטודנטים להיות הגורם שמתרגם ידע למשמעות, ומחקר להשפעה אמיתית בעולם.

נושאים

מבוא ומושגי יסוד – מפת הדרכים של איש מדע הנתונים השלם, ניסוח ומידול בעיות בעולם האמיתי, התאמת נרטיב ותקשורת לקהלי יעד משתנים (חוקרים, דרג ניהולי ומשקיעים), תכנון מחקר ותוקף מתודולוגי במדעי הנתונים, כתיבה מדעית ומקצועית לכתבי-עת וכנסים מובילים, אמנות הפרזנטציה וההצגה בעל-פה, יסודות הסטוריוסלינג וה-Pitching הטכנולוגי, כתיבת הצעות מחקר ומענקים (Grant Writing) לגיוס מימון, מבוא לקניין רוחני (IP) ורישום פטנטים בעידן הבינה המלאכותית, הגנה על חדשנות טכנולוגית, ניתוח מקרי בוחן ודינמיקות DS במגזרי בריאות, חינוך, פיננסים ומדיניות ציבורית, ותרגום ידע אקדמי לפתרונות ברי-קיימא בעלי השפעה בשטח.



99300 – עבודת גמר - Final Assignment Project

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: קורס שנתי, 6
נקודות זכות: 6
דרישות קדם: אין

מטרת הקורס

עבודת הגמר תהיה בתחומים הקשורים למדעי הנתונים תוך הדגשת הגישה המדעית והאנליטית. העבודה תחשב לבעלת ערך אם היא מקדמת את הידע וההבנה בתחום מדעי הנתונים. על העבודה להביא לידי ביטוי את החומר הנלמד, המתודולוגיות, והתכנים הנלמדים בתואר השני והיא חייבת להציג פן כמותי ולא רק איכותני. מטרת העבודה היא לפתח יכולות ומיומנויות לביצוע עבודת מחקר-פתוח במדעי הנתונים. העבודה צריכה להיות בזיקה לתחום ההתמחות של הסטודנט.

נושאים

הנושא הספציפי ייקבע בתאום עם המנחה.



תקצירי קורסי ליבה – תואר שני M.Sc. במדעי הנתונים

99203 – עיבוד שפה טבעית מתקדמת - NLP - Natural Language Processing

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: עיבוד שפה טבעית, מבוא לתכנות בשפת פייתון, למידת מכונה

מטרת הקורס

מטרת הקורס היא להקנות לסטודנטים תשתית תאורטית ויישומית בתחום עיבוד השפה הטבעית, כאחד התחומים המרכזיים בבנייה מלאכותית, ולהכשירם לפיתוח ולמימוש מודלים חישוביים לניתוח, הבנה ויצירה של טקסט בשפה טבעית. הקורס נועד להציג את העקרונות, המתודולוגיות והטכניקות המתקדמות בתחום, החל מייצוגים וקטוריים של מילים ומשמעות, דרך מודלים נירוניים ורשתות חוזרות וקונבולוציוניות, ועד למודלים מבוססי Attention וטרנספורמרים. במסגרת הקורס ירכשו הסטודנטים הבנה מעמיקה של ההיבטים הלשוניים והסטטיסטיים של השפה, לצד ניסיון מעשי בפיתוח מערכות לעיבוד שפה טבעית עבור יישומים מגוונים כגון תרגום אוטומטי, מענה על שאלות, ניתוח טקסטים ומודלים יצרניים.

נושאים

וקטורי מילים ומשמעויות, סיווג מילים בחלונות, רשתות נירונים, טכניקת BackPropagation, גרפים חישוביים, מבנה לשוני- ניתוח תלות, ההסתברות של משפט, בעיית הגרדיאנטים הנעלמים, Fancy RNNs, מכונת תרגום, seq2seq, מודלי Attention, מענה על שאלות, רשתות קונבולוציה לעיבוד שפה טבעית, מיצוי מידע מחלקי מילה, ייצוג קונטקסט, טרנספורמרים ו-self attention למודלים יצרניים, גרף מידע (Knowledge graph) והנדסת מידע.

51095 – מבוא ללמידה מונחית חיזוקים - Reinforcement Learning

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: למידת מכונה

מטרת הקורס

למידת חיזוק היא מסגרת למידול האינטראקציה של סוכן אוטונומי עם עולם לא ידוע. מטרת הסוכן היא ללמוד את ההשפעות של פעולותיו ולשנות את מדיניותו על מנת למקסם פרס עתידי. למידה מונחית חיזוקים מבוססת על בינה מלאכותית. בניגוד ללמידה מפקחת (supervised learning), בלמידה מונחית חיזוקים לסוכן לא נתונות תוויות (labels) כלשהן, אלא עליו ללמוד רק על בסיס ניסוי וטעייה. מסגרת זו משמשת בבעיות רבות, לדוגמה משחקי מחשב (אטארי, שש-בש, שחמט וכו'), רובוטיקה, רכבים אוטונומיים, ועוד. רעיונות מעולם הלמידה מונחית-החיזוקים משמשים גם לצורך חקר והסבר של למידה בבעלי חיים, הבנת מנגנון הדופמין במוח האנושי ועוד.

נושאים

קורס זה מציג את התשתית לרעיונות הבסיסיים של למידה מונחית חיזוקים מודרנית, כולל תהליכי החלטה של מרקוב, פונקציות ערך, אומדן מונטה קרלו, תכנות דינמי, למידה על בסיס הבדלים זמניים וקירוב פונקציות. קורס זה יפתח הבנה אינטואיטיבית של מושגים אלה, תוך התייחסות לפרספקטיבה של הסוכן והתמקדות בתיאוריה המתמטית של למידה מונחית-חיזוקים.



99226 – למידת ייצוגים במודלים עמוקים - Representation learning in deep neural networks

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: למידת מכונה, למידה עמוקה

מטרת הקורס

הקניית מומחיות בתחום ה-Self-Supervised Learning - מחזיתות המחקר והפיתוח המובילות כיום בלמידה עמוקה, תוך התמקדות ביכולת לאמן מודלים מתקדמים בסביבות עתירות נתונים אך דלות בתיוגים. הקורס נועד לגשר על הפער בין תיאוריה ליישום, ומעניק לסטודנטים ארגז כלים להקמת תשתיות למידת ייצוגים (Representation Learning) המותאמות לאתגרי העולם האמיתי – שבו דאטא מתייג הוא משאב יקר ונדיר. הסטודנטים יפתחו אינטואיציה אלגוריתמית עמוקה לצד מיומנות טכנית ב-PyTorch שתאפשר להם להוביל פרויקטים מורכבים בתחומים כמו דימות רפואי וחישה מרחוק.

נושאים

למידה מונחית ולא-מונחית, למידה עמוקה, אוגמנטציות, למידת קונטרסטים, למידה ללא קונטרסטים, צמצום מימדים חופפים וקורלטיביים, טרנספורמרים ויזואליים ללמידת ייצוגים, למידת ייצוגים בעיבוד שפה טבעית.

99227 – מודלים גנרטיביים עמוקים - Deep Generative Models

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: מתמטיקה למדעי הנתונים, למידת מכונה, למידה עמוקה

מטרת הקורס

מטרת הקורס היא להקנות לסטודנטים בסיס תיאורטי ומעשי מוצק בלמידה גנרטיבית, תוך גישור בין עקרונות מתמטיים למימוש מערכות הלכה למעשה. במהלך הסמסטר, הסטודנטים ילמדו להפיק פונקציות אימון מהנחות הסתברותיות יסודיות, ולנתח באופן ביקורתי את הפשרות שמודלים עושים בין נראות מדויקת, מהירות דגימה וגמישות ארכיטקטונית. בצד המעשי, הסטודנטים יצברו ניסיון נרחב בתכנון, אימון ודיבוג של מערכות גנרטיביות ב-PyTorch, ויפתחו את המיומנויות לעבור מניסוח מתמטי או מאמר מקור לקוד נקי ומובנה היטב.

נושאים

מבוא ומושגי יסוד – הערכת צפיפות ומקסימום נראות (MLE), מדדי מרחק ודיברגנץ' בין התפלגויות, מודלים אוטוגרסיביים, אוטו-אנקודרים וריאציוניים (VAE) וחסם ה-ELBO, וריאציות מתקדמות (VQ-VAE), רשתות אדברסריות (GAN) – מתמטיקה, בעיות יציבות ופתרונות הנדסיים, מודלי זרימה נורמליזציונית (Normalizing Flows), מודלי דיפוזיה והסרת רעש (DDPM, DDIM), מודלים מבוססי סקור ו-SDEs, דיפוזיה במרחב החבוי (Latent Diffusion), מנגנוני הנחיה והכוונת גנרציה, מודלים מבוססי אנרגיה (EBMs), מדדי הערכה כמותיים (FID, IS), משולש הפשרות הגנרטיבי, מתודולוגיית Paper-to-Code ב-PyTorch, שיטות דיבוג ואופטימיזציה של ארכיטקטורות גנרטיביות בחומרה.



99224 – למידת מכונה ולמידה עמוקה מתקדמות עבור סדרות עתיות - Advanced Machine Learning and Deep Learning for Time Series

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: מתמטיקה למדעי הנתונים, למידת מכונה, למידה עמוקה.

מטרת הקורס

סדרות עתיות מהווים בסיס חיוני ונפוץ בתעשיות מודרניות, ומניעים מודיעין קריטי בפיננסים, רשתות אנרגיה, טלמטריה רפואית, תשתיות IoT ולוגיסטיקה של שרשראות אספקה. בעוד שמסגרות סטטיסטיות קלאסיות הניחו את התשתית הראשונית, לאחרונה פריצות דרך בלמידה עמוקה שינו מן היסוד את תחום המודלים הסדרתיים. קורס מתקדם זה מבצע סריקה מעמיקה ומעשית בחזית הטכנולוגיה, ומיועד לסטודנטים המעוניינים לעסוק במחקר, לבנות מערכות ייצור, או שניהם.

נושאים

מבוא ומושגי יסוד – סקירה ומאפייני מידע סדרתי, שיטות סטטיסטיות קלאסיות ופירוק סדרות, הנדסת תכונות ומודלים מבוססי עצים, רשתות קונוולוציה (TCN) ורשתות רקורסיביות (LSTM, GRU), אסטרטגיות חיזוי רב-צעדים, מנגנוני קשב ו-Transformers לסדרות עתיות, מודלי בסיס וענק (Chronos, TimeGPT) וחיזוי Zero-shot, מודלי מרחב-מצב מודרניים (Mamba), חיזוי הסתברותי והערכת אי-ודאות, זיהוי חריגות ואנומליות מבוסס למידה עמוקה, סיווג וניתוח אשכולות של אותות, השלמת מידע חסר, מתודולוגיות ווילדציה ומניעת זליגת מידע, אתגרי מערכות ייצור (Data Drift) ואופטימיזציות לטנסי.



תקצירי קורסי בחירה – תואר שני M.Sc. במדעי הנתונים

קורס הבחירה מתעדכנים על בסיס שוטף, בעקבות ההתפתחויות בעולם מדעי הנתונים והבינה המלאכותית

99106 – סדרות עתיות ושיטות חיזוי - Time series and prediction methods

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: שיטות הסתברותיות וסטטיסטיקות מתקדמות

מטרת הקורס

להקנות ידע בסיסי ומתקדם בסדרות עתיות. לפתח מיומנויות של ביצוע ניתוח סדרות עתיות בתחומים שונים של כלכלה וניהול ובביצוע מחקר, לפתח מיומנויות בשימושי מחשב בשפת תכנות פייתון.

נושאים

דוגמאות מתחומים שונים, גישות כלליות לניתוח נתוני עיתים, טיפול בטרנד ועונתיות, תהליך סטוכסטי סטציונרי, פונקציות אוטוקורלציה, אמידה של פונקציית תוחלת, תכונות של אוטוקורלציה, תהליכים ליניאריים, הערכת של פונקציית אוטוקורלציה, נוסחת ברלט, מודלים ARMA, פונקציית אוטוקורלציה חלקית, מבוא לפילטרים לינאריים וורת ספקטראלית, צפיפות ספקטאלית של תהליך ARMA, הערכת תהליך פרמטרים של תהליך ARMA, תהליכים לא סטציונריים: SARIMA, ARIMA, סדרות עתיות רב מימדיות, קרוס- ספקטרום, ניתוח השפעות שינוי מדעניות בעזרת סדרות עתיות- Interrupted time series Analysis.

66508 – סמינר מחקרי יישומי - Applied Research Seminar

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: למידת מכונה מתקדמת, עיבוד שפה טבעית

מטרת הקורס

זהו סמינר המשלב מחקר יישומי, המציע הזדמנות ייחודית להתנסות מעשית במחקר בתחום ניתוח טקסטואלי של מאגרי מידע גדולים. הסטודנטים ילמדו כיצד לזהות שאלות מחקר משמעותיות, לבצע סקירת ספרות מקיפה, ולפתח פתרונות מעשיים המבוססים על נתונים אמיתיים. מטרת הקורס הן: פיתוח יכולת לזיהוי וניסוח שאלות מחקר בתחום ניתוח טקסט, רכישת מיומנויות בסקירת ספרות אקדמית וטכנית, התנסות בעבודה עם מאגרי מידע גדולים תוך יישום שיטות מתקדמות לניתוח טקסט, פיתוח יכולת להערכת תוצאות מחקר והסקת מסקנות.

נושאים

מבוא למחקר בניתוח טקסטואלי, פיתוח שאלות מחקר, סקירת ספרות, ביצוע ניתוח טקסטואלי, הערכת ביצועים והצגת תוצאות.



99219 – הסקה סיבתית - Causal Inference

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3
דרישות קדם: שיטות סטטיסטיות

מטרת הקורס

בסיום הקורס הסטודנטים ידעו כיצד להגדיר, לאפיין ולהתאים מודל סיבתי לנתונים, יוכלו ליישם שיטות אמידה שונות וכן לבדוק את תוקפם ורגישותם של המודלים המותאמים.

נושאים

יסודות הסקה סיבתית: תוצאות פוטנציאליות, דיאגרמות סיבתיות d-separation, (DAGs), בעיית ה-Confounding ופרדוקס סימפסון. גישות אמידה ומשוואות מבניות: רנדומיזציה, רגרסיה, Propensity Score, שקולות IPW ומודלי משוואות מבניות (SCMs). משתנים אינסטרומנטליים (IV): הנחות יסוד, אמד הריבועים הפחותים הדו-שלבי G-estimation, (2SLS) וניתוח רגישות. תיווך, גילוי ושיטות מתקדמות: ניתוח תיווך סיבתי (נוסחת פרל, אפקטים ישירים ועקיפים), גילוי סיבתי מנתונים ו-Diff-in-Diff.

99221 – למידה מרובת סוכנים - Multi Agent Reinforcement Learning

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3
דרישות קדם: שיטות סטטיסטיות, למידה מונחית חיזוקים

מטרת הקורס

מטרת הקורס היא להעניק לסטודנטים הבנה תאורטית ומעשית במתודולוגיות ובטכניקות המתקדמות ביותר בתחום למידת סוכנים מרובה, תוך פיתוח כישורים ליישום מודלים בעולמות התוכן השונים. באמצעות שילוב של רקע תיאורטי, תרגול מעשי ופרויקטים, הקורס מכין את הסטודנטים להשתלבות במחקר ופיתוח בתחומי הבינה המלאכותית.

נושאים

מבני בסיס בלמידה חיזוקית, מודלים ומשחקי איטראקציה, פתרונות למשחקים, אתגרים וגישות ראשוניות ב-MARL, יישומים מתקדמים ב-MARL, יישומים מרובי סוכנים ב-MARL.



99214 – למידת מכונה למערכות סייבר - Machine Learning for Cyber Systems

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: אין

מטרת הקורס

מטרת הקורס היא להבין מושגי יסוד בסייבר ואת הקשר שלהם למדע הנתונים. לנתח לוגים, תעבורת רשת ונתונים קטגוריאליים; ליישם סטטיסטיקה, ניתוח נתונים (EDA), אשכולות וזיהוי חריגות; להעריך מודלים בעזרת מדדי Goodness-of-Fit וביצועים נוספים; לעבוד עם סדרות עתיות (Time Series) וגרפים לניתוח חדירות ורשתות; לנתח התקפות אדוורסריות על מערכות ML ולבחון מנגנוני הגנה; להשתמש במודלי שפה לזיהוי פשינג, סיכום לוגים ומודיעין איומים; לזהות סוגיות אתיות ופרטיות במדע הנתונים בסייבר; וכן לבנות ולהציג צנרת מלאה של מדע הנתונים בסייבר בהתאם לסטנדרטים מקצועיים.

נושאים

סייבר, מתקפות אפס-יום, קבצי לוג ורוגלות, ניתוח נתוני מערכת וחשיבותם, סטטיסטיקה, ניתוח נתונים ראשוני (EDA), אשכולות, גילוי חריגות וניתוח פלחים, ניתוח Goodness-of-Fit, נתונים קטגוריאליים, פרטיות ואתיקה, סדרות עתיות וגרפים, התקפות אדוורסריות, מודלי שפה בסייבר, פרדוקסים סטטיסטיים בסייבר, צנרת וסטנדרטים.

99223 – מודלי יסוד: ארכיטקטורות, אימון ויישור - Foundation Models: Architecture, Training and Alignment

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: למידת מכונה, למידה עמוקה

מטרת הקורס

מטרת הקורס היא להעניק לסטודנטים לתואר שני הבנה מושגית ומעשית של מודלי יסוד מודרניים. בסיום הקורס הסטודנטים יוכלו לנתח בחירות ארכיטקטוניות ותהליכי אימון במודלי שפה גדולים, להסביר את תפקידם של חוקי סקילינג ואצירת נתונים, ליישם שיטות התאמה יעילות, להשוות בין שיטות לאחר-אימון ויישור, להעריך מודלי שפה ומודלים רב-מודאליים, ולנתח באופן ביקורתי סוגיות של אמינות, בטיחות ופריסה. הקורס משלים קורסים קיימים בלמידת מכונה, למידה עמוקה, עיבוד שפה טבעית, למידה מונחית חיזוקים ומערכות סוכנים, ומתמקד בשכבה שבין ארכיטקטורת הטרנספורמר לבין אקוסיסטמת מודלי היסוד המודרניים.

נושאים

מבוא ומושגי יסוד – אבולוציית מודלי היסוד (Foundation Models), ארכיטקטורות מתקדמות של מודלי שפה גדולים (LLMs), תהליכי קדם-אימון (Pre-training), אצירת נתונים, פילטור וסינון דאטהסטים בקנה מידה ענק, חוקי סקילינג (Scaling Laws) ומחשוב אופטימלי (Chinchilla), חישוב מבוצר ואימון מקבילי (Tensor/Pipeline Parallelism), שיטות כיוונון עדין יעיל (PEFT, LoRA, QLoRA), למידה מתוך הקשר (In-Context Learning) והנדסת פרומפטים, שיטות לאחר-אימון (Post-training) והתאמה להנחיות (Instruction Tuning), יישור מודלים (Alignment), למידה מונחית חיזוקים ממשוּב אנושי (RLHF) וחלופות ישירות (DPO), הערכה, בנצ'מרקים ומטריקות של מודלי שפה (LLM-as-a-Judge), מודלים רב-מודאליים (Vision-Language, Multimodal), אמינות ובטיחות (הזיות, Jailbreaking, הטיית), ושיטות דחיסה ופריסה של מודלים (Quantization, Distillation).



99216 – מידול סדרות זמן למסחר פיננסי ולאנליטיקה של מסחר אלקטרוני - Time Series Modeling for Financial Commerce & E-Commerce Analytics

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3
דרישות קדם: למידת מכונה

מטרת הקורס

בסיום הקורס הסטודנטים יהיו מסוגלים לנתח ולמדל סדרות זמן המופיעות בשווקים פיננסיים ובמערכות מסחר אלקטרוני; ליישם שיטות פירוק, טרנספורמציה, בדיקות סטציונריות, מודלים מסוג ARIMA/SARIMA, מודלי תנודתיות (GARCH) וחיזוי קונפורמלי לצורכי חיזוי וכימות אי-ודאות; להעריך מודלים באמצעות אבחונים סטטיסטיים ומדדי ביצוע מתאימים; להבין את מבנה השוק, מנגנוני מסחר אלגוריתמי, תורת התיקים, אסטרטגיות גידור ומודלים לתמחור אופציות; וליישם אנליטיקה מבוססת סדרות זמן ותורת המכרזים בפלטפורמות מסחר אלקטרוני, לרבות מערכות פרסום ושווקים מקוונים, עד לפיתוח פתרון חיזוי או מסחר מונחה-נתונים.

נושאים

ניתוח חוקר (EDA), סטציונריות, מודלי ARIMA/SARIMA, מידול תנודתיות (GARCH) וחיזוי קונפורמלי בפיננסים וב-E-commerce, מכניקת ספר פקודות, אופטימיזציית תיקים (מרקוביץ'), מדדי ביצוע (Sharpe, Sortino) ואסטרטגיות גידור, משוואת Black-Scholes, מדדי Greeks, מודלי תנודתיות סטוכסטית (Heston), מודלי קפיצות ומודלי ריבית. מדדי משפך והתפלגויות סטטיסטיות, אנליטיקת Google Ads, מנגנוני מכרזים (Vickrey, VCG) ותמחור דינמי.

66216 – נושאים מתקדמים בלמידה עמוקה - Advanced Topics in Deep Learning

אופן הוראה: שיעור
שעות שבועיות: 3
נקודות זכות: 3
דרישות קדם: למידת מכונה

מטרת הקורס

בשנים האחרונות חלה פריצה עצומה בתחום של רשתות ניורונים מלאכותיות, ובמיוחד ברשתות ניורונים עמוקות (Deep Neural Networks). למידה עמוקה (Deep Learning) היא אחת המיומנויות המבוקשות ביותר בתחום מדע הנתונים והבינה המלאכותית. בקורס זה ילמד הסטודנט את היסודות של הלמידה העמוקה, כמו גם נושאים הקשורים לבעיות מתחום הראייה הממוחשבת (Computer Vision) ולתחום השפה הטבעית (NLP). בקורס נסקור נושאים מתקדמים, שנמצאים בחזית המחקר בשנים האחרונות.

נושאים

מפרספטורן לרשתות רב-שכבתיות (perceptron multilayer), מבוא לרשתות קונבולוציה (ConvNets), ארכיטקטורה של רשתות קונבולוציה: VGG, Inception, ResNet, זיהוי עצמים בתמונה (detection object): R-CNN, YOLO, פילוח תמונות (segmentation image): U-nets, אימון רשתות: learning rates, optimizers, data augmentation, חקירה והבנה של רשתות: feature visualization, saliency maps, activation maps, למידה עמוקה יצירתית: deep dream, neural style, transfer, מבוא לרשתות מנוגדות: יצירה דוגמאות מלאכותיות, Generative adversarial networks (GAN), רשתות מנוגדות



(GAN): חקירת המרחב הסמוי (space latent), מידול של סדרות זמן: LSTM, recurrent neural networks (RNN), מבוא לעיבוד שפה טבעי (NLP), עיבוד שפה טבעי בעזרת טרנספורמרים (Transformers).

66219 – היבטים תאורטיים ויישומים של סייבר מודרני - Theoretical Aspects and Applications of Modern Cyber

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: נושאים מתקדמים בלמידת מכונה

מטרת הקורס

מטרת הקורס היא לתת רקע תאורטי ופרקטי על הידע המתמטי והחשוב היושב בבסיס רב שיטות ההתקפה וההגנה בעולם הסייבר. הקורס מורכב מ-4 רכיבים עיקריים: שיטות הצפנה ופריצתם, מבוא לתורת הגרפים בקונטקסט של רשתות תקשורת ושימושם לביצוע התקפות מפוזרות וממוקדות, מבוא לזיהוי אנומליות מנקודת מבט של מגן סייבר בארגון ושיטות מקדמות בלמידת מכונה לביצוע וניתור התקפות.

נושאים

תורת המספרים, הצפנה, שיטות פריצה, שימוש בתורת הגרפים על מנת לזהות פריצות ונקודות חולשה, סטיסטיקה, זיהוי אנומליות, Explainability, למידת חיזוקים, עיבוד שפה וסייבר, בינה מלאכותית יוצרת וסייבר.

66507 – בינה מלאכותית גנרטיבי, במדע, טכנולוגיה וחברה - Generative AI in Science, Technology and Society

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: אין

מטרת הקורס

חשיפת הסטודנטים עם עקרונות הבינה המלאכותית הגנרטיבית לאור ההתקדמות האחרונה בתחום זה. לימוד היבטים תאורטיים ומעשיים של הבינה המלאכותית הגנרטיבית. הצגת שימושים ואפליקציות של הבינה המלאכותית הגנרטיבית בחברה בכלל ובחינוך בפרט. הקניית יכולת פרקטית עבודה עם הבינה המלאכותית הגנרטיבית כבן שיח אינדיבידואלי.

נושאים

ההיסטוריה והאבולוציה של תפיסת הבינה המלאכותית, בסיס מדעי של AI: פונקציות, מודלים, יכולת חישוב, ייצוגים, בסיס טכנולוגי של AI: רשתות עצביות, למידת מכונה, למידה עמוקה, Generative Pre-Trained Transformer (GPT), Large Language Model (LLM), פילוסופיה של AI גנרטיבי. גישה פוסט-פנומנולוגית. AI גנרטיבי כתופעה תרבותית, חינוך מבוסס בינה מלאכותית.



55347 – ביו-אינפורמטיקה וביו-סטטיסטיקה - Bioinformatics and Biostatistics

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: הסתברות, נושאי מפתח בביולוגיה וגנטיקה לכיווגנברג'נס

מטרת הקורס

בעידן הביג דטה, נתונים ביולוגיים מצטברים בכמויות עתק ודורשים שיטות ניתוח מתקדמות ואוטומציה. בהתאם לכך, האופן שבו אנחנו מפתחים מוצר או עורכים מחקר מדעי בהנדסה ביולוגית משתנה במהירות. בקורס זה יוצגו לסטודנטים מספר בעיות מתחומי הביולוגיה החישובית, אשר יהוו הזדמנות להצגתם של כלים חישוביים מותאמים למדעי החיים, בפרט מתחומי הביו-אינפורמטיקה והביו-סטטיסטיקה.

נושאים

מבוא לביו-אינפורמטיקה וחיפוש במאגרי מידע מבנה הגן: פרומטר, טרמיניטור, אתר היקשרות של ריבוזום, אזור מקודד לחלבון (מקודדן התחלה עד לקודון סיום). חיפוש רצף והתאמת רצפים (alignment). חיפוש מוטיבים, PSSM, תוכנות לחיזוי גנים ודפדפני גנום. שיטות ריצוף דנא ורנא ושימושים דיאגנוסטיים ואחרים. שיטות למדידת ביטוי גנים. שיטות ומבנים סטטיסטיים בסיסיים, כגון: student t-test חד צדדי ודו-צדדי. ריבוי מבחנים סטטיסטיים. מאגרי מידע ותוכנות העוסקות במבנה חלבונים ובניבוי מבני.

99104 – למידת מכונה בעיבוד אותות - Machine Learning for Signal Processing

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: מתמטיקה למדעי הנתונים

מטרת הקורס

הקורס מיועד להקנות ידע מעשי בעיבוד אותות סיפרתי תוך כדי שימוש באלגוריתמים בלמידת מכונה. עם סיום הקורס הסטודנטים צפויים: לחשב ולפרש מאפיינים של אותות. להשתמש במדדים מתורת האינפורמציה. ליישם ניתוח רכיבים בלתי תלויים (ICA) להפרדת מקורות ולהסרת ארטיפקטים באותות. לבצע אשכול (Clustering) של אותות באמצעות אלגוריתמים שונים. לשלב בין עיבוד אותות קלאסי לשיטות למידה חישובית לצורך ניתוח אותות חכם ומבוסס-נתונים.

נושאים

קונבולוציה, DFT, גלונים וניתוח ספקטרלי – לבין גישות חישוביות מודרניות בתחומי למידת מכונה, תורת האינפורמציה ושיטות אשכול (Clustering).



99202 – מבוא ללמידה עם גרפים - Graph Machine Learning

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: מתמטיקה למדעי הנתונים

מטרת הקורס

הקורס נועד להקנות לסטודנטים הבנה תאורטית ומעשית של שיטות למידה וייצוג נתונים באמצעות גרפים – תחום הנמצא בלב המחקר והפיתוח בעידן הבינה המלאכותית. במהלך הקורס הסטודנטים יכירו את העקרונות המתמטיים של הכלים החשובים לעיבוד אותות על גרפים, ילמדו כיצד לחלץ מידע, לזהות מבנים ולבנות אלגוריתמים של למידה הפועלים על רשתות מורכבות. הדגש בקורס הוא על שילוב בין תיאוריה ליישום, במטרה לפתח הבנה אינטואיטיבית ויכולת מעשית להתמודד עם נתונים לא סדירים בתחומים כגון מדעי הנתונים, ניתוח רשתות חברתיות, מדעי המח והיתוך חיישנים.

נושאים

יסודות תורת הגרפים והלפלסיאן, תורת הגרפים הספקטרלית, אשכול ספקטרלי ועיבוד אותות על גרפים (GFT ומסננים). למידת גרפים מנתונים, שיקוע גרפים (DeepWalk, node2vec) והגדרת משימות ניבוי (צמתים, קשתות, מניעת זליגת מידע). למידה עמוקה על גרפים (GNNs), רשתות העברת הודעות (MPNN), ארכיטקטורות מובילות (GCN, GraphSAGE,) ומגנני קשב. אימון ואופטימיזציה של GNNs, התמודדות עם אתגרי סקלריות (Over-smoothing, Over-) (squashing) ודיבוג מעשי.

99220 – בניית סוכני בינה מלאכותית באמצעות (MCP) Model Context Protocol - Building AI agents by using Model Context Protocol (MCP)

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: עיבוד שפה טבעית

מטרת הקורס

לנתח ארכיטקטורות בעלות סוכנים: להבחין בין מודלים קוגניטיביים שונים של סוכנים (לדוגמה, סוכני רפלקס, סוכנים מבוססי מטרות) ומתודולוגיות תכנון. להעריך חילופי פשרות מערכתיים: להעריך באופן ביקורתי החלטות ארכיטקטוניות הנוגעות לניהול מצב, אופטימיזציה של "חלון הקשר" (Context Window) וטופולוגיית רשת במערכות AI מבוזרות. לתכנן פרוטוקולים ברי-פעולה הדדית: להבין את היסודות התיאורטיים של פרוטוקולי תקשורת AI, ולהשוות את MCP לפרוטוקולים כמו gRPC, RESTful ותקני אינטגרציה קנייניים. לתכנן פתרונות חזקים: ליישם ארכיטקטורות סוכנים מסוג שרת – לקוח באמצעות MCP תוך הפגנת שליטה בהפשטת כלים, ניהול משאבים וסביבות ביצוע מאובטחות. למדוד ביצועים: ליישם מסגרות הערכה להערכת ביצועי סוכנים, תוך התמקדות בשיעורי הצלחה, הפחתת הזיות (Hallucination) ויעילות חישובית.

נושאים



יסודות בינה מלאכותית סוכנתית, יכולת פעולה הדדית ומערכות אקולוגיות, ניתוח ארכיטקטוני ופשרות, הנדסת פרוטוקולים: ארכיטקטורת MCP, תכנון מערכות מבוזרות, הפשטות בצד השרת, שליטה קוגניטיבית בצד הלקוח, יישום ובדיקת SDK, פיתוח שרתים מתקדם, הנדסת לקוחות מתקדמת, מערכות מרובות סוכנים ותזמור, הערכה, מדדים ובטיחות.

99103 – עיבוד תמונות - Image Processing

אופן הוראה: שיעור

שעות שבועיות: 3

נקודות זכות: 3

דרישות קדם: אין

מטרת הקורס

הקורס מיועד להקנות לסטודנטים כלים קלאסיים ועכשוויים בעיבוד תמונות ווידאו עבור אוסף בעיות נרחב.

נושאים

תמונה בינארית, תמונה צבעונית, תמונה בגווני אפור, עיבודים מרחביים, טרנספורמציות גיאומטריות, אינטרפולציה, היסטוגרמה, ניגודיות, מסכות וקונבולוציה, החלקת תמונה, חילוץ שפות, התמרת פורייה חד-מימדית ודו-מימדית, סגמנטציה, עיבוד תמונה מורפולוגי, דחיסת תמונה, מבוא לעיבוד וידאו.

