

סילבוס - תוכנית הוראה לקורס

שם הקורס

ד"ר רון לבקוביץ | ניהול

Application of AI and analytical methods in the supply chain | 55046-03

שיעור (שיעור, תרגיל, סמינר, סדנה, מעבדה וכד')

2

תשפ"ז 2027

ב

ד 18:00 – 16:00

Levkovr1@biu.ac.il

סוג הקורס:

היקף נ"ז:

שנת לימודים:

סמסטר:

יום ושעה

שעת קבלה:

מייל מרצה:

קישור לאתר למדה:



תיאור הקורס ומטרות למידה

תקציר הקורס (להרחבה)

הקורס עוסק בתכנון בשרשרת ההספקה תוך דגש על חיזוי ותכנון ביקוש בטווחי זמן שונים, תוך התמודדות עם אי-ודאות ואירועים חריגים. הסטודנטים ילמדו שיטות אנליטיות מסורתיות לצד שיטות לימוד מכונה ובינה מלאכותית, תוך הבנת היתרונות והחסרונות של כל גישה. מטרת הקורס היא לפתח יכולת שיפוט מתי עדיף להשתמש בכל אחת מהשיטות ולרכוש ניסיון מעשי ביישומן.

מטרות/תוצרי הלמידה (להרחבה)

1. ידע

1. הסטודנטים יכירו ויבחנו שיטות האנליטיות לחיזוי בשרשרת ההספקה, יתרונותיהן וחסרונותיהן.
2. הסטודנטים יכירו ויבחנו שיטות לימוד מכונה לחיזוי וניהול מלאי יתרונותיהן וחסרונותיהן.
3. הבנת התנאים הדרושים ליישום כל שיטה.

2. מיומנויות

1. בחינת נתונים, שלמות נתונים וסוגי נתונים
2. התאמת סוגי נתונים לשיטות השונות

3. ערכים

1. הבנה והבדלה בין עיקר לטפל

מיומנויות

1. הלומדים ינתחו סדרות עתירות ונתונים נלווים על מנת להגיע לתובנות מה ניתן לחזות ולאיזה איכות ניתן לצפות
2. התלמידים יבינו מהן יכולות חיזוי ואיך מודדים אותן
3. הלומדים יעריכו את התאמת הנתונים לשיטות חיזוי שונות על פי ההתאמה בין היכולות של השיטות לנתונים

ערכים (אופציונלי רק במידה ורלוונטי)



תכנון מהלך השיעורים (כולל למידה פעילה): (להרחבה)

מס' השיעור	נושא השיעור	למידה פעילה	קריאה/ צפיה נדרשת	הערכה תהליכית/מעצבת (להרחבה)
1	- היכרות עם מבנה הקורס והגדרת הנושא, המטרות, והבעיות שאיתן נתמודד. - הכרות כללית עם נתונים בשרשרת ההספקה, המידע הכלול בהם והבעיות המובנות בתוכם.	למידה עם מרצה		

			- פירוט סוגי הנתונים הזמינים לנו, נתונים "קשים", "רכים" וחלקיים. - סיווג נתונים. הגדרת הרעש בנתונים וסוגי רעשים העשויים להשפיע על הגדרת מובנית של הבעיות והגדרת המטרות. שיטות למדידת התוצאות.	
		למידה עם מרצה	- הגדרת האלגוריתמיקה שבה נשתמש סיווג שיטות אנליטיות ושיטות לימוד מכונה. - הבנת כללית של סוגי האלגוריתמיקה והתאמתה לסוגי הנתונים הנמצאים בשרשרת ההספקה ולמטרות. - דיון בנושא המטרות, פונקציית המטרה והשילוב הבעייתי שבין מטרות מחשוב והתערבות אנושית. - מתי נכון להשתמש בשיטות אנליטיות ושיטות לימוד מכונה. פונקציית מטרה לעומת מטרה. רעש ואילוצים לא ידועים.	2
		למידה עם מרצה	- התמקדות בשיטות האנליטיות לחיזוי. - סדרות עיתיות – הצגת הסדרות שיטות אנליטיות המתאימות לסדרות HOLT, ES, MA	3
		למידה עם מרצה	- המשך דיון בשיטות אנליטיות התאמת שיטת טעות לצרכים והבנת משמעות סוגי הטעויות - שיטות MLR ו LR - הבנת יתרונות וחסרונות השיטות האנליטיות לחיזוי	4
		למידה עם מרצה	היכרות בסיסית עם שיטות לימוד מכונה לחיזוי – סיווג השיטות	5
		למידה עם מרצה	- סדרות עיתיות המתאימות לעצי רגרסיה ועצי קלאסיפיקציה - דיון עצי החלטה לחיזוי ותכנון – מבוא. - משמעות עצי ההחלטה - עצי החלטה רגרסיה ועצי החלטה קלאסיפיקציה	6

			אבולוציה של עצי החלטה – איך נבנה עץ ההחלטה.	
		למידה עם מרצה	יישום עצי החלטה לחיזוי ושיטות אנסמבל בעצי החלטה שיטת random forest, שיטת gradient boosting, שיטות gradient boosting מתקדמות: XGB וLGBM	7
		למידה עם מרצה	- תכונות בעצי חיזוי, הוספת וביטול תכונות - שיטות רגולריזציה של תכונות - דוגמאות להמחשת תצורת הפעולה של Gradient Boosting with lasso regulator - סיום נושא Gradient Boosting	8
		למידה עם מרצה	- מבוא קצר לרשתות נוירונים ושימושם בחיזוי ובתכנון בשרשרת ההספקה. - רשתות נוירונים עם זיכרון (RNN) - רשתות נוירונים מותאמות לחיזוי LSTM	9
		למידה עם מרצה	- הבדלי הגישה בין מדען נתונים אנליטי למדען נתונים בלימוד מכונה רוח בר סמך מול חיזוי אחוזי בלימוד מכונה. - מנגנונים מאפשרי חיזוי ברשתות נוירונים - טרנספורמרים Temporal Fusion transformer	10
		למידה עם מרצה	טרנספורמרים ומודלי היסוד בחיזוי סקירת המצב כיום בעולם ובפרט Amazon Chronos Bolt + Auto Salesforce Moirai וGluon	11
		למידה עם מרצה	הכללת החיזוי והתכנון בשרשרת ההספקה על פי השיעורים הקודמים: - אנליזת הנתונים - בחירת מודל - בחירת הטעות\loss function	12

			בדיקות וולידציה	
		למידה עם מרצה	הכללת החיזוי ותכנון המלאי בשרשרת ההספקה - המשך	13
			חזרה	14

(בקורס שנתי, יש להוסיף את המפגשים הנוספים)
*ייתכנו שינויים בסילבוס בהתאם לקצב ההתקדמות ואפקטיביות הלמידה



ציון סופי

רכיבי הציון:

הערכה מעצבת - במהלך הקורס.

מבחן מסכם – אין לתת למבחן מסכם משקל 100% מהציון. על המבחן לשקף את מטרות הקורס: מטרות בתחום הידע - מבחן עיוני בכתב. מטרות בתחום המיומנויות - ביצוע חקר, התנסות, ניתוח והסקת מסקנות והגשת תוצר שמבטא אותם.

ציון עובר - בקורס בו יש ציון עובר (ולא ציון מספרי) – יש לציין זאת בפירוש.

דרישות מיוחדות - יש לציין בפירוש דרישות מיוחדות. לדוגמה: ציון מטלה או מטלות מעל רף מסויים על מנת לעבור את הקורס, או הגשה של מספר מינימלי של מטלות על מנת לעבור את הקורס – יש לציין זאת.

***נוכחות** - אין לתת משקל בציון הסופי לעצם הנוכחות בשיעור.

תיאור התוצר	משקל בציון הסופי
תרגיל 1	15 % מהציון הסופי
תרגיל 2	15 % מהציון הסופי
תרגיל 3	20% מהציון הסופי
מבחן מסכם	50% מהציון הסופי



דרישות הקורס

- **מטלות** – שיש להשלים במסגרת הקורס דוגמת: תרגילים, עבודות בכתב, דו"חות, פרזנטציות.
- **נוכחות** - אם יש דרישת נוכחות, יש לציין במפורש באיזה אחוז מהשיעורים. מקובל לדרוש 80-85% נוכחות. במעבדות, סדנאות וכד' ניתן לדרוש נוכחות גבוהה יותר.

1. השלמת 3 מטלות כתיבה באקסל/פייתון
2. 80% מהשיעורים הפרונטליים ושיעורי הזום



דרישות קדם

שם הקורס	מס' הקורס
מבוא לשפת פייתון	
ידע באקסל	

Tirkolaee, Erfan Babaei, Sadeghi, Saeid, Mooseloo, Farzaneh Mansoori, Vandchali, Hadi Rezaei, Aeni, Samira, **Application of Machine Learning in Supply Chain Management: A Comprehensive Overview of the Main Areas**, *Mathematical Problems in Engineering*, 2021, 1476043, 14 pages, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/1476043>

Time series analysis and forecasting review: <https://www.geeksforgeeks.org/time-series-analysis-and-forecasting/>

Brian Christian and Tom Griffiths Algorithms to Live By **The Computer Science of Human Decisions.**, Henry Holt and Co Publishers, 2016.

Rob J Hyndman and George Athanasopoulos **Forecasting: Principles and Practice (3rd ed)** /Monash University, Australia. <https://otexts.com/fpp3>

אגף למידה עומד לרשות המרצים – צרו קשר:



1. סדנאות – מומלץ לעקוב בקבוצת הוואטס-אפ השקטה ([לינק](#)), במיילים ([לינק](#)), באתר המודל למרצות ומרצים ([לינק](#)) ובאתר האגף ([לינק](#))
2. מערכת המודל – כיצד לשפר את העיצוב וללמוד על כלים פשוטים
3. למידה פעילה – כיצד להפוך את הלמידה לאקטיבית
4. הערכה מעצבת – כיצד לבנות אותה
5. מיומנויות – כיצד לחדד ולתאם ציפיות בנושא זה
6. כלים פדגוגיים – המלצות על כלים פדגוגיים



הרחבה, הצעות ורעיונות:

תקציר הקורס

חד היישומים המרכזיים של מערכות ממוחשבות הוא ניהול שרשרת ההספקה. בבסיס שרשרת ההספקה נמצא הביקוש והצורך לספקו בצורה נכונה על מנת למנוע זעזועים, לספק ודאות, למנוע חוסר ובזבז משאבים וגם להרוויח מהתהליך או בקיצור "המוצר הנכון, במקום הנכון ובזמן הנכון" "The right product, at the right place, at the right time". על מנת לספק את הביקוש יש לבצע חיזוי ותכנון מלאים לטווחי זמן שונים. לטווח הקצר על מנת לספק את המוצרים לנקודות השינוע והמכירה ולטווח הארוך על מנת להבטיח ייצור וחומרי גלם.

חיזוי הביקוש בשרשרת ההספקה, הבנת אי הודאות ותכנון מתאים שיענה על הביקוש בהתחשב באי הודאות ותכנון מלאי העונה על אי הודאות ועל אילוצים כלכליים הם מהפעולות החשובות והמורכבות ביותר. הן חשובות כי טיב השרשרת תלוי בהן והן ומורכבות כי בתהליך משולבים נתונים מכל חלקי הארגון. המערכת הממוחשבת צריכה להתחשב נכון בביקוש, בצריכה בפועל, במבנה הרעשים בארגון, בטעויות וחוסר בנתונים, בבעיות העבר ובאי הודאות בעתיד.

לאורך השנים פותחו שיטות אנליטיות והיוריסטיות רבות על מנת לנהל נכון את שרשרת ההספקה. שיטות אלה מוטמעות כיום כמעט בכל מערכת גדולה כמו SAP ERP או ORACLE. לשיטות אנליטיות לחיזוי חסרונות רבים. החיסרון המרכזי שלהם הוא יכולת מוגבלת לטפל באירועים חריגים וברעשים. תקופתנו רצופה באירועים חריגים ורעשים בעולם בכלל ובישראל בפרט. לדוגמה, אי הודאות ואירועים חריגים כגון הקורונה, המלחמה באוקראינה, המלחמה בארץ, בעיות בהספקת חומרי גלם, מדינות המאיימות על קווי ההספקה כמו החותמים בתימן ועוד.

בשנים האחרונות התעצם מאוד השימוש בשיטות לימוד מכונה ואינטליגנציה מלאכותית כמענה לבעיות המובנות בשיטות האנליטיות לחיזוי. לשיטות אלה יתרונות רבים ובפרט יכולת להתמודד טוב יותר עם אי ודאות ובעיות הנובעות מאירועים חריגים. עם זאת, לשיטות אלה חסרונות משלהם. אימוץ עיוור שלהן לא מוביל בהכרח לחיזוי ותכנון טוב יותר.

בקורס נתמקד בשיטות חיזוי ותכנון אנליטיות ושיטות לימוד מכונה. נלמד את העקרונות הבסיסיים של מספר שיטות נפוצות ונתמקד בהבנת היתרונות והחסרונות של כל שיטה. ננסה להבין האם שיטות לימוד המכונה עדיפות על שיטות אנליטיות ובאיזה תחום. מתי עדיף להשתמש בשיטות אנליטיות ובאילו מקרים עדיף להשתמש באינטליגנציה מלאכותית ולימוד מכונה. הקורס יאפשר לסטודנטים להבין את מורכבות הנושא, ייתן התנסות מעשית במספר שיטות ויספק כלים להבין את היתרונות והחסרונות של השיטות השונות ואת השיקולים מתי נכון ליישם לימוד מכונה כתחליף או כהשלמה לשיטות האנליטיות.

מטרות ותוצרי הלמידה

- הכרת שיטות חיזוי אנליטיות (כמו ממוצעים נעים, התחשבות בעונתיות וכד')
- הכרת שיטות למידת מכונה לחיזוי
- ההבדל בין השיטות ומתי להשתמש בכל אחת
- הרעיון של "המוצר הנכון, במקום הנכון, בזמן הנכון"
- מתי באמת עדיף ML על אנליטיקה קלאסית
- ההיבטים המעשיים של שילוב שיטות במערכות כמו SAP

