פרויקט בבינה מלאכותית "המומלצת המומלצת"

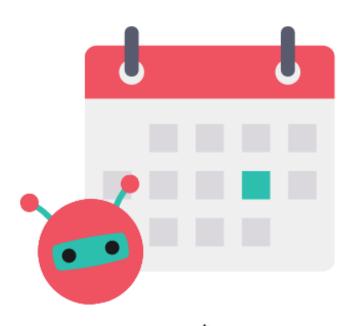
תוכנית לימודים בהתאמה אישית

מגישים:

<u>cohen.efrat@campus.technion.ac.il</u> - אפרת כהן <u>silfinrotem@campus.technion.ac.il</u> - רותם סילפין <u>Avivsasson@campus@technion.ac.il</u> - אביב ששון

מנחה:

<u>deanzadok@cs.technion.ac.il</u> - דין צדוק 15.08.23 **תאריך:**



המומלצת המומלצת

מערכת מומלצת בהתאמה אישית

תוכן עניינים:

| 3 | הקדמה |
|----|--------------------------------------|
| 4 | תיאור הבעיה והפתרון |
| 5 | מבנה המערכת |
| 5 | תרשים המערכת |
| 7 | (Data Scraping) גירוד המידע |
| 3 | גרף הקורסים |
| 10 | |
| 11 | אופטימיזציות בבניית גרף האפשרויות |
| 14 | חיפוש בגרף האפשרויות |
| 14 | היוריסטיקות |
| 14 | קבילות ועקביות היוריסטיקות |
| 16 | ניסויים למערכת |
| 16 | מטרות הניסויים |
| 16 | |
| 16 | MAX_AVAILABLE_COURSES Tuning – 1 שלב |
| 18 | שלב 2 – ניסוי אופטימיזציות |
| 18 | מהלך הניסוי |
| 18 | תוצאות הניסויים |
| 26 | מסקנות |
| 27 | סיבום |
| 27 | הצעות להמשך הפרויקט |
| 28 | נספחים |
| 78 | מענר דונמעות המנוודננוום |

הקדמה

הטכניון – מכון טכנולוגי לישראל הוא אוניברסיטת מחקר ציבורית בחיפה המתמקדת בלימודי הנדסה ובמדעים מדויקים אך מלמדת גם רפואה ואדריכלות. הקמפוס הראשי של הטכניון ממוקם בנווה שאנן. בטכניון 18 פקולטות ויחידות אקדמיות. הטכניון הוא המוסד הוותיק בתחום המחקר הטכנולוגי בישראל ונחשב למוביל בתחום זה.

בטכניון הסטודנטים מחויבים לתוכנית הלימודים של המסלול אותו בחרו. חלק מהקורסים במסלול מוגדרים כקורסי חובה וחלקם ניתנים לבחירה חופשית של הסטודנט מתוך רשימה של קורסים אפשריים. סטודנט רשאי להרכיב לעצמו תוכנית לימודים סמסטריאלית כמעט ללא הגבלות, בתנאי שעומד בדרישות לקורסים אותם הוא מתכנן ללמוד.

הפקולטות מציעות תוכנית "מומלצת" שהיא למעשה המלצה לחלוקת הקורסים לפי סמסטרים על מנת שהסטודנטים יעמדו בדרישות השונות, תוך עמידה בתקופת הזמן שהוקצבה לתואר. הסטודנטים אינם חייבים ללמוד לפי סדר התוכנית המומלצת, ויכולים להשתמש בחלקה בלבד.

דעתם הרווחת של הסטודנטים היא שהמערכת המומלצת אינה "המומלצת ביותר" ולפעמים בהתאם לנסיבות (עומס, תרגילים רטובים, תרגילים יבשים וכו') כדאי לשנותה. בתקופת ההרשמה לקורסים קבוצת הפייסבוק של הפקולטות מתמלאות בפוסטים המבקשים המלצות על קומבינציות קורסים שונות עם הנסיבות השונות (עבודה, קושי גדול יותר מול רטובים וכו'). להלן דוגמאות:





3 <





מקור: קבוצת "מדעי המחשב טכניון" בפייסבוק.

תיאור הבעיה והפתרון

בעיה:

רבים מהסטודנטים מאמינים שקיימת מערכת מומלצת טובה יותר עבורם מהמערכת המומלצת ע"י הפקולטה, דבר שמוביל אותם לבניה עצמאית של סילבוס הסמסטר. הסטודנטים נתקלים בקושי בבניית מערכת השעות הסמסטריאלית ותכנון תוכנית הלימודים עד לסוף התואר. הפתרון הקיים הוא ריבוי בהתייעצויות עם חברים לתואר, פוסטים רבים בקבוצת הפייסבוק של הפקולטה המבקשים את דעתם של סטודנטים אחרים ופתרונות נוספים.

פעמים רבות ניתן להרכיב מערכת "טובה יותר" עבור הסטודנט ולהקל בקושי במהלך הסמסטר, מערכת שלא בנויה נכון לסטודנט לפי העדפות, חוזקות והחולשות שלו יכולה לגרום לחוסר איזון בין תרגילי בית יבשים \ רטובים, קושי בקורסים ומבחנים, רמת עניין נמוכה ועוד וכל אלו יכולים להוביל לקושי רב. לעיתים קרובות אף עלול להוביל למצב של אי תקינות אקדמית, וכתוצאה מכך להביא לקושי נפשי, מנטלי, ואף פיזי. במקרה הטוב מצב של אי תקינות מביא למעקב של יועץ אקדמי ואזהרות חוזרות ונשנות בנוגע להמשך הלימודים של הסטודנט ובמקרה הגרוע הדחת הסטודנט ונשירה מהלימודים. נוסף על כל אלו, קיימים קשיים נוספים בבניית מסלול אופטימלי לסיום התואר:

מורכבות הדרישות במסלולים השונים - עולה קושי ב"ניתוב" ושיוך כל אחד מהקורסים השונים, דבר שמביא לקושי בהבנה בבניית מסלול נכון שיכול לסגור לסטודנט את התואר. למשל: סטודנט השלים מעל ל-18 נק"ז ברשימה א', עודף הנקודות "יעבור" לרשימה ב'. באופן דומה קורה עבור עודף בנק"ז עבור שרשרת מדעית.

חשיבות סדר לקיחת הקורסים בפקולטה – קיימים קורסים שהם קורסי קדם "בסיסיים" לקורסים רבים אחרים כך שיש להם חשיבות גדולה על מנת להתקדם, ולמנוע הארכה של התואר. בנוסף, קורסים אלה חשובים על מנת לאפשר לסטודנט ללמוד קורסי בחירה לאורך התואר. ישנם סטודנטים שאינם מודעים לחשיבות של סדר לקיחת הקורסים, דבר שלעיתים קרובות מוביל אותם להארכת התואר ולאי עמידה בקורסי קדם של קורסי בחירה ו"התפשרות" על קורסים שאינם מעניינים אותם, ולמעשה מצמצם את האפשרויות בחירה שלהם.

פתרון:

מערכת מבוססת בינה מלאכותית, שתמליץ לסטודנט על המסלול הטוב ביותר בהתאמה אישית עד לסיום התואר שיוביל להצלחה אופטימלית של הסטודנט בלימודים ולסיום התואר בהצלחה רבה.

מבנה המערכת

המערכת מורכבת מרכיבי הבסיס הבאים:

- 1. Course אוביקט של קורס בפקולטה, מכיל את שם הקורס, כמות נק"ז, דרישות קדם ולו"ז הרצאות, תרגולים ועוד.
 - 2. State מייצג את מצבו האקדמי של הסטודנט ביחס לתוכנית הלימודים.
 - 3. Student פרופיל סטודנט הקלט.

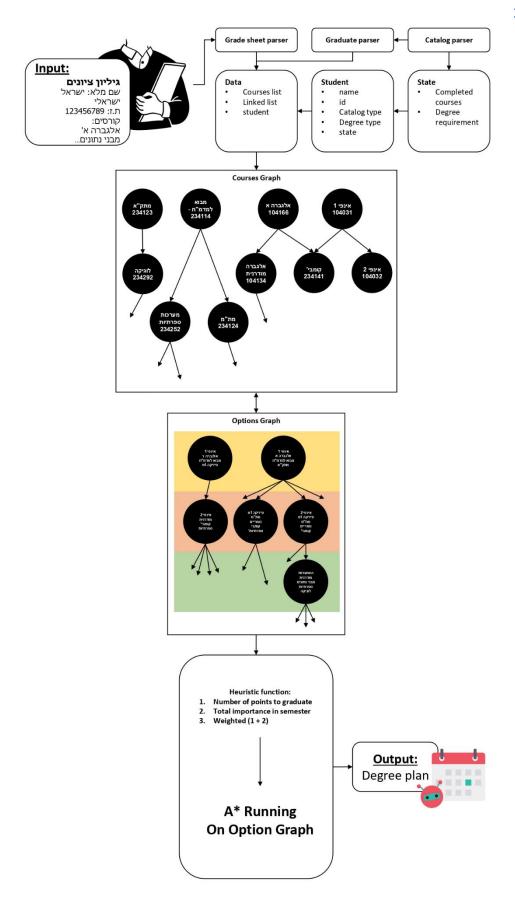
בנוסף ישנם ארבעה חלקים עיקריים:

איסוף והכנת המידע כתשתית לכלל המערכת, גרף קורסי הפקולטה המאפשר ניהול דרישות הקדם של הקורסים, וגרף האפשרויות המייצג מסלולים חוקיים לסיום התואר. כך אנו יוצרים את התשתית לחלקה האחרון של המערכת - הרצת האלגוריתם A* על מנת למצוא מסלול אופטימלי לסיום התואר.

- 1. יצירת תשתית המידע Data אובייקט גלובלי, המרכז בתוכו את המידע הדרוש לאורך כל ריצת התוכנית. פירסור קורסי הפקולטה מאתר הטכניון, יצירת כלל אובייקטי הקורסים ואחסונם במילון הקורסים - כאשר המפתח הוא מספר הקורס והערך הוא אובייקט הקורס. בנוסף נשמרים מסלול הלימודים של הסטודנט, החובות בתואר, סיווג הקורסים לפי דרישות וכו^י.
- 2. יצירת גרף הקורסים לאחר איסוף המידע, גרף הקורסים מייצג את כל הקורסים השונים במערכת והקשרים השונים ביניהם. זהו גרף מכוון חסר מעגלים (DAG): הצמתים בגרף הם הקורסים, וקשת בין קורס א' לקורס ב' מעידה שקורס א' הוא קדם או צמוד של קורס ב'. כאשר משמעותו של קדם היא שעל הסטודנט ללמוד את קורס א' לפני קורס ב', ושל צמוד שעל סטודנט ללמוד את קורס א' לפני או במקביל ללמידת קורס ב'. ניתן לתשאל את גרף הקורסים בעזרת הפונקציה get_valid_courses. פונקציה זו מקבלת כקלט רשימה של קורסים שהסטודנט השלים ומחזירה רשימה של קורסים שהסטודנט יכול ללמוד בסמסטר הקרוב, בהתאם לדרישות הקדם והצמוד. בעת בניית גרף האפשרויות פונקציה זו נקראת ומעדכנת אלו קורסים זמינים ליצירת כל האפשרויות השונות לסמסטרים חוקיים בהתאם לדרישות.
 - 3. **יצירת גרף האפשרויות –** לאחר יצירת גרף הקורסים, נבנה גרף האפשרויות שבו כל צומת היא סמסטר ומסלול מייצג תוכנית חוקית לסיום התואר. הגרף נבנה בשלושה שלבים מרכזיים:
 - a. בשלב הראשון, נעשה שימוש בפונקציה get_valid_courses השייכת לגרף הקורסים שכאמור מחזירה את רשימת הקורסים הזמינים לסטודנט בהתחשב בקורסים שכבר למד. הרשימה המתקבלת עוברת סינון להורדת קורסים לא רלוונטיים, לדוגמא: הורדת קורסים מדעיים אם הסטודנט כבר השלים שרשרת מדעית.
- b. בשלב השני, הרשימה נשלחת לפונקציה generate_semesters שיוצרת את כל הסמסטרים האפשריים מרשימה זו בהתאם למגבלות השונות שהסטודנט בחר. הסמסטרים האפשריים שהתקבלו עוברים בדיקות שונות על מנת לוודא שהסמסטר אכן אפשרי מבחינת מערכת השעות, תאריכי מבחנים וכדומה.
 - c. בשלב השלישי, הסמסטרים שעברו את כל הבדיקות מתווספים לגרף האפשרויות כצמתים, כל אחד מסמסטרים אלו מהווה שוב נקודת פתיחה כך שהחל ממנה יבוצעו שלושת השלבים הנ"ל באותו אופן, עד להגעה למצב שבו הסטודנט סיים את הדרישות של התואר.
 - בסיום יצירת הגרף, התקבלו כל המסלולים החוקיים לסטודנט החל ממצבו הנוכחי בלימודים ועד לסיום התואר.
- חיפוש לאחר שחושבו כל המסלולים החוקיים לסיום התואר עבור הסטודנט, אנו משתמשים באלגוריתם *A עבור מציאת המסלול האופטימלי. לטובת החיפוש כתבנו יוריסטיקות המביאות לקבלת תוצאות שונות בהתאם להעדפות של אותה היוריסטיקה ועליהן נפרט בשלב הניסויים.

מימוש המערכת כולה נעשה בשפת python תוך שימוש בספריית networkx עבור הגרפים השונים ובספריות נוספות.

תרשים המערכת



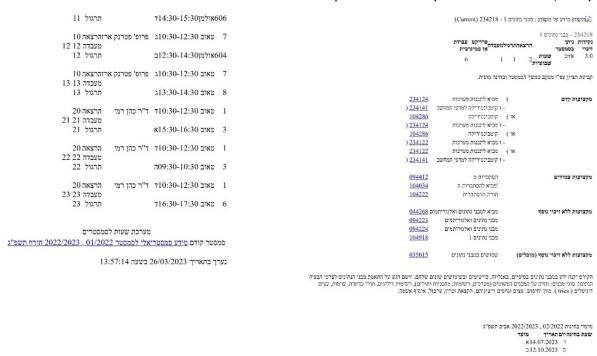
(Data Scraping) גירוד המידע

מערכת שעות לסמסטר 2022/2023 , 20/2022 אביב תשפ"ג תדערכת שעות לסמסטר 2022/2023 , מרגיל קבוצת הדבניין מועד יוםמרצה הרציאומסירישום הרציאה 11 10:30-12:30 מטאיב 11 10:30-12:30 מטרצה הרציאה 11 10 מאיב 2000 אוני ביישום הרציאה 11 10 מטאיב 2000 אוני ביישום הרציאה 11 מטאיב 2000 אוני ביישום הרציאה 10 מטאיב 2000 אוני ביישום הרציאה 11 מטאיב 2000 אוני ביישום הרציאה 11 מטאיב 2000 אוני ביישום הרציאה 10 מטאיב 2000 אוני ביישום הרציאה 11 מטאיב 2000 אוני ביישום הרציאה 11 מטאיב 2000 אוני ביישום הרציאה 10 מטאיב 2000 אוני ביישום הרציאה 11 מטאיב 2000 אוני ביישום

הוצאת המידע על הקורסים – על מנת להוציא את המידע על הקורסים בפקולטה, עלה צורך של פירסור הקטלוג. מחוסר זמן והיקף הפרויקט הוחלט להכניס באופן ידני כ-300 מספרי קורסים שונים המוצעים בקטלוג כחלק מקורסי החובה, רשימה א, וכו'. לאחר הוצאת כלל מספרי הקורסים, היה עלינו למשוך את המידע עליהם. החלטנו לפרסר את המידע מאתרי האינטרנט של הטכניון –

." https://www.graduate.technion.ac.il/Subjects.Heb/?SUB=<course_id>"

לכל קורס, עמוד אינטרנט משלו. בעמוד האינטרנט מוצג כל המידע על הקורס למשל שם הקורס, מספר נק"ז, קורסי קדמים, לוח שעות ועוד. להלן דוגמה לעמוד הקורס מבני נתונים:



לפירסור המידע נעזרנו בספריית BeautifulSoup המאפשרת לנתח קוד HTML ו-XML בפייתון. הספרייה מאפשרת לגשת לדפי האינטרנט של הקורסים הרבים לצמצם את תוכנם, לחפש ולאסוף את המידע הרלוונטי. באמצעות הספרייה ניתן לבצע פעולות כמו שליפת תגי HTML, שליפת תכנים, חיפוש וסינון של מידע וכדומה. פעולת פירסור חיפוש ואיסוף המידע דרשו "עדינות" רבה מה שהיווה אתגרים רבים, ונקודות קצה רבות:

- ▶ עמודי הקורסים היו שונים במבנם מה שחייב זיהוי של המבנה והתאמת אלגוריתם הפירסור לפיו.
- מידע הקורס נשמר בשפה העברית העלה הקושי בקריאת המידע בצורתו הנכונה שכן הספרייה בה השתמשנו
 מותאמת לשפה האנגלית, לכן חלקי מידע שונים התערבבו מה שחייב סידור וכיוון של המידע מחדש.
- רבים מהקורסים הכילו אפשרויות רבות לקורסי קדם למשל כפי שניתן לראות בדוגמה המצורפת בקורס מבנה נתונים. על מנת לבנות את גרף הקורסים בחרנו בקורסי קדם שקיימים בקטלוג הפקולטה (אותם פרסרנו). במספר קטן של קורסים כלל דרישות הקדם לא היו מתוך קטלוג מדעי המחשב, לכן החלפנו את קורסי הקדם שלהם בקורסים שהם תחת "ללא זיכוי נוסף" או "מוכלים ללא זיכוי נוסף" שקיימים בקטלוג מדמ"ח.
- בשל מתקפת הסייבר על מערכות הטכניון עמודי האינטרנט נפלו, ולא היה ניתן להמשיך לעבוד איתם מהבית, לכן
 נאלצנו לעבור לעבודה עם קובץ ison, לאחר זמן מה חזרנו לעבודה על הדפים Online על מנת לקבל את המידע המעודכן ביותר.

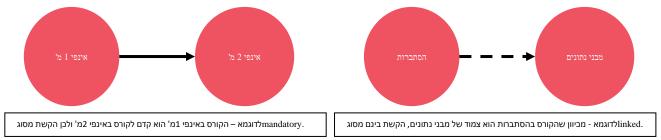
גרף הקורסים

לאחר סיום שלב הParsing מתחילה בניית גרף הקורסים בעזרת הפונקציה Parsing

- לכל קורס נוצר צומת.
- .mandatory=True לכל קורס במערכת שקיימות לו דרישות קדם מתווספת קשת עם
 - לכל קורס במערכת שקיים לו קורס צמוד מתווספת קשת עם linked=True.

בתום בניית הגרף, אנו מבצעים הסרה של מעגלים מיותרים בגרף הקורסים בעזרת הפונקציה remove_cycles, עליה נרחיב בהמשך, לאחר מכן הגרף הוא DAG ואנו מבצעים עליו מיון טופולוגי ושומרים אותו ברמת הclass. לכל צומת קיימות 2 תכונות בוליאניות: Legacy, Dummy. בנוסף קיימים סוגי קשתות שונים לתיאור קשר של קדם או קשר

לכל צומת קיימות 2 תכונות בוליאניות: Legacy, Dummy. בנוסף קיימים סוגי קשתות שונים לתיאור קשר של קדם או קשר של צמוד linked, mandatory .



התמודדות במקרה של כמה אפשרויות שונות לקורסי קדם של קורס:

כשהתחלנו לעבוד עם הקורסים השונים במערכת, גילינו שלחלק מהקורסים אין רשימה בודדת של קורסי קדם, אלא כמה אפשרויות שונות. לדוגמא הקורס מבני נתונים. דרישות הקדם של הקורס:

```
) או ( 234121 - קומבינטוריקה ו - 234121 - מבוא לתכנות מערכות | או ( 234101 - קומבינטוריקה למדעי המחשב ) או ( 234121 - מבוא לתכנות מערכות ו - 234141 - קומבינטוריקה למדעי המחשב ) או ( 234124 - קומבינטוריקה למדעי המחשב )
```

דרישות הקדם כוללות כמה אפשרויות שונות שיש ללמוד אחת מבניהן טרם הסמסטר בו נלמד הקורס במבני נתונים. חלקן כוללות קורסים שהינם חלק מהקטלוג של מדעי המחשב תלת שנתי – על כן נמצאים אצלנו במערכת, וחלקן כוללות קורסים שהינם חלק מהקטלוג של מדעי המחשב או המסלול בהנדסת מחשבים מהפקולטה להנדסת חשמל. בפועל קורסים של מסלולים אחרים – מתמטיקה מדעי המחשב או המסלול בהנדסת מחשבים מהפקולטה להנדסת חשמל. בפועל רק דרישת קדם אחת רלוונטית לסטודנטים במסלול התלת שנתי. כדי לייצג קשר זה של קדמים בגרף הקורסים, קשר של "או", היה עלינו להציע פתרון מתאים. לאחר כמה ניסיונות להתמודד עם קורסים שמופיעים בדרישות הקדם/ הצמוד אינם מהמסלול התלת שנתי התגבשנו על הפתרון הבא:

- במידה וביצירת גרף הקורסים מופיע בדרישות הקדם/צמוד קורס שלא חלק מהקטלוג התלת שנתי, אנו מוסיפים קורס זה לגרף בתור צומת legacy. הוספה זו מאפשרת תמיכה בסטודנטים שעומדים בדרישות הקדם שאינן של המסלול התלת שנתי, מביוון התלת שנתי, מבטיחה שנמשיך להציע לסטודנטים קורסים אך ורק מהמסלול התלת שנתי, מביוון get valid courses
- בחירה של קדמים מהמסלול התלת שנתי: פעולה זו מבוצעת בשני שלבים. בשלב ההתחלתי באופן רוחבי בשלב איסוף המידע מתבצעת המרה של הקורסים שאינם מהמסלול התלת שנתי לקורס ללא זיכוי נוסף המתאים להם. בשלב הסופי בעת יצירת גרף הקורסים נעשה שימוש בselect_cs_pre_courses שמבטיחה בחירה של אפשרות יחידה של קדמים אלו שמכילים אך ורק קורסים מהמסלול התלת שנתי. בדוגמא של מבני נתונים תבחר האפשרות: מת"מ וקומבינטוריקה למדעי המחשב.

מעגלים בגרף הקורסים:

לאחר יצירת גרף הקורסים, הוא אינו DAG. קיימים קורסים לדוגמה: הקורס "פרויקט באינטרנט של הדברים" והקורס "אינטרנט של הדברים" שנדרשים ללמוד במקביל באותו הסמסטר. זוהי דרישה שונה מדרישת הצמוד שמאפשרת ללמוד לפני או במקביל.

הקורס "פרויקט באינטרנט של הדברים" הוא צמוד של הקורס "אינטרנט של הדברים". לאחר יצירת הגרף אנו מאתרים מעגלים בגודל 2. כל מעגל בגודל 2 שכל קשתות המעגל הן מסוג צמוד, יהפוך לקורס אחד מאוחד שכולל את שני הקורסים זאת מכיוון שהקורסים חייבים להילמד באותו הסמסטר.



לפני הצגת הפלט לסטודנט אנו מפצלים קורסים שהם איחוד ומציגים אותם כשני קורסים נפרדים בתוכנית הסמסטרים. לא נתקלנו במקרים כאלו, אך במידה וקיים מעגל שאינו "מעגל צמוד" ואורכו גדול מ-2 לא הגדרנו פתרון - הגרף אינו DAG ונזרקת שגיאה מתאימה. הנחנו זאת מכיוון שלא אמורים להיות מעגלים בגרף הקורסים, אם היו קיימים כאלו סטודנט לא היה יכול לסיים את התואר ולעמוד בדרישות קדמים / צמודים.

מציאת הקורסים הזמינים לסטודנט בהינתן הקורסים שלמד עד כה:

אנו עוברים על הצמתים לפי סדר המיון הטופולוגי. בהינתן שקורס טרם נלמד אנו נוסיף אותו לרשימת הקורסים הזמינים בתנאי שלא קיים מסלול בגרף בין קורס אחר שנוסף לרשימת הקורסים הזמינים לבין קורס זה. כך עבור קלט של קורסים שהסטודנט יכול לקחת. שהסטודנט השלים עד כה בתואר, אנו מחזירים רשימה של קורסים שהסטודנט יכול לקחת.

גרף האפשרויות

לאחר שיצירת גרף הקורסים מסתיימת, מתחילה בניית גרף האפשרויות ע"י הפונקציה create_graph. הפונקציה מקבלת מהאובייקט הגלובלי Data את הState של הסטודנט ולוקחת את רשימת הקורסים שהסטודנט השלים. רשימה זו נשלחת לפונקציה get_valid_courses ששייכת לגרף הקורסים ומחזירה את רשימת הקורסים שהסטודנט רשאי ללמוד לפי הדרישות.

רשימה זו עוברת מיון וסינון נוסף על מנת להגיע לזמן ריצה סביר והרחבה על כך מופיעה בהמשך.

בשלב הבא, רשימת הקורסים נשלחת לפונקציה generate semesters, פונקציה זו מורכבת מ2 חלקים:

- 1. קריאה לפונקציה רקורסיבית gen היוצרת את כל הסמסטרים האפשריים כך שגודלו המקסימלי של כל סמסטר הוא לפי המקסימום נק"ז שהסטודנט הכניס בהעדפות האישיות שלו. הסמסטרים שנוצרו נשמרים במילון זמני כאשר המפתח הוא כמות הנק"ז והערך הוא כל הסמסטרים שזהו סכום הנק"ז בהם.
- 2. בחלק השני, הפונקציה עוברת על כל הסמסטרים שסכום הנק"ז בהם הוא בטווח הנק"ז שהסטודנט בחר ובודקת האם הקומבינציה היא ויאבילית ע"י הבדיקות הבאות:
- א. האם בסמסטר ישנם קורסים לא רלוונטיים? לדוגמה: על הסטודנט להשלים קורס אחרון בשרשרת מדעית ולכן ברשימת הקורסים האפשריים היו 5 קורסים מדעיים שהסטודנט יכול לקחת אך אין צורך בסמסטרים שבהם יש יותר מקורס מדעי אחד.
- ב. האם הסמסטר עומד בדרישה של צמודים?
 לדוגמה: הקורס הסתברות הוא צמוד(משמש כקדם אך ניתן ללמוד אותם כקורסים צמודים) של הקורס מבנה נתונים, כלומר סטודנט שצריך ללמוד מבנה נתונים חייב לעמוד בדרישת הצמוד. לכן בהכרח סמסטר חוקי הוא סמסטר שמכיל את מבני נתונים והסתברות יחד. ולכן סמסטרים המכילים את מבני נתונים בלבד אינם חוקיים(במידה ולא השלים הסתברות).
- ג. האם תאריכי המבחנים מסתדרים? אחד מהנתונים שהסטודנט מזין למערכת הוא הפרש הימים שהוא רוצה בין מבחן למבחן ולכן כל סמסטר עובר בדיקה לוודא שהפרש הימים בין תאריכי המבחנים אכן תואם להעדפת הסטודנט.
- האם קיים שיבוץ אפשרי למערכת השעות? מתבצעת בדיקה האם ניתן לבנות מערכת שעות עבור הסמסטר, כלומר האם לכל קורס בסמסטר ניתן לשבץ בלוח הזמנים השבועי הרצאה/תרגול/ מעבדה וכו' לפי הדרישות של הקורס יחד עם שאר הקורסים בסמסטר. זוהי בדיקה שהתווספה כאופטימיזציה על מנת להקטין את רשימת הסמסטרים האפשריים ולכן הרחבה על בדיקה זו בהמשך.

הסמסטרים שעברו את הבדיקות בשלב השני אלו הסמסטרים החוקיים שהפונקציה מחזירה. יתכן ואף סמסטר לא יעבור את כל הבדיקות, ועל מנת להתמודד עם מקרה זה, גם הסמסטרים שסכום הנק"ז בהם היה נמוך מהטווח נשמרו קודם וכך ניתן לבדוק את הסמסטרים שסכום הנק"ז בהם הוא המקסימלי האפשרי מבין הסמסטרים שנשמרו. פעולה זו תתבצע עד שתתקבל רשימה לא ריקה של סמסטרים להחזיר.

לאחר קבלת רשימת הסמסטרים החוקיים, הפונקציה יוצרת גרף חדש – גרף האפשרויות עם צומת התחלה "start" ומוסיפה את הסמסטרים שהתקבלו כצמתים בגרף עם קשת בין הצומת start אליהם (שכבה ראשונה). סמסטרים אלו מייצגים את כלל האפשרויות לסמסטר שהסטודנט יכול ללמוד בסמסטר הבא ללימודיו.

לאחר יצירת "שכבת" הסמסטרים הראשונה, הפונקציה עוברת על כל אחד מסמסטרים אלו וקוראת לפונקציה: add_optional_semesters_from_current_state שמקבלת סמסטר אפשרי state של הסטודנט. זוהי פונקציה add_optional_semesters_from_current_state של הסטודנט כך שלרשימת רקורסיבית שצורת פעולתה כמעט זהה לcreate_graph. הפונקציה מעדכנת את הצורסים של הסומטר שהתקבל בפרמטר. לאחר מכן גם כאן הפונקציה מקבלת את הקורסים שהוא השלים יתווספו הקורסים של הסמסטר שהתקבל כפרמטר שהתקבל את כל הסמסטרים רשימת הקורסים האפשריים, הם עוברים סינון נוסף ונשלחים לsemesters על מנת לקבל את כל הסמסטרים החוקיים. גם פה כל סמסטר שהתקבל מתווסף לגרף עם קשת בינו לבין הסמסטר שהתקבל כפרמטר. במעבר על הסמסטרים שמתקבלים, מתבצעת בדיקה האם זהו סמסטר שלאחר השלמתו הסטודנט מסיים את דרישות התואר ובמידה ואכן השלים את הדרישות הפונקציה לא תקרא שוב עבור סמסטר זה והוא מתווסף כעלה לגרף.

אופטימיזציות בבניית גרף האפשרויות

במהלך הבנייה של גרף האפשרויות אחד מהקשיים העיקריים היה ההתמודדות עם יצירת כמות אקספוננציאלית של סמסטרים.

בחלק מהמקרים התקבלו עשרות אלפי קומבינציות של סמסטרים מה שהותיר אותנו עם מאות סמסטרים חוקיים, כלומר עם מאות קשתות יוצאות בחלק מהצמתים בגרף. בנוסף חישוב הסמסטר הבא אחריו גם כן בוצע עבור כל אחד ממאות הסמסטרים הנ"ל ולכן זמן הריצה היה ארוך במיוחד.

בגרסה הראשונית של בניית הגרף, הבדיקות על כל סמסטר (קורסים רלוונטיים, צמודים, מבחנים וכו') בוצעו במהלך יצירת הסמסטר, דבר שהוביל לכך שהבדיקות בוצעו גם על סמסטרים שסכום הנק"ז בהם לא בטווח הרצוי. על מנת לחסוך בבדיקות עבור סמסטרים אלו, הפרדנו את יצירת הסמסטרים והבדיקות לשני חלקים שונים וכך הבדיקות בוצעו על כמות קטנה יותר של סמסטרים.

תיבנון מערכת שעות

פתרון נוסף שהעלינו הוא בדיקת היתכנות למערכת שעות. על מנת לצמצם את כמות הסמסטרים החוקיים הוספנו בדיקה המקבלת סמסטר ובודקת האם קיימת אפשרות לשיבוץ הדרישות השבועיות של כלל הקורסים ללא קונפליקטים. לכל קורס יתכנו ארבעה דרישות: הרצאה, תרגול, מעבדה ופרויקט. לא כל הדרישות רלוונטיות לכל קורס כלומר ישנם קורסים שיש בהם רק הרצאה או רק הרצאה ותרגול, בחלקם יש גם מעבדה ובחלקם יש רק פרויקט וכו¹. עבור כל דרישה ישנה רשימת ימים ושעות שבהם מתקיים מפגש. לדוגמה: בקורס ספרתיות הדרישות השבועיות הן שלוש שעות הרצאה ושעתיים תרגול, עבור ההרצאה ישנן 2 אפשרויות: שעתיים רצופות בימי ראשון ושעה נוספת ביום רביעי, או שלוש שעות רצופות בימי שלישי. בנוסף ישנן 10 אפשרויות לזמני תרגול במהלך השבוע.

הקושי בבניית מערכת השעות נובע מכך שלעיתים מספר קורסים מתחרים על אותו חלון זמנים ועל הסטודנט לנסות לחזות איזו בחירה לא תיצור קונפליקטים ללא פתרון עם השעות של הקורסים האחרים. כלומר יתכן קורס א' עם הרצאה שבועית אחת בלבד שמתנגשת עם הזמנים של קורס ב' אך לקורס ב' קיימות שתי אפשרויות להרצאה שבועית ולכן על ההרצאה ללא ההתנגשות עם קורס א' להיבחר. פעולה זו נהיית מורכבת אף יותר כאשר בסמסטר ישנם 5-6 קורסים וכל בחירה שנעשית עלולה ליצור קונפליקט עתידי עם קורס אחר שיתכן כי עבור בחירה שונה הוא לא היה נוצר.

הפונקציה שבודקת זאת פועלת בצורה הבאה: ראשית מתבצעת בדיקה עבור אילו מהדרישות השבועיות אין קונפליקטים כלל, כלומר האם ניתן לשבצם בלוח הזמנים ואף דרישה של קורס אחר לא מתקיימת באותו זמן. לאחר בדיקה זו נותרנו עם הדרישות של כל קורס שבהם ישנן קונפליקטים במערכת השעות וצריכה להתבצע בחירה מושכלת. מכיוון שכל בחירה שנעשית משפיעה על הבחירות הבאות בחרנו להשתמש בשיטת brute force (אפשרות נוספת היא backtracking אך כיוון שסדרי הגודל הם לכל היותר עשר תרגולים, חמש הרצאות ושלוש מעבדות ההבדל ביניהם זניח). הפונקציה יוצרת עבור כל קורס רשימה שמחזיקה את כלל האפשרויות.

לדוגמה עבור הקורס ספרתיות שהוזכר לעיל, עם שתי אפשרויות להרצאה שבועית ועשר תרגולים יתקבלו עשרים קומבינציות - כל אחד מהתרגולים יחד עם כל אחת מההרצאות. לאחר מכן הפונקציה מנסה את כל הקומבינציות של כל קורס עם כל אחת מהקומבינציות של הקורסים האחרים.

במידה ונמצאה קומבינציה ללא קונפליקטים בלוח הזמנים, הסמסטר הוא חוקי. אחרת, הפונקציה ממשיכה לבדוק את כל האפשרויות ובמידה ולא נמצא אף שיבוץ של קומבינציות, הסמסטר מוסר מרשימת הסמסטרים הויאבילים.

צמצום רשימת הקורסים החוקיים

גורם נוסף שמשפיע על כמות הסמסטרים האפשריים זוהי רשימת הקורסים המתקבלת מהפונקציה get_valid_courses גורם נוסף שמשפיע על כמות הסמסטרים האפשריים ללמוד בהתחשב בקורסים שכבר השלים. רשימה זו נשלחת לפונקציה המחזירה את רשימת הקורסים שהפשריים עם מגבלה יחידה - כמות מקסימלית של נק"ז בתואר, ולכן ככל שמספר הקורסים ברשימה גדול יותר, גם מספר הקומבינציות של סמסטרים גדל בהתאמה.

לדוגמה עבור סטודנט העומד בדרישות הקדם של 18 קורסים, מספר הקומבינציות לסמסטרים שניתן לבנות תחת מגבלת הנק"ז ומתוך רשימה זו הוא 69,792 סמסטרים אפשריים (אך לא בהכרח חוקיים). על מנת להתמודד עם הבעיה פעלנו בשתי דרכים כאשר הראשונה היא איחוד קורסים בעלי חשיבות זהה ויצירת קורסים כלליים, והשנייה היא הגבלת מספר הקורסים ע"י בחירה חכמה.

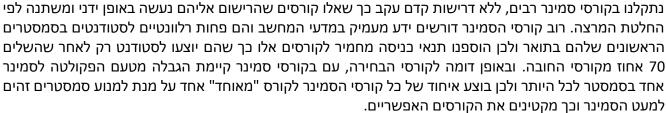
1. יצירת קורסים כלליים עבור בחירה חופשית, העשרה וספורט:

על סטודנט במסלול תלת שנתי במדעי המחשב לקחת 2 נק' של בחירה חופשית,6 נק' של קורסי העשרה(מל"ג) ו2 נק' של סטודנט במסלול תלת שנתי במדעי המחשב לקחת 2 נק' של בחירה למערכת שלושה קורסי מל"ג, קורס של ספורט. קורסים אלו ללא קדמים או דרישות מיוחדות ולכן החלטנו להכניס למערכת שלושה קורסי מפורט כללים וזאת במטרה לצמצם את מספר הקורסים האפשריים. כך אנו מונעים את יצירת האפשרויות של אותו סמסטר אך עם קורס בחירה חופשית/ העשרה/ ספורט שונה בכל אפשרות.

לפי מגבלות לימודי הסמכה ניתן להירשם לכל היותר לקורס ספורט אחד בסמסטר לכן הכנסנו את הקורסים הכלליים, "ספורט 1" ו- "ספורט 2", כך שהקורס "ספורט 1" הוא קדם של הקורס "ספורט 2". כך אנו מונעים יצירה של סמסטר אפשרי עם 2 קורסי ספורט.

כיוון שלא ניתן ללמוד יותר מ2 קורסי מל"ג בסמסטר, אחד ברישום המוקדם ואחד נוסף ברישום המאוחר. אנו מגבילים יצירה של סמסטרים כאלו באופן הבא: למערכת הוספנו 3 קורסים "העשרה 1", העשרה 2" ו-"העשרה 3". כך שהקורס "העשרה 1" הוא קדם

לקורס "העשרה 3", דבר זה מאפשר למידה של לכל היותר 2 קורסי העשרה בסמסטר.



תנאי כניסה מחמיר נוסף שהוכנס הוא עבור קורסי "נושאים מתקדמים..", גם עבור רבים מקורסים אלו לא קיימים דרישות קדם(לעיתים הופיעו תחת הערות הקורס) אע"פ שאלו קורסים לסמסטרים מתקדמים יותר בתואר ולכן תנאי הכניסה שלהם הוא השלמת הקורס אלגוריתמים 1 – 234247.

2. הגבלת מספר הקורסים:

לאחר סינון הקורסים כמו שתואר בסעיף 1, קטן מספר הקורסים האפשריים בצורה משמעותית אך עדיין המספר הסופי היה גבוה מה שהוביל לזמן ריצה לא ריאלי. על מנת להתמודד עם הבעיה הוחלט להוסיף פרמטר חיצוני שניתן לשליטה בכל ריצה של התוכנית ומהווה חסם עליון למספר הקורסים האפשריים שמהם יבנו הסמסטרים.

בחירה שרירותית של כמות קורסים מתוך הרשימה בהתאם לפרמטר הביאה לבעיה חדשה: לדוגמא עבור סטודנט שנשאר לו להשלים קורס אחד מרשימה ב' וקורס ספורט אחד, היינו מצפים ליצירת סמסטר אחרון שבו יהיו קורס מרשימה ב' והקורס ספורט. ואכן התקבלה רשימה עם 18 קורסים – 17 מתוכם קורסי רשימה ב' וקורס אחד ספורט. בהנחה שהחסם על מספר הקורסים הוא 8, יתכן שע"י בחירה שרירותית יבחרו כל שמונת הקורסים מרשימה ב' ללא הקורס ספורט שדרוש מה שיוביל לבניית 2 סמסטרים, אחד המכיל את הקורס מרשימה ב' ואחד נוסף עם הקורס ספורט. לכן על מנת לפתור זאת, אנו מבצעים בחירה חכמה של הקורסים מתוך הרשימה.

ראשית, בוצע חישוב כמה נשאר באופן יחסי לכל סוג דרישה מתוך סך כל הדרישות שנשארו לסטודנט בתואר. לאחר מכן כמות הקורסים שנבחרת מכל דרישה תואמת לכמות הנק"ז היחסית שנשארה מדרישה זו. כך שעבור הסטודנט מכן כמות הנ"ל, שנותר לו 4 נק"ז לסיום התואר, 3 עבור הקורס מרשימה ב' ו1 עבור הקורס ספורט חושבו האחוזים באופן הבא: הקורסים מרשימה ב' הם 75% והקורס ספורט הוא 25% ולכן עבור פרמטר שמגביל ל8 קורסים יבחרו 7 קורסים מרשימה ב' והקורס ספורט.

כאשר נעשית בחירה של מספר מסוים של קורסים מתוך רשימה של קורסים גדולה יותר, הקורסים ממוינים לפי מאשר נעשית בחירה של מספר מסוים של קורסים ומייצג את החשיבות של הקורס לפי מספר הקורסים שהוא importance, ערך זה מחושב לכל קורס בגרף הקורסים ומייצג את החשיבות של השובים להמשך התואר לא קדם שלהם. כך אנו דואגים שהבחירה היחסית של הקורסים לא תגרום לכך שקורסים שחשובים להמשך הודעות לכך מקבלים העדפה על פני קורסים אחרים שלא מהווים קדם לקורסים רבים אחרים. הגבלה זו נעשתה תוך מודעות לכך שהיא פוגעת בחישוב כלל האפשרויות, כלומר תתכן אפשרות לסידור הסמסטרים עד לסוף התואר שלא תופיע בגרף האפשרויות כי היא מורכבת מקורסים שלא נבחרו.

Pruning – גיזום סמסטרים

במהלך הבדיקות על גרף האפשרויות, הבחנו פעמים רבות ביצירת מסלולים ארוכים יותר ממסלולים שכבר קיימים בגרף האפשרויות, ככל הנראה מסלולים אלו לא יבחרו בריצת ה-*A שכן אחת המטרות המרכזיות היא לסיים את התואר בזמן הקצר ביותר, לכן החלטנו לגזום מסלולים שניתן לקבוע שהם עתידיים להיות ארוכים יותר מהמסלול הקצר ביותר שנמצא עד כה, וכך קיצרנו את זמני הריצה.

במהלך יצירת המסלולים לסיום התואר, הגדרנו משתנה גלובלי בשם הshortest_path_length המייצג את אורך המסלול המינימלי שנמצא לסיום התואר עד כה. בכל הגעה של התוכנית לסמסטר שבו הסטודנט מסיים את התואר מתבצעת shortest_path_length בדיקה האם אורכו של מסלול זה קטן יותר מהמסלול הקצר ביותר שידוע עד כה, וערכו של מסלול זה קטן יותר מהמסלול הקצר ביותר שידוע עד כה, וערכו של המסלול "כדאי". ניתן מתעדכן בהתאם. בנוסף בתחילת הפיתוח של כל סמסטר, מתבצעת בדיקה שמנסה לחזות האם המסלול "כדאי". ניתן לקבוע זאת בהתחשב בכמות הנק"ז שנשאר לסטודנט לסיום התואר והאם יוכל לסיים את התואר תוך כמות סמסטרים שקטנה/ שווה למסלול המינימלי שידוע עד כה.

הבדיקה מתבצעת ע"י חלוקת כמות הנק"ז שנשארה לסטודנט לכמות הנק"ז המקסימלית שאפשרית בכל סמסטר (לפי בחירת הסטודנט) ובמידה ומספר הסמסטרים שנשארו יחד עם הסמסטרים שכבר תוכננו גדולים מאורך המסלול המינימלי מוותרים על פיתוח אותו צומת מתוך הנחה כי העדיפות של האלגוריתם A* לאחר יצירת הגרף היא המסלול המהיר ביותר לסיום התואר תוך התחשבות בפרמטרים והעדפות הנוספות שהסטודנט הכניס למערכת.

שינוי "ותיעדוף" סמסטרים בפיתוח הגרף

כמה מהאופטימיזציות שהפעלנו נשענות על סכום הנק"ז בסמסטר. ע"י מיון הסמסטרים החוקיים לפי כמות הנק"ז ניתן להגיע לתוצאות טובות יותר שכן כך יתקבלו תחילה פיתוחים של סמסטרים עם כמות הנק"ז הגבוהה ביותר. אופן פיתוח זה יוביל לפיתוח המסלול הקצר ביותר לסיום התואר לפני מסלולים ארוכים יותר וכך יתבצעו גיזומים רבים יותר של סמסטרים (מסלולים) לא כדאיים.

חיפוש בגרף האפשרויות

לאחר שלב איסוף המידע, בניית גרף הקורסים ובנייתו של גרף האפשרויות, המערכת מבצעת חיפוש בעזרת אלגוריתם *A למציאת המסלול הקצר ביותר לסיום התואר.

הקוד של *A בו השתמשנו לטובת החיפוש נלקח מספריית network מכיוון שאת הגרף בנינו בעזרת ספריה זו.

<u>קלט</u> – גרף האפשרויות, היוריסטיקה ופונקצית משקל על הקשתות.

<u>פלט</u> – מסלול עבור הסטודנט , כלומר תוכנית סמסטרים שתוביל לסיום התואר.

היוריסטיקות

את החיפוש ערכנו עם 3 היוריסטיקות שונות:

- Vanilla .1
- h מספר הנק"ז שנשארו לסטודנט לסיום התואר לאחר שלמד את הקורסים המוצעים בצומת v בגרף האפשרויות.

.v באשר המשקל מוגדר להיות מספר הנק"ז המוצע בסמסטר – u o v משקל הקשת – g

- Importance & small semesters .2
- . של הקורסים המוצעים בצומת importance של הקורסים h

.v באשר המשקל מוגדר להיות מספר הנק"ז המוצע בסמסטר – g באשר המשקל u o v

Large semesters .3

h – מספר הנק"ז שנשארו לסטודנט לסיום התואר לאחר שלמד את הקורסים המוצעים בצומת v בגרף האפשרויות.

.v באשר המשקל מוגדר להיות מספר הנק"ז המוצע בסמסטר u o v (משקל הקשת) $^{-1}$ – g

קבילות ועקביות היוריסטיקות

נניח A,B,C צמתים כך שכל צומת מייצגת סמסטר חוקי לסטודנט (הרכב קורסים).

:נזכיר

$$H(A) \leq actual \ cost \ to \ goal$$
 – קביל

$$H(A) - H(C) \leq cost(A \text{ to } C) -$$
עקבי

:Vanilla .1

נוביח שהיוריסטיקה עקבית כלומר שמתקיים $H(A) - H(B) \leq cost(A,B) = g(A,B)$ ולכן ממשפט גם נוביח שהיוריסטיקה עקבית כלומר שמתקיים הבילה.

$$H(A) \leq_{(*)} (Total\ points\ to\ graduate) - (g(a_1, a_2) + \cdots + g(a_n, A))$$

(*) – שכן יתכן וחלק מהנקודות לא נלקחות בחשבון למשל במקרה בו יש חריגה במספר הנקודות של רשימה א' + ב'.

$$H(B) = H(A) - g(A, B)$$

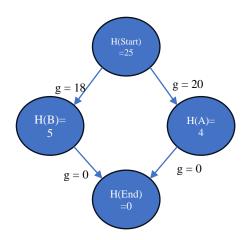
 $H(A) - H(B) = H(A) - (H(A) - g(A, B)) = g(A, B)$
 $g(A, B) \le cost(A, B) = g(A, B) \Rightarrow H(A) - H(B) \le cost(A, B)$

:Importance & small semesters .2

אינה קבילה לכן לפי משפט אינה עקבית. נראה ע"י דוגמה נגדית:

$$H(S) = 25 \le 18 + 0 = 18$$

דוגמא לסטודנט בשנה האחרונה לתואר, כך שנשארו לו 18 נקז אחרונים, בגרף האפשרויות הבא רואים כי ישנם 2 מסלולים אפשריים לסיום התואר, אחד עם סמסטר בעל 20 נק"ז (A) שהimportance של הקורסים בו הוא 4 וסמסטר נוסף עם 18 נקז שהimportance של הקורסים בו הוא 5.



g = 1/18 H(Start) = 18 g = 1/20 H(B) = 0 g = 0 g = 0 g = 0

:Large semesters .3

אינה קבילה לכן לפי משפט אינה עקבית. נראה ע"י דוגמה נגדית: $H(S)=18 \nleq cost(S,A)=rac{1}{20}$

דוגמא לסטודנט בשנה האחרונה לתואר, כך שנשארו לו 18 נקז אחרונים, בגרף האפשרויות הבא רואים כי ישנם 2 מסלולים אפשריים לסיום התואר, אחד עם סמסטר בעל 20 נק"ז (A) וסמסטר נוסף עם 18 נקז.

היוריסטיקות 2 ו-3 אינן קבילות ולכן התוצאה המתקבלת לאחר חיפוש בעזרתן, לא מבטיחה פתרון אופטימלי.

ניסויים למערכת

מטרות הניסויים

- MAX AVAILABLE COURSES לפרמטר tuning ביצוע
- הערכת השפעת האופטימיזציות השונות על בניית גרף האפשרויות
 - הערכה והשוואה בין תוצאות החיפוש עבור היוריסטיקות שונות

על מנת להשיג תוצאות אלו, הניסויים חולקו לשני חלקים. שלבי הניסוי מחולקים באופן הבא:

- 1. **שלב ראשון Tuning –** כיוונון הערך שלMAC בהתאם לנק"ז שנשארו לסיום התואר.
- 2. שלב שני Optimizations Power הרצה של סטודנטים רבים עם וללא אופטימיזציות והשוואת התוצאות.

תשתית ניסויים

לטובת הניסויים הקמנו תשתית ניסויים. עבור האופטימיזציות שרצינו לבחון הוספנו דגלים במערכת, וכל קונפיגורציה של ניסוי מקנפגת אילו אופטימיזציות להפעיל בעזרת קובץ json שמתאר את הניסוי.

בנוסף יצרנו מאגר דוגמאות של 51 סטודנטים, משלבים שונים בתואר. כל סטודנט מתאר מצב אקדמי אפשרי, כלומר את הקלט למערכת שלנו שהינו מספרי הקורסים שהסטודנט השלים עד כה.

מאגר הסטודנטים כולל סטודנט חדש, new_student, שטרם השלים ולו קורס בודד וכעשרה סטודנטים שהשלימו סמסטר אחד, עשרה שהשלימו שני סמסטרים, עשרה שהשלימו שלושה סמסטרים וכו'...

המאגר מורכב מכמה "פרופילים" שונים של סטודנטים, כוללים סטודנטים עם רקע אקדמי סטנדרטי של סטודנט בפקולטה וכאלו עם רקע אקדמי שכולל בחירת קורסים אקראית. הקפדנו בבניית המאגר שכל הסטודנטים עומדים ב"חוק הקדמים", כלומר לא למדו קורס לפני שלמדו את קורס הקדם שלו.

את מאגר דוגמאות הסטודנטים ניתן לראות בפרק הנספחים (<u>דוגמאות סטודנטים</u>).

MAX AVAILABLE COURSES Tuning – 1 שלב

רקע – כפי שהזכרנו בפרק האופטימיזציות בבניית גרף האפשרויות, מכיוון שמספר הקורסים הזמינים הוא רב, כאשר אנו מייצרים את גרף האפשרויות אנו לא מייצרים את כל הסמסטרים האפשריים לסטודנט. מכל צומת בגרף האפשרויות מייצרים את גרף האפשריים לאחר למידת אותו הסמסטר. הערך המייצגת סמסטר אפשרי, מפותחים הבנים שלו – הסמסטרים שאפשריים לאחר למידת אותו הסמסטר. הערך MAX AVAILABLE COURSES

ראינו, שככל שדרוש גרף אפשרויות עם יותר שכבות, דרושה הגבלה חמורה יותר על מספר הקורסים הזמינים – כלומר ערך (MAC) ממוך יותר. במילים אחרות סטודנטים שנותרו להם נק"ז רב יותר דורשים ערך (MAC) ממור יותר. של ממור יותר.

עבדנו עם מגבלת זמן ריצה (timeout) של 10 דקות, והגדרנו שעבור זמן ריצה ארוך מהמגבלה התוצאות אינן רלוונטיות. זאת בעצת המנחה, במטרה לאפשר זמני ריצה הגיוניים לניסויים שלנו ומההנחה שזמן המתנה ארוך מ10 דקות אינו סביר בשימוש במערכת

מטרת שלב זה, שלב הTuning, היה למצוא את הערך המתאים לכל סטודנט בהתאם למספר נקודות הזכות שנותרו לו לסיום התואר.

כך כאשר האופטימיזציה של הגבלת מספר הקורסים תפעל, הערך יותאם למצב האקדמי של הסטודנט.

ועבור הסטודנטים במאגר הסטודנטים MAX AVAILABLE COURSES=[6,8,10,12,15]

תחילה עבדנו עם אפשרויות עלו לערכי MAX כדי למצוא את הערך המתאים לפי נק"ז שנותר לסוף התואר.

מכיוון שהתוצאות לא היו חד משמעיות, החלטנו להרחיב את הניסוי ולהריץ את הניסוי גם עבור ערכי הביניים של MAC שטרם נבדקו.

timeout=10m עם MAX_AVAILABLE_COURSES=[6,7,8,9,10,11,12,13,14,15] הסטודנטים במאגר

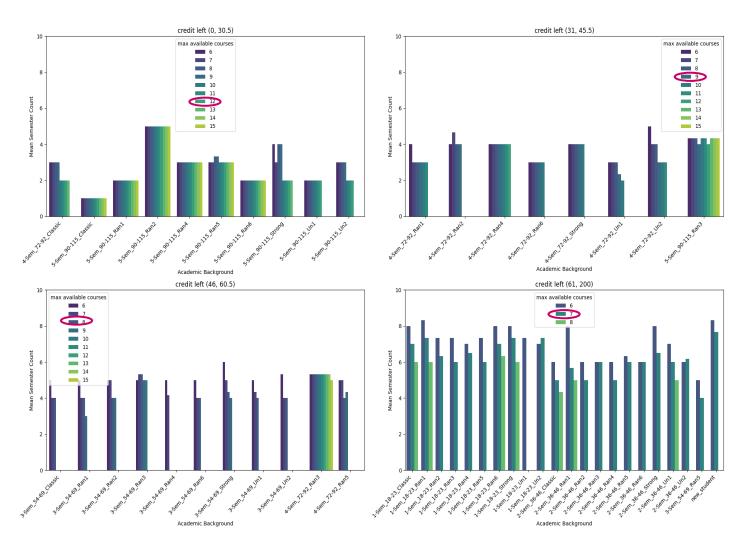
בניסוי זה הרחבנו את טווח הערכים לערך הMAC. כדי לנסות ולמצוא את ערך הMAC המקסימלי לכל קבוצה של רקע אקדמי בהתאם למספר הנקודות שנותרו לסיום התואר.

timeout=10m עם MAX_AVAILABLE_COURSES=[6,7,8,9,10,11,12,13,14,15] הסטודנטים במאגר

לניסוי זה יצרנו מאגר סטודנטים חדש, עם רקע אקדמי שנבחר באופן רנדומלי. זאת במטרה להגדיל את מאגר הסטודנטים שלנו. רקע אקדמי זה נבחר באופן רנדומלי והבטיח שהסטודנטים למדו קורסים באופן שמקיים את דרישות הקדם של שלנו. רקע אקדמי זה נביסוי זה לא היו תוצאות חד הקורסים. ניסינו לתת למערכת לעבוד עם טווח זה של ערכי MAC והשוונו את התוצאות. בניסוי זה לא היו תוצאות חד משמעיות, ולא קיבלנו איזשהי מגמה אחידה שתסייע בבחירת ערך הMAC לכל קבוצה של קורסים שכזו ברקע האקדמי עלולה שהרקע האקדמי שנבחר באופן רנדומלי היווה מעין "רעש" למערכת שלנו. בחירה של קורסים שכזו ברקע האקדמי עלולה להוביל למצב בו התואר מתארך, מכיוון שישנם קורסים שמהווים קדם לשרשרת רבה של קורסי חובה ובחירה.

לסיכום, החלטנו להתבסס בהחלטתנו על ערכי הMAC על מאגר הסטודנטים הראשוני בלבד. כפי שניתן לראות בגרף המצורף, מספר הסמסטרים שהמערכת מציעה נמוך יותר עבור ערכי MAC גבוהים יותר. בנוסף ככל שערך הMAC גבוה יותר זמן הריצה ארוך יותר. ערכי MAC גבוהים מאפשרים מבחר רחב יותר של קורסים בבניית כל שכבה בגרף האפשרויות, כך ניתן ליצור יותר צמתים שמייצגים סמסטרים אפשריים. דבר אשר מגדיל את גרף האפשרויות באופן אקספוננציאלי.

Mean Semester Count by Academic Background



שלב 2 – ניסוי אופטימיזציות

רקע- מכיוון שבניית גרף האפשרויות ארכה זמן רב, הוספנו מספר אופטימיזציות כדי לקבל מסלול לסיום התואר בזמן ריצה סביר. ניסוי זה מטרתו להעריך ולהשוות את השפעת האופטימיזציות השונות ולסקור ולהשוות את היוריסטיקות השונות בהן השתמשנו לטובת החיפוש.

מהלך הניסוי

כדי לבחון את השפעתן של אופטימיזציות אלו, יצרנו 1,632 קונפיגורציות של ניסויים. בניסויים התמקדנו ב-5 אופטימיזציות שהן חלק בבניית גרף האפשרויות:

- Limit Available Courses .1
- Develop options graph by priority .2
 - Pruning .3
 - Time table conflicts .4
 - Test conflicts .5

עליהן ניתן לקרוא עוד בפרק האופטימיזציות.

הניסויים כללו קומבינציות שונות של שילובים של אופטימיזציות. 32 שילובים שונים – כולל הרצה ללא אופטימיזציות וכולל הפעלה של כל האופטימיזציות יחד.

 $.51 \cdot 32 = 1632$ - כך שעבור כל סטודנט במאגר הסטודנטים הכנו 32 קונפיגורציות ניסוי

עבדנו עם מגבלת זמן ריצה (timeout) של 10 דקות, והגדרנו שעבור זמן ריצה ארוך מהמגבלה התוצאות אינן רלוונטיות. זאת בעצת המנחה, במטרה לאפשר זמני ריצה הגיוניים לניסויים שלנו ומההנחה שזמן המתנה ארוך מ-10 דקות אינו סביר בשימוש במערכת.

בכדי לייעל את הרצת הניסויים חילקנו את ההרצות לשני שלבים:

- בשלב הראשון הרצנו כ-1,000 ניסויים, כך שכיסינו את כל הסטודנטים ממאגר הסטודנטים שהרקע האקדמי שלהם כולל 3 סמסטרים או פחות.
- בשלב השני, כדי למקד את עבודתנו ובעצת המנחה החלטנו לבחור קומבינציות ספציפיות של אופטימיזציות אותן נסקור בדו"ח זה.

תוצאות הניסויים

חלק 1: אופטימיזציות בבניית הגרף

| # | | | | Successful | Mean | Mean | Mean Numb |
|---|--|-------------|-------|-------------|-------|----------|--------------|
| | | Number of | Timed | Experiments | Run | Number | er of |
| | Optimization Configuration | Experiments | Out | Percentage | Time | of Nodes | Edges |
| 1 | time table conflicts & tests conflicts & | | | | | | |
| | pruning & limit available courses & | | | | | | |
| | develop options graph by priority | 22.0 | 4.0 | 81.8 | 51.6 | 615.5 | 741.9 |
| 2 | time table conflicts & tests conflicts & | | | | | | |
| | limit available courses & develop | | | | | | |
| | options graph by priority | 22.0 | 4.0 | 81.8 | 56.7 | 624.7 | 825.4 |
| 3 | time table conflicts & limit available | | | | | | |
| | courses & develop options graph by | | | | | | |
| | priority | 22.0 | 6.0 | 72.7 | 120.4 | 1411.3 | 1911.6 |
| 4 | pruning & limit available courses & | | | | | | |
| | develop options graph by priority | 22.0 | 8.0 | 63.6 | 274.8 | 4217.4 | 4957.0 |
| 5 | limit available courses & develop | | | | | | |
| | options graph by priority | 22.0 | 11.0 | 50.0 | 270.1 | 3235.8 | 4349.9 |
| 6 | limit available courses | 22.0 | 21.0 | 4.5 | 26.1 | 324.0 | 453.0 |
| 7 | no optimization | 22.0 | 22.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |

(Table 1: Optimization Experiments Summary Table - credit left is more than 61)

את התוצאות ריכזנו בטבלה מסכמת. יצרנו טבלה כזו עבור כל קבוצה של סטודנטים לפי כמות הנקודות שנותרו לסיום התואר. זאת מכיוון שעבור סטודנטים שנותרו להם נקודות רבות לסיום התואר, מתאים גרף אפשרויות גדול יותר. ככל שגרף האפשרויות גדול יותר הצורך באופטימיזציות בבניית הגרף עולה.

עמודות הטבלה:

האופטימיזציות שהופעלו בניסויים אלו. – Optimization Configuration

. מספר הניסויים בקונפיגורציה זו. – Number of Experiments

- Timed Out – מספר הניסויים שארבו יותר מ-10 דקות.

.(time out) אחוז הניסויים שארבו פחות מ-10 דקות (לא הגיעו -Successful Experiments Percentage).

Mean Run Time – ממוצע זמן הריצה, זהו זמן הריצה הכולל של הניסוי. הכולל את ריצת כל שלבי המערכת – איסוף המידע, בניית גרף הקורסים, בניית גרף האפשרויות וחיפוש. זמני הריצה של איסוף המידע ובניית גרף הקורסים הוא קבוע לכל ריצה ולא משתנה בעקבות האופטימיזציות. בנוסף מתוצאות הניסויים עולה שזמן החיפוש קרוב לאפס ולכן שולי.

. ממוצע מספר האפשרויות – Mean Number of Nodes

. ממוצע מספר הקשתות בגרף האפשרויות – Mean Number of Edges

ניתן לראות שבהרצה ללא אופטימיזציות (שורה 7 בטבלה לעיל), כל הניסויים לא מסיימים את ריצתם לפני הtime out. כאשר הפעלנו רק את limit available courses, עבור סטודנטים שנותרו להם 61 או יותר נקודות זכות להשלים(שורה 6 בטבלה לעיל), רק ניסוי אחד הצליח לסיים את הריצה לפני הtimeout. נציין שכל יתר האופטימזציות שהופעלו לבדן, לא הניבו תוצאות לפני הגעה לtimeout (לא מופיע בטבלה זו). כפי שניתן לראות עם אופטימיזציה זו בלבד רק סטודנט אחד סיים את ריצתו לפני הגעה timeout. תוצאה זו הינה חריגה מכיוון שהניסוי הסתיים באופן משמעותי מהר יותר עבור ניסוי זה. מבדיקתנו עלה כי ניסוי זה נערך עבור סטודנט עם רקע אקדמי ייחודי שלא מאפיין כל כך סטודנטים בפקולטה. ניתן לראות את סטודנט זה במאגר דוגמאות הסטודנטים בפרק הנספחים (Sem_36-46_Ran1-2).

כפי שניתן לראות כאשר הופעלו האופטימיזציות limit available courses & develop options graph by priority, עבור נפי שניתן לראות כאשר הופעלו האופטימיזציות להשלים(שורה 5 בטבלה לעיל), נשים לב שאחוזי ההצלחה עלו ל50% . 11 ניסויים לא הסתיימו במגבלת הזמן של 10 דקות.

עבור תוספת של אופטימיזצית pruning יחד עם האופטימיזציות הקודמות (הקונפיגורציה בשורה 4 בטבלה לעיל) עלו אחוזי ההצלחה ל63.6%. זמן הריצה עלה בממוצע ב4 שניות.

למרות שאופטימיזצית pruning מקטינה את גרף האפשרויות, נראה כי ממוצע מספר הצמתים והקשתות עלה. בדקנו זאת ועלה כי הסיבה לעליה במספר הצמתים והקשתות היא כיוון שיותר ניסויים הסתיימו בהצלחה, ניסויים שלא הסתיימו בהצלחה לא נכנסים לממוצע זה. מכיוון שכל סטודנט הוא בעל רקע אקדמי מעט שונה, קיים לו גרף אפשרויות שונה, מכיוון שמתאימים לו סמסטרים אחרים. שינוי של קורס אחד, יכול לעלות בהוספה של סמסטר נוסף לתואר ובהתאמה אצלנו, צמתים נוספים בגרף האפשרויות. ניתן לראות בהקשר זה שכאשר משווים את הקונפיגורציה שכוללת את כל האופטימיזציות (שורה 1 בטבלה לעיל) עם התוצאות עבור אותה קונפיגורציה למעט ההפעלה של אופטימיזצית הpruning (שורה 2 בטבלה לעיל), שהתקבלו אחוזי הצלחה זהים ואכן כאשר מופעלת אופטימיזצית הpruning ישנה ירידה בממוצע מספר הצמתים והקשתות בגרף האפשרויות.

מתוצאות הניסויים ניתן לראות מגמה אחידה בכל חתכי הניסויים, שאחוזי ההצלחה בניסויים עלו ככל שהופעלו מספר רב יותר של אופטימיזציות.

| # | | | | | | | Mean |
|---|--|-------------|-------|-------------|-------|----------|--------|
| | | | | Successful | Mean | Mean | Numb |
| | | Number of | Timed | Experiments | Run | Number | er of |
| | Optimization Configuration | Experiments | Out | Percentage | Time | of Nodes | Edges |
| 1 | time table conflicts & tests conflicts & | | | | | | |
| | pruning & limit available courses & | | | | | | |
| | develop options graph by priority | 11 | 2 | 81.8 | 81.0 | 1509.8 | 1950.7 |
| 2 | time table conflicts & tests conflicts & | | | | | | |
| | limit available courses & develop | | | | | | |
| | options graph by priority | 11 | 3 | 72.7 | 67.2 | 895.5 | 1282.1 |
| 3 | time table conflicts & limit available | | | | | | |
| | courses & develop options graph by | | | | | | |
| | priority | 11 | 5 | 54.5 | 141.7 | 1965.0 | 2827.8 |
| 4 | pruning & limit available courses & | | | | | | |
| | develop options graph by priority | 11 | 6 | 45.5 | 166.2 | 3094.4 | 3692.2 |
| 5 | limit available courses & develop | | | | | | |
| | options graph by priority | 11 | 7 | 36.4 | 189.7 | 2344.5 | 3119.5 |
| 6 | limit available courses | 11 | 8 | 27.3 | 189.4 | 2242.0 | 2838.3 |
| 7 | no optimization | 11 | 10 | 9.1 | 8.2 | 32.0 | 37.0 |

(Table 2: Optimization Experiments Summary Table - credit left is between 46 and 60)

| # | | | | | | | Mean |
|---|--|-------------|-------|-------------|-------|----------|--------|
| | | | | Successful | Mean | Mean | Numb |
| | | Number of | Timed | Experiments | Run | Number | er of |
| | Optimization Configuration | Experiments | Out | Percentage | Time | of Nodes | Edges |
| 1 | time table conflicts & tests conflicts & | | | | | | |
| | pruning & limit available courses & | | | | | | |
| | develop options graph by priority | 8 | 2 | 75.0 | 58.9 | 1061.7 | 1344.7 |
| 2 | time table conflicts & tests conflicts & | | | | | | |
| | limit available courses & develop | | | | | | |
| | options graph by priority | 8 | 1 | 87.5 | 166.0 | 2267.4 | 3083.7 |
| 3 | time table conflicts & limit available | | | | | | |
| | courses & develop options graph by | | | | | | |
| | priority | 8 | 3 | 62.5 | 201.4 | 2675.6 | 3762.6 |
| 4 | pruning & limit available courses & | | | | | | |
| | develop options graph by priority | 8 | 4 | 50.0 | 123.1 | 1838.5 | 2435.0 |
| 5 | limit available courses & develop | | | | | | |
| | options graph by priority | 8 | 4 | 50.0 | 196.9 | 2884.3 | 4035.8 |
| 6 | limit available courses | 8 | 4 | 50.0 | 212.5 | 3139.8 | 4407.5 |
| 7 | no optimization | 8 | 7 | 12.5 | 7.1 | 31.0 | 36.0 |

(Table 3: Optimization Experiments Summary Table - credit left is between 31 and 45)

| # | | | | | | | Mean |
|---|--|-------------|-------|-------------|------|----------|--------|
| | | | | Successful | Mean | Mean | Numb |
| | | Number of | Timed | Experiments | Run | Number | er of |
| | Optimization Configuration | Experiments | Out | Percentage | Time | of Nodes | Edges |
| 1 | time table conflicts & tests conflicts & | | | | | | |
| | pruning & limit available courses & | | | | | | 21337. |
| | develop options graph by priority | 10 | 0 | 100.0 | 67.2 | 17318.0 | 6 |
| 2 | time table conflicts & tests conflicts & | | | | | | |
| | limit available courses & develop | | | | | | |
| | options graph by priority | 10 | 2 | 80.0 | 41.4 | 625.9 | 936.3 |
| 3 | time table conflicts & limit available | | | | | | |
| | courses & develop options graph by | | | | | | |
| | priority | 10 | 3 | 70.0 | 85.9 | 2069.1 | 3447.3 |
| 4 | pruning & limit available courses & | | | | | | |
| | develop options graph by priority | 10 | 3 | 70.0 | 40.4 | 4720.3 | 5001.3 |
| 5 | limit available courses & develop | | | | | | |
| | options graph by priority | 10 | 4 | 60.0 | 10.0 | 123.2 | 187.5 |
| 6 | limit available courses | 10 | 4 | 60.0 | 11.9 | 155.8 | 241.0 |
| 7 | no optimization | 10 | 7 | 30.0 | 4.4 | 8.7 | 8.7 |

(Table 4: Optimization Experiments Summary Table - credit left is between 30 and 0)

חלק 2: תוצאות החיפוש עם היוריסטיקות שונות

| | | | Successf ul | g=weig Mean | duation ht Mea | | g=weig Mean | Mea | Mean | gradua g=invei Mean | rse_wei | |
|------------------------|---------|----------|----------------|----------------|----------------------|--------|----------------|-------|--------|---------------------------|---------|--------|
| | Number | | Experim | Seme | n | error | Seme | n | error | Seme | n | error |
| | of . | <u>-</u> | ents | ster | Path | in | ster | Path | in | ster | Path | in |
| Optimization | Experim | Timed | Percent | Coun | Cred | credit | Coun | Cred | credit | Coun | Cred | credit |
| Configuration | ents | Out | age | t 1 | its 1 | left 1 | t 2 | its 2 | left 2 | t 5 | its 5 | left 5 |
| time table | | | | | | | | | | | | |
| conflicts & tests | | | | | | | | | | | | |
| conflicts & | | | | | | | | | | | | |
| pruning & limit | | | | | | | | | | | | |
| available courses | | | | | | | | | | | | |
| & develop | | | | | | | | | | | | |
| options graph by | 22 | 4 | 01.0 | - - | 01.0 | C 7 | F 7 | 01.0 | C 7 | F 0 | 04.1 | 0.0 |
| priority time table | 22 | 4 | 81.8 | 5.7 | 91.0 | 6.7 | 5.7 | 91.0 | 6.7 | 5.9 | 94.1 | 9.9 |
| conflicts & tests | | | | | | | | | | | | |
| conflicts & limit | | | | | | | | | | | | |
| available courses | | | | | | | | | | | | |
| & develop | | | | | | | | | | | | |
| options graph by | | | | | | | | | | | | |
| priority | 22 | 4 | 81.8 | 6.0 | 91.9 | 7.6 | 5.9 | 91.9 | 7.7 | 6.0 | 95.1 | 10.8 |
| time table | | 7 | 01.0 | 0.0 | 31.3 | 7.0 | 3.3 | 31.3 | 7.7 | 0.0 | 33.1 | 10.0 |
| conflicts & limit | | | | | | | | | | | | |
| available courses | | | | | | | | | | | | |
| & develop | | | | | | | | | | | | |
| options graph by | | | | | | | | | | | | |
| priority | 22 | 6 | 72.7 | 5.3 | 89.8 | 6.2 | 5.3 | 89.8 | 6.2 | 5.3 | 92.0 | 8.3 |
| pruning & limit | _ == | - | | | | | | | | | | |
| available courses | | | | | | | | | | | | |
| & develop | | | | | | | | | | | | |
| options graph by | | | | | | | | | | | | |
| priority | 22 | 8 | 63.6 | 5.1 | 87.3 | 5.8 | 5.1 | 87.3 | 5.8 | 5.1 | 91.5 | 9.9 |
| limit available | | | | | | | | | | | | |
| courses & | | | | | | | | | | | | |
| develop options | | | | | | | | | | | | |
| graph by priority | 22 | 11 | 50.0 | 5.2 | 86.3 | 5.1 | 5.1 | 86.3 | 5.1 | 5.1 | 90.1 | 8.9 |
| limit available | | | | | | | | | | | | |
| courses | 22 | 21 | 4.5 | 5.0 | 81.5 | 6.5 | 5.0 | 81.5 | 6.5 | 5.0 | 86.5 | 11.5 |
| | 22 | 22 | 0.0 | _ | _ | - | _ | _ | - | _ | _ | - |

(Table 5: Heuristics Comparison Summary Table - credit left is more than 61)

עמודות הטבלה עבור כל יוריסטיקה:

-Mean Semester Count ממוצע מספר הסמסטרים שהתקבלו עד לסוף התואר.

– ממוצע מספר הנקז במסלול לסוף התואר – Mean Path Credits

Mean error in credit left – ממוצע על הפרש הנקז בין כמות הנקז הדרושה לסיום לבין כמות הנקז של המסלול הנבחר בפועל.

שאר העמודות: Successful Experiments Percentage, Timed out, Number of Experiments – זהות לטבלאות – למעלה.

בטבלה בה מוצגים סטודנטים שנותרו להם 61 נקז ומעלה להשלמת התואר ניתן לראות כי תוצאות יוריסטיקות מס 1 ו2 כמעט זהות אך היוריסטיקה השלישית מביאה תוצאות טובות פחות. בשלושת היוריסטיקות ממוצע מספר הסמסטרים נע בין 5 סמסטרים ל6 במקרה הגרוע ביותר, אך בכמות הנקז יש הבדל , בשני היוריסטיקות הראשונות כמות הנקז נעה בין 81.5 ל19 וממוצע ההפרש בין כמות הנקז הדרושה לעומת הכמות שהוצעה היא בטווח 5.1-8.3.

ניתן לראות כי בכל הטבלאות(עבור כל טווח של נקז לסיום התואר) , השורה הראשונה והרביעית שמייצגות ריצה שזהה לריצה בשורות 2 ו5 בהתאמה אך עם הוספת האופטימיזציה pruning, מתקבל מספר סמסטרים ממוצע קטן/שווה לעומת השורה ללא ה pruning כלומר pruning זוהי אופטימיזציה שמביאה תוצאה טובה יותר.

כאשר מספר הנקז שנותר הוא גדול מ60, תוצאות האלגוריתם הטובות ביותר(בשימוש ביוריסטיקות 1,2) מתקבלות כאשר נעשה שימוש במספר הקטן ביותר של אופטימיזציות אך כאשר נותרו פחות מ60 נקז לסיום התואר התוצאות הטובות ביותר מעשה שימוש באופטימיזציות. נשים לב שבריצה עם מספר האופטימיזציות הקטן ביותר, כל מתקבלות בריצות בהן כן נעשה שימוש באופטימיזציות. נשים לב שבריצה עם מספר האופטימיזציות הקטן ביותר, כל הריצות נכשלו למעט ריצה אחת כלומר זוהי תוצאה חריגה. מבדיקתנו עלה כי ניסוי זה נערך עבור סטודנט עם רקע אקדמי ייחודי שלא מאפיין כל כך סטודנטים בפקולטה. ניתן לראות את סטודנט זה במאגר דוגמאות הסטודנטים בפרק הנספחים ייחודי שלא מאפיין כל כך סטודנטים בפקולטה. כלומר גם עבור מספר נקז שגדול מ60 התוצאות מתיישרות עם האבחנות שהסקנו.

| | Num | | Successf | vanilla- for grad | duation | | | ortance, | | gradua | • | |
|---------------------------|-------|----|----------|----------------------|---------|--------|----------------|----------|--------|-----------------|--------|--------|
| | ber | Ti | ul | g=weig Mean | Mea | Mean | g=weig Mean | Mea | Mean | g=inver Mean | se_wei | Mean |
| | of | m | Experim | Seme | n | error | Seme | n | error | Seme | n | error |
| | Exper | ed | ents | ster | Path | in | ster | Path | in | ster | Path | in |
| Optimization | imen | 0 | Percent | Coun | Cred | credit | Coun | Cred | credit | Coun | Cred | credit |
| Configuration | ts | ut | age | t 1 | its 1 | left 1 | t 2 | its 2 | left 2 | t 5 | its 5 | left 5 |
| time table conflicts & | | | | | | | | | | | | |
| tests conflicts & pruning | | | | | | | | | | | | |
| & limit available courses | | | | | | | | | | | | |
| & develop options graph | | | | | | | | | | | | |
| by priority | 11 | 2 | 81.8 | 4.1 | 58.7 | 4.2 | 4.1 | 58.7 | 4.2 | 4.2 | 61.4 | 6.8 |
| time table conflicts & | | | | | | | | | | | | |
| tests conflicts & limit | | | | | | | | | | | | |
| available courses & | | | | | | | | | | | | |
| develop options graph by | | | | | | | | | | | | |
| priority | 11 | 3 | 72.7 | 4.3 | 58.8 | 4.5 | 4.3 | 58.8 | 4.5 | 4.5 | 63.6 | 9.4 |
| time table conflicts & | | | | | | | | | | | | |
| limit available courses & | | | | | | | | | | | | |
| develop options graph by | | | | | | | | | | | | |
| priority | 11 | 5 | 54.5 | 4.3 | 57.2 | 3.2 | 4.3 | 57.2 | 3.2 | 4.3 | 60.8 | 6.8 |
| pruning & limit available | | | | | | | | | | | | |
| courses & develop | | | | | | | | | | | | |
| options graph by priority | 11 | 6 | 45.5 | 4.2 | 55.4 | 2.5 | 4.2 | 55.4 | 2.5 | 4.2 | 59.7 | 6.8 |
| limit available courses & | | | | | | | | | | | | |
| develop options graph by | | | | | | | | | | | | |
| priority | 11 | 7 | 36.4 | 4.5 | 54.3 | 2.1 | 4.5 | 54.3 | 2.1 | 4.5 | 58.1 | 6.0 |
| limit available courses | 11 | 8 | 27.3 | 4.7 | 53.5 | 1.3 | 4.7 | 53.5 | 1.3 | 4.7 | 54.7 | 2.5 |
| | 11 | 10 | 9.1 | 5.0 | 52.5 | 1.0 | 5.0 | 52.5 | 1.0 | 5.0 | 52.5 | 1.0 |

(Table 6: Heuristics Comparison Summary Table - credit left is between 46 and 60)

| | Num | | Successf | - | h=creduation | | h=impo g=weig | ortance, | | gradua | its left f tion, rse_wei | |
|---------------------------|-------|----|----------|------|--------------|--------|------------------|----------|--------|--------|--------------------------------|--------|
| | ber | Ti | ul | Mean | Mea | Mean | Mean | Mea | Mean | Mean | Mea | Mean |
| | of | m | Experim | Seme | n | error | Seme | n | error | Seme | n | error |
| | Exper | ed | ents | ster | Path | in | ster | Path | in | ster | Path | in |
| Optimization | imen | 0 | Percent | Coun | Cred | credit | Coun | Cred | credit | Coun | Cred | credit |
| Configuration | ts | ut | age | t 1 | its 1 | left 1 | t 2 | its 2 | left 2 | t 5 | its 5 | left 5 |
| time table conflicts & | | | | | | | | | | | | |
| tests conflicts & pruning | | | | | | | | | | | | |
| & limit available courses | | | | | | | | | | | | |
| & develop options graph | | | | | | | | | | | | |
| by priority | 8 | 2 | 75.0 | 3.3 | 42.8 | 3.2 | 3.3 | 42.8 | 3.2 | 3.5 | 46.9 | 7.3 |
| time table conflicts & | | | | | | | | | | | | |
| tests conflicts & limit | | | | | | | | | | | | |
| available courses & | | | | | | | | | | | | |
| develop options graph by | | | | | | | | | | | | |
| priority | 8 | 1 | 87.5 | 3.4 | 43.4 | 3.4 | 3.4 | 43.4 | 3.4 | 4.0 | 49.5 | 9.6 |
| time table conflicts & | | | | | | | | | | | | |
| limit available courses & | | | | | | | | | | | | |
| develop options graph by | | | | | | | | | | | | |
| priority | 8 | 3 | 62.5 | 3.4 | 41.5 | 2.1 | 3.4 | 41.5 | 2.1 | 3.4 | 44.0 | 4.6 |
| pruning & limit available | | | | | | | | | | | | |
| courses & develop | | | | | | | | | | | | |
| options graph by priority | 8 | 4 | 50.0 | 3.5 | 42.0 | 1.5 | 3.5 | 42.0 | 1.5 | 3.5 | 43.5 | 3.0 |
| limit available courses & | | | | | | | | | | | | |
| develop options graph by | | | | | | | | | | | | |
| priority | 8 | 4 | 50.0 | 3.5 | 42.0 | 1.5 | 3.5 | 42.0 | 1.5 | 3.5 | 43.9 | 3.4 |
| limit available courses | 8 | 4 | 50.0 | 3.5 | 41.4 | 0.9 | 3.5 | 41.4 | 0.9 | 3.5 | 42.9 | 2.4 |
| | 8 | 7 | 12.5 | 4.0 | 34.5 | 0.0 | 4.0 | 34.5 | 0.0 | 4.0 | 34.5 | 0.0 |

(Table 7: Heuristics Comparison Summary Table - credit left is between 31 and 45)

| | Num | | Successf | for grad | ht | , | g=weig | | | gradua g=inve | rse_wei | ght |
|---|-------------|---------|--------------|--------------|-----------|-------------|--------------|-----------|-------------|------------------|-----------|-------------|
| | ber | Ti | ul | Mean | Mea | Mean | Mean | Mea | Mean | Mean | Mea | Mean |
| | of Exper | m ed | Experim ents | Seme ster | n Path | error in | Seme ster | n Path | error in | Seme ster | n Path | error in |
| Optimization | imen | 0 | Percent | Coun | Cred | credit | Coun | Cred | credit | Coun | Cred | credit |
| Configuration | ts | ut | age | t 1 | its 1 | left 1 | t 2 | its 2 | left 2 | t 5 | its 5 | left 5 |
| time table conflicts & | | | | | | 1010 = | | | | | | 10100 |
| tests conflicts & pruning | | | | | | | | | | | | |
| & limit available courses | | | | | | | | | | | | |
| & develop options graph | | | | | | | | | | | | |
| by priority | 10 | 0 | 100.0 | 2.5 | 28.8 | 6.7 | 2.5 | 28.8 | 6.7 | 2.5 | 30.7 | 8.6 |
| time table conflicts & | | | | | | | | | | | | |
| tests conflicts & limit | | | | | | | | | | | | |
| available courses & | | | | | | | | | | | | |
| develop options graph by | | | | | | | | | | | | |
| priority | 10 | 2 | 80.0 | 2.6 | 29.1 | 7.3 | 2.6 | 29.1 | 7.3 | 2.8 | 30.2 | 8.4 |
| time table conflicts & | | | | | | | | | | | | |
| limit available courses & | | | | | | | | | | | | |
| develop options graph by | 40 | _ | 70.0 | 2.4 | 20.4 | 5.6 | 2.4 | 20.4 | 5 6 | 2.6 | 20.4 | |
| priority | 10 | 3 | 70.0 | 2.4 | 28.1 | 5.6 | 2.4 | 28.1 | 5.6 | 2.6 | 30.1 | 7.7 |
| pruning & limit available | | | | | | | | | | | | |
| courses & develop options graph by priority | 10 | 3 | 70.0 | 2.4 | 26.4 | 4.9 | 2.4 | 26.4 | 4.9 | 2.4 | 28.8 | 7.2 |
| limit available courses & | 10 | 3 | 70.0 | 2.4 | 20.4 | 4.9 | 2.4 | 20.4 | 4.9 | 2.4 | 20.0 | 1.2 |
| develop options graph by | | | | | | | | | | | | |
| priority | 10 | 4 | 60.0 | 2.5 | 26.8 | 3.8 | 2.5 | 26.8 | 3.8 | 2.5 | 28.7 | 5.8 |
| | | | | | | | | | | | | |
| limit available courses | 10 | 4 | 60.0 | 2.5 | 27.1 | 4.2 | 2.5 | 27.1 | 4.2 | 2.5 | 28.4 | 5.5 |
| | 10 | 7 | 30.0 | 3.0 | 27.5 | 2.3 | 3.0 | 27.5 | 2.3 | 3.0 | 27.5 | 2.3 |

(Table 8: Heuristics Comparison Summary Table - credit left is between 31 and 45)

מסקנות

האופטימיזציות מעלות את זמן הריצה באופן מסויים, אך הן מקרבות למציאה של פתרון, מסלול לימודים, בזמן סביר. ניתן לראות שע"פ התוצאות זמן הריצה מתארך בשימוש באופטימיזציות, מפאת עלות זמן הריצה שלהן, אך ככל שמופעלות אופטימיזציות רבות יותר זמן הריצה מתקצר משמעותית.

האופטימיזציות time table conflicts ו-test conflicts מצמצמות את מספר הצמתים בגרף האפשרויות, כך שפחות סמסטרים מוצעים כאופציה בחיפוש. אמנם הן מקטינות את מרחב החיפוש אך הן מסירות אפשרויות שאינן רלוונטיות. אלו אופטימיזציות שגם משפרות את זמן הריצה וגם משפרות את נכונות התוצאות.

מהתוצאות השונות ניכר כי Pruning לא הועיל כפי שהסרה של קונפליקטים בלוח הזמנים של ההרצאות ותרגולים הועילה. נראה כי הסרה מראש של סמסטרים שאינם רלוונטים מקטינה משמעותית את הגרף. אך למרות זאת ערך האופטימיזציה של נראה כי הסרה מראש של סמסטרים שאינם רלוונטים מקטינה משמעותית את הגרף. מכיוון שפיתוח גרף של הקרעות ואף עובד יחד עם האופטימיזציה של importance גבוה יותר מסייע בביצוע pruning. מתן עדיפות של האפשרויות תוך עידוד יצירה של סמסטרים עם ערך importance גבוה יותר מסיני להביא לסוך התואר תוך פחות סמסטרים. קורסים שמהווים קדם לקורסים אחרים, בונה קודם כל מסלולים שיש להם סיכוי להביא לסוך התואר תוך פחות סמסטרים. כך בביצוע pruning כשנגיע לבניה של "מסלול ארוך", סיכוי גבוה יותר שבנינו מסלול קצר יותר קודם לכן, אם הוא קיים, וכך האופטימיזציה הזו תגזום ענף ארוך זה מגרף האפשרויות.

לאחר התבוננות בתוצאות, כאשר משווים בין שלושת היוריסטיקות ניתן לראות ש2 היוריסטיקות הראשונות נותנות תוצאות כמעט זהות ומעט יותר טובות מהיוריסטיקה השלישית. ניתן להסביר את הדמיון בין 2 היוריסטיקות הראשונות ע" כך כמעט זהות ומעט יותר טובות מהיוריסטיקה השלישית. לפפוסף options graph by priority אופטימיזציה זו בונה את הגרף כך שהצמתים שמתבצע שימוש באופטימיזציה importance כולל הגבוה ביותר. דבר זה גורם לכך שחיפוש בעזרת יוריסטיקת השמאליים ביותר הם עם סך importance כועל באופן דומה לחיפוש שמעדיף מסלולים עם importance גבוה. במהלך ריצת *A המסלולי מהים האלגוריתם לא מפתח כיוונים נוספים.

יתכן כי חיפוש בעזרת היוריסטיקה השלישית לא הניב תוצאות טובות כמו של 2 היוריסטיקות הראשונות כיוון שיוריסטיקה זו לא עומדת בתנאים ליוריסטיקה עקבית ולכן לא מובטחת תוצאה אופטימלית.

בנוסף התוצאות מעלות ששימוש באופטימיזציה pruning משפר את תוצאות החיפוש כפי שהסברנו בפרק האופטימיזציות, אופטימיזציה זו מסירה מהגרף מסלולים שיובילו לסיום התואר תוך מספר סמסטרים רב יותר ממסלולים קיימים אחרים בגרף.

סיכום

במהלך כתיבת הדו"ח העלינו את הקשיים והבעיות בבניית מסלול לסיום התואר, הצענו פתרונות, תיארנו את האלגוריתם, אופן פעולתו ותרשים ה-Design. בנוסף, תיארנו את הקשיים בפיתוח האלגוריתם וההתמודדות עם מגבלות זמן הריצה ע"י האופטימיזציות השונות. ביצענו ניסויים על מספר סטודנטים בהם בדקנו את תוצאות האלגוריתם ואיכותו ע"י הסקת מסקנות ותיאור התוצאות באופן גרפי וטבלאי.

הצעות להמשך הפרויקט

לאחר חקירת התוצאות והסקת המסקנות לעיל, העלינו מספר אפשרויות שבהם ניתן לשפר ולהרחיב את הפרויקט.

- הקמת אתר web הנגשת האלגוריתם לשימוש הסטודנטים בפקולטה למדעי המחשב ובפקולטות נוספות. מלבד התוצאה הסופית שהיא תכנון מסלול לימודי ניתן יהיה להציג בו תוצאות עזר נוספות כגון: קורסים זמינים לסטודנט לפי קדמים שכבר למד, הרכבת והצגת האפשרויות למערכת השעות עבור הסמסטר הנבחר, הוספת פרמטרים אישיים עבור הסטודנט כמו בחירת תחומי עניין לקורסי בחירה, מרווח ימים בין מבחנים, הגבלת ימי הלמידה במערכת השעות בימים מסוימים או מספר ימים קבוע.
- שיפור זמן ריצת האלגוריתם הוספת מסד נתונים בו נשמור את כלל המידע על הקורסים ואת עץ הקדמים.
 הוספת cache עבור גרף האפשרויות שכן יתכן גרף זהה לסטודנטים רבים. שימוש בתכנות מקבילי.
- הוספת אלגוריתמי למידה למידה מנתוני עבר של סטודנטים שהשתמשו במערכת, ויישומם על סטודנטים עם העדפות אקדמאיות ואישיות דומות.
- שיפור תוצאות האלגוריתם ניתן לראות כי אופטימיזציות גרף האפשרויות שנוספו להתמודדות עם מגבלת זמן הריצה יכולות להוביל לתכנון מסלול עם מספר סמסטרים גדול יותר מהתכנון האופטימלי הידוע. ניתן לשפר את תוצאת האלגוריתם ע"י הפעלת אלגוריתם "מכווץ" נוסף על המסלול המתקבל.
- התאמה האופטימיזציות בגרף האפשרויות לכל שכבה בתחילת בניית גרף האפשרויות לסטודנט בסמסטרים מוקדמים, הסיכוי לחריגה בזמני הריצה גבוה ביותר ועם התקדמות הסטודנט בתואר (בשכבות) הסיכוי יורד. לכן עם ההתקדמות נרצה להפחית את השימוש באופטימיזציות שחלקן מגבילות את מרחב החיפוש וכך לשפר את התוצאות.
- הוספת שיקול ממוצע הקורסים בבחירת המסלול ע"י הוספת הממוצע לכל קורס ניתן יהיה לבחור מתוך המסלולים לסיום התואר שאורכם זהה את המסלול שיכול להוביל לממוצע הגבוה ביותר בפרט הוספת יוריסטיקה שתיתן עדיפות גבוהה למסלול עם ממוצע גבוה יותר.

נספחים

מאגר דוגמאות הסטודנטים

| id | Student | Completed courses | Credit left | credit left by type |
|----|------------------|--|-------------|---------------------|
| 1 | new_student | | 118.5 | חובה: 73.5 |
| | | | | בחירה חופשית: 2 |
| | | | | 6 העשרה: |
| | | | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | | | 8 שרשרת מדעית: |
| | | | | ספורט: 2 |
| | | | | רשימה א: 18 |
| | | | | רשימה ב: 6.5 |
| | | | | פרויקט: 1 |
| | | | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| 2 | Sem_181 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 96.5 | חובה: 52.5 |
| | 23_Classic | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 2 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | 6 העשרה: |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | 8 שרשרת מדעית: |
| | | 000011 : 1 000011 | | 1.0 :ספורט |
| | | | | רשימה א: 18 |
| | | | | רשימה ב: 6.5 |
| | | | | פרויקט: 1 |
| | | | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| 3 | Sem_18-23_Ran1-1 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 95.5 | חובה: 50.5 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 2 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | העשרה: 6 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | 8 שרשרת מדעית: |
| | | | | ספורט: 2 |
| | | | | רשימה א: 18 |
| | | | | רשימה ב: 6.5 |
| | | | | פרויקט: 1 |
| | | | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| 4 | Sem_18-23_Ran2-1 | ביולוגיה 1 : 134058 | 97 | חובה: 66.5 |
| | | פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | | בחירה חופשית: 2 |
| | | 236336 | | 6 העשרה: |
| | | למידה חישובית 1 : 096411 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | יסודות הכימיה : 124120 | | שרשרת מדעית: 0.0 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | ספורט: 2 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | רשימה א: 15.0 |
| | | | | רשימה ב: 3.0 |
| | | | | פרויקט: 1 |
| | | | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| 5 | Sem_18-23_Ran3-1 | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | 97.5 | חובה: 61.0 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | אלגברה אמ' : 104166 | | העשרה: 6 |
| | | חופשית 1 : 000031 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | שרשרת מדעית: 5.0 |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | ספורט: 2 |
| | | | | רשימה א: 18 |

| | | | | רשימה ב: 3.0 |
|----|--------------------|--|------|--|
| | | | | י <i>ט בווי</i> ב. 3.0 פרויקט: 1 |
| | | | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| 6 | Sem_18-23_Ran4-1 | 000022 : 2 | 97.5 | חובה: 64.0 |
| | 36m_10 23_Kdii i 1 | פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | 37.3 | רווברו: סויס בחירה חופשית: 2 |
| | | 236336 | | בוודווהובט זו <i>ו ב</i> העשרה: 4.0 |
| | | 236278 : מאיצים חישוביים ומערכות מואצות | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | מארב ביו היים ביו ביות בוות בוות ביותר ביו | | בווננוט נוסן : 5:2 שרשרת מדעית: 8 |
| | | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | | ספורט: 2 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | רשימה א: 12.0 |
| | | | | רשימה ב: 3.0 |
| | | | | פרויקט: 1 |
| | | | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| 7 | Sem_18-23_Ran5-1 | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | 96.5 | חובה: 58.0 |
| | 3610 13 | ביולוגיה 1 : 134058 | 30.5 | בחירה חופשית: 2 |
| | | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | | העשרה: 6 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | שרשרת מדעית: 5.0 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | ספורט: 2 |
| | | · | | רשימה א: 18 |
| | | | | רשימה ב: 3.0 |
| | | | | פרויקט: 1 |
| | | | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| 8 | Sem_18-23_Ran6-1 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 97.5 | חובה: 55.5 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | 6 העשרה: |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | 000011 : 1 | | שרשרת מדעית: 8 |
| | | חופשית 1 : 000031 | | 1.0 :ספורט |
| | | | | 18 רשימה א |
| | | | | רשימה ב: 6.5 |
| | | | | פרויקט: 1 |
| | | | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| 9 | Sem_181 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 99.5 | חובה: 55.5 |
| | 23_Strong | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 2 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | העשרה: 6 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | 000011 : 1 | | שרשרת מדעית: 8 |
| | | | | 1.0 :ספורט |
| | | | | רשימה א: 18 |
| | | | | רשימה ב: 6.5 |
| | | | | פרויקט: 1 |
| | | | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| 10 | Sem_18-23_Un1-1 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 100 | חובה: 58.0 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | אלגברה אמ' : 104166 ענינלים מינים מרכבונים בל 224022 | | העשרה: 6 |
| | | אנגלית טבנית-מתקדמים ב' : 324033 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | ספורט 1 : 000011 | | שרשרת מדעית: 8 |
| | | חופשית 1 : 000031 | | ספורט: 1.0 בעומר עי 1.0 |
| | | | | רשימה א: 18 |
| | | | | רשימה ב: 6.5 |

| | | | | פרויקט: 1 |
|----|----------------------|--|------|---|
| | | | | פורקט. ד תת שרשרת מדעית: 1 |
| 11 | Sem_18-23_Un2-1 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 99.5 | חובה: 56.5 |
| 11 | Jeiii_16-23_0112-1 | מבילונון דר הקבוצות האוטומטים למדמור ב-234129 אלגברה אמ' : 104166 | 33.3 | וובוז. כ.טכ בחירה חופשית: 0.0 |
| | | אלגבו וז אנז : 104100 חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | בוויו הוופשיונ. ט.ט העשרה: 6 |
| | | וושבון אינפיניטטינולי ונו : 104051 אנגלית טבנית-מתקדמים ב' : 324033 | | וועשו וו. ט מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | אנגליו טבניורנותן נים ב . 324033 חופשית 1 : 000031 | | נווננוטי נוסףי. 2.5 שרשרת מדעית: 8 |
| | | ווופשיונ ז . 120001 | | שו שו זו נמו עיונ. 6 ספורט: 2 |
| | | | | טפוו ט. 2 רשימה א: 18 |
| | | | | י שימוז א. 18 רשימה ב: 6.5 |
| | | | | רשימודב. כ.ט פרויקט: 1 |
| | | | | פרויקט. ד תת שרשרת מדעית: 1 |
| 12 | Sem_362 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 73.5 | חובה: 29.5 |
| 12 | 46_Classic | מב.ידנו דר הקבוצות האטומטים למדמור ב234129 מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | 75.5 | ווובוז. כ. ₂₉ בחירה חופשית: 2 |
| | 40_Classic | מבוא לנו עי וזמוושב נו . 234114 אלגברה אמ' : 104166 | | בורו ו ווופשיונ. 2 העשרה: 6 |
| | | אלגבו וז אנז : 104100 חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | וועשו וו. ט מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | וושבון אינפיניטטינולי ונו : 104031 אנגלית טבנית-מתקדמים ב' : 324033 | | נותנוטי נוסףי. ב.2 שרשרת מדעית: 8 |
| | | אנגליו טבניורימותן ניים ב . 324033 ספורט 1 : 000011 | | שו שו זו מו עיזו. 8 ספורט: 1.0 |
| | | ספוו ט די 1000011 קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | טפוו ט. ט.ז רשימה א: 18 |
| | | קומבינטוו יקוז לנוו עי זונווושב . 234141 מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | ו שימוז א. 18 רשימה ב: 6.5 |
| | | מבוא לתכנות מער כות . 234124 אלגוריתמים נומריים : 234125 | | ד שימודב. כ.ט פרויקט: 1 |
| | | אלגוו יוננים נונוו יים : 234123 חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | פריקט. ד תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | וושבון אינפיניטטינ <i>ווי בנו :</i> 104052 מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | ונונשו שו וננוו עיונ. ב |
| | | מעו כוול ספרוליות ומבנור רומוושב : 044232 לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| 13 | Sem_36-46_Ran1-2 | לוגיוור לנו עי המחשב : 254232 מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 75 | חובה: 43.5 |
| 13 | 3em_30-40_Nam-2 | מב.ילוו דר הקבוצות האטומטים למדמוד. 234129 מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | 73 | ווברו. כ.45 בחירה חופשית: 2 |
| | | מבוא לנו עי וומווסב מי . 234114 אלגברה אמ' : 104166 | | בורדודוופשית: 2 העשרה: 4.0 |
| | | אלגבו ודאנד : 104100 חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | וועשרוו. 4.0 מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | וושבון אינפיניטטינ <i>ורי ונו :</i> 104031 חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | נותנוטי נוסף: יט.ד שרשרת מדעית: 8 |
| | | וושבון אינפיניטטינ <i>ורי צנו :</i> 104032 תורת הפונקציות 1 : 104122 | | שו שו זו מו עיונ. 8 ספורט: 2 |
| | | ולוו דרופונקביות 1: 104122 הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | | טפורט. 2 רשימה א: 15.0 |
| | | וזנו סול נגעו כוול מבוסטול מודיים : 054222 משוואות דפרנציאליות רגילות ת' : 104135 | | רשימה ב: 0.5 רשימה ב: 0.5 |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | ר שימודב. ט.ט פרויקט: 1 |
| | | מבוא לתכנות מער כות . 234124 העשרה 1 : 000021 | | פורקט. ד תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | וועפורור : 000021 אלגוריתמים נומריים : 234125 | | ונונ שו שו ונבוו עיונ. ב |
| | | אלגוריו נגנים נוגוריים : 234125 מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | |
| 14 | Sem 36-46 Ran2-2 | נואיבים דרישוביים ונועו בוול נוואצוול : 230278 ביולוגיה 1 : 134058 | 74.5 | חובה: 49.0 |
| | 36111_30 40_1\d112-2 | בירוגיוד בי 134036 פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | 74.5 | ווברו. ט.פ4 בחירה חופשית: 2 |
| | | 236336 | | בודדודוובט זו: 2 העשרה: 2.0 |
| | | 230330 למידה חישובית 1 : 096411 | | וועטו זו. ט.2 מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | יסודות הכימיה : 124120 יסודות הכימיה : 124120 | | נותנוטי נוסף: 2.5 שרשרת מדעית: 0.0 |
| | | יסורוול דובים אידי במידר: 124120 מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | ספורט: 1.0 ספורט: 1.0 |
| | | מבוא לנו עי וזמווטב נו : ב-234114 אנגלית טבנית-מתקדמים ב' : 324033 | | טפון ט. ט.ו רשימה א: 15.0 |
| | | אנגל ולשבנית מותוך מים בי 324033 העשרה 1 : 000021 | | רשימה ב: 3.0 רשימה ב: 3.0 |
| | | ותפורוד: 100021 מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | דט מודב. 3.0 פרויקט: 1 |
| | | מבוא לתכנות נוסו בותר. 234124 העשרה 2 : 000022 | | פורקט. ד תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | וועשו זו ב 200022 מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | | ונונטו טווננוו עוני. |
| | | מבילונון דר הקבובות האוטונטים לנון נווד. 234123 חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | |
| | | וושבון אינביניסטינולי בנו : 104051 מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
| | | מנו בות סבורניות ומבנו דומוזסב : 044232 ספורט 1 : 000011 | | |
| 15 | Sem_36-46_Ran3-2 | ספוו ל די הספור מבוססת מודלים : 094222 | 74.5 | חובה: 52.0 |
| | JCIII_JU-40_I\dil3-2 | וונו טוו נועו בווו נובוסטוו נווו לים בבברס | 74.3 | J2.U .114111 |

| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 0.0 |
|----|------------------|---|------|----------------------------------|
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | העשרה: 4.0 |
| | | חופשית 1 : 000031 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | שרשרת מדעית: 1.0 |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | ספורט: 2 |
| | | שיטות רב-סריג : 236790 | | רשימה א: 13.0 |
| | | למידה חישובית 1 : 096411 | | רשימה ב: -0.5 |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | פרויקט: 1 |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | מכניקה אנליטית : 114101 | | |
| | | 000022 : 2 העשרה | | |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
| 16 | Sem_36-46_Ran4-2 | 000022 : 2 העשרה | 77.5 | 16חובה: 51.0 |
| | | פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | | בחירה חופשית: 2 |
| | | 236336 | | 2.0 העשרה: |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | שרשרת מדעית: 8 |
| | | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | | ספורט: 0.0 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | רשימה א: 12.0 |
| | | 000011 : 1 000011 | | רשימה ב: -4.0 |
| | | למידה חישובית 1 : 096411 | | פרויקט: 1 |
| | | 000012 : 2 ספורט | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | 000021 : 1 העשרה | | |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | |
| | | מבוא לכלכלה : 094591 | | |
| 17 | Sem_36-46_Ran5-2 | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | 81 | חובה: 53.0 |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | בחירה חופשית: 2 |
| | | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | | 2.0 - העשרה |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | שרשרת מדעית: -2.0 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | ספורט: 2 |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | רשימה א: 16.0 |
| | | בימיה כללית : 125001 | | רשימה ב: -0.5 |
| | | 000021 : 1 העשרה | | פרויקט: 1 |
| | | למידה חישובית 1 : 096411 | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | שיטות רב-סריג : 236790 | | |
| | | ל טוולדב פו ג' 250750 העשרה 2 : 000022 | | |
| | | מכניקה אנליטית : 114101 | | |
| 18 | Sem_36-46_Ran6-2 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 77 | חובה: 45.5 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | • | רוברו: פ.פו בחירה חופשית: 0.0 |
| | | אלגברה אמ' : 104166 אלגברה אמ' : 104166 | | ברדידי ליני פוני העשרה: 4.0 |
| | | אינבי ויאני : 104031 מיניטסימלי 1מ' : 104031 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | ספורט 1 : 000011 | | שרשרת מדעית: 8 |
| | | סבוי 1 : 000011 חופשית 1 : 000031 | | ספורט: 1.0 |
| | | יווב לי היו : 096411 למידה חישובית 1 : 096411 | | סבוו ט. ט.ו רשימה א: 13.0 |
| | | לנו דודו טוב דרד בדירטט פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | | רשימה ב: 3.0 רשימה ב: 3.0 |
| | | 236336 | | דט מודב. 3.0 פרויקט: 1 |
| | | 250330 העשרה 2 : 000022 | | ברר קט. ד תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | יועפו זו 2 : 200022 קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | ונונטו טווננו עוני ב |
| | | וורוד, נחוו , ווו , נוו מ דונוווחדי דבדבר | | |

| | | הסתברות מ : 094412 | | |
|----|--------------------|---|-----|--------------------------------------|
| | | ווסוגבו וול נז . טאינים שיטות רב-סריג : 236790 | | |
| | | שיטוונ ו ב-טויג : 230790 אנגלית טבנית-מתקדמים ב' : 324033 | | |
| 19 | Sem 362 | אנגליו טבניונינותן ניים ב : 324033 מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 81 | חובה: 37.0 |
| 19 | 46_Strong | מב.ילונו דר הקבוצות האוטונטים לנה נהד. 234129 מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | 01 | ווובוז. ט.75 בחירה חופשית: 2 |
| | 40_30011g | מבוא לנו עי דומוושב מי . 234114 אלגברה אמ' : 104166 | | בוויו ווופשיונ. 2 העשרה: 6 |
| | | אלגבו ודאנד : 104100 חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | וועשרוו. ט מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | השבון אינפיניסטינולי זנו . 104031 ספורט 1 : 000011 | | נותנוטי נוסף: 2.5 שרשרת מדעית: 8 |
| | | ספוו ט די 1000011 מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | שו שו זו מו עיונ. 8 ספורט: 1.0 |
| | | מבוא לתכנות מעו כות . 234124 קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | טפורט. ט.ד רשימה א: 18 |
| | | קומבינטוו יקוד <i>לנוו</i> עי דומודשב . 234141 אלגוריתמים נומריים : 234125 | | רשימה ב: 6.5 |
| | | אלגוו יוננים נומו יים : 234125 חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | ר שימודב. כ.ט פרויקט: 1 |
| | | וושבון אינפיניסטינו <i>רי בנו :</i> 104032 פיסיקה 1מ : 114071 | | פו הקט. ד תת שרשרת מדעית: 1 |
| 20 | Sem_36-46_Un1-2 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 79 | חובה: 37.0 |
| 20 | 36111_30-40_0111-2 | מב.ילונו דר הקבוצות האוטונטים לנה נהד. 234129 מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | 79 | ווובוז. ט.75 בחירה חופשית: 0.0 |
| | | מבוא לנו עי דומוושב מי . 254114 אלגברה אמ' : 104166 | | בוויו ווופשיונ. ט.ט העשרה: 6 |
| | | אלגבו וז אנז : 104100 אנגלית טבנית-מתקדמים ב' : 324033 | | וועשו וו. ט מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | אנגליון טבניונ-נוולון ניים ב : 324033 ספורט 1 : 000011 | | נותנוטי נוסףי. ב.2 שרשרת מדעית: 8 |
| | | ספוו ל 1 : 000011 חופשית 1 : 000031 | | שו שו זו מו עיונ. 8 ספורט: 1.0 |
| | | ווופשיות ד. 2000031 חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | טפורט. ט.ד רשימה א: 18 |
| | | וושבון אינפיניסטינולי זמי . 104031 מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | רשימה ב: 6.5 רשימה ב |
| | | מבוא לתכנות נוסו כות: 234124 מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | ר <i>סינוררב. פ</i> .5 פרויקט: 1 |
| | | מטו בות סבו תיות ומבנו חמוזסב : 044232 פיסיקה 1מ : 114071 | | פו דקט. ד תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | ב סיקור בנו. 114071 לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | ונול טו טו ול בוו עול. ב |
| 21 | Sem_36-46_Un2-2 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 77 | חובה: 34.0 |
| | 3cm_30 40_0m2 2 | מביירות הידיקבובות החוטוניט טילנו נוודי בפרייב אלגברה אמ' : 104166 | , , | רווברו: טודט בחירה חופשית: 0.0 |
| | | איגבר ויאני : 1001 פר חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | העשרה: 6 |
| | | אנגלית טבנית-מתקדמים ב' : 324033 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | אב <i>וו או 1: 1</i> 000031 חופשית 1: 000031 | | שרשרת מדעית: 8 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | ספורט: 2 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | רשימה א: 18 |
| | | הסתברות מ : 094412 | | רשימה ב: 6.5 |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | פרויקט: 1 |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| 22 | Sem_543 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 52 | חובה: 13.5 |
| | 69_Classic | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 2 |
| | _ | 104166 : אלגברה אמ' | | 6 העשרה: |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | שרשרת מדעית: 5.0 |
| | | 000011 : 1 | | 1.0 :ספורט |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | רשימה א: 18 |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | רשימה ב: 6.5 |
| | | אלגוריתמים נומריים : 234125 | | פרויקט: 1 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | מבני נתונים 1 : 234218 | | |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | |
| | | ארגון ותכנות המחשב : 234118 | | |

| | | 101101 | | |
|----------|------------------|--|----|-------------------------------------|
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | אלגברה במ' : 104174 | | |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | |
| 23 | Sem_54-69_Ran1-3 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 56 | חובה: 36.5 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 2 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | 2.0 העשרה |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | שרשרת מדעית: 5.0 |
| | | תורת הפונקציות 1 : 104122 | | ספורט: 2 |
| | | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | | 8.0 - רשימה א |
| | | משוואות דפרנציאליות רגילות ת' : 104135 | | רשימה ב: 0.5 |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | פרויקט: 0 |
| | | 000021 : 1 העשרה | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | אלגוריתמים נומריים : 234125 | | |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | |
| | | מבוא לאבטחת סייבר : 234493 | | |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | |
| | | קובוב נטוו קוז <i>ינוו</i> כ זונווטב די די נטב העשרה 3 : 000023 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 הסתברות מ : 094412 | | |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | |
| | | ב <i>רוג</i> וו זי 354536 פרויקט תעשייתי : 234313 | | |
| | | פריקט ונעשייתי . 254533 מבוא לאופטימיזציה : 236330 | | |
| 24 | Sem_54-69_Ran2-3 | מבוא לאופטיפאבריי : 250330 ביולוגיה 1 : 134058 | 54 | חובה: 37.0 |
| 24 | 3em_34-03_Nam2-3 | בירוגיוד בי 134036 פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | 34 | ווברו. ט.70 בחירה חופשית: 2 |
| | | 236336 | | בוויו דוופשית. 2 העשרה: 0.0 |
| | | 230330 למידה חישובית 1 : 096411 | | |
| | | למידה הישובית ד. 090411 יסודות הכימיה : 124120 | | מתמטי נוסף: 2.5 שרשרת מדעית: 0.0 |
| | | יטו וול זובינייד : 124120 מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | פו שו זו נו עיונ. ט.ט ספורט: 1.0 |
| | | | | טפוו ט. ט.ו רשימה א: 11.0 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 העשרה 1 : 000021 | | ו שימוז א: ט.דב רשימה ב: 0.5 |
| | | | | |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | פרויקט: 0 |
| | | העשרה 2 : 000022 מה לפירה 2 : 224120 | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | | |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
| | | ספורט 1 : 000011 | | |
| | | אלגברה אמ' : 104166 | | |
| | | פרויקט תכנות מתקדם במדעי המחשב 1 : | | |
| | | 236503 | | |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | |
| | | תורת הקבוצות : 104293 | | |
| | | ארגון ותכנות המחשב : 234118 | | |
| | | העשרה 3 : 000023 | | |
| <u> </u> | | מבוא לאבטחת סייבר : 234493 | | |
| 25 | Sem_54-69_Ran3-3 | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | 57 | חובה: 46.5 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | 4.0 העשרה: |
| | | חופשית 1 : 000031 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | שרשרת מדעית: -2.5 |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | ספורט: 2 |
| | | שיטות רב-סריג : 236790 | | 2.0 רשימה א |

| | <u></u> | | | , |
|----------|------------------|--|----|---------------------------------|
| | | למידה חישובית 1 : 096411 | | רשימה ב: -0.5 |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | פרויקט: 0 |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | תת שרשרת מדעית: 0 |
| | | מכניקה אנליטית : 114101 | | |
| | | 000022 : 2 העשרה | | |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
| | | פרויקט ב- וי.אל.אס.אי. א' : 234306 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | שרויקט בתכנות מקבילי ומבוזר : 236371 | | |
| | | פריקט בתכנות מקביקי ומבווד : 230371 מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | | |
| | | <u>-</u> | | |
| | | פרויקט תכנות מתקדם במדעי המחשב 2 : | | |
| | | 236526 | | |
| | | מבוא לאבטחת סייבר : 234493 | | |
| | | גנטיקה כללית : 134020 | | |
| 26 | Sem_54-69_Ran4-3 | 000022 : 2 העשרה | 59 | חובה: 45.5 |
| | | פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | 236336 | | העשרה: 0.0 |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | שרשרת מדעית: 1.5 |
| | | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | | ספורט: 0.0 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | רשימה א: 12.0 |
| | | ספורט 1 : 000011 | | רשימה ב: -4.0 |
| | | ספור די 1000011. ב למידה חישובית 1 : 096411 | | י שימוזב4.0 פרויקט: 1 |
| | | למידודיישוביול 1: 090411 ספורט 2: 000012 | | פרויקט. ד תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | | | ונונשו שו ונמו עיונ: ב |
| | | העשרה 1 : 000021 114 1731 | | |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | אלגברה אמ' : 104166 | | |
| | | מבוא לכלכלה : 094591 | | |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | |
| | | אלגברה במ' : 104174 | | |
| | | חופשית 1 : 000031 | | |
| | | 000023 : 3 העשרה | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | |
| | | ביסיקה 2 : 114052 פיסיקה 2 : 214052 | | |
| 27 | Sem 54-69 Ran5-3 | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | 64 | חובה: 42.0 |
| 2, | 3cm_34 05_kan3 3 | יונו סול נועו בוול נבוססול נווו לים : 054222 ביולוגיה 1 : 134058 | 04 | רוובוז: 2.50 בחירה חופשית: 2 |
| | | בילוגיוד : 134038 מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | | בוייו דוופשיונ. 2 העשרה: 0.0 |
| | | מב. <i>ולוו ול הקבוצוול האוטונוטים לנוו נווד. 234129</i> מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | |
| | | | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | אלגברה אמ' : 104166 | | שרשרת מדעית: -7.0 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | 1.0 : ספורט |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | רשימה א: 13.0 |
| | | בימיה בללית : 125001 | | רשימה ב: -0.5 |
| | | העשרה 1 : 000021 | | פרויקט: 1 |
| | | למידה חישובית 1 : 096411 | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | שיטות רב-סריג : 236790 | | |
| | | 000022 : 2 העשרה | | |
| | | מכניקה אנליטית : 114101 | | |
| | | ספורט 1 : 000011 | | |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | |
| <u> </u> | | בואו בייון טוב יייונישו בווילווי בייאבוייי בייטור | | |

| | | העשרה 3 : 000023 | | |
|----|------------------|--|------|------------------------------------|
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | יסודות הכימיה : 124120 | | |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| 28 | Sem_54-69_Ran6-3 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 58.5 | חובה: 39.0 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | 4.0 :העשרה |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | 000011 : 1 000011 | | שרשרת מדעית: 3.0 |
| | | חופשית 1 : 000031 | | ספורט: 0.0 |
| | | למידה חישובית 1 : 096411 | | רשימה א: 10.0 |
| | | פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | | רשימה ב: -0.5 |
| | | 236336 | | פרויקט: 1 |
| | | 000022 : 2 העשרה | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | שיטות רב-סריג : 236790 | | |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | |
| | | ספורט 2 : 000012 | | |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | |
| | | מבוא לכלכלה : 094591 | | |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | |
| | | יסודות הבימיה : 124120 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| 29 | Sem_543 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 59.5 | חובה: 16.5 |
| 23 | 69_Strong | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | 33.3 | וווברו. כ.טב בחירה חופשית: 2 |
| | 03_300116 | מבוא <i>רמו ע</i> המווטב מי דודי ב אלגברה אמ' : 104166 | | בוודוודוובט זו: 2 העשרה: 6 |
| | | אלגבו דו אנז : 104100 חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | וועטו וו. ט מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | חשבון א גב ני שט נו <i>י</i> ר זנו : 104031 ספורט 1 : 000011 | | נותנוט נוסף: 2.5 שרשרת מדעית: 8 |
| | | ספור די 10000 מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | ספורט: 1.0 |
| | | מבוא לונבנות נומו בותר: ב234124 קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | טפון ט. ט.ו רשימה א: 17.0 |
| | | קונברנטוו קורו לנורעי דונורוטב : 234141 אלגוריתמים נומריים : 234125 | | רשימה ב: 6.5 רשימה ב: |
| | | אלגוו יוננים נומו יים : 234125 חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | ד שימודב. כ.ט פרויקט: 1 |
| | | וושבון אינפיניסטינו <i>רי בנו :</i> 104032 פיסיקה 1מ : 114071 | | פורקט. ד תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | פיסיקה דמ : 114071 מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | ונונשו שו וננוו עיונ. ב |
| | | משו בוול ספו זניות ומבנוז המוזשב . 044232 מבני נתונים 1 : 234218 | | |
| | | מבני נונונים 1 : 234218 לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| | | לוגיקה למו עי המוושב : 234292 אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | א <i>רגב</i> וה מודניונדו : 104134 הסתברות מ : 094412 | | |
| | | הסונבו וונ מ : 094412 אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | |
| | | • | | |
| 20 | Com F4 C0 11=1 2 | מבוא לאבטחת סייבר : 234493 | | |
| 30 | Sem_54-69_Un1-3 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | | 22.0 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 על בכבר עמ' : 104166 | 57 | חובה: 22.0 |
| | | אלגברה אמ' : 104166 ענילות נוכנות מתכדמות ב' ו 224022 | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | העשרה: 6 |
| | | ספורט 1 : 000011 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | חופשית 1 : 000031 | | שרשרת מדעית: 5.0 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | 0.0 ספורט: |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | רשימה א: 15.0 |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | רשימה ב: 6.5 |

| | | 1.10=1 | | |
|----|-----------------|--|----|---------------------------------------|
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | פרויקט: 1 |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | |
| | | ארגון ותכנות המחשב : 234118 | | |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | |
| | | 000012 : 2 | | |
| | | מסדי נתונים : 236363 | | |
| 31 | Sem_54-69_Un2-3 | מב.לתורת הקבוצות | 56 | חובה: 19.5 |
| | | ואוטומטים למדמח : 234129 | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | 4.0 העשרה |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | שרשרת מדעית: 8 |
| | | חופשית 1 : 000031 | | 1.0 :ספורט |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | 18 רשימה א |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | רשימה ב: 3.0 |
| | | הסתברות מ : 094412 | | פרויקט: 1 |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | אלגוריתמים נומריים : 234125 | | |
| | | מבוא לכלכלה : 094591 | | |
| | | מבוא <i>(1717) - 1831</i> ספורט 1 : 000011 | | |
| | | ספון ל 1 : 000021 העשרה 1 : 000021 | | |
| 32 | Sem_724 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 30 | חובה: 3.0 |
| 32 | 92 Classic | מבוללוו דל הקבובות החוטונוט ם לנוו נוודי ב234125 מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | 30 | רוברו: 3.0 בחירה חופשית: 2 |
| | 32_Cla331C | מבוא <i>רנוו ע</i> המחוטב מייי במדינים אלגברה אמ' : 104166 | | בוודוודווובט ונ: 2 העשרה: 6 |
| | | אלגבו דו אנו : 104100 חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | וועטו וו. ט מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | יוטבון אונב ניסט <i>נול</i> בנו : 104031 אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | נותנוט נוסף: יט.ד שרשרת מדעית: 5.0 |
| | | אנגליו טבניונימוקו מים ב : 324033 ספורט 1 : 000011 | | ספורט: 1.0 |
| | | ספוו לידי 1000011 קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | טפורט. ט.ב רשימה א: 6.5 |
| | | קונובינטוו יקוד לנוו עי הנווושב . 234141 מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | ו שינווז א. כ.ס רשימה ב: 6.5 |
| | | | | |
| | | אלגוריתמים נומריים : 234125 | | פרויקט: 0 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | מבני נתונים 1 : 234218 | | |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | |
| | | ארגון ותכנות המחשב : 234118 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | אלגברה במ' : 104174 | | |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | |
| | | אלגוריתמים 1 : 234247 | | |
| | | מערכות הפעלה : 234123 | | |
| | | תורת הקומפילציה : 236360 | | |
| | | מבוא לבינה מלאכותית : 236501 | | |

| | Т | | | |
|----|---------------------|--|------|-------------------------------|
| | | מבוא לביואינפורמטיקה : 236523 | | |
| | | פרויקט תעשייתי : 234313 | | |
| | | גרפיקה ממוחשבת 1 : 234325 | | |
| 33 | Sem_72-92_Ran1-4 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 42.5 | חובה: 33.5 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | העשרה: 2.0 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | שרשרת מדעית: 5.0 |
| | | תורת הפונקציות 1 : 104122 | | ספורט: 2 |
| | | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | | 1.0- רשימה א |
| | | משוואות דפרנציאליות רגילות ת' : 104135 | | רשימה ב: -5.5 |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | פרויקט: 0 |
| | | 000021 : 1 העשרה | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | אלגוריתמים נומריים : 234125 | | |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | |
| | | מבוא לאבטחת סייבר : 234493 | | |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | |
| | | קיבו ביו יקרי היי היי היי היי היי היי היי היי היי ה | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | |
| | | פרויקט תעשייתי : 234313 | | |
| | | ברו קטרונעט דר 1913 ברו קטרונעט דר 236330 מבוא לאופטימיזציה : 236330 | | |
| | | מבוא (אובט מוד או 200031 - חופשית 1 | | |
| | | יוובט דרד : 236303 פרויקט בעיבוד שפות טבעיות : 236303 | | |
| | | פרויקט בעיבוו סבוול סבע וול: 250505 פרויקט תכנות מתקדם במדעי המחשב 2 : | | |
| | | 236526 | | |
| | | ב-250520 תורת הקבוצות : 104293 | | |
| | | למידה חישובית 1 : 096411 למידה חישובית 1 : 096411 | | |
| | | למידודוי שובית די בדי פספרי פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | | |
| | | 236336 | | |
| | | 230330 מבני נתונים 1 : 234218 | | |
| 34 | Sem 72-92 Ran2-4 | מבני נוזנים 1 : 234218 ביולוגיה 1 : 134058 | 42 | חובה: 31.5 |
| 34 | 3e111_/2-32_Nd112-4 | | 42 | |
| | | פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : 236336 | | בחירה חופשית: 2 העשרה: 0.0 |
| | | 230330 למידה חישובית 1 : 096411 | | |
| | | | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | יסודות הבימיה : 124120 | | שרשרת מדעית: 0.0 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | 1.0 :ספורט |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | רשימה א: 5.0 |
| | | העשרה 1 : 000021 מינון ל ביני ביניים | | רשימה ב: -8.0 |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | פרויקט: 0 |
| | | 000022 : 2 העשרה | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | | |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
| | | ספורט 1 : 000011 | | |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | |
| | | פרויקט תכנות מתקדם במדעי המחשב 1 : | | |
| | | 236503 | | |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | |
| | | תורת הקבוצות : 104293 | | |
| | | ארגון ותכנות המחשב : 234118 | | |

| _ | , | , | | |
|----|----------------------|--|------|--|
| | | 000023 : 3 העשרה | | |
| | | מבוא לאבטחת סייבר : 234493 | | |
| | | פרויקט בתכנות מקבילי ומבוזר : 236371 | | |
| | | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | משוואות דפרנציאליות רגילות ת' : 104135 | | |
| | | פרויקט בעיבוד שפות טבעיות : 236303 | | |
| | | מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה : 134019 | | |
| | | תורת הקומפילציה : 236360 | | |
| 35 | Sem_72-92_Ran3-4 | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | 51.5 | חובה: 43.0 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | 4.0 העשרה: |
| | | חופשית 1 : 000031 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | שרשרת מדעית: -2.5 |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | ספורט: 2 |
| | | שיטות רב-סריג : 236790 | | רשימה א: 0.0 |
| | | למידה חישובית 1 : 096411 | | רשימה ב: -16.5 |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | פרויקט: 0 |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | תת שרשרת מדעית: 0 |
| | | מבניקה אנליטית : 114101 | | |
| | | 1000022 : העשרה 2 | | |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
| | | פרויקט ב- וי.אל.אס.אי. א' : 234306 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | פרויקט בתכנות מקבילי ומבוזר : 236371 | | |
| | | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | | |
| | | פרויקט תכנות מתקדם במדעי המחשב 2 : | | |
| | | 236526 | | |
| | | מבוא לאבטחת סייבר : 234493 מבוא לאבטחת סייבר | | |
| | | גנטיקה בללית : 134020 | | |
| | | האינטרנט של הדברים - טכנולוגיות ויישומים : | | |
| | | 236332 | | |
| | | פרויקט באינטרנט של הדברים : 236333 | | |
| | | פרויקט בעיבוד שפות טבעיות : 236303 | | |
| | | ברו קט בע בוו שבוויי שבע וויי ב-236381 פרויקט ב- וי.אל.אס.אי. ב' : 236381 | | |
| | | מבוא לתורת הצפינה : 236309 | | |
| | | מבוא לתורל הבפינוד. 230305 פיסיקה 1מ : 114071 | | |
| | | סיבוכיות של חישובים אלגבריים : 236311 | | |
| 36 | Sem_72-92_Ran4-4 | סיבוביות של הישובים אלגבו יים : 230311 העשרה 2 : 000022 | 40.5 | חובה: 33.5 |
| | 30111_72 32_1\d114-4 | וועשו זו 2 . 200002 פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | 40.5 | וובוז. כ.ככ בחירה חופשית: 0.0 |
| | | 236336 | | בוריו הוופשית: ט.ט העשרה: 0.0 |
| | | 236278 : מאיצים חישוביים ומערכות מואצות | | וועפו זו. ט.ט מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | נואיצים דוישוביים ונועו בוול נוואצוול . 230276 חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | נוונוטי נוסףי1.0 שרשרת מדעית: -2.0 |
| | | וושבון אינפיניטטינולי בנו : 104031 הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | | ספורט: 0.0 |
| | | וזנו סול נועו בוול נובוססול מודלים : 094222 מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | טפורט. ט.ט רשימה א: 7.0 |
| | | מבוא לנו עי דומוושב נו . 234114 ספורט 1 : 000011 | | י שימוז א. ט.ל רשימה ב: -4.0 |
| | | ספוו לו : 000011 למידה חישובית 1 : 096411 | | |
| | | /מיו ה חישובית ד : 096411 ספורט 2 : 000012 | | פרויקט: 1 תת שרשרת מדעית: 0 |
| | | ספוו ט 2 : 200001 העשרה 1 : 000021 | | ונונ שו שו זנ נ <i>ו</i> ו עיונ. ט |
| | | | | |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 בתתבות מ : 004412 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |

| | | 104166 : אלגברה אמ' | | |
|----|------------------|---|----|--------------------------------|
| | | מבוא לכלכלה : 094591 | | |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | |
| | | אלגברה במ' : 104174 | | |
| | | חופשית 1 : 000031 | | |
| | | העשרה 3 : 000023 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | |
| | | פיסיקה 2 : 114052 | | |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | |
| | | סיבוכיות של חישובים אלגבריים : 236311 | | |
| | | גנטיקה כללית : 134020 | | |
| | | שיטות רב-סריג : 236790 | | |
| 37 | Sem_72-92_Ran5-4 | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | 48 | חובה: 37.0 |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | בחירה חופשית: 2 |
| | | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | | 0.0 העשרה: |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | שרשרת מדעית: -7.0 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | 0.0 ספורט: |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | 1.5- רשימה א |
| | | בימיה כללית : 125001 | | רשימה ב: -0.5 |
| | | 000021 : 1 העשרה | | פרויקט: 1 |
| | | למידה חישובית 1 : 096411 | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | שיטות רב-סריג : 236790 | | |
| | | 000022 : 2 העשרה | | |
| | | מבניקה אנליטית : 114101 | | |
| | | ספורט 1 : 000011 | | |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | |
| | | 000023 : העשרה 3 | | |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | יסודות הכימיה : 124120 | | |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| | | מסדי נתונים : 236363 | | |
| | | ספורט 2 : 000012 | | |
| | | מבוא לתורת הצפינה : 236309 | | |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | |
| | | פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | | |
| | | 236336 | | |
| | | מבוא לביואינפורמטיקה : 236523 | | |
| | | סיבוכיות של חישובים אלגבריים : 236311 | | |
| 38 | Sem_72-92_Ran6-4 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 41 | חובה: 31.0 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | אלגברה אמ' : 104166 אלגברה אמ' : 104166 | | בוריריה להים היט העשרה: 4.0 |
| | | אינבי ויאני : 104031 מיניטסימלי 1מ' : 104031 | | מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | ספורט 1 : 000011 | | שרשרת מדעית: -2.0 |
| | | סבוי 1 : 000011 חופשית 1 : 000031 | | ספורט: 0.0 |
| | | יייב איני בייטור : 096411 למידה חישובית 1 : 096411 | | פבוו פו פוס רשימה א: 6.0 |
| | | למרורור סוב דרד בדירטסט פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | | רשימה ב: -0.5 רשימה ב: -0.5 |
| | | בונו ון נונוו . פל נוסוואות בו בב אל וול ועל וילי | | ושינווד. כ.ט |

| | | 236336 | | חבוובנוי 1 |
|----|-----------------|---|------|--|
| | | 230330 העשרה 2 : 000022 | | פרויקט: 1 תת שרשרת מדעית: 0 |
| | | | | ונונשו שו וננוו עיונ. ט |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 הסתברות מ : 094412 | | |
| | | הסונברוונ מ: 094412 שיטות רב-סריג : 236790 | | |
| | | | | |
| | | אנגלית טבנית-מתקדמים ב' : 324033 | | |
| | | ספורט 2 : 000012 | | |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | |
| | | מבוא לכלכלה : 094591 | | |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | |
| | | יסודות הכימיה : 124120 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | מבוא לאבטחת סייבר : 234493 | | |
| | | אלגברה במ' : 104174 | | |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | |
| | | אלגברה של תורת הגרפים ומבנים קומבינטורים : | | |
| | | 236308 | | |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| | | כימיה אורגנית : 125801 | | |
| 39 | Sem_724 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 40.5 | חובה: 6.0 |
| | 92_Strong | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | 6 העשרה: |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | 000011 : 1 | | שרשרת מדעית: 5.0 |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | ספורט: 0.0 |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | רשימה א: 17.0 |
| | | אלגוריתמים נומריים : 234125 | | רשימה ב: 6.5 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | פרויקט: 1 |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
| | | מבני נתונים 1 : 234218 | | |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | |
| | | מבוא לאבטחת סייבר : 234493 | | |
| | | ארגון ותכנות המחשב : 234118 | | |
| | | מערכות הפעלה : 234123 | | |
| | | אלגוריתמים 1 : 234247 | | |
| | | 104174 : אלגברה במ' | | |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | |
| | | חופשית 1 : 000031 | | |
| | | ספורט 2 : 000012 | | |
| 40 | Sem_72-92_Un1-4 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 36 | חובה: 13.5 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | 30 | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | מבוא <i>ל</i> גול לי ולנוויסב לי ייידו 25 אלגברה אמ' : 104166 | | בוודוווובט זו: 0.0 העשרה: 6 |
| | | אנגלית טבנית-מתקדמים ב' : 324033 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | אבער א טבני א נווערן נו בי בי 1 2000 ספורט 1 : 000011 | | בוולנוט נוסן : 2.5 שרשרת מדעית: 1.5 |
| | | סבור 1 : 000011 חופשית 1 : 000031 | | ספורט: 0.0 |
| | | יוובט דר : 100031 חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | סבוו ט. ט.ט רשימה א: 9.5 |
| | | וופבון אינפיניסטינולי בנו : 104031 מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | י שימוז א. כ.כ רשימה ב: 3.0 |
| | | רודוא /וורנווו נותו רווו י +71457 | | ו שינווו ב. ט.כ |

| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | חבוובנוי 1 |
|----|------------------------|---|------|---------------------------------|
| | | | | פרויקט: 1 תת שרשרת מדעית: 0 |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 ליניבר לחדיני במפעיב : 224202 | | ונונ שו שו ונימו עיונ: ט |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 פעיבון עובפוינוסומלו 2מ' - 104032 | | |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | |
| | | ארגון ותכנות המחשב : 234118 | | |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | |
| | | 000012 : 2 | | |
| | | מסדי נתונים : 236363 | | |
| | | מבני נתונים 1 : 234218 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | תורת הקומפילציה : 236360 | | |
| | | מבוא לכלכלה : 094591 | | |
| | | שפות תכנות : 236319 | | |
| | | מבוא לביואינפורמטיקה : 236523 | | |
| | | גנטיקה כללית : 134020 | | |
| 41 | Sem_72-92_Un2-4 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 38.5 | |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | |
| | | חופשית 1 : 000031 | | |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | חובה: 13.5 |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | 4.0 :העשרה |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | אלגוריתמים נומריים : 234125 | | י שרשרת מדעית: 3.0 |
| | | מבוא לכלכלה : 094591 | | ספורט: 1.0 |
| | | ספורט 1 : 000011 | | רשימה א: 14.0 |
| | | ספון <i>דב-</i> 000021 העשרה 1 : 000021 | | רשימה ב: 3.0 |
| | | מבני נתונים 1 : 234218 מבני בחונים 1 : 234218 | | פרויקט: 1 |
| | | מבני נומנים די 234218 ארגון ותכנות המחשב : 234118 | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | או גון וונבנוול רונוויוטב : 234110 אלגברה במ' : 104174 | | ונונטו טווננו בונבר |
| | | אלגבו ודבנו - 104174 מבוא למערכות לומדות : 236756 | | |
| | | נגבוא לנועו בוול לונון וול. 230756 יסודות הבימיה : 124120 | | |
| | | יטורות הבימיה : 124120 מבוא לאבטחת סייבר : 234493 | | |
| 42 | Sam 00 F | | 7.5 | חובה: 0.0 |
| 44 | Sem_905 115_Classic | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | 7.5 | ווובה: ט.ט בחירה חופשית: 0.0 |
| | 112_Cla22[C | מבוא למדעי המוושב מ־: 234114 אלגברה אמ' : 104166 | | בחירה חופשית: ט.ט העשרה: 2.0 |
| | | | | |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 ענגלות גובנות מתבדמות ב' : 224023 | | מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 מפובנו 1 : 000011 | | שרשרת מדעית: 5.0 |
| | | ספורט 1 : 000011 | | ספורט: 0.0 ספורט: 0.0 |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | רשימה א: 0.5 |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | רשימה ב: -0.5 |
| | | אלגוריתמים נומריים : 234125 | | פרויקט: 0 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | תת שרשרת מדעית: 1 |

| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
|----|-----------|--|------|--|
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | מבני נתונים 1 : 234218 | | |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | |
| | | ארגון ותכנות המחשב : 234118 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | אלגברה במ' : 104174 | | |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | |
| | | אלגוריתמים 1 : 234247 | | |
| | | מערכות הפעלה : 234123 | | |
| | | תורת הקומפילציה : 236360 | | |
| | | מבוא לבינה מלאכותית : 236501 | | |
| | | מבוא לביואינפורמטיקה : 236523 | | |
| | | פרויקט תעשייתי : 234313 | | |
| | | גרפיקה ממוחשבת 1 : 234325 | | |
| | | תורת החישוביות : 236343 | | |
| | | שפות תכנות : 236319 | | |
| | | מסדי נתונים : 236363 | | |
| | | מבוא לסטטיסטיקה : 094423 | | |
| | | מבוא לחבורות : 104158 מבוא לחבורות : 104158 | | |
| | | ספורט 2 : 000012 ספורט 2 : 000012 | | |
| | | סבוו <i>סבוו פר 1</i> 000012 חופשית 1 : 000031 | | |
| | | יוובט דר : 000031 העשרה 1 : 000021 | | |
| | | יועטויוי : 000021 העשרה 2 : 000022 | | |
| 43 | Sem_905 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 23.5 | חובה: 19.5 |
| 43 | 115_Ran1 | מבילונו דר הקבוצות האוטומטים למדמוד : 234125 מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | 23.5 | וווברו. כ.כב בחירה חופשית: 0.0 |
| | 113_Naii1 | מבוא לנו עי חנוחטב מי : 234114 אלגברה אמ' : 104166 | | בוויו ווופשית: ט.ט העשרה: 2.0 |
| | | אלגבו וז אנד : 104100 חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | וועשו זו. 2.0 מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | וושבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | נותנוטי נוסף: ייט.ד שרשרת מדעית: -2.5 |
| | | וושבון אינפיניטטינו <i>רי בנו :</i> 104032 תורת הפונקציות 1 : 104122 | | פורט: 2 ספורט: 2 |
| | | ולוו דל הפונקציות ד : 104122 הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | | טפוו ט. 2 רשימה א: -1.0 |
| | | | | |
| | | משוואות דפרנציאליות רגילות ת' : 104135 מבוא לתבנות מערכות : 234124 | | רשימה ב: -5.5 |
| | | | | פרויקט: 0 |
| | | העשרה 1 : 000021 יילוים בחיים מתחיים - 224125 | | תת שרשרת מדעית: 0 |
| | | אלגוריתמים נומריים : 234125 | | |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | |
| | | מבוא לאבטחת סייבר : 234493 | | |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | |
| | | העשרה 3 : 000023 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | |
| | | פרויקט תעשייתי : 234313 | | |
| | | מבוא לאופטימיזציה : 236330 | | |
| | | חופשית 1 : 000031 | | |
| | | פרויקט בעיבוד שפות טבעיות : 236303 | | |
| | | : 2 פרויקט תכנות מתקדם במדעי המחשב | | |
| | | 236526 | | |
| | | תורת הקבוצות : 104293 | | |
| | | למידה חישובית 1 : 096411 | | |
| | | פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | | |

| | | | Т | |
|----|---------------|--|------|-------------------|
| | | 236336 | | |
| | | מבני נתונים 1 : 234218 | | |
| | | אלגוריתמים 1 : 234247 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | גנטיקה בללית : 134020 | | |
| | | מכניקה אנליטית : 114101 | | |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
| 44 | Sem_905 | ביולוגיה 1 : 134058 | 26.5 | חובה: 23.5 |
| | 115_Ran2 | פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | | בחירה חופשית: 2 |
| | | 236336 | | העשרה: 0.0 |
| | | למידה חישובית 1 : 096411 | | מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | יסודות הכימיה : 124120 | | שרשרת מדעית: 0.0 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | 1.0 :ספורט |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | 1.0- רשימה א |
| | | 000021 : 1 העשרה | | רשימה ב: -10.5 |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | פרויקט: 0 |
| | | 000022 : 2 העשרה | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | | |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
| | | 000011 : 1 000011 | | |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | |
| | | פרויקט תכנות מתקדם במדעי המחשב 1 : | | |
| | | 236503 | | |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | |
| | | תורת הקבוצות : 104293 | | |
| | | ארגון ותכנות המחשב : 234118 | | |
| | | 000023 : 3 העשרה | | |
| | | מבוא לאבטחת סייבר : 234493 | | |
| | | פרויקט בתכנות מקבילי ומבוזר : 236371 | | |
| | | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | משוואות דפרנציאליות רגילות ת' : 104135 | | |
| | | פרויקט בעיבוד שפות טבעיות : 236303 | | |
| | | מבוא לביוכימיה ואנזימולוגיה : 134019 | | |
| | | תורת הקומפילציה : 236360 | | |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | |
| | | . פרויקט תכנות מתקדם במדעי המחשב 2 | | |
| | | 236526 | | |
| | | אלגברה במ' : 104174 | | |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| | | מבוא לביואינפורמטיקה : 236523 | | |
| 45 | Sem_905 | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | 34.5 | חובה: 31.5 |
| | _ 115_Ran3 | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | _ | 104166 : אלגברה אמ' | | 2.0 העשרה: |
| | | חופשית 1 : 000031 | | מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | שרשרת מדעית: -2.5 |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 ביולוגיה 1 : 134058 | | 1.0 :ספורט |
| | | שיטות רב-סריג : 236790 | | 0.0 רשימה א |

| | | למידה חישובית 1 : 096411 | | רשימה ב: -16.5 |
|----|----------|---|------|-------------------|
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | פרויקט: 0 |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | תת שרשרת מדעית: 0 |
| | | מכניקה אנליטית : 114101 | | |
| | | העשרה 2 : 000022 | | |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
| | | פרויקט ב- וי.אל.אס.אי. א' : 234306 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | פרויקט בתכנות מקבילי ומבוזר : 236371 | | |
| | | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | | |
| | | : 2 פרויקט תכנות מתקדם במדעי המחשב | | |
| | | 236526 | | |
| | | מבוא לאבטחת סייבר : 234493 | | |
| | | גנטיקה בללית : 134020 | | |
| | | : האינטרנט של הדברים - טכנולוגיות ויישומים | | |
| | | 236332 | | |
| | | פרויקט באינטרנט של הדברים : 236333 | | |
| | | פרויקט בעיבוד שפות טבעיות : 236303 | | |
| | | פרויקט ב- וי.אל.אס.אי. ב' : 236381 | | |
| | | מבוא לתורת הצפינה : 236309 | | |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | |
| | | סיבוכיות של חישובים אלגבריים : 236311 | | |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | |
| | | ארגון ותכנות המחשב : 234118 | | |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| | | אלגברה במ' : 104174 | | |
| | | 000011 : 1 ספורט | | |
| | | 000021 : 1 העשרה | | |
| 46 | Sem_905 | 000022 : 2 | 25.5 | חובה: 25.5 |
| | 115_Ran4 | פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | 236336 | | העשרה: 0.0 |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | שרשרת מדעית: -2.0 |
| | | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | | ספורט: 0.0 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | רשימה א: -2.0 |
| | | 000011 : 1 ספורט | | רשימה ב: -7.0 |
| | | למידה חישובית 1 : 096411 | | פרויקט: 0 |
| | | 000012 : 2 ספורט | | תת שרשרת מדעית: 0 |
| | | 000021 : 1 העשרה | | |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | |
| | | מבוא לכלכלה : 094591 | | |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | |
| | | אלגברה במ' : 104174 | | |
| | | חופשית 1 : 000031 | | |
| | | העשרה 3 : 000023 העשרה 3 - 000023 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | |
| | | פיסיקה 2 : 114052 | | |
| | | ם יקור בי בספר ב קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | |
| 1 | | יןונוב נטוו יווי ינוו ע וונווים ביים ביים ביים | | |

| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
|----|------------|--|----|----------------------------------|
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | |
| | | סיבוכיות של חישובים אלגבריים : 236311 | | |
| | | גנטיקה כללית : 134020 | | |
| | | שיטות רב-סריג : 236790 | | |
| | | מבוא לתורת הצפינה : 236309 | | |
| | | : פרויקט תכנות מתקדם במדעי המחשב | | |
| | | 236503 | | |
| | | פרויקט תעשייתי : 234313 | | |
| | | בו זקט ונשט זול : 254513 חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | |
| | | וושבון אינפיניטטינולי 2נו : 104032 פרויקט בתכנות מקבילי ומבוזר : 236371 | | |
| | | | | |
| 4- | 6 00 5 | אלגוריתמים נומריים : 234125 | 27 | 40.5 |
| 47 | Sem_905 | הנדסת מערכות מבוססת מודלים : 094222 | 27 | חובה: 19.5 |
| | 115_Ran5 | ביולוגיה 1 : 134058 | | בחירה חופשית: 2 |
| | | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | | העשרה: 0.0 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | מתמטי נוסף: 2.5 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | - שרשרת מדעית: |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | 10.5 |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | ספורט: 0.0 |
| | | בימיה כללית : 125001 | | רשימה א: -1.5 |
| | | ב נווו בייו 123001 ב מוו בייו היים בייו העשרה 1 : 000021 | | רשימה ב: -0.5 רשימה בי |
| | | וועשו זו זי 1000021 למידה חישובית 1 : 096411 | | |
| | | | | פרויקט: 1 |
| | | שיטות רב-סריג : 236790 | | תת שרשרת מדעית: 0 |
| | | 000022 : 2 | | |
| | | מכניקה אנליטית : 114101 | | |
| | | 000011 : 1 ספורט | | |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | |
| | | 000023 : 3 העשרה | | |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | יסודות הכימיה : 124120 | | |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| | | מסדי נתונים : 236363 | | |
| | | 000012 : 2 | | |
| | | מבוא לתורת הצפינה : 236309 | | |
| | | מבוא לתורת הצפינור : 20003 חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | |
| | | 1 | | |
| | | פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | | |
| | | 236336 | | |
| | | מבוא לביואינפורמטיקה : 236523 | | |
| | | סיבוכיות של חישובים אלגבריים : 236311 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | |
| | | אלגוריתמים נומריים : 234125 | | |
| | | גנטיקה כללית : 134020 | | |
| 48 | Sem_905 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 24 | חובה: 20.0 |
| . | 115_Ran6 | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | 113_1(0110 | מבוא לנו עי וומווסב מיי ב-254114 אלגברה אמ' : 104166 | | בורדו הוופשית: ט.ט העשרה: 4.0 |
| | | | | |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | 000011 : 1 ספורט | | שרשרת מדעית: -2.0 |

| | | 000024 4 | | 0.0 |
|----|-------------|---|------|--|
| | | חופשית 1 : 000031 | | ספורט: 0.0 |
| | | למידה חישובית 1 : 096411 | | 0.0 רשימה א: |
| | | פתרון נומרי של משוואות דיפרנציאליות חלקיות : | | רשימה ב: -3.5 |
| | | 236336 | | פרויקט: 1 |
| | | העשרה 2 : 000022 | | תת שרשרת מדעית: 0 |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | שיטות רב-סריג : 236790 | | |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | |
| | | 000012 : 2 ספורט | | |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | |
| | | מבוא לכלכלה : 094591 | | |
| | | מאיצים חישוביים ומערכות מואצות : 236278 | | |
| | | יסודות הכימיה : 124120 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | מבוא לאבטחת סייבר : 234493 | | |
| | | אלגברה במ' : 104174 | | |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | |
| | | : אלגברה של תורת הגרפים ומבנים קומבינטורים | | |
| | | 236308 | | |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| | | בימיה אורגנית : 125801 | | |
| | | מבני נתונים 1 : 234218 | | |
| | | מבוא לרשתות עצביות : 236941 | | |
| | | מבוא לאימות תוכנה : 236342 | | |
| | | אלגוריתמים נומריים : 234125 | | |
| | | שפות תכנות : 236319 | | |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | |
| 49 | Sem_905 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 19.5 | חובה: 0.0 |
| .5 | 115_Strong | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | 13.5 | בחירה חופשית: 0.0 |
| | 113_50.50.8 | מבוא <i>ימו</i> ל המולפם מי היבור גם אלגברה אמ' : 104166 | | העשרה: 2.0 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 חשבון אינפיניטסימלי 1מ' | | מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | חפבון א נב ני לסט <i>בול</i> בני 100001 מפורט 1 : 000011 | | בוו ננוט נוסן : 1.5 שרשרת מדעית: -1.5 |
| | | סבוו לדי: 100001 מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | ספורט: 0.0 |
| | | נובוא לולבנות משו בותי. 1234141 קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | טבוו ט. ט.ט רשימה א: 11.0 |
| | | קומבינטו יקוד לנודעי דומודשב . ב234141 אלגוריתמים נומריים : 234125 | | רשימה ב: 6.5 |
| | | אלגוו יוננים נונוו יים : 234123 חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | רשימודב. כ.ט פרויקט: 1 |
| | | חשבון אינפיניסטינו <i>רי בנו :</i> 104032 פיסיקה 1מ : 114071 | | פרויקט. ב תת שרשרת מדעית: 0 |
| | | פיסיקה דמ . 114071 מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | ונונ שו שו ונ נ <i>ו</i> ו עיונ. ט |
| | | מעו בות ספרתיות ומבנה המוושב . 044232 מבני נתונים 1 : 234218 | | |
| | | | | |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 על בכבר מידרגים בל - 104124 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | |
| | | מבוא לאבטחת סייבר : 234493 | | |
| | | ארגון ותכנות המחשב : 234118 | | |
| | | מערכות הפעלה : 234123 | | |
| | | אלגוריתמים 1 : 234247 | | |
| | | אלגברה במ' : 104174 | | |
| | | ביולוגיה 1 : 134058 | | |
| 1 | | חופשית 1 : 000031 | | |

| | | 000012 : 2 | | |
|----|------------------|---|----|--------------------------|
| | | תורת הקומפילציה : 236360 | | |
| | | מבוא לעיבוד שפות טבעיות : 236299 | | |
| | | תורת החישוביות : 236343 | | |
| | | גנטיקה כללית : 134020 | | |
| | | בימיה כללית : 125001 | | |
| | | 000021 : 1 העשרה | | |
| | | סדנה בתכנות תחרותי : 234901 | | |
| | | 000022 : 2 העשרה | | |
| 50 | Sem 90-115 Un1-5 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 17 | חובה: 3.0 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | 6 העשרה: |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | ספורט 1 : 000011 | | י שרשרת מדעית: 1.5 |
| | | חופשית 1 : 000031 | | ספורט: 0.0 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | רשימה א: 3.5 |
| | | מבוא לתכנות מערכות : 234124 | | רשימה ב: 3.0 |
| | | מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | | פרויקט: 0 |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | תת שרשרת מדעית: 0 |
| | | ב 9 קור במידו (1707 ב לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | יונול טו טוולבוו בוו ביו |
| | | יוג קור לנודע דונורוסב : 234232 חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | |
| | | הסתברות מ : 094412 | | |
| | | ווסוברווו נו. 294412 קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | |
| | | קומבינטו יקו זילנו עי זומוושב : 234141 ארגון ותכנות המחשב : 234118 | | |
| | | או גון וונבנות המחשב : 234118 ביולוגיה 1 : 134058 | | |
| | | בירוגרוז : 134038 ספורט 2 : 000012 | | |
| | | | | |
| | | מסדי נתונים : 236363 מכני בתונים 1 : 234348 | | |
| | | מבני נתונים 1 : 234218 על בכבר מידביו בין ג 104424 | | |
| | | אלגברה מודרנית ח' : 104134 | | |
| | | תורת הקומפילציה : 236360 | | |
| | | מבוא לכלכלה : 094591 | | |
| | | שפות תכנות : 236319 | | |
| | | מבוא לביואינפורמטיקה : 236523 | | |
| | | גנטיקה כללית : 134020 | | |
| | | אלגוריתמים 1 : 234247 | | |
| | | מערכות הפעלה : 234123 | | |
| | | אלגוריתמים נומריים : 234125 | | |
| | | פרויקט תעשייתי : 234313 | | |
| | | אלגברה במ' : 104174 | | |
| | | מבוא לרשתות מחשבים : 236334 | | |
| 51 | Sem_90-115_Un2-5 | מב.לתורת הקבוצות ואוטומטים למדמח : 234129 | 17 | חובה: 3.0 |
| | | 104166 : אלגברה אמ' | | בחירה חופשית: 0.0 |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 1מ' : 104031 | | העשרה: 2.0 |
| | | אנגלית טכנית-מתקדמים ב' : 324033 | | מתמטי נוסף: -1.0 |
| | | חופשית 1 : 000031 | | שרשרת מדעית: 3.0 |
| | | מבוא למדעי המחשב מ' : 234114 | | 1.0 :ספורט |
| | | חשבון אינפיניטסימלי 2מ' : 104032 | | 5.0 -רשימה א |
| | | הסתברות מ : 094412 | | רשימה ב: 3.0 |
| | | קומבינטוריקה למדעי המחשב : 234141 | | פרויקט: 1 |
| | | פיסיקה 1מ : 114071 | | תת שרשרת מדעית: 1 |
| | | לוגיקה למדעי המחשב : 234292 | | |
| | | · | | |

| מבוא לתכנות מערכות : 234124 | |
|--|--|
| מערכות ספרתיות ומבנה המחשב : 044252 | |
| אלגברה מודרנית ח' : 104134 | |
| אלגוריתמים נומריים : 234125 | |
| מבוא לכלכלה : 094591 | |
| 000011 : 1 | |
| 000021 : 1 העשרה | |
| מבני נתונים 1 : 234218 | |
| ארגון ותכנות המחשב : 234118 | |
| אלגברה במ' : 104174 | |
| מבוא למערכות לומדות : 236756 | |
| יסודות הכימיה : 124120 | |
| מבוא לאבטחת סייבר : 234493 | |
| נושאים מתקדמים בשיטות אימות פורמליות ה'+ת' | |
| 236625 : | |
| : 'נושאים מתקדמים בעיבוד שפה טבעית ה'+ת | |
| 236631 | |
| מבוא לבינה מלאכותית : 236501 | |
| אלגוריתמים 1 : 234247 | |
| מערכות הפעלה : 234123 | |
| תורת הקומפילציה : 236360 | |
| 000022 : 2 | |