**פרויקט – מבוא לבינה מלאכותית – 67842**

מגישים:

ניר בלוקה (206760811) | רועי מאיר (211442843) | רון בנימין (207837089)

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*תוכן עניינים\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

1. מבוא

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\* לעשות לחלק הזה שיפוץ דחוףףף\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

הבעיה שבחרנו לפתור היא מציאת תוכנית לימודים אופטימלית לתואר מלא. תחת ההנחות והאילוצים הבאים:

* בכל תוכנית לימודים תקינה יש מספר נקודות זכות שצריך להגיע אליהן.
* בכל תוכנית לימודים יכולים להיות קורסי חובה.
* לקורס יכולים להיות דרישות קדם ולא ניתן לקחת קורס ללא עמידה בדרישות.
* כל קורס נלמד בסמסטר א' ו/או ב'.
* לכל קורס שנלמד בסמסטר מסוים, יש ממוצע ציונים (למשל משנים קודמות).
* ניתן להגדיר את רמת העומס הרצויה בסמסטר על ידי הגבלת כמות נקודות הזכות אותן ניתן לקחת בכל סמסטר [min,max].

באופן פורמלי, בהינתן שנתון לימודים עבור מסלול לימודים מסוים המכיל את כמות נקודות הזכות הדרושות לתואר, רשימת הקורסים המוצעים בתואר (כל קורס מכיל שם, מספר, נ"ז, דרישות קדם, ממוצע, סמסטר), ובהינתן הגבלות על כמות נקודות הזכות בכל סמסטר, נרצה למצוא תוכנית לימודים לכל התואר העומדת בכל הדרישות וממקסמת את הממוצע הכללי בתואר.  
  
מצאנו את בעיה זו מעניינת משתי סיבות עיקריות:

* מדובר בבעיה שאנחנו וכלל הסטודנטים מכירים מקרוב, כולנו משקיעים זמן רב בתכנון תוכנית הלימודים של התואר, וכולנו יודעים כמה זה קשה לקחת את כלל השיקולים בחשבון כדי לסיים את התואר עם ממוצע מכובד.
* מבחינה חישובית הבעיה היא קשה מאוד – יש המון סידורים של תוכנית לימודים חוקית (אקפוננציאלי במספר הקורסים המוצעים) ומציאת התוכנית שממקסמת את הממוצע עלולה לגרום לבדיקת כלל האפשרויות.  
  כדי להבין את גודל הבעיה, נשווה אותה לבעיה קשה מוכרת הנקראת "בעיית התרמיל השלם (בשלמים)" (0-1 Knapsack Problem) שהיא בעיה NP-hard.

נתבונן בגרסה "קלה יותר" של הבעיה שלנו לצורך השוואה בגרסה זו לא נדרש להשלים את כל נקודות הזכות לתואר אבל עדיין הממוצע נמדד לפי סך הנקודות הנדרשות. נשים לב כי אם ניתן לפתור את בעיה זו ביעילות נוכל בעזרת רדוקציה לפתור גם את בעיית התרמיל השלם.

נזכיר כי בבעיה זו בהינתן מספר W ורשימת פריטים כאשר הוא משקל הפריט ו- הוא ערך הפריט. נרצה להחזיר ווקטור תוך מקסום הביטוי תחת האילוץ .

לכן, בהינתן קלט לבעיית התרמיל השלם, נוכל לייצר קלט לבעיה שלנו באופן הבא:  
נגדיר את מספר נקודות הזכות שצריך לתואר להיות W ובנוסף, לכל פריט, נייצר קורס (לא קורס חובה) כאשר נקודות הזכות של הפריט יהיו משקלו וכן ממוצע הקורס יהיה לכל קורס נגדיר כי אין לו קורסי קדם וכי ניתן ללמוד אותו בשני הסמסטרים. בנוסף נגדיר את המגבלות לנ"ז בסמסטר להיות בטווח . כעת, בהינתן הקלט הנ"ל, נפתור את הבעיה שלנו ונקבל תכנון לתואר הממקסם את הממוצע (סכום משוקלל חלקי W). נשים לב כי הפתרון האופטימלי ממקסם את . לכן, נוכל לייצר ווקטור המכיל "1" עבור כל קורס ששיבצנו בתכנון התואר ו- "0" לכל קורס שלא נבחר וזהו פתרון לבעיית התרמיל השלם. כלומר הבעיה שלנו היא קשה לפחות כמו בעיית התרמיל השלם.

בחרנו לנסות לפתור את בעיה זו באמצעות שתי שיטות:

* חיפוש בגרף (A\* search) - מידלנו את הבעיה כגרף כך שמציאת מסלול קצר ביותר (זול ביותר) משמעותו תוכנית לימודים תקינה עם ממוצע אופטימלי.
* חיפוש מקומי (Local Search) – מידלנו את הבעיה כבעיית חיפוש מקומי וערכנו השוואה בין אלגוריתמים שונים.

1. עבודה קודמת

לא מצאנו עבודה שדומה לנושא בחרנו בפרויקטים משנים קודמות בקורס. אבל, מצאנו שני מאמרים באינטרנט על פתרונות לבעיות דומות לבעיה שלנו:

* המאמר הראשון מדבר על בעיה דומה מאוד לבעיה שלנו – שם מנסים למצוא איזון בין סיום מהיר של התואר לבין מקסום הממוצע, תוך התחשבות באילוצים דומים לבעיה שלנו.   
  כותבי המאמר השתמשו בשני אלגוריתמים כדי לפתור בעיה זו:
  + Forward-Search Backward-Induction Algorithm – אלגוריתם שלא למדנו ומנסה לשבץ קורסים לפי דרישות הקדם שלהם בעזרת תכנון דינאמי.
  + Multi-Armed Bandit Algorithm – אלגוריתם שלא למדנו ומתמקד במציאת המלצות לקורסים למיקסום הממוצע ומזעור הזמן לסיום התואר, בהסתמך על נתונים של סטודנטים קודמים עם פרופיל דומה לסטודנט שמעוניין לתכנן את התואר שלו.