פרויקט סיכום בקורס מבוא לאופטימיזציה – פתרון בעיית שיבוץ מערכת שעות

אלן ברונשטיין, נעה עבו

המחלקה למדעי המחשב, אוניברסיטת בר אילן

# הקדמה

סטודנטים רבים מדי שנה נתקלים בצורך לשבץ את הקורסים שהם מחויבים לקחת וקורסים לבחירתם במערכת שעות סופית ומוגבלת בכמות השעות הקיימות ביום לימודים. בפרויקט זה בחרנו לבחון ולפתור את בעיית שיבוץ הקורסים – תהליך שיבוץ כלל הקורסים שנלקחים באותה השנה ע"י סטודנט כלשהו למערכת שעות שנתית אופטימלית הן מבחינת שעות והן מבחינת איכות הקורסים.

כדי למצוא פתרון אופטימלי לבעיה יש ראשית להגדירה היטב.

## הגדרת הבעיה1

כדי להגדיר את הבעיה היטב נחלק את תיאורה לשלושה חלקים:

#### הנחות והגדרות

* ראשית נגדיר הנחות כלליות ובסיסיות:
  + לכל קורס קיימים לפחות סט אחד של קבוצות (כלומר לקורס קיימת רק הרצאה) ולכל היותר שני סטים (הקורס מכיל הרצאה ותרגול), ובכל סט ישמר מספר הקבוצה.
  + משך כל קורס יהיה מינימום שעה ומספר שלם.
  + יום למידה מוגדר כך:
    - בימים א'-ה' בין השעות 08:00-21:00
    - ביום ו' בין השעות 08:00-16:00
    - ביום שבת אין קורסים

כלומר סה"כ ישנן 73 שעות למידה שבועיות.

* + שעות הבוקר יוגדרו בין השעות 08:00-14:00.
  + שעות הערב יוגדרו בין השעות 14:00-21:00.
  + במקרה של התנגשויות (חפיפת זמנים בין קורסים) נניח את הדברים הבאים:
    - לעולם לא תהיה התנגשות בין שני קורסי חובה –
    - במצב של התנגשות בין קורס חובה לקורס בחירה, העדיפות תמיד תהיה לקורס החובה.
    - במצב של התנגשות בין שני קורסי בחירה, הקורס המומלץ יותר (המספר המייצג את ההמלצה עליו יהיה גבוה יותר) יבחר.  
      אם שני הקורסים מומלצים במידה שווה אז הקורס בעל הנק"ז הגדול יותר יבחר, ואם שני הקורסים מומלצים במידה שווה ובעלי משקל שווה, אחד מהם יבחר רנדומלית.
  + מספר הנק"ז מתאר את כמות השעות בשבוע שבו הקורס מתקיים, כלומר אם משך הקורס הוא שעתיים בשבוע אז הוא שווה 2 נק"ז.
  + קורסי בחירה לעולם לא יהיו קורסי קדם לקורסים אחרים.
* שנית נגדיר את מבנה כל קורס:
  + מספר הקורס – מספר שלם, חיובי וייחודי לכל קורס.
  + שם הקורס – ישמש לתצוגה בלבד במערכת השעות הסופית.
  + האם הקורס סמסטריאלי או שנתי.
  + האם מדובר בקורס חובה או בחירה – משמש כדי ליצור עדיפות לקורסי החובה על הבחירה. קורסי החובה יהיו מיוצגים על ידי השנה בה לוקחים אותם (א', ב', ג' או ד') וקורסי בחירה יהיו מיוצגים על ידי המחרוזת "בחירה".
  + מספר הנק"ז של אותו הקורס – מספר שלם וחיובי בטווח [1,73] (הטווח המגביל את הנק"ז של כל קורס מוסבר בהנחות הבסיסיות לעיל).
  + שמות המרצים – רשימת שמות לתצוגה בלבד במערכת השעות הסופית המכילה לפחות שם אחד.
  + שמות המתרגלים – רשימת שמות לתצוגה בלבד במערכת השעות הסופית.
  + מספר הקבוצות – רשימה הבנויה ממספרים עוקבים כך שכל מספר מסמל קבוצת קורס, המכילה לפחות מספר אחד.
  + זמני הקורס – רשימה של זמני הקבוצות השונות של הקורס. כל תיאור זמן כולל את היום שבו מתרחש הקורס, את שעת ההתחלה ואת שעת הסיום.
  + המלצה – מספר שלם וחיובי בטווח [1,10] כך שציון 1 הוא הנמוך ביותר בעוד שציון 10 הוא הגבוה ביותר.
  + רשימת קורסי קדם – רשימה של מספרי קורסים אותם המשתמש היה צריך לסיים בהצלחה לפני שיבוץ קורס זה.

#### מגבלות

את מגבלות הבעיה חילקנו לשתי קטגוריות:

* מגבלות קבועות, כלומר מגבלות שלא תלויות בקלט שהמשתמש מכניס למערכת:
  + לא ניתן לבצע חפיפה בזמני שני קורסים.
  + לא ניתן לבחור קורס מסוים אם המשתמש לא סיים בהצלחה את כל קורסי הקדם של אותו הקורס.
* מגבלות המשתמש, כלומר מגבלות שהמשתמש מכניס למערכת ותלויות בו לחלוטין:
  + ימים ואו שעות בהן הוא לא יכול ללמוד, כלומר לא ניתן לשבץ קורסים בימים ובשעות הללו.

#### פונקציות מטרה

את מטרות הבעיה חילקנו לשתי קטגוריות:

* מטרות קבועות, כלומר מטרות שלא תלויות בקלט שהמשתמש מכניס למערכת:
  + מקסום סכום המלצות הקורסים, כלומר שיבוץ כמה שיותר קורסים מומלצים במיוחד במצבים של התנגשויות.
  + שיבוץ הקורסים בצורה שכמות החלונות תהיה מינימלית.
* מטרות המשתמש, כלומר מטרות שהמשתמש מכניס למערכת ותלויות בו לחלוטין:
  + מקסום שיבוץ הקורסים בשעות הבוקר/ערב/בימים שלמים.

## שלבי הפתרון

#### הקלט

המשתמש יתן למערכת כקלט את השנה בה הוא לומד, קורסי חובה עליהם הוא צריך לחזור (אם יש כאלה), קורסי הבחירה שבחר לאחר שעברו סינון בשלב הראשון, בחירת פונקציית מטרה וימים ואו שעות בהן הוא לא יכול ללמוד.

#### הפלט

המערכת תחזיר מערכת שעות אופטימלית לפי בחירות המשתמש.

נחלק את האלגוריתם לשלושה שלבים:

#### שלב ראשון – Pre-processing (שלב סינון הקורסים)

לאחר שהמשתמש יזין את הנתונים וההעדפות שלו, המערכת תסנן את הקורסים לפי הקריטריונים הבאים:

* סינון קורסי קדם: עוברים על כל קורסי הבחירה ועל הקורסים שצריך לחזור עליהם – אם נמצא קורס בחירה שאחד מקורסי הקדם שלו הוא קורס שצריך לחזור עליו, נמחק את הקורס מהרשימה.
* סינון העדפות משתמש: אם נמצא קורס בחירה שנמצא ביום ואו שעה שהוגדרו על ידי המשתמש שלא ניתן ללמוד בהם, נמחק את הקורס מהרשימה.
* סינון קורסי בחירה ראשוני: אם קיימים מעל 74 קורסי חובה, נזרוק את המערכת, מכיוון שלא ניתן לסדר מערכת שעות לפי ההנחות וההגדרות שהגדרנו.

#### שלב שני – שלב הבחירה

עבור כל פונקציית מטרה (קבועה ולפי בחירת המשתמש) המערכת תחזיר קבוצת קורסים שתואמת לבחירות המשתמש.

#### שלב שלישי – שלב החיתוך

המערכת תבצע חיתוך בין כל הקבוצות שנוצרו בשלב השני, כך שלבסוף תתקבל קבוצה אחת שתייצג את מערכת השעות האופטימלית ביותר.

## הדרך למציאת הפתרון

בשלב זה נתאר את התהליך והאלגוריתמים שהגענו אליהם בדרך למציאת האלגוריתם היעיל ביותר לפתרון הבעיה:

#### פתרון נאיבי

נעבור על כל הסידורים האפשריים של כל קבוצות הקורסים ונבחר את האופטימלי ביותר.  
אופן חישוב כמות הסידורים האפשריים שקול לבעיית סידור אובייקטים בשורה, לכן המערכת תעבור על !73 אפשרויות, כלומר זמן הריצה יהיה – סדר גודל גדול ולא אופטימלי.

#### פתרון תכנות דינמי

[When using headings, don’t skip levels. If you need a heading 3, 4, or 5 with no text following it before the next heading, just add a period at the end of the heading and then start a new paragraph for the subheading and its text.]

#### פתרון חמדני

[When using headings, don’t skip levels. If you need a heading 3, 4, or 5 with no text following it before the next heading, just add a period at the end of the heading and then start a new paragraph for the subheading and its text.]

#### הפתרון – אלגוריתם גנטי

[To add a table of contents (TOC), apply the appropriate heading style to just the heading text at the start of a paragraph and it will show up in your TOC. To do this, select the text for your heading. Then, on the Home tab, in the Styles gallery, click the style you need.]

ביבליוגרפיה

Last Name, F. M. (Year). Article Title. *Journal Title*, Pages From - To.

Last Name, F. M. (Year). *Book Title.* City Name: Publisher Name.

Footnotes

1[Add footnotes, if any, on their own page following references. For APA formatting requirements, it’s easy to just type your own footnote references and notes. To format a footnote reference, select the number and then, on the Home tab, in the Styles gallery, click Footnote Reference. The body of a footnote, such as this example, uses the Normal text style. (Note: If you delete this sample footnote, don’t forget to delete its in-text reference as well. That’s at the end of the sample Heading 2 paragraph on the first page of body content in this template.)]

Tables

Table 1

[Table Title]

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Column Head | Column Head | Column Head | Column Head | Column Head |
| Row Head | 123 | 123 | 123 | 123 |
| Row Head | 456 | 456 | 456 | 456 |
| Row Head | 789 | 789 | 789 | 789 |
| Row Head | 123 | 123 | 123 | 123 |
| Row Head | 456 | 456 | 456 | 456 |
| Row Head | 789 | 789 | 789 | 789 |

Note: [Place all tables for your paper in a tables section, following references (and, if applicable, footnotes). Start a new page for each table, include a table number and table title for each, as shown on this page. All explanatory text appears in a table note that follows the table, such as this one. Use the Table/Figure style, available on the Home tab, in the Styles gallery, to get the spacing between table and note. Tables in APA format can use single or 1.5 line spacing. Include a heading for every row and column, even if the content seems obvious. A default table style has been setup for this template that fits APA guidelines. To insert a table, on the Insert tab, click Table.]

Figures title:

Figure 1. [Include all figures in their own section, following references (and footnotes and tables, if applicable). Include a numbered caption for each figure. Use the Table/Figure style for easy spacing between figure and caption.]

For more information about all elements of APA formatting, please consult the APA Style Manual, 6th Edition.