



הנדסת תוכנה

Software Engineering

תרגיל 2 להגשה בתכנון וניתוח אלגוריתמים (קורס מס' 10120)

מרצים: ד"ר ראובן חוטובלי ד"ר מריה ארטישצ'ב

תאריך הגשה: 15.5.2021. העבודה בזוגות. עליכם להגיש את פתרון התרגיל כקובץ word ו/או כמצגת, הכולל גם את האיורים.

שאלה 1

- א. הריצו את האלגוריתם למציאת תמ"א על המחרוזות $X = \langle 1100101 \rangle$ ו- $Y = \langle 101101110 \rangle$.
רשמו את הטבלה המתקבלת ובנו 2 תמ"א שונות ע"ס הטבלה.
- ב. רשמו אלגוריתם חמדני אשר בהינתן שתי מחרוזות X, Y ו- Z בודק האם Z היא תת-מחרוזת משותפת של X ו- Y .
- על שתי סדרות X ו- Y הורץ האלגוריתם שנלמד בכיתה למציאת תת-סדרה משותפת ארוכה ביותר – תמ"א. עקב תקלה, הסדרה X אבדה. אך למזלנו נשמרה הסדרה השנייה $Y = \langle 11220101220200 \rangle$ וגם הטבלה C המופיעה להלן:

10	0	1	2	3	4	4	5	5	5	6	7	7	7	7
9	0	1	2	3	4	4	4	4	5	6	7	7	7	7
8	0	1	2	3	3	3	4	4	5	6	6	6	6	6
7	0	1	2	2	3	3	4	4	5	5	5	5	5	5
6	0	1	2	2	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5
5	0	1	1	2	3	3	3	3	3	4	4	4	5	5
4	0	1	1	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4
3	0	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
2	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

- ג. האם ניתן לקבוע את תמ"א ע"ס הנתונים הנ"ל? אם כן – רשמו את תמ"א המתקבלת. אחרת, הסבירו מדוע אי אפשר. אם הדבר אפשרי רק חלקית, רשמו את החלק שניתן והסבירו מה חסר ומדוע.
- ד. האם ניתן לשחזר את X ע"ס הנתונים הנ"ל? אם כן – רשמו את הסדרה X . אחרת, הסבירו מדוע אי אפשר. אם הדבר אפשרי רק חלקית, רשמו את החלק שניתן והסבירו מה חסר ומדוע.



שאלה 2

השאלה עוסקת באלגוריתם למציאת סדר אופטימלי לכפל סדרת מטריצות (כאשר נתונות N מטריצות M_1, M_2, \dots, M_N , ולכל $1 \leq i \leq N$ הגודל של המטריצה M_i הוא $d_{i-1} \times d_i$).
הערה: טבלה m מסומנת בשאלה זו כטבלה T , והטבלה s מסומנת כטבלה R .
סדרה $\langle p_0, p_1, \dots, p_n \rangle$ (סדרה של ממדי המטריצות) מסומנת כ- $\langle d_0, d_1, \dots, d_n \rangle$.
האלגוריתם הורץ עבור וקטור נתונים $(8, d_0, d_1, d_2, d_3, \dots, d_8)$, ולהלן טבלת T שהתקבלה כתוצאה:

8							0
7						0	72000
6					0	63000	68040
5				0	21000	81900	69720
4			0	420	1820	19820	21260
3		0	4800	1540	17820	34220	22540
2		0	480	660	942	2900	20840
1	0	1440	516	876	1020	3536	21872
	1	2	3	4	5	6	7

- אולם טבלת R נעלמה – ידוע רק ש- $R(1,8) = 3$, וגם מווקטור הנתונים נותרו רק שני ערכים: $d_0 = 6, d_4 = 30$.
- האם ניתן לקבוע את סדר הכפל האופטימלי של המטריצות ע"ס הנתונים הנ"ל? אם כן – רשמו את הסדר המתקבל (כלומר, ביטוי עם סוגריים). אחרת, הסבירו מדוע אי אפשר. אם הדבר אפשרי רק חלקית, רשמו את החלק שניתן והסבירו מה חסר ומדוע.
 - האם ניתן לשחזר את ווקטור הנתונים ע"ס הנתונים הקיימים? אם כן – רשמו את הערכים החסרים $(d_1, d_2, d_3, d_5, d_6, d_7, d_8)$. אחרת, הסבירו מדוע אי אפשר. אם הדבר אפשרי רק חלקית, רשמו את החלק שניתן והסבירו מה חסר ומדוע.

שאלה 3

נתונה בעית המטען עם פרמטרים הבאים: קיבולת האוניה $W = 5.5$ ונתוני הפריטים מרוכזים בטבלה:

Items	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5
Weight	0.5	2	2.5	1	2
Value	8	16	28	14	15

- מצאו פתרון אופטימלי עבור הבעיה הנתונה (כאשר קיים פריט אחד מכל סוג). תארו את כל שלבי הפתרון ורשמו בבירור את התוצאה.
- כיצד ישתנה הפתרון מסעיף א', אם $W = 8$? נמקו.
- פתרו את הבעיה של סעיף א' כאשר יש אינסוף פריטים מכל סוג.
רמז: הפעילו את השיטה בדומה לסעיף א', אלא שהפעם לכל a_i יוגדר גם x_i שזאת כמות הפריטים מהסוג ה- i . לכן כדאי גם להגדיר שתי טבלאות: בנוסף לטבלה הבסיסית – טבלת הרווחים – נשמור בטבלה המקבילה את ערכו של x_i עבורו קיבלנו מקסימום.
- כתבו תכנית מודולרית בשפת C המטפלת בבעיית התרמיל (כאשר קיים פריט אחד מכל סוג) תוך שימוש בתכנות דינמי.

קלט התכנית:



- מספר הפריטים (n) שהוא משתנה.
 - סדרה של n ערכים – "רווחים" (שימו לב שווקטור זה יהיה מיוצג באמצעות מערך דינאמי).
 - סדרה של n משקלים שלמים (שימו לב שווקטור זה יהיה מיוצג באמצעות מערך דינאמי).
 - מספר שהוא משקל התרמיל
- פלט נאה של התכנית:**

- טבלה T
- טבלה S
- פתרון.

ה. כתבו תכנית מודולרית בשפת C המטפלת בבעיית התרמיל (כאשר יש אינסוף פריטים מכל סוג) תוך שימוש בתכנות דינמי.

קלט התכנית:

- מספר הפריטים (n) שהוא משתנה.
 - סדרה של n ערכים – "רווחים" (שימו לב שווקטור זה יהיה מיוצג באמצעות מערך דינאמי).
 - סדרה של n משקלים שלמים (שימו לב שווקטור זה יהיה מיוצג באמצעות מערך דינאמי).
 - מספר שהוא משקל התרמיל
- פלט נאה של התכנית:**

- טבלה T
- טבלה S
- טבלה X, טבלה בה שומרים לכל i את ערכו של x_i עבורו קיבלנו מקסימום.
- פתרון.

שאלה 4

התבקשתם למצוא את השימוש הטוב ביותר בשטח קרקע. על השטח ניתן להקים עד חמישה מבנים. מבנה יכול לשמש לאחד מארבעת השימושים הבאים:

- מגורים
- מסחר
- משרדים
- מלונאות

הטבלה הבאה מתארת את הרווח הצפוי (בהתאם למספר המבנים מאותו הסוג):

מספר מבנים	מגורים	מסחר	משרדים	מלונאות
0	0	0	0	0
1	2	6	1	8
2	4	9	1	12
3	6	9	2	20
4	8	10	3	16
5	10	11	15	12

לדוגמה: אם בשטח יהיו 3 מבנים מסוג מגורים, אז ניתן לקבל מזה רווח 6 (משלושתם יחד).

א. הציעו ורשמו אלגוריתם יעיל לפתרון הבעיה הנ"ל במקרה הכללי עבור N מבנים ו- K שימושים אפשריים שונים (על התיאור להיות כללי וברור).

ב. הריצו את האלגוריתם המוצע על הנתונים הספציפיים מהטבלה הנ"ל. פרטו את שלבי ההרצה ורשמו בבירור את התוצאה הסופית – חלוקת המבנים האופטימלית לפי השימושים השונים.



שאלה 5

למכונה לארגון קופסאות Small-Box מגיעה קבוצה של N קופסאות. לכל קופסה b_i ($1 \leq i \leq N$) ידועים גובה h_i , אורך d_i ורוחב w_i . ולכל קופסה מתקיים $h_i \leq w_i \leq d_i$. מטרת המכונה לארגן את הקופסאות ע"י הכנסת קופסה לתוך קופסה אחרת כדי שיישארו מינימום קופסאות חיצוניות (כלומר, שאר הקופסאות יהיו בפנים).

אולם, המכונה לא יודעת לסובב קופסאות, לכן היא תכניס קופסה b_i לתוך קופסה b_j רק כאשר מתקיים $d_i \leq h_j$ (אחרת, אפילו לא תנסה). כמו כן, המכונה לא יכולה להכניס שתי קופסאות לתוך שלישית בזו לצד זו, אלא רק קופסה אחת בלבד לתוך קופסה אחרת (כאשר בתוך הקופסה הקטנה יותר כן ייתכנו קופסאות פנימיות נוספות).

ברצוננו לקבוע עבור המכונה את סדרת ההכנסות כך מספר הקופסאות (החיצוניות) שיישארו יהיה מינימלי האפשרי.

- הציעו אלגוריתם חמדני יעיל ככל הניתן לפתרון הבעיה. פרטו את האלגוריתם (על התיאור להיות כללי וברור).
- נתחו את הסיבוכיות של האלגוריתם המוצע.
- הוכיחו את נכונות האלגוריתם המוצע.
- הריצו את האלגוריתם שהצעתם על הנתונים המרוכזים בטבלה להלן:

i	1	2	3	4	5
d_i	12	7	17	20	15
w_i	12	3	10	5	15
h_i	8	1	9	5	12

רשמו שלבים עיקריים של ההרצה.

כתוצאה הסופית של ההרצה, ציינו עבור כל קופסא לאיזו קופסא אחרת יש להכניסה (אם בכלל).

שאלה 6

נתון טקסט המכיל רק 4 תווים שונים בשכיחויות הבאות: $\spadesuit - 50$, $\clubsuit - 30$, $\heartsuit - 15$, $\diamond - 5$.

- רוצים לקודד את הטקסט עם קוד Huffman. בנו עץ הקידוד המתאים.
- מהו אורכו (בסיביות) של הטקסט המקודד (לפי העץ שבניתם)?
- רשמו קידוד אפשרי (עקבי) לכל תווי הטקסט.

מכשיר חכם לפענוח טקסטים מקודדים פועל באופן הבא: מזינים אליו את טבלת ההתאמה בין תווי הטקסט המקורי לבין מילות הקוד המתאימות, לאחר מכן המכשיר קולט את הטקסט המקודד (סדרה בינרית), מפענח אותו ומדפיס את הטקסט המקורי. לצורך האצת התהליך, המכשיר קולט את סיביות הסדרה בזוגות (במקום סיבית-סיבית). עקב תקלה מכנית, המכשיר התחיל להסתבך: אם מילת קוד מסויימת הינה באורך אי זוגי, אז המכשיר אמנם קולט ומפענח אותה בהצלחה, אבל הסיבית האחרונה שנקלטה (שהיא כבר שייכת למילת קוד הבאה) לא נשמרת להמשך הפעולה, ולכן פענוח של שאר הטקסט משתבש.

- הציעו תיקון לקידוד שפיתחתם בסעיפים הקודמים שיאפשר שימוש במכשיר החכם למרות התקלה בו. כיצד ישתנה האורך הכולל של הטקסט המקודד בקוד המתוקן?
- האם קיימת אפשרות לבנות קוד אחר (לאו דווקא מבוסס על Huffman) אשר בנסיבות הללו יניב אורך הטקסט המקודד קצר יותר? אם כן, תנו את הקידוד. אם לא, הסבירו מדוע.

בהצלחה!