

האוניברסיטה הפתוחה

20433

## **מבני-נתונים**

חוברת הקורס – סתיו 2011א

כתבה : אילנה בס

אוקטובר 2010 – סמסטר סתיו – תשע"א

**פנימי – לא להפצה.**

© כל הזכויות שמורות לאוניברסיטה הפתוחה.

## תוכן העניינים

א אל הסטודנט

### מתכונת הקורס

- |    |  |
|----|--|
| ה  | 1. תיאור הקורס                         |
| ה  | 2. פרקי הלימוד                         |
| ו  | 3. כיצד ללמוד                          |
| ז  | 4. מפגשי ההנחיה                        |
| ז  | 5. שימוש במחשב אישי במהלך הקורס        |
| ח  | 6. בחינות הגמר                         |
| ח  | 7. התנאים לקבלת נקודות זכות בקורס      |
| י  | 8. למידה מתוקשבת - ואתר הקורס באינטרנט |
| יג | 9. לוח זמנים ופעילויות                 |

### מטלות הקורס

- |    |                                      |
|----|--------------------------------------|
| יז | 10. תיאור המטלות                     |
| יז | 10.1 ממ"ן רגיל                       |
| יח | 10.2 ממ"ן הרצה                       |
| כ  | 10.3 חומר הלימוד הדרוש לפתרון המטלות |
| כא | 11. נוהל הגשת המטלות                 |
| 1  | ממ"ן 11                              |
| 3  | ממ"ן 12                              |
| 5  | ממ"ן 13                              |
| 7  | ממ"ן 14                              |
| 9  | ממ"ן 15                              |
| 13 | ממ"ן 16                              |
| 15 | ממ"ן 17                              |
| 17 | ממ"ן 18                              |

21 נספח - בחינות גמר לדוגמה

## אל הסטודנט,

אני מברכת אותך עם הצטרפותך לקורס "מבני-נתונים" באוניברסיטה הפתוחה. על מנת לסייע לך לעבור את הקורס בהצלחה, ברצוני להפנות את תשומת ליבך למספר נקודות חשובות:

- כידוע לך נוכחות במפגשי ההנחיה אינה חובה. יחד עם זאת, **מומלץ מאד** להגיע באופן סדיר למפגשי ההנחיה. המפגשים כוללים תרגול רב ואין לי ספק שהשתתפות בהם תוכל לתרום לך רבות. כמו כן, ניסיון העבר מלמד, כי קיים מתאם גבוה בין נוכחות סדירה במפגשי ההנחיה לבין הצלחה במבחן הסופי.
- במהלך הקורס יש להגיש תרגילי בית. כדי להיות זכאי לגשת לבחינה יש להגיש את שני תרגילי ההרצה (ממ"נים 14 ו-18) וכן להגיש עוד שלושה ממ"נים. הכנת תרגילי הבית מהווה הכנה מצוינת לבחינה ולכן מומלץ להגיש כמה שיותר תרגילים. (כל ממ"ן נוסף שיוגש מעבר למינימום הנדרש יוכל רק **לשפר** את ציון המגן - ר' סעיף 10.4 בחוברת). יש להקפיד על הגשת הממ"נים במועד.
- כמו קורסים רבים אחרים באו"פ, גם הקורס "מבני-נתונים" הוא קורס **מתוקשב**. לקורס יש אתר-בית, שבו תוכל להיפגש עם סטודנטים אחרים בקורס ולדון איתם על החומר הנלמד בקורס, המטלות, או כל נושא אחר כפי שתמצא לנכון. כמו כן תוכל למצוא באתר הקורס:

♦ לוח הודעות

♦ הפניות לאתרים ברשת האינטרנט הקשורים לחומר הנלמד בקורס

♦ מאגר משאבים (למשל, מבחנים לדוגמא)

אני מקווה שתשתמש בכלים שמעמיד לרשותך תקשוב הקורס, ותפיק מהם תועלת וגם הנאה.

אנא קרא את חוברת הקורס לפני תחילת הסמסטר. השקעת זמן מועט בקריאת החוברת עשויה לענות על רבות משאלותיך ולמנוע קשיים ואי-הבנות בעתיד.

צוות הקורס ישמח לעמוד לרשותך בכל שאלה שתתעורר.

ניתן לפנות למנחים בשעות ההנחיה הטלפונית שלהם, או ישירות אלי בכל יום ד' בשעות 11:00-13:00 בטלפון 09-7781239 כמו כן ניתן לפנות אלי ב- e-mail כתובתי: [ilana@open.ac.il](mailto:ilana@open.ac.il)

אני מאחלת לך לימוד פורה ומהנה.

ב ב ר כ ה,

אילנה בס

מרכזת ההוראה בקורס



# מתכונת הקורס



## 1. תיאור הקורס

הקורס דן בשני נושאים הקשורים הדוקות זה לזה: אלגוריתמים ומבני נתונים. בתחום האלגוריתמים-מתוארות שתי שיטות שונות לתכנון אלגוריתמים: הפרד ומשול, והשיטה החמדנית. הקורס עוסק גם בניתוח היעילות של אלגוריתמים, תוך שימת דגש על ניתוח זמן הריצה של אלגוריתמים. בתחום מבני הנתונים - כל מבנה נתונים מוצג תחילה בצורתו המופשטת ולאחר מכן מוצג אופן מימושו.

לימוד הקורס מתבסס על התרגום לעברית של הספר: *Introduction to Algorithms* שנכתב על-ידי: T.H. Cormen, C.E. Leiserson & R.L. Rivest, כשהוא מלווה במדריך למידה. לימוד הפרקים הרלוונטים בספר יתנהל בהתאם להנחיות במדריך הלמידה.

## 2. פרקי הלימוד

להלן פירוט של חומר הלימוד המחייב בקורס:

פרק 1 בספר	- מבוא
פרק 2 בספר	- גידול של פונקציות
פרק 4 בספר	- נוסחאות נסיגה (רק סעיף 4.2)
פרק 7 בספר	- מיון-ערימה
פרק 8 בספר	- מיון-מהיר (בלי סעיפים 8.3, 8.4)
פרק 9 בספר	- מיון בזמן לינארי
פרק 11 בספר	- מבני נתונים בסיסיים
פרק 12 בספר	- טבלאות גיבוב (בלי סעיף 12.3.3)
פרק 13 בספר	- עצי חיפוש בינריים (בלי סעיף 13.4)
פרק ח' במדריך הלמידה	- עצי AVL
פרק 17 בספר	- אלגוריתמים חמדנים



מדריך הלמידה המלווה את הספר מתאר באופן מפורט את דרך הלימוד ואת הסדר שבו יש ללמוד את פרקי הספר. את פרקים ח' ו-ט' יש ללמוד אך ורק ממדריך הלמידה. כל פרק ממדריך הלמידה מכיל הסברים נוספים לגבי חלק מהחומר המתאים מהספר ואוסף של שאלות עם פתרונות מלאים. מדריך הלמידה כולל עשרה פרקים המפורטים להלן:

פרק במדריך	נושא
א	פרקים 1 ו-2 בספר
ב	פרק 8 וסעיף 4.2 בספר
ג	פרק 7 בספר
ד	פרק 9 בספר
ה	פרק 11 בספר
ו	פרק 12 בספר
ז	פרק 13 בספר
ח	עצי AVL
י	פרק 17 בספר

### 3. כיצד ללמוד

כל חומר הלימוד הנדרש נמצא בספר ובמדריך הלמידה. מומלץ ללמוד את החומר בהתאם להנחיות שבמדריך הלמידה. כלומר, יש "לדלג" בין קריאת מדריך הלמידה לקריאת הפרק בספר בהתאם להנחיות שבמדריך הלמידה. כל פרק במדריך הלמידה מכיל שאלות רבות, שהתשובות להן מצויות בסוף המדריך. רצוי מאוד שתנסה לענות על כל שאלה בכוחות עצמך, לפני שתעיין בתשובה המופיעה במדריך הלמידה.

יש להקדיש ללימוד ותרגול החומר כ- 10-15 שעות בשבוע. אם אתה נתקל בקשיים תוך כדי הלימוד, תוכל להתקשר למנחים בשעות ההנחיה הטלפונית או לשאול את שאלותיך במפגש ההנחיה הקרוב. כמו כן, אם ברשותך מחשב המחובר לאינטרנט תוכל להיעזר בקבוצת הדיון של הקורס (זו עשויה להיות הדרך המהירה והיעילה ביותר!) משנראה לך שהבנת היטב את חומר הלימוד, תוכל לגשת לפתרון המטלה. המטלה כוללת, בדרך כלל, שאלות קשות ומורכבות יותר מאלו המופיעות במדריך הלמידה והן נועדו לבדוק את יכולתך ביישום חומר הלימוד.

הלימוד השיטתי של פרקי הלימוד, יחד עם פתרון המטלות, מהווה הכנה מלאה לקראת בחינת הגמר.

שמירה על קצב הלימוד המתוכנן (כמפורט ב"לוח זמנים ופעילויות") והגשת המטלות בזמן ימנעו ממך קשיים במהלך הסמסטר, ויסייעו לך בהפקת מלוא התועלת מהקורס. ספרי עזר מומלצים:

1. אריאל שמיר: מבני-נתונים, הוצאת אקדמון.
2. Alfred V. Aho, John E. Hopcroft, Jeffrey D. Ullman: *Data Structures and Algorithms*, Addison-Wesley, 1987.

#### 4. מפגשי ההנחיה

במהלך הסמסטר יתקיימו שמונה מפגשי הנחיה קבוצתיים במרכזי הלימוד השונים. מידע על מיקום מרכז הלימוד ועל תאריכי המפגש של קבוצתך תוכל למצוא ב"לוח מפגשים ומנחים". (בקבוצת לימוד, שבה ההנחיה היא מוגברת, יתקיימו 14 מפגשים.)

בכל מפגש יוקדש חלק מן הזמן להבהרת נקודות מרכזיות בחומר הלימוד השוטף, ויתר הזמן יוקדש לשאלות הסטודנטים ולפתרון תרגילים. כמו כן ידון המנחה עם הסטודנטים על המטלה האחרונה שהוגשה או על המטלה הבאה שצריך להגיש. חשוב לציין, כי המפגש **אינו מהווה** תחליף ללימוד עצמי. (כלומר, אין לצפות לכך שהמנחה ילמד במפגשי ההנחיה את החומר!)

#### פירוט נושאי המפגשים (בהנחיה רגילה):

- מפגש 1 - פרק 1 בספר, פרק א' במדריך הלמידה
- מפגש 2 - פרק ב' במדריך הלמידה
- מפגש 3 - פרק ג' במדריך הלמידה
- מפגש 4 - פרק ד' במדריך הלמידה
- מפגש 5 - פרק ה' במדריך הלמידה
- מפגש 6 - פרק ו' במדריך הלמידה
- מפגש 7 - פרקים ז', ח' במדריך הלמידה
- מפגש 8 - פרק, י' במדריך הלמידה

**שים לב:** כדי להפיק את מלוא התועלת מהמפגשים, מומלץ ללמוד את החומר הרלוונטי לפני המפגש!

#### 5. שימוש במחשב אישי במהלך הקורס

במהלך הקורס תזדקק למחשב אישי כדי להכין את תרגילי ההרצה. אם אין ברשותך מחשב אישי, תוכל להשתמש במחשבים הנמצאים במרכזי הלימוד של האו"פ. תוכל גם להדפיס את התכניות במדפסות שבמרכזי הלימוד.

אם דרוש לך מהדר TURBO PASCAL או TURBO C++, תוכל לקבלו **בהשאלה** מ"מרכז ההשאלות" באוניברסיטה הפתוחה. (ניתן לקבל גירסה 7.0 של TURBO-PASCAL או גירסה 4.52 של TURBO-C++ של חברת BORLAND).

אם אתה מעוניין בהשאלה תוכל לעשות זאת באמצעות מרכז ההשאלות (בחנות למדא). טלפון: 09-7781845. (ראה פרטים בידיעון האקדמי).

## **6. בחינות הגמר**

הנך זכאי לגשת לבחינת גמר בקורס רק אם עמדת בכל דרישות הקורס לפני מועד בחינה. (כלומר הגשת מטלות במשקל מינימלי והשתתפת בשאר פעילויות החובה של הקורס).

**חומר העזר המותר בשימוש בבחינה הוא ספר הלימוד ומדריך הלמידה, ללא הערות או תוספות שלכם.**

בחינות הגמר יחלו כשבוע ימים לאחר תום הסמסטר. הודעה על המועדים המדויקים תישלח לסטודנטים על-ידי מרכז ההישגים הלימודיים כחודשיים לאחר תחילת הסמסטר. מועדי בחינות הגמר שנקבעו לסמסטרים הבאים מפורטים בידיעון האקדמי.

### **לתשומת לב!**

הנך זכאי להיבחן בקורס פעמיים: במועדים של הסמסטר הנוכחי או במועדים של הסמסטר הבא בו נלמד הקורס, ובכך מיצית את זכותך להיבחן בקורס. סטודנט שניגש לבחינות גמר בשני מועדים ונכשל בשניהם, יוכל להירשם לקורס זה פעם נוספת ולקבל הנחה בשכר הלימוד. פרטים בידיעון האקדמי.

על מתכונת בחינות הגמר ראה בנספח "בחינות גמר לדוגמה" בחוברת זו. בחינות הגמר לדוגמה מייצגות בחינות שהתקיימו בסמסטרים קודמים. אנו מצרפים בחינות אלה כדי שתוכלנה לשמש כלי עזר נוסף ללימוד, ולעזור בהכנה למבחן. אין בכך התחייבות שהבחינות בסמסטר הנוכחי תהיינה זהות במבנה, באופי השאלות וכו' לאחת מן הבחינות לדוגמה.

## **7. התנאים לקבלת נקודות זכות בקורס**

- א. הגשת שתי מטלות החובה (הרצה), (ממ"ן 14 וממ"ן 18). (ראה הערה בעמוד הבא).
- ב. הגשת שלושה ממ"נים לפחות מתוך ששת הממ"נים הרגילים.
- ג. ציון של 60 ומעלה בבחינת הגמר ובקורס.
- ד. הציון המשוקלל של המטלות והבחינה צריך להיות 60 לפחות.

### **לתשומת לבכם:**

מדיניות קורס זה היא לאשר הזנת ציון אפס במטלות שלא הוגשו כנדרש בקורס. סטודנטים אשר לא הגישו את מכסת המטלות המינימאלית לעמידה בדרישות הקורס ולקבלת זכאות להיבחן, ומבקשים שמטלות חסרות יוזנו בציון אפס, יפנו למוקד הפניות והמידע בטלפון **09-7782222** או **יעדכנו בעצמם** באתר שאילתא <http://www.openu.ac.il/sheilta>

**קורסים** ⇨ **ציוני מטלות ובחינות** ⇨ **הזנת ציון 0 למטלות רשות שלא הוגשו.**  
יש לקחת בחשבון כי מטלות אשר יוזן להן ציון אפס ישוקללו בחישוב הציון הסופי ובכך יורידו ציון זה ולא ניתן יהיה להמירן במטלות חלופיות במועד מאוחר יותר. על כן קיימת אפשרות שסטודנט אשר יעבור את הבחינה בהצלחה ייכשל בקורס (כשהממוצע המשוקלל של המטלות והבחינה יהיה נמוך מ- 60).

**כלל זה איננו חל על מטלות חובה או על מטלות שנקבע עבורן ציון מינימום.**

## 8. למידה מתוקשבת ואתר הקורס באינטרנט <http://telem.openu.ac.il>

לקורס שבו אתם לומדים קיים אתר באינטרנט הפועל כמעין מרכז לימוד וירטואלי של הקורס. האתר מהווה עבורכם ערוץ תקשורת עם סטודנטים אחרים בקורס ועם צוות ההוראה, ומאפשר לכם ליהנות מחומרי למידה נוספים שמפרסם מרכז ההוראה. ההשתתפות בפעילות המתוקשבת באתר אינה דורשת הרשמה מיוחדת. הכניסה לאתר מתבצעת מכל עמדת מחשב שיש בה חיבור לאינטרנט (בבית, במקום העבודה, ממחשב של חבר), בשעות ובימים הנוחים לכם.



### מהם הציוד והתוכנה הנדרשים כדי לגלוש באתר?

כדי לבקר באתר ולהשתתף בפעילות נדרשת גישה למחשב המסוגל להריץ Microsoft Internet Explorer 6 ומעלה, הכולל מעבד התמלילים Microsoft Word 7.0 ומעלה. תוכנות Office אחרות מומלצות.

### כיצד מגיעים לאתר הקורס?

תחילה עליכם להיכנס לאתר הראשי של שוהם בכתובת: <http://telem.openu.ac.il>  
לאחר מכן הקלידו את מספר הקורס או את שמו בחלון שלהלן:

### מה כוללים אתרי הקורסים?

אתרי הקורסים מאפשרים לקיים **תקשורת זמינה ושוטפת** בין כל השותפים ללמידה ולהוראה בקורס.  
נוסף על כך באתרי הקורסים מתפרסמים **חומרי לימוד** כגון: עדכונים ליחידות הלימוד, תרגול נוסף, דוגמאות של מבחנים, משובים לממ"נים, המחשבות, לומדות ועוד. **חומרי העשרה** כגון: מצגות, עבודות לדוגמה של סטודנטים, נושאים אקטואליים, מבחני רב ברירה עם משוב מיידי, קישורים למאגרי מידע ולאתרים שונים ברשת האינטרנט ועוד.  
בחלק מהאתרים משולבים **שיעורי וידיאו** מוקלטים המחולקים לפרקים והמזמנים לימוד הדומה במקצת לשיעור חי. החלוקה לפרקים מאפשרת צפייה נוחה בשיעור, ובמיוחד חזרה על פרקים ספציפיים מתוך הרצף. בדקו האם יש הפניה לשיעורי וידיאו בקורס שלכם והיעזרו בהם ללמידה.  
כל אלה הן דוגמאות בלבד - באתר של כל קורס בוחר מרכז ההוראה להציג את החומרים המתאימים לתכני הקורס.

### הפנקס האישי

באתרי הקורסים משולב "**פנקס אישי**" המאפשר לכם לרכז הערות אישיות לחומרים שתבחרו מתוך אתר הקורס. הפנקס האישי, כשמו כן הוא - אישי. רק אתם מורשים לצפות בו. אותו פנקס

ילווה אתכם בכל תקופת לימודיכם באוניברסיטה הפתוחה וישרת אתכם בכל הקורסים שתלמדו. תוכלו לאסוף לפנקס האישי פריטי תוכן מאתרי קורסים שונים, בתנאי שיש לכם הרשאה אליהם. פרטים על הפנקס האישי והמלצות לשימוש בו ראו באתר תלם, אזור מידע לסטודנטים או ישירות בכתובת: [http://telem.openu.ac.il/personal\\_notes](http://telem.openu.ac.il/personal_notes) מקווים שהפנקס האישי יהיה לכם לעזר במהלך לימודיכם באוניברסיטה הפתוחה.

### כיצד מתבצעת התקשורת באתר?

בדף הבית באתר פרוס לוח הודעות בו מתפרסמות הודעות שוטפות מטעם צוות ההוראה בנושאים ואירועים הקשורים לקורס. באתר יש קבוצת דיון המאפשרת שיח שוטף בין כל משתתפי הקורס באמצעות חילופי טקסט. אפשר לשתף ולהתייעץ, לדון בחומר הלימוד, להעלות קשיים, לשאול שאלות ולקיים שיח לימודי וחברתי. קבוצת הדיון פתוחה רק בפני הסטודנטים והמנחים הלומדים ומלמדים בקורס. הדואר האלקטרוני מאפשר קיום תקשורת בינאישית בין הסטודנטים ומול צוות ההוראה. הצ'ט מאפשר לכל משתתפי הקורס, לומדים ומלמדים, "לשוחח" בזמן אמת באמצעות הודעות טקסט במועד שנקבע מראש.

### ביקור ראשון באתר הקורס

הצעד הראשון בביקורכם באתר הוא לערוך עימו הכרות - התחילו לשוטט במדורים השונים הנמצאים באתר בצורה חופשית כדי להכיר את המבנה שלו ואת התכנים שנמצאים בו. היכנסו ל **עדכון פרטים אישיים** ובצעו את הפעולות הבאות:

- **עדכן את כתובת הדואר האלקטרוני שלכם** כדי שתוכלו לקבל דואר ממרכז ההוראה.
  - אשרו פרסום שמכם בדף רשימות הסטודנטים באתר כדי שסטודנטים אחרים יוכלו לפנות אליכם ישירות.
  - תוכלו לשנות את סיסמת הגישה האישית לאתר (אם היא מסובכת מדי לזכירה).
- בקר בקבוצת הדיון והציגו עצמכם בפני צוות הקורס וחברי הקבוצה, תוכלו לספר מעט על עצמכם ולשתף אחרים בציפיות שלכם מהקורס. בביקורים הבאים באתר, נצלו את קבוצת הדיון להעלות שאלות, להציע רעיונות ולשתף אחרים בחוויות ובפתרונות. לרשותכם קיים באתר מדריך למשתמש הכולל הנחיות טכניות לתפעול סביבת הלמידה, אליו ניתן להגיע מהקישור **עזרה** בראש דף הבית.

### תדירות הביקור באתר ולמה כדאי לחזור ולבקר בו

האינטרנט כידוע הוא מדיום בעל יתרונות רבים, אחד מהם הוא האפשרות לעדכן את המידע באופן שוטף ובמהירות. היתרון הזה בא לידי ביטוי באתרי הקורסים ומאפשר לצוות ההוראה לעדכן את האתר ואתכם, הסטודנטים, באופן שוטף בפרסומים, בחידושים, בדוגמאות אקטואליות ועוד. במילים אחרות, בניגוד ליחידות הלימוד הכתובות, אתר הקורס כפי שמוצג בראשית הסמסטר אינו דומה כלל וכלל לאתר הקורס בסוף הסמסטר. אתרי הקורסים מתרחבים ומתעדכנים כל העת. עשו לעצמכם מנהג לבקר באתר באופן שגרתי ולהפנות אליו את שאלותיכם. גם אם בהתחלה הדבר יהיה אולי מכביד או מאולץ, עם הזמן תיווכחו כי עומד לרשותכם אמצעי עזר יעיל ללמידה.

היכנסו לאתר, היעזרו בתכנים השונים וכמובן השתתפו באופן פעיל. האתר נועד לכם ושימוש נכון בו יכול להקל עליכם את הלמידה. **להתראות באתר!**

## כיצד מקבלים סיסמת גישה לאתר הקורס?

לכל סטודנט חדש באו"פ, נפתח באוניברסיטה חשבון אישי הכולל סיסמא למערכת סיסמאות וניהול פרטים אישיים (מסו"פ). אם זו פעם ראשונה שאתם לומדים בקורס מתוקשב, נשלחת לביתכם הודעה הכוללת את שם המשתמש וסיסמת מסו"פ. **אנא הקפידו לשמור פרטים אלה!** עם הכניסה למערכת זו תידרשו להזין סיסמא חדשה למערכת מסו"פ (שתחליף את הסיסמא המופיעה בהודעה), שאלת זיהוי לצורך חידוש סיסמא ותידרשו לקבוע סיסמא **נוספת** שתשמש אתכם לצורך גישה לאתר הקורס באינטרנט. סיסמא זו תשרת אתכם בכל הקורסים המתוקשבים שאליהם אתם רשומים. חשוב לשמור את הסיסמאות למסו"פ ולשירותי המחשוב באינטרנט גם לקורסים ולסמסטרים הבאים, **אם שכחתם את אחת הסיסמאות תוכלו לחדש אותה בעזרת מערכת מסו"פ.**

**שימו לב!** במידה ולא הגיעה אליכם סיסמת מסו"פ או שאינכם מצליחים להיכנס למערכת בפעם הראשונה עליכם ליצור קשר עם מוקד הפניות והמידע בטלפון 09-7782222, באמצעות דואר אלקטרוני: [infodesk@openu.ac.il](mailto:infodesk@openu.ac.il). מטעמי סודיות לא ניתן לקבל את הסיסמא בטלפון. בכל מקרה של דרישת סיסמא ממוקד הפניות, היא תישלח בדואר רגיל לכתובת המעודכנת במחשב האוניברסיטה הפתוחה.

## שליחת ממ"נים באמצעות מערכת המטלות המקוונת

בכל קורס (למעט בודדים), ניתן להגיש מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת. מערכת המטלות המקוונת היא, מערכת ממוחשבת מבוססת אינטרנט לשינוע מטלות מן הסטודנטים למנחים ובחזרה. המטלות נשלחות באמצעותה מהסטודנטים למנחי הקורס ומוחזרות לאחר בדיקתן כולל ציון ומשוב, תוך בקרה מלאה של מרכזי ההוראה. יתרונותיה הבולטים של המערכת, היא האפשרות של הסטודנטים לדעת בכל שלב האם המטלה נמצאת אצל המנחה (הורדה למחשב שלו), האם נבדקה, ומה הציון שניתן עליה. על כל אלה יש להוסיף את היתרון כי שימוש במערכת המקוונת אינו מצריך מילוי ידני של טפסים וכמובן שאין צורך במשלוח בדואר. לצד המעקב המנהלי, המערכת מאפשרת, קבלת משוב מסודר ומתועד היטב בגוף המטלה או בקובץ נפרד.

## תמיכה טכנית ובירורים



### מוקד הפניות והמידע

טלפון רב קווי 09-7782222, דואר אלקטרוני: [infodesk@openu.ac.il](mailto:infodesk@openu.ac.il)

שעות הפעילות של מוקד הפניות הן:

בימי ראשון עד חמישי בין השעות: 8:30 - 19:00

בימי שישי וערבי חג בין השעות: 8:30 - 12:30

**בעת הפנייה למוקד, הנכם מתבקשים להצטייד במספר ת"ז וקוד אישי.**

**יש לפנות למוקד בנושאים:**

- סיסמת המשתמש (לקבלה או שחזור סיסמה. ניתן גם להשתמש גם בשירותי קול האו"פ בטלפון 09-7781111)
- הודעת שגיאה המודיעה כי אינכם מורשים לגשת לדף כלשהו באתר
- קשיים בהפעלת מערכת שליחת מטלות (במידה שקיבלתם הודעה שבקורס נעשה שימוש במערכת)
- שאלות כלליות על אתרי הקורסים ודיווח על תקלות טכניות באתר (למשל דף משובש או כתובת URL שגויה)

**בכל הנושאים הקשורים לתכנים באתר הקורס, עליכם לפנות לצוות ההוראה בקורס.**

9. לוח זמנים ופעילויות (20433/א 2011)

שבוע הלימוד	תאריכי שבוע הלימוד	יחידת הלימוד המומלצת	מפגשי ההנחיה*	תאריך אחרון למשלוח הממ"ן (למנחה)
1	22.10.2010-17.10.2010	פרק 1	מפגש 1	
2	29.10.2010-24.10.2010	פרק 2		ממ"ן 11 29.10.2010
3	5.11.2010-31.10.2010	פרק 8 (סעיפים 8.2, 8.1)	מפגש 2	
4	12.11.2010-7.11.2010	פרק 4 (סעיף 4.2)		ממ"ן 12 12.11.2010
5	19.11.2010-14.11.2010	פרק 7	מפגש 3	
6	26.11.2010-21.11.2010	פרק 9		ממ"ן 13 26.11.2010
7	3.12.2010-28.11.2010 (ה-ו חנוכה)	פרק 11 (סעיפים 11.2, 11.1)	מפגש 4	
8	10.12.2010-5.12.2010 (א-ה חנוכה)	פרק 11 (סעיפים 11.4, 11.3)		ממ"ן 14 10.12.2010

\* התאריכים המדויקים של המפגשים הקבוצתיים מופיעים ב"לוח מפגשים ומנחים". אנא שבצו אותם בכתב ידכם. מרכז הלימוד ומספר הקבוצה מצוינים בהודעה ללומד שקיבלתם ממערך שירותי הוראה.



לוח זמנים ופעילויות - המשך

שבוע הלימוד	תאריכי שבוע הלימוד	יחידת הלימוד המומלצת	מפגשי ההנחיה*	תאריך אחרון למשלוח הממ"ן (למנחה)
9	17.12.2010-12.12.2010	פרק 12	מפגש 5	
10	24.12.2010-19.12.2010	פרק 13 (בלי סעיף 13.4)		ממ"ן 15 24.12.2010
11	31.12.2010-26.12.2010	פרק 13 – סיום סעיף 13.3 פרק ח' במדריך הלמידה	מפגש 6	
12	7.1.2011-2.1.2011	פרק ח' במדריך הלמידה		ממ"ן 16 7.1.2011
13	14.1.2011-9.1.2011	פרק ח' במדריך הלמידה  פרק 17	מפגש 7	
14	21.1.2011-16.1.2011	פרק 17		ממ"ן 17 21.1.2011
15	28.1.2011-23.1.2011	חזרה	מפגש 8	

מועדי בחינות הגמר יפורסמו בנפרד

**מועד אחרון למשלוח ממ"ן 18 הוא 15.3.2011**

\* התאריכים המדויקים של המפגשים הקבוצתיים מופיעים ב"לוח מפגשים ומנחים". אנא שבצו אותם בכתב ידכם. מרכז הלימוד ומספר הקבוצה מצוינים בהודעה ללומד שקיבלתם ממערך שירותי הוראה.



# מטלות הקורס



## 10. תיאור המטלות

### קרא היטב עמודים אלו לפני שתתחיל להכין את המטלות

חוברת זו מכילה 8 מטלות, שעליך לפתור ולהגיש במהלך הקורס. שתי מטלות (מטלות 14 ו-18) הן מטלות הרצה, ועליך להגיש את שתייהן. שאר המטלות הן מטלות רגילות, ומתוכן עליך להגיש לפחות שלוש. פתרון המטלות הוא חלק בלתי נפרד מלימוד הקורס, שכן הבנה מעמיקה של חומר הלימוד דורשת תרגול רב.

מומלץ לדון על המטלות עם סטודנטים אחרים בקורס. יחד עם זאת, מובן שעליך לכתוב את הפתרון למטלה **בעצמך**. במקרה שתוגשנה שתי מטלות **זהות**, המטלות תיפסלנה ותוגש תלונה לוועדת המשמעת. אם תיתקל בקשיים בפתרון הממ"ן, תוכל להיעזר בקבוצת הדיון של הקורס או להתקשר לאחד המנחים (בשעת הייעוץ הטלפוני).

### 10.1 ממ"ן רגיל

מטלה כזו מורכבת מכמה שאלות. בראש כל שאלה מצוין משקלה היחסי בקביעת ציון המטלה. פתרון השאלות במטלה כזו אינו דורש הרצת תכניות במחשב. את הפתרונות למטלה כזו יש לכתוב **בעט** על דף נייר בכתב יד ברור ובצורה מסודרת. רצוי להשאיר שוליים רחבים להערות המנחה. (אפשר ורצוי, כמובן, להדפיס את הפתרונות למטלה.)

בחלק מהשאלות בממ"נים הרגילים הנך מתבקש לכתוב **אלגוריתם**. להלן מספר הנחיות הנוגעות לכתיבת אלגוריתמים:

- א. הסבר בקצרה את אופן הפעולה של האלגוריתם (אלא אם כן האלגוריתם מאוד פשוט). אלגוריתם ללא הסבר - לא יתקבל!
- ב. כתוב את האלגוריתם בפסאודו-קוד, בדומה לספר. מותר לשלב בפסאודו-קוד הוראות בעברית, במידה שהמימוש שלהן חד-משמעי וברור. (לדוגמה: ניתן לכתוב "בחר את האיבר הראשון ברשימה; אם הוא גדול מ-7 אז ...").
- ג. אין צורך להעתיק אלגוריתם המופיע בספר אלא רק לכתוב היכן ואיך משתמשים בו.
- ד. אסור בשום אופן לכתוב תכנית בפסקל במקום אלגוריתם.
- ה. אם נתבקשת להוכיח את נכונות האלגוריתם, עשה זאת בצורה פורמלית ומדויקת (למשל תוך שימוש באינדוקציה או בכלים מתמטיים אחרים). גם אם לא נתבקשת להוכיח נכונות, יש להסביר באופן כללי מדוע האלגוריתם הוא נכון.
- ו. בכל מקרה (גם אם הדבר לא צוין במפורש) יש לנתח את זמן הריצה של האלגוריתם. כמו כן, **תמיד** נסה להגיע לאלגוריתם יעיל ככל האפשר.

## 10.2 ממ"ן הרצה

במטלת הרצה עליך לכתוב ולהריץ במחשב תכנית בשפת C/C++, PASCAL או JAVA. מובן שעל התכנית לעבור קומפילציה ולבצע את הנדרש ממנה ללא טעויות. עליך לשלוח למנחה:

1. הדפסה של קובץ התכנית.
2. דוגמאות לקבצי קלט ופלט.
3. דיסקט המכיל את קובץ התכנית (source) וקובץ exe של התכנית.

### הערכת מטלות ההרצה

כל מטלת הרצה תיבחן על-פי הקריטריונים הבאים:

- (50%) א. נכונות התכנית.
- (30%) ב. בחירת מבני נתונים מתאימים, יעילות האלגוריתם.
- (10%) ג. תיעוד מקיף וברור, בחירת שמות משמעותיים למשתנים וצורה חיצונית נאה.
- (10%) ד. בחירה טובה של קלט לבדיקת התכנית.

רצוי להתחיל לעבוד על מטלת הרצה כשבועיים לפחות לפני מועד ההגשה.

### הנחיות לכתיבת מטלות הרצה

ההנחיות מתחלקות לשני נושאים עיקריים:

1. כתיבת הקוד: תכנות פשוט וקריא, מודולריות, תכנות מלמעלה למטה.
2. תיעוד: תיעוד כללי, תיעוד בגוף התכנית.

#### 1. כתיבת הקוד

##### תכנות פשוט וקריא

לאחר קריאת התיעוד, על התכנית להיות מובנת גם לאדם שלא היה שותף לכתיבתה! לכן יש להקפיד על הכללים הבאים:

- א. יש לתת למשתנים שמות משמעותיים.
- ב. אין להשתמש באותו משתנה למטרות שונות (יוצאים מן הכלל בעניין זה הם משתנים המשמשים כאינדקסים).
- ג. אם משתנה מקבל במהלך התכנית ערכים רק בתחום מסוים, יש להגדיר תחום זה.
- ד. כדאי להשתמש ב- ordered type בעל משמעות בכל מקום שאפשר. למשל במקום:  
ה. month = 1..12 נשתמש ב: month = (jan, feb,..., dec).
- ו. יש להעביר פרמטרים בין הפרוצדורות השונות ולא להשתמש במשתנים גלובליים.

## מודולריות

- את התכנית יש לחלק למודולים (פרוצדורות ופונקציות) בהתאם לכללים המנחים הבאים :
- א. אם קטע קוד או פעולה חוזרים על עצמם בשינויים קלים, יש לכתוב אותם פעם אחת כפרוצדורה/פונקציה.
- ב. מספר המשפטים בפרוצדורה/פונקציה צריך להיות מוגבל, כך שניתן יהיה לקרוא ולהבין את פעולתה בקלות.
- ג. יש להשתדל לרכז את פעולות הקלט/פלט בתוך פרוצדורות ספציפיות למטרות אלו.
- ד. התכנית הראשית צריכה להיות מורכבת אך ורק מקריאות לפרוצדורות ופונקציות.

## תכנות מלמעלה למטה (Top-Down)

- לאחר כתיבת האלגוריתם לפתרון הבעיה המוצגת בממ"ן, יש "לתרגם" את האלגוריתם לתכנית מחשב.
- רצוי לכתוב את התכנית באופן הבא :
- שלב א - תכנון המבנה הכללי של התכנית, וחלוקה לפרוצדורות/פונקציות עיקריות (מודולים).
- שלב ב - תכנון כל מודול וחלוקה לתת-מודולים. (יש להחליט בשלב זה אילו ערכים מועברים בין המודולים).
- שלב ג - כתיבת הקוד לתכנית בסדר שבו היא תוכננה: מתחילים בתכנית הראשית ומסיימים בפרוצדורות ופונקציות העזר.
- שלב ד - ניפוי שגיאות, בדיקת נכונות התכנית באמצעות הרצתה על קלטים שונים, כתיבת התייעוד.

## 2. תיעוד

התיעוד צריך להיות מורכב מ-2 חלקים :

### א. תיעוד כללי :

- תיאור הבעיה והגישה הכללית של התכנית לפתרונה.
  - תיאור מבני הנתונים שבהם התכנית משתמשת.
  - תיאור האלגוריתמים והוכחת הסיבוכיות שלהם :
- יש להסביר כיצד מימשתם כל פעולה על מבנה הנתונים ובאיזו סיבוכיות (כולל הוכחת הסיבוכיות) תוך כדי התייחסות לשינויים במבנה הנתונים. אין צורך להוכיח סיבוכיות זמן ידועה אלא רק של פעולות על מבני נתונים שאינן מופיעות בספר הלימוד.
- חלק זה של התיעוד (התיעוד הכללי) עומד בפני עצמו וצריך להיות מובן לקורא לפני עיון בקוד התכנית.
- תכנית לא מתועדת - לא תיבדק!

### ב. תיעוד בגוף התכנית :

לכל שגרה יש להוסיף מספר שורות, המסבירות באופן כללי מה מבצעת השגרה ומהו תפקיד המשתתפים המוגדרים בה. כמו כן יש להוסיף הסברים נוספים לפי הצורך.

### 10.3. חומר הלימוד הדרוש לפתרון המטלות

המטלה	ניקוד	חומר הלימוד הדרוש לפתרון
ממ"ן 11	4	פרק 1 בספר
ממ"ן 12	4	פרקים 2,4,8 בספר
ממ"ן 13	4	פרקים 7,9 בספר
ממ"ן 14 (ממ"ן הרצה)	4	פרקים 1-7 בספר
ממ"ן 15	4	פרקים 11,12 בספר
ממ"ן 16	4	פרק 13 בספר, פרק ח' במדריך הלמידה
ממ"ן 17	2	פרק 17 בספר
ממ"ן 18 (ממ"ן הרצה)	4	פרקים 1-13

הערה: לצורך פתרון מטלה יש להשתמש רק בחומר שנלמד עד לפרק(ים) בראש המטלה (כולל) ולא

בחומר הנמצא בפרקים מתקדמים יותר.

כאמור, חובה להגיש את ממ"נים 14 ו-18 ועוד 3 ממ"נים רגילים. כלומר, כדי שתוכל לגשת לבחינה עליך לצבור לפחות 18 נקודות מתוך 30 הנקודות האפשריות.

#### לתשומת לבכם!

כדי לעודדכם להגיש לבדיקה מספר רב של מטלות הנהגנו את ההקלה שלהלן: אם הגשתם מטלות מעל למשקל המינימלי הנדרש בקורס, **המטלות** בציון הנמוך ביותר, שציוניהן נמוכים מציון הבחינה (**עד שתי מטלות**), לא יילקחו בחשבון בעת שקלול הציון הסופי. זאת בתנאי שמטלות אלה **אינן חלק מדרישות החובה בקורס** ושמשקל המטלות האחרות שהוגשו עובר את המינימום ההכרחי.

**זכרו!** ציון סופי מחושב רק לסטודנטים שעברו את בחינת הגמר בציון 60 ומעלה והגישו מטלות כנדרש באותו קורס.



## 11. נוהל הגשת מטלות מנחה (ממ"ן)

קיימות שתי חלופות להגשת מטלות :

- **שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת**  
מערכת שליחת המטלות קלה להפעלה, היא חוסכת את הצורך במילוי טפסים, במשלוח דואר ובשמירת עותק של המטלה, ומאפשרת מעקב אחר המטלה.  
הגישה למערכת המטלות המקוונת היא דרך אתר הבית של הקורס בקישור "מערכת המטלות".
- **שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה**  
לכל מטלת מנחה עליכם לצרף טופס נלווה אחד.  
הקפידו למלא את כל הפרטים בחלק א של הטופס. הכניסו את הטופס (על כל חלקיו הצבעוניים) יחד עם המטלה למעטפה המיועדת לכך ורשמו בכתב יד ברור את כתובתכם (כולל מיקוד!) במקום המיועד לכך.  
רשמו את שם המנחה וכתובתו באופן מדויק. (דוגמה לטופס נלווה לממ"ן ראו בהמשך).  
השאירו עותק של המטלה בידכם!

### מועדי הגשה ומשלוח מטלות בדואר

בעמוד הראשון של כל מטלה מצוין מועד הגשתה. יש לשלוח את המטלה עד ל"מועד האחרון להגשה" המצוין עבורה. אסור שחזרת המטלה בדואר על המעטפה תישא תאריך מאוחר מ"המועד האחרון" להגשת הממ"ן.

שימו לב: אין לשלוח מטלות בדואר רשום!  
הקפידו לרשום את כתובת המנחה בצורה מדויקת כולל מיקוד.

את הממ"ן עליכם לשלוח לבדיקה **רק למנחה שלקבוצתו אתם משובצים**. ממ"ן שישלח למנחה אחר ללא אישור מראש של מרכז ההוראה ציונו לא ייחשב.

הממ"ן ייבדק ויוחזר לכם תוך שלושה שבועות מהתאריך האחרון להגשת הממ"ן. אם הממ"ן לא יוחזר אליכם במועד זה, אנא התקשרו עם המנחה לבירור סיבת העיכוב.

### דחייה בהגשת מטלות

במקרים מיוחדים, כגון שירות מילואים, תוכלו לפנות למנחה שלכם לקבלת אישור לדחיית מועד ההגשה. לכל מטלה המוגשת באיחור צרפו מכתב/אישור המנמק את סיבת האיחור. בסמכותו של המנחה שלכם לאשר לכם איחור של עד שבוע בהגשת ממ"ן (אלא אם קיבל הנחיות אחרות ממרכז ההוראה). במקרה חריג ביותר שנדרש איחור בהגשה של למעלה מזה יש לבקש אישור של מרכז ההוראה בקורס. מטלות שתגענה באיחור וללא אישור תיבדקנה על-ידי המנחה אך לא יינתן להן ציון והן לא תובאנה בחשבון המטלות המוגשות.

### ערעור על ציון בממ"ן

אם יש לכם השגות על הציון שקיבלתם בממ"ן תוכלו להגיש ערעור מנומק בכתב למנחה שלכם בצירוף הממ"ן והטופס המלווה (ההעתק הצהוב), תוך שבוע ימים מיום קבלת הממ"ן.  
אם המנחה לא יקבל את ערעורכם, הרשות בידכם לערער בפני מרכז ההוראה בקורס בצירוף הממ"ן והטופס המלווה, תוך שבוע מיום קבלת תשובת המנחה על ערעורכם. החלטת מרכז ההוראה היא סופית.

# שימו לב!

את התשובות לממ"נים הנכם מתבקשים לכתוב על דפי פוליו (שורות). כתבו על צדו האחד של העמוד והשאירו שוליים רחבים להערות המנחה (לפחות 5 ס"מ).

<b>האוניברסיטה הפתוחה</b> הקריה ע"ש דורותי דה רוטשילד רח' רבוצקי 108 ת.ד. 808 רעננה 43104		
<b>טופס מלווה למטלה לבדיקה מנחה (ממ"ן)</b>		
לשימוש פנימי		
21	611	1-2      3-7      8-10
<b>חלק א - ימולא על-ידי התלמיד</b> מלא נא את כל הפרטים בעט כדורי בכל המלבנים הכהים וכן למטה. מספר הקורס והמטלה העתק מתוך השאלון. כן הקפד לרשום את כל תשע הספרות של מספר הזהות (גם אפסים וסיפרת ביקורת) שלח את כל העתקים בצירוף המטלה אל מנחה קבוצתך.		
מספר הזהות <b>1 2 3 4 5 6 7 8 9</b> 11-19	קורס <b>10125</b> 22-26	מטלה <b>11</b> 27-28
<b>חלק ג - ציונים</b> יש לרשום מספרים שלמים סכום ציוני השאלות צריך להיות שווה ציון המטלה.		
31  34  37  39  41  43  45  47  49  51  53  55  57  59  61  63  65  67  69  71  73  75  77  79  81  83	ציון שאלה 1 ציון שאלה 2 ציון שאלה 3 ציון שאלה 4 ציון שאלה 5 ציון שאלה 6 ציון שאלה 7 ציון שאלה 8 ציון שאלה 9 ציון שאלה 10 ציון שאלה 11 ציון שאלה 12 ציון שאלה 13 ציון שאלה 14 ציון שאלה 15 ציון שאלה 16 ציון שאלה 17 ציון שאלה 18 ציון שאלה 19 ציון שאלה 20 ציון שאלה 21 ציון שאלה 22 ציון שאלה 23 ציון שאלה 24 ציון שאלה 25	שם התלמיד <b>ישראל ישראלי</b> כתובת התלמיד <b>התשנ"ט 19 ת"א</b> טלפון <b>03-5269710</b> שם המנחה <b>3 ארז</b> מרכז לימוד <b>ת"א 610</b> קבי לימוד <b>01</b> נשלח ביום <b>1.1.02</b>
<b>חלק ב - ימולא על-ידי המנחה</b> מלא נא את כל הפרטים (בעט כדורי). שמור את העותק האחרון בידך. שלח את שאר העותקים בצירוף המטלה למרכז שירות לאוניברסיטה (מש"ל).		
התקבל ביום      נשלח ביום      שם המנחה		
<b>חלק ד - הערות המנחה לתלמיד (נא כתוב ברור)</b>		

מק"ט 9-830-1-9500 יוסף וולף ושתי בע"מ

דוגמה למילוי טופס מלווה לממ"ן

## **הערות חשובות לתשומת לבך!**

- חל איסור מוחלט על הכנה משותפת של מטלות ו/או על העתקת מטלות.
- עליך להשאיר לעצמך העתק של המטלה. אין האוניברסיטה הפתוחה אחראית למטלה שתאבד בשל תקלות בדואר.

# מטלת מנחה (ממ"ן) 11

הקורס: 20433 - מבני נתונים

חומר הלימוד למטלה: פרק 1

משקל המטלה: 4 נקודות

מספר השאלות: 5

מועד אחרון להגשה: 29.10.2010

סמסטר: א2011

(אב)

## קיימות שתי חלופות להגשת מטלות

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"

## שאלה 1 (21 נקודות)

נתון מערך  $A$  בגודל  $n$  המכיל מספרים שלמים.

- 3) א. כתוב אלגוריתם איטרטיבי למציאת סכום הערכים האי-זוגיים במערך.  
(נק')
- 5) ב. נתח את סיבוכיות זמן הריצה של האלגוריתם.  
(נק')
- 6) ג. כתוב אלגוריתם הפועל בשיטת הפרד ומשול, כלומר אלגוריתם רקורסיבי המחלק (בכל שלב) את הבעיה לשתי תת-בעיות באותו גודל (עד כדי הפרש של 1) ומבצע את המשימה שבסעיף א'.  
(נק')
- כותרתו תהיה:  $SUM-ODD(A, p, r)$  והוא יחשב את סכום הערכים האי-זוגיים בין  $A[p]$  לבין  $A[r]$ .
- 7) ד. כתוב נוסחת נסיגה המתארת את סיבוכיות זמן הריצה של האלגוריתם שכתבת בסעיף ג'.  
(נק')

## שאלה 2 (21 נקודות: 7 נקודות לכל סעיף)

- בתרגיל 1.2-1 (עמ' 9 בספר הלימוד) מתואר האלגוריתם מיון בחירה (SELECTION-SORT).  
א. כתוב את האלגוריתם בפסאודוקוד ונתח את זמן ריצתו.  
ב. כתוב בפסאודוקוד אלגוריתם למיון-בחירה שאינו משתמש במערך העזר ( $B$ ).  
האם זמן הריצה משתנה ביחס לסעיף א' ? אם כן מהו השינוי?  
ג. כתוב גירסה רקורסיבית עבור האלגוריתם שכתבת בסעיף ב'.  
כתוב נוסחת נסיגה לחישוב זמן הריצה.

**שאלה 3 (15 נקודות: 5 נקודות לכל סעיף)**

א. מהו גודל הקלט ( $n$ ) הגדול ביותר, עבורו אלגוריתם שזמן ריצתו  $\frac{2^n}{8}$  רץ מהר יותר

מאלגוריתם שזמן ריצתו  $17n^2$ , כאשר שניהם רצים על אותו מחשב?

ב. מהו גודל הקלט ( $n$ ) הגדול ביותר, עבורו אלגוריתם שזמן ריצתו  $n \lg n$  רץ מהר יותר

מאלגוריתם שזמן ריצתו  $\frac{30 \lg n}{n}$ ?

ג. מהו גודל הקלט ( $n$ ) הגדול ביותר, עבורו אלגוריתם שזמן ריצתו  $n^3$  רץ בפחות משניה על

מחשב המבצע  $10^9$  פעולות בשניה ( $1000Mhz$ )?

**שאלה 4 (19 נקודות: 7 נק' לסעיף א'; 12 נק' לסעיף ב')**

**הגדרה:** אלגוריתם מיון הינו **יציב** אם ערכים זהים מופיעים בפלט באותו סדר שבו הם הופיעו בקלט. דהיינו, במקרה של שוויון בין שני ערכים, הכלל הוא שהערך שהופיע ראשון בקלט, מופיע ראשון גם בפלט.

א. היציבות של אלגוריתם מיון-מיזוג תלוייה בשגרה MERGE. הסבר מדוע.

ב. כתוב פסאודו-קוד עבור  $MERGE(A, p, q, r)$  כך שאלגוריתם מיון-מיזוג יהיה יציב.

**שאלה 5 (24 נקודות: 12 נק' לכל סעיף)**

נתון מערך  $A[1..n]$  ממיון המכיל מספרים שלמים שונים זה מזה.

נגדיר **נקודת שבת** במערך כאינדקס  $i$  שעבורו  $A[i]=i$ .

א. כתוב אלגוריתם הפועל בשיטת הפרד ומשול אשר מקבל את המערך  $A$  ואת האינדקסים של

האיבר הראשון והאחרון בתת-המערך הרלוונטי ומחזיר את האינדקס  $i$  אם קיימת במערך

נקודת שבת; אחרת – האלגוריתם יחזיר את הערך NIL.

רמז: אם  $A[i] < i$  אז לכל  $j < i$  מתקיים  $A[j] < j$  ולהפך.

ב. כתוב נוסחת נסיגה לחישוב סיבוכיות זמן הריצה של האלגוריתם.

# מטלת מנחה (ממ"ן) 12

הקורס: 20433 - מבני נתונים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 2, 4, 8

מספר השאלות: 5

משקל המטלה: 4 נקודות

סמסטר: 2011

מועד אחרון להגשה: 12.11.2010

(אב)

## קיימות שתי חלופות להגשת מטלות

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"

שאלה 1 (20 נקודות - 5 נק' לכל סעיף)

נתון האלגוריתם הבא:

$ALG(n)$

1  $PROC1(n)$

2  $PROC2(n)$

3  $PROC3(n)$

נסמן את זמני הריצה של שלוש השגרות  $PROC1$ ,  $PROC2$ ,  $PROC3$

ב -  $T_1(n)$ ,  $T_2(n)$ ,  $T_3(n)$  בהתאמה, ואת זמן הריצה של כל האלגוריתם ב- $T_A(n)$ .

נתון:  $T_1(n) = \Omega(n)$ ,  $T_2(n) = \Theta(n \cdot \lg n)$ ,  $T_3(n) = O(n^2)$

אילו מבין 4 החסמים הבאים בהכרח נכונים ואילו אינם בהכרח נכונים? נמק בקצרה את תשובותיך.

א.  $T_A(n) = \Theta(n \cdot \lg n)$

ב.  $T_A(n) = \Omega(n)$

ג.  $T_A(n) = \Omega(n \cdot \lg n)$

ד.  $T_A(n) = O(n^2)$

שאלה 2 (10 נקודות)

הוכח או הפרך:

$$\sum_{k=1}^{\sqrt{n}} k = O(n)$$

**שאלה 3 (24 נקודות : 8 נק' לכל סעיף)**

פתור באמצעות שיטת האיטרציה את נוסחאות הנסיגה הבאות : הנח כי  $T(1) = 1$ .

$$T(n) = 4T(n/4) + n \quad (\text{א})$$

$$T(n) = 3T(n/9) + n \quad (\text{ב})$$

$$T(n) = 5 \cdot (T(n-1))^2 \quad (\text{ג})$$

**שאלה 4 (22 נקודות : 5 נק' לסעיף א'; 8 נק' לסעיף ב'; 9 נק' לסעיף ג')**

א. תאר את פעולתה של השגרה PARTITION על המערך  $\langle 5, 2, 6, 9, 7, 4, 8, 4, 3, 10 \rangle$ .

בכל שלב בחר כאיבר ציר את האיבר הראשון בתת-המערך הרלבנטי.

את השלב הראשון של PARTITION הדגם בפירוט. בהמשך, אין צורך לפרט את אופן פעולת PARTITION אלא להסתמך על הפלט הנכון שלה במעבר משלב לשלב.

ב. סדר מחדש את איברי המערך המקורי, כך שאם נפעיל על המערך שיתקבל את האלגוריתם מיון-מהיר, מספר ההשוואות שהאלגוריתם יבצע יהיה מינימלי.

ג. כמה פעולות השוואה מבצעת שגרת החלוקה (PARTITION) במערך  $A[1..n]$

הממויין מלכתחילה בסדר יורד?

**הערה :** מותר להניח שאיברי המערך שונים זה מזה.

**שאלה 5 (24 נקודות : 12 נק' לכל סעיף)**

מערך  $A$  באורך  $n$  נקרא "כמעט ממוין עם שגיאה בגודל  $k$  ( $k < n$ )" אם  $A[j] \geq A[i]$  לכל  $j, i$  המקיימים  $j - i > k$ ; במלים אחרות, המערך לא חייב להיות ממוין, אבל כל שני איברים הנמצאים בסדר הפוך לא יכולים להיות רחוקים זה מזה יותר מ- $k$  מקומות.

א. איך אפשר לשנות את האלגוריתם מיון-מהיר כך שיהפוך כל קלט לפלט כמעט ממוין עם שגיאה בגודל  $k$ ?

ב. מהו זמן הריצה האסימפטוטי של האלגוריתם במקרה הטוב ביותר ובמקרה הגרוע ביותר? האלגוריתם החדש יהיה יעיל יותר מהאלגוריתם המקורי רק במקרה הטוב.

# מטלת מנחה (ממ"ן) 13

הקורס: 20433 - מבני נתונים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 7, 9

משקל המטלה: 4 נקודות

מספר השאלות: 6

מועד אחרון להגשה: 26.11.2010

סמסטר: 2011א

(אב)

## קיימות שתי חלופות להגשת מטלות

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"

### שאלה 1 (18 נקודות)

פתור את בעיה 1-7 מספר הלימוד (עמ' 141).

### שאלה 2 (16 נקודות: 8 נק' לכל סעיף)

א. פתור את התרגיל 4-7.5 בספר הלימוד (עמ' 141).

ב. את השגרה  $\text{HEAP-DELETE}(A, i)$  ניתן לממש על-ידי ביצוע ההשמה  $A[i] \leftarrow A[n]$  ותיקון הערימה בהתאם.

הראה שניתן לממש את השגרה  $\text{HEAP-DELETE}(A, i)$  גם בדרך אחרת, בעזרת השגרות:  $\text{HEAP-MAXIMUM}$ ,  $\text{HEAP-INCREASE-KEY}$  (מסעיף א') ו-  $\text{HEAP-EXTRACT-MAX}$ . כתוב אלגוריתם המשתמש בשגרות אלה ומממש את השגרה  $\text{HEAP-DELETE}(A, i)$ .

### שאלה 3 (18 נקודות)

הצע מבנה נתונים המאפשר לבצע את הפעולות הבאות בזמנים הנדרשים:

$\text{BUILD}(L, S)$ : בניית המבנה  $S$  מרשימה נתונה  $L$  של  $n$  מספרים לא ממוינת; זמן:  $O(n)$ ;

$\text{INSERT}(z, S)$ : הכנסת המפתח  $z$  לתוך המבנה  $S$ ; זמן:  $O(\lg n)$ ;

$\text{DEL-MAX}(S)$ : מחיקת האיבר המקסימלי מהמבנה  $S$ ; זמן:  $O(\lg n)$ ;

$\text{DEL-MED}(S)$ : מחיקת החציון (העליון) מהמבנה  $S$ ; זמן:  $O(\lg n)$ ;

תאר את מבנה הנתונים שבחרת והסבר בקצרה כיצד תתבצע כל אחת מהפעולות שלעיל.

הערה: מבנה הנתונים יכול להיות מורכב ממספר מבני-נתונים בסיסיים.



**שאלה 4 (16 נקודות)**

נתונים  $n$  מספרים בתחום 1 עד  $n^2$ .  
 הצע דרך למיין את  $n$  המספרים בזמן  $O(n)$ .  
 רמז: אם מספר  $x$  נמצא בתחום 0 עד  $n^2 - 1$ , אז קיימים שני מספרים שלמים  $p, q$   
 $x = p \cdot n + q$  כך ש-  $(0 \leq p, q < n)$   
 ולכן אפשר לכתוב את  $x$  כמספר בעל שתי ספרות בבסיס  $n$ .

**שאלה 5 (16 נקודות : 9 נק' לסעיף א'; 7 נק' לסעיף ב')**

נתונה תמונה בת  $n \times n$  פיקסלים.  
 התמונה מיוצגת על-ידי מטריצה בגודל  $n \times n$ , כאשר כל תא במטריצה מייצג פיקסל, ומכיל את צבעו של הפיקסל. הצבע של כל פיקסל מיוצג על-ידי מספר בתחום 0..127.  
 א. תאר אלגוריתם יעיל ככל האפשר למיון הפיקסלים לפי צבעם.  
 הפיקסלים ימויינו לתוך מערך חד מימדי – אשר כל תא בו יכיל רשומה, ובה מספר השורה אליה שייך הפיקסל, מספר העמודה אליה שייך הפיקסל, וצבעו של הפיקסל :

<i>color</i>								
<i>col</i>								
<i>row</i>								
<i>index</i>	1	2	3	4	...	$n$	$n+1$	$n \times n$

ב. נתח את סיבוכיות זמן הריצה של האלגוריתם.

**שאלה 6 (16 נקודות : 5 נק' לסעיף א'; 5 נק' לסעיף ב'; 6 נק' לסעיף ג')**

נתונה רשימה של  $n$  תת-קטעים של  $[0,1]$  :  
 $[a_i, b_i]$  ,  $0 \leq a_i < b_i \leq 1$  ,  $i = 1, 2, \dots, n$   
 א. כתוב אלגוריתם יעיל הקובע עבור כל אחד מ- $n$  הקטעים האם הוא מוכל בתוך אחד הקטעים האחרים. אפשר להשתמש בזכרון עזר בגודל  $O(n)$ .  
 שים לב לכך שהאלגוריתם אינו תלוי באופן האחסון של  $a_i$  ו- $b_i$  ( $1 \leq i \leq n$ ) ;  
 ניתן להניח למשל כי התת-קטעים מאוחסנים בשני מערכים : A המכיל את  $a_i$  ו-B המכיל את  $b_i$  ( $1 \leq i \leq n$ ).  
 ב. נתח את סיבוכיות זמן הריצה של האלגוריתם.

ג. הנח כעת שכל הנקודות  $[a_i, b_i]$  מתפלגות באופן אחיד בקטע  $[0, 1]$ .  
 תאר אלגוריתם הפותר את הבעיה שבסעיף א' ורץ בזמן  $O(n)$  במקרה הממוצע.

# מטלת מנחה (ממ"ן) 14

הקורס: 20433 - מבני נתונים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 1-7

מספר השאלות: 1

משקל המטלה: 4 נקודות

סמסטר: 2011א

מועד אחרון להגשה: 10.12.2010

(אב)

## קיימות שתי חלופות להגשת מטלות

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"

## שאלה 2 (30 נק' לסעיף א'; 70 נק' לסעיף ב')

א. פתור את בעיה 7-2 מספר הלימוד (עמ' 141).

ציירו תחילה ערימה שבה  $d=3$  וערימה שבה  $d=4$  ונסו להכליל ל- $d$  כלשהו. בתשובה לסעיף א' יש לציין כיצד יישמרו נתוני הערימה במערך: היכן ימוקם האיבר הראשון, היכן ימוקמו בניו וכן הלאה (כלומר יש למצוא את הנוסחה ל- $\text{left}$  ול- $\text{right}$ ).

ב. כתוב תכנית המממשת ערימה  $d$ -ית של  $n$  איברים כמפורט להלן.

בפני המשתמש יוצג תפריט ובו פירוט הפעולות שניתן לבצע:

1.  $\text{BUILD-HEAP}(S, d, L)$  - המשתמש יזין את ערכו של  $d$  ולאחר מכן רשימה  $L$  (זהו הקלט לתכנית) של  $n$  מפתחות מהם תיבנה ערימה  $d$ -ית חדשה.  $S$  הוא המערך שבו תמומש הערימה.
2.  $\text{INSERT}(S, x)$  - המשתמש יזין מפתח אשר אותו יש להוסיף לערימה.
3.  $\text{EXTRACT-MAX}(S)$  - מחיקת המפתח המקסימלי מהערימה והדפסת ערכו.
4.  $\text{PRINT-HEAP}(S)$  - הדפסת המערך שבו ממומשת הערימה.
5.  $\text{CHANGE-d}(S, d)$  - המשתמש יזין ערך חדש עבור  $d$  והתכנית תעדכן את הערימה הקיימת בהתאם.

לכל אחת מהפעולות יש לכתוב שגרה המממשת אותה.

### **מהלך התכנית**

התכנית תאפשר למשתמש לבחור בכל שלב את הפעולה הבאה שתבצע על מבנה הנתונים מתוך תפריט שיוצג בפניו הכולל את כל הפעולות שלעיל.

### **הקלט לתכנית**

פעולות שיש לבצע על מבנה הנתונים בצירוף הנתונים הדרושים לביצוען.

### **הפלט**

התכנית צריכה להדפיס את מבנה הנתונים לאחר ביצוע **כל** פעולה.

### **הרצה**

הרץ את התכנית על דוגמת קלט מייצגת הכוללת את **כל** הפעולות.

### **תיעוד**

הקפד על כתיבת תיעוד לתכנית בצורה מפורטת ובהירה ככל האפשר בהתאם ל"הנחיות לכתיבת ממ"ן הרצה" שבחוברת הקורס.  
תכנית לא מתועדת - לא תיבדק!

# מטלת מנחה (ממ"ן) 15

הקורס: 20433 - מבני נתונים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 11, 12

מספר השאלות: 5

משקל המטלה: 4 נקודות

סמסטר: א' 2011

מועד אחרון להגשה: 24.12.2010

(אב)

## קיימות שתי חלופות להגשת מטלות

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"

השאלות בעמודים הבאים

## שאלה 1 (20 נקודות)

המשימה שהוטלה על מספר קבוצות של ילדים ומדריכיהם באחד השבטים בצופים היא ליצור שרשרת שתקיף את בניין השבט. לצורך מעקב אחר ביצוע המשימה פותחה תוכנה מיוחדת התומכת בפעולות הבאות:

( $p$  הינו מצביע לרשומה של ילד/מדריך הנמצא כבר בשרשרת.)

INIT( $S$ ) - אתחול מבנה הנתונים. בהתחלה השרשרת ריקה.

INSERT-KID( $S, p, id$ ) – הכנסת רשומה של ילד נוסף שמס' תעודת הזהות שלו הוא  $id$  למבנה  $S$ , מיד לאחר הרשומה של הילד/המדריך ש- $p$  מצביע עליו.

INSERT-ADULT( $S, p, id$ ) - הכנסת רשומה של מדריך שמס' תעודת הזהות שלו הוא  $id$  למבנה  $S$ , מיד לאחר הרשומה של הילד/המדריך ש- $p$  מצביע עליו.

REMOVE( $S, p$ ) – הוצאת הרשומה ש- $p$  מצביע עליה מהמבנה  $S$ .

CLOSEST-ADULT( $S, p$ ) - החזרת מס' תעודת הזהות של המדריך הקרוב ביותר בשרשרת לילד ש- $p$  מצביע עליו.

**דוגמה:** עבור השרשרת הבאה: 1, 6, 17, 15, 10, 8, 26 (הם מדריכים והשאר ילדים) המדריך הקרוב ביותר ל-26 הוא 6 והמדריך הקרוב ביותר ל-8 הם 17 או 6.

הצע מבנה נתונים  $S$  התומך בפעולות שלעיל כך שסיבוכיות זמן הריצה של הפעולה CLOSEST\_ADULT תהיה  $O(n)$  ושל כל יתר הפעולות  $O(1)$ .

הערות: 1. המבנה  $S$  יכול להיות מורכב מכמה מבני נתונים בסיסיים.

2.  $n$  הוא מספר הילדים והמדריכים בשרשרת בזמן ביצוע הפעולה.

הסבר בדיוק (באופן מילולי) כיצד מתבצעת כל פעולה. רצוי להוסיף שרטוט של מבנה הנתונים.

יש להתייחס בהסבר לנקודות הבאות:

\* כיצד מתבצעת הפעולה באופן עקרוני (אין להיכנס לפרטי תכנות כגון בדיקות והעברות של מצביעים);

\* מה יש לעדכן בעת ביצוע הפעולה;

\* להראות שהפעולה אכן מתבצעת בסיבוכיות הנדרשת בשאלה.

## שאלה 2 (20 נקודות)

פתור את תרגיל 3-11.4 בספר הלימוד (עמ' 198).

שאלה 3 (20 נקודות : 10 נק' לכל סעיף)

בשאלה זו עומדות לרשותך שתי מחסניות ועליך לממש באמצעותן תור בצורה יעילה. כלומר, יש לבצע את הפעולות הבסיסיות המוגדרות על תור (DEQUEUE, ENQUEUE) באמצעות ביצוע פעולות מתאימות על שתי המחסניות.

א. הסבר בקצרה איך יתבצעו הפעולות השונות על התור.  
נסמן ב- $n$  את מספר האיברים הנמצאים ברגע נתון בתור.  
מה תהיה סיבוכיות הזמן של כל אחת מהפעולות המבוצעות על התור?

ב. כתוב שגרות למימוש הפעולות ENQUEUE ו- DEQUEUE.

שאלה 4 (20 נקודות : 5 נק' לסעיף א'; 5 נק' לסעיף ב'; 10 נק' לסעיף ג')

א. הראה את ריצת אלגוריתם הגיבוב הכפול על סדרת הקלט הבאה, במערך בגודל 19 :  
4,76,23,9,56,4,78,5,3,4,65,7,39,54,87,1,8,56

$$h(k, i) = (h_1(k) + ih_2(k)) \bmod 19 \quad \text{כאשר פונקציית הגיבוב הכפול היא :}$$
$$h_1(k) = k \bmod 19 \quad \text{ופונקציות העזר לגיבוב הן :}$$
$$h_2(k) = 1 + (k \bmod 17)$$

ב. צייר את טבלת הגיבוב המתקבלת מאותה סדרת קלט כאשר פותרים את בעיית ההתנגשויות על ידי שרשור.

ג. עבור איזה מהמבנים שיצרת, המבנה מסעיף א' והמבנה מסעיף ב', מספר הפעולות הנדרשות לענות על השאלה : "האם 23 נמצא בטבלה?" - יהיה מינימלי? עבור איזה מהם מספר הפעולות הנדרשות לענות על השאלה : "האם המספר 29 נמצא בטבלה?" - יהיה מינימלי?

שאלה 5 (20 נקודות)

נתון מערך  $A$  בגודל  $n$  המכיל  $\sqrt{n}$  ערכים שונים מתוך התחום  $[1..k]$  ( $k$  קבוע).  
המטרה היא למיין את איברי המערך.  
לצורך כך, הצע מבנה נתונים ואלגוריתם המשתמש בו.  
זמן הריצה הנדרש הוא  $O(n)$  במקרה הממוצע.  
הערה : מבנה הנתונים יכול להיות מורכב ממספר מבני נתונים בסיסיים.



# מטלת מנחה (ממ"ן) 16

הקורס: 20433 - מבני נתונים

חומר הלימוד למטלה: פרק 13, הפרק במדריך הלמידה על עצי AVL

מספר השאלות: 5 משקל המטלה: 4 נקודות

סמסטר: 2011 מועד אחרון להגשה: 7.1.2011

## קיימות שתי חלופות להגשת מטלות

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"

### שאלה 1 (20 נקודות)

כתוב אלגוריתם לא רקורסיבי הסורק את צמתיו של עץ חיפוש בינרי על-פי סדר סריקה סופי. השתמש במחסנית עזר. נתח את סיבוכיות הזמן של האלגוריתם שכתבת.

### שאלה 2 (20 נקודות: 10 נק' לכל סעיף)

- א. פתור את תרגיל 2-13.2 בספר הלימוד (עמ' 227).
- ב. פתור את תרגיל 4-13.3 בספר הלימוד (עמ' 231).

### שאלה 3 (20 נקודות)

- א. (10 נק') הכנס את הערכים הבאים (משמאל לימין) לעץ AVL: 41,38,31,12,19,8  
אם בעקבות הכנסת איבר חדש לעץ מופר האיזון של אחד הצמתים, אזן את העץ והסבר בקצרה את תהליך האיזון.  
צייר את העץ המתקבל לאחר כל פעולת הכנסה.  
הערה: העץ ההתחלתי הוא ריק.
- ב. (10 נק') צייר שני עצי AVL בני 7 צמתים, כאשר גובהו של הראשון מינימלי וגובהו של השני מקסימלי.



#### שאלה 4 (20 נקודות)

נתון עץ AVL בעל  $n$  צמתים.  
בכל צומת  $v$  בעץ קיים גם שדה בשם  $size$ , המכיל את מספר הצמתים הנמצאים בתת העץ, שהצומת  $v$  הוא השורש שלו.  
כתוב אלגוריתם, המקבל מצביע לשורש העץ וכן מצביע לצומת כלשהו בעץ ומחזיר את מיקומו של הצומת בסריקה תוכית של העץ.  
סיבוכיות הזמן הנדרשת של האלגוריתם:  $O(\log n)$ .  
**הערה:** הנח שכל הערכים הנמצאים בעץ שונים זה מזה.

#### שאלה 5 (20 נקודות)

אריק ובנץ מתמודדים זה מול זה בבחירות על ראשות הממשלה. אריק מחליט לשכור צלם פפראצי, שיעקוב אחר בנץ וינסה לצלם תמונות שלו במצבים מביכים.  
הצלם רושם על כל תמונה את הזמן  $t$  שבו היא צולמה.  
בנוסף לכך, אריק מבקש מהצלם לסמן ב-X תמונות שערורייתיות, מפני שבתמונות האלה ייעשה שימוש במהלך קמפיין הבחירות של אריק.  
לאריק דרוש מבנה נתונים שיכיל את התמונות של בנץ ואשר יתמוך בפעולות הבאות בסיבוכיות הזמן הנדרשת:  
INSERT ( $x$ ) - הכנס את התמונה  $x$  למבנה הנתונים.  
DELETE ( $x$ ) - הוצא את התמונה  $x$  ממבנה הנתונים.  
NEXT-PICTURE ( $x$ ) - החזר את התמונה שצולמה מיד לאחר התמונה  $x$ .  
SCANDAL ( $t$ ) - החזר את התמונה השערורייתית הראשונה שצולמה לאחר הזמן  $t$ .  
הצע מבנה נתונים, שיאפשר לבצע כל אחת מהפעולות בזמן  $O(\lg n)$ .  
תאר את מבנה הנתונים והסבר איך תבצע כל אחת מהפעולות.

# מטלת מנחה (ממ"ן) 17

הקורס: 20433 - מבני נתונים

חומר הלימוד למטלה: פרק ט' במדריך הלמידה, פרק 17

משקל המטלה: 2 נקודות

מספר השאלות: 3

מועד אחרון להגשה: 21.1.2011

סמסטר: א' 2011

אב

## קיימות שתי חלופות להגשת מטלות

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"

שאלה 1 (35 נקודות: 15 נק' לסעיף א'; 20 נק' לסעיף ב')

בחוג למדעי המחשב באוניברסיטת ת"א מתקיימים בימי ראשון שיעורים ב- $n$  קורסים שונים.

נסמן את קבוצת הקורסים ב-  $S = \{1, 2, \dots, n\}$ .

לכל קורס  $i$  יש זמן התחלה  $s_i$  וזמן סיום  $f_i$ .

במזכירות החוג רוצים לשבץ את הקורסים למספר מינימלי של אולמות.

ברור כי שני קורסים המתקיימים באותן שעות, או ששעותיהם חופפות חלקית, לא יכולים להתקיים באותו אולם.

כדי לפתור את הבעיה הוצע האלגוריתם הבא:

MINIMUM-NUMBER-OF-HALLS ( $s, f$ )

1.  $count \leftarrow 0$
2. **while**  $S \neq \emptyset$
3.   **do**  $count \leftarrow count + 1$
4.      $A \leftarrow \text{GREEDY-ACTIVITY-SELECTOR}(s, f)$
5.     place the courses of  $A$  in hall No.  $count$
6.      $S \leftarrow S - A$

השגרה GREEDY-ACTIVITY-SELECTOR ( $s, f$ ) מוגדרת בספר הלימוד בעמוד 298.

א. הסבר מדוע האלגוריתם הוא חמדן.

ב. תן דוגמא נגדית, המראה שהאלגוריתם איננו אופטימלי (כלומר, האלגוריתם לא תמיד יצליח לשבץ קבוצה נתונה של קורסים למספר מינימלי של אולמות).

**שאלה 2 (30 נקודות)**

פתור את התרגיל 5-17.2 בספר הלימוד (עמ' 302).

**שאלה 3 (35 נקודות: 22 נק' לסעיף א'; 13 נק' לסעיף ב')**

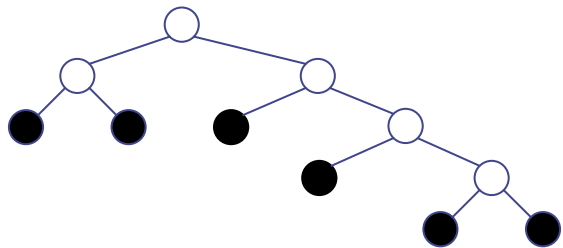
א. סדרת שכיחויות עבור  $n$  תווים נתונה על-ידי הנוסחה הבאה:

$$f_i = \begin{cases} 4 & i = 1 \\ 2^i & i \in \{2..n\} \end{cases}$$

$f_i$  היא השכיחות של התו ה- $i$ .

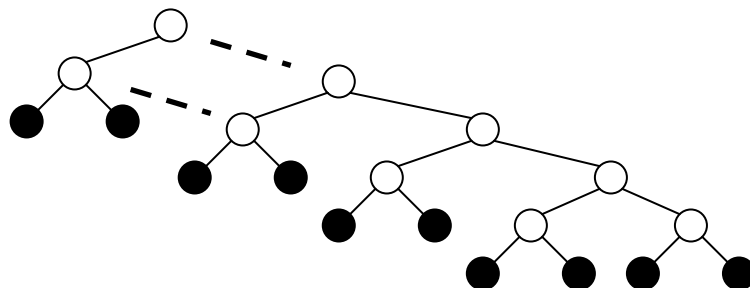
תאר את מבנה עץ הופמן שנוצר לשכיחויות אלו (עד כדי סימטריה בכל צומת), והסבר מדוע נוצר באופן זה.

ב. רשום רשימת שכיחויות באורך 6 שקוד הופמן של שכיחויות אלו ייצור עץ במבנה הבא (עד כדי סימטריה בכל צומת):



נמק את תשובתך.

ג. **בונוס:** עבור  $n$  זוגי, רשום נוסחת שכיחויות שקוד הופמן של שכיחויות אלו ייצור עץ במבנה הבא (עד כדי סימטריה בכל צומת):



נמק את תשובתך.

# מטלת מנחה (ממ"ן) 18

הקורס: 20433 - מבני נתונים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 1-11

מספר השאלות: 1

משקל המטלה: 4 נקודות

סמסטר: א' 2011

מועד אחרון להגשה: 15.3.2011

(אב)

## קיימות שתי חלופות להגשת מטלות

- שליחת מטלות באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס
  - שליחת מטלות באמצעות הדואר או הגשה ישירה למנחה במפגשי ההנחיה
- הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות מנחה"**

בממ"ן זה עליך לכתוב ולהריץ תכנית המדמה טורניר משחק "אבן, נייר ומספרים".

בכל משחק אבן-נייר-ומספרים משתתפים שני שחקנים כאשר כל אחד מהם בוחר באחת האסטרטגיות: אבן, נייר או מספרים. במקרה של בחירה זהה, המשחק מסתיים בתיקו. אחרת, אבן מנצחת מספרים, מספרים מנצחים נייר ונייר מנצח אבן.

בליגה הבינלאומית לאבן-נייר-ומספרים מוענקות נקודות לכל שחקן המשתתף במשחק, כלהלן:  
1 נק' עבור הפסד, 2 נק' עבור תיקו ו-5 נק' עבור נצחון.  
שחקן חדש המצטרף לליגה מתחיל את דרכו עם 0 נקודות, והדירוג בליגה נקבע לפי סכום הנקודות הכולל שצבר כל שחקן. כל שחקן מזוהה ע"פ מספר זיהוי יחודי לו.  
שחקנים בעלי מספר נקודות זהה ידורגו לפי סדר מספר הזיהוי (כלומר, אם שחקנים בעלי מספר זיהוי 123 ו-150 קיבלו את מספר הנקודות המירבי, 123 ידורג במקום 1 ו-150 במקום 2).  
שחקנים עשויים לשחק זה עם זה יותר מפעם אחת.

**המשך השאלה בעמודים הבאים**

## חלק א' (70 נקודות)

עליך להציע מבנה נתונים שיאפשר לבצע את הפעולות המפורטות להלן בסיבוכיות הזמן הנדרשת:

1.  $\text{INSERT-PLAYER}(S, x)$ : הוספת שחקן חדש, שמספר הזיהוי שלו הוא  $x$ , למבנה הנתונים  $S$ . יש לוודא שהשחקן אינו קיים כבר במבנה הנתונים. סיבוכיות הזמן הנדרשת:  $O(\log n)$ , כאשר  $n$  הוא מספר השחקנים הנוכחי במבנה הנתונים.

2.  $\text{GET-PLAYER}(S, x)$ : הצגת פרטי השחקן שמספר הזיהוי שלו הוא  $x$ . יש להחזיר את פרטיו האישיים (מס' זיהוי, מספר המשחקים ששיחק ומספר הנקודות שצבר). יש לוודא שהשחקן קיים במבנה הנתונים. סיבוכיות הזמן הנדרשת:  $O(\log n)$ , כאשר  $n$  הוא מספר השחקנים הכולל במבנה הנתונים.

3.  $\text{GET-RANK}(S, x)$ : חישוב הדירוג של השחקן שמספר הזיהוי שלו הוא  $x$ . יש להחזיר את דירוגו בליגה. מותר להניח שהשחקן קיים במבנה הנתונים. סיבוכיות הזמן הנדרשת:  $O(d)$ , כאשר  $d$  הוא הדירוג.

4.  $\text{GET-TOP}(S, y)$ : הצגת  $y$  מקומות ראשונים בליגה. יש להחזיר את פרטי  $y$  השחקנים הראשונים בטורניר ע"פ סדר הדירוג החל מהמדורג ראשון ועד למדורג ה- $y$ . עבור כל שחקן יש להציג: מספר זיהוי, מספר המשחקים ששיחק ומספר הנקודות שצבר. מותר להניח שמספר השחקנים בליגה הוא לפחות  $y$ . סיבוכיות הזמן הנדרשת:  $O(y)$ .

5.  $\text{INSERT-GAME}(S, x_1, z_1, x_2, z_2)$ : הזנת פרטי משחק. יש לקלוט את מספר הזיהוי והאסטרטגיה של כל אחד מהשחקנים (כאשר  $r$  יציין אבן,  $p$  יציין נייר ו- $s$  יציין מספרים). מותר להניח שהשחקנים קיימים במבנה הנתונים. התכנית תעניק נקודות לשחקנים בהתאם לחוקי המשחק ותעדכן את מקומם בליגה. סיבוכיות הזמן הנדרשת:  $O(n)$ , כאשר  $n$  הוא מספר השחקנים הכולל במבנה הנתונים.

מבנה הנתונים יכול להיות מורכב ממספר מבני נתונים בסיסיים.

**המשך השאלה בעמודים הבאים**

## **הקלט**

הקלט לתכנית הוא אוסף שורות; בכל שורת קלט מופיעה פעולה והנתונים הדרושים לביצועה. הנח כי הקלט חוקי (אין צורך לבדוק תקינותו) - למשל אין צורך לבדוק שהאות שהוזנה לציון אסטרטגיה של שחקן מסויים היא אחת מ-3 האותיות  $x, p, s$ ).

## **הפלט**

יש להדפיס הודעה מתאימה לדיווח על ביצועה של כל פעולה. אם כתוצאה מביצוע הפעולה הוחזרו(ו) ערך(ים), יש להדפיסו(ם) כמובן.

## **יעילות**

זמן ביצועה של כל פעולה צריך להיות בהתאם לנדרש.

## **תיעוד**

תעד את התכנית בהתאם לכתוב בפרק "הנחיות לכתיבת ממ"ן הרצה" בחוברת הקורס.  
תכנית לא מתועדת - לא תיבדק!

## **הרצה**

הרץ את התכנית על 2 דוגמאות שכל אחת כוללת לפחות 20 פעולות (כל הפעולות האפשריות יופיעו בכל דוגמת הרצה).  
ההנחה היא שהקלט חוקי ולכן דאג בעצמך, כאשר אתה מזין את הנתונים, לחוקיות הקלט.

בעמוד הבא מופיעים דוגמת הרצה וחלק ב' של השאלה.

### דוגמת הרצה:

בדוגמה שלהלן, לאחר כל שורת קלט מופיע הפלט של התכנית.

*insert\_player 111*

Inserted player 111.

*insert\_player 222*

Inserted player 222.

*insert\_player 333*

Inserted player 333.

*insert\_player 222*

Player 222 already exists!

*insert\_game 111 r 222 r*

Inserted game: 111 r - 222 r

*insert\_game 222 r 333 p*

Inserted game: 222 r - 333 p

*insert\_game 333 r 111 s*

Inserted game: 333 r - 111 s

*get\_top 3*

Displaying 3 top-ranked players:

rank	id	games	points
1	333	2	10
2	111	2	3
3	222	2	3

*get\_rank 222*

Rank of player 222 is 3

*get\_player 333*

Player id: 333, number of games: 2, number of points: 10

*get\_player 345*

Player 345 does not exist!

### חלק ב' (30 נקודות)

הצע מבנה נתונים שיאפשר לבצע את כל 5 הפעולות שצוינו בחלק א' כך ש-4 הפעולות הראשונות

יבוצעו בסיבוכיות הזמן שנדרשה בחלק א' ואילו הפעולה האחרונה (5) תבוצע בזמן  $O(\lg n)$

הסבר במלים כיצד תתבצע כל אחת מהפעולות בסיבוכיות הנדרשת.

כאן אין צורך לכתוב תכנית (או פסאודו-קוד).

הבחינות לדוגמה שמופיעות להלן, מיצגות בחינות שהתקיימו בסמסטרים קודמים. אנו שולחים לך בחינות אלה כדי שתוכלנה לשמש כלי עזר נוסף ללימוד, ולעזור בהכנה למבחן.

אך אין כאן שום התחייבות מצידנו שהבחינות בסמסטר זה תהיינה זהות במבנה, באופי וכו' לאחת מן הבחינות ששלחנו לך. הבחינות כמו המטלות משמשות כלי ללימוד, ומבטיחות הכנה טובה למבחן.

## נספח

# בחינות גמר לדוגמה





**מבנה הבחינה :** בבחינה שש שאלות.  
עליך לענות על **חמש** מתוכן.  
משקל כל השאלות זהה.

יש להתחיל כל תשובה בדף חדש.

**בהצלחה!**



## שאלה 1 (20 נקודות: 10 נקודות לכל סעיף)

א. נתונה סדרה  $\langle a_1, \dots, a_n \rangle$  של  $n$  מספרים. כתוב אלגוריתם הקולט את הסדרה ומחזיר את ההפרש המינימלי בין שני איברים כלשהם בסדרה. נתח את סיבוכיות הזמן של האלגוריתם שכתבת.

ב. הנח כעת שהמספרים  $a_1, \dots, a_n$  מתפלגים באופן אחיד בקטע  $[0, 100]$ . תאר אלגוריתם לפתרון הבעיה מסעיף א', שתוחלת זמן הריצה שלו תהיה  $O(n)$ .

## שאלה 2 (20 נקודות: סעיף א' - 5 נק'; סעיף ב' - 10 נק'; סעיף ג' - 5 נק')

להלן מספר הגדרות:

- מספר האיברים בקבוצה  $A$  מסומן ע"י  $|A|$ .
- קבוצה  $A$  נקראת **רוויה** אם  $|A| = 2^i - 1$  עבור  $i \geq 1$  כלשהו (למשל: קבוצה שמכילה בדיוק 7 איברים היא רוויה).
- שתי קבוצות  $A, B$  נקראות **דומות בגודלן** אם  $|A|, |B| \leq 2^i - 1$  עבור  $i$  כלשהו (כלומר, גם  $A$  וגם  $B$  מכילות בין  $2^{i-1}$  ל-  $2^i - 1$  איברים).
- נתון אוסף של קבוצות **זרות** זו לזו (כלומר, איבר נתון לא יכול להימצא ביותר מאשר קבוצה אחת). הקבוצות מכילות מספרים שלמים, והן מזוהות ע"י האותיות  $A-Z$ . בשאלה זו עליך לתכנן מבנה נתונים, שיתמוך בביצוע הפעולות הבאות על אוסף הקבוצות:
  - $\max(K)$ : החזר את ערכו של האיבר הגדול ביותר בקבוצה  $K$ .
  - $\text{delmax}(K)$ : הוצא את האיבר הגדול ביותר מהקבוצה  $K$ .
  - $\text{merge}(K, M)$ : אם  $K$  רוויה, ו-  $K$  ו-  $M$  דומות בגודלן, אזי אחד את הקבוצות  $K$  ו-  $M$ . (אם התנאים לא מתקיימים אז הפעולה איננה מוגדרת).
- לאחר האיחוד, הקבוצה החדשה תזוהה ע"י שמה של הקבוצה הרוויה ( $K$ ) והקבוצה השניה ( $M$ ) תהרס.

הזמן הדרוש לכל פעולה (במקרה הגרוע) צריך להיות:

$$\max(K) : O(1)$$

$$\text{delmax}(K) : O(\log_2 |K|)$$

$$\text{merge}(K, M) : O(\log_2 (|K| + |M|))$$

א. נתונות שלוש הקבוצות הבאות:

$$A = \{14, 11, 3, 20, 6, 45, 36, 24\}, B = \{15, 32\}, C = \{29, 27, 8, 12\}$$

רשום את הערך של  $\max(A)$  לאחר ביצוע סדרת הפעולות הבאה (משמאל לימין):

$$\text{delmax}(C), \text{merge}(C, B), \text{delmax}(A), \text{merge}(A, C), \text{delmax}(A), \text{delmax}(A)$$

ב. תאר בקיצור מבנה נתונים לייצוג אוסף הקבוצות. צייר את המבנה עבור הקבוצות  $A, B$  ו-  $C$  מסעיף א' לפני ביצוע הפעולות על הקבוצות.

ג. תאר בקיצור את אופן המימוש של כל אחת משלוש הפעולות.

**שאלה 3 (20 נקודות: סעיפים א', ב' - 5 נקודות לכל אחד; סעיף ג' - 10 נקודות)**

נדון במימוש של תור השונה במקצת מהמימוש המוצע בספר. במימוש זה התור מיוצג על ידי מערך  $Q$  בגודל  $n$ , כאשר לתור יש שני מאפיינים:

$Q$  head - האינדקס של ראש התור.

$Q$  size - מספר האיברים הנמצאים בתור.

א. מהו גודלו המקסימלי של התור במימוש זה? נמק את תשובתך.

ב. כיצד יש לאתחל את התור?

ג. כתוב אלגוריתם למימוש הפעולה  $ENQUEUE(Q, x)$ .

**שאלה 4 (20 נקודות: סעיף א' - 12 נק'; סעיף ב' - 8 נק')**

הצע מבנה נתונים בעזרתו ניתן לממש את הפעולות הבאות:

I.  $INSERT(S, x)$  - הכנס איבר  $x$  למבנה  $S$ . (בסיבוכיות  $O(\lg n)$  במקרה הגרוע)

II.  $DELETE(S, x)$  - מחק איבר  $x$  מהמבנה  $S$ . (בסיבוכיות  $O(\lg n)$  במקרה הגרוע)

ג.  $MEDIAN(S)$  - החזר את החציון. (בסיבוכיות  $O(I)$  במקרה הגרוע).

כלומר, אם במבנה  $n$  מפתחות החזר את

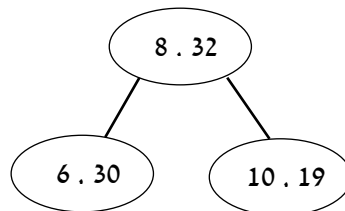
האיבר שיהיה במקום  $\left\lceil \frac{n}{2} \right\rceil$  ברשימה ממוינת של האיברים.

**שאלה 5 (20 נקודות: 10 נק' לכל סעיף)**

יהא  $T$  עץ בינרי, שבו כל צומת מכיל 2 ערכים: מפתח  $k$  ועדיפות  $p$ .

העץ  $T$  נקרא **treap** אם  $T$  הוא עץ חיפוש בינרי ביחס למפתחות, וערמה ביחס לעדיפויות.

למשל, העץ הבא הוא treap:



(הערך השמאלי בכל צומת הוא המפתח, והערך הימני הוא העדיפות).

א. נתונה הקבוצה הבאה של זוגות סדורים (האיבר הראשון בכל זוג הוא המפתח, והאיבר השני בכל זוג הוא העדיפות):

$\{(5,34), (2,13), (8,26), (6,19), (7,38), (9,14), (11,27), (10,22)\}$

צייר treap עבור הקבוצה הנ"ל.

ב. הוכח שלכל קבוצה של זוגות סדורים המורכבים ממפתח ועדיפות קיים בדיוק treap אחד.

הנח שכל המפתחות שונים זה מזה, וכל העדיפויות שונות זו מזו.

רמז: השתמש בהוכחה באינדוקציה.

שאלה 6 (20 נקודות)

בחוג למדעי המחשב באוניברסיטת ת"א מתקיימים בימי ראשון שיעורים ב- $n$  קורסים שונים. נסמן את קבוצת הקורסים ב- $S = \{1, 2, \dots, n\}$ . לכל קורס  $i$  יש זמן התחלה  $s_i$  וזמן סיום  $f_i$ . במזכירות החוג רוצים לשבץ את הקורסים למספר מינימלי של אולמות. ברור כי שני קורסים המתקיימים באותן שעות, או ששעותיהם חופפות חלקית, לא יכולים להתקיים באותו אולם. כדי לפתור את הבעיה הוצע האלגוריתם הבא:

MINIMUM-NUMBER-OF-HALLS ( $s, f$ )

1.  $count \leftarrow 0$
2. **while**  $S \neq \emptyset$
3.   **do**  $count \leftarrow count + 1$
4.      $A \leftarrow \text{GREEDY-ACTIVITY-SELECTOR}(s, f)$
5.     place the courses of  $A$  in hall No.  $count$
6.      $S \leftarrow S - A$

- א. הסבר מדוע האלגוריתם הוא חמדן.
- ב. תן דוגמא נגדית, המראה שהאלגוריתם איננו אופטימלי (כלומר, האלגוריתם לא תמיד יצליח לשבץ קבוצה נתונה של קורסים למספר מינימלי של אולמות).

**בהצלחה!**



### שאלה 1 (20 נקודות: 10 נקודות לכל סעיף)

בשאלה זו עומדים לרשותך שני תורים ועליך לממש באמצעותם מחסנית. כלומר, יש לבצע את הפעולות על המחסנית (POP, PUSH ו-STACK-EMPTY) באמצעות ביצוע פעולות מתאימות על שני התורים.

א. הסבר בקיצור איך יתבצעו הפעולות השונות על המחסנית.  
(הדרכה: השתמש בתור אחד כדי לאחסן את האיברים הנמצאים במחסנית, כשהתור השני ישמש רק כתור עזר).

נסמן ב- $n$  את מספר האיברים הנמצאים ברגע נתון במחסנית. מה תהיה סיבוכיות הזמן של כל

אחת מהפעולות המבוצעות על המחסנית?

ב. כתוב אלגוריתם למימוש הפעולה POP(S).

### שאלה 2 (20 נקודות: 5 נקודות לכל סעיף)

במכון המטאורולוגי החליטו לבצע מעקב אחר כמות המשקעים היומית היורדת בישראל. בין השאר הוחלט לבדוק מהי כמות המשקעים שנרשמת בשנה מסוימת הכי הרבה פעמים. כעובד יחידת המחשב של המכון, התבקשת לתכנן מבנה נתונים (M) אשר יאפשר לבצע ביעילות את הפעולות הבאות:

INSERT(M,x) – הוספת הערך x למבנה הנתונים (x מציין את כמות המשקעים שירדה ביום מסוים).

DELETE(M,x) – מחיקת הופעה אחת של הערך x מהמבנה.

FREQUENT(M) – החזרת הערך שמופיע במבנה הנתונים הכי הרבה פעמים.

הצע מבנה נתונים יעיל ככל שתוכל, אשר יאפשר לבצע את הפעולות שלעיל בסיבוכיות הזמן המינימלית. הסבר בקצרה איך תתבצע כל פעולה.  
הערה: כמות המשקעים שיכולה לרדת ביום מסוים אינה חסומה!

### שאלה 3 (20 נקודות: סעיף א' - 5 נק'; סעיף ב' - 15 נק')

נתוני הסטודנטים הלומדים במכללת UCLA נמצאים במחשב הראשי של המכללה (הנתונים כוללים שם, גיל, גובה וכו').

א. מאמן הכדורסל של המכללה מבקש לקבל את רשימת כל הסטודנטים כשהיא ממויינת לפי הגובה. הצע דרך לבצע את המיון האמור בזמן  $O(n)$ , כאשר  $n$  הוא מספר הסטודנטים הלומדים במכללה.

ב. נניח כעת שברצונו למצוא רק את  $m$  הסטודנטים הגבוהים ביותר במכללה, וגודל הזכרון הפנימי העומד לרשותנו הוא  $O(m)$ . הצע דרך לבצע את המשימה בזמן  $O(n \log m)$ .



#### שאלה 4 (20 נקודות)

נתונה ערמה  $A$  בגודל  $n$  וערך ממשי  $x$ .  
כתוב אלגוריתם רקורסיבי בשם COUNT-HEAP המחזיר את מספר הערכים בערמה הגדולים מ- $x$ .  
הקריאה לאלגוריתם תהיה COUNT-HEAP ( $A, i, n, x$ ), כאשר ערכו ההתחלתי של  $i$  הוא 1.

#### שאלה 5 (20 נקודות: 10 נק' לכל סעיף)

יהיו  $x, y$  שני צמתים בעץ חיפוש בינרי  $T$ .  
הוכח בקצרה את הטענות הבאות:  
א. אם  $y$  הוא העוקב ל- $x$  בסריקה בסריקה תוכית של  $T$  ול- $x$  אין בן ימני, אז  $x$  הוא צאצא שמאלי של  $y$ .  
ב. אם  $x$  הוא עלה ו- $y$  הוא אביו של  $x$ , אז  $y$  הוא הקודם ל- $x$  או העוקב ל- $x$  בסריקה בסריקה תוכית של  $T$ .

#### שאלה 6 (20 נקודות: סעיף א' - 4 נק'; סעיף ב' - 12 נק'; סעיף ג' - 4 נק')

נתונה בעיה של שימוש ברכב (ים) שכור (ים) לצורך נסיעה מנקודה אחת לנקודה אחרת על כביש מהיר.  
ישנן  $n$  סוכנויות להשכרת רכב לאורך הכביש המהיר. בכל אחת מהן אפשר לשכור רכב הניתן להחזרה בכל סוכנות אחרת בהמשך הדרך.  
לא ניתן לסגת לאחור (כלומר יש להמשיך באותו כיוון לאורך כל הנסיעה).  
לכל נקודת מוצא אפשרית  $i$  ולכל נקודת הגעה אפשרית  $j$ , עלות השכרת רכב מ- $i$  ל- $j$  ידועה, אך יתכן כי עלות ההשכרה מ- $i$  ל- $j$  תהיה גבוהה מסך העלויות של השכרות "קצרות" יותר. כלומר, יתכן כי החזרת הרכב הראשון בסוכנות מסוימת  $k$  בין  $i$  ל- $j$  והמשך נסיעה ברכב השני מ- $k$  ל- $j$  תעלה בסך-הכל פחות מאשר השכרת רכב יחיד מ- $i$  ל- $j$ .  
החלפת רכבים במהלך הדרך אינה כרוכה בתשלום נוסף.

4) נק' א. תהי  $C(i, j)$  העלות האופטימלית של נסיעה מסוכנות  $i$  לסוכנות  $j$ . בהנחה שהנסיעה האופטימלית מ- $i$  ל- $j$  מורכבת מנסיעה מ- $i$  ל- $k$  ומ- $k$  ל- $j$ , בטא את  $C(i, j)$  בעזרת  $C(i, k)$  ו- $C(k, j)$ .

16) נק' ב. כתוב אלגוריתם תכנון דינמי לחישוב  $C(i, j)$ .  
הקלט יהיה:  $i, j$  ומטריצת העלויות.  
והפלט יהיה: סדרת נקודות החלפת רכבים לאורך הדרך שעלותה אופטימלית.

**בהצלחה!**

## שאלה 1 (20 נקודות)

- 9 נק') א. מהו זמן הריצה של מיון-הכנסה עבור הקלט (משמאל לימין):  
 $\langle n, n-1, \dots, n-k+1, 1, 2, \dots, n-k \rangle$   
 הסבר את תשובתך.  
**הערה:** זמן הריצה יינתן כפונקציה של  $n$  ו- $k$ ,  $k \leq n$ .
- 5 נק') ב. טענה: יציבות המיון של אלגוריתם מיון-מיזוג תלוייה באופן מימוש השגרה MERGE.  
 (תזכורת: הגדרת יציבות של מיון מופיעה בעמוד 28 במדריך הלמידה וכן בעמוד 162 בספר הלימוד.)  
 האם הטענה נכונה? נמק את תשובתך.
- 6 נק') ג. הוכח או הפרך:  
**אם** נשתמש במיון-מהיר במקום במיון-הכנסה לצורך מיון הדליים במיון דלי של  $n$  איברים  
**אזי** זמן הריצה של מיון דלי במקרה הגרוע יהיה  $O(n \lg n)$ .

## שאלה 2 (20 נקודות)

- 7 נק') א. הוכח או הפרך:  
 $(\lg n)! = O(n \lg n)$
- 13 נק') ב. פתור את נוסחת הנסיגה הבאה:  
 $T(0)=1$   
 $T(n)=n^{0.5}T(n-1)$

## שאלה 3 (20 נקודות)

- הצע מבנה נתונים  $S$  שבאמצעותו ניתן לממש את כל אחת מהפעולות הבאות בסיבוכיות המבוקשת:
- $INSERT(S, x)$ : הכנסת האיבר  $x$  לתוך  $S$ , בזמן  $O(\lg n)$ ;  
 $DELETE-MIN(S)$ : מחיקת האיבר הקטן ביותר, בזמן  $O(\lg n)$ ;  
 $DELETE-MAX(S)$ : מחיקת האיבר הגדול ביותר, בזמן  $O(\lg n)$ ;  
 $FIND-MIN(S)$ : החזרת ערך האיבר הקטן ביותר, בזמן  $O(1)$ ;  
 $FIND-MAX(S)$ : החזרת ערך האיבר הגדול ביותר, בזמן  $O(1)$ .
- הסבר בקצרה כיצד תתבצע כל פעולה.
- הערה:** מבנה הנתונים יכול להיות מורכב מכמה מבני נתונים בסיסיים.

#### שאלה 4 (20 נקודות)

הנח כי נתון עץ חיפוש בינרי בעל התכונות הבאות:  
 העץ מכיל מפתחות שלא כולם שונים זה מזה;  
 עבור כל צומת  $x$  קיימת האפשרות שצומת אחר  $z$  עם  $key[x] = key[z]$ , יופיע בתת-עץ השמאלי או בתת-עץ הימני של  $x$ .

- (14 נק') א. כתוב אלגוריתם יעיל ככל שתוכל המקבל עץ חיפוש בינרי ומפתח  $k$  ומוצא את הצומת בעל המפתח  $k$  הראשון בסריקה תוכנית.  
 (6 נק') ב. מהו זמן הריצה של האלגוריתם כפונקציה של גובה העץ?

#### שאלה 5 (20 נקודות)

נתונה הבעיה הבאה:  
 הקלט מורכב מרשימה של  $n$  מלים. אורך המלה ה- $i$  הוא  $m_i$ , כלומר המלה מורכבת מ- $m_i$  תווים (הנח כי הרווחים בין המלים לא נספרים).  
 המטרה היא לפרק רשימת מלים זו לשורות.  
 לא ניתן לסדר מחדש את המלים ברשימה כלומר לא ניתן לשנות את סדר המלים ברשימה.  
 אורך שורה הוא סכום האורכים של המלים באותה שורה.  
 האורך המועדף של שורה הוא  $L$ . שורה לא יכולה להיות ארוכה מ- $L$  אך יכולה להיות קצרה יותר.  
 הקנס עבור שורה באורך  $K$  ( $K < L$ ) הוא  $L - K$ .

נגדיר את הקנס הכולל כמקסימום של כל הקנסות עבור השורות.  
 המטרה היא למצוא פירוק לשורות כך שהקנס הכולל יהיה מינימלי.

להלן מוצע אלגוריתם לפתרון הבעיה:

$current\_line \leftarrow 1$

לכל  $i$  בין 1 ל- $n$  בצע:

אם נשאר מספיק מקום בשורה הנוכחית  $current\_line$

אזי מקם את המלה ה- $i$  בשורה  $current\_line$

אחרת בצע  $current\_line \leftarrow current\_line + 1$

מקם את המלה ה- $i$  בשורה  $current\_line$

- (7 נק') א. מהי השיטה האלגוריתמית שבה האלגוריתם משתמש? נמק את תשובתך.  
 (13 נק') ב. קבע האם האלגוריתם שלעיל פותר נכון את הבעיה (כלומר מחזיר תמיד תשובה נכונה).

אם כן - נמק מדוע.

אחרת - הבא דוגמה נגדית.

שאלה 6 (20 נקודות)

נגדיר **מחסנית פתוחה** (OS) כמחסנית שניתן לבצע עליה את הפעולות הרגילות:  
 $STACK-EMPTY(OS)$ ,  $POP(OS)$ ,  $PUSH(OS,x)$  וכן פעולה נוספת והיא:  
 $PUSH-MIDDLE(OS,x)$  - הכנסת איבר  $x$  לאמצע המחסנית.

הערה: הכנסה באמצע פירושה שהאיבר החדש ( $x$ ) יימצא לאחר ההכנסה במקום ה- $\left\lceil \frac{n+1}{2} \right\rceil$ .

מראש המחסנית הפתוחה, כאשר  $n$  הוא מספר האיברים שהיו בה לפני הכנסתו.

עליך לממש מחסנית פתוחה באמצעות מחסנית רגילה ודו-תור. כלומר, יש לממש את הפעולות שניתן לבצע על מחסנית פתוחה באמצעות הפעולות שניתן לבצע על מחסנית ועל דו-תור. מותר להשתמש גם במשתנה בוליאני אחד.

להזכירך, דו-תור הוא מבנה נתונים שמוגדרות עליו הפעולות הבאות:  
 $DEQUEUE-HEAD(DQ)$ ,  $ENQUEUE-TAIL(DQ)$  - הכנסת איבר לזנב התור והוצאת איבר מראש התור, כבתור רגיל.  
 $DEQUEUE-TAIL(DQ)$ ,  $ENQUEUE-HEAD(DQ)$  - הכנסת איבר לראש התור והוצאת איבר מזנב התור.  
 $QUEUE-EMPTY(DQ)$  - בדיקה האם הדו-תור ריק (והחזרת ערך בוליאני בהתאם).

6 נק') א. הסבר בקצרה כיצד תממש את המחסנית הפתוחה (בעזרת מחסנית רגילה, דו-תור ומשתנה בוליאני).

14 נק') ב. כתוב אלגוריתם למימוש כל אחת מהפעולות הבאות על המחסנית הפתוחה:  
 $POP(OS)$ ,  $PUSH-MIDDLE(OS,x)$ .  
סיבוכיות הזמן של כל אחת מהפעולות הללו צריכה להיות  $O(1)$  (כלומר זמן קבוע שאינו תלוי במספר האיברים הנמצאים באותו רגע במחסנית הפתוחה).

**בהצלחה!**

