

האוניברסיטה הפתוחה

20407

**מבני נתונים**

**ומבוא לאלגוריתמים**

חוברת הקורס – סתיו 2011א

כתב: ד"ר גיק וינשטין

אוקטובר 2010 - סמסטר סתיו – תשע"א

**פנימי – לא להפצה.**

© כל הזכויות שמורות לאוניברסיטה הפתוחה.

## תוכן העניינים

א	אל הסטודנט
	<b>מתכונת הקורס</b>
ה	1. מידע על הקורס
ו	1.1 פרקי הלימוד
ו	1.2 ידע מוקדם דרוש
ו	1.3 כיצד ללמוד
ז	1.4 מפגשי ההנחיה
ז	1.5 שימוש במחשב אישי
ח	1.6 בחינות הגמר
ח	1.7 התנאים לקבלת נקודות זכות בקורס
ט	2. למידה מתוקשבת ואתר הקורס באינטרנט
יב	3. <b>לוח זמנים ופעילויות</b>
	<b>מטלות הקורס</b>
יז	4. תיאור המטלות
יז	4.1 מבנה המטלות
יח	4.2 חומר הלימוד הדרוש לפתרון המטלות
יח	4.3 ניקוד המטלות
יח	4.4 הנחיות לכתיבת אלגוריתמים
יט	4.5 הנחיות לכתיבת פרויקט הרצה
כא	5. נוהל הגשת מטלות
1	ממ"ן 11
3	ממ"ן 12
5	ממ"ן 13
7	ממ"ן 14 - פרויקט 1
9	ממ"ן 15
11	ממ"ן 16
13	ממ"ן 17
15	ממ"ן 18 - פרויקט 2
19	<b>נספח : אלגוריתמי מיון - פסידוקוד</b>

## אל הסטודנט,

אנו מברכים אותך עם הצטרפותך לקורס "מבני-נתונים ומבוא לאלגוריתמים" באוניברסיטה הפתוחה. על מנת לסייע לך לעבור את הקורס בהצלחה, ברצוננו להפנות את תשומת לבך למספר נקודות חשובות:

- כידוע לך, נוכחות במפגשי ההנחיה אינה חובה. יחד עם זאת, **מומלץ מאד** להגיע באופן סדיר למפגשי ההנחיה. המפגשים כוללים תרגול רב והשתתפות בהם תסייע לך בפתרון המטלות. 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 הפרויקטים (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 4.3 בחוברת). יש להקפיד על הגשת הממ"נים במועד.
  - כמו קורסים רבים אחרים באו"פ, גם הקורס "מבני-נתונים ומבוא לאלגוריתמים" הוא קורס **מתוקשב**. לקורס יש אתר-בית, שבו ניתן להיפגש עם סטודנטים אחרים בקורס ולדון איתם על החומר הנלמד בקורס, המטלות, או כל נושא אחר. מומלץ לעקוב אחרי ההודעות המתפרסמות בלוח ההודעות שבאתר. מאגר המשאבים שבאתר מתעדכן באופן שוטף במהלך הסמסטר, והוא מכיל פתרונות לשאלות מספר הלימוד, בחינות לדוגמה וכדומה.
  - לתשומת לבך**, אתר הקורס הוא ערוץ תקשורת רשמי. יש להתייחס להודעות ועדכונים שיופיעו בלוח ההודעות שבאתר כאילו נשלחו בדואר.
- רצוי לקרוא את חוברת הקורס לפני תחילת הסמסטר. השקעת זמן מועט בקריאת החוברת עשויה לענות על שאלות רבות ולמנוע קשיים ואי-הבנות בעתיד.
- צוות הקורס ישמח לעמוד לרשותך בכל שאלה שתתעורר.

ניתן לפנות למנחים בשעות ההנחיה הטלפונית שלהם, או אל מרכזי הקורס:

ד"ר ג'ק וינסטין: ביום א' בשעות 15:00-17:00 בטלפון 09-7781270,

e-mail: [jack-weinstein@hotmail.com](mailto:jack-weinstein@hotmail.com)

אייל משיח: ביום ג' בשעות 11:00-13:00 בטלפון 09-7781233,

e-mail: [eyalma@openu.ac.il](mailto:eyalma@openu.ac.il)

פגישות יש לתאם מראש.

אנו מאחלים לך לימוד פורה ומהנה.

בברכה,

ד"ר ג'ק וינסטין  
מרכז ההוראה בקורס



# מתכונת הקורס



## 1. מידע על הקורס

הקורס דן בשני נושאים הקשורים באופן הדוק זה לזה: אלגוריתמים ומבני נתונים. בתחום האלגוריתמים מתוארות שיטות שונות לתכנון אלגוריתמים כמו, למשל, הפרד ומשול ותכנון דינמי. הקורס עוסק בניתוח אלגוריתמים ובהוכחת נכונותם, תוך שימת דגש מיוחד על ניתוח האלגוריתמים מבחינת **יעילותם**.

בתחום מבני הנתונים, כל מבנה נתונים מוצג תחילה בצורתו המופשטת, ולאחר מכן מוצג מימוש אפשרי של מבנה הנתונים המופשט.

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

### 1.1 פרקי הלימוד

פרקי הספר הנלמדים בקורס הם:

פרקים 1-2	-	מבוא
פרק 3	-	גידול של פונקציות
פרק 4	-	נוסחאות נסיגה
פרק 6	-	מיון-ערמה
פרק 7	-	מיון-מהיר
פרק 8	-	מיון בזמן לינארי
פרק 9	-	חציונים וערכי מיקום
פרק 10	-	מבני נתונים בסיסיים
פרק 11	-	טבלאות גיבוב
פרק 12	-	עצי חיפוש בינריים
פרקים 13-14	-	עצים אדומים-שחורים

מדריך הלמידה המלווה את הספר מתאר באופן מפורט את דרך הלימוד ואת הסדר שבו יש ללמוד את פרקי הספר השונים.



מדריך הלמידה כולל 12 פרקים המפורטים להלן:

פרק במדריך	נושאים
א'	פרקים 1 ו-2 בספר
ב'	פרק 3 בספר
ג'	פרק 4 בספר
ד'	פרק 6 בספר
ה'	פרק 7 בספר
ו'	פרק 9 בספר
ז'	פרק 8 בספר
ח'	פרק 10 בספר
ט'	פרק 11 בספר
י'	פרק 12 בספר
י"א	פרק 13 בספר
י"ב	פרק 14 בספר

כל פרק במדריך הלמידה מכיל הסברים נוספים לגבי חלק מהחומר המתאים מהספר ואוסף של שאלות עם פתרונות מלאים.

## 1.2 ידע מוקדם דרוש

הנספחים בספר הלימוד דרושים כתנאי מוקדם לצורך לימוד הקורס. במידה שאינך מכיר את המושגים המופיעים בסעיפים אלה, טוב תעשה אם תקרא לפני תחילת הקורס (או כאשר הדבר יידרש) את הסעיפים הרלוונטיים.

## 1.3 כיצד ללמוד?

הלימוד בקורס יתנהל על-פי מדריך הלמידה המכיל הנחיות לסדר הלימוד ומפרט במדויק אילו סעיפים יש לקרוא בספר בכל שלב. המדריך מחלק את החומר ליחידות קטנות, מסביר ומבהיר כל יחידה, ומכיל שאלות רבות בלויית פתרונותיהן.

עליך לקרוא את הפרקים במדריך הלמידה בזה אחר זה על-פי תכנית הקורס. עליך ללמוד ביסודיות כל סעיף ולהקדיש לכך את מלוא הזמן הדרוש להבנת החומר הכלול בו. רצוי מאוד שתנסה לענות בעצמך על השאלות המופיעות בגוף הפרק לפני שתפנה לקרוא את התשובות.

יש להקדיש ללימוד ותרגול החומר כ- 10-15 שעות בשבוע. אם תיתקל בקשיים תוך כדי לימוד, נצל את ההנחיה הטלפונית, או שאל את המנחה במפגש הקרוב.

רק לאחר שהבנת היטב את חומר הלימוד, תוכל לגשת לפתרון המטלה. המטלה כוללת שאלות, שלפחות בחלקן הן קשות ומורכבות יותר מאלו המופיעות במדריך הלמידה, והן נועדו לבדוק את יכולתך ביישום חומר הלימוד.

שמירה על קצב הלימוד המתוכנן, כמפורט ב"לוח זמנים ופעילויות" והגשת המטלות בזמן ימנעו ממך קשיים בלתי רצויים במהלך הסמסטר ויסייעו לך בהפקת מלוא התועלת מהקורס.

ספרים המומלצים לצורך קריאה נוספת:

1. A.V. Aho & J.E. Hopcroft & J.D. Ullman: *Data Structures & Algorithms*
2. A.V. Aho & J.E. Hopcroft & J.D. Ullman: *The Design and Analysis of Computer Algorithms*

## 1.4 מפגשי ההנחיה

במהלך הסמסטר יתקיימו שבעה מפגשי הנחיה במרכזי הלימוד השונים (בקבוצות הלימוד שבהן ההנחיה מוגברת, יתקיימו 12 מפגשים). בכל מפגש יוקדש חלק מן הזמן להבהרת נקודות מרכזיות בחומר הלימוד, ושאר הזמן יוקדש לשאלות הסטודנטים ולפתרון תרגילים. חשוב להדגיש כי המפגש אינו מהווה תחליף ללימוד עצמי. (כלומר, אין לצפות לכך שהמנחה ילמד במפגשי ההנחיה את החומר!)

להלן פירוט המפגשים (בהנחיה רגילה):

מפגש 1:	פרקים א, ב במדריך הלמידה
מפגש 2:	פרקים ג, ד במדריך הלמידה
מפגש 3:	פרקים ה, ו במדריך הלמידה
מפגש 4:	פרקים ז, ח במדריך הלמידה
מפגש 5:	פרקים ט, י במדריך הלמידה
מפגש 6:	פרקים יא, יב במדריך הלמידה
מפגש 7:	מפגש חזרה

מידע על מיקום מרכז הלימוד וכן על תאריכי המפגש של קבוצתך תוכל למצוא ב"לוח מפגשים ומנחים".

**הערה:** כדי להפיק את מלוא התועלת מהמפגשים, מומלץ לקרוא את החומר הרלוונטי לפני המפגש.

## 1.5 שימוש במחשב אישי

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

## 1.6 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).

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 לבך!

הנך זכאי להיבחן בקורס פעמיים: במועדים של הסמסטר הנוכחי או במועדים של הסמסטר הבא בו יילמד הקורס. בכך תמצה 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 בחינת 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.

## 1.7 התנאים לקבלת נקודות זכות בקורס

- א. הגשת פרויקט 1 (ממ"ן 14) ופרויקט 2 (ממ"ן 18).
- ב. הגשת שלושה ממ"נים לפחות מתוך ששת הממ"נים הרגילים.
- ג. ציון של 50 לפחות בכל פרויקט.
- ד. ציון של 23 לפחות בכל מטלה אחרת הנלקחת בחשבון (ר' סעיף 4.3).
- ה. ציון של 60 לפחות בבחינת הגמר.
- ו. הציון המשוקלל של המטלות, הפרויקטים והבחינה נדרש להיות 60 לפחות.

## 2. 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. הציט 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:

- **צדכנו 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). בקרו 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. יתרונויה 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.**

### 3. לוח זמנים ופעילויות (20407 \ 2011א)

שבוע הלימוד	תאריכי שבוע הלימוד	יחידת הלימוד המומלצת	מפגשי ההנחיה*	תאריך אחרון למשלוח הממ"ן (למנחה)
1	22.10.2010-17.10.2010	פרק א' (מדריך הלמידה) פרקים 2-1 (ספר הלימוד)		
2	29.10.2010-24.10.2010	פרק ב' (מדריך הלמידה) פרק 3 (ספר הלימוד)	מפגש ראשון	ממ"ן 11 31.10.2010
3	5.11.2010-31.10.2010	פרק ג' (מדריך הלמידה) פרק 4 (ספר הלימוד)		
4	12.11.2010-7.11.2010	פרק ד' (מדריך הלמידה) פרק 6 (ספר הלימוד)	מפגש שני	ממ"ן 12 14.11.2010
5	19.11.2010-14.11.2010	פרק ה' (מדריך הלמידה) פרק 7 (ספר הלימוד)		
6	26.11.2010-21.11.2010	פרקים ה', ו' פרקים 9, 7		
7	3.12.2010-28.11.2010 (ה-ו חנוכה)	פרק ו' (מדריך הלמידה) פרק 9 (ספר הלימוד)	מפגש שלישי	ממ"ן 13 5.12.2010
8	10.12.2010-5.12.2010 (א-ה חנוכה)	פרק ז' (מדריך הלמידה) פרק 8 (ספר הלימוד)		

\* 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 ח' (מדריך הלמידה) פרק 10 (ספר הלימוד)	מפגש רביעי	ממ"ן 14 (פרויקט 1) 19.12.2010
10	24.12.2010-19.12.2010	פרק ט' (מדריך הלמידה) פרק 11 (ספר הלימוד)		ממ"ן 15 26.12.2010
11	31.12.2010-26.12.2010	פרק י' (מדריך הלמידה) פרק 12 (ספר הלימוד)	מפגש חמישי	
12	7.1.2011-2.1.2011	פרק י"א (מדריך הלמידה) פרק 13 (ספר הלימוד)		ממ"ן 16 9.1.2011
13	14.1.2011-9.1.2011	פרקים י"א, י"ב פרקים 13, 14	מפגש שישי	
14	21.1.2011-16.1.2011	פרק י"ב (מדריך הלמידה) פרק 14 (ספר הלימוד)		ממ"ן 17 23.1.2011
15	28.1.2011-23.1.2011	חזרה	מפגש שביעי	ממ"ן 18 (פרויקט 2) 23.1.2011

מועדי בחינות הגמר יפורסמו בנפרד

\* 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



## 4. תיאור המטלות

קרא היטב עמודים אלו לפני שתתחיל לענות על השאלות

חוברת זו מכילה שש מטלות "יבשות" ושני פרויקטים שעליך להגיש במהלך הקורס. **שני פרויקטי ההרצה הם חובה!** מבין שש המטלות הנותרות יש לפתור **שלוש לפחות**.

### 4.1 מבנה המטלות

#### ממ"ן רגיל

מטלה זו מורכבת מכמה שאלות. פתרון השאלות במטלה כזו אינו דורש הרצת תוכניות במחשב. את הפתרון יש לכתוב **בעט** על דף נייר, **בכתב ברור** ובצורה מסודרת. רצוי לכתוב ברווחים ולהשאיר שוליים רחבים להערות המנחה. (אפשר ורצוי, כמובן, להדפיס את הפתרונות למטלה.) אם שאלה כלשהי בממ"ן אינה ברורה די הצורך, תוכל להיעזר בקבוצת הדיון של הקורס, או להתקשר לאחד המנחים (בשעת ההנחיה הטלפונית).

#### פרויקט הרצה

במטלה כזו עליך לכתוב ולהריץ במחשב תוכנית בשפת פסקל או C/C++. מובן שעל התוכנית לעבור קומפילציה ולבצע את הנדרש ממנה ללא טעויות. עליך לשלוח למנחה:

1. הדפסה של קובץ התוכנית
2. דוגמאות מייצגות של קלטים/פלטים אפשריים
3. דיסקט המכיל את קובץ התוכנית וקובץ exe של התוכנית.

**הערה:** מומלץ להתחיל לעבוד על הפרויקטים לפחות שבועיים לפני מועד ההגשה.

### 4.2 חומר הלימוד הדרוש לפתרון המטלות

מ ט ל ה	חומר הלימוד הנדרש לפתרונה (במדריך הלמידה)
ממ"ן רגיל 11	פרקים א,ב (עד עמוד 22)
ממ"ן רגיל 12	פרקים ב,ג
ממ"ן רגיל 13	פרקים ד,ה
ממ"ן 14 - פרויקט הרצה 1	פרקים א עד ה
ממ"ן רגיל 15	פרקים ו,ז
ממ"ן רגיל 16	פרקים ח,ט
ממ"ן רגיל 17	פרקים י,י"ב
ממ"ן 18 - פרויקט הרצה 2	פרקים ו עד י"ב

**הערות:** 1. לצורך פתרון המטלה, יש להשתמש רק בחומר שנלמד עד למועד הגשת המטלה ולא בחומר הנמצא בפרקים מתקדמים יותר.

2. כעיקרון, בעת פתרון שאלות, אין להסתמך על תוצאות משאלות בלתי-פתורות בספר הלימוד בלי להוכיחן, אלא אם ניתן לכך היתר מפורש, או אם פתרונות לאלה מופיעים במדריך הלמידה, בחומר הנלמד במפגשי ההנחיה, באתר הקורס וכדומה (ובמקרה זה יש להזכיר את המקור עליו מסתמכים). עם זאת, ניתן לחרוג מכלל זה, ככל שמדובר בתוצאות מוכרות וקלות, או שאין בהן כדי להפוך את השאלה המקורית לקלה מדי ולחסרת עניין.

#### 4.3 ניקוד המטלות

משקל כל אחד מהממ"נים 11, 12, 13, 15, 16, 17 - 4 נקודות.

משקלו של פרוייקט 1 (ממ"ן 14) - 2 נקודות

משקלו של פרוייקט 2 (ממ"ן 18) - 4 נקודות

כאמור, חובה להגיש את ממ"נים 14 ו-18 ועוד שלושה ממ"נים רגילים.

כלומר, כדי שתוכל לגשת לבחינה עליך לצבור לפחות 18 נקודות מתוך 30 הנקודות האפשריות.

הכנת המטלות הרגילות חייבת להיעשות על-ידי כל סטודנט **בנפרד**. במקרה שתוגשנה שתי מטלות זהות, המטלות תיפסלנה ותוגש תלונה לוועדת המשמעת.

**הכנת הפרוייקטים (ממ"נים 14 ו-18) יכולה להיעשות בזוגות.**

#### לתשומת לבכם!

פתרון המטלות הוא מרכיב מרכזי בתהליך הלמידה, לכן מומלץ שתשתדלו להגיש מטלות רבות ככל האפשר.

כדי לעודדכם להגיש לבדיקה מספר רב של מטלות הנהגנו את ההקלה שלהלן:

בחישוב הציון הסופי נשקלל את כל המטלות שציוניהן גבוהים מהציון בבחינת הגמר. ציוני מטלות כאלה תורמים לשיפור הציון הסופי.

ליתר המטלות נתייחס במידת הצורך בלבד. מתוכן נבחר רק את הטובות ביותר עד להשלמת המינימום ההכרחי לעמידה בתנאי הגשת מטלות. משאר המטלות נתעלם.

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

#### 4.4 הנחיות לכתיבת אלגוריתמים

בחלק מהשאלות בממ"נים הרגילים יש לכתוב **אלגוריתם**. להלן מספר הנחיות:

1. הסבר בקצרה את אופן הפעולה של האלגוריתם (אלא אם כן האלגוריתם מאוד פשוט). אלגוריתם ללא הסבר - לא יתקבל!

2. כתוב את האלגוריתם בפסידו-קוד, בדומה לספר. מותר לשלב בפסידו-קוד הוראות בעברית, במידה שהמימוש שלהן חד-משמעי וברור. (לדוגמה: ניתן לכתוב "בחר את האיבר הראשון ברשימה; אם הוא גדול מ-7 אז...").

3. אסור בשום אופן לכתוב תוכניות בשפת תכנות במקום בפסידו-קוד.
4. אם נתבקשת להוכיח את נכונות האלגוריתם עשה זאת בצורה פורמלית ומדויקת (למשל, תוך שימוש באינדוקציה או בכלים מדויקים אחרים). **גם אם לא** נתבקשת להוכיח נכונות, יש להסביר באופן כללי מדוע האלגוריתם עובד כשורה.
5. בכל מקרה (גם אם הדבר לא צוין במפורש) יש לנתח את זמן הריצה של האלגוריתם. כמו כן, **תמיד** נסה להגיע לאלגוריתם יעיל ככל שניתן.

#### 4.5 הנחיות לכתיבת פרויקט הרצה

ההנחיות נחלקות לשני נושאים עיקריים:

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

##### 1. כתיבת הקוד

###### תכנות פשוט וקריא

- לאחר קריאת התיעוד, על התכנית להיות מובנת גם למי 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 בתחום מסוים, יש להגדיר תחום זה.
  - ד. כדאי להשתמש ב- `ordered type` בעל משמעות בכל מקום שאפשר. למשל, בשפת פסקל, במקום: `month = 1..12` נשתמש ב- `month = (jan, feb, ..., dec)`.
  - ה. יש להעביר פרמטרים בין הפרוצדורות השונות ולא להשתמש במשתנים גלובליים.

###### מודולריות

- את התוכנית יש לחלק למודלים (פרוצדורות ופונקציות) בהתאם לכללים 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 לקרוא ולהבין את פעולתה בקלות.
  - ג. אם פרוצדורה  $x$  נקראת אך ורק בתוך פרוצדורה  $y$ , יש להגדיר את  $x$  בתחום הגדרת הפרוצדורות של  $y$ .
  - ד. יש להשתדל לרכז את פעולות הקלט/פלט בתוך פרוצדורות ספציפיות למטרות אלו.
  - ה. התוכנית 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 לתוכנית מחשב.

רצוי לכתוב את התוכנית באופן הבא :

- שלב א - תכנון המבנה הכללי של התוכנית, 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 לתוכנית בסדר שבו היא תוכננה : מתחילים בתוכנית הראשית ומסיימים בפרוצדורות ופונקציות העזר.
- שלב ד - ניפוי שגיאות, בדיקת נכונות התוכנית באמצעות הרצתה על קלטים שונים, כתיבת התיעוד.

## **2. תיעוד**

התיעוד צריך להיות מורכב מ-2 חלקים :

### **1. תיעוד כללי :**

- תיאור הבעיה והגישה הכללית של התוכנית לפתרונה.
- תיאור מבני הנתונים העיקריים שבהם התוכנית משתמשת.
- תיאור כללי של הפרוצדורות והפונקציות המרכיבות את התוכנית והקשרים ביניהן (מי קורא למי וכו').

### **2. תיעוד בגוף התכנית :**

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

## 5. 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 שחולמת הדואר 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>																																						
<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.																																						
לשימוש פנימי <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">21</td> <td style="width: 33%;"></td> <td style="width: 33%; text-align: center;">611</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1-2</td> <td style="text-align: center;">3-7</td> <td style="text-align: center;">8-10</td> </tr> </table>	21		611	1-2	3-7	8-10	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">מספר הזהות <b>1 2 3 4 5 6 7 8 9</b> 11-19</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">קורס <b>10125</b> 22-26</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">מטלה <b>11</b> 27-28</td> </tr> </table>		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																											
21		611																																				
1-2	3-7	8-10																																				
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																																				
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30px; text-align: center;">31</td> <td style="width: 30px;"></td> <td style="width: 30px;"></td> <td style="width: 30px;"></td> <td style="width: 30px;"></td> <td style="width: 30px;"></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">34</td> <td style="text-align: center;">37</td> <td style="text-align: center;">39</td> <td style="text-align: center;">41</td> <td style="text-align: center;">43</td> <td style="text-align: center;">45</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">47</td> <td style="text-align: center;">49</td> <td style="text-align: center;">51</td> <td style="text-align: center;">53</td> <td style="text-align: center;">55</td> <td style="text-align: center;">57</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">59</td> <td style="text-align: center;">61</td> <td style="text-align: center;">63</td> <td style="text-align: center;">65</td> <td style="text-align: center;">67</td> <td style="text-align: center;">69</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">71</td> <td style="text-align: center;">73</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td style="text-align: center;">77</td> <td style="text-align: center;">79</td> <td style="text-align: center;">81</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">83</td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> <td style="text-align: center;"></td> </tr> </table>	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						<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																																						
<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).																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">שם התלמיד <b>ישראל ישראלי</b></td> <td style="width: 33%;">כתובת התלמיד <b>רח' רבוצקי 108 ת.ד. 808 רעננה</b></td> <td style="width: 33%;">מיקוד <b>73332</b></td> </tr> <tr> <td>טלפון <b>03-5269710</b></td> <td>שם המנחה <b>ד"ר ארז</b></td> <td>מרכז לימוד <b>ת"א 610</b></td> </tr> <tr> <td>נשלח ביום <b>1.1.02</b></td> <td>קבי לימוד <b>01</b></td> <td></td> </tr> </table>						שם התלמיד <b>ישראל ישראלי</b>	כתובת התלמיד <b>רח' רבוצקי 108 ת.ד. 808 רעננה</b>	מיקוד <b>73332</b>	טלפון <b>03-5269710</b>	שם המנחה <b>ד"ר ארז</b>	מרכז לימוד <b>ת"א 610</b>	נשלח ביום <b>1.1.02</b>	קבי לימוד <b>01</b>																									
שם התלמיד <b>ישראל ישראלי</b>	כתובת התלמיד <b>רח' רבוצקי 108 ת.ד. 808 רעננה</b>	מיקוד <b>73332</b>																																				
טלפון <b>03-5269710</b>	שם המנחה <b>ד"ר ארז</b>	מרכז לימוד <b>ת"א 610</b>																																				
נשלח ביום <b>1.1.02</b>	קבי לימוד <b>01</b>																																					
<b>חלק ד - הערות המנחה לתלמיד (נא כתוב ברור)</b>																																						

מק"ט 9-830-1-500 יוסף וולף ושות' בע"מ

דוגמה למילוי טופס מלווה לממ"ן

**שימו לב,**

**עליכם להשאיר לעצמכם העתק של המטלה.**

**אין האוניברסיטה הפתוחה אחראית**

**למטלה שתאבד בשל תקלות בדואר.**



# מטלת מנחה (ממ"ן) 11

הקורס: 20407 - מבני נתונים ומבוא לאלגוריתמים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 1, 2, 3 (ספר הלימוד)

משקל המטלה: 4 נקודות

מספר השאלות: 4

מועד אחרון להגשה: 31.10.2010

סמסטר: א2011

## קיימות שתי אפשרויות להגשת המטלות:

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

### שאלה 3 (20 נקודות)

נתון מערך  $A[1..n]$  של מספרים ממשיים. ערך  $x$  נקרא **פסגה** של המערך  $A$  אם מתקיים אחד מהתנאים: (1)  $x = A[1] \geq A[2]$ ; (2)  $x = A[n] \geq A[n-1]$ ; (3) קיים אינדקס  $i$ ,  $1 < i < n$ , שעבורו  $x = A[i]$ ,  $A[i-1] \leq A[i] \geq A[i+1]$ . במילים אחרות, פסגה של  $A$  מהווה מכסימום מקומי של  $A$ . כל מכסימום גלובלי של המערך הינו פסגה שלו; מציאת מכסימום גלובלי במערך  $A$  דורשת זמן ריצה  $\Omega(n)$ . כתבו שגרה למציאת מיקומה של פסגה כלשהי במערך  $A$ , כך שזמן הריצה שלה יהיה  $O(\lg n)$ .

### שאלה 4 (25 נקודות)

סדרו את הפונקציות הבאות לפי שיעור הגידול שלהן; כלומר, מצאו סדר  $f_1, f_2, \dots, f_{12}$  המקיים

$$f_1 = O(f_2), \dots, f_8 = O(f_9)$$

$$8\sqrt{n} \quad 1/n \quad n^{20407} \quad \lg n$$

$$n \lg n \quad \lg \lg n \quad \binom{n}{10} \quad n^{3.14}$$

$$2^n \quad n \cdot 2^n \quad 3^{n/2} \quad n!$$

**שאלה 1 (25 נקודות)**

הוכיחו את נכונות האלגוריתם הנתון בשגרה הבאה :

BIDIRECTIONAL-BUBBLESORT( $A$ )

```
1   $left \leftarrow 0$ 
2   $right \leftarrow length[A] + 1$ 
3  while  $left < right$ 
4      do  $swap \leftarrow FALSE$ 
5           $left \leftarrow left + 1$ 
6           $right \leftarrow right - 1$ 
7          for  $i \leftarrow left$  to  $right - 1$ 
8              do if  $A[i] > A[i + 1]$ 
9                  then  $T \leftarrow A[i]$ 
10                      $A[i] \leftarrow A[i + 1]$ 
11                      $A[i + 1] \leftarrow T$ 
12                      $swap \leftarrow TRUE$ 
13      if  $swap = FALSE$ 
14          then return
15      else  $swap \leftarrow FALSE$ 
16      for  $i \leftarrow right - 1$  downto  $left$ 
17          do if  $A[i] > A[i + 1]$ 
18              then  $T \leftarrow A[i]$ 
19                      $A[i] \leftarrow A[i + 1]$ 
20                      $A[i + 1] \leftarrow T$ 
21                      $swap \leftarrow TRUE$ 
22      if  $swap = FALSE$ 
23          then return
```

ראו קודם את הבעיה 2-2 בספר הלימוד ואת השאלות א-11, א-12, א-13 במדריך הלמידה.

**שאלה 2 (30 נקודות)**

פתרו את הבעיה 2-1 מספר הלימוד (עמוד 32).

# מטלת מנחה (ממ"ן) 12

הקורס: 20407 – מבני נתונים ומבוא לאלגוריתמים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 4, 6 (ספר הלימוד)

משקל המטלה: 4 נקודות

מספר השאלות: 4

מועד אחרון להגשה: 14.11.2010

סמסטר: 2011א

קיימות שתי אפשרויות להגשת המטלות:

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

שאלה 1 (25 נקודות)

מצאו חסמים אסימפטוטיים הדוקים עבור נוסחאות הנסיגה הבאות (הניחו כי  $T(n)$  קבוע עבור ערכים קטנים של  $n$ ):

א'

$$T(n) = 4T(n/3) + n \cdot \lg^2 n$$

ב'

$$T(n) = 5T(n/5) + n / \lg n$$

ג'

$$T(n) = 81T(n/9) + n^4 \cdot \lg^2 n$$

ד'

$$T(n) = T(n-1) + 1/n + 1/n^2$$

ה'

$$T(n) = 4n^4 \cdot T(\sqrt{n}) + (2n^2 \lg n + \lg^3 n) \cdot (n^6 \lg n + 3 \lg^7 n)$$

שאלה 2 (25 נקודות)

פתרו את הבעיה 4-7 (מערכי מונז') מספר הלימוד (עמודים 75-76).

### שאלה 3 (35 נקודות)

פתרו את הבעיה 6-2 (ניתוח ערמות  $d$ -יות) מספר הלימוד (עמוד 119).

**הערות:** כתבו שגרה  $CHILD(i, k)$  המחזירה את אינדקס הבן  $k$  של האיבר  $i$  (המחליפה את השגרות  $LEFT(i)$  ו- $RIGHT(i)$ ). כתבו גם את השגרה  $MAX-HEAPIFY(A, i)$  המתאימה.

### שאלה 4 (15 נקודות)

המשך לשאלה הקודמת:

**א'** נניח שבחרנו את  $d$  כפונקציה של  $n$ . מהו גובהה של הערמה  $d$ -ית אם  $d = \Theta(1)$  ;

$d = \Theta(n)$  ;  $d = \Theta(\lg n)$  ?

**ב'** מהם זמני הריצה של  $MAX-HEAPIFY(A, i)$  ושל  $HEAP-INCREASE-KEY(A, i, k)$  עבור

אותן שלוש בחירות מסעיף א' ? איך משתנים זמני הריצה אלה עם שינוי  $d$  ?

**ג'** מהי הבחירה המרבית של ערך  $d$  אם בכוונתנו לקרוא ל-  $MAX-HEAPIFY(A, i)$  ול-

$HEAP-INCREASE-KEY(A, i, k)$  אותו מספר פעמים ?

# מטלת מנחה (ממ"ן) 13

הקורס: 20407 – מבני נתונים ומבוא לאלגוריתמים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 7, 9 (ספר הלימוד)

משקל המטלה: 4 נקודות

מספר השאלות: 4

מועד אחרון להגשה: 5.12.2010

סמסטר: א2011

## קיימות שתי אפשרויות להגשת המטלות:

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

## שאלה 1 (20 נקודות)

נתונים מערך  $A[1..n]$  ואינדקס  $k$ ,  $1 \leq k \leq n$ , כך שמתקיימים התנאים

$$A[k+1] \leq \dots \leq A[n] \leq A[1] \leq \dots \leq A[k]$$

הראו שזמן הריצה של מיון-מהיר על מערך זה הינו  $\Theta(n^2)$ .

הנחיה: התיחסו לשני המקרים האפשריים -  $k \leq n/2$  ו-  $k > n/2$ .

## שאלה 2 (40 נקודות)

פתרו את הבעיה 4-7 (עומק המחסנית עבור מיון-מהיר) מספר הלימוד (עמוד 135).



**שאלה 3 (20 נקודות)**

נתונים סדרה של  $n$  מספרים ומספר שלם  $m \leq n / \lg n$ . כתבו אלגוריתם שזמן ריצתו לינארי, המוצא וממין את  $2m + 1$  האיברים שהם הקרובים ביותר לחציון הסדרה.

**שאלה 4 (20 נקודות)**

פתרו את התרגיל 9.3-9 מספר הלימוד (עמוד 160).

# מטלת מנחה (ממ"ן) 14

הקורס: 20407 – מבני נתונים ומבוא לאלגוריתמים

חומר הלימוד למטלה: פרק 9 (ספר הלימוד)

משקל המטלה: 2 נקודות

מספר השאלות: 1

מועד אחרון להגשה: 19.12.2010

סמסטר: 2011א

## קיימות שתי אפשרויות להגשת המטלות:

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

## מותר לעבוד בזוגות

מטרת הפרויקט היא להשוות בין אלגוריתמי מיון-ערמה המבוססים על ערמות- $d$  (הבעיה 2-6, ספר הלימוד, עמ' 119), עבור ערכים שונים של  $d$ .

א' כתבו תכנית (ב-  $C/C++$ , Java, או שפה אחרת שבה המנחה יכול לבדוק) המבצעת את הפעולות הבאות:

1. יוצרת מאה סדרות באורך 200 בעזרת פונקציית ספרייה המיועדת ליצירת מספרים אקראיים; כל סדרה תכיל איברים בתחום 1..100.

2. עבור כל סדרה  $C_m$ ,  $1 \leq m \leq 100$ , כקלט, הפעלת האלגוריתם HEAPSORT  $(d = 2,3,4,5)$ ; עבור כל  $d = 2,3,4,5$ , ספירת ההשוואות וההעקות (של איברי הסדרה ואינדקסים כאחד).

3. הדפסת ממוצעי התוצאות על כל מאה הסדרות, עבור הכמויות הבאות :

– השוואות,  $d = 2$  ;

– העתקות,  $d = 2$  ;

– השוואות,  $d = 3$  ;

– העתקות,  $d = 3$  ;

– השוואות,  $d = 4$  ;

– העתקות,  $d = 4$  ;

– השוואות,  $d = 5$  ;

– העתקות,  $d = 5$  ;

**ב'** על סמך שמונה הסדרות האלה הסיקו מסקנות על ביצועי האלגוריתם מיון-ערמה לערכים שונים של  $d$ .

עבור איזה ערך של  $d$  מתקבל האלגוריתם היעיל ביותר?

# מטלת מנחה (ממ"ן) 15

הקורס: 20407 – מבני נתונים ומבוא לאלגוריתמים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 8, 10 (ספר הלימוד)

מספר השאלות: 4 משקל המטלה: 4 נקודות

מועד אחרון להגשה: 26.12.2010

סמסטר: א2011

## קיימות שתי אפשרויות להגשת המטלות:

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

### שאלה 1 (20 נקודות)

בהינתן אלגוריתם מיון השוואה, הוכיחו שאפשר תמיד לשנות אותו כך שירחיק את כל הכפילים מבלי להגדיל את מספר ההשוואות.

### שאלה 2 (30 נקודות)

פתרו את הבעיה 2-8 מספר הלימוד (עמוד 149).

### שאלה 3 (20 נקודות)

נתבונן באלגוריתם הקורא את המחרוזת  $\langle 1, 2, 3, \dots, n \rangle$  משמאל לימין ולרשותו עומדת מחסנית. לאלגוריתם מותר להשתמש בשתי הפקודות הבאות:

1. READ-PUSH - קרא את התו הבא בקלט והכנס אותו למחסנית.

2. POP-WRITE - הוצא את התו שבראש המחסנית והדפס אותו.

אנו מעוניינים בתמורות של  $\langle 1, \dots, n \rangle$  שניתן לקבל בעזרת המחסנית.

דוגמה: עבור  $n = 3$  ניתן לקבל, למשל:

- (א)  $\langle 1\ 2\ 3 \rangle$  - בעזרת ביצוע פקודות READ-PUSH ואחריה פקודות POP-WRITE, ושוב READ-PUSH ו-POP-WRITE ו-READ-PUSH ו-POP-WRITE.
- (ב)  $\langle 3\ 2\ 1 \rangle$  - בעזרת שלוש פקודות READ-PUSH רצופות ואחריהן שלוש פקודות POP-WRITE רצופות.
- (ג)  $\langle 2\ 1\ 3 \rangle$  - סדרת הפקודות: READ-PUSH ואז READ-PUSH ו-POP-WRITE ו-POP-WRITE ו-READ-PUSH ו-POP-WRITE.

שים לב כי אי אפשר ליצור את  $\langle 3\ 1\ 2 \rangle$ .

- א. אפיין במדויק את התמורות שניתן ליצור בעזרת מחסנית. הוכח את תשובתך.
- ב. כתוב אלגוריתם המקבל כקלט מחרוזת תווים  $\langle 1, \dots, n \rangle$  וכן תמורת יעד  $\langle i_1, i_2, \dots, i_n \rangle$  (כך  $i_k \in \{1, \dots, n\}$  לכל  $k = 1, \dots, n$ , עבור  $k \neq j$ ). על האלגוריתם לבדוק אם ניתן ליצור את התמורה. אם כן, על האלגוריתם להדפיס את סדרת הפקודות המתאימה, אחרת – יש להדפיס הודעת שגיאה.

דוגמה:

עבור  $\langle 3\ 2\ 1 \rangle$  יודפס (משמאל לימין):

POP-WRITE, POP-WRITE, POP-WRITE, READ-PUSH, READ-PUSH, READ-PUSH ו- $\langle 3\ 1\ 2 \rangle$  תודפס הודעת שגיאה.

#### שאלה 4 (30 נקודות)

נתון מערך  $P[1..n]$  של מספרים חיוביים. ברצוננו לבנות מערך  $S[1..n]$  לפי ההגדרה:

$$S[i] = \max \{k : j = i - k + 1, \dots, i \text{ לכל } P[j] \leq P[i] \text{ וגם } k \leq i\}$$

- (א) כתבו אלגוריתם לבניית המערך  $S$  בזמן  $O(n^2)$ .
- (ב) כתבו אלגוריתם משופר לבניית המערך  $S$  בזמן  $O(n)$ .
- רמז: השתמשו במחסנית כמבנה עזר.

# מטלת מנחה (ממ"ן) 16

הקורס: 20407 – מבני נתונים ומבוא לאלגוריתמים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 11, 12 (ספר הלימוד)

משקל המטלה: 4 נקודות

מספר השאלות: 4

מועד אחרון להגשה: 9.1.2011

סמסטר: א2011

## קיימות שתי אפשרויות להגשת המטלות:

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

### שאלה 1 (30 נקודות)

פתרו את הבעיה 4-11.1 מספר הלימוד (עמוד 188).

### שאלה 2 (20 נקודות)

א' נתונה טבלת גיבוב עם שרשור בת  $m$  תאים, ריקה מלכתחילה. מהי ההסתברות שאחרי הכנסת ארבעת מפתחות תיווצר שרשרת באורך 4?

ב' נתונה טבלת גיבוב פתוח בת  $m$  תאים, ריקה מלכתחילה. נכניס לטבלה את המפתח  $k_1$ , אחריו את המפתח  $k_2$ , ובסוף את המפתח  $k_3$ . מהי ההסתברות שהכנסת המפתח  $k_3$  תדרוש שלוש בדיקות?

ג' נתונה טבלת גיבוב כאשר מקדם העומס  $\alpha$  שלה קשור למספר האיברים שבטבלה על ידי הנוסחה  $\alpha = 1 - 1/\lg n$ . בהנחה שהטבלה משתמשת במיעון פתוח, מהי תוחלת הזמן עבור חיפוש כושל בפונקציה של  $n$ ?

### שאלה 3 (30 נקודות)

ידוע שבעח"ב בן  $n$  צמתים קיימים  $n + 1$  מצביעי  $left$  ו-  $right$  שערךם NIL ; במילים אחרות, חצי מהזיכרון המכיל את הקישורים מבוזבז.  
נבצע את השינוי הבא לכל צומת  $z$  בעץ :  
אם  $left[z] = NIL$ , נותנים ל-  $left[z]$  את הערך של  $TREE-PREDECESSOR(z)$  ; אם  $right[z] = NIL$ , נותנים ל-  $right[z]$  את הערך של  $TREE-SUCCESSOR(z)$ . עץ בנוי בצורה הזאת נקרא עץ מחווט והקישורים החדשים נקראים חוטים.

- א' איך ניתן להבדיל בין חוטים לבין מצביעים לבנים אמיתיים?
- ב' כתבו שגרות עבור פעולות ההכנסה והמחיקה בעצים מחוטים.
- ג' מהו היתרון העיקרי של השימוש בחוטים?

### שאלה 4 (20 נקודות)

פתרו את הבעיה 2-12 מספר הלימוד (עמודים 226-227).

# מטלת מנחה (ממ"ן) 17

הקורס: 20407 – מבני נתונים ומבוא לאלגוריתמים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 13, 14 (ספר הלימוד)

משקל המטלה: 4 נקודות

מספר השאלות: 3

מועד אחרון להגשה: 23.1.2011

סמסטר: א2011

## קיימות שתי אפשרויות להגשת המטלות:

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

## שאלה 1 (30 נקודות)

עץ אדום-שחור  $L$  מכיל  $n$  צמתים ומפתחותיהם מחרוזות באורך קבוע (השוואת שתי מחרוזות מתבצעת בזמן קבוע). סדר ההשוואה עבור המפתחות הינו הסדר הלכסיקוגרפי. נניח שהמחרוזות מכילות אותיות קטנות בלבד.

א' כתבו אלגוריתם המקבל שתי מחרוזות  $A$  ו- $B$ ,  $A < B$ , המחזיר כל המפתחות שערכיהם בין  $A$  לבין  $B$  (כולל); זמן הריצה הנדרש הינו  $O(k + \lg n)$ , כאשר  $k$  הינו אורך רשימת הפלט.

ב' כתבו אלגוריתם המקבל מחרוזות  $P$ , המחזיר כל המפתחות בעלי הרישא  $P$ ; זמן הריצה הנדרש הינו  $O(k + \lg n)$ , כאשר  $k$  הינו אורך רשימת הפלט.

ג' כתבו אלגוריתם המקבל מחרוזות  $P$ , המחזיר את מספר המפתחות בעלי הרישא  $P$ ; זמן הריצה הנדרש הינו  $O(\lg n)$ ; לצורך זה, הרחיבו את מבנה העץ  $L$ .



### שאלה 2 (35 נקודות)

הציעו מבנה נתונים  $S$  שבאמצעותו ניתן לממש כל אחת מהפעולות הבאות בסיבוכיות המבוקשת:

INSERT( $k, R, S$ ): הכנסת רשומה חדשה  $R$  בעלת המפתח  $k$  למבנה  $S$ ; זמן הריצה:  $O(\lg n)$  ;

DECREASE( $p, d, S$ ): הקטנת המפתח של הרשומה שאליה מצביע  $p$  בערך  $d > 0$ ; זמן הריצה:  $O(\lg n)$  ;

NUM-LAST( $S$ ): החזרת מספר הרשומות בעלות המפתח שנכנס אחרון למבנה  $S$ ; זמן הריצה:  $O(\lg n)$  ;

DEL-LAST( $S$ ): מחיקת הרשומה שנכנסה אחרונה למבנה  $S$ ; זמן הריצה:  $O(\lg n)$ .

**הערה:**  $n$  מציין את מספר המפתחות השונים ב- $S$  (מספר הרשומות יכול להיות הרבה יותר גדול מ- $n$ ).

### שאלה 3 (35 נקודות)

הציעו מבנה נתונים  $S$  באמצעותו ניתן לבצע את הפעולות הבאות בזמנים הנדרשים ( $n$  מציין את מספר האיברים של  $S$ ; הניחו שמפתחות המבנה הינם מספרים ממשיים):

BUILD( $S$ ): בניית המבנה  $S$  מסדר **ממוינת** של  $n$  מספרים ממשיים; זמן הריצה:  $O(n)$  ;

INSERT( $S, k$ ): הכנסת איבר חדש בעל המפתח  $k$  למבנה  $S$ ; זמן הריצה:  $O(\lg n)$  ;

DELETE( $S, z$ ): מחיקת האיבר שאליו מצביע  $z$  מהמבנה  $S$ ; זמן הריצה:  $O(\lg n)$  ;

DEL-MEDIAN( $S$ ): מחיקת האיבר המכיל את חציון המפתחות במבנה  $S$ ; זמן הריצה:  $O(\lg n)$  ;

MODE( $S$ ): החזרת המפתח השכיח ביותר במבנה  $S$ ; זמן הריצה:  $O(1)$ .

# מטלת מנחה (ממ"ן) 18

הקורס: 20407 – מבני נתונים ומבוא לאלגוריתמים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 11, 12, 13 (ספר הלימוד)

משקל המטלה: 4 נקודות

מספר השאלות: 1

מועד אחרון להגשה: 23.1.2011

סמסטר: א2011

## קיימות שתי אפשרויות להגשת המטלות:

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

שמונה-עשרה ... שמונה-עשרה ... שמונה-עשרה ... שמונה-עשרה

## מותר לעבוד בזוגות

### מבוא

בפרויקט זה עליכם לכתוב ולהריץ תכנית ב-Java או ב-C/C++, שתפקידה לנהל את ספריית האוניברסיטה. לכל מגוי בספרייה המאפיינים הבאים: שם משפחתו, מספר הזהות שלו וקודי הספרים שברשותו (כל קוד מורכב משתי אותיות וארבע ספרות). לכל מגוי לכל היותר 10 ספרים בו-זמנית. שמות משפחה עשויים, כמובן, לחזור. מספרי זהות וקודים של ספרים אינם חוזרים.

הקלט הבסיסי לתכנית הוא אוסף של שורות. בכל שורה יש הודעה או שאילתה. עליכם לבחור מבני נתונים יעילים לביצוע השינויים הנדרשים ושליפת המידע.

הדרישה העיקרית בתכנית היא לבחור מבנה נתונים **יעיל ככל האפשר**, כך שבעקבות הודעה חדשה על קורא ששאל או החזיר ספר, ניתן יהיה לבצע בצורה יעילה את השינוי הנדרש על מבנה הנתונים. כמו-כן, נדרש שהתשובות לשאלות יוכלו להינתן ביעילות.

### אופן ייצוג הקלט

הקלט לתכנית מורכב מאוסף של שורות. כל שורה מכילה אחד מהשניים:

- הודעה על השאלת/החזרת ספר על ידי קורא;
- שאילתה.

### • ההודעות קלט אפשריות:

1. הודעה על השאלת ספר

למשל: + AB1132 112540783 Baraq

משמעות: ברק, בעל ת"ז 112540783, שואל ספר שהקוד שלו AB1132.

2. הודעה על החזרת ספר

למשל: - AB1132 112540783 Baraq

משמעות: ברק הנ"ל מחזיר את הספר שהקוד שלו AB1132.

3. הודעה על מנוי חדש

למשל: + Yizhaqi 356241173

משמעות: לקוח חדש, יצחקי, בעל מספר זהות 356241173, הצטרף לספרייה.

4. הודעה על סיום מינוי

למשל: - Yizhaqi 356241173

משמעות: הלקוח הנ"ל מסיים את מינויו בספרייה.

### • השאילתות אפשריות:

כל השאילתות מתחילות בסימן שאלה. יש שלושה סוגי שאילתות:

1. אילו ספרים נמצאים ברשותו של המנוי שמספר הזהות שלו רשום בשאילתה:

? 112540783

2. אצל איזה מנוי נמצא הספר שהקוד שלו רשום בשאילתה:

? AX2713

3. מיהם כל הלקוחות שמחזיקים כרגע במספר הרב ביותר של ספרים:

! ?

**הערה:** אין צורך לבדוק את חוקיות הקלט. ההנחה היא כי הקלט חוקי (למשל: כאשר קורס מופיע פעמים רבות, תמיד יהיה לו אותו מספר קורס).

### **צורת הפלט**

יש להדפיס כל שינוי בצורה ברורה ומדויקת.  
יש להדפיס בצורה ברורה כל שאילתה, ולאחריה את התשובה עליה.

### **יעילות**

הפרמטרים של הבעיה הם מספר הספרים  $m$  ומספר הקוראים  $n$ .  
ביצוע הפעולות השונות צריך להיות יעיל כפונקציה של  $m$  ו- $n$ .

### **הרצה**

הריצו את התכנית על 2 קלטים. כל קלט צריך להכיל 25 שורות לפחות.

### **תיעוד**

תעדו את התכנית בהתאם לכתוב בסעיף "הנחיות לכתיבת פרויקט הרצה" בחוברת הקורס.  
תארו את מבנה הנתונים והסבירו איך מתבצעת כל פעולה.  
נתחו את זמן הביצוע של כל פעולה כפונקציה של  $m$  ו- $n$ .

### **דרישה נוספת**

צרפו את דיונכם בסיבוכיות האלגוריתמים השונים שבהם התכנית משתמשת.



# נספח



## אלגוריתמי מיון - פסידוקוד

(א)

BubbleSort (A)

```
    for j ← length [A] downto 1
      do for i ← 1 to j-1
        do if A[i] > A[i+1]
          then T ← A[i]
A[i] ← A[i+1]
A[i+1] ← T
```

(ב)

BubbleSort 2 (A)

```
    for j ← length [A] downto 1
      do flipped ← FALSE
        for i ← 1 to j-1
          do if A[i] > A[i+1]
            then T ← A[i]
A[i] ← A[i+1]
A[i+1] ← T
        flipped ← TRUE
    if not flipped
      then return
```



BidirectionalBubbleSort (A)

left  $\leftarrow$  0

right  $\leftarrow$  length [A]+1

while left < right

do flipped  $\leftarrow$  FALSE

left  $\leftarrow$  left +1

right  $\leftarrow$  right-1

for i  $\leftarrow$  left to right-1

do if A[i] > A [i+1]

then T  $\leftarrow$  A[i]

A [i]  $\leftarrow$  A[i+1]

A [i+1]  $\leftarrow$  T

flipped  $\leftarrow$  TRUE

if not flipped

then return

else flipped  $\leftarrow$  FALSE

for i  $\leftarrow$  right-1 downto left

do if A[i] > A[i+1]

then T  $\leftarrow$  A[i]

A[i]  $\leftarrow$  A[i+1]

A[i+1]  $\leftarrow$  T

flipped  $\leftarrow$  TRUE

if not flipped

then return

(7)

```
ShakerSort (A)
left ← 1
right ← length [A]
while left < right
do min ← left
max ← left
for i ← left+1 to right
do if A [min] > A[i]
then min ← i
if A [max] < A[i]
then max ← i
T ← A[min]
A[min] ← A[left]
A[left] ← T
if max = left
then T ← A[min]
A[min] ← A [right]
A [right] ← T
else T ← A [max]
A [max] ← A [right]
A [right] ← T
left ← left+1
right ← right-1
```

(8)

```
ShellSort (A)
h ← 1
while 3h+1 < length [A]
do h ← 3h+1
while h > 0
do for i ← h to length [A]
```

```

do B ← A[i]
  j ← i
  while j > h and A[j-h] > B
    do A[j] ← A[j-h]
    j ← j-h
  A[j] ← B
h ← ⌊ h / 3 ⌋

```

(9)

CombSort11 (A)

```

shrink_factor ← 1.3
flipped ← FALSE
gap ← length [A]
repeat
  gap ← ⌊ gap/shrink_factor ⌋
  if gap = 0
    then gap ← 1
  else if gap = 9 or gap = 10
    then gap ← 11
  flipped ← FALSE
  top ← length [A] - gap
  for i ← 1 to top
    do j ← i+gap
      if A[i] > A[j]
        then T ← A[i]
        A[i] ← A[j]
        A[j] ← T
      flipped ← TRUE
until not flipped and gap = 1

```

```

Msort (A, low, high)
    i ← low
    j ← high
    if i ≥ j
        then return
    mid ← ⌊(i + j) / 2⌋
    MSort (A, i, mid)
    MSort (A, mid+1, j)
    end_i ← mid
    start_j ← mid+1
    while i ≤ end_i and start_j ≤ j
        do if A[i] < A[start_j]
            then i ← i+1
            else T ← A[start_j]
                for k ← start_j - 1 downto i
                    do A[k+1] ← A[k]
                A[i] ← T
                i ← i+1
                end_i ← end_i+1
                start_j ← start_j+1

```

קריאת ההפעלה :

```

MergeSort (A)
    MSort (A, 1, length[A])

```

(ח)

```
ExtraStorageMSort (A, i, j, B)
    if  $i \geq j$ 
        return
     $mid \leftarrow \lfloor (i + j) / 2 \rfloor$ 
    ExtraStorageMSort (A, i, mid, B)
    ExtraStorageMSort (A, mid+1, j, B)
     $t_i \leftarrow i$ 
     $t_j \leftarrow mid+1$ 
    for  $k \leftarrow i$  to  $j$ 
        do if  $t_i \leq mid$  and ( $t_j > j$  or  $A[t_i] < A[t_j]$ )
            then  $B[k] \leftarrow A[t_i]$ 
                 $t_i \leftarrow t_i + 1$ 
            else  $B[k] \leftarrow A[t_j]$ 
                 $t_j \leftarrow t_j + 1$ 
    for  $k \leftarrow i$  to  $j$ 
        do  $A[k] \leftarrow B[k]$ 
```

קריאת ההפעלה :

```
ExtraStorageMergeSort (A)
    ▷ allocate a new array B;  $\text{length}[B] \leftarrow \text{length}[A]$ 
    ExtraStorageMSort (A, 1,  $\text{length}[A]$ , B)
```

```

QSort ( $A, low, high$ )
   $i \leftarrow low$ 
   $j \leftarrow high$ 
  if  $i \geq j$ 
    then return
  else if  $i = j-1$ 
    then if  $A[i] > A[j]$ 
      then  $T \leftarrow A[i]$ 
          $A[i] \leftarrow A[j]$ 
          $A[j] \leftarrow T$ 
    return
   $pivot \leftarrow A[\lfloor (i+j)/2 \rfloor]$ 
   $A[\lfloor (i+j)/2 \rfloor] \leftarrow A[j]$ 
   $A[j] \leftarrow pivot$ 
  while  $i < j$ 
    do while  $A[i] \leq pivot$  and  $i < j$ 
      do  $i \leftarrow i+1$ 
    while  $pivot \leq A[j]$  and  $i < j$ 
      do  $j \leftarrow j-1$ 
    if  $i < j$ 
      then  $T \leftarrow A[i]$ 
          $A[i] \leftarrow A[j]$ 
          $A[j] \leftarrow T$ 
   $A[high] \leftarrow A[j]$ 
   $A[j] \leftarrow pivot$ 
  QSort ( $A, low, i-1$ )
  QSort ( $A, j+1, high$ )

```

קריאת ההפעלה :

```

Quick Sort ( $A$ )
  QSort ( $A, 1, length [A]$ )

```

BubbleSort ( $A, low, high$ )

```

for  $j \leftarrow high$  downto  $low+1$ 
  do for  $i \leftarrow low$  to  $j-1$ 
    do if  $A[i] > A[i+1]$ 
      then  $T \leftarrow A[i]$ 
          $A[i] \leftarrow A[i+1]$ 
          $A[i+1] \leftarrow T$ 

```

QubbleSort ( $A, low, high$ )

```

 $i \leftarrow low$ 
 $j \leftarrow high$ 
if  $j-i \leq 6$ 
  then BubbleSort ( $A, i, j$ )
  return
pivot  $\leftarrow A[\lfloor (i+j)/2 \rfloor]$ 
 $A[\lfloor (i+j)/2 \rfloor] \leftarrow A[j]$ 
 $A[j] \leftarrow pivot$ 
while  $i < j$ 
  do while  $A[i] \leq pivot$  and  $i < j$ 
    do  $i \leftarrow i+1$ 
  while  $pivot \leq A[j]$  and  $i < j$ 
    do  $j \leftarrow j-1$ 
  if  $i < j$ 
    then  $T \leftarrow A[i]$ 
        $A[i] \leftarrow A[j]$ 
        $A[j] \leftarrow T$ 
 $A[high] \leftarrow A[j]$ 
 $A[j] \leftarrow pivot$ 
QubbleSort ( $A, low, i-1$ )
QubbleSort ( $A, j+1, high$ )

```

QuickBubbleSort ( $A$ )

QubbleSort ( $A, 1, \text{length}[A]$ )

(י"א)

BruteSort ( $A, i, j$ )

if  $j-i = 1$

then if  $A[j] < A[i]$

then  $T \leftarrow A[j]$

$A[i] \leftarrow A[j]$

$A[j] \leftarrow T$

if  $j-i = 2$

then if  $A[i] < A[i+1]$

then  $pmin \leftarrow i$

else  $pmin \leftarrow i+1$

if  $A[pmin] > A[i+2]$

then  $pmin \leftarrow i+2$

if  $pmin \neq i$

then  $T \leftarrow A[i]$

$A[i] \leftarrow A[pmin]$

$A[pmin] \leftarrow T$

BruteSort ( $A, i+1, j$ )

if  $j-i = 3$

then if  $A[i] < A[i+1]$

then  $pmin \leftarrow i$

else  $pmin \leftarrow i+1$

if  $A[pmin] > A[i+2]$

then  $pmin \leftarrow i+2$

if  $A[pmin] > A[i+3]$

then  $pmin \leftarrow i+3$

if  $pmin \neq i$



```

    then  $T \leftarrow A[i]$ 
         $A[i] \leftarrow A[pmin]$ 
         $A[pmin] \leftarrow T$ 
    if  $A[j] > A[j-1]$ 
        then  $pmax \leftarrow j$ 
        else  $pmax \leftarrow j-1$ 
    if  $A[pmax] < A[j-2]$ 
        then  $pmax \leftarrow j-2$ 
    if  $pmax \neq j$ 
        then  $T \leftarrow A[j]$ 
             $A[j] \leftarrow A[pmax]$ 
             $A[pmax] \leftarrow T$ 
    BruteSort ( $A, i+1, j-1$ )

```

EQSort ( $A, low, high$ )

```

     $i \leftarrow low$ 
     $j \leftarrow high$ 
    if  $j-i \leq 3$ 
        BruteSort ( $A, i, j$ )
    return
    pivot  $\leftarrow A[\lfloor (i+j)/2 \rfloor]$ 
     $A[\lfloor (i+j)/2 \rfloor] \leftarrow A[j]$ 
     $A[j] \leftarrow pivot$ 
    while  $i < j$ 
        do while  $A[i] \leq pivot$  and  $i < j$ 
            do  $i \leftarrow i+1$ 
        while  $pivot \leq A[j]$  and  $i < j$ 
            do  $j \leftarrow j-1$ 
        if  $i < j$ 
            then  $T \leftarrow A[i]$ 
                 $A[i] \leftarrow A[j]$ 
                 $A[j] \leftarrow T$ 

```

```

 $A[high] \leftarrow A[j]$ 
 $A[j] \leftarrow pivot$ 
EQSort ( $A, low, i-1$ )
EQSort ( $A, j+1, high$ )

```

קריאת ההפעלה :

```

EnhancedQuickSort ( $A$ )
    EQSort ( $A, 1, length [A]$ )

```

(י"ב)

```

QuickSort ( $A, l, r$ )
     $M \leftarrow 4$ 
    if  $r-l > M$ 
        then  $i \leftarrow \lfloor (l+r)/2 \rfloor$ 
            if  $A[l] > A[i]$ 
                then Swap ( $A, l, i$ )
            if  $A[l] > A[r]$ 
                then Swap ( $A, l, r$ )
            if  $A[i] > A[r]$ 
                then Swap ( $A, i, r$ )
             $j \leftarrow r-1$ 
            Swap ( $A, i, j$ )
             $i \leftarrow l$ 
             $v \leftarrow A[j]$ 
            while  $i \leq j$ 
                do  $i \leftarrow i+1$ 
                 $j \leftarrow j-1$ 
                while  $A[i] < v$ 
                    do  $i \leftarrow i+1$ 
                while  $A[j] > v$ 
                    do  $j \leftarrow j-1$ 
                if  $i \leq j$ 
                    then Swap ( $A, i, j$ )
            Swap ( $A, i, r-1$ )
    QuickSort ( $A, l, j$ )

```

QuickSort ( $A, i+1, r$ )

Swap ( $A, i, j$ )

$T \leftarrow A[i]$

$A[i] \leftarrow A[j]$

$A[j] \leftarrow T$

InsertionSort ( $A, low, high$ )

for  $i \leftarrow low+1$  to  $high$

do  $v \leftarrow A[i]$

$j \leftarrow i$

while  $j > low$  and  $A[j-1] > v$

do  $A[j] \leftarrow A[j-1]$

$j \leftarrow j-1$

$A[j] \leftarrow v$

קריאת ההפעלה :

FastQuickSort ( $A$ )

QuickSort ( $A, 1, length[A]$ )

InsertionSort ( $A, 1, length[A]$ )