

האוניברסיטה הפתוחה

20407

מבני נתונים
ומבוא לאלגוריתמים
חוברת הקורס סתיו 2020

כתב: יצחק בייז

נובמבר 2019 – סמסטר סתיו – תש"פ

פנימי – לא להפצה.

© כל הזכויות שמורות לאוניברסיטה הפתוחה.

תוכן העניינים

א	אל הסטודנטים
ג	1. לוח זמנים ופעילויות
ה	2. תיאור המטלות
ה	2.1 מבנה המטלות
ה	2.2 חומר הלימוד הדרוש לפתרון המטלות
ו	2.3 ניקוד המטלות
ו	2.4 הנחיות לכתיבת אלגוריתמים
ז	2.5 הגשה עצמאית
ח	2.6 הנחיות לכתיבת פרויקט הרצה
ח	2.6.1 כתיבת קוד
ט	2.6.2 תיעוד
ט	3. התנאים לקבלת נקודות זכות בקורס
1	ממ"ן 11
5	ממ"ן 12
7	ממ"ן 13- תכנותי
9	ממ"ן 14
11	ממ"ן 15

אל הסטודנטים,

אנו מברכים אתכם עם הצטרפותכם לקורס "מבני-נתונים ומבוא לאלגוריתמים" באוניברסיטה הפתוחה. על מנת לסייע לכם לעבור את הקורס בהצלחה, ברצוננו להפנות את תשומת לבכם למספר נקודות חשובות:

- נוכחות במפגשי ההנחיה אינה חובה. יחד עם זאת, מומלץ מאוד להגיע באופן סדיר למפגשי ההנחיה. המפגשים כוללים תרגול רב והשתתפות בהם תסייע לכם 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 שלוש מתוך המטלות 11 עד 15. הכנת המטלות מהווה הכנה מצוינת לבחינה ולכן מומלץ להגיש כמה שיותר מהן.

יש להקפיד על הגשת המטלות במועד.

לקורס קיים אתר אינטרנט בו תמצאו חומרי למידה נוספים. בנוסף, האתר מהווה עבורכם ערוץ תקשורת עם צוות ההוראה ועם סטודנטים אחרים בקורס. פרטים על למידה מתוקשבת ואתר הקורס, תמצאו במערכת אופ"ל בכתובת: <http://opal.openu.ac.il>

מידע על שירותי ספרייה ומקורות מידע שהאוניברסיטה מעמידה לרשותכם, תמצאו באתר הספרייה באינטרנט www.openu.ac.il/Library.

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.

צוות הקורס ישמח לעמוד לרשותכם בכל שאלה שתתעורר.

ניתן לפנות למנחים בשעות ההנחיה הטלפונית שלהם, או אל מרכז הקורס יצחק בייז. פרטי ההתקשרות מופיעים באתר. פגישות יש לתאם מראש.

לתשומת לב הסטודנטים הלומדים בחו"ל:

למרות המרחק הפיסי הגדול, נשתדל לשמור אתכם על קשרים הדוקים ולעמוד לרשותכם ככל האפשר. הפרטים החיוניים על הקורס נכללים בחוברת הקורס וכן באתר הקורס. מומלץ מאוד להשתמש באתר הקורס ובכל אמצעי העזר שבו וכמובן לפנות אלינו במידת הצורך. אנו מאחלים לכם לימוד פורה ומהנה.

בברכה,

יצחק בייז
מרכז ההוראה בקורס

1. לוח זמנים ופעילויות (20407/ א2020)

שבוע הלימוד	תאריכי שבוע הלימוד	יחידת הלימוד המומלצת	מפגשי ההנחיה*	תאריך אחרון למשלוח הממ"ן (למנחה)
1	8.11.2019-3.11.2019	פרק א' במדריך הלמידה פרקים 1-2 בספר	ע"פ לוח המפגשים	
2	15.11.2019-10.11.2019	פרק ב' במדריך הלמידה פרק 3 בספר	ע"פ לוח המפגשים	
3	22.11.2019-17.11.2019	פרק ג' במדריך הלמידה פרק 4 בספר	ע"פ לוח המפגשים	
4	29.11.2019-24.11.2019	פרק ד' במדריך הלמידה פרק 6 בספר	ע"פ לוח המפגשים	ממ"ן 11 24/11
5	6.12.2019-1.12.2019	פרק ה' במדריך הלמידה פרק 7 בספר	ע"פ לוח המפגשים	
6	13.12.2019-8.12.2019	פרק ו' במדריך הלמידה פרק 9 בספר	ע"פ לוח המפגשים	
7	20.12.2019-15.12.2019	פרק ז' במדריך הלמידה פרק 8 בספר	ע"פ לוח המפגשים	ממ"ן 12 15/12
8	27.12.2019-22.12.2019 (ב-ו חנוכה)	חזרה חג חנוכה שמח!	ע"פ לוח המפגשים	

* התאריכים המדויקים של המפגשים הקבוצתיים מופיעים ב"לוח מפגשים ומנחים".

לוח זמנים ופעילויות - המשך

שבוע הלימוד	תאריכי שבוע הלימוד	יחידת הלימוד המומלצת	מפגשי ההנחיה*	תאריך אחרון למשלוח הממ"ן (למנחה)
9	3.1.2020-29.12.2019 (א-ב חנוכה)	פרק ח' במדריך הלמידה פרק 10 בספר	ע"פ לוח המפגשים	ממ"ן 13 29/12
10	10.1.2020-5.1.2020	פרק ט' במדריך הלמידה פרק 11 בספר	ע"פ לוח המפגשים	
11	17.1.2020-12.1.2020	פרק י' במדריך הלמידה פרק 12 בספר	ע"פ לוח המפגשים	ממ"ן 14 12/1
12	24.1.2020-19.1.2020	פרק יא' במדריך הלמידה פרק 13 בספר	ע"פ לוח המפגשים	
13	31.1.2020-26.1.2020	פרק יב' במדריך הלמידה פרק 14 בספר	ע"פ לוח המפגשים	
14	7.2.2020-2.2.2020	חזרה	ע"פ לוח המפגשים	ממ"ן 15 7/2

מועדי בחינות הגמר יפורסמו בנפרד

* התאריכים המדויקים של המפגשים הקבוצתיים מופיעים ב"לוח מפגשים ומנחים".

2. תיאור המטלות

קראו היטב עמודים אלו לפני שתתחיל לענות על השאלות

חוברת זו מכילה ארבע מטלות תיאורטיות ומטלה מעשית אחת שניתן להגיש במהלך הקורס. מבין חמש המטלות יש לפתור **שלוש לפחות**.

2.1 מבנה המטלות

מטלה תיאורטית (מטלות 11,12,14,15)

כל מטלה מורכבת מכמה שאלות. פתרון השאלות במטלה כזו אינו דורש הרצת תוכניות במחשב. את הפתרון של המטלות ניתן להקליד או לכתוב בכתב יד **בעט** על דף נייר, **בכתב ברור** ובצורה מסודרת. רצוי לכתוב ברווחים ולהשאיר שוליים רחבים להערות המנחה. אם שאלה כלשהי בממ"ן אינה ברורה די הצורך, תוכלו להיעזר בקבוצת הדיון של הקורס, או ליצור קשר עם אחד המנחים או מרכז ההוראה (במייל או בשעת ההנחיה הטלפונית).

פרויקט הרצה (מטלה 13)

במטלה כזו עליכם לכתוב ולהריץ במחשב תוכנית בשפת C/C++ או Java (או בשפות אחרות בתאום עם המנחה/בודק התרגילים). מובן שעל התוכנית לעבור הידור (קומפילציה) ולבצע את הנדרש ממנה ללא טעויות.

עליכם לשלוח למנחה: 1. הדפסה של קובץ התוכנית

2. דוגמאות מייצגות של קלטים/פלטים אפשריים

3. קובץ התוכנית וקובץ הרצה של התוכנית.

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

2.2 חומר הלימוד הדרוש לפתרון המטלות

מ ט ל ה	חומר הלימוד הנדרש לפתרונה (בספר הלימוד)
ממ"ן 11	פרקים 1-4
ממ"ן 12	פרקים 6,7,9
ממ"ן 13	תכנותית
ממ"ן 14	פרקים 8,10,11
ממ"ן 15	פרקים 12-14

הערות:

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

2. בעת פתרון שאלות, ניתן להסתמך על תוצאות **מוכחות** מתוך ספר הלימוד ומדריך הלמידה של הקורס. במקרה זה יש לציין את המקור עליו מסתמכים (אין צורך במראה מקום מדויק).

2.3 ניקוד המטלות

משקל כל אחד מהממ"נים הוא 5 נקודות.
כאמור, חובה להגיש לפחות שלושה ממ"נים.

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** ושהמשקל הצבור של המטלות האחרות שהוגשו, מגיע למינימום הנדרש.

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

2.4 הגשה עצמאית

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

הכנת הממ"ן התכנותי (ממ"ן 13) יכולה להיעשות בזוגות.

נדגיש:

מותר (ואף רצוי) – להתייעץ, לקבל רעיונות מאחרים, וכו'.

אסור – להעתיק פתרון של מישהו אחר, בין אם זה תלמיד בקורס, בין אם זה פתרון שמצאתם במקום כלשהו (אלא אם ציינתם זאת מפורשות).

אם יוגש תרגיל מועתק אחד בתוך המטלה, הוא ייפסל. אם יהיו מס' תרגילים מועתקים באותה המטלה, אז כל המטלה תיפסל (**ללא תלות במי העתיק ומי נתן להעתיק**). אם זה יחזור על עצמו במטלה נוספת אז הנושא יעלה לוועדת משמעת.

בנימה אחרת, מעבר לנהלים, חוקים ועונשים, חשוב מאוד **לכם** שתדעו לענות על השאלות **בעצמכם**. מי שמעתיק תשובה קיימת בכדי להרוויח מס' נקודות בממ"ן, ככל הנראה יפסיד אח"כ נקודות במבחן. מדוע? מכיון שנסיון העבר מלמד שבקורס הזה (וסביר שבהרבה אחרים), מי שלא "נמצא עם היד על הדופק" במהלך כל הקורס, מאוד מתקשה להצליח במבחן. לכן, עדיף לכם לנסות לפתור בעצמכם (גם אם זה לא יהיה מושלם "ותפסידו" נקודות) בכדי שלקראת המבחן

תוכלו להתמקד בהכנה למבחן ולא בלימוד החומר הבסיסי. זכרו, 20 נק' בממ"ן שוות פחות מנקודה אחת בציון הסופי; לעומת זאת 20 נק' במבחן שוות כ-15 נקודות בציון הסופי. כך שעדיף להתאמץ בממ"ן (ואולי "להפסיד" מס' נקודות) ולהרוויח מכך במבחן.

כך או כך, אנא הקפידו על הגשה עצמאית בכדי לעזור לעצמכם ולהימנע מחיכוכים מיותרים עם מוסדות האוניברסיטה.

2.5 הנחיות כלליות לכתיבה וניתוח של אלגוריתמים במטלות התיאורטיות

במרבית השאלות בממ"נים הרגילים יש לכתוב **אלגוריתם**. להלן מספר הנחיות לגבי אופן הכתיבה.

1) לפני ההצגה המפורטת של האלגוריתם (בפסאודוקוד) יש להציג תיאור מילולי של הרעיון המרכזי באלגוריתם (תיאור High-Level) על התיאור להיות כתוב באופן רהוט וברור, ומטרתו לאפשר לקוראים לקבל תמונה ברורה של אופן פעולת האלגוריתם, גם ללא קריאת התיאור המפורט בפסאודוקוד.

2) יש לכתוב את האלגוריתם בפסאודוקוד, בדומה לספר. מותר לשלב 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 בפסאודוקוד.

4) גם אם לא נדרשתם במפורש, יש להוכיח כי האלגוריתם מקיים את הדרוש בשאלה.

א) יש **לנסח** תחילה באופן **פורמלי מדויק** את הטענות המרכזיות שאתם מעוניינים להוכיח. (למשל: "לכל ℓ . בשלב (איטרציה) ה- ℓ בהרצה, אורך המערך בו האלגוריתם מחפש את ערך הקלט אינו עולה על $n/2^\ell$ ")

ב) עבור כל טענה שניסחתם, יש לכתוב הוכחה פורמלית ומדויקת. אם הטענה פשוטה מאוד, מספיק הסבר קצר ומשכנע.

5) יש לנתח את סיבוכיות האלגוריתם (סיבוכיות זמן ריצה וסיבוכיות מקום).

א) גם אם לא התבקשתם מפורשות, יש לנתח את זמן הריצה של האלגוריתם. את סיבוכיות המקום יש לנתח רק במקומות בהם התבקשתם באופן מפורש.

ב) אם לא נאמר באופן מפורש אחרת, יש לנתח את סיבוכיות המקרה הגרוע ביותר (worst case analysis)

ג) יש לנסות ולתכנן אלגוריתמים יעילים ככל האפשר.

2.6 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.

2.6.1 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- `enumerated type` בעל משמעות בכל מקום שאפשר. למשל, בשפת C/C++, במקום: `int month[12]` נשתמש ב- `enum month = {jan, feb, ..., dec}`.
- ה. מומלץ להעביר פרמטרים בין הפונקציות השונות ומותר להשתמש במשתנים גלובליים במקרה הצורך.

מודולריות

את התוכנית יש לחלק לפונקציות בהתאם לכללים הבאים:

- א. אם קטע קוד או פעולה חוזרים על עצמם בשינויים קלים, יש לכתוב אותם פעם אחת כפונקציה.
- ב. מספר המשפטים בפונקציה צריך להיות מוגבל, כך שניתן לקרוא ולהבין את פעולתה בקלות.
- ג. יש להשתדל לרכז את פעולות הקלט/פלט בתוך פונקציות ספציפיות למטרות אלו.
- ד. הפונקציה הראשית צריכה להיות מורכבת אך ורק מקריאות לפונקציות.

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 לפונקציות 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 בפונקציה הראשית ומסיימים בפונקציות העזר.
- שלב ד - ניפוי שגיאות, בדיקת נכונות התוכנית באמצעות הרצתה על קלטים שונים, כתיבת התיעוד.

2.6.2 תיעוד

התיעוד צריך להיות מורכב משני חלקים :

1. תיעוד כללי :

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

2. תיעוד בגוף התכנית :

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

3. התנאים לקבלת נקודות זכות בקורס

- א. הגשת שלושה ממ"נים לפחות מתוך חמשת הממ"נים.
- ב. ציון של 60 לפחות בבחינת הגמר.
- ג. הציון המשוקלל של המטלות והבחינה נדרש להיות 60 לפחות.

מטלת מנחה (ממ"ן) 11

הקורס: 20407 - מבני נתונים ומבוא לאלגוריתמים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 1-4 (ספר הלימוד)

משקל המטלה: 5 נקודות

מספר השאלות: 5

מועד אחרון להגשה: 24.11.2019

סמסטר: א2020

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"

שימו לב!

מטרת המטלות היא לעזור לכם בתרגול החומר הנלמד, ופתרון המטלות באופן עצמאי הוא חיוני להצלחה בקורס. אם טרם עשיתם זאת, **אנא קראו את סעיף 2 בחוברת הקורס** (תאור המטלות) לפני תחילת העבודה על המטלה. רצוי להתחיל לעבוד על המטלה כשבועיים לפני מועד ההגשה.

משקל כל השאלות זהה.

שאלה 1

א. ברצוננו להשוות מימושים של מיון הכנסה ומיון מיזוג על אותה מכונה. נתון שעבור קלטים בגודל n מיון הכנסה מתבצע ב- $4n^2$ צעדים במקרה הגרוע, ומיון מיזוג ב- $48n \log n$ צעדים במקרה הגרוע.

- בטאו את זמני הריצה של כל אחד מהמיונים במונחי הסימון Θ .
- איזה מיון עדיף? פרטו. התייחסו למקרה הגרוע ולערכי n שונים.
- מהו סדר גודל זמן הריצה של מיון הכנסה במקרה הטוב? הסבירו.
- מהו סדר גודל זמן הריצה של מיון מיזוג במקרה הטוב? הסבירו.
- כיצד ניתן לשנות כל אלגוריתם מיון כך שיבצע $\Theta(n)$ פעולות במקרה הטוב.

שאלה 2

נתון מערך בגודל n כך שלכל i מתקיים $A[i]=i-1$. בנוסף נתונה השגרה הבאה:

```
for i=1 to  $\lfloor n/2 \rfloor$ 
  if  $A[i] \neq 0$  then
    for j=2 to  $\lfloor n/i \rfloor$ 
       $A[i*j] = 0$ 
```

א. מהי תוצאת השגרה על המערך A? הוכיחו.

ב. נתחו את זמן הריצה של השגרה (רמז: הטור ההרמוני).

הדרכה: הריצו את השגרה "על יבש" על מערך בגודל 20 (נניח). נסו לקבל תובנות. אח"כ יש לנסח פתרון, להוכיח, לנתח זמנים (לא ניתן להסתמך רק על הדוגמה).

שאלה 3

עבור כל זוג של פונקציות (מתוך סדרת הפונקציות הבאות) קבעו האם מתקיים אחד היחסים

$\omega, o, \Theta, \Omega, O$ (כלומר, האם למשל $f_i = O(f_j)$: $i < j$).

$$f_1(n) = \lg^{100} n + n^{1/100}$$

$$f_2(n) = n^2 / \lg n$$

$$f_3(n) = n^2 / \lg \lg n$$

$$f_4(n) = \begin{cases} n^2, & \text{אם } n \text{ ראשוני} \\ n^2 \lg n, & \text{אם } n \text{ פריק} \end{cases}$$

$$f_5(n) = \begin{cases} n^2 \lg n, & \text{אם } n \text{ זוגי} \\ n^2 / \lg n, & \text{אם } n \text{ אי-זוגי} \end{cases}$$

$$f_6(n) = \begin{cases} n^2, & \text{אם } n \leq 100^{100} \\ \lg^{100} n, & \text{אם } n > 100^{100} \end{cases}$$

שאלה 4

סדרו את הפונקציות הבאות על-פי שיעור הגידול שלהן, כלומר, מצאו סידור f_1, \dots, f_{15} של הפונקציות המקיים

$$f_1 = O(f_2), \dots, f_{14} = O(f_{15})$$

חלקו את הרשימה למחלקות כך ש- f_i ו- f_j שייכות לאותה מחלקה אם ורק אם

$$f_i(n) = \Theta(f_j(n))$$

$n / \lg n + \sqrt[4]{n}$	$n^{\lg n}$	$(\lg n)^n$	$n^{\lg \lg n}$
$(\lg \lg n)^n$	$2^{\sqrt{\lg n}}$	$\sqrt{\lg n}$	$n^2 (\lg n)^2$
$n^2 / \lg n$	\sqrt{n}	$n \lg n$	$n^{1/\lg n}$
$\lg^2 \lg n$	2^n	$n^2 / \lg n$	$4^{\sqrt{n}}$

שאלה 5

מצאו חסמים אסימפטוטיים הדוקים עבור $T(n)$ בכל אחת מנוסחאות הנסיגה שלהלן. הניחו כי $T(n)$ קבועה עבור $n = 1$ (או עבור כמה ערכים התחלתיים של n , לפי הצורך).

א' $T(n) = 8T\left(\frac{n}{2}\right) + n + n^3$

ב' $T(n) = kT\left(\frac{n}{2}\right) + (k-2)n^3$

($k \geq 2$, שלם, k)

ג' $T(n) = 2T\left(\frac{n}{4}\right) + \sqrt{n} \cdot \lg n$

ד' $T(n) = 4T(\sqrt{n}) + \lg^2 n \cdot \lg \lg n$

ה' $T(n) = \sqrt{2}T(\sqrt{n}) + \sqrt{\log n}$

ו' $T(n) = n\sqrt{n} \cdot T(\sqrt{n}) + n^3 \lg^2 n \lg \lg n$

מטלת מנחה (ממ"ן) 12

הקורס: 20407 – מבני נתונים ומבוא לאלגוריתמים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 6,7,9 (ספר הלימוד)

משקל המטלה: 5 נקודות

מספר השאלות: 5

מועד אחרון להגשה: 15.12.2019

סמסטר: א2020

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"

שימו לב!

מטרת המטלות היא לעזור לכם בתרגול החומר הנלמד, ופתרון המטלות באופן עצמאי הוא חיוני להצלחה בקורס. אם טרם עשיתם זאת, **אנא קראו את סעיף 2 בחוברת הקורס** (תאור המטלות) לפני תחילת העבודה על המטלה. **רצוי להתחיל לעבוד על המטלה כשבועיים לפני מועד ההגשה.**

משקל כל השאלות זהה.

שאלה 1

נתונה ערימת מקסימום.

- כתבו שגרה למציאת האיבר הקטן ביותר בערימה. מספר ההשוואות שהשגרה מבצעת חייב להיות קטן מ $(n-1)$.
- כתבו שגרה למציאת האיבר ה-10 בגודלו. זמן הריצה צריך להיות $O(1)$.
- כתבו שגרה המדפיסה את k המספרים הגדולים ביותר בערימה. זמן הריצה צריך להיות פולינומיאלי ב- k (ולא תלוי כלל ב- n).
- כתבו שגרה המוצאת את החציון של המסלול הימני בערימה. נסו לעשות זאת בסיבוכיות זמן ומקום הטובים ביותר.

יש להסביר בקצרה את הנכונות של כל שגרה.

שאלה 2

נתונה ערמת מקסימום A בת n איברים. מקטינים את כל איברי המסלול השמאלי בצורה הבאה:

$$A[2^i] \leftarrow A[2^i] - d, \text{ לכל } i = 0, 1, \dots, \lfloor \lg n \rfloor, \text{ (כאשר } d > 0).$$

- א. מהו הערך d המקסימלי שלא מוביל להפרת תכונות הערמה? הסבירו בצורה מפורטת ומדויקת. העזרו בדוגמה.
- ב. במקרה הכללי, תכונות הערמה כן מופרות אחרי הקטנת איברי המסלול השמאלי. כתבו שגרה לתיקון הערמה בזמן ריצה של $O(\lg^2 n)$. הסבירו את נכונותה.

שאלה 3

- א. פתרו את תרגיל 7.1-1 בספר (עמ' 124).
- ב. פתרו את תרגיל 7.1-2 בספר (באותו עמ').
- ג. פתרו את תרגיל 7.1-4 בספר (באותו עמ').
- ד. פתרו את תרגיל 7.3-2 בספר (עמ' 129).

שאלה 4

- א. פתרו את תרגיל 7.2-4 בספר (עמ' 128).
- ב. A הוא מערך ובו n תאים (n זוגי), שבהם הערכים הטבעיים מ-1 עד n . תת-המערך השמאלי של A , מתא מס' 1 עד תא מס' $n/2$, מכיל את האיברים האי-זוגיים שב- A ; תת-המערך הימני של A , מתא מס' $n/2+1$ עד תא מס' n , מכיל את האיברים הזוגיים שב- A . נתון כי כל אחד משני תת-המערכים הנ"ל ממזין.
- i. לדוגמה, עבור $n=10$ המערך נראה כך: $[1,3,5,7,9,2,4,6,8,10]$. הריצו את מיון מהיר על קלט זה.
- ii. מהי סיבוכיות מיון מהיר כאשר הוא מורץ על הקלט A (עבור n כלשהו)?

שאלה 5

פתרו את סעיפים א'-ג' בבעיה 9-2 בספר (עמ' 161).

מטלת מנחה (ממ"ן) 13

מטלה תכנותית

הקורס: 20407 – מבני נתונים ומבוא לאלגוריתמים

חומר הלימוד למטלה: חוברת הקורס וספר הלימוד

משקל המטלה: 5 נקודות

מספר השאלות: 1

מועד אחרון להגשה: 29.12.2019

סמסטר: 2020א

אופן הגשת המטלה:

שליחת המטלה תתאפשר רק באמצעות מערכת המטלות המקוונת באתר הבית של הקורס

הסבר מפורט ב"נוהל הגשת מטלות המנחה"

רצוי להתחיל לעבוד על המטלה לפחות שבועיים לפני מועד ההגשה

מותר לעבוד בזוגות, אך שימו לב להנחיות בהמשך

מבוא

בממ"ן זה עליכם לכתוב ולהריץ תכנית ב-Java או ב-C++¹, אשר מממשת ערימת *d*.

לפני שתמשיכו בקריאה, קראו תחילה את סעיף 2.6 בחוברת הקורס (הנחיות לכתיבת ממ"ן תכנותי).

ייתכן ויינתנו הנחיות נוספות לקראת מועד ההגשה – אנא בדקו באתר.

¹ למעוניינים להגיש בשפה אחרת (כגון python), אנא בדקו תחילה עם המנחה שבדק/ת את התרגילים שלכם

כללי:

עליכם לממש ערימת d כמתואר בבעיה 2-6 בספר (עמ' 119).

עליכם לפתור את סעיפים א'+ב' ולממש את סעיפים ג'-ה' בקוד.

צורת הקלט:

עליכם לשאול מה ערך ה- d המבוקש ולאפשר בניה של ערימה מתוך קובץ.

מהלך התכנית:

עליכם לאפשר ביצוע הפעולות המתוארות בסעיפים ג'-ה'.

צורת הפלט:

עליכם לאפשר הדפסת הערימה למסך.

מעבר לפתרון סעיפים א'+ב' עליכם לתאר במסמך מלווה את אופן פעולות שאר האלגוריתמים שמימשתם עם ניתוח זמנים ודוגמאות הרצה.

בנוסף יינתן עבור הוספת פעולת מחיקה מהערימה.

לעובדים בזוגות, זוהי דרישת חובה (ולא בנוס).

כאמור, ייתכנו הנחיות נוספות לקראת מועד ההגשה – אנא עקבו באתר.

מטלת מנחה (ממ"ן) 14

הקורס: 20407 – מבני נתונים ומבוא לאלגוריתמים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 8,10,11 (ספר הלימוד)

משקל המטלה: 5 נקודות

מספר השאלות: 5

מועד אחרון להגשה: 12.1.2020

סמסטר: א2020

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"

שימו לב!

מטרת המטלות היא לעזור לכם בתרגול החומר הנלמד, ופתרון המטלות באופן עצמאי הוא חיוני להצלחה בקורס. אם טרם עשיתם זאת, **אנא קראו את סעיף 2 בחוברת הקורס** (תאור המטלות) לפני תחילת העבודה על המטלה. **רצוי להתחיל לעבוד על המטלה כשבועיים לפני מועד ההגשה.**

משקל כל השאלות זהה.

שאלה 1

- ציירו עץ החלטה עבור מיון בחירה (Selection Sort) לארבעה איברים.
- מהו גובה עץ ההחלטה של מיון ערימה?
- מהו אורך המסלול הקצר ביותר בין השורש לעלה האפשרי בעץ החלטה של אלגוריתם מיון מבוסס השוואות?
- הסבירו כיצד ניתן לשנות כל אלג' מיון מבוסס השוואות כך שאורך המסלול הקצר ביותר בו יהיה $n-1$.

שאלה 2

פרופ' כלומסקי טוען שהוא פיתח אלג' מיון מבוסס השוואות שזמן ריצתו במקרה הגרוע הוא $\Theta(n \log^3 n)$ אבל במקרה הטוב הוא לינארי.

- האם זה ייתכן? הוכיחו.
- הפרופ' המשיך וטען שבמרבית המקרים (כלומר על יותר ממחצית הקלטים בגודל n) האלג' שלו ירוץ לפי זמן הריצה במקרה הטוב. האם זה ייתכן? הוכיחו.

שאלה 3

פתרו את סעיפים א-ג בבעיה 8-2 בספר (עמ' 149).

שאלה 4

פתרו את בעיה 10-2 בספר (עמ' 183).

שאלה 5

- א. הכניסו את המפתח 2222 לטבלת גיבוב בגודל 127 עם גיבוב בשיטת החילוק.
- ב. חזרו על התרגיל עם גיבוב בשיטת הכפל כאשר $A = \sqrt{2}/2$.
- ג. פתרו את סעיף א' בבעיה 11-3 בספר (עמ' 211).
- ד. הכניסו את המפתחות 2222 ו-190 לטבלת גיבוב בגודל 127 עם גיבוב בשיטה שתוארה בסעיף הקודם.

מטלת מנחה (ממ"ן) 15

הקורס: 20407 – מבני נתונים ומבוא לאלגוריתמים

חומר הלימוד למטלה: פרקים 12-14 (ספר הלימוד)

משקל המטלה: 5 נקודות

מספר השאלות: 4

מועד אחרון להגשה: 7.2.2020

סמסטר: א2020

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"

שימו לב!

מטרת המטלות היא לעזור לכם בתרגול החומר הנלמד, ופתרון המטלות באופן עצמאי הוא חיוני להצלחה בקורס. אם טרם עשיתם זאת, **אנא קראו את סעיף 2 בחוברת הקורס** (תאור המטלות) לפני תחילת העבודה על המטלה. **רצוי להתחיל לעבוד על המטלה כשבועיים לפני מועד ההגשה.**

משקל כל השאלות זהה.

שאלה 1

- א. פתרו את תרגיל 12.2-1 בספר (עמ' 218).
- ב.
- i. פתרו את תרגיל 12.3-2 בספר (עמ' 222).
- ii. האם תשובתכם תשתנה אם לפני החיפוש בוצעה מחיקה של אחד הצמתים בעץ? פרטו.
- iii. האם תשובתכם תשתנה אם ההכנסה מתבצעת לתוך עץ א"ש (ללא מחיקות)?

שאלה 2

- בוניס עץ חיפוש בינארי (עח"ב) מארבעה ערכים שונים זה מזה, באמצעות הכנסתם בזה אחר זה, לפי סדר הגעתם, לעץ ריק. נניח שהערכים מגיעים בסדר אקראי.
- א. כמה עח"ב שונים יכולים להתקבל? ציירו אותם.
- ב. מהי תוחלת הגובה של העח"ב הנבנה? פרטו את החישוב במדויק.

שאלה 3

בסעיפים הבאים עליכם להתייחס למבני הנתונים: ערימה, טבלת גיבוב (עם פתרון התנגשויות ע"י שרשור), עץ חיפוש בינרי, עץ אדום שחור.

- א. מכניסים בזה אחר זה שני איברים a ו- b למבנה. מייד לאחר מכן מוחקים את שני האיברים לפי סדר הגעתם (כלומר את a תחילה). האם בהכרח המבנה המתקבל לאחר ביצוע 2 הפעולות יהיה זהה למקורי?
- ב. מכניסים בזה אחר זה שני איברים a ו- b למבנה. מייד לאחר מכן מוחקים את שני האיברים בסדר הפוך לסדר הגעתם (כלומר את b תחילה). האם בהכרח המבנה המתקבל לאחר ביצוע 2 הפעולות יהיה זהה למקורי?

יש להסביר את תשובותיכם.

שאלה 4

T הוא עץ בינארי מאוזן אסימפטוטית בעל n צמתים (כלומר גובהו לוגריתמי ביחס למס' צמתיו), שבצמתיו ערכים מספריים. בוחרים מסלול p ב- T משורש לעלה, וקבוע $C > 0$, ומכל ערך בצומת במסלול מפחיתים C . תארו אלג' לתיקון T לאחר השינוי, כאשר T הוא:

א. עח"ב (אין צורך לדאוג לאיזון העץ)

ב. ערימת מקסימום

ג. ערימת מינימום

(הערימות כמובן ממומשות באמצעות מערך המייצג עץ בינרי כמעט שלם) ניתן להניח שהמסלול p והקבוע C ידועים.

חשבו את סיבוכיות אלג' התיקון בכל אחד מהמקרים.

שאלה 5

במרשם התלמידים באוניברסיטה הפתוחה מחזיקים לכל סטודנט רשומת סטודנט הכוללת: שם, זמן הרשמה (ייחודי) לקורס, מצב לימודים (תקין/לא תקין).
(נדגיש: אין 2 סטודנטים שנרשמו בדיוק באותו זמן)

במרשם צריכים את עזרתכם בניהול ההרשמות. לשם כך עליכם לתכנן מבנה נתונים התומך בפעולות הבאות:

הכנסת סטודנט למבנה (הקלט הוא רשומת סטודנט)

מחיקת סטודנט (ע"פ מצביע)

החזרת סטודנט הבא אחרי x (x הוא מצביע לרשומת סטודנט) – כלומר החזרת הסטודנט שנרשם לאחר סטודנט x

הרשמה תקינה הבאה אחרי זמן t – החזרת סטודנט בעל מצב לימודים תקין עם זמן הרשמה הבא אחרי t (כלומר זמן הרשמה שגדול מ- t והכי קרוב אליו)

כל הפעולות נדרשות לרוץ בזמן $\Theta(\log n)$ במקרה הגרוע.