האונברסיטה העברית
בי"ס להנדסה ולמדעי המחשב

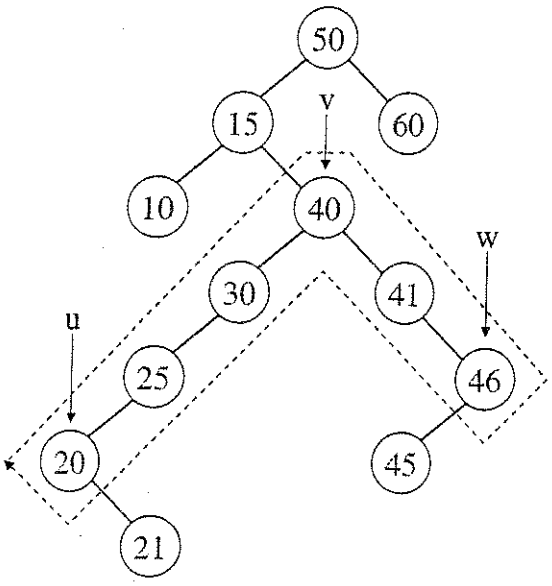
בחינה בקורס מבוא למדעי המחשב (67101)

מועד א' - סמסטר א' - תשס"ד – 2003-2004 תאריך: 19.2.2004
המורה: פרופ ג'ף רוזנשיין משך הבחינה: שעתיים וחצי

הנחיות (נא לקרוא בעיון):

1. יש לענות על 3 מתוך 4 השאלות הבאות (3 בלבד). משקל כל השאלות זהה (33 נק').
2. הקפידו הקפדה יתרה על הסדר ועל כתב יד קריא. בחינה בלתי קריאה עלולה שלא לזכות את כותבה במלוא הנקודות !
3. יש להתחיל את התשובה לכל שאלה בעמוד חדש, ולציין בראש העמוד בצורה ברורה את מספר השאלה.
4. יש למחוק טיוטות באופן ברור.
5. יש להשאיר שוליים.
6. אסור להשתמש בעט אדום.
7. הקפידו על סגנון תכנותי נאות: כתבו באופן מדולרי, אל תכפילו קוד וכו'.
8. תעדו כל תכנית כך שניתן יהיה להבינה בנקל (מותר לתעד בעברית).
9. כפתרון מיטבי לשאלה יחשב פתרון פשוט ויעיל ככל האפשר. תוכנית מסורבלת או מסובכת לא תתקבל כתשובה מלאה, גם אם היא נכונה!
10. אין להשתמש במבני נתונים פרט לאלו שהוגדרו בכל שאלה (אולם מותר להשתמש במבני נתונים שלא הוגדרו, אשר גודלם אינו תלוי בקלט).

שאלה 1



- יהי v קודקוד כלשהו בעץ חיפוש בינארי.
- יהי u הקודקוד המינימלי בתת עץ-החיפוש ששורשו v.
- יהי w הקודקוד המקסימלי בתת עץ-החיפוש ששורשו v.
- מגדירים את המשרעת (span) של v להיות מספר הצלעות על המסלול בין u ל- w.
- לדוגמא, בגרף משמאל, אם v מכיל את 40, אזי u מכיל את 20, w מכיל את 46, והמשרעת של v היא 5. הטבלה הבאה מפרטת את המשרעות של כל קודקודי הגרף:

קודקוד											
50	60	15	10	40	30	25	20	21	41	46	45
3	0	4	0	5	2	1	1	0	1	1	0
משרעת											

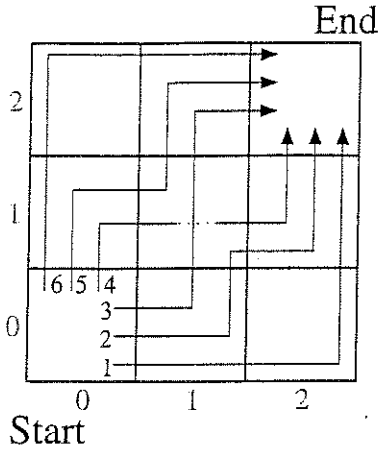
- בתוכניתנו, עץ חיפוש בינארי מוגדר באמצעות המבנה:

```
class Node {
    public int  data;
    public Node left;
    public Node right;
}
```

א. כתוב פונקציה סטטית בשם maxSpan (השייכת ל- class ללא data-members) שמקבלת שורש של עץ (Node) כנ"ל ומחזירה את המקסימלית מבין המשרעות של קודקודי העץ (עבור העץ בדוגמא הפונקציה תחזיר 5). משרעת מקסימלית של עץ ריק מוגדרת להיות 1-. (28 נק')

ב. מהו סדר גודל זמן הריצה של הפונקציה שכתבת? (המקרה הגרוע). הסבר. (5 נק')

שאלה 2



נתון סריג דו מימדי n X n שבו המשבצת השמאלית-התחתונה משמשת כנקודת ההתחלה והמשבצת הימנית-העליונה משמשת כנקודת הסיום. לופו הנמר עומד בנקודת ההתחלה ועליו להגיע לנקודת הסיום ע"י סדרה של צעדים ממשבצת למשבצת שכנה. כיוון שלופו הוא נמר אינטליגנטי, בכל צעד יעבור למשבצת שמימינו או למשבצת שמעליו (ודאי שלא יצעד מטה או שמאלה שכן אינו חפץ להתרחק ממטרתו; כמו כן יקפיד שלא לצעוד באלכסון שהרי ככל נמר מחונך היטב יודע לופו כי אלכסון הוא אסון).

באמצעות שיטת ה- backtracking (ובאמצעותה בלבד), כתוב פונקציה סטטית בשם countPaths (השייכת ל- class ללא data-members) שמקבלת n > 1 ומחזירה את מספר המסלולים השונים בהם יכול לופו לצעוד מנקודת ההתחלה לנקודת הסיום בסריג n X n. לדוגמא, בעבור n=3 (הסריג משמאל), תחזיר הפונקציה 6. (33 נק')

שאלה 3

- יהי u מערך המכיל n > 0 מספרים שלמים, השונים זה מזה.
- אומרים כי u הוא יוני-מודלי אם קיים אינדקס i (כך ש- $0 \le i < n$) שבעבורו מתקיימים שני התנאים הבאים:

```
u[0] < u[1]   < u[2]   < ... < u[i]   (1
u[i] > u[i+1] > u[i+2] > ... > u[n-1] (2
```

כלומר המספרים עד האיבר ה- i (כולל) מהווים סידרה עולה ממש, והמספרים מהאיבר ה- i (כולל) מהווים סידרה יורדת ממש (ולכן ברור כי u[i] הוא האיבר המקסימלי במערך).

- לדוגמא, המערכים הבאים הינם יוני-מודלים:

```
u = 2, 4, 8, 7, 6, 5, 4, 1, 0,-1     (כאן i = 2)
u = 5, 3, 2, 1                       (כאן i = 0)
u = 1, 2, 3                          (כאן i = n-1)
```

אולם המערכים הבאים אינם יוני-מודלים:

```
u = 2, 4, 8, 7, 6, 5, 4, 1, 0, 1
u = 5, 3, 2, 5
u = 1,-2, 3
```

א. כתוב פונקציה סטטית לא-רקורסיבית בשם unimodalCheck (השייכת ל- class ללא data-members) שמקבלת מערך u של מספרים שלמים ומחזירה את i אם u הוא יוני-מודלי, או 1- אם u איננו יוני-מודלי. על הפונקציה להיות יעילה ככל שניתן. (8 נק')

ב. מהו סדר גודל זמן הריצה במקרה הטוב ביותר? במקרה הגרוע ביותר? הסבר. (2 נק')

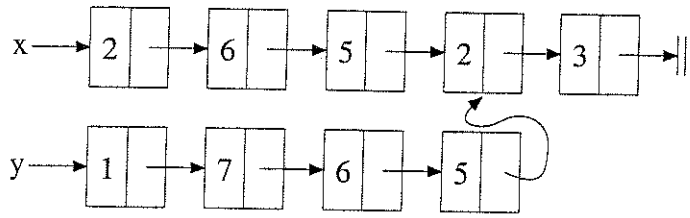
ג. כעת, כתוב פונקציה סטטית לא-רקורסיבית בשם unimodal (השייכת ל- class ללא data-members) שמקבלת מערך אשר מובטח כי הוא יוני-מודלי (אין צורך לבדוק) ומחזירה את i. על הפונקציה להיות יעילה ככל שניתן. (20 נק')

ד. מהו סדר גודל זמן הריצה במקרה הטוב ביותר? במקרה הגרוע ביותר? הסבר. (3 נק')

שאלה 4

- בתוכניתנו, רשימה משורשרת מוגדרת באמצעות המבנה:

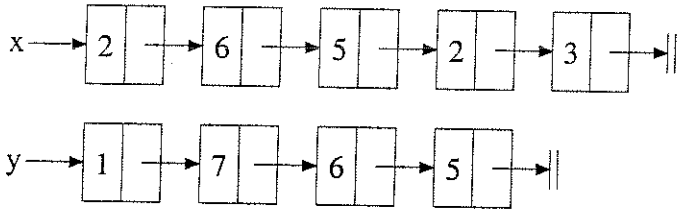
```
class Node {
    public int  data;
    public Node next;
}
```



- יהיו x ו- y (מטיפוס Node) שתי רשימות משורשרות.
- אומרים כי x ו- y מתלכדות (joint) אם לפחות חלק מתאיהן מתלכדים.
- **לדוגמא**, הרשימות משמאל מתלכדות שכן שני התאים האחרונים שייכים גם ל- x וגם ל- y (שימו לב כי שתי רשימות שהתלכדו לעולם לא יפרדו).

א. כתוב פונקציה סטטית לא רקורסיבית בשם areJoint (השייכת ל- class ללא data-members) שמקבלת את x ואת y ומחזירה אמת אם"ם שתי הרשימות מתלכדות (מבלי לשנותן). על הפונקציה להיות יעילה ככל שניתן. (8 נק')

ב. נניח שב- x יש $0 \le n$ איברים וב- y יש $0 \le m$ איברים. מהו סדר גודל זמן הריצה של הפונקציה שכתבת (המקרה הגרוע). הסבר. (2 נק')



ג. כתוב פונקציה סטטית לא רקורסיבית בשם split (השייכת ל- class ללא data-members) שמקבלת את x ואת y ומפרידה בינהן (ע"י הסרת התאים המתלכדים מ- y). **לדוגמא**, הרשימות בדוגמא שבתחילת השאלה יראו אחרי פעולת ה- split כפי שמתואר משמאל. ערך ההחזרה של split יהיה הראש של y (הסבר בתשובתך מתי הראש של y עשוי להשתנות). הינך רשאי (אך לא חייב) להשתמש בפונקציה שמימשת בסעיף א'. (20 נק')

ד. ע"פ הסימונים שהוגדרו בסעיף ב', מהו סדר גודל זמן הריצה של הפונקציה שכתבת? (המקרה הגרוע). הסבר. (3 נק')

בהצלחה