

מבחן סוף סמסטר – מועד ב'

מרצה אחראי:

דר' ערן יהב

מתרגלים:

עידן שורץ, יורי משמן, אנה טרוסטנצקי

הוראות:

א. המבחן אנונימי! נא לרשום רק מספר זהות ולא את השם.

- ב. בטופס המבחן 5 עמודים. בדקו שכל העמודים ברשותכם.
- ג. משך המבחן שלוש שעות (180 דקות).
- ד. במבחן 5 שאלות. כל השאלות הינן חובה. משקל כל שאלה מופיע בראשיתה. (חלוקת המשקל בין הסעיפים בכל שאלה אינה בהכרח אחידה.)
- ה. ניתן לציין לגבי סעיף או שאלה "לא יודע/ת". תשובה זו תזכה ב- 20% מהניקוד של הסעיף או השאלה. תשובות

שגויות או ריקות לא יזכו בניקוד.

- ו. קראו את כל המבחן לפני שאתם מתחילים לענות על השאלות.
- ז. חובה לנמק כל תשובה. לא יינתן ניקוד על תשובות ללא נימוק.
- ח. אין צורך להגיש את הטופס בתום הבחינה.
- ט. את התשובות לשאלות יש לרשום במחברת הבחינה בלבד.

בהצלחה!

שאלה 1 (10 נקודות): סיווג מאורעות

כתבו קוד בשפת C (פשוט ככל שניתן, עד 3 שורות) העונה על הדרישות. נמקו.

- א. (2 נק') קוד המכיל שגיאה תחבירית.
- ב. (2 נק') קוד שנכון מבחינה תחבירית, אבל מכיל שגיאה סמנטית.
- ג. (2 נק') קוד שנכון מבחינה תחבירית וסמנטית, אבל יכשל בזמן ריצה.
- ד. (4 נק') קוד נכון שלא יכשל, אבל הקומפיילר יפעיל עליו אופטימיזציה. (נמקו איזו)

שאלה 2 (20 נקודות): אנליזת DFA

שאלה זו עוסקת בניתוח תלויות (dependency analysis). הבעיה מוגדרת עבור השפה הפשוטה המכילה פקודות:

$x = y \text{ op } z$	-	<code>goto</code>	-
$x = y$	-	<code>if</code>	-
$x = c$	-	<code>if else</code>	-
<code>input x</code>	-		

כאשר $x, y, z, op \in \{+, -, *, /\}$ הם משתנים ו- c קבוע שלם.

המטרה היא לזהות תלויות בין משתנים לאורך התכנית. קיימים שני סוגים של תלויות:

- **תלות נתונים** - data dependence - למשתנה a יש תלות נתונים במשתנה b כאשר הערך של a נקבע על ידי חישוב שמשתמש בערך של b .
- **תלות בקרה** - control dependence - למשתנה a יש תלות בקרה במשתנה b כאשר הערך של a נקבע כתלות בתנאי שמבוסס על הערך של b .

למשל:

```
x = 42
if (y > 0)
  z = x
else
  w = 73
```

בתכנית הדוגמא לערך של z וגם לערך של w יש תלות בקרה ב y .
בתכנית הדוגמא לערך של z יש גם תלות נתונים ב x .

הנחות מקלות:

- ניתן להניח שלכל משתנה יש השמה אחת בלבד לאורך התכנית, והיא מתרחשת לפני השימוש הראשון בו.
- ניתן להניח כי לכל פקודה c קיים $\text{dominates}(c)$ המחזיר מהם המשתנים המופיעים בתנאי הבקרה תחתם נמצאת הפקודה c

כתבו DFA שיאפשר לחשב בכל נקודה בתכנית לכל משתנה שקיבל ערך את תלות הנתונים והבקרה שלו. יש לציין מהם פריטי המידע, האם האנליזה היא `must/may`, האם היא קדמית או אחורית, ושאר פרמטרים של DFA כפי שנלמדו בכיתה. בנוסף יש להגיד במפורש איך מתוצאות האנליזה אפשר לקבל את התשובה המתבקשת.

שימו לב מהם ערכי התלויות בסוף התכנית הבאה עבור המשתנה z ?

```
y = x
```

```
if (y > 0)
  z = 42
```

שאלה 3 (30 נקודות): סביבת זמן ריצה

בשאלה זו נפתח מנגנון חדש לניהול זיכרון. מטרת השאלה היא פיתוח שיטה שבה ניתן לאסוף זיכרון באופן שמשלב ניתוח סטטי garbage collector.

אובייקט נחשב לאובייקט נגרר בריצה נתונה של התכנית כאשר הזמן בין השימוש האחרון באובייקט לבין זמן איסוף האובייקט הוא גדול מסף מסוים.

למשל, בתכנית הבאה, בשפה דמוית Java, השימוש האחרון באובייקט שמוצבע ע"י x קורה מספר פקודות (בזמן ריצה) לפני שהאובייקט משוחרר על ידי ה garbage collector. בדוגמא, השימוש האחרון באובייקט שמוצבע ע"י x נעשה בשורה 4 בקריאה למתודה b. שחרור האובייקט מתבצע כשהוא הופך ללא נגיש, ביציאה מהשורה go.

```
public void go() {
1  x = new T()
2  x.a()
3  x.f = 42
4  x.b()
5  y = new T()
6  y.obj = new Obj()
7  y.b()
}
```

א (12 נק'). תארי כיצד לשנות את סביבת זמן הריצה (בפרט, את ה garbage collector) כך שבתכנית שהוא מריץ יהיה מעקב אחרי זמן הגרירה של כל אובייקט. על מנת לפשט את הטיפול בזמנים, ניתן להניח שהזמן נמדד במספר הבתים שהוקצו בין השימוש האחרון, לבין שחרור האובייקט. למשל בדוגמא שלנו "הזמן" שעבר בין שורה 4 ליציאה מהשורה הוא גודל האובייקט מסוג T שהוקצה בשורה 5, וגודל האובייקט מסוג Obj שהוקצה בשורה 6. עליך לתאר את השינויים במבנה הזכרון וגם את השינויים בניהול הריצה.

ב (6 נק'). תארי כיצד ניתן לשנות תכנית בשפת Java לתכנית אחרת בשפת Java (כלומר source to source transformation) שיעזור ל garbage collection לאסוף אובייקטים כמו זה המוצבע ע"י x מוקדם יותר. איך עליך לשנות את הדוגמא על מנת לעזור ל garbage collection? רמז: זכרי ש garbage collection עוקב אחר נגישות ממצביעים ומה שהיינו רוצים לעקוב אחריו באמת הוא זמן השימוש האחרון באובייקט.

ג. (12 נק') תארי כיצד ליצור קומפיילר משפת Java לתכנית אחרת בשפת Java (כלומר source to source transformation) שיעזור ל garbage collection לאסוף אובייקטים כמו זה המוצבע ע"י x מוקדם יותר. כלומר - תארי מנגנון ואנליזה סטטית שמאפשרים לזהות מתי אפשר לרמוז ל garbage collector שאובייקט ניתן לאיסוף, וטרנספורמציה של התכנית על מנת להכניס רמזים כאלה.

שאלה 4 (25 נקודות): ניתוח תחבירי וסמנטי

(א) (10 נק') נתונה ספציפיקציה דמוית קובץ flex :

```

a*b { print "1" }
ca { print "2" }
a*ca* { print "3" }

```

מה יהיה הפלט של המנתח הלקסיקלי בהינתן הקלט הבא: **abcaacacaaabbbaabcaaca** נמקו את תשובתכם ופרטו לכל אסימון שמזוהה מהי הלקסמה המתאימה מתוך הקלט.

(ב) (15 נק') דנה בנתה טבלת מנתח LL(1), אך העמודה השמאלית נמחקה וכעת יש לשחזר אותה. היא זוכרת את העובדות הבאות לגבי הדקדוק:

1. 2 נמצא ב Follow(Z)

2. M לא אפיס

3. J לא אפיס

4. First(M) מוכל ב First(K)

5. הדקדוק הוא טרמינלי (כלומר כל משתנה יכול לגזור מלה טרמינלית (כולל ϵ)).

6. הדקדוק הוא ב LL(1)

להלן החלק שנשאר מהטבלה. בכל שורה השלימו את העמודה השמאלית עם אחד ממשתני הגזירה **M,K,Z,J,C** כך שטבלת המנתח תישאר עקבית וכן העובדות שדנה זוכרת יסתפקו. נמקו תשובתכם. אם יש כמה אפשרויות בחרו אפשרות אחת מתאימה שעונה על כל הדרישות.

\$	5	4	3	2	1
	MC				MC
ϵ		ϵ		2K	
	5Z				JZ
					1K4
ϵ		ϵ	3M	ϵ	

שאלה 5 (15 נקודות): backpatching

נוסיף את הפקודה הבאה (הרחבה של if) :

$$S \rightarrow \text{if} - \text{triple } B_1, B_2 : S_L$$

$$S_L \rightarrow S_L ; S_1, S_2 S_3 \mid S_1, S_2 S_3$$

משמעות הפקודה היא:

אם לא מתקיים התנאי B1 יש לבצע את כל הפקודות מ S_L באינדקס 0 מודולו 3.
 אם כן מתקיים התנאי B1 ולא מתקיים התנאי B2 יש לבצע את כל הפקודות מ S_L באינדקס 1 מודולו 3.
 אם מתקיימים שני התנאים B1, B2 יש לבצע את כל הפקודות מ S_L באינדקס 2 מודולו 3.
 הפקודה הראשונה ברשימת הפקודות ש S_L גוזר היא באינדקס 0.

- (א) הציעו פריסת קוד מתאימה לשיטת backpatching עבור מבנה הבקרה הנ"ל. של הקוד הנוצר להיות יעיל ככל האפשר.
- (ב) כתבו סכימת תרגום בשיטת backpatching המייצרת את פריסת הקוד שהצעתם בסעיף הקודם. על הסכימה להיות יעילה ככל האפשר, הן מבחינת זמן הריצה והן מבחינת המקום בזכרון הנדרש עבור התכונות הסמנטיות.
- דרישה :** יש לממש באופן כזה שכל פעולות ה- backpatch לתכונות nextlist של פקודות S שנגזרות מ S_L יתבצעו תוך כדי גזירת הפקודות ולא בשלב הסופי של גזירת הכלל $S \rightarrow \text{if} - \text{triple } B_1, B_2 : S_L$. מימוש שלא יקיים דרישה זו יקבל ניקוד חלקי בלבד.

הערות:

1. אין להשתמש בכללים סמנטיים באמצע כלל גזירה.
2. אין להשתמש במשתנים גלובליים בזמן קומפילציה.
3. המשתנים B, S הם המשתנים הסטנדרטיים המופיעים בדף הנוסחאות, ויש להם כללי גזירה בנוסף לכלל המופיע בשאלה.
4. יש להשתמש רק במרקרים M, N שנלמדו.
5. אין להוסיף תכונות סמנטיות למשתנים B, S.

בהצלחה!!