

מרצה: נעם רינצקי

מתרגל: אור תמיר

חומר: פתוח

משך: שלוש שעות

## מבחן בקומפילציה – גרסא ב

- המבחן מורכב משש שאלות. יש לענות על כולן.
- מומלץ לקרוא את השאלה עד סופה לפני שמתחילים לענות.
- משקל השאלה ומספרה אינה מעיד על הקושי בפתירתה.
- יש לציין בראש העמוד את השאלה עליה עונים. אין לענות על שאלות שונות באותו העמוד.
- תשובה "איני יודעת" תזכה ב 20% מהניקוד על הסעיף הרלוונטי.

### שאלה 1 (2 נקודות)

ענו בקצרה (1-3 שורות): מהו משערך (interpreter)?

### שאלה 2 (20 נקודות)

נתונה רשימת מאורעות. לכל אחד מהמאורעות הסבירו בקצרה (1-3 שורות)

1. האם הוא מתרחש בזמן בניית הקומפיילר, בזמן קומפילציה או בזמן ריצה
  2. אם בחרת בזמן קומפילציה, הסבר מהו השלב המסוים בקומפיילר בו מתרחש המאורע ומהם מבני הנתונים הרלוונטים.
  3. אם בחרת בזמן ריצה, הסבר האם מתרחש לפני ביצוע התוכנית, בזמן הביצוע, או לאחריו.
- א. (4 נקודות) התגלה כי המתכנת השתמש במילת מפתח (keyword) כשם משתנה.
  - ב. (4 נקודות) התגלתה בקוד פעולת חלוקה באפס.
  - ג. (4 נקודות) התגלתה מחלקה שיש בה שדה מטיפוס לא מוגדר.
  - ד. (4 נקודות) התגלה כי משתנה מסוים ערכו תמיד חיובי.
  - ה. (4 נקודות) התגלה כי הדקדוק של שפת התכנות הינו רב משמעי.

### שאלה 3 (18 נקודות)

נתון הדקדוק הבא:

$S \rightarrow S'S$

$S' \rightarrow a S b \mid T$

$T \rightarrow c T \mid c$

1. (3 נקודות) האם הדקדוק הנ"ל חד משמעי? אם עניתם כן: נמקו. אם עניתם לא תנו דוגמא למילה בשפה עם שתי גזירות שונות.
2. (3 נקודות) האם ניתן לבנות top-down recursive descent parser (כפי שנלמד בכיתה) עבור דקדוק זה, ולהיעזר בו כדי לוודא האם המילים  $aaab \mid accb$  הינן בשפה? נמקו.
3. (12 נקודות) האם הדקדוק הינו LR(0)? אם לא, שנו אותו לדקדוק LR(0). בנו את אוטומט המחסנית.

#### שאלה 4 (15 נקודות)

נתון קטע הקוד הבא:

```
L1:   C = D
      F = C * C
      B = C + D
      A = B + C
      E = A + B
      D = A + E
      C = E + D
      IF F < 10 GOTO L2
      GOTO L1

L2:
```

הריצו את אלגוריתם הקצאת הרגיסטרים אשר נלמד בכיתה עבור 3 רגיסטרים ותרגמו את התוכנית להשתמש ברגיסטרים אשר נקבעו על פי הצביעה. הניחו כי בסוף קטע הקוד המשתנים  $x$  ו  $y$  חיים.

- יש לציין במפורש אילו משתנים חיים בכל נקודה ולצייר את גרף ההפרעות (interference graph).
- תארו במפורש את סדרת הפעולות אשר אתם מבצעים בכל שלב באלגוריתם הצביעה.

#### שאלה 5 (20 נקודות)

רוצים להוסיף לשפת ה IC את היכולת לזהות בזמן קומפילציה בכל נקודה בתוכנית ולכל משתנה האם ייתכן שלמשתנה יש שני ערכים שונים לכל היותר

1. תארו אנליזה סטטית מתאימה. זכרו: לאנליזה יש 5 אלמנטים  $(D, V, \sqcup, F, I)$ . ויש לתאר את כולם.

- על האנליזה להיות קונסרבטיבית (sound)
- חלק מהציון יקבע על פי הדיוק של האנליזה (precision)

2. הפעילו את האנליזה שת'ארתם על גבי התוכנית הבאה

```
X = 6
IF (*) THEN X = 3 ELSE X = 5
IF (X < 4) THEN X=X+3 ELSE X=X+1
IF (*) THEN X = 2 ELSE X = 4
IF (*) THEN X = 1
```

// IF (\*) means nondeterministic choice

## שאלה 6 (25 נקודות)

רוצים להוסיף לשפת IC תמיכה בפעולת MAP אשר מקבלת מערך המכיל טיפוסים מסוג T, שם של מתודה סטטית המוגדרת במחלקה T המקבלת פרמטר יחיד מסוג T ומפעילה את המתודה על כל אחד מהאיברים במערך.

לדוגמא

```
class C {
    int x;
    C() { x = 0;}
    static void inc(C p) {p.x = p.x + 1;}
}

class D {
    void do() {
        C[] c = new C[3];
        c[0] = new C();
        c[1] = new C();
        c[2] = new C();
        MAP(c,inc);
        // at this point c[0].x == c[1].x == c[2].x == 1
    }
}
```

1. (15 נקודות) תארו את השינויים שיש לערוך בכל אחד משלבי הקומפילציה ועל מערכת זמן הריצה.
2. (5 נקודות) אם נדרש שינוי בשלב יצירת הקוד ספקו את הפסאודו קוד המתאים, אם לא נדרש שינוי, נמקו.
3. (5 נקודות) תארו בקצרה כיצד הייתם מרחיבים את פעולת ה MAP ל KMAP כך שתקבל מתודה m עם מספר ארגומנטים ומספר מערכים כמספר הארגומנטים ובטיפוסים המתאימים ותחזיר מערך חדש מטיפוס ההחזרה של המתודה. ייתכן כי הארגומנטים יהיו מטיפוסים שונים. ניתן להניח כי המתודה הינה מתודה סטטית המוגדרת במחלקה של הטיפוס של הארגומנט הראשון של m.

דוגמא:

```
class E {
    ....
    int get() { ... }
}

class C {
    // like before
    static void addD(C p, E q) { p.x = p.x + q.get(); }
}
```

```
class F {  
    void boo() {  
        C[] c = new C[3]; ... // initialize c  
        E[] e = new E[3]; ... // initialize e  
        KMAP(c, e, inc);  
        // at this point c[0].x == c[1].x == c[2].x == 1  
    }  
}
```

בהצלחה!  
אור ונעם