

תורת הקומפילציה

תרגיל 4

מתרגל אחראי: מתן פלד

ההגשה בזוגות

עבור כל שאלה על התרגיל, יש לעין ראשית בפיאצה ובמידה שלא פורסמה אותה השאלה, ניתן להוסיף אותה ולקבל מענה, אין לשלוח מיילים בנושא התרגיל בית כדי שנוכל לענות על השאלות שלכם ביעילות.

תיקונים לתרגיל יסומנו בצהוב, חובתכם להתעדכן בהם באמצעות קובץ התרגיל.

שאלה 1 – Backpatching (40 נקודות):

בשאלה זו נציע מבנה בקרה חדש, הדומה ל-switch שראינו בכיתה, אבל עם ביטויים מורכבים יותר ב-case-ים הנקראים guards, שהתחביר שלו נתון על ידי:

```
S → switch ( E ) CL
CL → C CL | C
C → case G : S ; break ;
G → is E
G → B
```

משמעות המבנה:

- כמו ה-switch המוכר, המבנה מורכב מרשימת case-ים.
- הקוד המיוצר בודק את ה-case-ים לפי הסדר, וקופץ ל-case הראשון שמתקיים. ה-case-ים אחרי הראשון שמתקיים לא נבדקים.
- case מתקיים אם ה-guard שלו מתקיים. guard מסוג is E מתקיים אם הערך המחושב של הביטוי של ה-switch שווה לערך של הביטוי של ה-guard. לעומת זאת, guard מסוג B מתקיים אם הביטוי הבוליאני מתקיים, ומתעלם מהביטוי של ה-switch.

- א. הציעו פריסת קוד מתאימה לשיטת **backpatching** עבור מבנה בקרה זה. על הקוד הנוצר להיות יעיל. הקפידו לציין במפורש את התכונות הסמנטיות שהוספתם, ולתאר את המשמעות שלהן.
- ב. כתבו סכימת תרגום בשיטת backpatching המייצרת את פריסת הקוד שהצעתם בסעיף הקודם.
- ג. הציעו guard חדש למבנה הבקרה. ניתן להרחיב את השפה כרצונכם (אין צורך להסביר איך ההרחבה ממומשת) כדי לתאר guard שקשור להרחבה. הסבירו בקצרה את השינויים הדרושים עבור ה-guard החדש, ותארו כיצד הפתרון מהסעיפים הקודמים ניתן להרחבה.

בתשובתכם, אין צורך להציג סכימת תרגום מלאה, אלא רק לתאר את השינויים הדרושים.

שימו לב:

- המשתנים S, E, ו-B הם המשתנים הסטנדרטיים שראינו בכיתה, ויש להם כללי גזירה בנוסף לכלל המופיע בשאלה.
- נרצה לאפשר הוספה של guard-ים נוספים, כלומר כללי גזירה נוספים עבור G, אבל כרגע אין כללים נוספים כאלה שאתם נדרשים לתמוך בהם.

הנחיות:

- אין להשתמש בכללים סמנטיים באמצע כלל גזירה.
- אין להשתמש במשתנים גלובליים בזמן קומפילציה.
- אין לשנות את הדקדוק מלבד הוספת המרקרים M, N עם התכונות הסמנטיות שנלמדו בכיתה.
- יש להשתמש בתכונות נוצרות בלבד, ואין להוסיף תכונות סמנטיות ל-S, E ו-B.
- ניתן להשתמש בפונקציות העזר שהשתמשו בהם בתרגול.

שאלה 2 – DFA (60 נקודות):

במצגת של ההרצאה על DFA, בשקפים 70 עד 73 מוגדרת האנליזה "available expressions". למרבה הצער לא הספקנו לעבור על השקפים האלה בהרצאה, ולכן כהקדמה לשאלה עליכם לקרוא את השקפים האלה בעצמכם.

נתבונן בתוכנית הבאה (זו התוכנית במלואה):

```
t1 := 5
t2 := t1 * 5
t3 := t1 * 5
t4 := t3 + t1
if t4 < t2 goto end
t2 := t2 + 1
t6 := t1 * 5
t4 := t6 + t1
end:
t1 := 6
```

1. בשקפים, האנליזה הוגדרה על קוד מקור. נרצה להגדיר אותה באופן מלא על שפת הביניים שלמדנו בתרגולים הקודמים, שפת הרביעיות:

1. הגדירו את הסריג עבור הדומיין: האיברים, פעולת יחס הסדר (\sqsubseteq) ופעולת ה-join (\sqcup).

2. הגדירו את פונקציית המעבר: עבור כל פקודה בשפת הביניים, הגדירו כיצד יראה המעבר שלה.

2. ציירו את ה-CFG והפעילו את האנליזה available expressions על התוכנית המופיעה למעלה. יש להראות את התוכן של קבוצות ה-in וה-out בכל נקודה בקוד.

3. נשים לב שבגלל שהביטויים בשפת הביניים הם מאוד פשוטים, והביטויים בשפת המקור עשירים יותר, אז ביטוי אחד בשפת המקור מתורגם למספר ביטויים בשפת הביניים. לדוגמא, הביטוי $x*5+x$ בשפת המקור תורגם ל- $t3=t1*5$ ו- $t4=t3+t1$.

היינו רוצים שהניתוח יזהה שהחישוב של $t4 := t6 + t1$ הוא available מכיוון שחישובו קודם את הביטוי $t4 := t3 + t1$.

תארו במילים את השינויים הנדרשים לשם כך.

Data-Flow Analysis

ההגדרות מתייחסות ל-CFG: $G = (V, E)$

הצורה הכללית של המשוואות לסריקה קדמית:

$$\begin{aligned} \text{in}(B) &= \bigcap_{(S,B) \in E} \text{out}(S) & \text{או} & & \text{in}(B) &= \bigcup_{(S,B) \in E} \text{out}(S) \\ \text{out}(B) &= f_B(\text{in}(B)) \end{aligned}$$

הצורה הכללית של המשוואות לסריקה אחורית:

$$\begin{aligned} \text{in}(B) &= \bigcap_{(B,D) \in E} \text{out}(D) & \text{או} & & \text{in}(B) &= \bigcup_{(B,D) \in E} \text{out}(D) \\ \text{out}(B) &= f_B(\text{in}(B)) \end{aligned}$$