

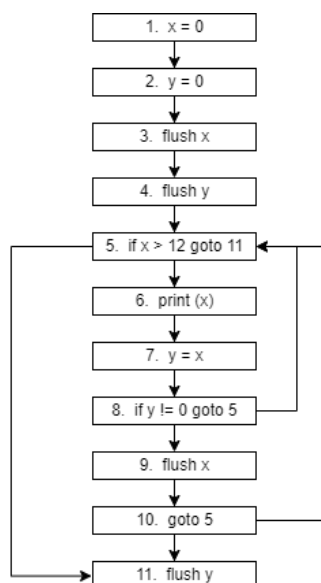
## תורת הקומפילציה – תרגיל 4

שאלה 1

## שאלה 2

- א. נציע אנליזה הדומה copy propagation מהתרגול במהותה.  
האנליזה תגיד לנו בדיוק מה שאנחנו רוצים, קבוצות כל המשתנים היציבים לפני ואחרי כל שורה.  
האנליזה תצטרך לבדוק בכל נקודה בקוד איזה משתנים בוצע להם פלאש לאחר ההשמה האחרונה, בדיקה זו תהיה בצורת must כי משתנה יציב בנקודה n רק אם מכל המסלולים שהובילו ל-n הגיע יציב. (אם באחד המסלולים המשתנה נכתב ולא נעשה לו פלאש, הוא לא יהיה יציב בנקודה n אם הגענו ממסלול זה.)
- ב. האנליזה:
- מטרת החישוב: קבוצת המשתנים היציבים לפני ואחרי כל בלוק.
  - הסריג: מכיוון שאנו רוצים שהאיברים יהיו קבוצות של משתנים, הדומיין הוא קבוצת החזקה של קבוצת המשתנים בתוכנית,  $\mathcal{P}(vars)$ .  
מכיוון שאנו רוצים אנליזת must, יחס הסדר הוא הכלה הפוכה,  $\supseteq$ , ופעולת ה-join היא  $\cup$ .
  - כיוון זרימת המידע הוא, כאמור, אנליזה קדמית.
  - משוואת הזרימה היא  $out(B) = f_B(in(B))$ ,  $in(B) = \bigcap_{(S,B) \in CFG} out(S)$
  - פונקציית המעברים היא מסוג kill/get ותתואר בסעיף הבא.
  - מכיוון שאנו עושים אנליזת must, נאתחל את כל הקבוצות להיות כל המשתנים בתוכנית,  $\perp = vars$ . כולל את in של הבלוק הראשון כי בתחילת התוכנית כל המשתנים יציבים.
  - הקומפיילר יקבל מהאנליזה את המשתנים היציבים לפני כל שורה פשוט באמצעות הקבוצה in של כל שורה.
- ג. נגדיר את הסמנטיקה של פונקציית המעברים כפי שראינו בכיתה עם kill/gen לכל פקודה בשפת הביניים (שהן יהיו הבלוקים שלנו ב-CFG)

Statements	kill	gen
$x := y \text{ op } z$ $x := \text{op } y$ $x := y$	$\{x\}$	$\emptyset$
goto L if x relop y goto L print x	$\emptyset$	$\emptyset$
flush x	$\emptyset$	$\{x\}$



- ד. נבנה את ה - CFG של התוכנית עם פקודות יחידות:  
הבלוקים ממוספרים כמספר הפקודה בהם.

ה. נריץ את האנליזה כמו בהרצאה כפונקציה  $F: (\mathcal{P}(vars))^{22} \rightarrow (\mathcal{P}(vars))^{22}$

	$\perp$	$F(\perp)$	$F^2(\perp)$	$F^3(\perp)$	$F^4(\perp)$	$F^5(\perp)$	$F^6(\perp)$	$F^7(\perp)$	$F^8(\perp)$	$F^9(\perp)$
in(1)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}
in(2)	{x,y}	{x,y}	{y}	{y}	{y}	{y}	{y}	{y}	{y}	{y}
in(3)	{x,y}	{x,y}	{x}	{x}	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
in(4)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}
in(5)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}
in(6)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x}	{x}	{x}	{x}
in(7)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x}	{x}
in(8)	{x,y}	{x,y}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}
in(9)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}
in(10)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x}	{x}	{x}	{x}
in(11)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x}	{x}	{x}	{x}
out(1)	{x,y}	{y}	{y}	{y}	{y}	{y}	{y}	{y}	{y}	{y}
out (2)	{x,y}	{x}	{x}	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$	$\emptyset$
out (3)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}
out (4)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}
out (5)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}
out (6)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x}	{x}	{x}
out (7)	{x,y}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}
out (8)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}
out (9)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x}	{x}	{x}	{x}	{x}
out (10)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x}	{x}	{x}
out (11)	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}	{x,y}

- ו. בנינו את האנליזה כך שמשנתה יציב לפני שורה אמ"מ הוא ב-in שלה.  
 בנוסף משנתה יציב בסוף הקוד אמ"מ הוא ב-out של הפקודות האחרונות (11).  
 לכן, המשתנה x יציב לפני שורות 1,4,5,6,7,8,9,10,11 ובסוף הקוד,  
 והמשתנה y יציב לפני שורות 1,2 ובסוף הקוד.