

כיצד מחשבים EGf_1 בהינתן גרף?

נקודת שבת הגדולה ביותר: greatest fix point
האלגוריתם:

$$Q \leftarrow S$$

$$Q' \leftarrow f_1(\bar{v}) \quad \text{אתחול:}$$

while($Q(\bar{v}) \neq Q'(\bar{v})$)

{

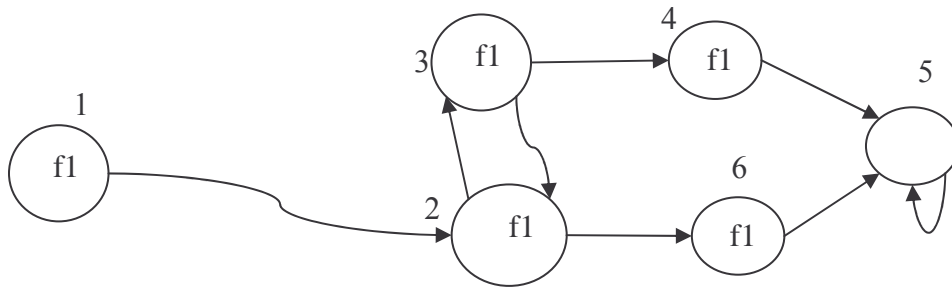
$$Q(\bar{v}) \leftarrow Q'(\bar{v})$$

$$Q'(\bar{v}) \leftarrow Q(\bar{v}) \wedge EXQ(\bar{v})$$

}

$$f(\bar{v}) = Q(\bar{v})$$

$$EXQ(\bar{v}) \equiv \exists \bar{v}': R(\bar{v}, \bar{v}') \wedge Q(\bar{v}') \quad \text{כאשר}$$



| Q' | Q |
|--|------------------------|
| $\{1, 2, 3, 4, 6\}$ | $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ |
| $\{1, 2, 3, 4, 6\} \cap \{1, 2, 3\} = \{1, 2, 3\}$ | $\{1, 2, 3, 4, 6\}$ |
| $\{1, 2, 3\} \cap \{1, 2, 3\} = \{1, 2, 3\}$ | $\{1, 2, 3\}$ |

אופטימיזציות בבדיקת מודל סימבולית עם BDD

נניח שנתון לנו המודל הבא:

var $x, y_1, y_2, y_3 \dots$: *boolean*;

Assign

$$\text{init}(x) = 0;$$

$$\text{init}(y_1) = 0;$$

$$\text{next}(x) = y_1 \vee \neg y_2$$

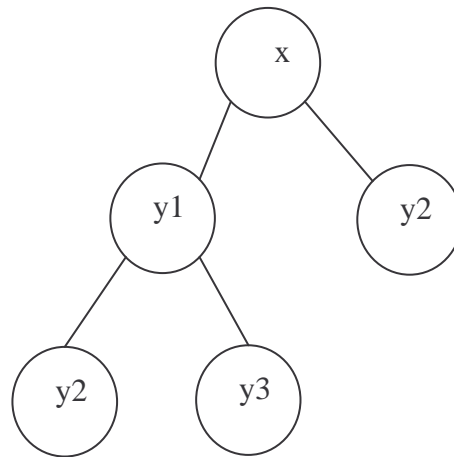
$$\text{next}(y_1) = \neg y_2 \vee y_3$$

$$\text{next}(t) = x \vee y_2$$

ורוצים לבדוק האם $\text{rule AG}(x=1)$

נגדיר $\text{support set}(x)$ - קבוצת המשתנים ש x מושפע בהם.

$$\text{support set}(\text{AG}(x)) = \{x\}$$



המבנה הזה נקרא "קונוס ההשפעה" - Cone of influence

לפעמים יש משתנים שנראים כאילו הם נמצאים בקונוס ההשפעה, אף על פי שאין צורך בהם:

$$next(x) = y_1 \vee \neg y_1$$

$$next(y_1) = y_2$$

נראה כאילו x מושפע מ y_1, y_2 אף על פי שהוא לא מושפע מהם בכלל.

חישוב חרוט (קונוס) ההשפעה:

$$cone = \phi$$

$$cone' = vars(rule)$$

$$while (cone \neq cone')$$

{

$$cone \leftarrow cone'$$

$$cone' \leftarrow cone \cup support-set(v_i \mid v_i \in cone)$$

}

בדוגמה הקודמת: $AG(x)$

| $cone$ | $cone'$ |
|------------------------|---|
| ϕ | $\{x\}$ |
| $\{x\}$ | $\{x\} \cup \{y_1, y_2\}$ |
| $\{x, y_1, y_2\}$ | $\{x, y_1, y_2\} \cup \{y_1, y_2, y_3\}$ |
| $\{x, y_1, y_2, y_3\}$ | $\{x, y_1, y_2, y_3\} \cup \{x, y_1, y_2, y_3\} = \{x, y_1, y_2, y_3\}$ |

אופטימיזציה שנייה: "פעפוע קבועים" Constant propagation

$$init(y) = 1;$$

$$next(y) = 1;$$

$$next(t) = t \vee y$$

$$next(x) = t \vee y_1$$

נתון המבנה:

ורוצים לבדוק את הנוסחה: $AG(x = 1)$

אפשר לפעפע את הקבוע 1 מ y אל t ומשם אל x .