אלגוריתם סימבולי למציאת כלל המצבים הישיגים מקבוצת מצבים $P(\overline{v})$:

reaechable ($P(\overline{v})$)

{

$new \leftarrow P$

$reach \leftarrow P$

while $(new \neq \phi)$ (זאת אומרת שהעץ מכיל רק 0 בלי שום צמתים)

{

$reach \leftarrow reach \vee new$

$new(\overline{v}') \leftarrow \exists \overline{v}\left[R(\overline{v},v') \wedge new(\overline{v})\right]$

$new \leftarrow new \wedge \neg reach$

}

}

(אם היינו רוצים את כל המצבים הישיגים של המודל, היינו שמים ב P את כל המצבים ההתחלתיים ורק אותם)

דוגמה:

נתון גרף G

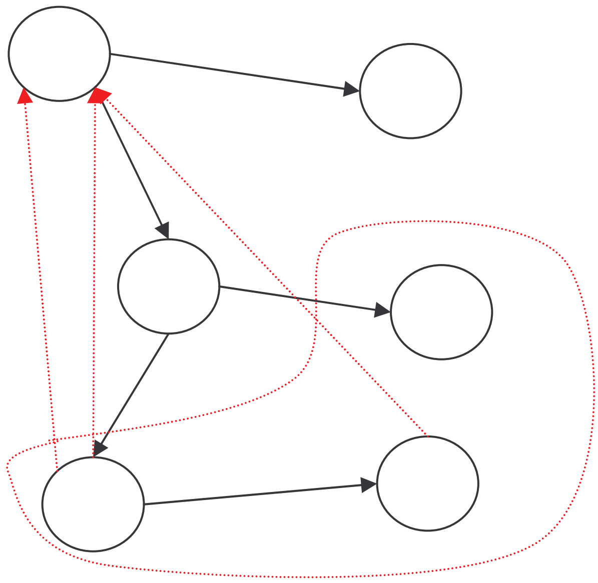
נתון BDD $R(v_0,\ldots,v_n,v_0',\ldots,v_n')$ מעל המשתנים $v_0,\ldots,v_n,v_0',\ldots,v_n'$ שמייצג את רלצית המעברים בגרף G.

נתון BDD $S(v_0,\ldots,v_n)$ המייצג תת קבוצה S של צמתי הגרף.

לגרף התון מוסיפים קשת מכל צומת ב S למצב ההתחלתי של הגרף שמיוצג ע"י $\overline{v}=0,\ldots,0$ (n אפסים).

כתבו ביטוי שיתאר את ה BDD שמייצג את רלצית המעברים בגרף החדש.

דוגמה לגרף כזה:



$$R'(v_0,\ldots,v_n,v_0',\ldots,v_n') = R(\overline{v},\overline{v}') \vee h(\overline{v},\overline{v}')$$

$$h(\overline{v},\overline{v}') = S(\overline{v}) \wedge (\neg v_0' \wedge \neg v_1',\ldots,\neg v_n')$$

(הווקטור $\left(\neg v_0 ' \wedge \neg v_1 ',\dots,\neg v_n '\right)$ הוא הצומת ההתחלתי)

שאלה:

נתון BDD, $R\left(\bar{v},\bar{v}'\right)$ שמתאר קשתות בגרף כלשהו.

א. רשמו נוסחה עבור קבוצת הקשתות הדו כיווניות בגרף.

פתרון: $H\left(\bar{v},\bar{v}'\right)=R\left(\bar{v},\bar{v}'\right)\wedge R\left(\bar{v}',\bar{v}\right)$

ב. רשמו נוסחה עבור אוסף זוגות הצמתים $\left(\bar{v},\bar{v}'\right)$ שיש ביניהם מסלול באורך 2:

פתרון: $H\left(\bar{v},\bar{v}'\right)=\exists\bar{v}''\left[R\left(\bar{v},\bar{v}''\right)\wedge R\left(\bar{v}'',\bar{v}'\right)\right]$

ג. רשמו נוסחה שתקבל ערך TRUE אם ורק אם הגרף מלא (בין כל שני צמתים יש קשת).

פתרון: $H=\forall\bar{v}\forall\bar{v}'\left[\left(S\left(\bar{v}\right)\wedge S\left(\bar{v}'\right)\right)\rightarrow R\left(\bar{v},\bar{v}'\right)\right]$

(לכל זוג צמתים - אם הם בגרף, אז יש ביניהם קשת)

זוהי נוסחה על הגרף, ולא על זוגות של משתנים. לכן לא יהיו משתנים חופשיים.

<u>Bounded Model Checking</u>

כדי להקל על עבודת החישוב, חוסמים את תחום הבדיקה לאורך מסויים.

כדי לסתור שכל המצבים עד למרחק k מקיימים את הנוסחה p, נשתמש בנוסחה:

בדיוק k: $SAT\left(I\left(\bar{v}_0\right)\wedge R\left(\bar{v}_0,\bar{v}_1\right)\wedge R\left(\bar{v}_1,\bar{v}_2\right)\wedge\dots\wedge R\left(\bar{v}_{k-1},\bar{v}_k\right)\wedge\neg p\left(\bar{v}_k\right)\right)$

עד k: $SAT\left(I\left(\bar{v}_0\right)\wedge R\left(\bar{v}_0,\bar{v}_1\right)\wedge R\left(\bar{v}_1,\bar{v}_2\right)\wedge\dots\wedge R\left(\bar{v}_{k-1},\bar{v}_k\right)\wedge\left(\vee_{i=0}^{k}\neg p\left(\bar{v}_i\right)\right)\right)$