Математические методы верификации схем и программ

Лекторы:

Захаров Владимир Анатольевич

Подымов Владислав Васильевич

e-mail рассказчика:

valdus@yandex.ru

Осень 2017

Семинар 3

Справедливость

CTL

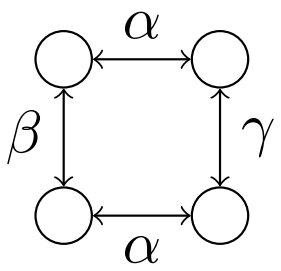
Табличный алгоритм для CTL

BDD

Символьный алгоритм для CTL

Упражнение 1

Какие пути приведённой ниже модели M **не** входят в множество $Tr(M, Fair)$ для ограничений справедливости $Fair = (WeakFair, StrongFair)$?

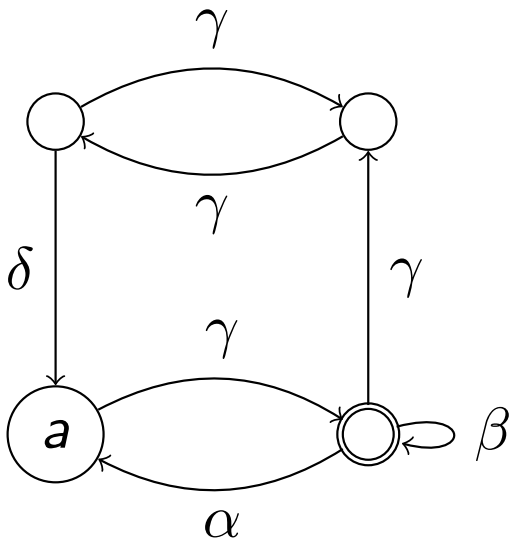


1. $WeakFair = \emptyset$, $StrongFair = \emptyset$;
2. $WeakFair = \{\alpha\}$, $StrongFair = \emptyset$;
3. $WeakFair = \{\alpha, \beta\}$, $StrongFair = \emptyset$;
4. $WeakFair = \{\alpha\}$, $StrongFair = \{\beta\}$;
5. $WeakFair = \emptyset$, $StrongFair = \{\alpha, \beta\}$;
6. $WeakFair = \emptyset$, $StrongFair = \{\alpha, \beta, \gamma\}$;

Упражнение 2

Описать всевозможные условия справедливости $Fair = (WeakFair, StrongFair)$, для которых будет верно соотношение $M, Fair \models \mathbf{AGF}a$

M:



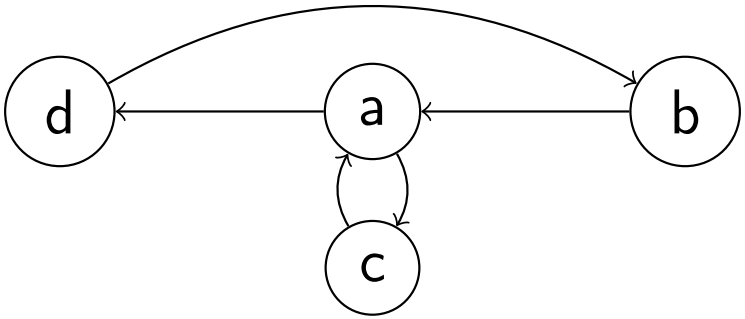
Упражнение 3

Записать CTL-формулу, адекватно формализующую следующее высказывание:

1. Если постоянно запрашивать вход в критическую секцию, то когда-нибудь доступ в неё будет получен
2. Между приёмом и обработкой сообщения оно никогда не удаляется
3. Когда компьютер запущен, всегда есть возможность его выключить
4. Если компьютер сломался, то это навсегда
5. Если когда-нибудь я захочу всё бросить, то всегда смогу это сделать на следующий день
6. Если когда-нибудь обнаружится, что я не сдал сессию, то меня обязательно вышвырнут на следующий день

Упражнение 4

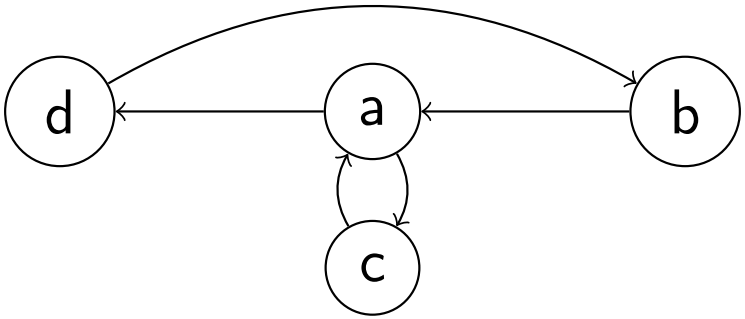
В каких состояниях приведённой ниже модели выполняется заданная CTL-формула?



1. $\mathbf{AGAF}a$
2. $\mathbf{EF}b$
3. $\mathbf{AF}b$
4. $\mathbf{EG}b$
5. $\mathbf{EG}\neg b$

Упражнение 4

В каких состояниях приведённой ниже модели выполняется заданная CTL-формула?



1. $\mathbf{EX}d$
2. $\mathbf{AX}d$
3. $\mathbf{E}(c\mathbf{U}\neg c)$
4. $\mathbf{A}(\neg c\mathbf{UEF}c)$
5. $\mathbf{A}(b\mathbf{UA}(a\mathbf{U}d))$

Упражнение 5

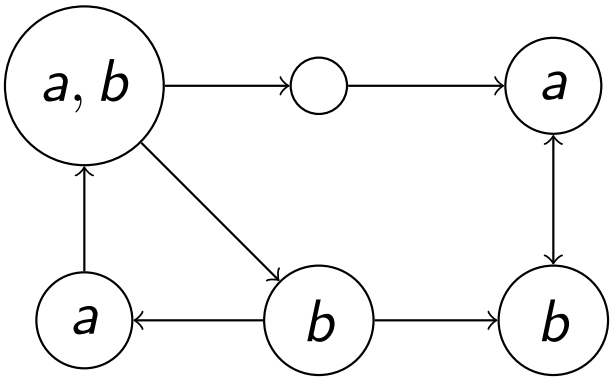
Верно ли, что для любой модели Крипке M и любого состояния s этой модели верно следующее утверждение:

$$\text{если } M, s \models \varphi, \text{ то } M, s \models \psi \quad ?$$

1. $\varphi = \mathbf{AFAG}p$, $\psi = \mathbf{AFG}p$
2. $\varphi = \mathbf{AFG}p$, $\psi = \mathbf{AFAG}p$
3. $\varphi = \mathbf{AFEG}p$, $\psi = \mathbf{AFG}p$
4. $\varphi = \mathbf{AFG}p$, $\psi = \mathbf{AFEG}p$
5. $\varphi = \mathbf{AGAF}p$, $\psi = \mathbf{AGF}p$
6. $\varphi = \mathbf{AGF}p$, $\psi = \mathbf{AGAF}p$
7. $\varphi = \mathbf{AGEF}p$, $\psi = \mathbf{AGF}p$
8. $\varphi = \mathbf{AGF}p$, $\psi = \mathbf{AGEF}p$

Упражнение 6

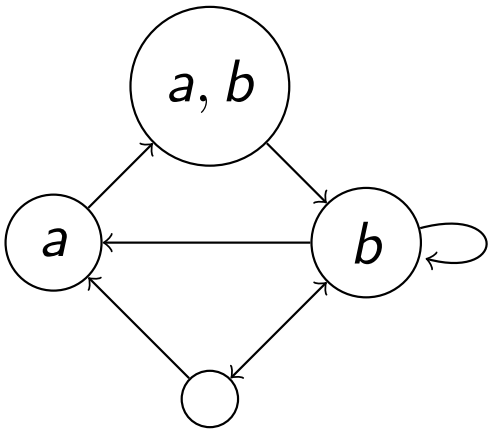
Применив табличный алгоритм, вычислить множество состояний заданной модели Крипке, в которых выполнена заданная CTL-формула



Формула: $\mathbf{AG}(a \vee b)$

Упражнение 6

Применив табличный алгоритм, вычислить множество состояний заданной модели Крипке, в которых выполнена заданная CTL-формула

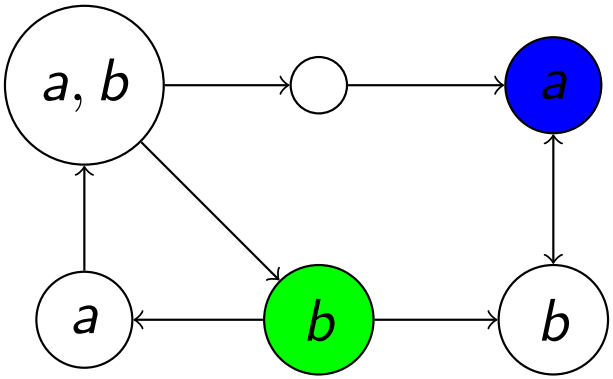


Формула:

1. $\mathbf{EGEXAX}b$
2. $\mathbf{A}(\mathbf{EXAX}b\mathbf{U}a)$

Упражнение 7

Применив табличный алгоритм, вычислить множество состояний заданной **справедливой** модели Крипке, в которых выполнена заданная CTL-формула



Формула:

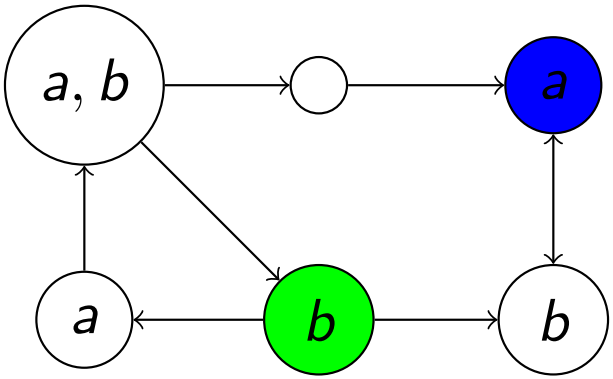
- $\mathbf{AGAF}(a \,\&\, b)$
- $\mathbf{AFAG}(a \to \mathbf{AX}\neg a)$

Ограничения справедливости:

- $\emptyset$

Упражнение 7

Применив табличный алгоритм, вычислить множество состояний заданной **справедливой** модели Крипке, в которых выполнена заданная CTL-формула



Формула:

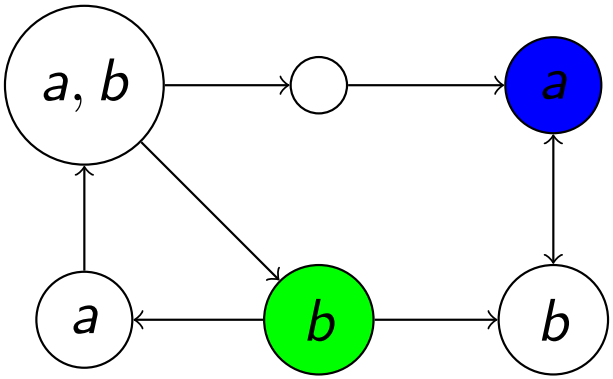
- $\mathbf{AGAF}(a \,\&\, b)$
- $\mathbf{AFAG}(a \to \mathbf{AX}\neg a)$

Ограничения справедливости:

- $\{\{$ $\}\}$
- $\{\{$ $\}\}$

Упражнение 7

Применив табличный алгоритм, вычислить множество состояний заданной **справедливой** модели Крипке, в которых выполнена заданная CTL-формула



Формула:

- $\mathbf{AGAF}(a \,\&\, b)$
- $\mathbf{AFAG}(a \to \mathbf{AX}\neg a)$

Ограничения справедливости:

- $\{\{$●, ●$\}\}$
- $\{\{$●$\}, \{$●$\}\}$

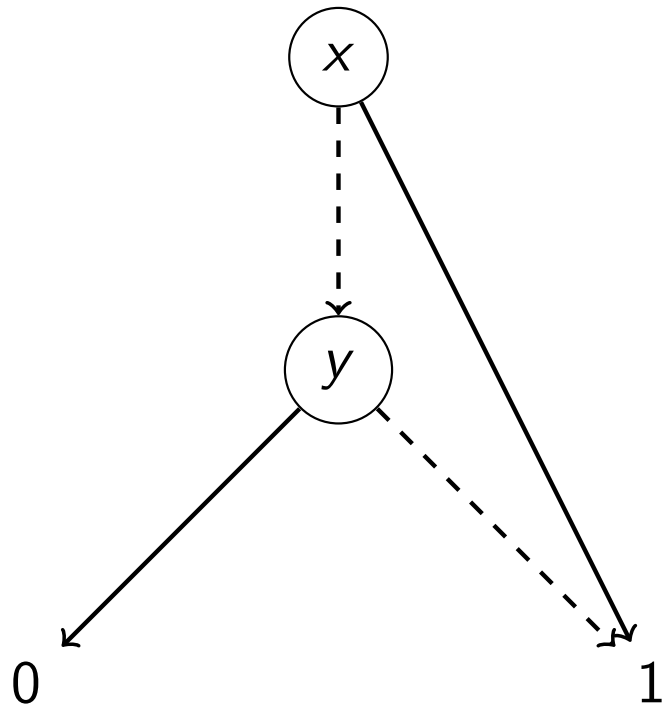
Упражнение 8

Построить ROBDD для заданного порядка переменных, реализующую ту же функцию, что и заданная формула

1. $x \to y$ для порядков $x < y$ и $y < x$
2. $x \,\&\, y \vee x \,\&\, z \vee y \,\&\, z$ для порядка $x < y < z$
3. $x \,\&(y \oplus z) \vee \neg x \,\&(\neg y \oplus \neg z)$ для порядка $x < y < z$
4. $(x \to y) \oplus ((y \to \neg z) \to x \,\&\, y)$ для порядков $x < y < z$ и $z < y < x$
5. $x \,\&\, x' \vee y \,\&\, y' \vee z \,\&\, z'$ для порядков $x < y < z < x' < y' < z'$ и $x < x' < y < y' < z < z'$

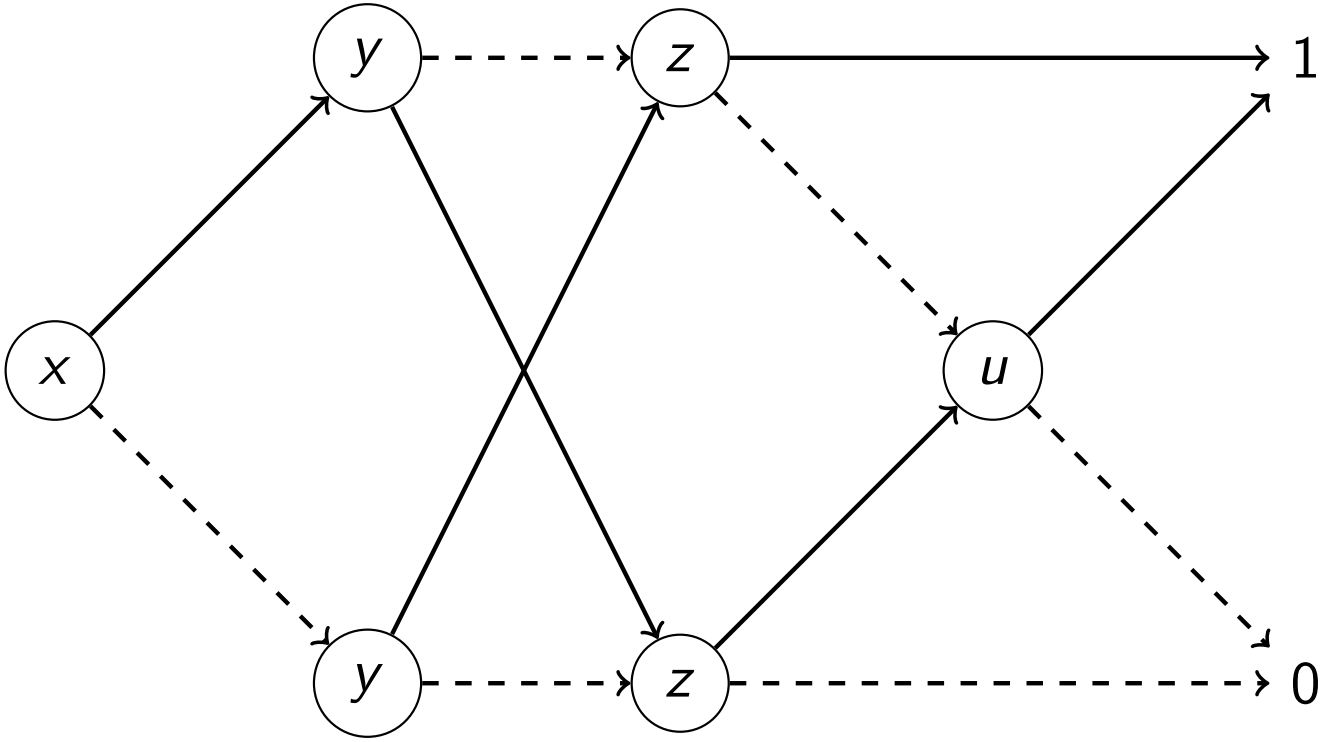
Упражнение 9

Записать дизъюнктивную нормальную форму, реализующую ту же функцию, что и заданная ROBDD



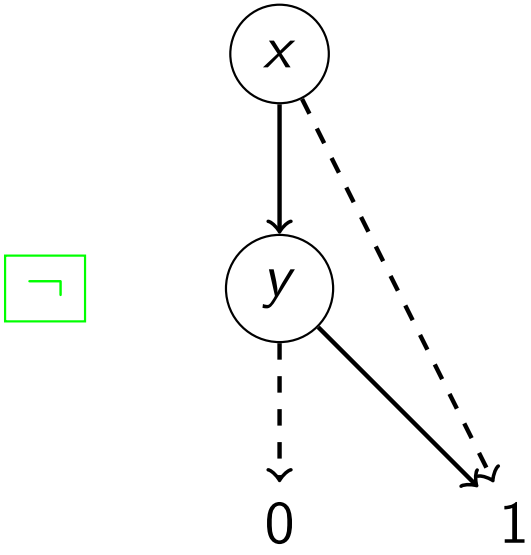
Упражнение 9

Записать дизъюнктивную нормальную форму, реализующую ту же функцию, что и заданная ROBDD



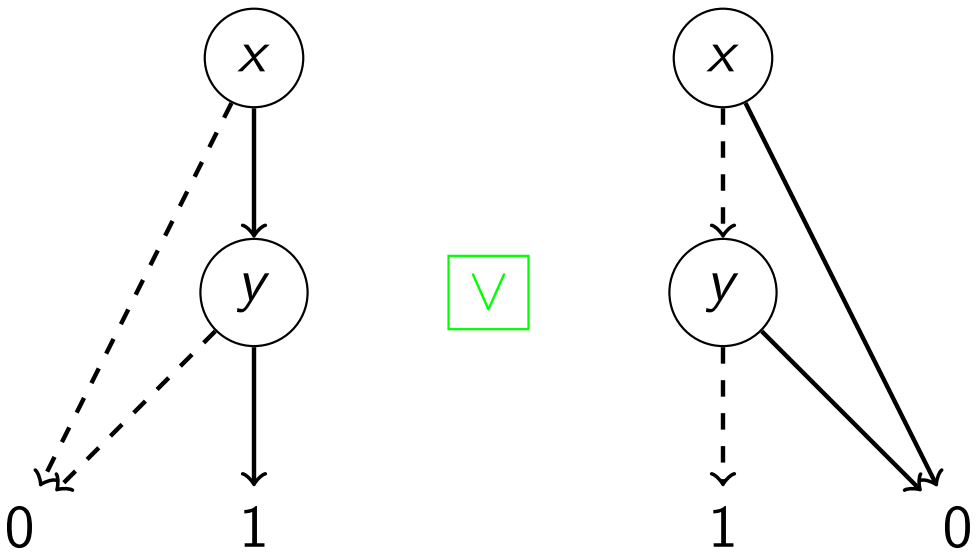
Упражнение 10

Применить операцию к одной или двум ROBDD:



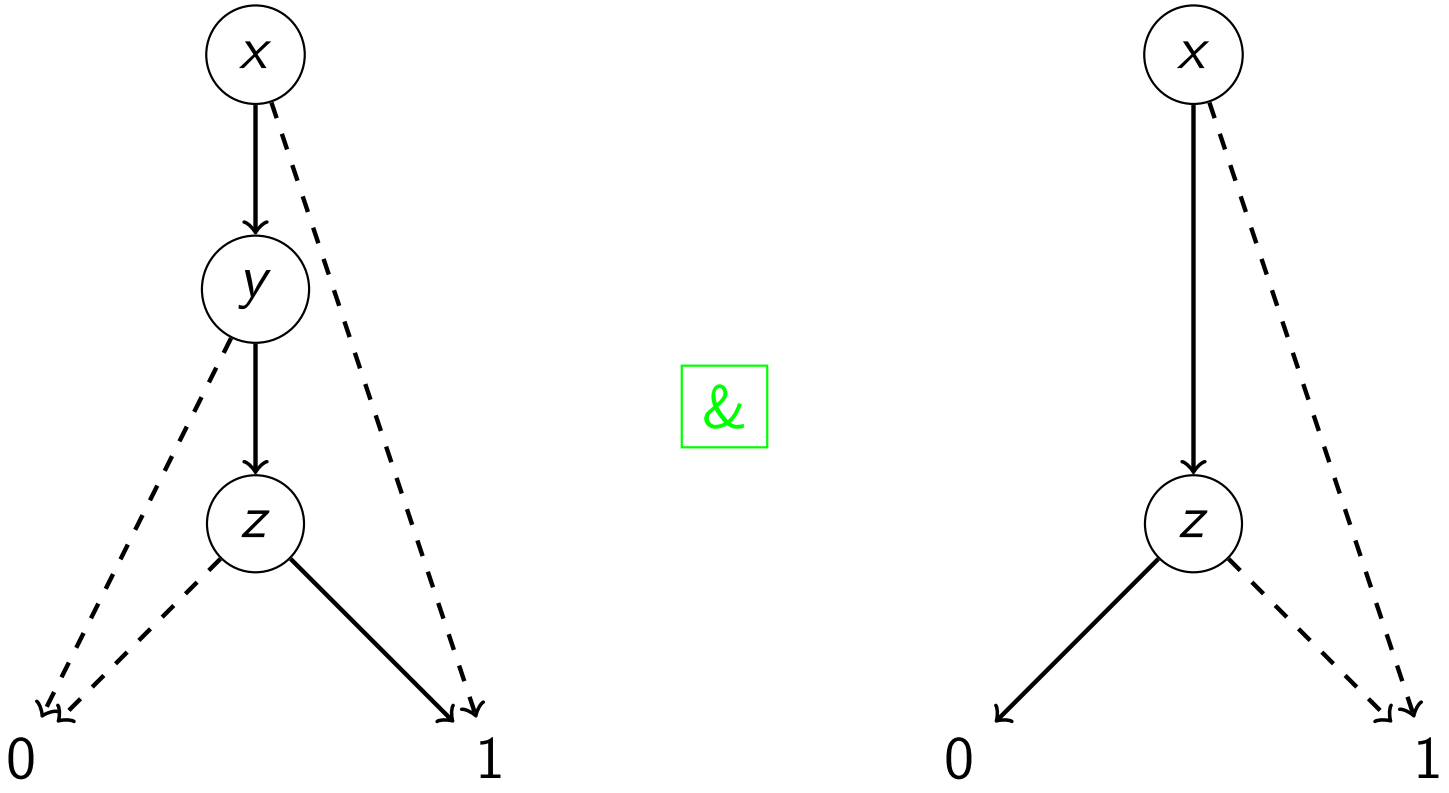
Упражнение 10

Применить операцию к одной или двум ROBDD:



Упражнение 10

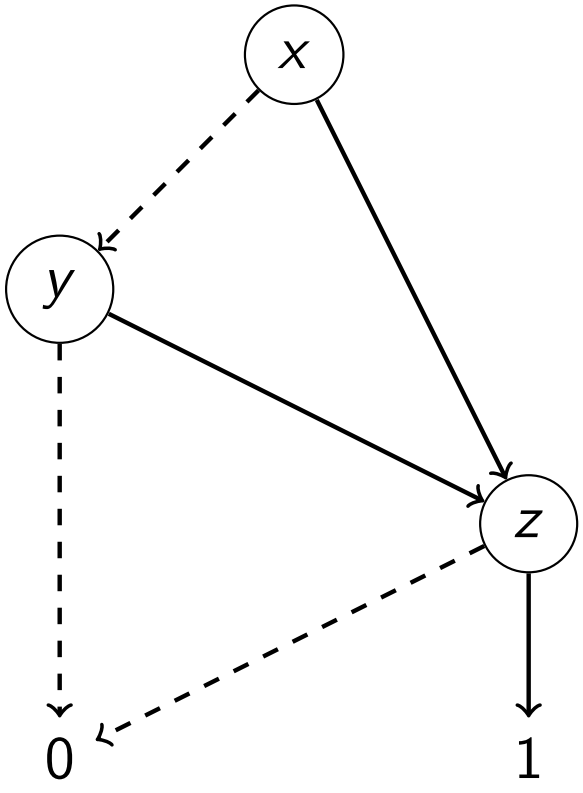
Применить операцию к одной или двум ROBDD:



Упражнение 10

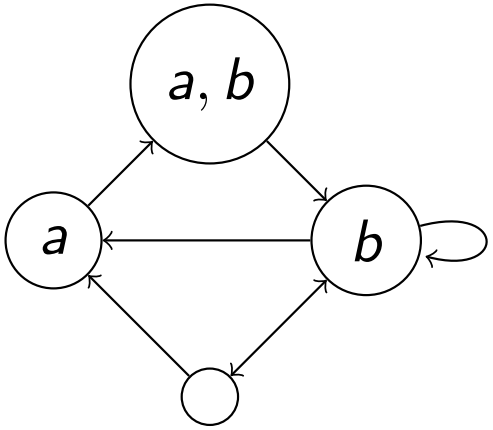
Применить операцию к одной или двум ROBDD:

$\boxed{y \leftarrow 1}$



Упражнение 11

1. Записать булевы формулы, кодирующие отношение переходов и разметку операторов заданной модели Крипке
2. Применив символьный алгоритм, вычислить множество состояний модели, в которых выполнена заданная формула



Формула:

1. $\mathbf{EGEXAX}b$
2. $\mathbf{A}(\mathbf{EXAX}b\mathbf{U}a)$

Домашнее задание

(*необязательное*)

Смотрите на странице курса