

Математические методы верификации схем и программ

Лекторы:

Захаров Владимир Анатольевич

Подымов Владислав Васильевич

е-mail рассказчика:

valdus@yandex.ru

Осень 2018

Справедливость

CTL

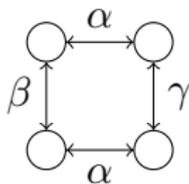
Табличный алгоритм для CTL

BDD

Символьный алгоритм для CTL

Упражнение 1

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

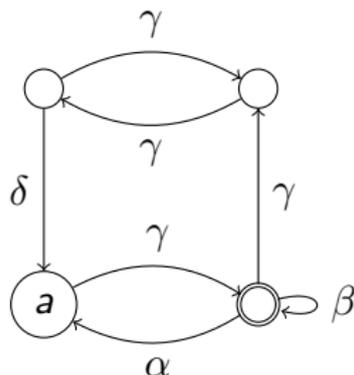


1. $WeakFair = \emptyset$, $StrongFair = \emptyset$;
2. $WeakFair = \{\alpha\}$, $StrongFair = \emptyset$;
3. $WeakFair = \{\alpha, \beta\}$, $StrongFair = \emptyset$;
4. $WeakFair = \{\alpha\}$, $StrongFair = \{\beta\}$;
5. $WeakFair = \emptyset$, $StrongFair = \{\alpha, \beta\}$;
6. $WeakFair = \emptyset$,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

Упражнение 2

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

M :



Упражнение 3

Записать CTL-формулу, адекватно формализующую следующее высказывание:

1. Как бы компьютер ни работал, если он включен, то есть возможность его выключить
on — событие “компьютер включен”
2. Если когда-нибудь я захочу всё бросить, то всегда смогу это сделать на следующий день
want — событие “хочу всё бросить”
do — событие “всё бросаю”
3. Если когда-нибудь обнаружится, что я не сдал сессию, то меня обязательно вышвырнут на следующий день
failed — событие “обнаружилось, что я не сдал сессию”
expelled — событие “меня вышвырнули”

Упражнение 3

Записать CTL-формулу, адекватно формализующую следующее высказывание:

4. Всякий полученный запрос рано или поздно будет обработан

got — событие “запрос получен”

done — событие “запрос обработан”

5. Система может достичь ситуации, в которой процесс P занимает ресурс r и больше не освобождает

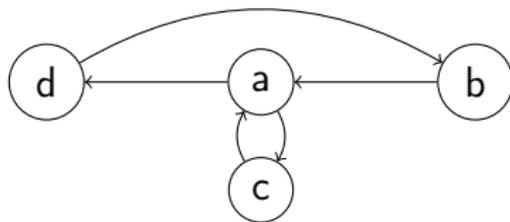
busy — событие “процесс P занимает ресурс r ”

6. Если компьютер сломался, то это навсегда

broken — событие “компьютер сломан”

Упражнение 4

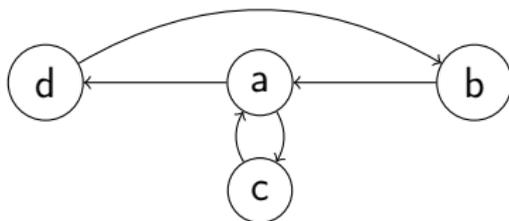
В каких состояниях приведённой ниже модели выполняется заданная CTL-формула?



1. **EX***d*
2. **AX***d*
3. **EF***b*
4. **AF***b*
5. **EG***b*
6. **EG** $\neg b$

Упражнение 4

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



1. **AGAF_a**
2. **E(cU¬c)**
3. **A(¬cUEFc)**
4. **A(bUA(aUd))**

Упражнение 5

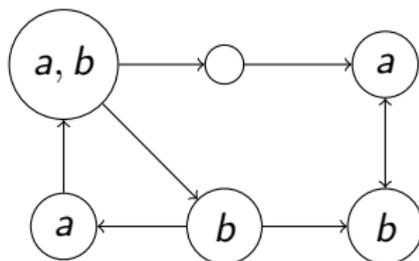
Верно ли, что для любой модели Крипке M и любого состояния s этой модели верно следующее утверждение:

если $M, s \models \varphi$, то $M, s \models \psi$?

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

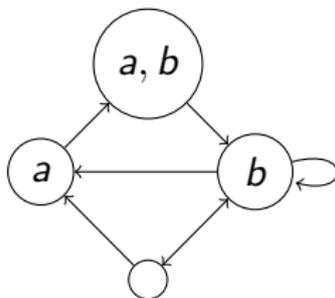
Применив табличный алгоритм, вычислить множество состояний заданной модели Крипке, в которых выполнена заданная CTL-формула



Формула: **AG**($a \vee b$)

Упражнение 6

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

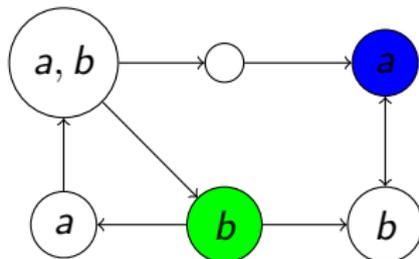


Формула:

1. $EGEXAXb$
2. $A(EXAXbUA)$

Упражнение 7

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



Формула:

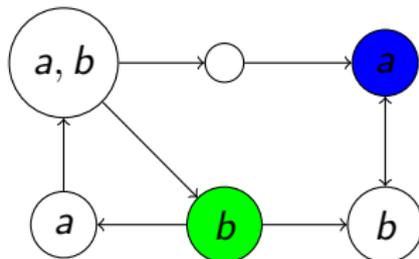
- ▶ **AGAF**($a \& b$)
- ▶ **AFAG**($a \rightarrow \mathbf{AX}\neg a$)

Ограничения справедливости:

- ▶ \emptyset

Упражнение 7

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



Формула:

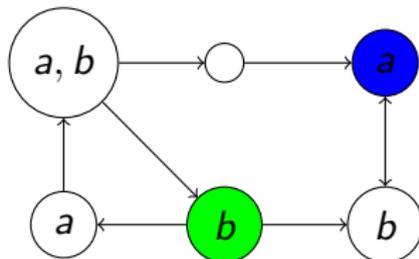
- ▶ **AGAF**($a \& b$)
- ▶ **AFAG**($a \rightarrow \mathbf{AX} \neg a$)

Ограничения справедливости:

- ▶ $\{\{\bullet\}\}$
- ▶ $\{\{\bullet\}\}$

Упражнение 7

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



Формула:

- ▶ **AGAF**($a \& b$)
- ▶ **AFAG**($a \rightarrow \mathbf{AX} \neg a$)

Ограничения справедливости:

- ▶ $\{\{\bullet, \bullet\}\}$
- ▶ $\{\{\bullet\}, \{\bullet\}\}$

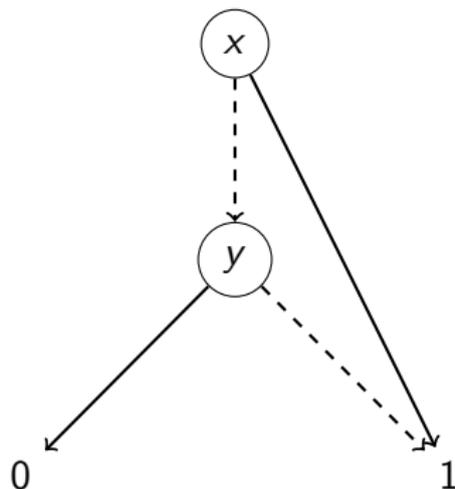
Упражнение 8

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

1. $x \rightarrow y$ 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. $(x \rightarrow y) \oplus ((y \rightarrow \neg z) \rightarrow x \& y)$ 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 $x < x' < y < y' < z < z'$

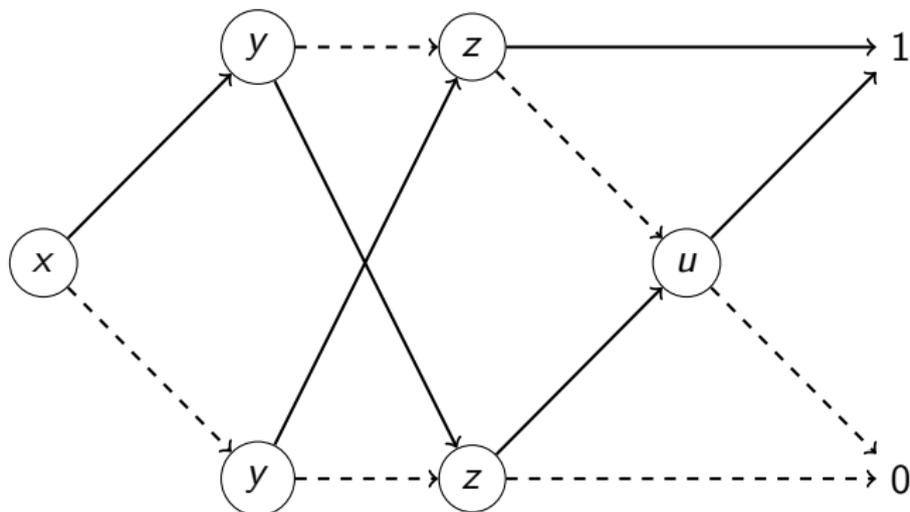
Упражнение 9

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



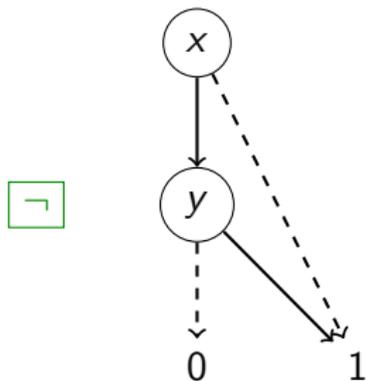
Упражнение 9

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



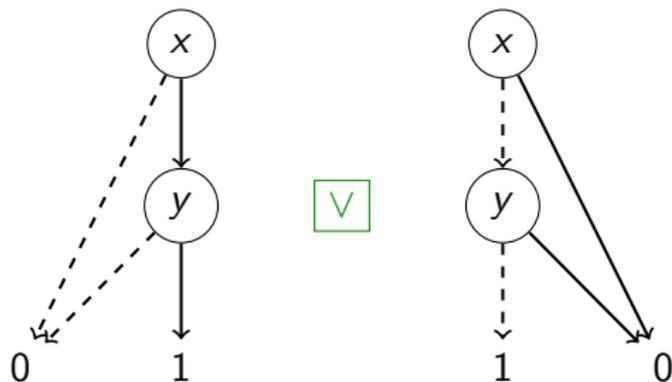
Упражнение 10

Применить операцию к одной или двум ROBDD:



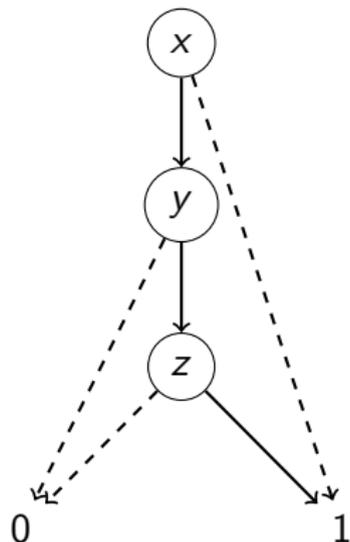
Упражнение 10

Применить операцию к одной или двум ROBDD:

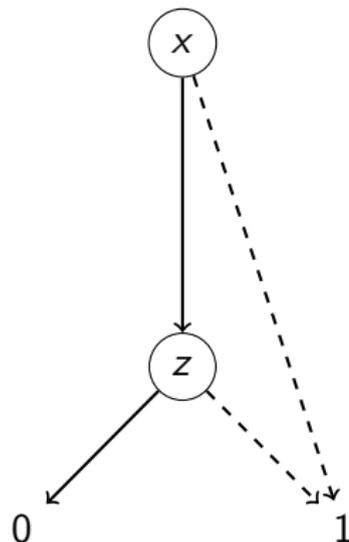


Упражнение 10

Применить операцию к одной или двум ROBDD:



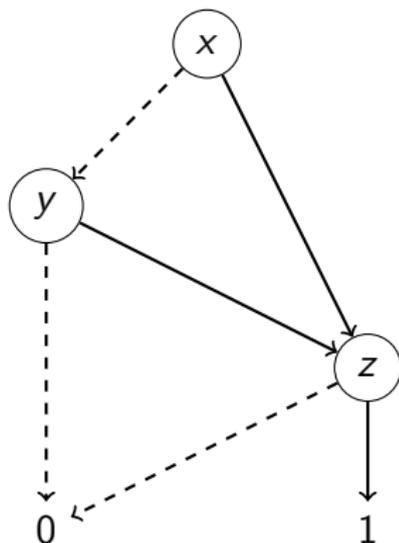
$\&$



Упражнение 10

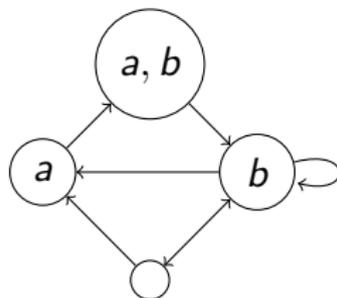
Применить операцию к одной или двум ROBDD:

$$y \leftarrow 1$$



Упражнение 11

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



Формула:

1. **EGEXAXb**
2. **A(EXAXbUA)**