

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ О ЗАДАЧЕ ВЫПОЛНИМОСТИ  
БУЛЕВОЙ ФОРМУЛЫ

В. С. БУТОМА, А. М. БУТОМА

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНФОРМАТИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Минск, Могилев, Беларусь

Задача выполнимости булевой формулы (SAT) является одной из самых важных алгоритмических задач теории вычислительной сложности. Формула  $F$  – синтаксически верный набор переменных и коннекторов. Каждая переменная может принимать значение либо «ложь», либо «истина». Коннекторы определены стандартно:

–  $x$  and  $y$  истинно тогда и только тогда, когда  $x$  истинно и  $y$  истинно (классический «И»);

–  $x$  or  $y$  истинно тогда и только тогда, когда, по крайней мере, одна из переменных  $x$  и  $y$  истинна (классический «ИЛИ»);

–  $\neg x$  истинно тогда и только тогда, когда  $x$  ложно (классическое отрицание);

–  $x \rightarrow y$  ложно тогда и только тогда, когда  $x$  истинно, а  $y$  ложно.

Любая пропозиционная формула  $F$  может быть приведена к виду КНФ (конъюнктивная нормальная форма) т. е. быть представлена в виде:

$$F' = c_1 \text{ and } c_2 \text{ and } \dots \text{ and } c_n,$$

где  $c_i$  – это  $(x \text{ or } y \text{ or } z)$ , а  $x, y, z$  – это переменные или их отрицания.

Говорят, что формула  $F$  выполнима (SAT) тогда и только тогда, когда её переменным можно назначить значения «истина» или «ложь», таким образом, что  $F$  истинна.

Задача выполнимости булевой формулы относится к классу NP. Она имеет место в применении в таких областях, как авто диагностика, управление полетами в космос, военная логистика, многоагентные системы. Если у нас есть эффективное решение SAT, то возможно очень быстрое решение данных задач.

В результате выполнения работы было предложено несколько вариантов алгоритмов для решения задачи выполнимости булевой формулы. Все предложенные нетривиальные алгоритмы превзошли в результатах по времени алгоритм полного перебора. Это обуславливается тем, что

перебирались не все возможные варианты, т.к. на каждой операции проводились дополнительные проверки на невыполнимость данной формулы на текущем шаге. Была представлена эвристика, которая собирает в себя все представленные алгоритмы. Каждый алгоритм запускался в отдельном потоке, а когда какая-то эвристика давала точный ответ, все алгоритмы об этом узнавали и благополучно завершали свою работу. Та или иная эвристика хороша на КНФ с определенными начальными свойствами. Например, одна из эвристик очень хорошо справляется с видом КНФ, когда конфликтная переменная находится в большом количестве дизъюнктов или дизъюнктах большой длины, но очень медленно работает на тестах, когда конфликтная переменная будет находиться в коротком дизъюнкте. Однако любая другая эвристика (максимизацией функции или урезанием переменной) справится с таким тестом довольно-таки быстро. Последние два алгоритма специально разрабатывались для борьбы с этим случаем, когда была замечена слабость жадной эвристики на таких вариантах КНФ.

Комплексная эвристика показала себя довольно быстрой, и на некоторых очень больших тестах оказалась на порядок эффективнее, чем многие популярные солверы.