МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИНСТИТУТ ОПТИКИ АТМОСФЕРЫ СО РАН им. В.Е. ЗУЕВА

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИССЛЕДОВАНИИ СЛОЖНЫХ СТРУКТУР

МАТЕРИАЛЫ
ДВЕНАДЦАТОЙ КОНФЕРЕНЦИИ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
4–8 июня 2018 г.

Мероприятие проведено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 18-07-20033)

Томск
Издательский Дом Томского государственного университета
2018

О ТРЕХ ЭВРИСТИКАХ ИСКЛЮЧЕНИЯ НЕОДНОЗНАЧНОСТИ ПРИ ДООПРЕДЕЛЕНИИ БУЛЕВЫХ ФУНКЦИЙ*

М.Л. Громов, Н.А. Шаляпина

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия
nat.shalyapina@gmail.com, maxim.leo.gromov@gmail.com

Алгоритм работы дискретных устройств описывается системами булевых функций. В реальных задачах некоторые комбинации аргументов могут отсутствовать в области определения функции. В таких случаях логика функционирования будет описываться системами частичных булевых функций. При решении некоторого класса задач, например, прогнозирования/предсказания с использованием логических схем, как это предложено в работах [1–2], подобного описания оказывается недостаточно и возникает задача доопределения значений функций на отсутствующих наборах значений аргументов.

Для построения множества интервалов, покрывающих недоопределенную область (множество векторов, на которых функция не определена), использовалось программное обеспечение для синтеза и верификации логических схем – ABC [3]. Особенностью этого инструмента является то, что при формировании множества интервалов, некоторые из них могут пересекаться, что в дальнейшем может привести к неоднозначному результату. Пусть есть два пересекающихся интервала i_1 и i_2. Если мы назначим всем векторам интервала i_1 оценку (значение функции) a, а всем векторам интервала i_2 отличную от a оценку b, то получится, что общим для i_1 и i_2 векторам мы назначили различные значения функции, что является ошибкой.

В данной работе мы предлагаем три эвристических подхода исключения неоднозначности. Все три подхода опираются на проверку пересечения булевых интервалов, задающих множество векторов, на которых исходная функция не определена.

Идея первого подхода состоит в разбиении интервалов на непересекающиеся части. Пусть есть два пересекающихся интервала i_1 и i_2. Разобьём один из этих интервалов (для определённости i_1) на такие части, чтобы, во-первых, получившиеся части не пересекались ни между собой, ни с интервалом i_2, а во-вторых, чтобы объединение этих частей с i_2 давало то же множество векторов, что и объединение интервалов i_1 и i_2. Сделать это можно, например, следующим образом. Найдём пересечение i_1 и i_2. В результате получится некоторый интервал. Вычтем его из интервала i_1. Остаток вновь представим в виде интервалов. Недостатком этого метода является высокая трудоёмкость: мало того, что операция разбиения интервала на части занимает много времени, так она ещё и не гарантирует, что полученные части не будут пересекаться с каким-нибудь ещё интервалом, а это означает, что операцию, скорее всего, придётся повторить.

Во втором подходе мы предлагаем рассматривать интервалы как вершины некоторого неориентированного графа. Две вершины этого графа соединены ребром, если соответствующие два интервала пересекаются. Каждая компонента связности такого графа представляет собой множество пересекающихся интервалов, на которых значение функции будем задавать одинаковым, что позволит избежать неоднозначности. Чтобы избежать накладных расходов по памяти и времени, нами был предложен алгоритм нахождения компонент связности этого графа без явного построения матрицы смежности. Недостаток этого подхода нами был обнаружен в экспериментах: чаще всего указанный граф оказывается связным, то есть все вектора попадают в одну компоненту связности и им назначается одно и то же значение функции, что неудобно.

Третий подход в некотором смысле противоположен второму. Найдём такое подмножество интервалов, что никакая пара интервалов из него не пересекается. Тогда мы можем безболезненно назначить любые значения функции на каждом из этих интервалов, это не приведёт к неоднозначности. Добавим к исходной области определения функции это подмножество интервалов вместе с приписанными нами значениями функции. Область определения функции и недоопределённая область изменятся. Построим неоодпределённую область и повторим процедуру. Недостаток этого метода заключается в том, что на каждой итерации приходится заново строить недоопределённую область функции.

Все три подхода были реализованы программно и опробованы на некоторых примерах различного объёма (количество аргументов функции, объём исходной области определения функции). Все три подхода показали приемлемые результаты, однако вопрос, какой же из подходов предпочтительнее, является предметом наших дальнейших исследований.

Литература

1. *Шаляпина Н.А., Евтушенко Т.Г.* Использование систем булевых функций для оценки эффективности обучения студентов // Известия вузов. Физика. 2015. Т. 58, № 11/2. С. 111–114.
2. *Шаляпина Н.А., Евтушенко Т.Г.* Оценка качества обучения иностранному языку на основе самообучающихся моделей // Известия вузов. Физика. 2016. Т. 59, № 8/2. С. 112–114.
3. ABC: A System for Sequential Synthesis and Verification. URL: https://people.eecs.berkeley.edu/~alanmi/abc/ (дата обращения: 11.04.2018).

* Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда, проект № 16-49-03012.