

Рецензия на работу "Синтез программ по спецификациям с множественными вызовами"

Косарев Дмитрий
"ИнтеллиДжей Лабс"

6 июня 2020 г.

В своей работе Мишенев В.С. занимается проблемой синтеза программ, спецификация которых упоминает синтезируемую функцию более одного раза. На выходе получаются программы, использующие ветвления и линейную арифметику. В тексте магистерской диссертации говорится, что синтез по спецификациям с единичным вызовом хорошо исследован, а синтез по спецификациям со множественными вызовами представляет собой гораздо более сложную задачу.

Первая треть работы по содержанию написана вполне хорошо, связанные исследования описаны достаточно подробно и вполне должны быть понятны неискущённому читателю. Далее приводится описание и алгоритм для синтеза по спецификациям с одиночным вызовом, а в следующей главе – с множественным вызовом. Затем говорится, что реализован алгоритм, подключаемый к SMT решателю Z3 (без ссылки на код) и эвристики для алгоритма, которые улучшают производительность. В конце работы проводится сравнение с CVC4 – одним из конкурентов в области синтеза программ – правда без описания тестового стенда.

Если начинать вчитываться в текст работы, то скорее всего у любого читателя очень быстро появится отторжение к тексту и всей области в целом. В работе используется не очень грамотный русский язык, если не сказать отвратительный. По-видимому текст был пропущен через систему проверки орфографии, поэтому я видел всего парочку орфографических опечаток. Но кроме этого текст серьёзно болен несогласующимися падежами и формами слов. Я составил список из 40 пунктов, указанный в конце работы, но после прочтения примерно 80% работы забросил его пополнение. Также текст работы иногда не помещается в отведенную ему область, например, на странице 33 он налезает на номер страницы, а на 7й странице он налезает на поля, а затем вылезает с полей на стол, в результате чего как минимум пол буквы оказываются обрезаны и не видны.

В работе присутствуют некоторое количество "не текста" в виде листингов и поясняющих рисунков. На рисунках 1 и 2 своей работы автор пишет название языка программирования OCaml с неправильным регистром букв, что не стоило делать по очевидным причинам. Вообще, рисунок 2 скорее всего не нужен, он то ли не поясняет ничего, то ли поясняет какие-то очевидные вещи.

Кроме рисунков в тексте присутствуют несколько листингов программ. К сожалению, в отрыве от текста они производят странное впечатление. Не очень понятно, зачем автор переводит на русский язык ключевые слова, например, "если" и "вернуть" — я такого ещё в листингах не видывал. В то же время в листинге 4 почему-то часть слов, например "let c

$$\text{пока } \exists M_x. M_x \models \bigwedge_{\pi \in \text{preconds}} \neg \pi(\bar{x}) \wedge mbr$$

Рис. 1: Очень неаккуратная смесь языка доказательств и формул

and k be fresh variables”, не переведена на русский язык, хотя в других листингах переведена. Также в листингах очень вольно используется математическая нотация (см. Рис. 1 данного текста). Скорее всего Мишенев В.С. не имел в программе обучения курса математической логики в университете, поэтому алгоритмы выглядят так, как они выглядят. Это также может объяснить, почему в описании языка первого порядка в разделе 2.2 не упомянуты кванторы. Хотя с другой стороны, автор этот курс должен был сдавать, так как курс математической логики является обязательным для осмысления того, что происходит в этой работе.

Пояснения в тексте к листингам не вполне добавляют понимания. Некоторые пояснения как будто бы должны пояснять какие-то другие листинги, так как не вполне согласуются с указанными строками. Отдельно отмечу только листинг 2, где приводятся пояснения к 25 строке листинга, в то время как всего там строк 24. В общем и целом пояснения к листингам оставляют желать лучшего, но я думаю, что я догадался, что там происходит.

В работе есть некоторое количество примеров для демонстрации алгоритмов. Они могли бы быть написаны более подробно, и желательно без неожиданно меняющихся методов нумерации и неправильных констант, как в разделе 3.4.

При описании тестирования реализации (ссылку на неё в работе я не нашел, но предположим, что она есть) не указаны параметра тестового стенда. Утверждается, что часть спецификаций создана вручную, а часть взята из соревнования SyGuS-Comp, однако прямых ссылок на спецификации не указано. Утверждается, что экспериментальное исследование проводилось на 50 спецификациях; автор разбивает все спецификации на три группы, но почему-то если просуммировать количество спецификаций в каждой группе, то в сумме получается не 50.

Вообще, при прочтении текста складывается впечатление, что некоторые словосочетания переводились с английского с помощью компьютерных помощников. Например, словосочетание ”синтаксически-управляемый синтез” (Syntax-Guided Synthesis) в русском языке никак не нуждается в дефисе, хотя в английском он присутствует. Похожие проблемы проявляются в последовательностях символов ”контр-пример”, ”сверху-вниз” и ”снизу-вверх”, и возможно, некоторых других. Ещё одним примером перевода может быть ”отображение с конечным числом образов”, хотя в русском математическом языке уже устоялся термин ”конечное отображение”. А ещё вот здесь: ”коэффициенты из M_{coeff} гарантированно вычисляют действительный выходной значение только для конкретных входных параметров” не совсем понятно почему появляется терминология ”действительный” из теории функции комплексной переменной. Возможно Мишенев В.С. не вполне владеет русским математическим языком.

Также в некоторые моменты текста автор запутывает читателя, например, в разделе 2.7 фразой ”В отличие от синтаксически-управляемого синтеза синтаксические ограничения игнорируются, поэтому тело синтезируемой функции f представляется синтаксически в виде термов.”, а в разделе 4.3 фразой ”Случай, когда неизвестных предикатов больше одного или вхождений одного и того же предиката, называется мультиабдукции”.

По ходу чтения были выявлены следующие **неаккуратности**, не связанные с русским языком.

(single-invocation) и множественного вызова (multi-invocation) [23]. Свойством одиночного вызова обладает любая формула вида $Q[x, f(x)]$, полученная заменой y на $f(x)$ в формуле $Q[x, y]$, не содержащей кванторов и f . Иначе говоря, функция f входит всюду в формулу Q с одним

Рис. 2: Определение свойства одиночного вызова

1. На стр.11 рядом с предикатным символом аргументы пишутся в квадратных скобках, хотя до этого квадратные вводились только при определении подстановки. Там же определение (рисунок 2) свойства одиночного вызова дано так, что формула без вызовов тоже обладает свойством одиночного вызова.
2. На стр. 17 смысл предложения загадочен
"В данном методе функция в спецификации одновременно может рассматриваться больше одной синтезируемой функции с одиночным вызовом, поэтому в общем виде \bar{y} — вектор значений функций."
3. На странице 19 использование термина "кванторная элиминация" (предположительно калька с английского) при наличии устоявшегося термина "элиминация кванторов" выглядит по крайней мере странно.
4. На стр. 22 в начале главы 3.1 ссылается на формулу φ , которая непонятно где введена.
5. На стр. 23 говорится, что коэффициенты из M_{coeff} вычисляют "действительный выходной значение". Не совсем понятно, почему здесь используется такая терминология, тут действительно имеются в виду комплексные числа?
6. В формуле 11 не хватает скобки.
7. В листинге 2 (стр. 25):
 - На первой итерации проверяется на тавтологичность конъюнкция индексированных формул, где индекс пробегает пустое множество. Мне не совсем понятна какова процедура проверки на тавтологичность именно такого вида формул.
 - На 9й строке (и некоторых других) автор очень неаккуратно использует синтаксис языка первого порядка, записывая $\exists M_x.M_x$ слева от двойного штопора \models .
 - Очень неаккуратно дописаны комментарии к листингу 2.
8. В примере в конце главы 3 допущены опечатки. В формуле в конце 26й страницы первая 2 должна быть 1, а также нумерация c_i почему-то сбилась с 1-2 на 0-1.
9. В начале четвертой главы автор использует вместо импликации \rightarrow хотя в других местах используется \Rightarrow .
10. Для алгоритма 3 комментарии к 28 строчке не выглядят как комментарии к этой строчке (наверное, где-то испортилась нумерация)

11. На стр. 9 в определении теории первого порядка почему-то нет кванторов.

По ходу чтения работы возникли следующие **вопросы**:

1. Во введении говорится, что пользовательские намерения могут быть выражены в том числе в виде "примеров исполнения" и "частичных программ", а пространство поиска может ограничиваться в том числе "скетчами программ". В чем разница между частичными программами и скетчами?
2. На стр. 18 в доказательстве леммы 2.1 в качестве ограничений, которые являются матрицей, предлагается взять саму формулу φ . Не очень понятно как можно подставлять формулу туда, где ожидается матрица.
3. В примере на 29й странице автор заявляет, что формула $x - 1 = y$ невыполнима, почему – не понятно, при этом перед этим у него формула $x = y + 1$ считается выполнимой.
4. В листинге 2, на первой итерации цикла осуществляется проверка на тавтологичность конъюнкции индексированных формул, где индекс пробегает пустое множество. Как именно проверяется SMT решателем тавтологичность такой формулы?
5. На стр. 23-24 автор вначале приводит пример успешного применения МВР (model-based projections), потом говорит, что МВР не всегда выдает полезные предусловия, а затем в следующем абзаце говорит, что "Таким образом, модельные проекции можно эффективно применять...". Это выглядит как попытка скрыть недостатки МВР. По сему вопрос: пытались ли вы сконструировать примеры, где метод через МВР, показывает плохие результаты, а подход CVC4 показывает, наоборот, хорошие результаты?
6. Эвристика "Предпочтение простых моделей". В ней автор говорит, что имеет смысл рассмотреть сначала простые константы $\{-1, 0, 1\}$. У меня складывается ощущение, что это оптимизация выбрана специально для используемых бенчмарков и не масштабируется на спецификации вообще, в частности из-за этого подход из работы может работать лучше, чем CVC4.

По ходу чтения были выявлены следующие **неаккуратности, связанные с русским языком** и стилистическим оформлением (можно не зачитывать).

1. Стр. 8, "**ато**дополнение кода"
2. Стр. 9, "структура М состоит из **непустого** и попарно не пересекающихся доменов"
3. Стр. 9. "тотальное отображение переменные в соответствующие носители"
4. Стр. 10 "пользовательский намерения"
5. Стр. 10 "Множество всевозможных термов определяют"
6. Стр.11 "они могут намного выразительнее спецификация"
7. Стр.11 "Вот **Б**олее "
8. Стр. 11 "в синтезе функциональных программ, синтез функций внешних вызовов для символического исполнения"

9. Стр. 12 В конце 1го абзаца раздела 2.4 нет точки
10. Стр. 12 Сокращение SyGuS не введено
11. Стр. 12 В предложении "Этап верификации осуществляется с помощью оракула обычного"
12. Стр. 12 "этап обучения, на котором предлагается программа кандидата Р "
13. Стр. 13 " оракул возвращает, не только да или нет, но и ещё и контр-примером"
14. Стр 13. "Ключевая идея является структуризация "
15. "сверху-вниз и снизу-вверх" орфография
16. " пропускаются выражения, которые эквивалентные в семантическом смысле уже "
17. "большого" → "большого"
18. "исходную формальную грамматику разделить на две: грамматику для предикатов и грамматики для термов"
19. Стр. 14 в названии "SMT-Lib" регистр букв отличается от нужного, причем на разных страницах работы отличается по-разному.
20. Стр. 15 "В зависимости от версии Synth-Lib формата меняются наборы команды и предъявляемые требования к ним"
21. Стр. 15 "игнорируются"
22. Стр. 16 "новых нульместный функциональных символов"
23. Стр. 16 и во всем тексте игнорируется наличие L^AT_EX-команды \dots.
24. Стр. 17 "спецификаций"
25. Стр. 19 "что от числа итераций М зависит напрямую глубина решающего дерева"
26. Стр 20 "Такая задача является"
27. "находят модель, при которой истина эта формула."
28. arі – использование англоязычной аббревиатуры с неправильным регистром букв
29. "имеет внешнее arі для разных языком программирования"
30. "представляются ... как абстрактно синтаксическое дерево."
31. "я подстановки одного подвыражение на другое"
32. стр. 22 " т.е. вместо всех вхождения $f(\bar{x})$ "
33. стр. 23 "действительный выходной значение"
34. "коэффициенты и константы должны обеспечивающие "

- 35. стр. 23 "Для спецификации задачи поиска максимум двух чисел"
- 36. "Рассматриваю"
- 37. стр. 24 "которые покрывают всевозможное значения"
- 38. стр. 28 "Синтез по таким спецификация"
- 39. стр. 28 "кажом"
- 40. стр. 30 "копипта" неравенства в случае многоарности
- 41. стр. 31 "Мультиабдукция является обобщение простой абдукции"
- 42. стр. 41. "Реализацию расширяющего модуля для Z3-решателя"

Всего я получил два варианта текста. Эта рецензия преимущественно на первый вариант. Второй вариант был получен в последний день отправки рецензии. Я не вчитывался в него подробно, только выборочно проверил несколько замечаний, которые попались на глаза при пролистывании новой версии работы.

- На титульной странице всё так же написано "дипломная работа", хотя я ожидал увидеть слова "магистерская диссертация".
- На 7й странице текст всё так же залезает на стол.
- Автор снова ошибается при написании языка OCaml.
- Пример из раздела 3.4 страдает теми же двумя недостатками.
- Листинг 1 стал выглядеть несколько лучше, но я смог найти недостатки, которые не заметил при прочтении первой версии текста. Там ожидается, что алгоритм будет возвращать формулу, но Мишенев В.С. решил возвращать в этом месте арабскую цифру ноль. Возможно, имелось в виду значение NULL, но необходимость использовать в листингах кода так называемый "billion-dollar mistake" — это очень сложный вопрос. (Нет)

В заключение хочу сказать, что ставить оценку "удовлетворительно" было бы слишком сурово, так как было проведено некоторое исследование, которое работает лучше конкурента. (Впрочем, возможно, я слишком добр.) Оценку "отлично" ставить тоже никак нельзя, так как текст является своеобразным издевательством над читателем. Полезность синтеза нерекурсивных (подчеркиваю, нерекурсивных) программ с использованием линейной арифметики мне кажется спорной, по крайней мере обоснования полезности в работе я не увидел. Придуманную математику нельзя назвать красивой. Думаю, что оценка "*хорошо*" является потолком этой работы.

программист
ООО «ИнтеллиДжей Лабс»
Д. С. Косарев

