

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ТРАСС СТАТИЧЕСКОЙ ВЕРИФИКАЦИИ

Есин Никита Игоревич

Студент

Факультет ВМК МГУ имени М. В. Ломоносова, Москва, Россия

E-mail: esinni@my.msu.ru

Научный руководитель — Хорошилов Алексей Владимирович

Статические верификаторы, такие как платформа Klever [1], предоставляют гарантии корректности программ и генерируют подробные трассы ошибок в формате GraphML (введён на соревнованиях верификаторов SV-COMP) [2]. Однако этот формат не поддерживается промышленными инструментами статического анализа, для которых стандартизирован формат SARIF[3]. Данный формат может быть визуализирован с помощью таких инструментов визуализации, как агрегатор историй статического анализа SVACER и расширение SARIF Viewer для среды разработки Visual Studio Code .

Основная разница между форматами состоит в различии уровней абстракции: GraphML представляет разветвлённый граф состояний с полными значениями переменных, тогда как SARIF ориентирован на отображение места ошибки без подробной трассы. Другим отличием подходов является использование статической верификацией моделей окружения, которые воспроизводят взаимодействие верифицируемой программы с внешними компонентами, что позволяет верифицировать программу без необходимости верификации всей системы целиком.

Цель работы — разработка инструмента преобразования трасс из GraphML в SARIF с сохранением информации о пути выполнения и полноценная визуализация трасс без потери информации.

Разработан конвертер на основе компонента парсинга GraphML из платформы Klever, предложено следующее отображение форматов: узлы GraphML преобразуются в location, рёбра — в шаги codeFlow, вызовы функций — в шаги, содержащие enter/return.

Обеспечивается обработка специфики платформы Klever, включая модели окружения, что, например, позволяет отображать трассы верификации драйверов Linux. Идентификаторы требований транслируются в поле ruleId. Пути к исходному коду из атрибутов sourcecodeFile преобразуются в artifactLocation.uri с корректной обработкой относительных и абсолютных путей.

Модифицирована система для хранения и обработки результатов статического анализа SVACER с целью отображения трасс верификации. Добавлена поддержка ранее неиспользуемых элементов формата. Веб-интерфейс SVACER отображает трассу в виде древовидной структуры на основе дерева вызовов функций.

Решение обеспечивает совместимость с SARIF, поддержку свидетельств SV-COMP и простоту интеграции. До работы поддержка трасс верификаторов в распространённых IDE отсутствовала или была урезана. После работы результаты верификации полностью переводятся в распространённый формат SARIF, а визуализация верификации доступна в промышленной IDE. Благодаря интеграции с фреймворком Klever можно визуализировать трассу с сохранением всех необходимых атрибутов.

Литература

1. Zakharov, I., Novikov E., Shchepetkov I. Klever: Verification Framework for Critical Industrial C Programs. 2023 <https://arxiv.org/abs/2309.16427>
2. Beyer, D., Dangl M., Dietsch D., Heizmann M., Lemberger T., Tautschnig M. Software Verification Witnesses. 2021 <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3477579>
3. OASIS. Static Analysis Results Interchange Format (SARIF) Version 2.1.0. 2019 <https://www.oasis-open.org/standard/sarif-v2-1-0/>