

УДК 004.896

АДАПТАЦИЯ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫСОКОУРОВНЕВОГО СИНТЕЗА АРХИТЕКТУРЫ

Морозов О.В. (Университет ИТМО)

Научный руководитель – к.т.н., доцент факультета программной инженерии и компьютерной техники Антонов А.А.
(Университет ИТМО)

В данной работе проводится анализ существующих подходов применению методов машинного обучения для высокоуровневого проектирования. По результатам работы предлагается новый метод анализа проектного пространства при высокоуровневом проектировании при помощи машинного обучения.

Введение. Средства высокоуровневого синтеза обеспечивают возможности автоматического проектирования, общим механизмом которого является преобразование поведенческой спецификации на языке программирования в описание на языке описания аппаратуры. Эти средства позволяют значительно ускорить процесс проектирования аппаратуры и предоставляют широкие возможности для параметризации параллелизма, планирования, использования ресурсов вычислительных систем путём указания директив в исходном коде спецификаций, а также настройки глобальных переменных проекта. Набор этих директив и поведенческая спецификация проекта составляют проектное пространство. Однако, подбор этих опций, а следовательно и оценка проектного пространства, является нетривиальной задачей с высокой вычислительной сложностью. Вместе с тем, перспективным решением выглядит использование методов машинного обучения для исследования проектного пространства.

Основная часть. Исследование проектного пространства в среде высокоуровневого синтеза является задачей оптимизации множества критериев, основной целью является минимизация набора конфликтующих проектных параметров. Вместо того, чтобы находить единственное решение, осуществляется поиск набора оптимальных по Парето микроархитектур. Существующие методы исследуют проектное пространство по следующим критериям: энергопотребление, площадь на кристалле, пропускная способность, задержка.

Общий принцип существующих методов заключается в том, чтобы генерировать уникальные наборы значений директив для инструмента высокоуровневого синтеза, а полученные значения критериев использовать для минимизации итераций циклов поиска. Сами методы можно разделить на три семейства:

1. Метаэвристика — методы, предоставляющие набор рекомендаций или стратегий для разработки алгоритмов эвристической оптимизации. Метаэвристика допускает локально неоптимальные результаты в надежде найти глобальные оптимумы, осуществляя поиск через алгоритмы имитации отжига и генетических алгоритмов.
2. Обучение с учителем — методы, для которых необходимо первоначальное выделение пространства поиска и полное его синтезирование. На основе полученного набора критериев генерируется модель-прогноз, которая значительно ускоряет дальнейшее исследование проектного пространства путём исключения неперспективных результатов с применением активного обучения.
3. Анализ графов — методы, основанные на предварительно сгенерированных моделях для предсказания критериев и жадном алгоритме. Эти методы не требуют синтеза вовсе и работают в разы быстрее других двух семейств, однако привязаны к платформам, для которых они составляются.

В результате анализа выделены следующие общие проблемы существующих подходов:

- Обученная нейросеть привязана к приложению и платформе.
- Отсутствие возможности направленного поиска при генерации решений для ускоренного предсказания результатов нейросетью.

- Проблема оценки точности ускоренного нейросетью предсказания.
- Отсутствие критериев проверки новых точек в проектном пространстве.
- Отсутствие критериев остановки поиска.

Выводы. По результатам анализа существующих методов машинного обучения, используемых для исследования проектного пространства, выдвинута гипотеза об эффективном решении вышеозначенных проблем существующих подходов путём адаптации методов машинного обучения к анализу низкоуровневого представления проекта (списка соединений). Предположение состоит в том, что из списка соединений, который представляет собой направленный граф, путём выделения некоторых метрик (связность, длина цепей, количество последовательно соединённых элементов памяти и т. д.) возможно получение высокоуровневых данных для формирования рекомендаций по выбору директив и ускорения исследования проектного пространства при сравнимых с аналогами показателями точности предсказания. Помимо этого подход должен решить проблему привязки к приложению и платформе, в том числе перспективна возможность использования подхода для исследования проектов, созданных в том числе без использования высокоуровневого синтеза.

В дальнейших работах планируется на основе предложенного подхода разработать метод и опробовать его эффективность совместно с использованием существующих САПР высокоуровневого синтеза.