

Метод оценки ресурсов в процессе функционально-поточкового высокоуровневого синтеза СБИС

О. В. Непомнящий^{1*}

¹ *Сибирский федеральный университет, Красноярск, Россия*
**onpomnuashy@sfu-kras.ru*

Аннотация. Рассматриваются проблемы обеспечения качества проектных решений при высокоуровневом синтезе сверхбольших интегральных схем (СБИС). Показано, что использование императивной модели вычислений и соответствующих языков в современных подходах не обеспечивает эффективного распараллеливания алгоритмов и переносимости. Это обусловлено спецификой СБИС, которая по существу представляет собой схему параллельной обработки информационных потоков. Представлен оригинальный метод синтеза, базирующийся на функционально-поточковой парадигме параллельных вычислений, позволяющий обеспечить архитектурную независимость и максимальный охват вариантов реализации. Изложен маршрут проектирования СБИС при функционально-поточковом подходе. Для маршрута выделена задача оценки требуемых аппаратных ресурсов и производительности СБИС-проекта на ранних этапах проектирования. Предложен метод оценки ресурсов в процессе ФПП-синтеза. В основу метода положено использование дополнительного мета-слоя HDL-графа, при этом, с учетом полиморфизма решения задачи оценки ресурсов, в новом методе предложено использовать технологии машинного обучения. Показано, что применение означенного метода в процесс синтеза позволяет обеспечить максимально точную оценку ресурсов. Это возможно, поскольку HDL-граф представляет собой типизированный и структурированный в соответствии с функционально-поточковой моделью параллельных вычислений граф потока данных, а машинное обучение позволяет максимально эффективно получать решение задачи оптимального выбора требуемых ресурсов. Выделены классы ресурсов, для которых требуется оценка. Отобраны параметры для построения модели оценки ресурсов. Выполнена программная реализация и сравнение предложенного метода оценки ресурсов на основе моделей линейной регрессии, нейронных сетей и градиентного бустинга с известными подходами. Показано, что при использовании технологии функционально-поточкового синтеза при применении предложенного метода для оценки требуемых ресурсов и производительности достигается увеличение точности оценки на высокоуровневом этапе.

Ключевые слова: программное обеспечение, теория программирования, функциональное программирование, цифровая интегральная схема, оценка ресурсов, машинное обучение, высокоуровневый синтез

Для цитирования: *Непомнящий О. В.* Метод оценки ресурсов в процессе функционально-поточкового высокоуровневого синтеза СБИС // Прикладная информатика. 2022. Т. 17. № 3. С. 34–44. DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-3-34-44

Resource estimation method in the process of functional-flow high-level VLSI synthesis

O. Nepomnyashchiy^{1*}

¹ Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia

* onepomnuashy@sfu-kras.ru

Abstract. The problems of high-level synthesis of very large integrated circuits (VLSI) are considered. The review of the subject area shows that the use of the imperative model and corresponding programming languages does not provide efficient parallelization of algorithms and the possibility of efficient parallelization of programs. This leads to the impossibility of providing the required technical characteristics. This is due to the specifics of VLSI, which is essentially a scheme of parallel processing of information flows. An original VLSI synthesis method is presented. The method based on the functional-streaming paradigm of parallel computing. This method allows ensuring architectural independence and maximum coverage of implementation options. The route map of VLSI functional-flow method is outlined. The problem of estimating the requested hardware resources and clock frequency, necessary for solving, is formulated. This problem must be solved at the early stages of design. A method for estimating resources in the process of functional-flow synthesis is proposed. The method is based on the use of an additional meta-layer (HDL-graph). Taking into account the polymorphism of the solution of the resource estimation problem, it is proposed to use machine learning technologies in the new method. It is shown that the application of the indicated method in the synthesis process makes it possible to provide the most accurate assessment of resources. This is possible, because the HDL graph is a data flow graph typed and structured in accordance with the functional-flow model of parallel computing. Machine learning allows to most effectively obtain a solution to the problem of optimal selection of the required resources. The classes of resources for which an assessment is required are highlighted. Selected parameters for building a resource assessment model. The software implementation and comparison of the proposed resource estimation method based on linear regression models, neural networks and gradient boosting with known approaches is performed. It is shown that when using the technology of functional-flow synthesis when applying the proposed method for estimating the required resources and performance, an increase in the accuracy of the estimate at the high-level stage.

Keywords: software, programming theory, functional programming, integrated circuit, resource estimation, machine learning, high-level synthesis

For citation: Nepomnyashchiy O. Resource estimation method in the process of functional-flow high-level VLSI synthesis. *Prikladnaya informatika*=Journal of Applied Informatics, 2022, vol.17, no.3, pp.34-44 (in Russian). DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-3-34-44

Введение

Технологии высокоуровневого синтеза сверхбольших интегральных схем (СБИС) широко используются при создании сложно-функциональных однокри-

стальных систем. Несомненными мировыми лидерами, предлагающими подобные подходы, являются компании Mentor Graphics, Intel и Xilinx. Однако в известных методах высокоуровневого синтеза используется описание исходных алгоритмов на императивных