

## ПОДХОД К ЗАДАЧЕ ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОГРАММ В СИСТЕМАХ НА КРИСТАЛЛЕ

Масюков И.И., Борзов Д.Б. (ЮЗГУ, г. Курск, Россия)  
Тел./Факс: +8 (960) 6789413; E-mail: [ilmas46ru@gmail.com](mailto:ilmas46ru@gmail.com)

**Abstract:** *Today is a very urgent problem of fault-tolerant systems . Such systems are widely used in all areas of modern life, from industry, ending the military industry. The reconfigurable system eliminates equipment failure by bypassing the failed element or replacement of a duplicate of the spare area.*

**Key words:** *.PLD, undirected graph, adjacency matrix, algorithm.*

В настоящее время актуальной является проблема отказоустойчивых систем. Такие системы получили широкое распространение во всех отраслях современной жизни, начиная от промышленности, заканчивая военной отраслью. Реконфигурируемая система позволяет избежать выхода оборудования из строя путем обхода вышедшего из строя элемента или его замена дубликатом из резервной области[1].

С одной стороны, проблема отказоустойчивых систем на данный момент решена на программном уровне[2], но зачастую производительности такого подхода не достаточно для обеспечения необходимого уровня отказоустойчивости систем высокой готовности (системы бортовой авиации, слежения, прогнозирования и т.п.).

Решением данной проблемы является создание отказоустойчивой системы на аппаратном уровне. Такой подход обеспечит максимальную производительность и сможет обеспечить необходимый уровень отказоустойчивости. У такого подхода есть, конечно, ряд недостатков: увеличение габаритов устройства, веса, потребляемой мощности.

В данной статье представлен алгоритм устройства, которое позволит изменять внутреннюю структуру устройства таким образом, что длина связей между различными внутренними модулями ПЛИС становится наименьшей. Это позволяет сократить коммутационные задержки в системе, тем самым повысив ее производительность. Также система сможет изменить структуру системы при выходе из строя какого-либо элемента, что позволит увеличить производительность системы, работающей в критическом режиме.

Вначале устройство получает начальную топологию в формате матрицы смежности, в которой в каждой ячейке записаны количество связей между модулями и направление – вход и выход. Для обозначения входа используется 0, для выхода – 1. В разработанном алгоритме не используются значения входов выходов для вычисления новой топологии, но знание направлений линий необходимо для построения новой топологии. Пример матрицы смежности для топологии, приведенной на рисунке 1, дан на рисунке 2.

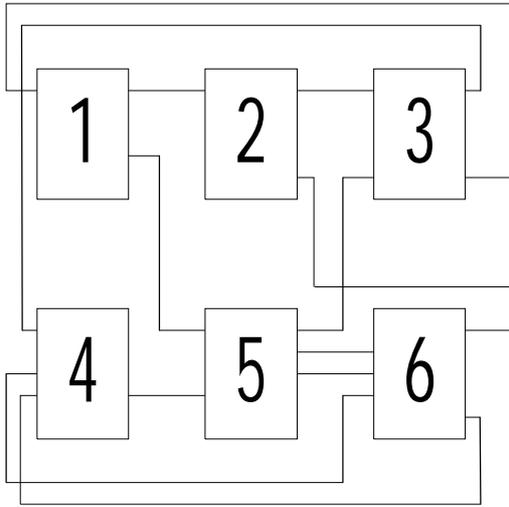


Рис. 1. Заданная топология устройства

	1	2	3	4	5	6
1	0	1.1	1.0	0	1.1	0
2	1.0	0	1.1	0	0	1.1
3	1.1	1.0	0	1.1	1.0	0
4	0	0	1.0	0	1.1	2.0
5	1.0	0	1.1	1.0	0	2.1
6	0	1.1	1.0	1.0 1.1	2.0	0

Рис. 2. Матрица смежности

По полученной матрице смежности строится неориентированный граф, вершины которого представляют собой внутренние модули ПЛИС, а грани обозначают связи, вес которых описывает количество линий между внутренними модулями ПЛИС.

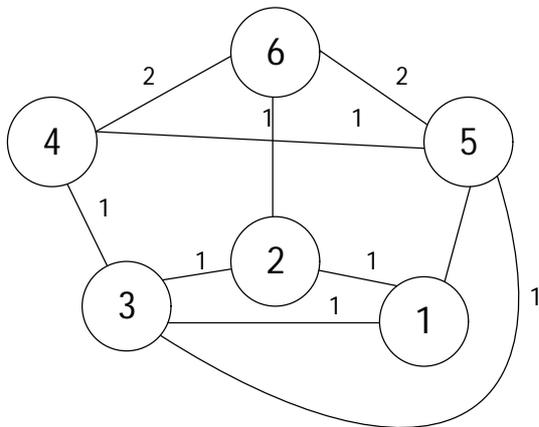


Рис. 3. Граф смежности

По этому графу происходит анализ и построение новой топологии. Пример графа для топологии на рисунке 1 приведен на рисунке 3.

Анализируя граф смежности по ниже приведённому алгоритму, выбираем очередность расположения вершин. Вершины выставляются на основе близости с уже выставленными вершинами. Заполнение происходит по кругу до достижения изначально заданного размера топологии, минимизируя расстояние между модулями.

1. Находим пары (цепи смежных пар) по принципу наибольшего количества связей между парами. Присваиваем им приоритеты, 1 – самый высокий. Пары располагаются одновременно с учетом топологии и того, что пары с наименьшим приоритетом не должны противоречить парам более высокого приоритета.

2. Выбираем вершины с наибольшим количеством сопряженных вершин. Если такая вершина 1, то берем эту вершину как опорную (вокруг нее будет строиться топология), если она парная, располагаем вместе с парой и идем в пункт 4.

3. Если среди получившихся вершин имеется парная, то сначала располагаем ее. Для остальных выбранных вершин используем следующие критерии выбора:

- а) Вершина должна быть с максимальным количеством сопряжений.
- б) Если таких нет, то выбираем одну из вершин с максимальным количеством связей или/и минимальным путем до парной вершины с наивысшим приоритетом.
- в) Если несколько, то из сопряженных выбираем с максимальным количеством связей и если их несколько, то выбираем с минимальным расстоянием до парной.

г) Получившуюся (-иеся) вершину (-ы) располагаем в топологии относительно графа смежности.

Вершины, полученные в пунктах а-г, выставляются в обратной последовательности от вершин, выбранных в пункте г к вершинам в пункте а. Возвращаемся к пункту 2

4. Выбираем смежные вершины с полученной в пункте 2и отсеиваем их по следующим критериям (если полученная вершина парная, то он располагается совместно с парой):

а) Выбираем вершины с максимальным количеством сопряженных вершин.

б) Выбираем вершины с максимальным количеством связей вершин.

в) Выбираем вершины с минимальной длиной до парной вершины, учитывая приоритет пары (пар).

Вершины, полученные в пунктах а-в, выставляются в обратной последовательности от вершин, выбранных в пункте в к вершинам в пункте а, возвращаемся к пункту 2

5. Алгоритм работает до тех пор, пока не будет получена полная топология устройства.

Полученный результат представлен на рисунке 4.

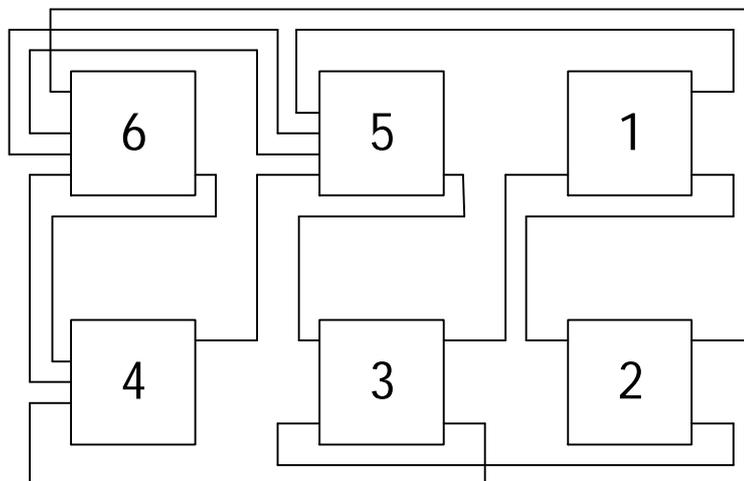


Рис. 4. Полученная топология

Как можно заметить, внутренние модули ПЛИС, между которыми было наибольшее количество связей, расположились как можно ближе друг к другу. Длина дорожек стала значительно меньше, следовательно, поставленная задача была достигнута.

Дальнейшее исследование будет направлено на большую оптимизацию работы алгоритма, написания программы моделирования, для доказательства эффективности работы. Будет проведено исследование, для доказательства оптимума решения данного алгоритма, так как длина дорожек зависит от количества слоев в плате.

**Список литературы:** 1. В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин. Параллельные вычисления. БХВ - Петербург 2004 г. 2. Воеводин Вл. В., Жуматий С.А. "Вычислительное дело и кластерные системы".- М.: Изд-во МГУ, 2007. - 150 с.