

7. Guo C. Dodeca-Rings Map: Interactively Finding Patterns and Events in Large Geo-temporal Data // IEEE Symp. on Visual Analytics Science and Technology (VAST). 2014. P. 353–355.

8. Schreck J. Bernard T. Von Landesberger J. Kohlhammer. Visual cluster analysis of trajectory data with

interactive Kohonen maps // Information Visualization. 2009. Vol. 8, № 1. P. 14–29.

9. Ultsch A. Self-organizing neural networks for visualization and classification // Information and Classification. P. 307–313. DOI: 10.1007/978-3-642-50974-2_31.

I. N. Murenin, E. S. Novikova

Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

VISUALIZATION OF THE ANOMALOUS ACTIVITY IN TRAJECTORIES OF THE EMPLOYEES' OF THE CRITICAL INFRASTRUCTURE

The paper presents an approach to analysis of the movements of the critical infrastructure staff characterized by usage of the data mining algorithms and interactive visualization techniques. The groups of the employees with similar behavior are determined using Kohonen self-organizing maps, which are set up using special BandView visualization model designed by the authors. To detect anomalies in employees' behavior, a special mechanism for rating deviations based on assessment of their spatiotemporal attributes is proposed. The approach has been tested using data set given within VAST MiniChallenge-2 2016, which describes employees' movement in the organization building.

Anomaly detection, visual analytics, heat maps, self-organizing maps, behavior patterns, anomaly rating

УДК 681.32

К. А. Кноп, С. Ю. Лузин, М. С. Лузин, С. А. Сорокин
ООО «ЭРЕМЕКС» (Санкт-Петербург)

Ю. Т. Лячек

Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Расстановка фанатов в области BGA с нерегулярным расположением контактов

Рассмотрены проблемы расстановки переходных межслойных отверстий (фанатов) на печатной плате в области BGA-компонентов. Предложен алгоритм поиска места фаната для каждой контактной площадки в области BGA, основанный на размещении в местах, свободных от контактов, максимального числа переходов, решении задачи о назначениях и удалении избыточных переходов. Алгоритм реализован в САПР TороR и позволяет получить результаты лучшие, чем при использовании аналогичных процедур в других САПР.

Печатный монтаж, автоматическая трассировка, BGA-компоненты, размещение фанатов

Автоматическая трассировка проводников на печатной плате (ПП) при традиционном ортогональном проектировании [1] осуществляется последовательно, при этом не контролируется наличие ресурсов площади платы для прокладки еще не проложенных проводников. Подобная стратегия может приводить к блокировке контактных площадок на слое.

На рис. 1 показана ситуация, когда прокладка от крайних контактов проводников в противоположных направлениях блокирует возможность подхода на слой к остальным контактам компонента.



Рис. 1

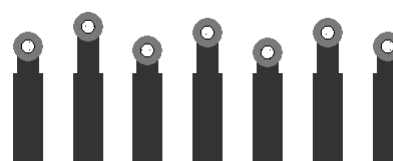


Рис. 2

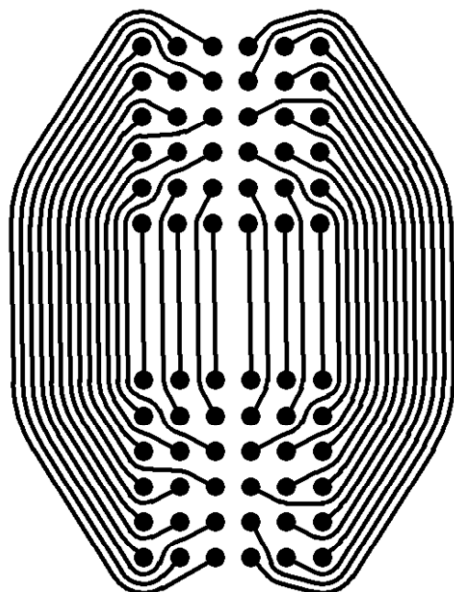


Рис. 3

Для обеспечения подхода проводников к планарным контактам обычно осуществляется расстановка переходных отверстий – фанатов (fanout), которые соединяются с рядом стоящей планарной контактной площадкой (рис. 2).

Для компонентов с матричным расположением контактов риск блокировки контактов многократно возрастает, поэтому без фанатов можно осуществлять разводку планарных компонентов только с небольшим числом контактов [2], [3]. Расчеты показывают, что максимальное число соединений матрицы контактов, которое можно развести на одном слое, равно 36 для квадратного (рис. 3) и 48 – для прямоугольного 6×8 расположения контактов (рис. 4).

Следует отметить, что наличие переходных отверстий, соединенных с рядом стоящей планарной контактной площадкой, – гарантия разводки проводников (отсутствия блокировки) при достаточном числе слоев, но не на отдельном слое. Так, на показанном слое (рис. 5) из внутренней области выведено только 4 проводника вместо необходимых 28 (по 7 каналов с каждой стороны). Остальные контакты этой области на слое блокируются.

Для BGA с большим числом контактов расстановка фанатов является обязательной процедурой.

Наибольшую сложность представляет собой задача расстановки фанатов для нерегулярных BGA, хотя и для регулярных при наличии компонентов с обратной стороны платы могут быть сложности.

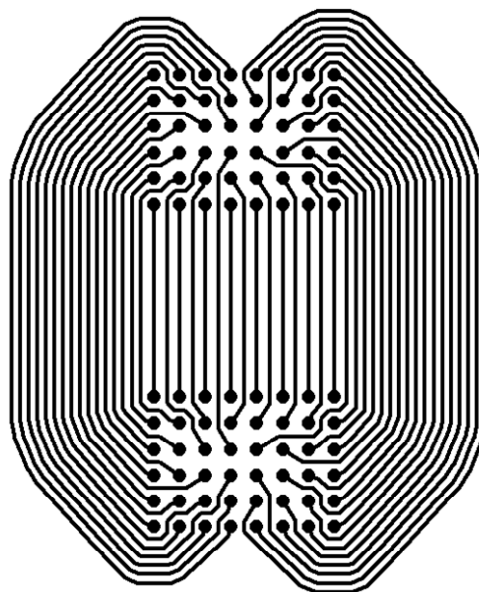


Рис. 4

В САПР Allegro (Cadence, USA) и Xpedition (Mentor Graphics, USA) расстановка фанатов осуществляется последовательно при прокладке очередной цепи. В связи с этим при установке очередного перехода не учитывается необходимость наличия пространства для установки других переходов, из-за чего при ограниченных ресурсах площади блокируются контакты микросхемы.

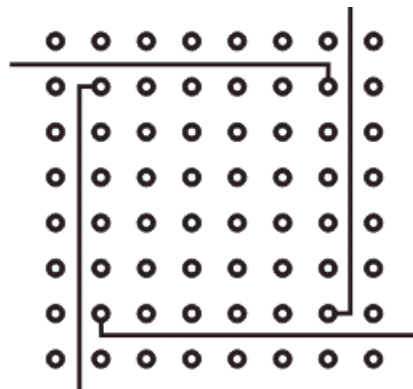


Рис. 5

В настоящей статье предлагается подход, при котором до выполнения трассировки цепей решается задача автоматического поиска места для фаната – межслойного перехода, соединенного с каждой контактной площадкой BGA. Переходы при этом считаются сквозными.

Алгоритм решения поставленной задачи, реализованный в системе Topological Router (ToroR) [4], включает следующие этапы:

1. Создать полигон, охватывающий все контакты BGA-компонента. Из него последовательно вычлняются области, охватывающие проекции

контактов, находящихся с обеих сторон платы, с размерами, увеличенными на сумму зазора и радиуса перехода. В результате создается набор изолированных областей («островков»). При этом размещение центра перехода в любой точке любого островка обеспечивает отсутствие технологических нарушений.

2. Разместить в каждом островке максимальное число межслойных переходов.

Последовательный алгоритм размещения переходов в островке:

Пока островок не пуст
{

Определить на контуре островка точку (набор точек) для центра (центров) перехода и упорядочить их по возрастанию (убыванию) значений абсцисс. При равенстве абсцисс упорядочить точки по возрастанию ординат.

Вычлени из островка окружность (окружности) с радиусом, равным диаметру перехода плюс зазор.

}

3. Построить кластеры эквипотенциальных контактов (кластер – связный граф, расстояние между смежными вершинами которого не больше заданного).

4. Решить задачу о назначении [5], [6] переходов контактам BGA. При этом каждому кластеру назначается только один переход.

5. Если остались свободные переходы, решить задачу декластеризации (уменьшить размеры больших кластеров назначив им дополнительные переходы из свободных).

6. Решить задачу о назначении переходов контактам двухполюсников [4], [5], расположенных с другой стороны платы (предварительно, если есть эквипотенциальный переход на расстоянии, не большем заданного, назначить контакт двухполюсника на этот переход).

7. Удалить неназначенные межслойные переходы.

Для проведения декластеризации необходимо:

1. Назначить еще не использованные переходы кластерам, чтобы далее минимизировать максимальное число контактов BGA на один переход (минимизировать размер кластера).

2. Осуществить разбиение кластеров для минимизации диаметра графа каждого из подкластеров.

Первая задача решается назначением незадействованным контактам свободных переходов (задача о назначении [5], [6]).

Вторая задача решается пошаговым распространением волны от контактов кластеров, подключенных к переходам.

Пример расстановки фанаутов в САПР TороR, использующий описанный алгоритм, и сравнение его с результатами работы аналогичной процедуры в САПР Xpedition (Mentor Graphics, USA) представлены далее.

Для периферийных контактов BGA, проводники от которых могут быть разведены без перехода на другой слой (обычно это контакты двух внешних рядов), фанауты не расставляются. Исключение могут составлять контакты BGA, соединенные со слоями земли и питания.

Для демонстрации работы процедуры была взята микросхема OMAP3530 (Texas Instruments), посадочное место которой с каналами для переходов представлено на рис. 6.

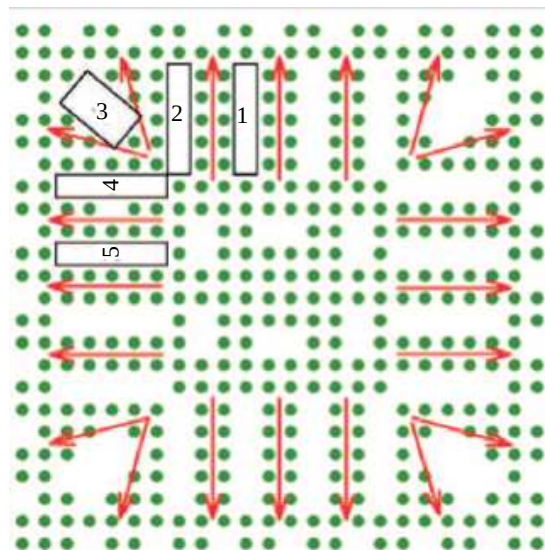


Рис. 6

Как видно из рис. 7, а, САПР TороR обеспечивает автоматическую расстановку всех фанаутов (кроме не рассматриваемых двух внешних рядов). Кроме того, по возможности обеспечивается минимум числа контактов микросхемы, подключенных к одному переходу (1 группа из шести контактов, 3 группы из четырех контактов, 9 групп из трех контактов).

При расстановке фанаутов САПР Xpedition (рис. 7, б, где фанауты от двух внешних рядов удалены, чтобы рисунки были сопоставимы) контакты 49 цепей оказались заблокированными и не могут быть разведены. Из рисунка видно, что заблокированные внутренние контакты оказались изолированными, т. е. без подсоединенных к ним отводов с межслойными переходами. Кроме того,

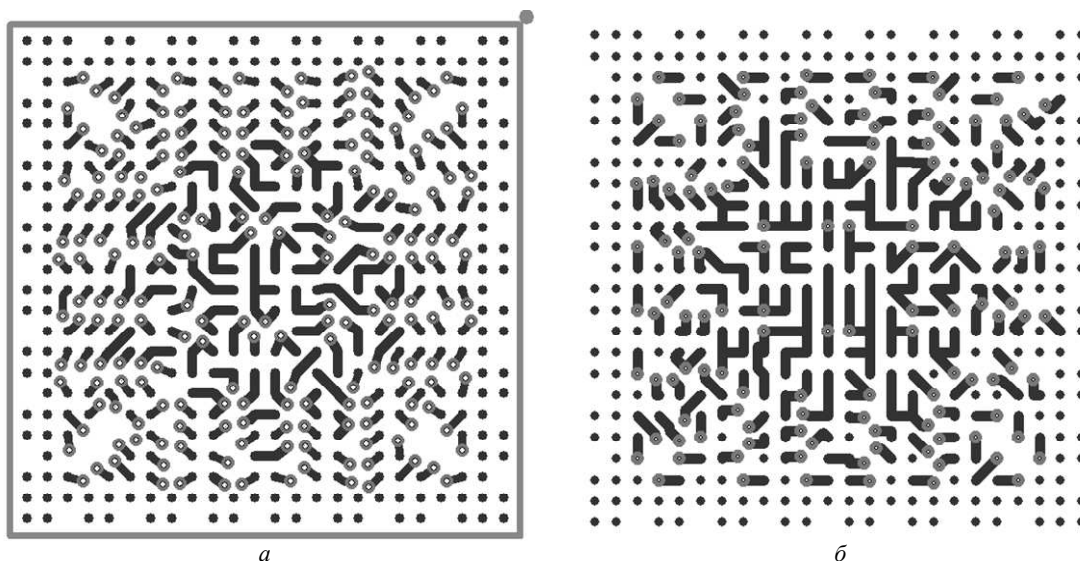


Рис. 7

в традиционных САПР не минимизируется число контактов, подсоединяемых к одному переходу (1 группа из 10 контактов, 1 группа из девяти контактов, 1 группа из семи контактов, 1 группа из шести контактов, 3 группы из пяти контактов, 7 групп из четырех контактов, 7 групп из трех контактов). Еще один недостаток САПР Xpedition – наличие острых углов между проводниками (8 штук).

Таким образом, приведенный пример демонстрирует превосходство предложенного алгорит-

ма, реализованного в системе TopoR, по сравнению с подходами, применяемыми в других САПР. Он обеспечивает доступ ко всем контактам BGA-компонента при трассировке ПП, минимизирует количество контактов, подключенных к одному переходу, и исключает острые углы между элементами проводника, наличие которых снижают граничную частоту работы электронных схем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мироненко И. Г. Автоматизированное проектирование узлов и блоков РЭА средствами современных САПР. М.: Высш. шк., 2002. 391 с.
2. Бессонов А. В., Кноп К. А., Лячек Ю. Т. Назначение межслойных переходов в области BGA-компонента // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2014. № 5. С. 13–17.
3. Бессонов А. В., Лузин С. Ю., Попов С. И. Расстановка межслойных переходов в области BGA-компонента // Тр. 15-й МНПК «Современные информаци-

онные и электронные технологии», Украина, Одесса, 2014. Т. 2. С. 46–47.

4. TopoR – редактор топологии и автоматический топологический трассировщик. URL: <http://eda.ere-mex.ru>.
5. Кристофидес Н. Теория графов. М.: Мир, 1978. 423 с.
6. Кормен Т., Лейзерсон Ч., Ривест Р. Алгоритмы: построение и анализ / МЦНМО. М., 2000. 960 с.

K. A. Knop, S. Yu. Luzin, M. S. Luzin, S. A. Sorokin
Ltd. «Eremex» (Saint Petersburg)

Yu. T. Lyachek
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

PLACEMENT FANOUTS IN THE FIELD OF BGA WITH IRREGULAR ARRANGEMENT OF CONTACTS

The problems of the vias (fanouts) placement in the BGA area are discussed. It is proposed an algorithm of search via position for each pad, based on placement the maximum number of vias in areas free from contacts, solving the problem of appointments and removal of redundant passages. The algorithm is implemented in a CAD TopoR and yields better results than using similar procedures in other CAD systems.

Printed circuit, autorouting, BGA components, fanouts placement