

О.К. Савеленко, ас., А.В. Демиденко, студ. гр. ПМ-06
Кіровоградський національний технічний університет

Метод покриття прямокутниками об'єктів топології мікросхем, що ґрунтується на використанні узагальненої діаграми Вороного

Розглянуто проблему покриття багатокутників, що виникає під час підготовки вхідної інформації для приладів, які виконують виготовлення фотошаблонів. Вхідна інформація являє собою опис послідовності прямокутників. Вибір цієї послідовності більшою мірою визначає продуктивність цих приладів і якість отримуваних фотошаблонів.

Прямокутники повинні знаходитися повністю в середині багатокутника, і кількість їх повинна бути мінімальною або близькою до мінімальної. Запропонований простий евристичний алгоритм, заснований на використанні діаграми Вороного, який покриває багатокутник без дірок з гострими внутрішніми кутами за допомогою прямокутників.

інтегральні схеми, діаграма Воронова, декомпозиція, покриття прямокутниками чотирикутника

При виробництві інтегральних схем, фотоелектричних перетворювачів, РК-індикаторів, а також багатьох інших мікроелектронних пристроїв постає завдання формування топологічних структур на металізованих фотошаблонах. Ці структури формуються за допомогою спеціальних генераторів зображень. Генератори зображень будують топологію на фотошаблонах з набірних елементів. Набірний елемент являє собою прямокутник. Створення за допомогою таких генераторів довільних зображень топологічних структур вимагає попереднього розкладу (декомпозиції) цих структур на безліч прямокутників, об'єднання яких із заданою точністю співпадає з описом відповідних вихідних структур і формує покриття.

Декомпозиція багатокутника починається з його розбиття на комірки зі знайденого скелету з метою покрити кожную з цих комірок прямокутником. Якщо яка-небудь з цих комірок не покривається прямокутником, то вона ділиться на більш дрібні комірки і далі таким же чином. Процес декомпозиції завершується після того, як кожна зі знайдених комірок буде покрита прямокутником.

Метод заснований на використанні модифікації узагальненої діаграми Вороного, званої скелетом багатокутника, і дозволяє покривати довільні однозв'язні багатокутники. У процесі декомпозиції вихідний багатокутник розбивається на все менші й менші частини, які обробляються незалежно до тих пір, поки кожна з цих частин не буде покрита прямокутниками, що знаходяться в межах вихідного багатокутника. Перше розділення досягається за допомогою створення скелета багатокутника, який також називають «середньою віссю».

На відміну від діаграми Вороного, яка будується для безлічі точок, скелет багатокутника (середня вісь) задає місце розташування всіх центрів кіл, що містяться в багатокутнику, які стосуються його границі в двох або більше точках. Особливістю запропонованого методу є те, що він дозволяє знаходити покриття для довільних однозв'язних багатокутників, в тому числі й з гострими внутрішніми кутами. Для покриття гострих кутів багатокутника застосовується спеціальний алгоритм, який доповнює основний метод.

Пропонований метод декомпозиції складається з наступних етапів:

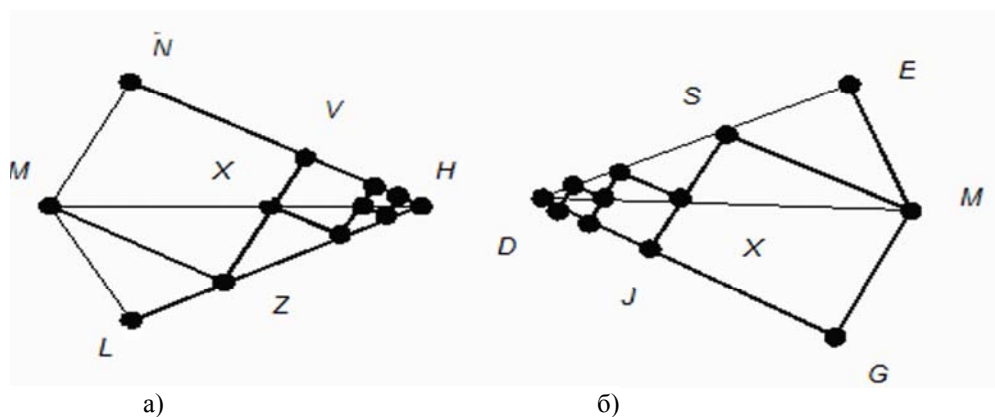
- формування скелета вихідного багатокутника;
- розбиття багатокутника по його скелету на комірки;
- покриття комірок прямокутниками.

Останній етап методу виконується для кожної комірки, незалежно від результату покриття інших комірок. Кожна комірка покривається за час, лінійний відносно числа ребер, включених до неї.

Для чотирикутника з гострим кутом використовується наступний алгоритм його покриття прямокутниками.

Здійснюємо побудову першого прямокутника, дві вершини якого лежать на одній стороні гострого кута чотирикутника - вершини N і V , третя - на іншій стороні - вершина Z , а четверта - на бісектрисі гострого кута (ребра скелету) - вершина M (рис. 1 а). Для наступного прямокутника однієї з вершин буде точка X - точка перетину сторони побудованого прямокутника з бісектрисою гострого кута. Знайшовши її, продовжуємо далі побудову прямокутника.

Будуємо прямокутники виходячи з вказаної послідовності дій, на одній стороні гострого кута чотирикутника до тих пір, поки менша сторона прямокутника не стане менше, ніж величина d - мінімально допустимий розмір, який може позиціонувати лазерний генератор. Виконуємо точно таку ж побудову прямокутників на іншій стороні кута (рис. 1 б).



а) б) - покриття чотирикутника

Рисунок 1 – Приклад чотирикутника з гострим кутом

Оцінка спотворення, одержуваного в розглянутому вище алгоритмі покриття гострого кута, дорівнює величині $d^2 \text{ctg}(0,5\alpha)$, де d - мінімально допустимий розмір, який може позиціонувати лазерний генератор, α - величина гострого кута.

З урахуванням технології виготовлення інтегральних мікросхем це спотворення ще менше. Гострі кути, як правило, не функціональні, і подібна апроксимація в них цілком допустима, а іноді навіть і корисна.

Список літератури

1. Фейнберг В.З. Геометрические задачи машинной графики больших интегральных схем / В.З. Фейнберг. – М. : Радио и связь 1987. – 178 с.
2. Носова Е.Г. Алгоритмы разбиения плоских фигур в системах машинного проектирования интегральных схем / Е.Г. Носова, А. Г. Свердлов, В.З. Фейнберг // Изв. АН БССР. Сер. физ.- мат. наук. – 1978. – № 5. – С. 16-23.
3. Осипов Л.Б. Программа фотонабора топологий, содержащих многосвязные фигуры и наклонные линии // Автоматизация РЭА и ЭВА. – Пенза, 1977. – С. 50-53.
4. Местецкий Л.М. Скелетизация многоугольной фигуры на основе обобщенной триангуляции Делоне / Л.М. Местецкий // Программирование. – №. 3. – 1999. – С. 16-31.
5. Препарата Ф. Вычислительная геометрия: введение / Ф. Препарата, М. Шеймос. – Москва : Мир, 1989.

6. Техническое описание и инструкция по эксплуатации генератора изображений ЭМ-5109. – Минск : КБТЕМ-ОМО, 2001. – 323 с.

Е. Савеленко, А. Демиденко

Метод покрытия прямоугольниками объектов топологии микросхем, основанный на использовании обобщенной диаграммы Вороного

Рассмотрена проблема покрытия многоугольников, что имеет место при подготовке входной информации для устройств, выполняющих изготовление фотошаблонов. Входная информация представляет собой описание последовательности прямоугольников. Выбор этой последовательности во многом определяет производительность этих устройств и качество получаемых фотошаблонов. Прямоугольники должны лежать полностью внутри многоугольника, и число их должно быть минимальным или близким к минимальному. Предложен простой эвристический алгоритм, основанный на использовании диаграммы Вороного, который покрывает многоугольник без дыр с острыми внутренними углами при помощи прямоугольников.

O. Savelenko, A. Demudenko

Method for covering rectangles of objects topology circuits based on using generalized Voronoi's diagram

The problem of covering polygons by rectangles that take place in input data preparation for integrated circuit layout generators is considered. Input data is the sequence of rectangles. Basically this sequence determines the productivity of these integrated circuit layout generator and quality of output photomask. The rectangles must lie entirely within the polygon and it is preferable to cover the polygon with as few rectangles as possible. The simple heuristic algorithm, based on the Voronoi's diagrams, that cover hole-free polygon with acute interior angles by rectangles is presented.

Одержано 23.06.10