

СТРУКТУРА МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ДЛЯ ПІДСИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕДАГУВАННЯ ТОПОЛОГІЇ ДРУКОВАНИХ ПЛАТ

© Лобур М.В., Панчак Р.Т., 2009

Розглянуто структуру математичної моделі для підсистеми автоматичного редагування топології друкованих плат. Розроблено модель на основі планарних графів та квадродрев, яка в поєднанні з базою даних дає змогу виконувати редагуючі дії над топологією, з метою підвищення технологічності рисунка топології друкованої плати.

Ключові слова – топологія, друкована плата, модель

The automated printed-circuit pattern editing subsystem structure of numerical scheme is addressed in this paper. Scheme implementation is based on planar graph and quadtree construction with database combination, gives ability to perform corrections on topology to increase technological effectiveness of the printed-circuit plate design.

Keywords – topology, printed-circuit plate, model

Вступ

Характерною особливістю топології сучасних друкованих плат (ДП) є наявність широкого асортименту різноманітних електронних компонент з виводами, виконаними в різних системах виміру (метрична та дюймова), з значно меншими віддальми між виводами. Технології виготовлення ДП дозволяють прокладати тонші провідники з меншими зазорами, що дає змогу реалізувати топології більшої густини. Автотрасувальники, які використовуються в сучасних системах проектування ДП, дозволяють отримувати топології, які мають високі технологічні характеристики. Характерним для цих топологій є поява сегментів провідників з координатами, не кратними сітці трасування. Проте ці топології містять технологічно невиправдані вузькі місця. Тому актуальною залишається задача автоматичного редагування топології друкованих плат, отриманих в САПР.

У цій роботі розглядається математична модель, яка дає змогу моделювати топологію друкованої плати з довільними координатами елементів топології.

Структура математичної моделі ДП

Топології сучасних друкованих плат складаються з великої кількості компонентів та трас. Всі вони на найнижчому рівні графічного представлення зображення складаються з тисяч графічних примітивів. Інформацію такого типу, з точки зору використання пам'яті та процесорного часу, вигідніше зберігати не як растрове зображення, а як множину примітивів, тобто так звану векторну графіку.

У векторній графіці основними складовими зображення є графічні примітиви: лінії, кола, чотирикутники, дуги, полігони тощо. Саме зображення, а в нашому випадку топологія, складається із множини таких фігур. Основним недоліком такої моделі представлення топології друкованої плати є відсутність впорядкованості графічної інформації. Отже, для вибору елементу множини нам необхідно виконувати її перебір, що є найпростішим з точки зору реалізації, але неприпустимим в плані затрат процесорного часу.

Побудова квадродерева [1–3] дозволить істотно скоротити час пошуку необхідного елемента або підмножини елементів. У цій роботі квадродерево використовується для впорядкування множини графічних примітивів згідно з їхнім абсолютним розташуванням на платі.

Кожен листок квадродерева відповідає за певну прямокутну область топології та містить масив вказівників на екземпляри графічних примітивів, які в ній перебувають.

Висока щільність топологій друкованих плат вимагає створення програмної моделі, яка дозволить виконувати необхідні маніпуляції над компонентами з максимальною швидкістю. Пропонується використання моделі плоских зважених графів [4,5] кожного сигнального шару для визначення зв'язків між компонентами топології. Вершинами такого графа виступають графічні примітиви, з яких складаються компоненти топології, а зважені ребра відображають відстані між ними у відносних одиницях.

Перевагою такої моделі є можливість аналізу ситуації навколо певного компонента на наявність «вузького» місця та можливості розширення цього компонента чи його переміщення.

Для реалізації таких дій кожен графічний примітив, з яких складається компонент, повинен знати своїх сусідів – множину інших графічних примітивів, розміщених в прямій видимості від нього. Далі відбувається розрахунок віддалі до кожного з сусідів. Результатом таких дій є створення асоціативних взаємозв'язків між певним компонентом та його сусідами.

Процедура побудови математичної моделі об'єднує такі етапи:

1) завантаження файлу опису топології. На основі зчитування заданого файлу опису топології виконується заповнення бази даних схемотехнічною інформацією. При цьому формуються множини (масиви) шарів, стилів контактних площадок та перехідних отворів, шаблонів компонентів, екземплярів компонентів та електричних ланцюгів;

2) побудова множини оболонок графічних примітивів. На цьому етапі виконується створення на основі завантаженої в базу даних схемотехнічної інформації множини (непорядкованого масиву) графічних примітивів (вершин графа) для кожного сигнального шару. Для кожного екземпляра примітива визначаються абсолютні координати та заповнюються поля, які однозначно задають тип схемотехнічному об'єкту (КП, перехідний отвір чи електричний ланцюг) та його характеристики;

3) побудова квадродерева для сформованих множин оболонок графічних примітивів. Кожен сигнальний шар має власне квадродерево. Програмна реалізація квадродерева повинна мати таку функціональність:

- а) побудова квадродерева для заданої множини графічних примітивів;
- б) оновлення квадродерева при зміні певного примітива, його видаленні, додаванні або переміщенні;
- в) формування вибірок примітивів, що входять до заданої прямокутної області. Це, фактично, є реалізацією пошуку;

4) побудова таблиці асоціативних зв'язків. У цьому проекті асоціативні взаємозв'язки імплементовані у вигляді класів, полями яких є вказівники на графічні примітиви, для яких побудовано цей зв'язок, та відстані між ними. Множина асоціативних взаємозв'язків зберігається у спеціальній таблиці, де кожному з них присвоюється певне число, що однозначно його ідентифікує. Клас примітива, своєю чергою, має списки ідентифікаторів записів таблиці взаємозв'язків.

Результати

Побудова математичної моделі реалізована в підсистемі підвищення технологічності друкованих плат, яка пройшла успішну експлуатацію на підприємствах відкритого акціонерного товариства “Концерн-Електрон”.

На рис.1 наведена фотографія інтерфейсного вікна підсистеми з побудованою математичною моделлю однієї з спроектованих друкованих плат.

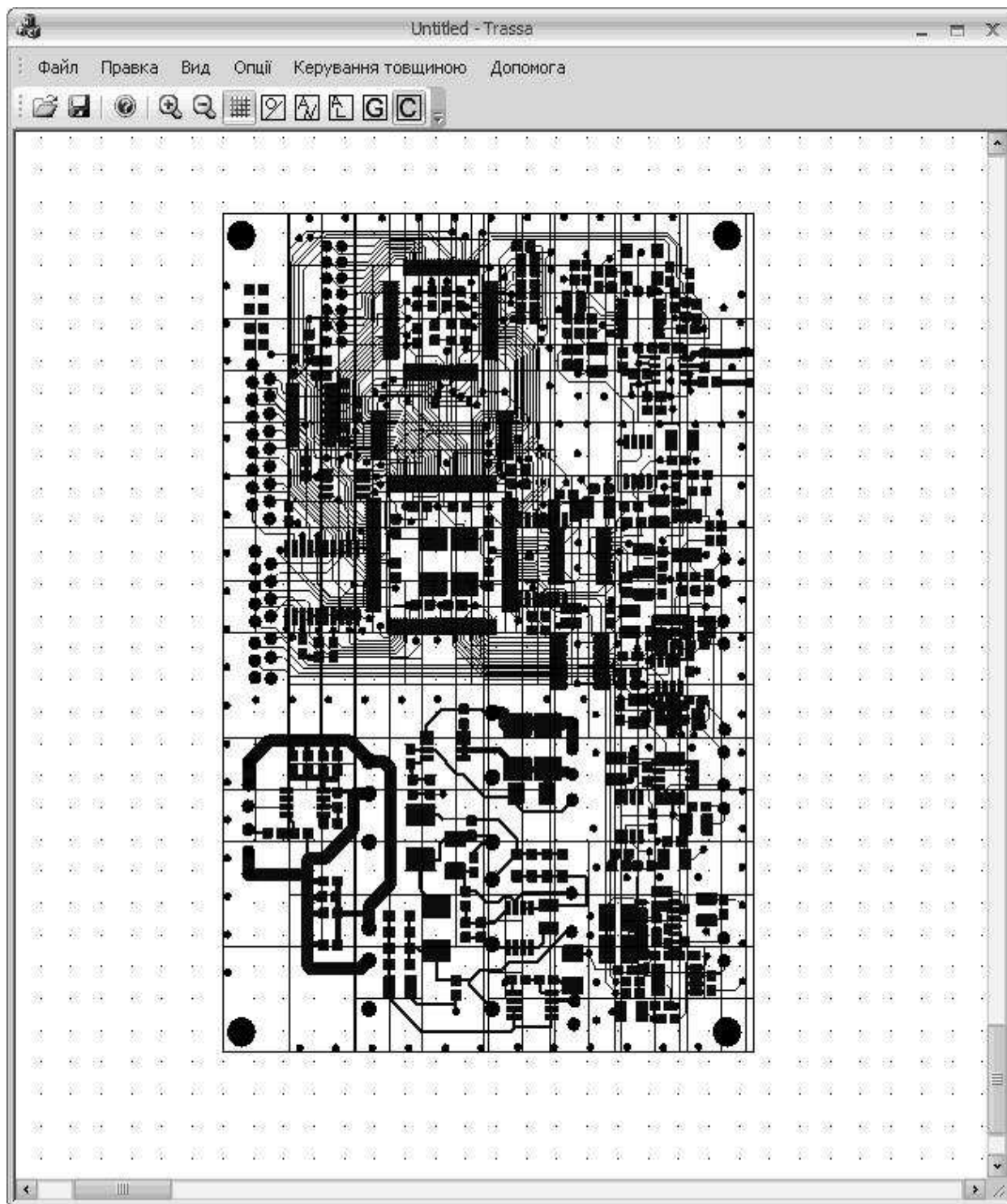


Рис. 1 Фотографія з результатами побудови графічної частини математичної моделі на основі квадродерева та асоціативних взаємозв'язків

Побудова здійснювалася на комп'ютері з такою конфігурацією:

- Процесор AMD AthlonX2 5600+ (тактова частота ядра 2,81GHz)
- Оперативна пам'ять Patriot 2x1Gb 6400 (800MHz)
- Жорсткий диск HDD Samsung 320 Gb SATA2 16Mb Cash
- Материнська плата Asus M2N-E nForce 570 Ultra

Характеристики топології друкованої плати:

- Розмір файла опису топології – 324875 байт
- Кількість графічних примітивів на шарі Top – 3347
- Кількість графічних примітивів на шарі Bottom – 906

Затрати процесорного часу:

- Завантаження файла – 171 мс
- Побудова квадродерева на шарі Top – 5 мс
- Побудова квадродерева на шарі Bottom – 3 мс
- Побудова таблиці асоціативних взаємозв'язків на шарі Top – 1485 мс
- Побудова таблиці асоціативних взаємозв'язків на шарі Bottom – 796 мс
- Збереження файла – 104 мс

Висновки

Математична модель, побудована на використанні квадродерева і асоціативних зв'язків, дає змогу моделювати топологію з довільними координатами в границях ДП та ефективно виконувати редагуючі дії над елементами топології.

Програмна реалізація побудови моделі показала високу швидкодію.

1. Leo Grady and Eric L. Schwartz «Faster graph-theoretic image processing via small-world and quadtree topologies». 2. Jelena Pjesivac-Grbovic, Graham E. Fagg, Thara Angskun, George Bosilca, and Jack J. Dongarra «MPI Collective Algorithm Selection and Quadtree Encoding» – University of Tennessee Computer Science Department. 3. J. O'hara «Variable Spatial Resolution: Quadrees». 4. В.П. Сизорский Математический аппарат инженера – К.: Техніка, 1975 – 768 с. 5. Ф.А. Новиков Дискретная математика для программистов. – СПб.: Питер, 2003. – 304 с.