

ППП "РОЗМЕЛ" ДЛЯ ФОРМУВАННЯ РОЗМІЩЕННЯ РІЗНОГАБАРИТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

© Базилевич Р., Щерб'юк І., 2005

Описано пакет прикладних програм "Розмел" для розміщення різногабаритних елементів на конструктиві.

The software package "Razmel" of various sizes elements placement is described.

Вступ

Для ефективного розв'язання задач розміщення різногабаритних елементів на конструктиві необхідно використовувати комп'ютерне проектування через значну складність таких задач. Із зростанням кількості елементів на конструктиві якість розв'язку, отримана вручну, істотно знижується.

Для проектування схем радіоелектронної апаратури найпоширенішою є система PCAD, яка вирішує цілий комплекс задач проектування – від компонування вузлів до їх трасування. Схеми проектують за декілька етапів, одним з яких є формування розміщення елементів на конструктиві.

Аналіз результатів, сформованих модулем розміщення системи PCAD, показав, що у багатьох випадках з точки зору існуючих критеріїв це розміщення не є якісним. Пакет прикладних програм "Розмел" призначений для заміни модуля розміщення системи PCAD новим з метою покращання результатів.

Архітектура ППП "Розмел"

ППП "Розмел" організовано за принципом взаємодії декількох підсистем (рис. 1). Архітектура пакета містить такі основні підсистеми:

1. Підсистема керування.
2. Діалогова підсистема.
3. Підсистема керування базою даних.
4. Підсистема проектування.
5. Підсистема інтерактивної машинної графіки.
6. Підсистема зв'язку з системою PCAD.

Організацію роботи різних підсистем та їх взаємодію здійснює підсистема керування. Діалогова підсистема відповідає за інтерактивну взаємодію користувача з підсистемами керування та проектування, а також редагування розміщення, що може здійснюватись вручну. Діалог пакета з користувачем реалізують за допомогою віконного інтерфейсу з відповідними уточненнями на окремих етапах формування розміщення. Підсистема керування базою даних містить інформацію про результати роботи окремих етапів та реалізує доступ до всієї бази даних.

Методи та алгоритми розміщення в автоматичному режимі реалізуються підсистемою проектування, яка складається з двох підсистем: формування початкового розміщення та його оптимізації. Алгоритми реалізують за декілька етапів, на яких уточнюють вхідні умови перед виконанням кожного зокрема. Процес формування розміщення супроводжується коментарями, забезпеченими діалоговою підсистемою. Підсистема проектування під час формування розміщення контролює дані та коректність роботи алгоритмів.

У ППП "Розмел" реалізовано такі алгоритми:

1. Початкового розміщення:
 - а) групування елементів на основі методу оптимального згортання схеми;

- б) розміщення послідовним нарощуванням;
- в) розміщення на основі дворівневого групування елементів за висхідною стратегією;
- г) низхідне ієрархічне розміщення.

2. Оптимізації розміщення:

- а) точкове сканування;
- б) сканувальна область для базових елементів;
- в) сканувальна область для макромоделей.

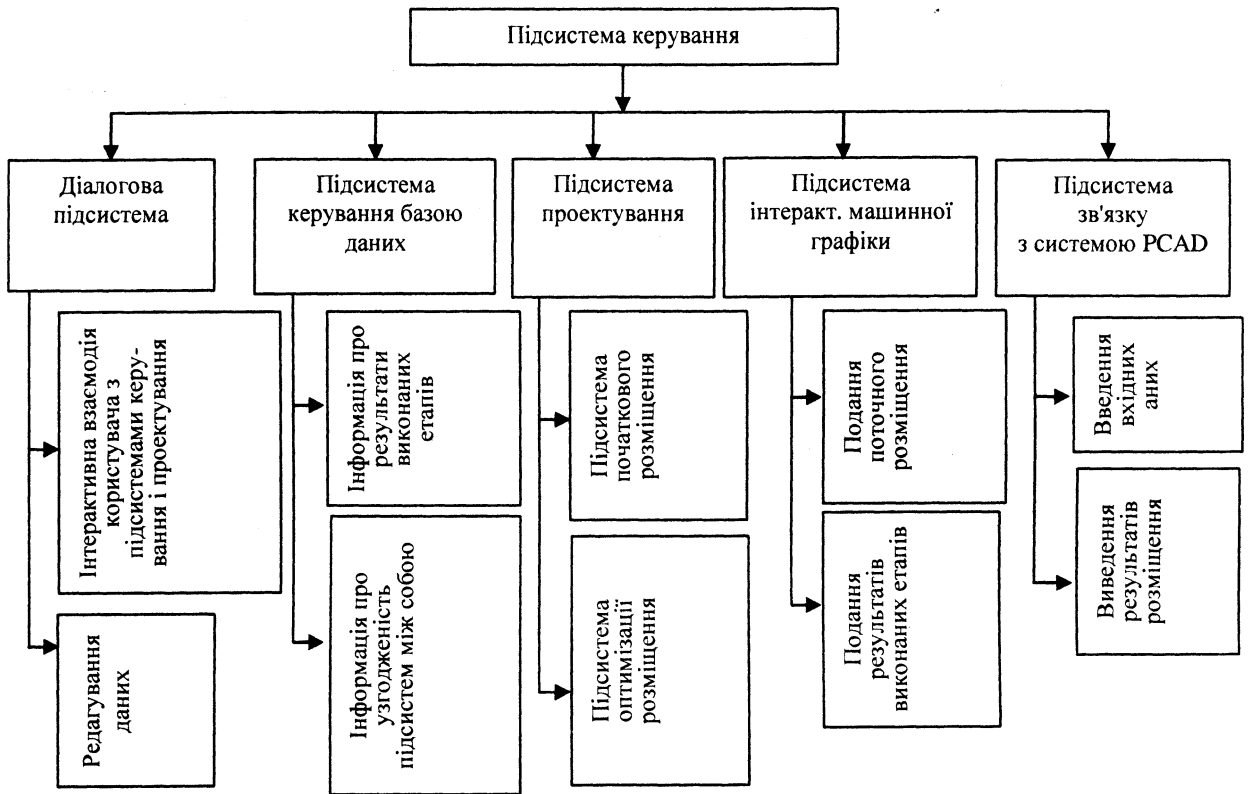


Рис. 1. Архітектура ППП "Розмел"

Підсистема інтерактивної машинної графіки забезпечує візуальне подання результатів поточного розміщення, значення загальних характеристик інформаційного характеру (поточний критерій зв'язності; мінімально досягнутий критерій зв'язності; кількість елементів, розміщення яких оптимізують та ін.) та результати виконаних етапів проектування.

ППП "Розмел" взаємодіє з системою PCAD підсистемою зв'язку, яка містить процедури конвертування даних. Це дає змогу використовувати пакет як окрему частину, що відповідає за розміщення елементів, з подальшим трасуванням в системі проектування PCAD.

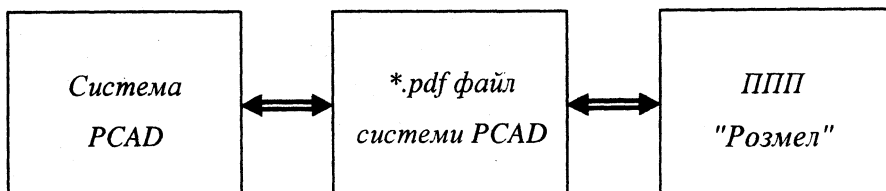


Рис.2. Схеми зв'язку ППП "Розмел" з системою PCAD

Схему зв'язку ППП "Розмел" з системою PCAD зображено на рис. 2. Робота програми розміщення здійснюється в декілька етапів. На першому етапі вхідна інформація про конструктив, характеристики елементів та сформоване поточне розміщення отримують з файлів формату .pdf,

створених командами системи PCAD. На другому етапі за допомогою методів та алгоритмів, розроблених в ППП "Розмел", це розміщення оптимізують. Третім етапом є зворотне передавання інформації про нове розміщення з пакета у файли формату .pdf, які система PCAD використовує для подальшого опрацювання.

ППП "Розмел" розроблено з використанням інструментальної системи Delphi, що базується на мові програмування Object Pascal і може експлуатуватись під управлінням сімейства операційних систем Windows-9x. Пакет складається з 50 об'єднаних вихідних модулів і 27 спроектованих. Під час проектування модулів об'єктно-орієнтований підхід до програмування поєднувався із процедурно-орієнтованим. Всі модулі документувались інформаційно і семантично. Для проектування форм використано засоби бібліотеки візуальних компонент інтегрованого середовища Delphi.

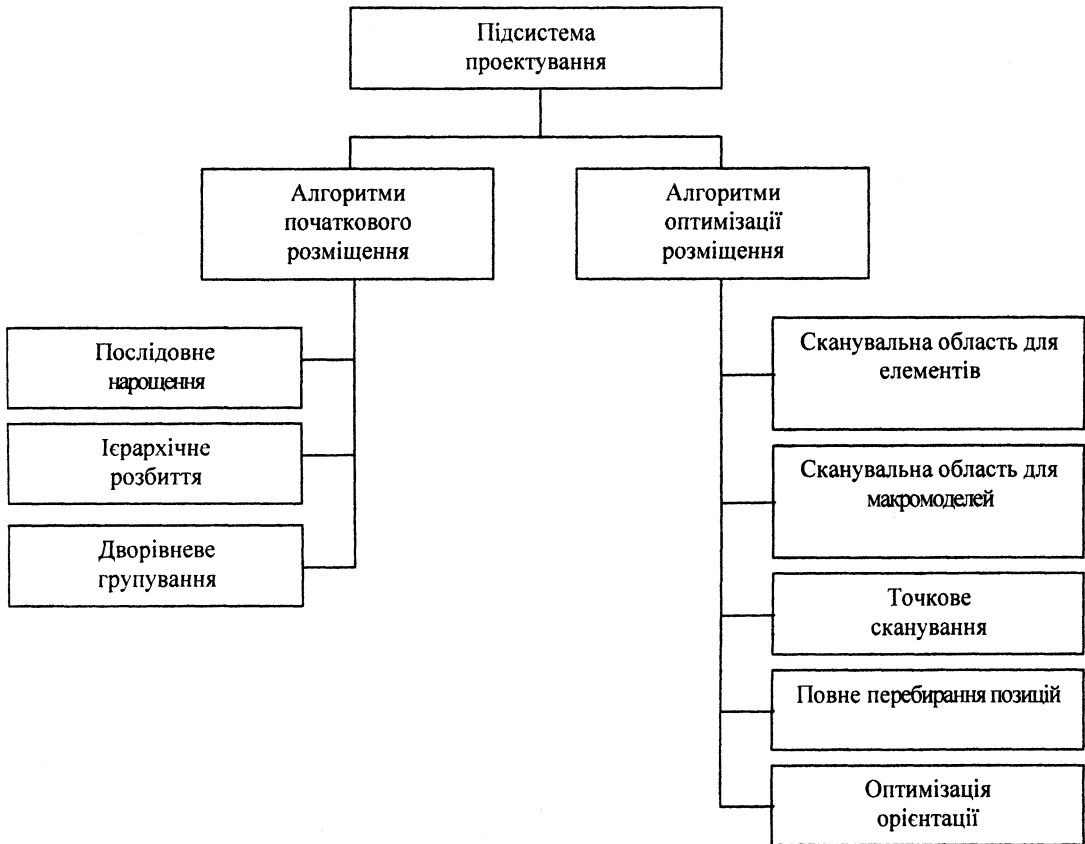


Рис. 3. Підсистема проектування форм

Встановлені допустимі обмеження під час реалізації пакета відповідають допустимим обмеженням системи PCAD. Максимально допустима кількість елементів на платі становить 250, максимальна кількість ланцюгів – 300, максимальна кількість виводів в елементі – 170. Збільшення кожного з цих параметрів не впливає негативно на виконання програми, оскільки пакет призначений для експлуатації в середовищі Windows. Враховуючи специфіку виділення пам'яті у Windows, за якої частина виділеної оперативної пам'яті зберігається на диску, можна стверджувати, що максимально допустимі межі залежать від вільного місця на жорсткому диску. Для нормальної роботи пакета у встановлених межах необхідно близько 120 Мегабайт пам'яті.

Базові структури даних

У ППП "Розміщення" використовують таке інформаційне забезпечення:

1. Опис елементів схеми.
2. Опис макромоделей.

3. Опис дерева оптимального згортання.

4. Опис моделі конструктиву та меж заборони трасування.

Опис будь-якого елемента містить поля, які необхідні і для розміщення, і для відображення його конструктивних особливостей. Кожен елемент наведено відповідною структурою типу "запис". Структуру даних для опису одного елемента побудовано так, що під час перенесення елемента з однієї позиції в іншу достатньо змінити лише координати позиції, що вимагає незначної кількості операцій. Контур будь-якого елемента та конструктива описують за допомогою множини графічних примітивів:

- точки з координатами (x, y) ;
- полігону ліній;
- прямокутної області, заданої координатами лівого верхнього (x_1, y_1) та правого нижнього (x_2, y_2) кутів;
- кола, заданого радіусом R та координатами центра (x, y) ;
- багатокутника, що передбачає стиль заповнення, зовнішню та внутрішню межі;
- дуги, що складається з координат центру (x, y) та координат двох точок дуги (x_1, y_1) , (x_2, y_2) .

Додатковою інформацією про елемент є назва елемента, координати точки прив'язки відносно лівого верхнього кута конструктива, інформація про орієнтацію елемента та інформація про виводи елемента (кількість виводів, номери виводів в масиві ланцюгів та координати кожного виводу).

Опис множини з n елементів реалізовано у вигляді масиву структур типу `TElectricComponent`. Необхідні затрати пам'яті для збереження елементів на конструктиві залежать від розміру кожної структури.

Макромодель описують за допомогою структури типу "запис", яка містить:

- множину описів елементів макромоделі;
- параметри прямокутної області для розміщення елементів макромоделі.

Дерево оптимального згортання наведено у вигляді динамічно сформованого масиву множин елементів на кожному рівні розбиття. Будь-яку з множин елементів описано у вигляді спеціально сформованого масиву чисел.

У результаті застосування ППП "Розмел" для 9 реальних конструктивів покращання критерію розміщення коливалось у межах 5 – 25 %. На основі отриманих результатів можна зробити такі зауваження. Під час формування розміщення покращання результату досягають послідовним комбінуванням різних алгоритмів на кожному кроці. За умови досягнення певного розміщення на деякому етапі необхідним є незначне ручне коригування позицій елементів.

Отриманий результат розміщення залежить від стратегії, вибраної проєктантом. Ефективних результатів можна досягти поєднанням різних підходів до процесу формування розміщення. Для одного і того самого конструктива під час вибору різних шляхів (алгоритмів) пошуку оптимального рішення можна отримати різні результати, які можуть суттєво відрізнитись. У деяких випадках неправильно обрана стратегія не дає істотних покращень, а інколи навіть і погіршує значення критерію розміщення.

Висновки

ППП "Розмел" призначений для розміщення різногабаритних елементів на конструктиві і може бути використаний як окремий модуль САПР, а також з навчальною метою дослідження ефективності алгоритмів формування початкового розміщення та алгоритмів його оптимізації.

Експериментально доведено більш високу ефективність ППП "Розмел" порівняно з існуючими в системі PCAD, що підтверджує доцільність його використання під час проєктування сучасної РЕА.

1. *Базилевич Р.П. Декомпозиційні і топологічні методи проєктування конструкцій радіоелектронної апаратури. – Львів: Вища школа, 1981. – 168 с.* 2. *Базилевич Р.П., Щербюк І.Ф. Штучна ієрархічна кластеризація в задачах розміщення різногабаритних елементів // Штучний інтелект. – №3. – 2002. – С. 484–489.* 3. *M. Sait. VLSY physical design automation // Theory and Practice, 1995.* 4. *Baker B.S. and J.S.Schwarz. Shelf algorithms for two dimentional packing problems. SIAM J. Compt, 3, 1983.*