

УДК 681.32

С. Ткаченко, І. Чура, Я. Грицишин

Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра САПР

## ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІЩЕННЯ ПЛОСКИХ ОБ’ЄКТІВ НА ПЛОЩИНІ ДОВІЛЬНОЇ ФОРМИ

© Ткаченко С., Чура І., Грицишин Я. 2002

**Розглянуто аспекти розробки і розвитку конструкторської системи автоматизованого проектування мікроелектронних пристроїв.**

**Aspects of development and design construct system of automated design of micro electrical devices are considered in this paper.**

Задача розміщення – одна з найбільш традиційних задач оптимізації – розширює свою область застосування. Це пояснюється тим, що сьогодні значно розвинулося математичне забезпечення і зросли можливості технічного забезпечення САПР, а це дозволяє вирішувати задачі вищої складності ніж це було можливо раніше. Описано розв’язання ряду задач про розміщення об’єктів на площині прямокутної форми [2]. Існують різнотипні методи, які дозволяють вирішувати задачі такого роду [1, 2]. Для кожного з них характерні свої переваги і недоліки. Спільною ознакою для таких методів є те, що вони розглядають вхідний матеріал як прямокутник або смугу. Це пояснюється тим, що вхідний матеріал є стандартизований і правильної геометричної форми для певного кола задач (наприклад, розкрою металу). В легкій промисловості все ширше використовується матеріал неправильної форми, наприклад, шкіра для пошиття взуття. Вона має досить високу ціну, а це обумовлює зростання вимог щодо зменшення відходів. Для розв’язання такої задачі необхідно адаптувати старі або ввести нові алгоритми для оптимального розміщення плоских об’єктів на площині.

Для розміщення плоских об’єктів на площині довільної форми використаємо апроксимовані об’єкти  $P_i(x_i, y_i, \varphi_i)$ , де  $x_i, y_i$  – координати полюсу  $i$ -го об’єкта,  $\varphi_i$  – кут повороту  $i$ -го об’єкта відносно його початкового положення, а контур цих об’єктів  $s_i$  наведено масивом векторів, напрямком яких вибраний за правилом: внутрішня частина цього об’єкта має знаходитись справа від напрямку вектора [4]. Таке подання контуру площини довільної форми у векторній формі зменшить складність алгоритмів для вирішення поставленої задачі.

З огляду на вищесказане основний критерій ефективності розміщення об’єктів  $K_p$  обчислюється за формулою:

$$K_p = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{S},$$

де  $S$  – площа вхідного матеріалу довільної форми,  $S_i$  – площа  $i$ -го об’єкта.

Для розв’язання задач важливе значення має формування кортежу об’єктів які розташовуються. В існуючих системах проводиться їх попереднє сортування або розбиття на групи залежно від площі [1]. Для цього є три основних способи:

- сортування об’єктів за зменшенням їх площі  $S_1 < S_2 < \dots < S_n$ ;

- розбиття на дві групи: великі і дрібні за формулою

$$S_i \geq \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2};$$

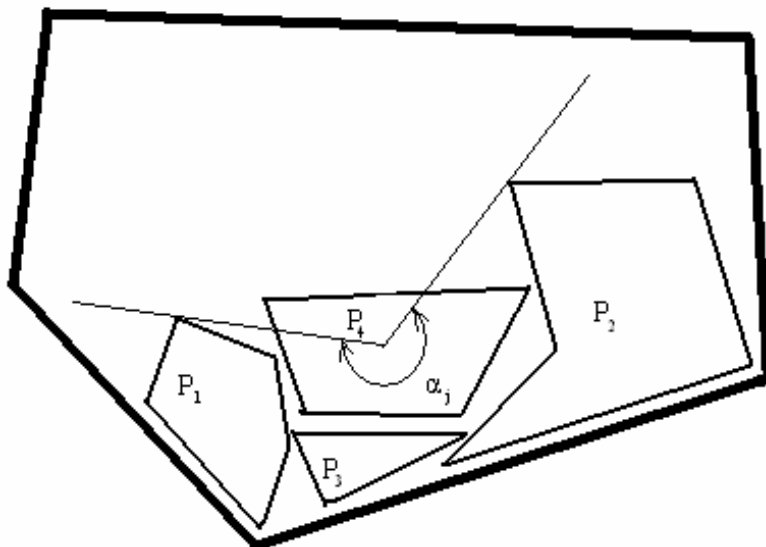
- розбиття на три групи: великі, середні, дрібні за формулами

$$S_{I1} = S_{\max} - \frac{S_{\max} - S_{\min}}{3},$$

$$S_{I2} = S_{\min} + \frac{S_{\max} - S_{\min}}{3}.$$

Об'єкти з груп вибираються випадково або групи (з фіксованим взаєморозташуванням об'єктів) розміщуються на площині матеріалу. Ці розбиття на групи не враховують співрозмірність і специфіку форми кожного з об'єктів. Для поділу на групи доцільніше використовувати алгоритми розпізнавання образів, а також пропонується не використовувати площу як основну характеристику для вибору чергового об'єкта, який розташовується. Більш вагомо на оптимальне розміщення впливає форма об'єкта, тому що чим менші „зазори” між об'єктами, тим меншу вони займають площу. Доцільно при утворенні незаповнених контурів („вирізів”) їх зразу заповнювати об'єктами з метою виключення цього контуру і цих об'єктів з подальшого розгляду, що дозволить значно економити машинний час.

Для оцінки оптимальності розміщення об'єктів на кожному кроці ми не можемо використати критерії, які були у алгоритмах розташування на площині прямокутної форми, тому що вони прив'язані до форми площини. Є сенс як критерій розташування на кожному кроці вибрати кут видимості (кут, утворений дотичними до існуючого контуру, які проходять через полюс об'єкта, що розташовується) розташованих об'єктів з полюсу об'єкта, що розташовується  $\alpha_j$  (див. рисунок). Оптимальним будемо вважати таке положення, при якому  $\alpha_j$  досягає максимального значення.



*Кут видимості  $\alpha_j$  для об'єкта розміщення  $P_4$*

В практичних задачах матеріал (площина) має неоднорідні властивості, наприклад:

- шкіра має неоднорідну якість, в середині якість вища, ніж по краях;
- метал має напрямок катання; деталі, які піддаються навантаженням, мають розташовуватись так, щоби напрямок дії навантаження збігався з напрямком катання металу;
- матерія має візерунок і ворсистість, викройки мають бути орієнтовані за ними.

Ці властивості визначають можливі кути повороту об'єкта і пріоритетність місць його розташування, що в промисловості сильно впливає на якість кінцевого виробу, а отже і на його собівартість і конкурентну спроможність.

На основі вищесказаного і враховуючи те, що задачі комбінаторного типу здебільшого вирішуються евристичними методами, можна зробити висновок, що система розміщення плоских об'єктів на площині довільної форми має бути експертною. Аналіз кожної конкретної постановки задачі здійснюється препроцесором. Залежно від вхідних даних і їх кількісних характеристик препроцесор, керуючись базою знань, вибирає алгоритм (як правило, послідовного типу) з набору алгоритмів розв'язання задач розміщення об'єктів на площині і формує завдання на розміщення. Оскільки, як відомо з практики, точного розв'язання задачі розміщення досягти автоматичними процедурами неможливо, необхідно застосувати інтерактивну підсистему корекції розташування. Це дозволить користувачу попередньо вибрати алгоритм розміщення об'єктів і, по необхідності, втручатися в процес вирішення поставленого завдання. Результат кінцевого розміщення зберігається у базі знань для подальшого аналізу ефективності алгоритму, за яким воно виконувалося[3].

*1. Стоян Ю.Г., Гиль Н.И. Методы и алгоритмы размещения плоских геометрических объектов. – К., 1976. 2. Математическое обеспечение рационального раскроя в системах автоматизированного проектирования. Уфа, 1988. 4. Проектирование СБИС. Пер. с япон. / Ватанабэ М., Асада К., Оцуки Т. – М., 1988.*