

ПРОГРАМНІ МЕТОДИ ПІДГОТОВКИ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗКРОЮ МАТЕРІАЛУ ПРЯМОКУТНОЇ ФОРМИ

В.І. Чупринка, О.О. Хоменко, М.М. Шкоденко

Київський національний університет технологій і дизайну,
01011, Київ-11, вул. Немировича-Данченко, 2.
Тел.: +38 044 280 0512

У багатьох випадках, коли не вдається в автоматичному режимі побудувати схеми розкрою, які б задовольняли технологічним вимогам, доводиться одержані схеми коригувати в інтерактивному режимі. Запропоновано алгоритм автоматизованої побудови розкрійних схем з подальшим інтерактивним коригуванням, який реалізований у програмний додаток в інтегрованому середовищі програмування Delphi для операційної системи Windows.

In many cases it is not succeeded in the automatic mode to build a cutting out chart, which would satisfy technological requirements. That is why the gotten charts are corrected in the interactive mode. In work the algorithm of interactive construction of cuttings out charts is offered for the details of any difficult form taking into account the complete return of details, which is realized in programmatic addition in the integrated environment of programming of Delphi for the operating system of Windows.

Актуальність теми

В сучасних умовах швидкого розвитку комп'ютерних технологій і автоматизації більшості галузей виробництва виникла можливість розширення використання автоматизованого проектування на етапі технологічної підготовки розкрою. Рівень розвитку прикладної математики дозволяє створити розрахункові методи проектування раціональних схем розкрою рулонних матеріалів, а широка комп'ютеризація дає можливість реалізувати процес проектування в автоматизованому режимі з використанням прикладних програм та візуалізувати спроектовані схеми.

Для автоматизованого розкрою застосовують роботизовані пристрої, які працюють з інформацією про розкрійні схеми в спеціально підготовленому форматі. Тому актуальною задачею є створення програмного забезпечення, яке буде розкрійні схеми в автоматизованому режимі і зберігатиме інформацію про них у належному форматі.

Мета і основні етапи виконання

Робота присвячена розробці комп'ютерного проектування раціональних схем розкрою рулонних матеріалів на деталі складної конфігурації з урахуванням комплектного виходу.

Введемо наступні поняття. Розкладка – це решітчасте розміщення одного типу деталей на матеріалі довжини $DL_1 \leq DL_{стола}$ і ширини $SH_1 \leq SH_{матеріалу}$. Кількість деталей не перебільшує потребу в деталях даного типу. Із розкладок генеруються секції набором не більше 3 розкладок по ширині матеріалу. Критерієм є мінімальні краєві втрати. Міжмодельний місток – мінімальна відстань між деталями, яка потрібна для роботи розкрійного обладнання. Розкрійна схема – набір секцій, вибрана за критеріями:

- комплектний вихід деталей;
- % використання матеріалу;
- величина міжмодельного містка;
- довжина $\leq DL_{стола}$.

Основними етапами виконання роботи є:

- завдання зовнішніх контурів деталі;
- визначення лінійних ефектів суміщення деталей за шириною та довжиною з урахуванням можливості повороту деталі на 180 градусів;
- утворення секцій деталей (комбінація з одної, двох або трьох різних деталей) та сортування їх за ефективністю;
- генерація з утворених секцій схем розкрою та обрання найбільш раціональних (за максимально можливою кількістю комплектів моделі);
- інтерактивне видалення, додавання та переміщення деталей на схемі розкрою [1];
- перегляд та друкування необхідних схем розкрою;
- реалізація обміну даними з програмами, що використовуються в галузі (Прис, AutoCAD).

Зовнішні контури плоского геометричного об'єкта можуть мати складну конфігурацію і в більшості випадків не можуть бути описані аналітично. Тому складну деталь апроксимують простими геометричними елементами. Вирішальне значення при виборі способу апроксимації має точність відтворення форми і розмірів початкової деталі. При будь-якому способі апроксимації можна отримати необхідну точність, збільшуючи

число використовуваних геометричних елементів, тобто збільшуючи масив чисел. Проте при збільшенні початкової інформації збільшується машинний час рішення задачі. Спосіб кусково-лінійної апроксимації достатньо простий і має високу ефективність, оскільки практично визначають тільки координати вершин цього багатокутника. Тоді деталь можна представити координатами точок вершин апроксимуючого опукло-увігнутого багатокутника, тобто масивом $\{X_i, Y_i\}$, $i=1..n$, де X_i, Y_i – координати i -ї вершини і n – кількість вершин апроксимуючого багатокутника.

Лінійні ефекти від суміщення деталей за довжиною і шириною використовуються при генерації множини допустимих секцій для деталей будь-якої форми на рулонних матеріалах. Ця задача вже розв'язана [2, 3], тому зупинимось більш детально на алгоритмах створення секцій. При створенні секцій використовуються алгоритми комбінування одного, двох та трьох типів деталей в секціях.

Алгоритм комбінування деталей одного типу

Алгоритм включає такі ітерації:

- за довжиною вкладається одна деталь;
- виконується попередній підрахунок кількості деталей за шириною з урахуванням величини міжмодельного містка;
- якщо ширина утвореного стовпчика деталей більша за ширину настилу, верхня деталь із стовпчика відкидається. Перевірка і відкидання деталі виконується стільки, поки висота стовпчика буде перевищувати ширину настилу;
- якщо для деталі перший і другий лінійні ефекти вкладання за шириною не дорівнює 0, то виконується перерахунок кількості деталей за шириною з урахуванням лінійних ефектів, а потім розраховують кількість стовпчиків за умови не перевищення потреби в деталях. Якщо другий лінійний ефект за довжиною рівний 0, в секції буде два стовпчики, якщо обидва лінійні ефекти нульові – один стовпчик;
- розраховуємо залишок настилу за шириною матеріалу. Якщо висота деталі з міжмодельним містком більша ніж залишок матеріалу, зберігаємо кількість деталей за шириною і довжиною – утворилася секція;
- якщо деталі не вичерпано, переходимо до кроку 1.

Алгоритм комбінування деталей двох різних типів

Алгоритм включає наступні ітерації:

- 1) за довжиною вкладається деталь першого типу;
- 2) виконується попередній підрахунок максимальної кількості деталей першого типу за шириною з урахуванням величини міжмодельного містка. Якщо ширина утвореного стовпчика деталей більша за ширину настилу, верхня деталь із стовпчика відкидається. Перевірка і відкидання деталі виконується стільки, поки висота стовпчика перевищує ширину настилу. Якщо для деталі перший і другий лінійні ефекти вкладання за шириною не дорівнює 0, то виконується перерахунок кількості деталей за шириною з врахуванням лінійних ефектів;
- 3) виконується попередній підрахунок максимальної кількості деталей першого типу за довжиною, тобто розраховують кількість стовпчиків за умови не перевищення потреби в деталях. Уточнення кількості стовпчиків з урахуванням лінійних ефектів від суміщення деталей за довжиною, залишку деталей і полотна;
- 4) виконуємо перебір варіантів розміщення деталей першого типу. Спочатку перебираємо варіанти укладки деталей за шириною, тобто кількість рядків. Для кожного такого варіанта розраховуємо висоту цього стовпчика. Далі перебираємо варіанти укладки деталей за довжиною, кількість таких варіантів залежить від кількості деталей за шириною. Для кожного варіанту кількості деталей укладених за довжиною розраховуємо довжину цього рядка;
- 5) виконуємо укладку деталей другого типу для варіанта укладки деталей першого типу. При цьому перебираються всі деталі моделі, варіант коли деталь першого і другого типу збігається, відкидається. Розраховуємо кількість деталей другого типу за довжиною, цей рядок має бути не довшим, ніж рядок деталей першого типу. Розраховуємо кількість деталей другого типу за шириною, в області настилу за шириною вільній від деталей першого типу;
- 6) якщо для отриманої комбінації залишок за шириною настилу менший за висоту деталі першого типу з міжмодельним містком та другого типу з міжмодельним містком, то зберігаємо варіант секції;
- 7) якщо ще є варіант розкладки для першої деталі, переходимо до кроку 4. Якщо всі варіанти вже розглянуті і деталі не вичерпано, переходимо до кроку 1.

Алгоритм комбінування деталей трьох різних типів

Цей алгоритм аналогічний алгоритму комбінування деталей двох різних типів, але великий за обсягом, тому далі його опис наведено схематично.

За довжиною вкладається перша деталь, потім по ширині матеріалу ведеться укладка ряду другої деталі, а на залишку матеріалу по ширині вкладаються ряди деталей третього типу.

Наступна секція – по довжині вкладається ряд з двох однакових деталей першого типу (враховуючи лінійні ефекти суміщення деталей по довжині), а потім вкладається ряд деталей другого типу, на залишку – третього типу і так далі.

Ширина секції визначається шириною першого ряду деталей, а секції, в яких кількість деталей перевищує необхідну (максимально можливу) – не враховуються.

Розглянемо більш детально методику визначення кількості деталей, що можна розташувати по висоті у заданій ширині настилу при створенні всіх можливих секцій з переліку деталей, що входять до комплекту моделі виробу:

- деталі сортуються за довжиною (по спадаючій). Якщо декілька деталей мають однакову довжину, першою ставиться та деталь, що має більшу площу;
- перша деталь у відсортованому переліку вкладається у нижній лівий кут настилу;
- обирається оптимальне розташування даної деталі (основне або з поворотом на 180°);
- над першою деталлю розташовуємо другу (якщо це можливо і відповідає потребі, то вкладається та ж сама деталь);
- обирається оптимальне розташування другої деталі (основне або з поворотом на 180°) за мінімальним першим (другим) лінійним ефектом від суміщення двох деталей за висотою;
- друга деталь зміщується вниз на величину першого (другого) лінійного ефекту за висотою. Якщо друга (третя) деталь після відповідного зміщення не вкладається у задану ширину, то обирається наступна деталь.

Під час вкладання різних видів деталей за шириною враховується, що ширина деталі (сумарна ширина суміщених деталей) раніше розташованого ряду має бути більша (або дорівнювати) за цей показник для ширини деталі (сумарної ширини суміщених деталей) наступного виду.

Утворені секції показані на рис. 1. Тут представлені секції з деталей одного, двох та трьох типів.

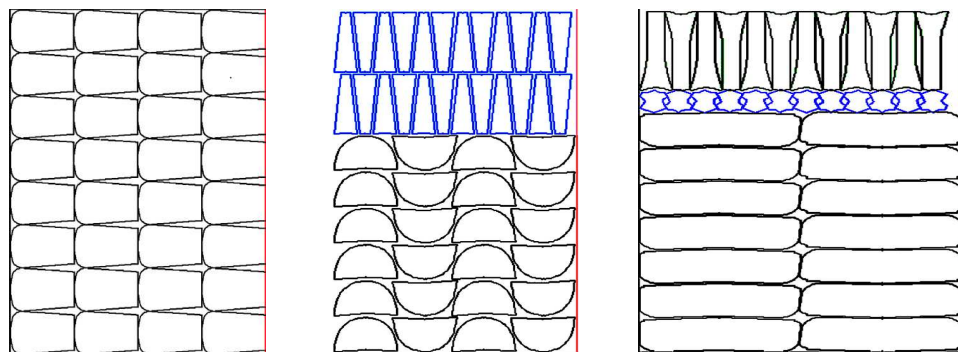


Рис. 1. Приклади фрагментів секцій з одного, двох та трьох типів деталей

Для створення основної схеми розкрою (рис. 2) розроблено алгоритм генерації настилу за максимальним комплектним виходом.

Алгоритм генерації настилу за максимальним комплектним виходом

Нетто деталей S_{net} комплекту S_k розраховується за формулою

$$S_{net} = \sum_{j=1}^n S_j K_j, \quad (1)$$

де S_j – площа j -ї деталі, $j = 1, 2, \dots, n$, K_j – кількість j -ї деталі в комплекті. Брутто комплекту S_{br} знаходимо з припущення, що рекомендований % використання матеріалу P_0 , тоді

$$S_{br} = 100 S_{net} / P_0. \quad (2)$$

Кількість комплектів у розкладі m :

$$m = [DI * Sh / S_{br}], \quad (3)$$

Далі розраховуємо необхідну кількість деталей у схемі T_j :

$$T_j = K_j \times m. \quad (4)$$

Перебираючи секції з допустимою ефективністю розраховуємо для кожної секції кількість її в розкрійній схемі K_s :

$$K_s = \min(T_j / K_{ij}) \quad (5)$$

і залишок деталей:

$$T_j = T_j - K_{ij} \times K_s, \quad (6)$$

де K_{ij} – кількість j -х деталей в i -й секції. Залишок деталей, що не ввійдуть у розкрійну схему додається до неї в інтерактивному режимі.

Якщо залишок деталей не нульовий, додаємо дану секцію до розкрійної схеми K_s разів, якщо потребу хоча б в одній деталі з секції задоволено, дана секція відкидається. Залишок деталей, що не ввійдуть у розкрійну схему додається до неї в інтерактивному режимі.

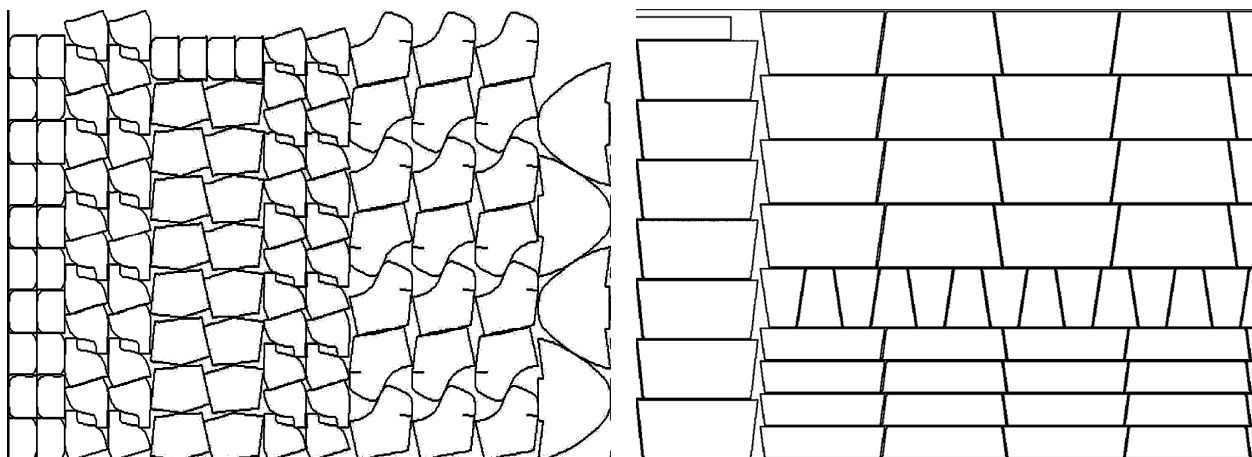


Рис. 2. Приклади фрагментів розкрійних схем для деталей взуття та шкіргалантереї

Описаний алгоритм реалізований в програмний продукт, який дозволяє оптимізувати процес розкрою матеріалу. При застосуванні даного програмного продукту до розкрою деталей для верху взуття складної конфігурації, було отримано відсоток використання матеріалу – не менше 70 %, а для розкрою деталей шкіргалантерейних виробів, які переважно мають більш просту форму, відсоток використання матеріалу – не менше 90 %.

Вищеописаний метод розкрою рулонних матеріалів на деталі складної конфігурації орієнтований на використання у масовому виробництві. Крім того, він доволі легко може бути модифікований і застосовуватись для розкрою листових матеріалів.

1. Чупринка В.І., Волошин О.Т., Комарницька О.В. Інтерактивна побудова схем розкрою. – К.: Вісник ДАЛПУ, 2000. – № 1. – С. 86–89.
2. Зыбин Ю.П. и др. Технология изделий из кожи. – М.: Легкая индустрия, 1975. – С. 464.
3. Чупринка В.І., Волошин О.Т., Піпа Т.А. Підготовка інформації для автоматичного розкрою. – К.: Вісник ДАЛПУ, 2000. – № 1. – С. 91–93.