

УДК 687.016

ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ, ЩО ВИНИКАЮТЬ ПРИ РОЗРОБЦІ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЕКТУВАННЯ ЧОЛОВІЧИХ КУРТОК

В.І. Чупринка, доктор технічних наук, професор
Київський національний університет технологій та дизайну
П.П. Задорожний, магістрант
Київський національний університет технологій та дизайну

Ключові слова: математичне забезпечення, програмне забезпечення, автоматизоване проектування, чоловічі куртки.

Сучасні виробництва не зможуть вижити в конкурентній боротьбі, якщо не будуть випускати нову продукцію кращої якості, більш низької вартості за менший час. А це можна досягти завдяки впровадженню САПР у виробництво.

Вирішити задачі, що виникають при розробці параметричних моделей деталей чоловічих курток.

Так як деталі чоловічих курток мають складну конфігурацію зовнішнього контуру і в більшості випадків їх зовнішній контур не можливо описати аналітично, тобто представити у вигляді функції $f(x,y)=0$, то зовнішні контури деталей ми будемо апроксимувати. Для цього застосовуємо кусково-лінійний метод апроксимації, як найбільш універсальний. Тоді зовнішній контур будь-якої деталі чоловічої куртки ми можемо представити у вигляді апроксимуючого багатокутника з координатами вершин $\{X_i, Y_i\}$, $i=1,2\dots n$. Звідси зовнішній контур деталі може бути описаним у параметричному вигляді за допомогою виразу :

$$\begin{cases} x = X_i + t(X_{i+1} - X_i) \\ y = Y_i + t(Y_{i+1} - Y_i) \end{cases}, \text{ де } t \in \{0,1\} \quad (1)$$

Для кожної деталі чоловічої куртки необхідно розробити параметричну модель. Для цього були визначені параметри, від яких залежить форма зовнішнього контуру деталі. А саме: t_1 - напівобхват стегон; t_2 - напівобхват грудей; t_3 - ширина грудей; t_4 - центр грудей; t_5 - висота грудей; t_6 - напівобхват талії; t_7 - довжина талії спереду; t_8 - довжина талії зі спини; t_9 - висота сидіння; t_{10} - висота сидіння; t_{11} - напівобхват шиї; t_{12} - обхват плеча; t_{13} - ширина плечового скату; t_{14} - ширина спини; t_{15} - довжина руки; t_{16} - обхват кисті руки. За цими параметрами були розроблені параметричні моделі для кожної із деталей чоловічої куртки, що проектуються. Параметричні моделі визначають залежність кожної вершини кожної деталі від параметрів, які були визначені вище, а саме:

$$\begin{cases} X_{i,j} = \varphi(t_1, t_2, \dots, t_{16}) \\ Y_{i,j} = \vartheta(t_1, t_2, \dots, t_{16}) \end{cases}, \text{ де } \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, n \\ j = 1, 2, \dots, q_i \end{matrix}. \quad (2)$$

Для створення параметричних моделей деталей чоловічих курток були вирішені наступні геометричні задачі: знаходження точок перетину двох кіл; знаходження точок перетину кола та прямої та інші задачі.

Знаходження точок перетину кола та прямої. Нехай пряма задана рівнянням $Ax + By + C = 0$, а коло – рівнянням $(x - X_{c_1})^2 + (y - Y_{c_1})^2 = R_1^2$. Очевидно, що коло $(x - X_{c_1})^2 + (y - Y_{c_1})^2 = R_1^2$ та пряма $Ax + By + C = 0$ перетнуться, якщо виконана наступна умова: $\Delta \leq R_1$, де $\Delta = (A \cdot X_{c_1} + B \cdot Y_{c_1} + C) / \sqrt{A^2 + B^2}$. Якщо виконана ця умова, то для знаходження точок перетину кола з прямою розглянемо два випадки:

а) $A=0$; Тоді рівняння прямої має вигляд: $By + C = 0$. Звідси $y_{1,2} = -C/B$. Підставивши це значення для $y_{1,2}$ в рівняння кола отримаємо:

$$(x - X_{c_1})^2 + (-C/B - Y_{c_1})^2 = R_1^2.$$

$$\text{Тоді } x_{1,2} = X_{c_1} \pm \sqrt{R_1^2 - (Y_{c_1} + C/B)^2}.$$

б) $A \neq 0$; Тоді з рівняння прямої легко отримати наступний вираз для x : $x = -\frac{B}{A}y - \frac{C}{A}$ (3). Підставивши цей вираз в рівняння кола $(x - X_{c_1})^2 + (y - Y_{c_1})^2 = R_1^2$ та зробивши деякі перетворення отримаємо наступне квадратне рівняння для y :

$$\left(1 + \frac{B}{A}\right)y^2 + 2\left(\frac{B \cdot C}{A^2} + \frac{B}{A}X_{c_1} - Y_{c_1}\right)y + \frac{C^2}{A^2} + \frac{2C}{A}X_{c_1} + Y_{c_1}^2 - R_1^2 = 0. \quad (4)$$

Введемо позначення: $A_1 = 1 + \frac{B}{A}$; $B_1 = 2\left(\frac{B \cdot C}{A^2} + \frac{B}{A}X_{c_1} - Y_{c_1}\right)$;

$C_1 = \frac{C^2}{A^2} + \frac{2C}{A}X_{c_1} + Y_{c_1}^2 - R_1^2$. Тоді рівняння (4) прийме наступний вигляд: $A_1 y^2 + B_1 y + C_1 = 0$.

Розв'язавши рівняння (4) та підставивши значення y в рівняння (3) отримаємо координати точок перетину кола з прямою:

$$y_{1,2} = \frac{-B_1 \pm \sqrt{D}}{2A_1}, \quad x_{1,2} = -\frac{B}{A}y_{1,2} - \frac{C}{A}, \text{ де } D = B_1^2 - 4A_1 \cdot C_1 \quad (5)$$

Знаходження точок перетину двох кіл. Нехай перше коло задається рівнянням $(x - X_{c_1})^2 + (y - Y_{c_1})^2 = R_1^2$, а друге – рівнянням $(x - X_{c_2})^2 + (y - Y_{c_2})^2 = R_2^2$.

Очевидно, що коло $(x - X_{c_1})^2 + (y - Y_{c_1})^2 = R_1^2$ з колом $(x - X_{c_2})^2 + (y - Y_{c_2})^2 = R_2^2$, якщо виконується наступна умова

$$|R_1 - R_2| \leq D \leq R_1 + R_2 . \quad (6)$$

Перетворимо систему рівнянь
$$\begin{cases} (x - X_{c_1})^2 + (y - Y_{c_1})^2 = R_1^2 \\ (x - X_{c_2})^2 + (y - Y_{c_2})^2 = R_2^2 \end{cases}$$

наступним чином:
$$\begin{cases} x^2 - 2X_{c_1} \cdot x + X_{c_1}^2 + y^2 - 2Y_{c_1} \cdot y + Y_{c_1}^2 = R_1^2 \\ x^2 - 2X_{c_2} \cdot x + X_{c_2}^2 + y^2 - 2Y_{c_2} \cdot y + Y_{c_2}^2 = R_2^2 \end{cases} . \quad (7)$$

В системі рівнянь (7) віднявши від першого рівняння друге отримаємо наступне рівняння:

$$2(X_{c_2} - X_{c_1})x + 2(Y_{c_2} - Y_{c_1})y + X_{c_1}^2 - X_{c_2}^2 + Y_{c_1}^2 - Y_{c_2}^2 - R_1^2 + R_2^2 = 0 . \quad (8)$$

Рівняння (8) є рівняння прямої $Ax + By + C = 0$,

$$\text{де } A = 2(X_{c_2} - X_{c_1}), B = 2(Y_{c_2} - Y_{c_1}), C = X_{c_1}^2 - X_{c_2}^2 + Y_{c_1}^2 - Y_{c_2}^2 - R_1^2 + R_2^2 . \quad (9)$$

Тобто наша задача перетину двох кіл звелася до задачі перетину кола $(x - X_{c_1})^2 + (y - Y_{c_1})^2 = R_1^2$ та прямої $Ax + By + C = 0$, коефіцієнти якої визначаються виразом (9).

Розроблені параметричні моделі були реалізовані в програмне забезпечення для автоматизованого проектування деталей чоловічої куртки. Програмне забезпечення має дружній інтерфейс та не потребує спеціальних знань з комп'ютерних наук для роботи з ним.

Запропоноване математичне та програмне забезпечення допоміжних задач для автоматизованого проектування чоловічих курток. Це програмне забезпечення має практичну значимість, так як воно направлене на підвищення конкурентоспроможності вітчизняного малого виробництва.

Список використаних джерел

1. Ильин В.А., Позняк Э.Г. Аналитическая геометрия / В.А. Ильин, Э.Г. Позняк. – М.:Издательство “Наука”, Главная редакция физико-математической литературы., 1975, – 243 с.
2. Шикин Е.Б.. Компьютерная графика / Е.Б. Шикин, А.В. Боресков – М.:Диалог-МИФИ, 1995, – 288 с.
3. Шенен П., Математика и САПР/П. Шенен, М. Коснар, И. Гардан – М.:Издательство “Мир”, 1988, – 208 с.