

УДК 004.925.8

**Г.Ф. Сафонова**

доцент, к.т.н.,
Одеський національний
політехнічний
університет
e-mail: uskach_83@mail.ru

**Т.М. Трофименко**

викладач,
Херсонський
політехнічний коледж
Одеського
національного
політехнічного
університету
e-mail:
miningerru@yandex.ru

**ТЕОРЕТИКО-МАТЕМАТИЧНЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ПРОЦЕСУ
ПЕРЕТВОРЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБРАЗІВ САПР ОДЯГУ**

Г.Ф. Сафонова, Т.М. Трофименко
Теоретико-математична модель
процесу перетворення геометричних
образів САПР одягу. Розглянуті існуючі
проблеми процесу автоматизованого
проектування одягу. Метою дослідження є
побудова моделей для САПР, зокрема
математичної моделі процесу перетворення
геометричних образів. Були виділені методи
одержання математичних моделей.
Розглянута математична модель процесу
перетворення геометричного образу при
конструюванні одягу.

G.F. Safonova, T.M. Trofimenko
Teoretic-mathematical sample piece of
process of transformation of geometrical
images of a CAD system of clothes. The
considered existing problems of process of
computer-aided design of clothes. A research
objective is construction of sample pieces for a
CAD system, in particular a mathematical sample
piece of process of transformation of geometrical
images. Methods of deriving of mathematical
sample pieces have been chosen. The
mathematical sample piece of process of
transformation of a geometrical image is
considered at clothes constructing.

Вступ. Відомо, що процес проектування конструкцій одягу є досить витратним і потребує неодноразового виготовлення макетів та зразків виробів, які проектуються, для відпрацювання їх за показниками якості та обговорення на художніх радах підприємств, що не дозволяє здійснювати наскрізне автоматизоване проектування. Причиною цього є складність об'єкта проектування, обумовлена як мінімум наступними факторами: необхідністю розглядати об'єкт проектування в системі з фігурою, швидкою змінюваністю моди й надзвичайно великою різноманітністю швейних матеріалів з різними властивостями, великою долею робіт творчого характеру, досить низьким організаційним і інженерно-технічним рівнем швейних підприємств тощо.

Математичні методи в механіці, економіці, екології

У зв'язку з цим удосконалювання процесів проектування конструкцій одягу, що забезпечують оптимізацію вимог виробництва й споживачів на основі проектування САПР, є актуальним.

Не дивлячись на значні переваги існуючої автоматизації процесу проектування одягу, залишається не до кінця вирішеною низка питань. Наприклад, у комп'ютері практично неможливо врахувати фізико-механічні параметри тканини; значну вартість обладнання, яке необхідно для підтримки продуктивної роботи більшості існуючих САПР; трудомісткість введення старих лекал у правильну комп'ютерну форму [1]. Все вище сказане зумовлює необхідність подальшого вивчення алгоритмів реалізації існуючих САПР одягу з метою вдосконалювання та спрощення.

Складанню алгоритмів функціонування будь-якої системи передує створення математичної моделі їх реалізації. Таким чином метою дослідження є побудова таких моделей для САПР, зокрема математичної моделі процесу перетворення геометричних образів, що є невід'ємною складовою процесу моделювання. Це дасть змогу вирішити існуючі проблеми автоматизованого проектування конструкцій одягу.

Матеріал і результати дослідження. За призначенням й способам реалізації математичне забезпечення САПР ділиться на дві частини: математичні методи й побудовані на їх основі математичні моделі; формалізований опис технології автоматизованого проектування.

Елементи математичного забезпечення надзвичайно різноманітні й обумовлюються специфікою проектування: принципи побудови функціональних моделей, методи чисельного розв'язку алгебраїчних і диференціальних рівнянь, постановка експериментальних задач, тощо.

Форми представлення математичного забезпечення різноманітні й реалізуються в програмному забезпеченні САПР.

Автоматизація проектно-конструкторських робіт тісно пов'язана з розв'язком за допомогою комп'ютера задач обробки графічної інформації. Ці задачі виникають на всіх етапах проектування, наприклад, при описі контурів перетинів поверхні манекена й контурів розгорнень ділянок поверхні, при записі контурів лекал різних видів і їх перетвореннях, при визначенні параметрів лекал, зокрема, довжин контурів і площ лекал тощо.

На етапі математичної обробки й зберігання геометричної інформації про деталі швейних виробів виконуються наступні задачі:

- математичний опис контурів деталей у зручному й компактному вигляді, заснований на використанні методів апроксимації;

- геометричного перетворення плоского відображення деталей з однієї форми в іншу, що включає операції зсуву зображень, стиснення або розтягання, повороту відсіченої частини зображення, переносу окремих ділянок деталі тощо;

- проектування нових контурів заданих вихідними умовами.

При автоматизованому проектуванні виділяються три стадії обробки геометричної інформації:

- введення геометричної інформації, коли математична модель закладена, а потрібно ввести тільки цифрові параметри - координати точок контурів деталей;

- зберігання та обробка геометричної інформації (вирішуються окремі задачі, наприклад, за координатами точок розрахувати площу деталі, її периметр, тощо);

- виведення графічної інформації з використання різних технічних засобів.

На кожному етапі пред'являються свої вимоги, тому можуть використовуватися різні математичні моделі. Наприклад, на першій стадії при напівавтоматичному введенні необхідно використовувати таку модель, яка не тільки швидше, але й точніше дозволить зчитати контур. При зберіганні інформації потрібно щоб вона була компактною, а при обробці - щоб була легко реалізована. Наприклад, при розрахунках площі деталі методом інтегрування використання методу апроксимації кривими другого порядку ускладнює розв'язок задачі.

Специфіка математичних моделей проєктованих об'єктів визначає математичне забезпечення системи й внутрішній зміст процедур взаємодії інженера та комп'ютера. Методи одержання математичних моделей можна представити двома групами. До першої групи відносяться методи одержання математичних моделей елементів і макромоделей систем. Для цих методів характерне використання неформальних (евристичних) прийомів і процедур. Неформальний підхід використовується при виборі виду математичних співвідношень моделі, у той час як наступне визначення числових параметрів моделі може бути формалізоване.

До другої групи відносяться методи одержання повних математичних моделей систем із заданих математичних моделей

елементів. Ці моделі можуть бути повністю формалізовані й інваріантні до багатьох технічних об'єктів.

У першій групі розрізняють теоретичні й експериментальні методи. Теоретичні методи засновані на використанні закономірностей, характерних для моделюючого процесу. Математичний апарат цих моделей звичайно представляється системами рівнянь.

Експериментальні методи засновані на використанні експериментально отриманих залежностей між параметрами й змінними. Перспективним є розвиток комбінованих методів, які при строгій формалізації базових конструкцій дозволяють зробити гнучким механізм перетворення геометричних образів, завдяки передбаченій системі діалогу людини й комп'ютера [2].

У результаті проведення евристичного експерименту по вивченню процесів конструктивного моделювання, градації, одержання основних, похідних і допоміжних лекал було встановлено, що геометричні перетворення деталей одягу мають наступні особливості:

- у всіх випадках основою перетворення є зміна положення кутових точок, які можуть бути точно задані у випадку градації й одержання похідних деталей або ж утворюватися в результаті апріорних міркувань при конструктивному моделюванні;

- перетворення криволінійних ділянок контурів може бути задане переміщенням або тільки двох крайніх точок, або двох крайніх й однієї або більше проміжних точок;

- при градації лекал перетворені криволінійні ділянки контурів зберігають характер оригіналу, тоді як в інших випадках вони можуть переходити в зовсім інші криві (крива може перейти в пряму й навпаки);

- при конструктивному моделюванні й побудові допоміжних лекал після перетворення число кутових точок може змінюватися;

- дуже часто при побудові лекал застосовуються операції по урахуванню припусків по контуру деталі (на шви, вільне облягання), які являють собою побудову еквідистанти до вихідної кривої контуру [3].

Виходячи з вище сказаного, розглянемо математичну модель процесу перетворення геометричного образу при конструюванні одягу. Для того, щоб узагальнити та зробити універсальною таку модель застосуємо основну ідею топології — неперервність [4].

Представимо контур розгортки деталей одягу у вигляді замкнутої кривої гомеоморфної колу. Позначимо контур через G (рис. 1).

Крива ця склеєна з окремих криволінійних секцій $(\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3, \dots, \gamma_k)$, гомеоморфних відрізків. Таким чином, криву можна записати у вигляді.

$$G = \gamma_1 + \gamma_2 + \gamma_3 + \dots + \gamma_k. \quad (1)$$

Назвемо криву G узагальненим контуром розгортки.

Представимо процес перетворення розгортки як деяке гомеоморфне перетворення f кривої G в криву G' .

При цьому кожна з секцій γ_i кривої G зазнає свого гомеоморфного перетворення f_i , що можна записати у вигляді

$$f(G) = f_1(\gamma_1) + f_2(\gamma_2) + f_3(\gamma_3) + \dots + f(\gamma_k) \quad (2)$$

Вираз

$$f(G) = G' \quad (3)$$

є записом узагальненого теоретико-математичного представлення процесу перетворення геометричної інформації при конструюванні одягу, яка представляє собою з точки зору топології гомотетію кривої G в криву G' або, інакше кажучи, неперервне відображення (рух) кривої G в G' . Гомотетію ще називають також деформацією [2].

Гомеоморфізм розглянутих кривих підтверджується топологічним інваріантом.

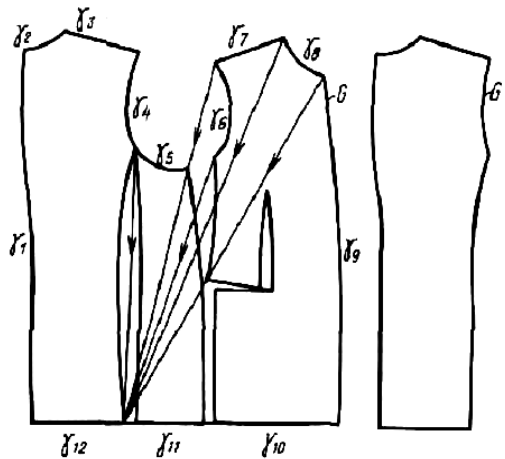


Рис.1 Узагальнений контур розгортки виробу і його перетворення з метою виявлення окремої деталі

Тобто якщо розглянути поверхню розгортки, то контур розгортки представляє собою деякий граф, який розбиває поверхню розгортки на кінцеве число частин, які гомеоморфні колу. Позначивши число вершин та ребер графа через B та P , а число багатокутників (деталей), на які поверхня розбивається цим графом, — через Γ . Отримуємо число

$$\chi(Q) = B - P + \Gamma, \quad (4)$$

яке являється ейлеровою характеристикою поверхні розгортки або її топологічним інваріантом. А так як було доведено [4], що для будь-якої поверхні число $\chi(Q)$ не залежить від вибору розбиття (вигляду кривої G), а визначається самою поверхнею розгортки, то процес перетворення розгортки як деяке перетворення f кривої G в криву G' є гомеоморфізмом кривої G в криву G' .

Модель охоплює всі етапи перетворень, починаючи з отримання розгортки, що являється гомеоморфним перетворенням просторової кривої G на площині, і закінчуючи перетворенням кривої G' на площині.

Щоб наглядно проілюструвати графічний образ узагальненого контуру розгортки, його можна представити як криву, яка отримується, якщо олівцем обвести всі деталі одягу, не відриваючи його від паперу. Тим самим буде описана замкнена однозв'язна область, яка гомеоморфна колу. При цьому сама замкнута однозв'язна область, гомеоморфна колу. При цьому, олівець може по декілька разів проходити через одні й ті ж точки або лінії, а при переході з контуру однієї деталі на іншу, якщо вони не дотикаються, утворюються з'єднувальні містки, як це показано на рис. 1. Тепер для отримання з цієї фігури однієї деталі, наприклад спинки, перетворюють непотрібну частину контуру у фізичну точку, яка лежить на цій же кривій, яка стає однією з кутових точок спинки. Ця «точка» являється фізичною в тому змісті, що вона для нас не відрізняється від точки, але при цьому в достатньо малій околиці зберігає всі особливості побудови свого прообразу, являючись ніби зачатком, з якого за допомогою оберненого перетворення можна відтворити початкову картину. Таке стиснення можна ототожнити поступовому зменшенню масштабу частини зображення, доки воно для нашого ока поступово не перетвориться у точку. Таким чином, подібним перетворенням можна

отримати будь-яке різноманіття деталей при різних варіантах розчленування, вводити або прибирати у деталей різні елементи, виточки тощо.

Вихідними даними для моделі є координати кутових точок та параметри перетворення. Для процесу градації лекал і отримання лекал похідних деталей координати кутових точок однозначно визначені та задані у вигляді приросту до відповідних точок прообразу. При технічному моделюванні нема жорсткого алгоритму знаходження нових положень кутових точок. Конструктор кожний раз визначає їх виходячи з умов конкретної задачі на основі досвіду та інтуїції. Тому розв'язок цієї задачі можливий тільки в інтерактивному діалоговому режимі.

Висновки. Представлена теоретико-математичне представлення процесу перетворення геометричних образів, лекал, (3) дозволяє узагальнити та об'єднати всі гомеоморфні перетворення контуру розгортки при конструюванні одягу в єдину систему, подальша деталізація та формалізація якого дає перспективу вдосконалення існуючих алгоритмів реалізації САПР, що має вирішити проблеми автоматизованого проектування конструкцій одягу.

Література

1. Сафонова, Г.Ф., Аналіз існуючих САПР конструювання та моделювання одягу [Текст] / Г. Ф. Сафонова // Збірник наукових праць / Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві — Вип. 3(4) — Одеса, 2013 — С. 76-83.
2. Мязина, Ю.С. САПР одежды: учебное пособие [Текст] / Ю. С. Мязина, Л. Н. Лисиенкова. // Челябинск: ЮУрГУ, 2007. — 48 с.
3. Трутченко, Л. И. Автоматизация проектирования изделий и технологических процессов швейного производства: курс лекций [Текст] / Л. И. Трутченко, Е. М. Ивашкевич // Витебск: УО «ВГТУ», 2008. — 112 с.
4. Болтянский, В. Г. Наглядная топология [Текст] / В. Г. Болтянский, В. А. Ефремович // Главная редакция физико-математической литературы — М.: Наука.1983. — 160 с.

Надійшла до редакції 23.12.2014

Математичні методи в механіці, економіці, екології