



ФОРМАЛІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ПЕРЕТВОРЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ ОБРАЗІВ САПР ОДЯГУ

Сафонова Г.Ф.

Херсонський політехнічний коледж Одеського національного
політехнічного університету

У статті розглянуті існуючі проблеми процесу автоматизованого проектування одягу. Метою дослідження є формалізація процесу перетворення геометричних образів САПР одягу. Описані особливості геометричних перетворень деталей одягу. Розглянута формалізація процесу перетворення геометричного образу при конструюванні одягу. Контур розгортки деталей одягу був представлений у вигляді замкненої кривої гомеоморфного колу. Процес перетворення розгортки розглянутий як деяке гомеоморфне перетворення f кривої G в криву G' . Була описана формула формалізації процесу перетворення геометричної інформації при конструюванні одягу, яка представляє собою гомотетію кривої G в криву G' . На прикладі продемонстровано використання властивостей гомеоморфних фігур топології для чисельного контролю правильності додаткових побудов при моделюванні геометричних образів. Була застосована топологічна інваріанта – число вершин графа індексу $n \neq 2$. Створення математичної моделі на основі розглянутої формалізації дає перспективу вдосконалення існуючих алгоритмів реалізації САПР, що має вирішити проблеми автоматизованого проектування конструкцій одягу.

Ключові слова: контур розгортки, гомеоморфне перетворення, топологічна інваріанта.

Постановка проблеми в загальному виді і її зв'язок з важливими науковими або практичними завданнями. Відомо, що процес проектування конструкцій одягу є досить витратним і потребує неодноразового виготовлення макетів та зразків виробів, які проектуються, 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 [1].

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

Аналіз останніх досліджень і публікацій і виділення невирішених завдань проблеми. Не дивлячись на значні переваги існуючої автоматизації процесу проектування одягу [1], залишається не до кінця вирішеною низка питань. Так, зокрема, більшість САПР одягу, які при проектуванні враховують індивідуальні особливості фігури потребують введення детальної інформації про об'єкт проектування з залученням обладнання значної вартості [2]. Це можуть дозволити собі в основному великі швейні підприємства, які використовують лекала стандартних розмірів і САПР такого плану не потребують [3]. А для невеликого швейного виробництва, яке займається також індивідуальним пошивом необхідно мати недороге в функціонуванні програмне забезпечення, яке врахує ці вимоги, при цьому має бути просте і зрозуміле у використанні [4].

Все вище сказане зумовлює необхідність подальшого вивчення алгоритмів реалізації існуючих САПР одягу [5] з метою вдосконалювання та спрощення.

Формулювання цілей статті. Складанню алгоритмів функціонування будь-якої системи передують математична формалізація, на основі якої створюються моделі їх реалізації [6]. 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 (геометричного образу) 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 [7].

Метою дослідження є формалізація процесу перетворення геометричних образів, що є невід'ємною складовою процесу моделювання. Це дасть змогу в подальшому побудувати його математичну модель та вдосконалити алгоритм реалізації, що частково вирішить існуючі проблеми автоматизованого проектування конструкцій одягу.

Виклад матеріалів дослідження. 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 з урахування припусків по контуру деталі (на шви, вільне облягання), які являють собою побудову еквідистанти до вихідної кривої контуру [7].

Формалізуємо розглянутий процес перетворення геометричного образу при конструюванні одягу, використовуючи поняття топології.

Представимо контур розгортки деталей одягу у вигляді замкнутої кривої гомеоморфної колу (дві гомеоморфні між собою фігури розглядаються як однакові, які топологічно не відрізняються одна від одної). Наглядно гомеоморфізм можна представити собі як таке відображення однієї множини на іншу, яке відбувається і без розривів, і без склеювань [8]. Позначимо контур через G (рис. 1).

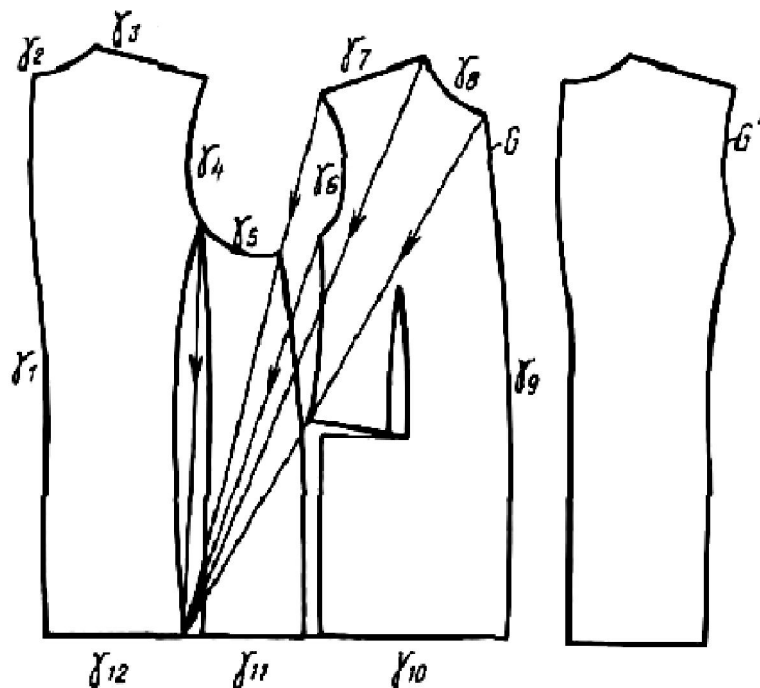


Рисунок 1 – Узагальнений контур розгортки виробу і його перетворення з метою виявлення окремої деталі



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' ($f: G \rightarrow G'$).

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

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

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

Вираз (3) є формалізацією 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 [8].

Формалізація 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, олівець може 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 ототожити 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.

Розглянута формалізація дозволяє також використати властивості гомеоморфних фігур топології для чисельного контролю правильності додаткових побудов при моделюванні геометричних образів. Мова йде про топологічні інваріанти, властивості фігур, які зберігаються при переході від фігури до гомеоморфної до неї фігури [8].

Для прикладу розглянемо наступну задачу перетворення геометричного образу при конструюванні одягу. Нехай під час моделювання основи ліфа постала необхідність реалізувати переведення нагрудної виточки (рис. 2, фігура G) до пройми основи (рис. 2, фігура G'). Для здійснення такого переведення необхідно виконати додаткову



побудову рис. 2, відрізок AB). Від правильності виконання даної побудови залежить чи отримаємо ми необхідний результат (рис. 2, фігура G'). Використовуючи подану формалізацію маємо наступне: якщо можливо довести, що на етапі побудови отримаємо фігуру гомеоморфну фігурі результату, то побудова виконана правильно, якщо ні, то – не вірно.

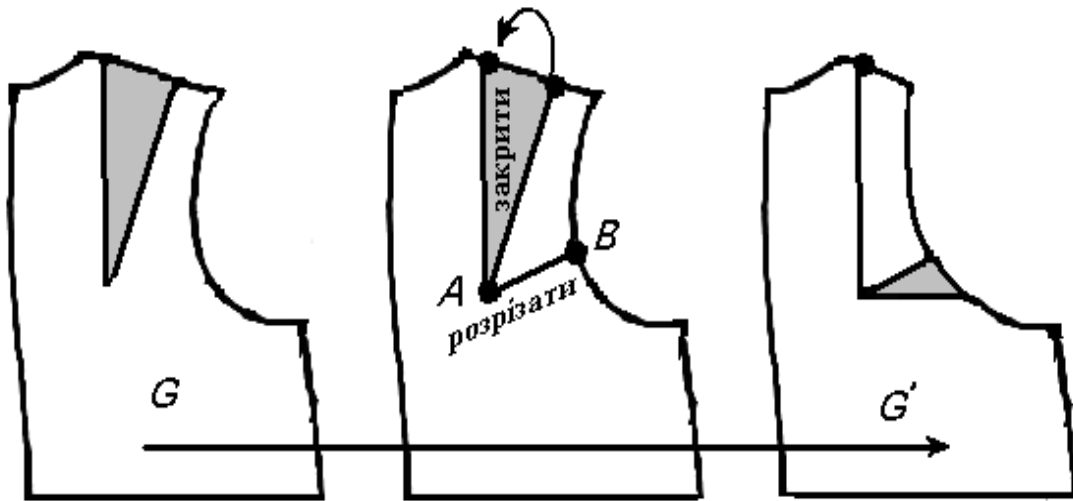


Рисунок 2 – Схема переведення нагрудної виточки у пройму основи ліфу

Представимо контур розгортки виробу (деталі виробу) у вигляді графу. На рис. 3 зображено три такі графи G_1, G_2, G' . Графи G_1, G_2 представляють варіанти додаткових побудов відрізка AB , граф G' – необхідний результат.

Індекс, наприклад, вершини A графа G за визначенням – число ребер, які сходяться в вершині A [8], дорівнює 1, а вершини C того ж графа – 3.

Використаємо наступну топологічну інваріанту: число вершин графа індексу $n \neq 2$ [8], для визначення гомеоморфності графів G_1, G_2, G' . Позначимо через $a_k(G_1), a_k(G_2), a_k(G')$ – число вершин, які мають індекс k відповідно графи G_1, G_2, G' .

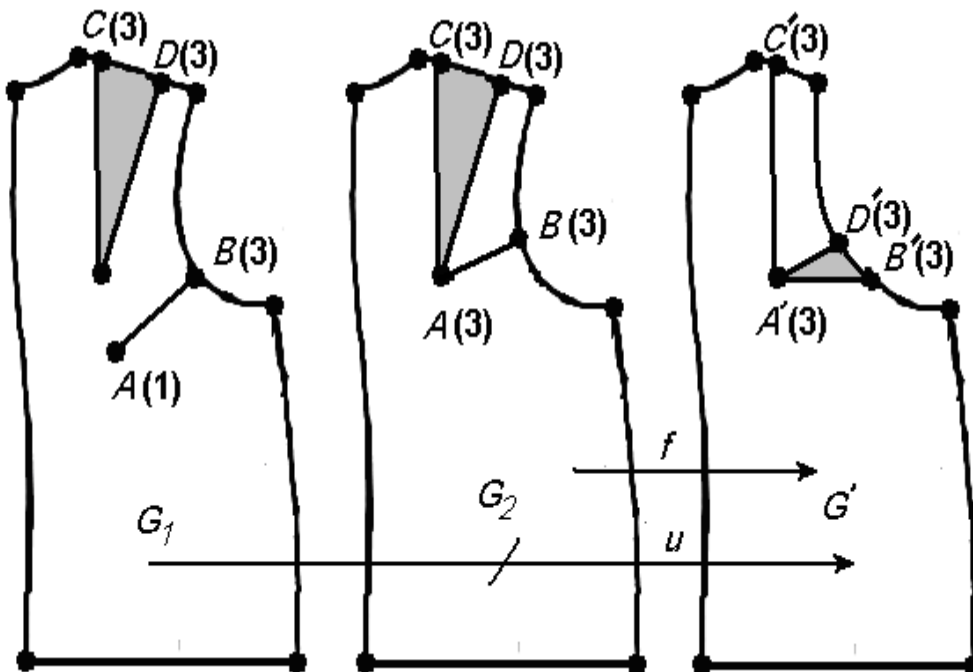


Рисунок 3 – Графи побудовані на основі контуру частини розгортки виробу на етапах моделювання



Згідно рис. 3, число вершин графа G_1 індексу 3 (вершини C, D, B) – $a_3(G_1)=3$, індексу 1 (вершина A) – $a_1(G_1)=1$; число вершин графа G_2 індексу 3 (вершини A, C, D, B) – $a_3(G_2)=4$; індексу 1 (жодної вершини) – $a_1(G_2)=0$; число вершин графа G' індексу 3 (вершини A', B', C', D') – $a_3(G')=4$; індексу 1 (жодної вершини) – $a_1(G')=0$. Тобто графи G_2 та G' мають однакові інваріанти $a_3(G_2)=a_3(G')=4$; $a_1(G_2)=a_1(G')=0$, це означає, що вони являються гомеоморфними, тобто можна побудувати гомеоморфізм $f:G_2 \rightarrow G'$ а графи G_1 та G' не мають однакових інваріантів $a_3(G_1) \neq a_3(G')$; $a_1(G_1) \neq a_1(G')$, тобто $u:G_1 \rightarrow G'$ не можливо побудувати. Таким чином правильну побудову містить граф G_2 .

Висновки та перспективи використання. Представлений варіант формалізації процесу перетворення геометричних образів, лекал (3) дозволяє узагальнити та пов'язати між собою всі гомеоморфні перетворення контуру розгортки, а також здійснювати чисельний контроль виконання додаткових побудов при конструюванні одягу. Створення математичної моделі на основі розглянутої формалізації дає перспективу вдосконалення існуючих алгоритмів реалізації САПР, що має вирішити проблеми автоматизованого проектування конструкцій одягу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. САПР Одежды [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://sapr-odezda.ru>.
2. Сафонова Г. Ф. Аналіз існуючих САПР конструювання та моделювання одягу / Г. Ф. Сафонова // Збірник наукових праць / Інформаційні технології в освіті, науці та виробництві. – Вип. 3 (4). – Одеса, 2013. – С. 76-83.
3. Кочесова Л. В. Сравнительный анализ принципов разработки модельных конструкций в различных САПР одежды / Л. В. Кочесова // Технично-технологические проблемы сервиса : сборник научных трудов. – Вип. 1(11). – НИИТТС, 2010. – С. 81-84.
4. Анализ систем автоматизированного проектирования одежды [Електронний ресурс] / О. Н. Микрюкова. – Режим доступу : <https://sites.google.com/site/ictdistanceconference/home>.
5. Проказникова Е. Н. Математическое моделирование и алгоритмы формирования чертежей выкроек женской одежды для САПР швейного производства / Е. Н. Проказникова, А. Н. Пылькин // Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции. Международный журнал экспериментального образования. – 2012. – Вып. 2. – С. 72-74.
6. Черунова И. В. Развитие положений математического моделирования при проектировании одежды / И. В. Черунова // Социально-экономические и технико-технологические проблемы развития сферы услуг : сб. науч. трудов. – Ростов на Дону : РИС ЮРГУЭС, 2006. – Вып. 5. – Ч. 2. – Т. 2. – С. 185-190.
7. Мязина Ю. С. САПР одежды : учебное пособие / Ю. С. Мязина, Л. Н. Лисиенкова. – Челябинск : ЮУрГУ, 2007. – 48 с.
8. Болтянский В. Г. Наглядная топология / В. Г. Болтянский, В. А. Ефремович // Главная редакция физико-математической литературы – М. : Наука, 1983. – 160 с.



Сафонова А. Ф. ФОРМАЛИЗАЦІЯ ПРОЦЕСА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ОБРАЗОВ САПР ОДЕЖДЫ

В статье рассмотрены существующие проблемы процесса автоматизированного проектирования одежды. Целью исследования является формализация процесса преобразования геометрических образов САПР одежды. Описаны особенности геометрических преобразований деталей одежды. Рассмотрена формализация процесса преобразования геометрического образа при конструировании одежды. Контур развертки деталей одежды был представлен в виде замкнутой кривой гомеоморфной окружности. Процесс преобразования развертки рассмотрен как некоторое гомеоморфное преобразование f кривой G в кривую G' . Была описана формула формализации процесса преобразования геометрической информации при конструировании одежды, которая представляет собой гомотеию кривой G в кривую G' . На примере продемонстрировано использования свойств гомеоморфных фигур топологии для численного контроля правильности дополнительных построений при моделировании геометрических образов. Была применена топологическая инварианта — число вершин графа индекса $n \neq 2$. Создание математической модели на основе рассмотренной формализации дает перспективу усовершенствования существующих алгоритмов реализации САПР, что должно решить проблемы автоматизированного проектирования конструкций одежды.

Ключевые слова: контур развертки, гомеоморфное преобразование, топологическая инварианта.

Safonova A. F. FORMALIZATION OF GEOMETRIC IMAGE CAD CONVERSION CLOTHING

The article discusses the existing problems process aided design clothes. The purpose of this study is to formalize the process of converting CAD geometric images of clothing. The features of geometric transformations of clothing details. Considered the formalization of the geometric image transformation process when designing clothes. Process of transformation of development is considered as some homeomorphic transformation f by curve G in curve G' . The formula of theoretic-mathematical model of process of transformation of the geometrical information has been described at designing of clothes which represents homothety curve G in curve G' . Gives the example of the use of the properties of topology homeomorphic figures for numerical accuracy control of additional constructions in modeling geometric images. Was applied topological invariant - the number of vertices of index $n \neq 2$. Creating a mathematical model based on the formalization gives perspective to improve existing algorithms implementing CAD, which should solve the problem of computer-aided design clothing designs.

Keywords: circuit sweep, homeomorphic transformation, the topological invariant.

Статтю прийнято
до редакції 28.04.14.