

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ АНАЛІЗУ ДАНИХ ТОПОЛОГІЧНОЇ МОДЕЛІ НИТКИ В СТРУКТУРІ ТРИКОТАЖУ

У статті описано частину загального алгоритму переходу від топологічної до тривимірної геометричної моделі структури трикотажу, яка стосується аналізу даних топологічної моделі. Даний алгоритм є одним з ключових етапів у створенні комплексної універсальної системи автоматизованого проектування кулірного трикотажу, що включає тривимірне геометричне моделювання його структури.

Ключові слова: система кодування структури трикотажу, віртуальне прототипування трикотажу, тривимірна геометрична модель структури трикотажу.

T.V. IELINA, L.YE. GALAVSKA
Kyiv National University of Technologies and Design, Kyiv, Ukraine

DEVELOPMENT OF ALGORITHM OF DATA ANALYSIS OF TOPOLOGICAL MODEL OF FILAMENT IN THE KNITTED FABRIC STRUCTURE

Abstract – The aim of the research is to provide a formalized description of the logic of the filament curvature changing in the weft knitted fabrics.

In the article a part of the algorithm of transition from the topological to the three-dimensional geometrical model of the knitted fabric structure, that touches the analysis of data of topological model, is described. This algorithm is one of the key stages in creation of complex universal CAD system for the weft knitted fabrics, which includes the three-dimensional geometrical design of its structure.

This algorithm can be used by CAD/CAE systems developers for creation of software for 3D simulation of weft knits of all types.

Keywords: code system of the knitted fabric structure, virtual prototyping of knitted fabrics, 3D geometrical model of the knitted fabric structure.

Постановка проблеми

Складність внутрішньої будови трикотажних полотен та необмежена кількість можливих варіантів розташування ділянок нитки з різним характером кривизни всередині трикотажу пояснює значне відставання можливостей систем автоматизованого проектування, що передбачають віртуальне прототипування трикотажу, від аналогічних систем, які створені для тканих матеріалів. Теоретичні рішення, запропоновані вченими різних країн для окремих видів переплетень (здебільшого це трикотаж головних переплетень) не вирішують проблеми, адже у проектуванні трикотажу із прогнозованими властивостями найбільший інтерес представляють саме комбіновані та візерункові переплетення зі складною топологією. Тому одним з найважливіших етапів у створенні комплексної універсальної системи автоматизованого проектування трикотажу, що передбачає тривимірне геометричне моделювання його структури є розробка алгоритму переходу від інформаційної до геометричної моделі структури трикотажу.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

У роботах [1–3] нами були розглянуті основні способи представлення інформації про структуру трикотажу кулірних переплетень у комп'ютерному середовищі, сучасні системи кодування трикотажних переплетень, та описана розроблена нами система кодування «Топологічна модель трикотажу», придатна для використання у системах автоматизованого проектування трикотажу, які передбачають тривимірне геометричне моделювання його структури.

Мета і завдання дослідження

Виходячи з вищевикладеного зрозуміло, що перехід від топологічної до тривимірної геометричної моделі структури трикотажу потребує побудови чітких логічних конструкцій для опису взаємозв'язку між кодованим представленням процесу в'язання у просторі і часі (топологічна модель) та геометричним описом його результату (тривимірна геометрична модель структури трикотажу).

Виклад основного матеріалу

Топологічна модель трикотажу кулірних переплетень відноситься до класу інформаційних моделей, які уособлюють більшою мірою внутрішню логічну структуру об'єкту та не містять конкретних геометричних відомостей про об'єкт. Для визначення геометрії нитки в структурі полотна за допомогою топологічної моделі необхідно застосувати спеціальні алгоритми переходу, що включають аналіз даних моделі, та звертаються до користувача в інтерактивному режимі або до спеціалізованих баз даних для отримання додаткової інформації, яка стосується характеристик сировини та технологічних можливостей обладнання, на якому планується подальше виготовлення трикотажу.

У трикотажі кулірних переплетень петлі з'єднуються між собою вздовж петельного ряду [5]. Тобто у процесі в'язання ділянка нитки, що утворює петлю, закріплюється у полотні, переплітаючись з іншими ділянками нитки. Зони переплетення, або зони контакту ниток утворюють певну послідовність. На рис. 1 представлена структура трикотажу переплетення похідна гладь, та графічно позначена послідовність

чергування точок переплетення нитки певного петельного ряду із нитками попереднього та наступного петельних рядів. Якщо подивитись на рис. 1, можна побачити, що нитка другої системи ($k=2$) переплітається із петлею попереднього петельного ряду, потім із петлею наступного, потім знов із петлею наступного і знов із петлею попереднього. Далі послідовність повторюється.

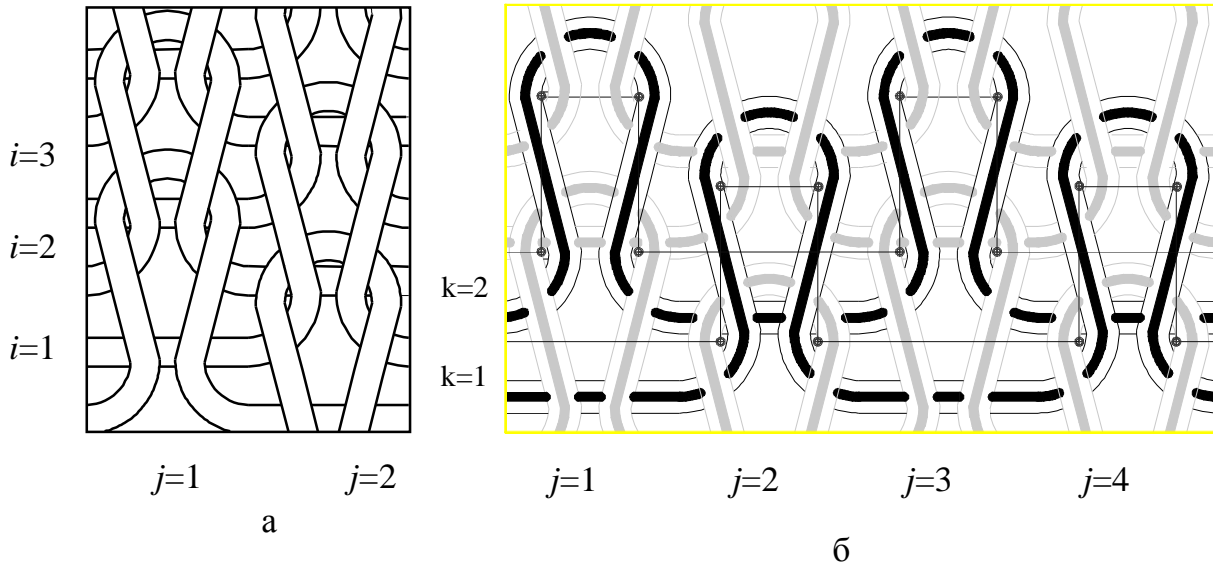


Рис. 1. Структура (а) та взаємне розташування зон контакту (б) у переплетенні «похідна гладь»

Топологічна модель трикотажу даного переплетення складається з двох матриць (рис. 2). В першій системі нитка пров'язана в петлю на голці 2 у першому циклі петлетворення, а нитка другої системи пров'язується в петлю першою голкою у другому циклі петлетворення.

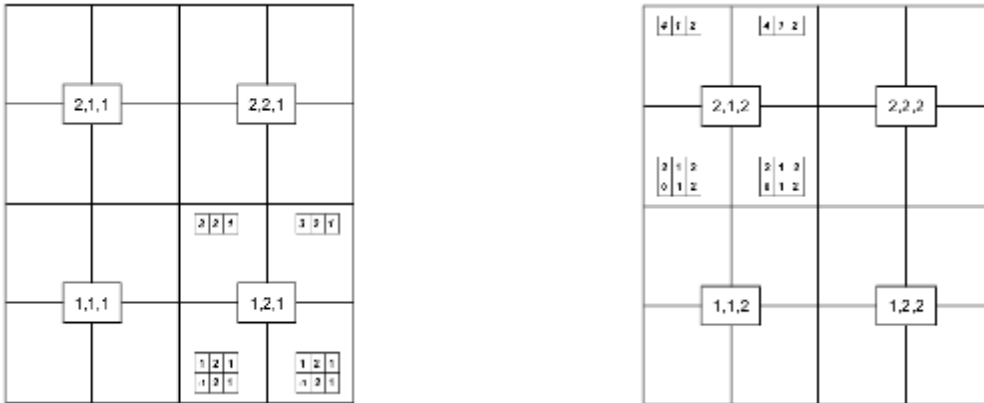


Рис. 2. Топологічна модель трикотажу переплетення «похідна гладь»

Розглянемо алгоритм аналізу та передачі даних від топологічної моделі кулірного трикотажу до підпрограми, яка відповідає за побудову геометричної моделі трикотажу як об'єкту матеріального світу. Рапорт переплетення по висоті Rh та ширині Rb визначають кількість клітинок по вертикалі та горизонталі у матриці, складеної для даного переплетення. Якщо $K_{i,j,k}$ – це певна клітина поля машинного в'язання, то верхню та нижню зони фіксації ниток для петлі, що відповідає даній клітинці, можна позначити як $TL_{i,j,k}$ та $BL_{i,j,k}$ відповідно. Кожна з зон фіксації певної клітини матриці містить по дві зони контакту $TL_{i,j,k}$; $TR_{i,j,k}$ та $BL_{i,j,k}$; $BR_{i,j,k}$. Тоді можемо записати, що

$$K_{i,j,k} = \begin{vmatrix} TL_{i,j,k} & TR_{i,j,k} \\ BL_{i,j,k} & BR_{i,j,k} \end{vmatrix} \quad (1)$$

При русі вздовж осьової лінії нитки зони контакту, через які вона проходить, утворюють певну послідовність. Так, наприклад, якщо нитка 1-ї системи ниток ($k=1$) утворює в переплетенні петлю з чотирма зонами контакту у кожному стовпчику та у кожному ряду рапорту, зони контакту в i -му петельному ряду чергуються в наступному порядку $BL_{1,1,1}$, $TL_{1,1,1}$, $TR_{1,1,1}$, $BR_{1,1,1}$, $BL_{1,2,1}$, $TL_{1,2,1}$, $TR_{1,2,1}$, $BR_{1,2,1}$, ..., $BL_{1,Rb,1}$, $TL_{1,Rb,1}$, $TR_{1,Rb,1}$, $BR_{1,Rb,1}$. За наявності в структурі полотна інших елементів послідовність розташування зон контакту не змінюється, а змінюються значення, які приймають змінні вкладених матриць.

Введемо змінні $Zt_{i,j,k}$ та $Zb_{i,j,k}$, за допомогою яких позначимо кількість заповнених вкладених матриць верхнього та нижнього секторів в клітинці $K_{i,j,k}$. Якщо $TL_{i,j,k} \neq \emptyset$ і $TR_{i,j,k} \neq \emptyset$, $Zt_{i,j,k} = 2$. Максимальне значення $Zt_{i,j,k}$ для кожної чарунки дорівнює 2, аналогічно максимальна кількість заповнених матриць нижніх секторів для однієї клітини також 2, мінімальна кількість дорівнює нулю. Тоді можемо визначити

загальну кількість зон переплетення, через які проходить нитка, що належить даному петельному ряду ($Z_{i,k}$). Вона дорівнює сумарній кількості заповнених вкладених матриць в клітинках даного ряду.

$$Z_{i,k} = \sum_{j=1}^{Rb} zt_{i,j,k} + \sum_{j=1}^{Rb} zb_{i,j,k} \quad (2)$$

Розглянемо, наприклад, нитку 1, пов'язану в трикотаж ажурного переплетення (рис. 3).

$$Z_{1,1} = \sum_{j=1}^2 zt_{1,j,1} + \sum_{j=1}^2 zb_{1,j,1} = 8$$

$$Z_{2,1} = \sum_{j=1}^2 zt_{1,j,1} + \sum_{j=1}^2 zb_{1,j,1} = 6$$

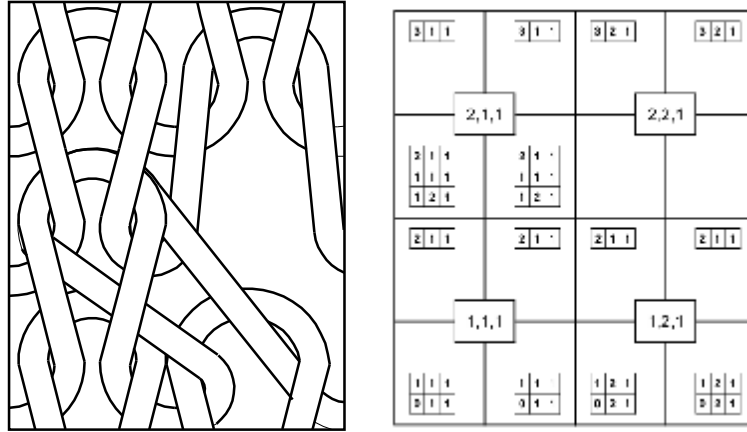


Рис. 3. Фрагмент матриці, що описує топологію нитки в структурі трикотажу ажурного переплетення

Кожна з верхніх зон контакту ниток представляє собою однорядну матрицю:

$$TL_{i,j,k} = |tl_1 \quad tl_2 \quad tl_3 \quad s| \quad TR_{i,j,k} = |tr_1 \quad tr_2 \quad tr_3 \quad s| \quad (3)$$

де tl_1, tr_1 – номер петельного ряду, з ниткою якого контактує дана ділянка нитки, tl_2, tr_2 – номер петельного стовпчика, а tl_3, tr_3 – номер системи ниток, до якої належить суміжна ділянка нитки. Четверта позиція коду може приймати значення L, R , або залишатися вільною. У більшості структур трикотажу для суміжних петель в зонах фіксації ліва паличка остова нижньої петлі контактує з лівою напівпротяжкою верхньої петлі, а права – із правою. Але існують випадки, коли петля має перекручені протяжки. Тоді поряд із верхньою вкладеною матрицею додається позначка, яка характеризує зміну напрямку руху при переході від нижньої зони контакту до верхньої. Четверта позиція ряду може залишатися незаповненою, тобто, якщо в матриці $TL_{i,j,k} \quad s=\emptyset$, то за умовчанням вважається, що $s=L$. А для матриці $TR_{i,j,k}$, якщо $s=\emptyset$, то відповідно, вважаємо, що $s=R$.

Розглянемо представлення нижньої зони контакту ниток у вкладених матрицях топологічної моделі. Оскільки нижня зона контакту ниток представлена матрицею, що має три стовпчики, та n рядів, запишемо

$$BL_{i,j,k} = \begin{vmatrix} bl_{11} & bl_{12} & bl_{13} \\ bl_{21} & bl_{22} & bl_{23} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ bl_{n1} & bl_{n2} & bl_{n3} \end{vmatrix}$$

та

$$BR_{i,j,k} = \begin{vmatrix} br_{11} & br_{12} & br_{13} \\ br_{21} & br_{22} & br_{23} \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot \\ br_{n1} & br_{n2} & br_{n3} \end{vmatrix}$$

Кількість рядів матриці n дорівнює кількості ниток, які накладаються одна на одну в певній зоні контакту. Аналіз даних топологічної моделі переплетення розглянемо на прикладі трикотажу ажурного переплетення, структура якого показана на рис. 4.

$$Z_{1,1} = \sum_{j=1}^3 zt_{i,j} + \sum_{j=1}^3 zb_{i,j} = 12$$

кількість зон контакту, які проходить нитка в кожному рядку рапорту:

$$Z_{2,1} = \sum_{j=1}^3 zt_{i,j} + \sum_{j=1}^3 zb_{i,j} = 10, \quad Z_{3,1} = \sum_{j=1}^3 zt_{i,j} + \sum_{j=1}^3 zb_{i,j} = 12$$

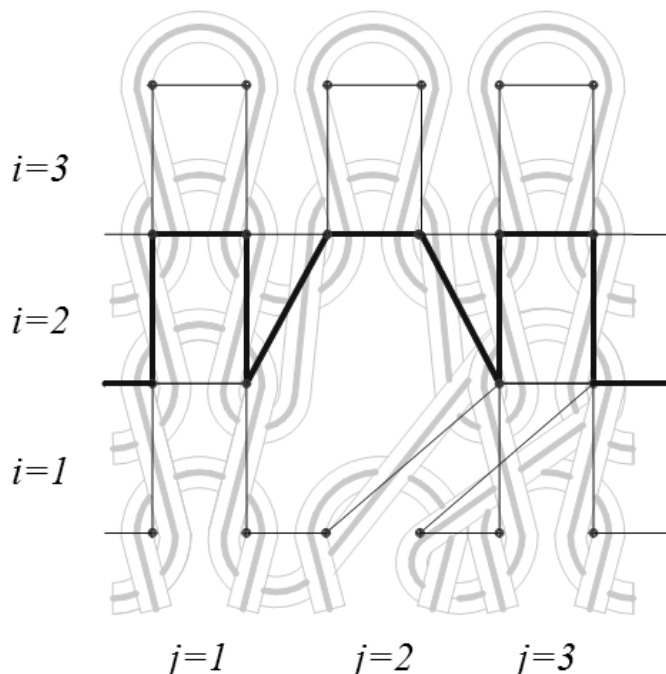


Рис. 4. Розташування зон контакту ниток у структурі трикотажу ажурного переплетення

Таким чином, буквено-цифровий код топологічної моделі кулірного переплетення дає можливість ідентифікувати та позиціонувати зони переплетення нитки з іншими нитками у площині полотна та у просторі, а також зафіксувати порядок накладання ниток одна на одну в зонах переплетення та на вільних ділянках. Для забезпечення переходу від топологічної до тривимірної геометричної моделі структури трикотажу необхідно на базі інформації про геометричні та фізико-механічні властивості сировини встановити масштабні коефіцієнти, довжини та характер розташування ділянок нитки між будь-якими двома точками контакту. Для цього можуть бути використані спеціальні методики розрахунку геометричних параметрів трикотажу, експериментальні дані та додаткова інформація щодо особливостей виконання процесу петлетворення (наприклад, видовження протяжки плюшевої нитки, або зсуви голочниці). Топологічна модель трикотажу певного переплетення не залежить від стану трикотажу, тому вона може також використовуватись для моделювання деформацій кулірного трикотажу.

Висновки

Процес побудови тривимірної геометричної моделі нитки у структурі трикотажу кулірних переплетень починається з аналізу його інформаційної моделі, який стає можливим завдяки формалізації теоретичних даних та побудові логічних конструкцій, наведених у даній статті, які дозволяють у автоматизованому режимі встановити характер зміни кривизни кожної ділянки нитки вздовж петельного ряду, яка відбувається внаслідок переплетення з іншими ділянками ниток попередніх та наступних петельних рядів та залежить від їх властивостей та взаємодії між собою.

Література

1. Галавська Л.Є. Розробка системи кодування ниток у структурі кулірного трикотажу / Л.Є. Галавська, Т.В. Єліна // Вісник ХНУ. – 2012. – № 3. – С. 222–227.
2. А.с. 45890 Україна. Твір «Система кодування ниток в структурі трикотажу» / Л.Є. Галавська, Т.В. Єліна. – заявка №46133 від 02.08.2012, опубл. 03.10.2012.
3. А.с. 46846 Україна. Твір «Тривимірна геометрична модель трикотажу» / Т.В. Єліна, Л.Є. Галавська. – заявка № 47074 від 19.10.2012, опубл. 19.12.2012.
4. Кобляков А.И. Структура и механические свойства трикотажа / Кобляков А.И. – М. : Легкая индустрия, 1973. – 240 с.

5. Шалов И.И. Основы проектирования трикотажного производства с элементами САПР / И.И. Шалов, Л.А. Кудрявин . – М. : Легпромбытиздат, 1989. – 288 с.

6. Кудрявин Л.А. Разработка методов визуализации структуры трикотажа при его автоматизированном проектировании / Кудрявин Л.А., Шустов Е.Ю., Шустов Ю.С. – М. : МГТУ им. А.Н. Косыгина, 2006. – 139 с.

References

1. Galavska L.Ye, Ielina T.V. Rozrobka systemy koduvannia nytok u strukturi kulirnogo trykotazhu. Visnyk Khmelnytskoho natsionalnogo universytetu. Technical science. Khmelnytsky. 2012. Issue 3. pp. 222-227.

2. A.s. 45890 Ukraina. Tvir «Systema koduvannia nytok v strukturi trykotazhu». / Galavska L.Ye, Ielina T.V. – Zayavl. №46133 vid 02.08.2012, Publ. 03.10.2012.

3. A.s. 46846 Ukraina. Tvir «Tryvymirna geometrychna model trykotazhu». / Ielina T.V., Galavska L.Ye. – Zaiavl. № 47074 vid 19.10.2012, Publ. 19.12.2012.

4. Koblakov A.I. Struktura I mehanicheskie svoistva trikotazha. Moscow, Legkaia industria, 1973. – 240 p.

5. Shalov I.I., Kudriavin L.A. Osnovy proectirovania tricotazhnogo proizvodstva s elementami SAPR. Moscow, Legprombytizdat, 1989. – 288 p.

6. Kudriavin L.A., Shustov Ye. Yu., Shustov Yu. S. Razrobka metodov vizualizatsii struktury trikotazha pri yego avtomatizirovannom proektirovanii. Moscow. MG TU im. A.N. Kosygina, 2006. – 139 p.

Рецензія/Peer review : 24.3.2013 р.

Надрукована/Printed :21.4.2013 р.

Рецензент: д.т.н., проф. завідувач кафедри ТКШВ Київського національного університету технологій та дизайну Березненко С.М.