

НЕОБХОДИМОЕ И ДОСТАТОЧНОЕ УСЛОВИЯ СУЩЕСТВОВАНИЯ ОДНОСЛОЙНОГО ТКАЦКОГО ПЕРЕПЛЕТЕНИЯ

Г.И. БОРЗУНОВ, А.В. ФИРСОВ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

В памяти ЭВМ любое переплетение хранится в виде матрицы из 0 и 1, строки которой соответствуют нитям утка и нумеруются снизу вверх, а столбцы – нитям основы. При этом строки матрицы нумеруются снизу вверх (нижняя строка соответствует в раппорте переплетения первой нити утка), а столбцы – справа налево (крайний левый столбец соответствует в раппорте переплетения первой нити основы).

Каждая строка и каждый столбец такой матрицы содержит одновременно и нули (уточные перекрытия) и единицы (основные перекрытия).

Указанная матрица может быть построена с помощью компьютера или вручную. Но по виду матрицы нельзя сразу определить является ли она представлением однослойного, полутораслойного или двухслойного переплетения.

Действительно, если рассмотреть матрицы D1 и D2:

$$D1 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}, \quad D2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

то окажется, что матрица D1 представляет собой два независимых переплетения, а матрица D2 — три переплетения, каждое из которых представляет собой полотняное переплетение. У матрицы D1 верхнее переплетение образуют 1,3 основные нити и 2,4 уточные нити, а второе переплетение – 2,4 основные и 1,3 уточные нити.

У матрицы D2 первое переплетение – 1, 2 основные и 1, 6 уточные нити, второе переплетение – 3,4 основные и 2,5 уточные нити, а третье переплетение – 5,6 основные и 3,4 уточные нити.

Таким образом, не все матрицы из 0 и 1, содержащие в каждом столбце и в каждой строке и нули и единицы, представляют собой однослойное ткацкое переплетение.

Задачу определения достаточного условия существования однослойного ткацкого переплетения можно сформулировать следующим образом: определить для заданной матрицы из 0 и 1, является ли она представлением однослойного ткацкого переплетения.

Задача определения числа слоев переплетения ткани и анализа сложных переплетений рассматривалась в работе [1]. Ее решение основывается на введенном ранее Дж. Р. Лурье (J.R. Lourie) понятии цепи.

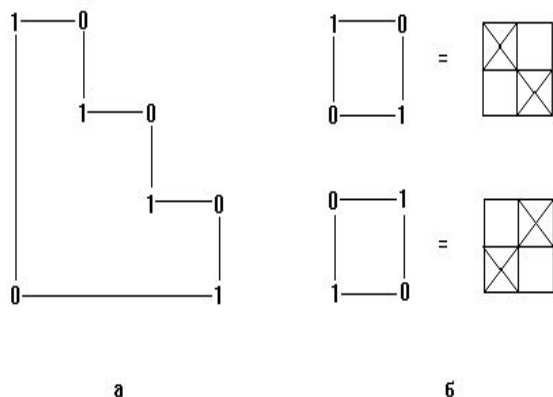


Рис. 1

Цепью называется последовательность чередующихся уточных и основных перекрытий такая, что каждая пара перекрытий противоположной системы располагается вдоль одной из нитей утка или основы. Примеры цепей приводятся на рис. 1, где а) – пример цепи; б) – элементарные цепи.

На этом рисунке 0 обозначает уточное перекрытие, а 1 обозначает основное перекрытие, отрезки вертикальных линий обозначают основные нити, наконец, уточные нити обозначаются отрезками горизонтальных линий. Ниже такая цепь в соответствии с принятой в теории графов терминологией называется циклом.

В 1979 г. А. Ньютон (A. Newton) и Б.П. Саркар (B.P. Sarcar) предложили метод определения, является ли данное переплетение однослойным. Согласно этому методу переплетение является однослойным, если существует цикл, проходящий по всем уточным нитям и нитям основы переплетения. Если такого цикла нет, то переплетение будет многослойным.

На основе этого подхода в данной работе реализован метод проверки необходимого и достаточного условия существования однослойного ткацкого переплетения. Особенность реализации состоит в том, что на первом этапе строится матрица смежности графа связности переплетения.

Граф связности переплетения представляет собой двудольный граф, первая доля которого состоит из вершин, взаимно однозначно соответствующих нитям основы, а вторая доля состоит из вершин взаимно однозначно соответствующих нитям

утка. Всего в графе число вершин равно сумме раппортов переплетения по основе и утку.

Дуги в графе связности строятся по следующему правилу: из вершины, соответствующей нити основы, проходит дуга в вершину, соответствующую нити утка тогда и только тогда, когда элементы матрицы переплетения, соответствующие данным вершинам, принадлежат одному и тому же циклу.

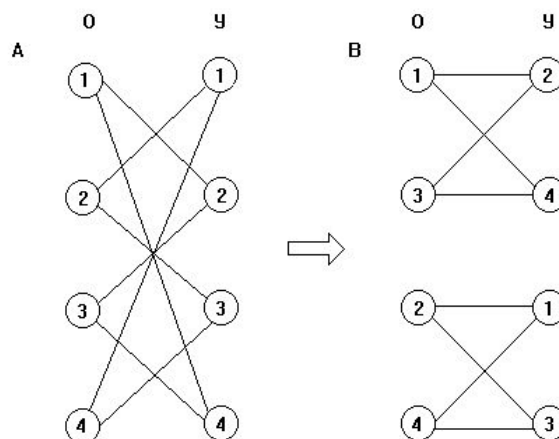


Рис. 2

Для переплетения, представленного матрицей $D1$, граф связности приводится на рис. 2, где А) – граф связности переплетения, заданного матрицей $D1$; В) – тот же граф с выделенными компонентами сильной связности.

Проверка необходимого условия сводится к выделению компонент сильной связности в графе связности переплетения. Далее в целях сокращения текста компоненты сильной связности будут называться просто компонентами.

Компоненты выделяются из графа связности переплетения с помощью метода, основанного на применении базового алгоритма обхода графа «в глубину» и описанного в [2]. При наличии в графе связности переплетения двух и более компонент переплетение не может быть однослойным; на этом проверка прекращается.

Выделение компонент в графе связности переплетения позволяет отсеять только переплетения, имеющие два или более двух слоев, но этот подход не позволяет

различить полутораслойные переплетения и переплетения со сменой слоев.

Действительно, для полутораслойного переплетения с дополнительной основой, представленного матрицей D_3 , имеющей вид:

$$D_3 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

граф связности переплетения будет иметь единственную компоненту, так как общий уток связывает нити верхнего и нижнего слоя основы, соответственно образуя с ними всеми циклы.

Для распознавания таких переплетений нужен второй этап анализа структуры ткацкого переплетения: этап проверки достаточного условия существования однослойного переплетения. На втором этапе по матрице переплетения строятся два вектора: вектор связи соседних нитей основы; вектор связи соседних нитей утка.

Построение векторов производится по следующему правилу: если нить i имеет с нитью $i+1$ цикл, то элементу i вектора присваивается значение 1, в противном случае данному элементу присваивается значение 0. Проверка достаточного условия наличия однослойного переплетения в этом случае сводится к проверке отсутствия нулевых значений в каждом из векторов.

Если все координаты указанных векторов равны 1, то переплетение является однослойным. Это выполняется для полотняного переплетения, саржевых переплетений, сатинов (атласов), крепов, для большинства комбинированных переплетений и некоторых производных переплетений. Если хотя бы в одном из векторов хотя бы один элемент равен 0, то данное переплетение может оказаться неоднослойным.

Например, для полутораслойного переплетения D_3 эти векторы будут иметь вид:

$$S_{3o} = (0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0); \\ S_{3y} = (1\ 1\ 1\ 1).$$

Однако следует отметить, что данный метод относит к классу неоднослойных переплетений, например, целые группы репсовых и диагональных переплетений.

Но, как известно [3], диагональные переплетения используются для выработки тканей, имеющих на поверхности эффекты за счет смещения нитей друг относительно друга в объеме ткани, поэтому можно говорить о некоторых нарушениях однослойности переплетения.

Для выявления возможных перемещений нитей в таких переплетениях предлагается способ, который ниже рассматривается на примере. Пусть задано диагональное переплетение:

$$D_4 = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}; \quad S_{4o} = (1\ 1\ 1\ 1); \\ S_{4y} = (0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1).$$

В этом переплетении в пределах раппорта переплетения вдоль второй нити утка имеется одно точное перекрытие (один нуль во второй строке матрицы D_4), а вдоль первой нити утка – два точных перекрытия (два нуля в первой строке матрицы D_4), и эти две точные нити не связаны циклом, поэтому вторая нить утка попадает в нижний слой и смещается под первую нить утка. По аналогичным причинам четвертая нить утка смещается под третью нить утка, шестая нить утка смещается под пятую нить утка, а восьмая нить утка — под седьмую нить утка.

ВЫВОДЫ

1. Предложенная модель, представляющая структуру ткацкого переплетения в виде графа связности, обеспечивает распознавание однослойных переплетений.

2. Необходимым условием однослойности ткацкого переплетения является наличие в его графе связности одной и только одной компоненты сильной связности.

3. Достаточным условием однослойности анализируемого ткацкого переплетения является равенство 1 всех координат специальных векторов связи нитей в переплетении.

4. Параллельные нити, расположенные в переплетении рядом, могут смещаться одна под другую при отсутствии цикла, соединяющего эти нити, и при разном числе одинаковых перекрытий вдоль каждой из этих нитей.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ping G., Newton A.* The analysis and identification of interchanging double weaves // *Jornal of the Textile Institute.* – 1987, № 1. P.54...63.

2. *Ахо А., Хопкрофт Дж., Ульман Дж.* Структуры данных и алгоритмы. М.: Вильямс, 2001.

3. *Мартынова А.А., Слостина Г.Л., Власова Н.А.* Строение и проектирование тканей. – М.: РИО МГТА, 1999.

Рекомендована кафедрой информационных технологий и вычислительной техники. Поступила 31.01.07.
