

СОЗДАНИЕ НА ТКАНИ ЭФФЕКТА ОБЪЕМНЫХ ПОЛОС С ПОМОЩЬЮ ШАШЕЧНЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ

PRODUCING THE EFFECT OF 3D STRIPES WITH THE HELP OF CHECK WEAVE

С.С. КОЛЬЦОВ, Н.А. КОРОБОВ, Г.И. ТОЛУБЕЕВА
S.S. KOLTSOV, N.A. KOROBOV, G.I. TOLUBEEVA

(Ивановский государственный политехнический университет. Текстильный институт)
(Ivanovo State Polytechnical University. Textile Institute)
E-mail: ttp@ivgpu.com

Предложено новое направление проектирования на базе шашечных переплетений комбинированных переплетений с визуальным эффектом объемных продольных и поперечных полос.

Proposed new direction of engineering on the basis of draughts weaves combined weave with a visual effect of longitudinal and transverse bulk of the bands.

Ключевые слова: шашечные переплетения, визуальный эффект, объемные полосы, автоматизированное построение.

Keywords: draughts weave, visual effect, three-dimensional strip, automated building.

Одним из востребованных направлений художественного оформления тканей средствами ткачества в настоящее время является стиль оп-арта. Работа британской художницы Бриджит Райли "Движение в квадратах" (рис. 1) [1] подсказала возможность создания на ткани визуального эффекта объемных продольных или поперечных полос с помощью шашечных переплетений.

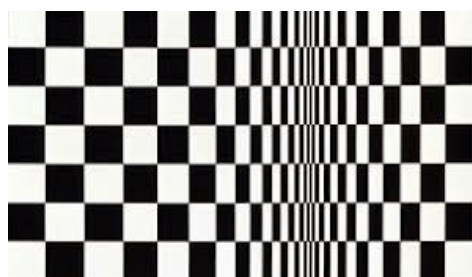


Рис. 1

Предложен метод [2] и разработано программное обеспечение для автоматизированного проектирования комбинированных переплетений с визуальным эффектом

одной или нескольких продольных или поперечных полос одинаковой или различной ширины, получаемых на базе шашечных переплетений. Средой программирования выбран объектно-ориентированный язык высокого уровня MATLAB®.

При проектировании комбинированного переплетения с эффектом объемных полос принимаем направление полос – вдоль основы или вдоль утка, определяя тем самым активную систему нитей. Принимаем ширину s шашек в нитях активной системы и количество n_s их пар в раппорте, высоту шашек h в нитях пассивной системы. Раппорты комбинированного переплетения по активной и пассивной системам нитей:

$$R_{\text{актив}} = 2sn_s, \quad (1)$$

$$R_{\text{пас}} = 2h. \quad (2)$$

Для примера построим переплетение с объемными продольными полосами, при-

мом ширину шашек, равную 15 нитям, высоту – 40 нитям, число пар шашек – 22: $s = 15$; $n_s = 22$; $h = 40$; $R_{\text{актив}} = R_o = 660$ нитей; $R_{\text{пас}} = R_y = 80$ нитей.

Предварительно рассчитываются координаты поля шашек и выстраивается рисунок исходного шашечного поля (рис. 2-а), где каждая нить вдоль активной системы имеет темные и светлые участки длиной h пикселей. Для наглядности вдоль активной системы нитей показываем шесть раппортов

$$[I_k] = 1, 2, 3, 4, 5, \dots, 328, 329, 330, 331, 332, \dots, 656, 657, 658, 659, 660.$$

В нижней части экрана дессинатору представляется поле маркеров в координатах "Порядковые номера нитей (в пикселях) – Уровень деформирования изображения (в долях) (рис. 2-б).

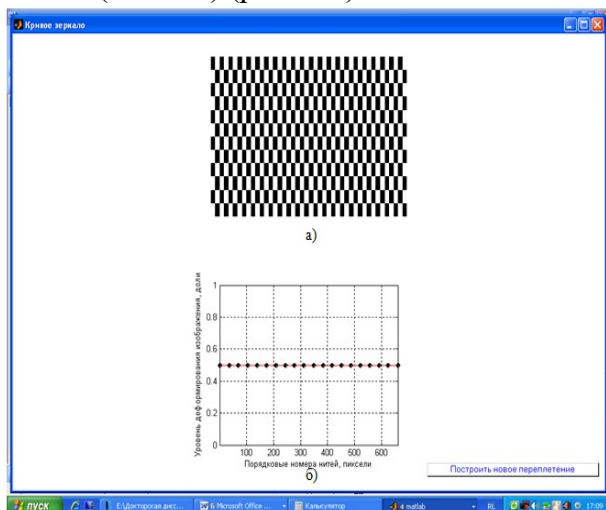


Рис. 2

Уровень деформирования изображения принят в пределах от нуля до двух. Значение, равное единице, соответствует отсутствию деформирования, при этом все маркеры находятся на средней линии.

ЭВМ выстраивает раппорт и макет (рис. 3) исходного шашечного переплетения, заполняя шашки базовыми переплетениями: на светлых участках помещаем одно переплетение, на темных – его негатив. В качестве базовых переплетений можно использовать саржи и сатины (атласы) главного класса.

тов. В соответствии с принятым в MATLAB® соглашением индексы столбцов будут принимать значения 1, 2, ..., $R_{\text{актив}}$, то есть одномерный массив порядковых номеров нитей активной системы $[I_k]$ исходного шашечного поля представляет собой натуральный ряд чисел, начиная с первой по $R_{\text{актив}}$ нитей. Для рассматриваемого примера:

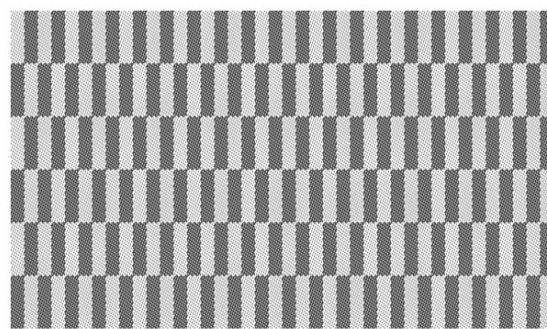
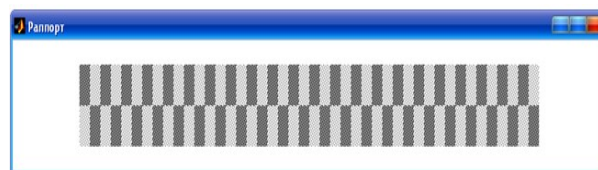


Рис. 3

При неизменном числе шашек эффект деформирования шашечного поля получаем за счет изменения ширины шашек по активной системе нитей – за счет создания чередующихся сжатых и растянутых областей: уменьшение ширины шашек на отдельных участках происходит за счет исключения части нитей, увеличение – за счет повторения отдельных нитей в пределах шашки. При решении этой задачи необходимо, во-первых, описать чередование сжатий и растяжений и обеспечить отсутствие геометрических искажений исходного изображения, во-вторых, перейти от описания к конкретной реализации – осуществлению описанных искажений изображения.

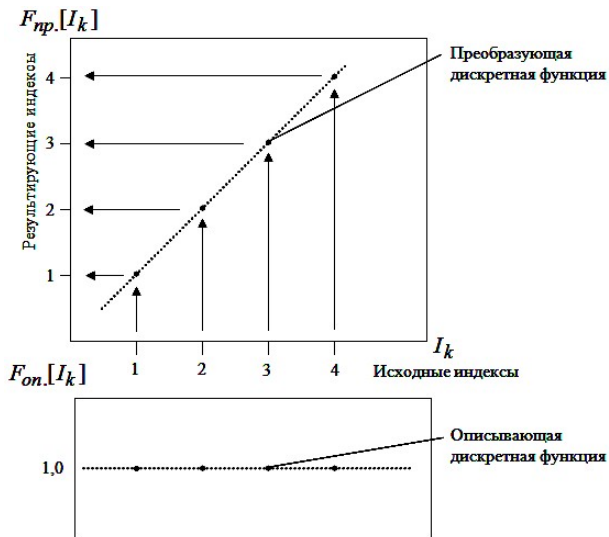


Рис. 4

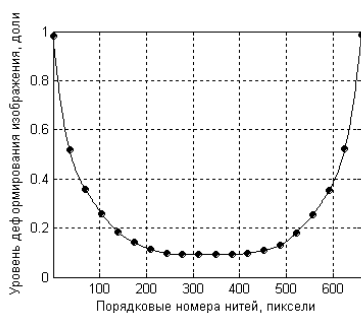
На рис. 4 показан случай, представляющий преобразование строки исходного изображения без каких-либо геометрических искажений, то есть индексы (номера столбцов изображения – номера нитей активной системы) после преобразования не изменяют своих значений. Поскольку индексы представляют собой набор дискретных данных, то описывающая $F_{on}(I_k)$ и преобразующая $F_{pr}[I_k]$ функции являются дискретными. Первоначально точки обеих функций расположены вдоль прямых: описывающая функция во всех своих точках характеризуется значением, равным единице, преобразующая функция последовательно принимает значения от 1 до $R_{актив}$.

Из рис. 4 видно, что преобразующая функция $F_{pr}[I_k]$ является кумулятой и вычисляется путем накопительного суммирования значений описывающей функции $F_{on}[I_k]$:

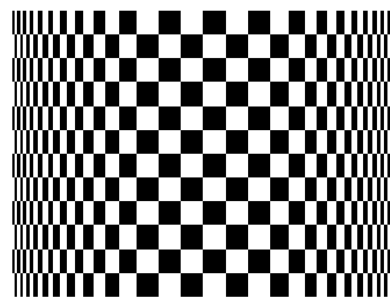
$$F_{pr}[I_k] = \sum_{k=1}^{R_{актив}} F_{on}[I_k]. \quad (3)$$

Если на описывающей функции появятся выпуклости или вогнутости, то это соответствующим образом отразится на преобразующей функции, что в конечном итоге приведет к перераспределению плотности следования столбцов исходного изображения, то есть к его геометрическим искажениям. При этом участки описывающей дискретной функции, расположенные ниже средней линии, будут соответствовать разрежению изображения, выше – уплотнению. Степень разрежения (уплотнения) зависит от вида кривой.

Поскольку шахматное поле содержит большое количество столбцов и строк, то описывающую функцию удобно представить дискретно с равноудаленными узлами с постоянным шагом (10...20 узлов). Закон изменения ширины шашек по активной системе нитей $F_{on}[I_k]$ задает интерактивный дессинатор, передвигая мышью маркеры вдоль активной системы нитей, например, как показано на рис. 5-а.



а)



б)

Рис. 5

События `ButtonDownFcn` (Щелчок мышью на объекте), `WindowButtonDownFcn` (Перемещение мыши) и

`WindowButtonUpFcn` (Отпускание кнопки мыши) вызывают работу подфункций определения координат центров маркеров и ку-

сочно-полиномиальную аппроксимацию кривых, соединяющих маркеры. Высокая точность аппроксимации достигается с помощью кубических сплайнов, приближающих данные не глобально, а по отдельности на каждом частичном i -м интервале между соседними маркерами [3, с.485...490]:

$$F_{оп}[I_k]_i = b_{0i} + b_{3i}I_k^3 + b_{2i}I_k^2 + b_{1i}I_k. \quad (4)$$

Для рассматриваемого примера значения коэффициентов b_0, b_1, b_2, b_3 для некоторых из 19 участков приведены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

| Номер участка | Значения коэффициентов | | | |
|---------------|------------------------|---------|--------|---------|
| | b_0 | b_1 | b_2 | b_3 |
| 1 | 149,6901 | -2,7550 | 0,0313 | -0,0001 |
| 2 | 85,2273 | -1,1103 | 0,0157 | -0,0001 |
| 3 | 59,8140 | -0,5560 | 0,0006 | 0 |
| ... | ... | ... | ... | ... |
| 17 | 41,8388 | 0,4308 | 0,0023 | 0 |
| 18 | 59,1942 | 0,5462 | 0,0010 | 0,0001 |
| 19 | 84,6074 | 1,1152 | 0,0157 | 0,0001 |

Чтобы сохранить однозначность осуществляемых преобразований, функция $F_{пр}[I_k]$ должна быть неубывающей, следовательно, значения описывающей функции $F_{оп}[I_k]$ не должны быть отрицательными, в случае их появления – они заменяются нулями.

Преобразующая функция должна обеспечить полное соответствие размеров исходного и деформированного шашечных полей, то есть первый столбец исходного изображения должен попасть в первый столбец выходного изображения, последний соответственно в последний столбец выходного. Чтобы обеспечить это требование, над кумулятой производим следующие дополнительные преобразования: нормализацию, масштабирование и смещение.

Для приведения значений кумуляты к диапазону $0...1$ из всех значений вычитаем минимальное (в нашем случае это всегда первый элемент ряда), затем делим полученные значения на максимальный из них (в нашем случае это всегда последний

элемент ряда). При масштабировании каждый элемент нормализованной кумуляты умножаем на коэффициент, равный $R_{актив} - 1$, все значения кумуляты будут лежать в диапазоне $0...R_{актив} - 1$. Выполняем смещение: ко всем значениям кумуляты добавляем 1, в результате все значения кумуляты будут лежать в диапазоне $1...R_{актив}$. Первый и последний столбцы попадут на свои места, между ними произойдет перераспределение в соответствии с накопленными в кумуляте значениями. Поскольку все значения, составляющие кумуляту, это новые номера столбцов, их необходимо округлить до целого. Обозначим эту процедуру как $E\{\dots\}$. Выражение (4) примет вид:

$$F_{пр}^*[I_k] = E \left\{ \frac{F_{пр}[I_k] - F_{пр}(1)}{F_{пр}(R_{актив})} (R_{актив} - 1) + 1 \right\}. \quad (5)$$

Для рассматриваемого примера получим:

$$F_{пр}^*[I_k] = 1, 5, 10, 14, 18, \dots, 330, 330, 330, 331, 331, \dots, 643, 647, 651, 656, 660.$$

При таком подходе пределы изменения описывающей функции не имеют значения, в программном комплексе они приня-

ты равными $[0, \dots, 1]$ (рис. 2-б и 5-а).

Выбирая из исходного шахматного поля нити активной системы в соответствии

с полученными номерами, формируем деформированное шахматное поле (рис. 5-б).

По команде "Построить новое переплетение" ЭВМ заполняет новые шашки базовыми переплетениями. Раппорт и макет полученного переплетения представлены на рис. 6.

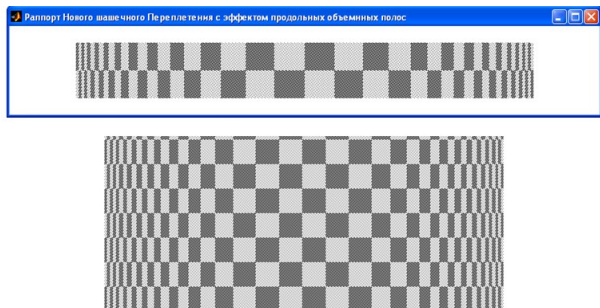


Рис. 6

ВЫВОДЫ

Предложено новое направление проектирования на базе шашечных переплетений комбинированных переплетений с визуальным эффектом объемных продольных и поперечных полос.

ЛИТЕРАТУРА

1. Оптические иллюзии Бриджит Райли. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://newstyle-mag.com>.
2. Толубеева Г.И., Коробов Н.А., Кольцов С.С., Шопыгин А.Е., Яблокова Д.С. Способ получения тканей шашечных переплетений // Заявка на патент на изобретение № 2012147939 от 13.11.2012.
3. Кетков Ю.Л., Кетков А.Ю., Шульц М.М. MATLAB 6.x: программирование численных методов. - СПб: БХВ-Петербург, 2004.

Рекомендована кафедрой проектирования текстильных изделий. Поступила 14.10.14.