

СОЗДАНИЕ ВЕКТОРНЫХ СИММЕТРИЧНЫХ УЗОРОВ, ОБРАЗОВАННЫХ НЕПРЕРЫВНЫМИ КОНТУРАМИ

Контурные симметричные узоры используются в графическом дизайне печатной продукции в художественно-декоративных целях, а также выполняют защитную функцию. Последнее обусловлено сложностью качественного воспроизведения таких изображений третьими лицами при отсутствии цифровых оригиналов.

Для создания декоративных узоров, образованных криволинейными контурами, используются программные средства векторной графики. При этом базовый инструментарий векторных графических редакторов, таких как CorelDRAW и Adobe Illustrator, не позволяет создавать контурные узоры сложной формы и состава в автоматическом режиме. В то же время средства автоматизации работы указанных выше программ позволяют существенно расширить их базовые функциональные возможности.

В рамках предыдущих работ автора по синтезу симметричных изображений [1, 2] в среде CorelDRAW был автоматизирован процесс создания одно- и многоцветных декоративных узоров абстрактного характера по принципам геометрической и цветной симметрии. В качестве основы для формирования узора выступал фрагмент криволинейной фигуры – базовый элемент, форма которого описывалась математической функцией. Сгенерированный базовый элемент подвергался ряду симметрических преобразований для формирования более сложного узора. При этом из-за ограниченных размеров базового элемента, а также используемых типов математических функций формируемые узоры имели прерывистый характер – симметрически размножаемые контурные участки узора не образовывали цельную линию, разрываясь пробельными областями. Узоры такого характера вполне применимы для решения декоративно-художественных и защитных задач, однако для повышения степени их разнообразия и улучшения защитных свойств в качестве базовых элементов можно использовать так называемые «макроконтур» – криволинейные непрерывные объекты максимальной протяженности. Такие объекты по своим размерам должны соответствовать всей горизонтальной области будущего узора и при этом не иметь разрывов. Для математического описания объектов такого рода необходимо использовать непрерывные функции, а чтобы создаваемые узоры являли собой упорядоченные регулярные структуры, целесообразно задействовать

функции периодического типа. Этим требованиям отвечает ряд тригонометрических функций.

Так, для описания формы базового макроконтра были взяты за основу следующие тригонометрические функции:

- 1) $f(x) = a \cdot \sin(b \cdot x + \varphi)$;
- 2) $f(x) = a \cdot \sin(b_1 \cdot \sin(b_2 x + \varphi))$;
- 3) $f(x) = a \cdot \sin(b_1 \cdot \cos(b_2 x + \varphi))$;
- 4) $f(x) = \operatorname{tg}(a \cdot \sin(b \cdot x + \varphi))$;
- 5) $f(x) = a_1 \cdot \sin(b_1 \cdot x + \varphi_1) + a_2 \cdot \cos(b_2 \cdot x + \varphi_2)$.

Для описания макроконтра более сложной формы использовалась функция на основе тригонометрического ряда Фурье [3]:

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{i=1}^n \left(a_i \cdot \cos \frac{2i\pi}{T} x + b_i \cdot \sin \frac{2i\pi}{T} x \right),$$

где a_i, b_i – коэффициенты функции; n – количество элементов ряда Фурье; T – период функции.

Генерация векторных объектов на основе приведенных функций требует преобразования этих функций в совокупность параметрических многочленов Безье третьего порядка, используемых для описания формы контуров в программах векторной графики. Решение этой задачи по существу представляет собой кусочную интерполяцию исходной зависимости $y = f(x)$ многочленом Безье $p_x(t), p_y(t)$. Для определения коэффициентов многочлена Безье использовались формулы из [1], полученные в результате деления каждой интерполируемой области на три части и нахождения двух внутренних точек кривой по исходному функциональному описанию.

Реализация синтеза базовых элементов в виде макроконтуров осуществлялась на языке VBA в среде CorelDRAW. Значения коэффициентов исходных функций варьировались в заданных пределах. В случае образования составных узоров из нескольких макроконтуров значения их коэффициентов, определяющих величину периода и сдвиг по фазе, были согласованы друг с другом. Так, при наличии контуров с разным периодом обеспечивались целочисленные соотношения по этому показателю. Для получения разнообразных сочетаний контурных объектов также варьировалось значение коэффициента, отвечающего за амплитуду периодической функции. При этом для имитации контура переменной толщины, имеющей максимальные значения в точках экстремума, синтезировался ряд объектов с возрастающей амплитудой и неизменными значениями периода и фазы.

Для создания узоров, более сложных по структуре, сгенерированные макроконтра подвергались симметрическим преобразованиям –

отражению и переносу. В частности, такие преобразования применялись в случае макроконтура, полученного на основе тригонометрического ряда Фурье, что позволяло придать узору более упорядоченный характер и тем самым улучшить его декоративные свойства.

Примеры узоров, сформированных в автоматизированном режиме из объектов, описываемых непрерывными периодическими функциями, приведены на рис. 1.

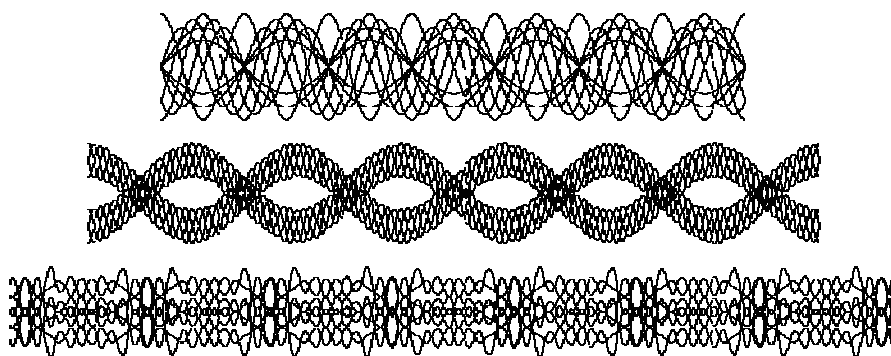


Рисунок 1 - Примеры узоров из непрерывных контуров

Таким образом, использование макрообъектов, описываемых непрерывными тригонометрическими функциями, в качестве базовых элементов для создания декоративных изображений позволяет повысить степень разнообразия формируемых узоров, а также затруднить их несанкционированное воспроизведение при отсутствии цифровых оригиналов. Реализация синтеза непрерывных контурных макрообъектов на языке VBA ускоряет процесс создания узоров в среде программы векторной графики CorelDRAW. В рамках дальнейшего развития программных средств синтеза целесообразно разработать элементы пользовательского интерфейса для оперативной корректировки числовых параметров генерируемых контуров, а также реализовать синтез составных узоров с согласованными параметрами периодических подструктур в автоматическом режиме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сипайло С. В. Автоматизация синтеза векторных криволинейных контуров со свойствами симметрии в CorelDRAW // Труды БГТУ. 2014. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 3–7.
2. Сипайло С. В. Синтез изображений с цветной симметрией путем сопряжения цветовых перестановок с геометрическими преобразованиями // Труды БГТУ. 2016. № 9: Издат. дело и полиграфия. С. 115–119.
3. Жук В. В., Натансон Г. И. Тригонометрические ряды Фурье и элементы теории аппроксимации. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. С. 188.