

ПРОГРАММА ПРОЕКТИРОВАНИЯ УЧАСТКОВ ТРИКОТАЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ, ОБРАЗОВАННЫХ КРИВЫМИ СО СЛОЖНЫМИ ТРАЕКТОРИЯМИ

А.С. ЛУКИН, С.М. АБРАМОВ, Е.Н. КОЛЕСНИКОВА, Л.А. КУДРЯВИН

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

Трикотажные изделия имеют трехмерные формы, образовать которые можно с помощью кривых сложной формы. Составить программу вязания таких изделий достаточно трудно, особенно при использовании регулярного способа выработки.

Одними из сложных цельновязальных изделий являются головные уборы: они разнообразны по форме, а их образующие представляют кривые сложной формы.

На основании анализа цельновязальных изделий сформулирована первая задача: проектирование изделий сложной формы с использованием программного метода, включающего наибольшее количество действий, удобных для оператора.

С целью получения кривой нужной формы необходимо применить математические методы для построения, описания функции и расчета ее длины. Длину кривой, как показано в [4], можно определить, используя метод расчета кривой Безье. Используя этот метод, также реально рассчитать число петельных столбиков в проектируемом головном уборе.

Для решения второй задачи – определения числа рядов – разобьем поверхность головного убора на отдельные клинья. Далее следует определить образующую кривую, затем поверхность клина и рассчитать число петельных рядов в клине.

Поставленная задача имела следующие подзадачи:

- построение координатной сетки;
- нанесение траектории на координатную сетку с любой точки;
- отражение функции $f(x)$ заданной кривой;
- отображение координат (x, y) кривой;
- введение изменений координат по требованию оператора;

построение клина с использованием новой координатной сетки, отражающей плотность трикотажа;

выведение результатов на принтер.

Поставленная задача оказалась очень сложной. В ходе поиска необходимого языка программирования ни один из современных и часто используемых языков типа Java, Pascale, C/C++ и др. не смогли полностью удовлетворить решение этой задачи ввиду большой сложности написания программы. В связи с этим был применен менее известный, но удовлетворяющий написанию программы, язык Tcl/Tk, с помощью которого была описана и математически рассчитана интерполяционная кривая Безье.

Кривая Безье является удобным и широко распространенным инструментом для построения гладких кривых. Ее свойства особенно важны для дизайнеров и инженеров-проектировщиков в автоматизированных системах, использующих средства машинной графики: изменяя поочередно положение промежуточных точек, проектировщик с помощью мыши добивается и соответствующего программного обеспечения получения кривой нужной формы на экране дисплея.

В общем случае процесс приближения носит итерационный диалоговый характер и может потребовать значительного количества времени, если художник уже наметил опорные точки, через которые ему обязательно хотелось бы провести гладкую кривую. При уменьшении количества промежуточных точек решение задачи значительно упрощается, а затраты времени сокращаются.

Математически кривая Безье описывается полиномиальной функцией:

$$P(t) = \sum_{i=0}^n p_i J_{n,i}(t), \quad (1)$$

где $J_{n,i}(t)$ есть базисная функция вида

$$J_{n,i}(t) = \frac{n!}{i!(n-i)!} t^i (1-t)^{n-i}.$$

Здесь: $t = (0, \dots, 1)$ – параметр, i -номер точки, причем $i = 0, \dots, n$. Таким образом, кривая Безье определяется $(n+1)$ точками многоугольника.

Задача. Найти выражение длины $\ell(T)$

$$\ell(T) = \int_0^T \sqrt{X^2 + Y^2} dt = \int_0^T \sqrt{(2a_x t + b_x)^2 + (2a_y t + b_y)^2} dt = \int_0^T \sqrt{E(t)} dt, \quad (3)$$

где $E = 4(a_x^2 + a_y^2)t^2 + 4(a_x b_x + a_y b_y)t + b_x^2 + b_y^2$.

Для расчета значений длин сложных кривых разработана подпрограмма, кото-

участка кривой $\{X(t) Y(t)\}$, заданной уравнениями

$$\begin{cases} X(t) = a_x t^2 + b_x t + c_x, \\ Y(t) = a_y t^2 + b_y t + c_y, \\ 0 \leq t \leq T \leq 1, \end{cases} \quad (2)$$

где $a_x = x_1 - 2x_2 + x_3$; $b_x = 2x_2 - 2x_3$; $c_x = x_2$,
 $a_y = y_1 - 2y_2 + y_3$; $b_y = 2y_2 - 2y_3$; $c_y = y_2$.

Решение.

рая полностью решила все ранее не выполнимые действия. Данная программа может быть применена для расчета сложных образующих головных уборов.

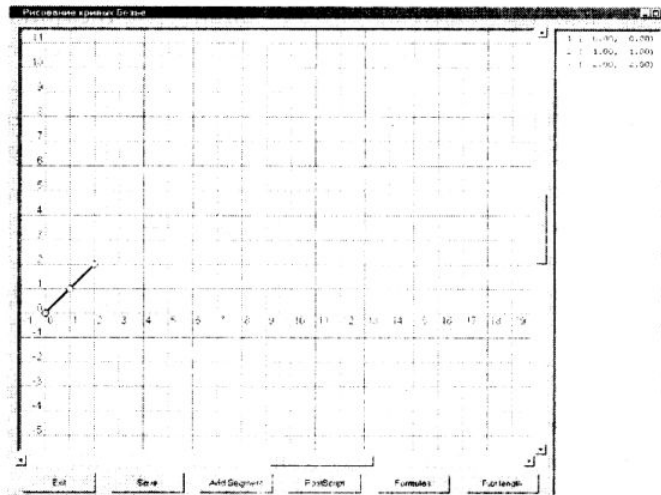


Рис. 1

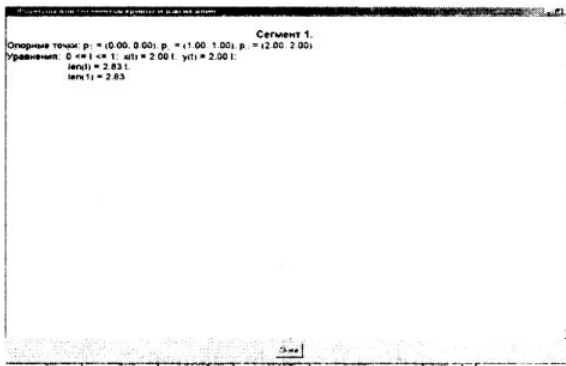


Рис. 2

Открывая программу, автоматически оказываемся на сетке координат (рис.1), где построен первоначальный участок будущей сложной кривой. Будем именовать этот участок сегментом. В правом верхнем углу высвечиваются координаты данной кривой.

При нажатии курсором на клавишу "Formulas" (рис.2) появляется текущая формула данного сегмента:

$$x(t) = x_1 t^2 + 2x_2 t(1-t) + x_3 (1-t)^2$$

$$y(t) = y_1 t^2 + 2y_2 t(1-t) + y_3 (1-t)^2$$

и его расчетная длина

$$len(x).$$

В окне описаны опорные точки, а также формулы и их конечный результат.

Длина сегмента всегда рассчитывается во времени, то есть перемещение курсором

опорной точки отражается в изменении длины сегмента. Кроме того, в окне каждый добавленный сегмент имеет свою расчетную функцию и свои расчетные координаты.

Сегмент имеет три основные точки: две опорные и одну центральную – так называемую точку оттягивания. Точка оттягивания формирует кривую, например, образующей головного убора (рис. 3).

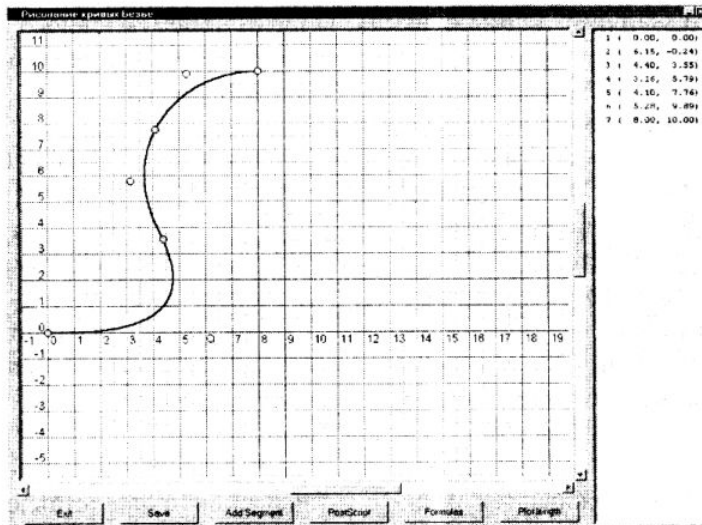


Рис. 3

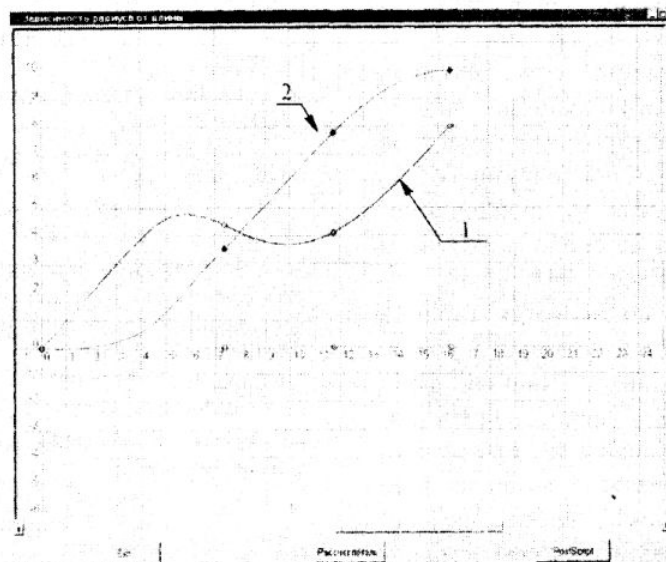


Рис. 4

Поскольку головной убор – это изделие, полученное вращением образующей кривой, каждое сечение, проведенное пер-

пендикулярно центральной оси головного убора, представляет собой окружность определенного диаметра.

Для определения диаметра головного убора в определенном сечении в программе разработана новая сетка координат. При нажатии курсором на клавишу "Plot Length" появляется новое окно (рис.4) с сеткой координат, где по оси ординат вытянута длина образующей кривой, а по оси абсцисс проектируются величины радиусов, соответствующих определенному участку кривой, и изображением двух кривых 1 и 2, которые соответственно показывают зависимость изменений радиуса, например: клина головного убора от длины кривой (1), образующей головной убор, и высоты от длины (2), то есть, какой численный радиус будет в определенной точке на оси и какая высота будет в определенной точке на оси до сегмента. В результате имеем вторую кривую изменения диаметров головного убора по высоте.

Зная диаметры головного убора в каждом сечении, можно определить число петельных рядов, образующих окружность данного сечения, а также рассчитать число петельных рядов в клине на каждом сечении.

Программа также поддерживается Windows 98 и любое окно программы можно переместить в Word и там работать с ним.

Рабочий файл сохраняется в двух видах: текстовый ****.txt*, программы Tcl/Tk, содержащий информацию об опорных точках – пригоден для сохранения информации в ходе проектирования участков сложной траектории и последующего открытия ее в программе и продолжения работы с участками, а также в табличном формате программы Excel ****txt.csv*.

В формате Excel сохраняется таблица параметров образующей головного убора: радиуса, высоты и длины. Данный файл пригоден для анализа и расчетов средствами программы MS Excel, где можно корректировать координаты сегмента; при этом происходит автоматическое изменение сегмента в программе и у сегмента соответственно меняется функция $f(x)$ и длина $len(t)$ и $len(x)$.

Работа программы была проверена при построении прямой, окружности, синусои-

ды, лекала сложной формы, кривых для получения головного убора, представляющего сложную кривую.

Представленная программа несет в себе большой потенциал проектирования не только трикотажа сложной формы, но и других изделий сложной формы. В программу можно вносить дополнительные изменения, дорабатывая ее до требуемого уровня. В частности, для расчета программы вязания головного убора программу можно дополнить визуальным представлением клина головного убора с указанием числа петельных столбиков в каждом петельном ряду.

ВЫВОДЫ

1. Разработана программа для расчета поверхностей, образующихся вращением сложных кривых вокруг центральной оси, которая может быть применена для расчета параметров вязания трикотажных головных уборов и других изделий сложной формы.

2. Программа может быть дополнена визуальным представлением клина с указанием числа петельных столбиков в каждом петельном ряду.

ЛИТЕРАТУРА

1. Abramov S.M. // *Programmirovanie*. – №3, 1991. P.31...44.
2. Farin G. // *Computer-Aided Design*. – V.15, 1983. P.73...78.
3. Forrest A.R. // *Computer J*. – 15, 1, 1972. P.71...79.
4. Лукин А.С., Абрамов С.М., Колесникова Е.Н., Кудрявиш Л.А. Расчет и построение сложных криволинейных траекторий при проектировании трикотажных цельновязальных изделий / Сб. научн. тр. аспирантов. – М., 2001.
5. Завьялов Ю.С., Леус В.А., Скороспелов В.А. Сплайны в инженерной геометрии. – М.: Машиностроение, 1985.
6. Стечкин С.Б., Субботин Ю.Н. Сплайны в вычислительной математике. – М.: Наука, 1976.

Рекомендована кафедрой технологии трикотажного производства. Поступила 01.12.03.