

МЕТОДИКА АВТОМАТИЧЕСКОЙ ВЕКТОРИЗАЦИИ УЗОРА ДЕКОРАТИВНОГО ЭЛЕМЕНТА МЕБЕЛИ И РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММЫ ДЛЯ СТАНКА С ЧПУ ПО ГРАВИРОВКЕ ЕГО КОНТУРА

Мохаммед Хайдер А. Аббас, В. С. Петровский, А. А. Грибанов

Воронежская государственная лесотехническая академия

Поступила в редакцию 12.10.2012 г.

Аннотация. В статье рассматривается способ автоматизации процесса разработки управляющих программ для станка с ЧПУ для фрезерования декоративных элементов мебели.

Ключевые слова: декоративный элемент мебели, программа, станок с ЧПУ, оцифровка, векторизация.

Annotation. This article discusses how to automate the process of developing control programs for CNC milling of decorative elements of furniture.

Keywords: decorative element of furniture, software, CNC, digitization, vectorization.

На практике не существует технических и программных средств, позволяющих автоматически, с помощью одного нажатия кнопки, векторизовать фотографии декоративных элементов мебели с выдачей программ для станка с ЧПУ. Только с помощью комплекса программ и человека такая задача может быть решена.

1. ПРОЦЕСС ВЕКТОРИЗАЦИИ ФОТОГРАФИИ ДЕКОРАТИВНОГО ЭЛЕМЕНТА МЕБЕЛИ

Для векторизации фотографии декоративного элемента воспользуемся алгоритмом обработки двумерных изображений при создании новых проектов [1].

Представим процесс перехода от фотографии декоративного элемента мебели к управляющей программе для станка с ЧПУ в виде последовательности блоков (рис. 1).

Рассмотрим этот процесс на примере векторизации и разработки программы для станка с ЧПУ узора декоративного элемента мебели, представленного на рисунке 2. Схематичное изображение узора вводилось в компьютер с помощью сканера. Как видно из рисунка качество изображения очень низкое, поэтому требуется обязательная его цифровая обработка. В графическом редакторе увеличивается резкость изображения, что дает более четкий контур узора.

Преобразованное исходное изображение узора в черно-белое имеет много помех в виде точек (рис. 3). Они мешают операции автоматической векторизации.

Векторизацию изображения и ее обработку проведем в AutoCAD 2011 с RasterDesk Pro 9.1. Загрузим ч/б изображение декоративного элемента мебели в программу выбрав в меню рФайл → Вставить растр. Уберем шум рФильтр → Удалить мусор.

2. РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ РАСТЕРИЗАЦИИ ДЕКОРАТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕБЕЛИ

Как известно, векторная модель растра представляет собой наборы ломаных и многоугольников. Однако в задаче растеризации декоративных элементов мебели требуется представлять векторные объекты плавными кривыми, например, кривыми Безье. Пусть на растре алгоритмом выделен набор граничных линий, каждая из которых является либо замкнутой, либо нет, и тогда она имеет начальную и конечную точки. Кроме того, для каждой линии задана ориентация и запомнены цвет области слева и цвет области справа.

Построение площадных объектов по граничным линиям можно выполнить без построения триангуляции. Для этого необходимо построить планарный ориентированный граф, в котором каждая граничная линия – ребро, а точки сочленения граничных линий – вершины графа. Кроме того, в каждой вершине указывается

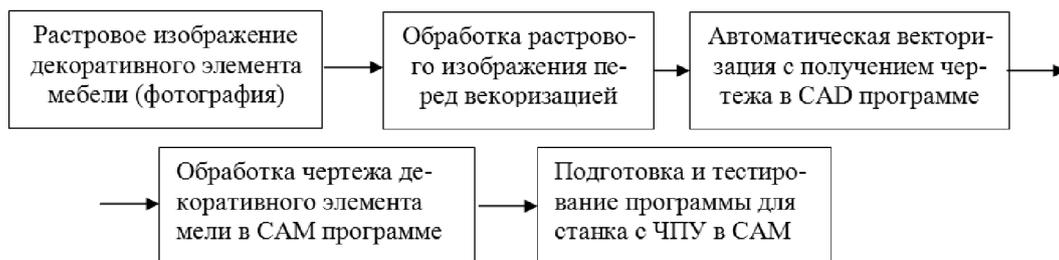


Рис. 1. Алгоритм процесса векторизации узора декоративного элемента мебели и разработки программы для станка с ЧПУ

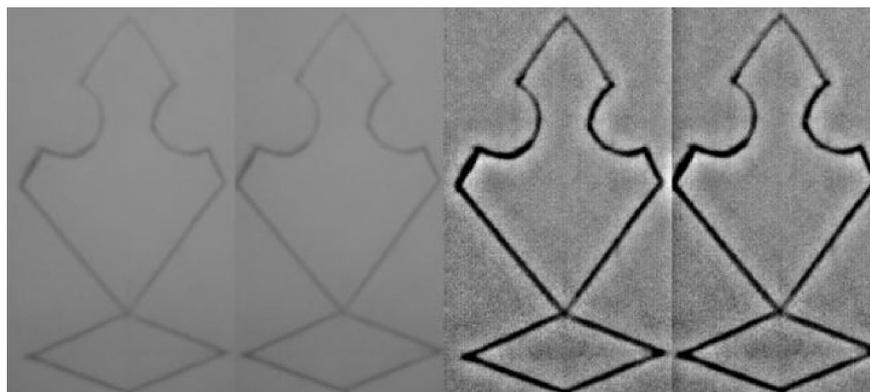


Рис. 2. Узор декоративного элемента мебели (введен со сканера) с результатом цифрового увеличения резкости контуров

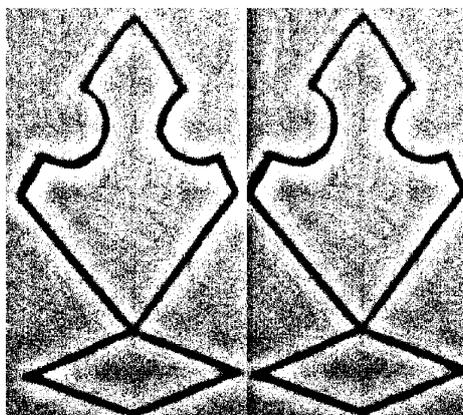


Рис. 3. Черно-белая версия узора декоративного элемента мебели

порядок смежных с вершиной ребер по направлению часовой стрелки.

По такому графу легко совершить обход по всем контурам, ограничивающим одноцветные области, выделив, таким образом, площадные объекты.

Рассмотрим задачу аппроксимации граничных линий кривыми. Каждую такую линию будем аппроксимировать ниже следующим алгоритмом, аппроксимации граничных линий кривыми Безье:

1. Формирование списка характерных узловых точек.

1.1. Если граничная линия незамкнута, то в список заносятся две концевые точки линии.

1.2. В список заносятся точки в углах линии, то есть местах стыковки двух отрезков, если они по длине оба больше, чем некоторая заданная величина δ (в пикселях).

1.3. В список заносятся точки в середине тех отрезков линии, которые являются локальными

экстремумами, если на этих отрезках еще нет точек, занесенных в список.

2. Цикл по списку характерных узловых точек (кроме конечных).

2.1. Для k точек исходной граничной линии слева от узловой точки вычисляется наклон аппроксимирующей прямой, проходящей точно через узловую точку и в среднем вблизи k точек.

2.2. Вычисляется наклон аналогичной аппроксимирующей прямой для k точек справа.

2.3. Если наклоны аппроксимирующих прямых слева и справа различаются более, чем на заданный угол ε , то запоминаются оба наклона для этой узловой точки.

2.4. В противном случае вычисляется наклон аппроксимирующей прямой для k точек слева и для k точек справа и запоминается общий наклон для этой узловой точки.

3. Для конечных узловых точек (если они есть) вычисляется наклон аппроксимирующей прямой, проходящей точно через узловую точку и в среднем вблизи k соседних точек.

4. Цикл по списку характерных узловых точек (рассматриваются по две соседних точки).

4.1. Строится отрезок аппроксимирующей кривой Безье 3-й степени по двум узловым точкам и по наклонам слева и справа.

4.2. Если максимальное отклонение кривой Безье от соответствующего участка граничной линии превышает заданную величину Δ , то в середину этого участка вставляется новая узловая точка и вычисляется для нее наклон аппроксимирующей прямой для k точек слева и для k точек справа.

Так как некоторые характерные узловые точки имеют координаты, кратные 0.5 пикселя, то все расчеты следует вести на целочисленной сетке с шагом 0.5 пикселя. Вычисление наклона аппроксимирующей прямой, проходящей через узловую точку, можно вести методом наименьших квадратов. Пусть параметрическое уравнение аппроксимирующей прямой в системе координат с нулем в узловой точке

$$X(t) = at, Y(t) = bt. \quad (1)$$

Пусть также параметр t на соседних точках граничной линии (на целочисленной сетке) имеет значения 1, 2, k справа от узловой точки и, соответственно, -1, -2, $-k$ слева от узловой точки. Если минимизировать сумму квадратов расстояний между этими точками (x_i, y_i) и соответствующими точками прямой

(1) – $(X(t_i), Y(t_i))$, то получим следующие оценки коэффициентов наклона a и b :

$$a = \frac{\sum_i i \cdot x_i}{\sum_i i^2}, b = \frac{\sum_i i \cdot y_i}{\sum_i i^2}. \quad (2)$$

Для построения отрезка кривой Безье 3-й степени по двум узловым точкам и по наклонам слева и справа необходимо от наклонов перейти к управляющим точкам. Следует учесть, что отрезок кривой Безье есть локальный параметрический сплайн, заданный полиномами $X(t)$ и $Y(t)$ третьей степени, где параметр t изменяется от 0 до 1. Проверку максимального отклонения отрезка кривой Безье от соответствующего участка граничной линии можно выполнить с помощью быстрого алгоритма цифровой интерполяции параметрических полиномов.

Некоторый отрезок кривой Безье может на самом деле оказаться прямолинейным, если линии наклона для двух соседних узловых точек направлены строго вдоль отрезка, их соединяющего. Проведем векторизацию изображения декоративного элемента мебели по рассмотренному алгоритму в AutoCAD.

Сделаем обрабатываемый контур более четким выбрав в меню рФильтры → Утоньшить. Удалим также лишние линии.

В результате получен обработанный чертеж декоративного элемента мебели (рис. 4) и построена его векторная модель.

3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ СТАНКА С ЧПУ

Сохраним полученный чертеж в формате AutoCAD 2010 DXF (Меню Файл → Сохранить как). Далее загрузим чертеж в САМ программу Gemma 3D для создания управляющей программы для станка с ЧПУ.

Сформируем обрабатываемый контур декоративного элемента мебели с помощью операции «Гравировка контуров», выбрав обрабатываемую часть контура, параметры инструмента и режима фрезерования (рис. 5). Технологические режимы фрезерования рассчитываются по известным формулам [2].

В программе G-Mill протестируем полученную в Gemma программу. Результат испытания показан на рис. 6.

Программа гравировки декоративного элемента мебели может быть загружена в станок с ЧПУ.

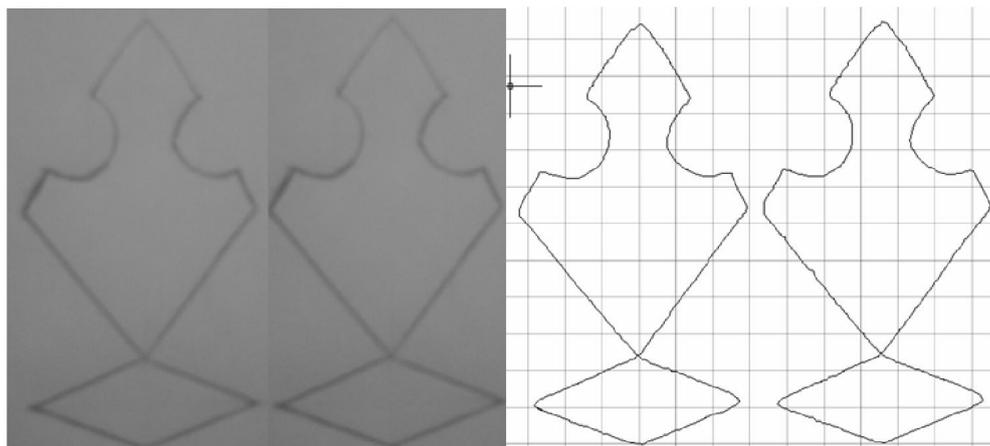


Рис. 4. Сравнение исходного растрового и полученного векторного изображений

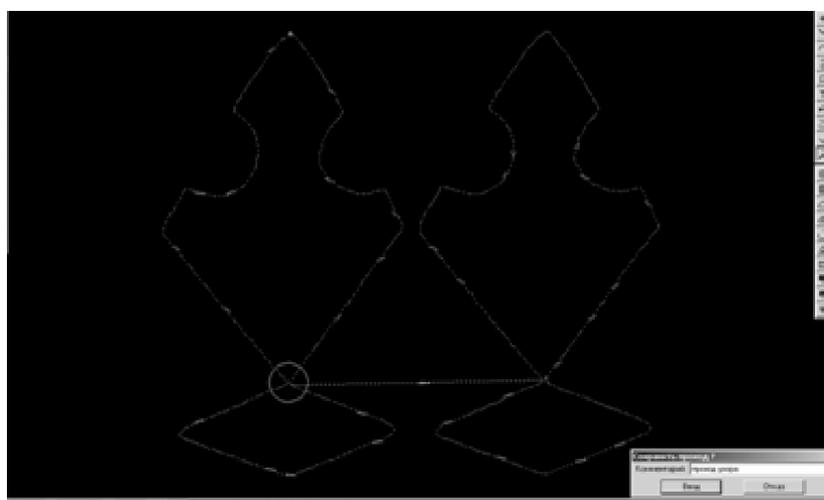


Рис. 5. Формирование контура узора декоративного элемента мебели

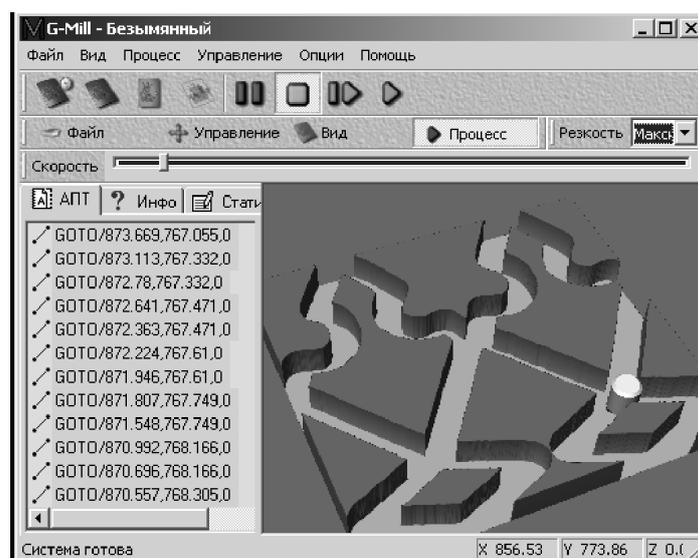


Рис. 6. Результат тестирования управляющей программы для станков с ЧПУ

Использование разработанной методики совместно со специализированным программным обеспечением значительно сокращает долю ручного труда специалиста.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Хайдер А. Аббас Мохаммед, Петровский В. С., Грибанов А. А.* Автоматизация процесса обработки

двумерных изображений при создании новых проектов. // Вестник ВГТУ. Том 9 № 1 2013 г.

2. *Хайдер А. Аббас Мохаммед, Петровский В. С., Грибанов А. А.* Исследование и разработка процесса фрезерования декоративных элементов мебели на станках с ЧПУ. // Научно-практический и методологический журнал ФЭС. № 2 (51).

Хайдер А. Аббас Мохаммед – аспирант кафедры автоматизации производственных процессов Воронежской государственной лесотехнической академии. E-mail: mr_haider81@yahoo.com

Mohammed Haider A. Abbas – postgraduate of the Department computer-aided manufacturing Voronezh State Academy of Forestry and Technologies. E-mail: mr_haider81@yahoo.com

Петровский Владислав Сергеевич – д. т. н., профессор кафедры автоматизации производственных процессов Воронежской государственной лесотехнической академии. E-mail: arpvglta@bk.ru

Petrovsky Vladislav Sergeevich – Ph.D., professor of department computer-aided manufacturing Voronezh State Academy of Forestry and Technologies. E-mail: arpvglta@bk.ru

Грибанов Андрей Анатольевич – к. т. н., ст. преп. кафедры автоматизации производственных процессов Воронежской государственной лесотехнической академии. E-mail: vgltaapp@mail.ru

Gribanov Andrey Anatolevich – Cand.Tech. Sci., senior lecturer of department computer-aided manufacturing Voronezh State Academy of Forestry and Technologies. E-mail: vgltaapp@mail.ru