

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Толочек В. А. Современная психология труда: учеб. пособие. СПб.: Питер, 2005.
2. Каммероу Дж. М., Баргер Н. Д., Кирби Л. К. Ваш психологический тип и стиль работы / пер. с англ. А. Багрянцевой. М.: Изд-во ин-та психотерапии, 2001.
3. Юнг К. Г. Психологические типы. М.: Алфавит, 1992.
4. Цибулевский И. Е. Ошибочные реакции человека-оператора. М.: Сов. радио, 1979.
5. Смирнов Б. А., Гулый Ю. И. Инженерно-психологическое и эргономическое проектирование. Харьков: Гуманитарный центр, 2010.

S. A. Kolmakov, A. V. Leonov
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

THE METHOD OF DETECTING ERRORS OF THE HUMAN-OPERATORS, BASED ON THEIR PSYCHOLOGICAL TYPES USING GAME PROGRAMS SIMULATED THE WORKING PROCESS ON WORKSTATION

This article describes a method of detecting errors of the human-operators, based on their psychological types using game programs simulated the working process on workstation. Given technique will help one to improve methods of professional selection due to the fact that errors will no longer be random and will be predictable and avoidable.

Human-operator, psychological type, human-operator mistakes, MBTI, game programs, occupational selection

УДК 681.3

Дж. Г. Алкади Лайс, Ю. Т. Лячек, Мустафа Ахмед Бадор Мохамед
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

Модификация областей штриховки при использовании сеточной параметрической модели чертежей

Рассмотрены особенности описания штриховки в файлах обмена информацией чертежей и предлагается алгоритм формирования областей штриховки при модификации конструкторских чертежей деталей в соответствии с заданными конструктором новыми значениями размерных обозначений. Показано, что на основе созданной сеточной параметрической модели исходного электронного файла описания чертежа детали преобразование описания чертежа с областями штриховки может быть выполнено автоматически.

Чертеж, сеточная параметрическая модель, dxf-файл, штриховка, алгоритм, автоматическая модификация

Двухмерные системы конструкторского проектирования не являются параметрическими. В связи с этим при разработке новых вариантов изделий приходится заново практически полностью подготавливать комплекты чертежной документации, так как редактирование старых описаний с новыми значениями размерных обозначений оказывается нецелесообразным из-за больших интеллектуальных и временных затрат конструкторов. В то же время на основании авто-

матически создаваемой сеточной параметрической модели старого чертежа [1] можно без дополнительных усилий конструктора по редактированию графического описания сформировать новый образ чертежа детали. Этот образ будет полностью соответствовать вновь задаваемым значениям для части или даже для всех размерных обозначений, установленных на исходном чертеже. Однако автоматически формируемая сеточная параметрическая модель чертежа не

обеспечивала параметризацию элементов оформления чертежей, тогда как в соответствии с требованиями ЕСКД рабочие чертежи деталей должны содержать все сведения для изготовления и контроля этих изделий. К таким данным, в частности, относятся и многовидовые графические изображения с разрезами, сечениями и областями выреза, позволяющие наиболее полно отобразить форму изделия. На представленных видах должны быть нанесены необходимые для изготовления детали размерные обозначения с предельными отклонениями, указания шероховатости поверхностей, определяющие качество их обработки, а также технические требования, содержащие различные данные, которые невозможно представить графически. Вся эта информация о чертеже отображается в электронных файлах обмена информацией, чтобы чертеж можно было бы качественно изобразить в любой современной системе автоматизированного проектирования. В настоящее время общепринятыми файлами обмена графической информацией между различными 2D-системами САПР (например, «Компас», «AutoCAD», «папосАД», «Адем» и др.), содержащими исчерпывающую информацию о конструкторских чертежах, являются текстовые файлы с расширением dxf. Используя это описание можно расширить возможности сеточной параметрической модели и обеспечить автоматическую обработку не только описания самой детали, представленной на чертеже, но и элементов его оформления.

В частности, модель непосредственно не позволяет при модификации обеспечить перестроение областей штриховки [2]. Это обусловлено тем, что параметрическая сеточная модель устанавливает адаптивную связь с изменяющимися размерными обозначениями только для основных графических примитивов, определяющих форму детали. Связь же с описаниями контуров штриховки неявная. Это приводит к смещению изображения штриховки относительно перестраиваемых контуров детали при их автоматической перерисовке в процессе модификации. Контур перерисовывается в соответствии с новыми значениями размеров, а области штриховки остаются на старом месте. В связи с этим штриховка при модификации чертежа не наносится, а просто стирается, и конструктору приходится добавлять ее в ручном режиме. Это существенно снижает эффект от автоматической модификации чертежей.

Для разработки алгоритмов корректной перерисовки областей штриховки в процессе автоматической модификации чертежей были проанализированы различные варианты исходного формирования таких зон (графических примитивов «Штриховка» – «НАТСН») в различных САПР и способы их представления в dxf-файлах. В результате выявлено:

1. В части файла описании примитива НАТСН записываются все определяющие его параметры. В него занесены общие данные (внутреннее имя, стиль, вид, масштаб, количество образующих контуров и т. д.). Также представлены подробная информация по каждому контуру (об образующих его примитивах с параметрами их характерных точек, а также их внутренние имена с указанием параметров каждого), количество внутренних точек, использованных для указания границ контуров, координаты этих точек и т. д.

2. Описание контуров штриховки может представляться в двух вариантах в зависимости от способа задания их конструктором.

При первом варианте конструктор указывает конкретные примитивы (отрезки, полилинии, дуги, окружности, эллиптические дуги и сплайны), образующие в совокупности контур (контур). При этом все вершины, описывающие область штриховки, являются базовыми точками графических примитивов, составляющих образ детали (точками начала, излома, конца отрезков, ломаных линий или дуг и центров окружностей и других примитивов). Эти точки-вершины автоматически полностью охватываются создаваемой параметрической сеточной моделью исходного чертежа. В связи с этим параметры такого контура могут быть относительно просто откорректированы в соответствии с данными модели. Сама модифицированная область штрихуется в соответствии со стилем штриховых линий и другими общими параметрами, указанными в начале исходного описания графического примитива НАТСН, которые не должны меняться.

При втором варианте описания некоторые или даже все вершины контура штриховки являются точками пересечения базовых графических примитивов, т. е. производными от примитивов, определяющих форму детали, и конструктор не может выбрать все элементы контура. В таких случаях область штриховки задается указанием любой внутренней точки (точки «затравки») для каждой области. Иногда при большом количестве базовых примитивов, образующих контур, конструктор также не выбирает их, а для ускорения работы просто указывают точку затравки.

В таких случаях соответствующая программа 2D-системы автоматизированного проектирования сама определяет участки базовых графических примитивов, образующих замкнутый контур, и характерные для него точки-вершины. Эта же программа на основе выявленных параметров элементов контура осуществляет его штриховку. Однако такие вычисленные координаты точек-вершин в общем случае отсутствуют в описании сеточной параметрической модели чертежа и не могут быть откорректированы при его модификации в соответствии с новым набором размерных значений. Измененная область будет отличаться от первоначальной, а исходная точка затравки в общем случае может оказаться не только за пределами требуемой зоны штриховки, но и выйти за границы изображаемого вида детали. Соответственно штриховка будет выполнена некорректно.

3. При любом способе задания контуров для модификации областей штриховки необходима коррекция данных примитивов, определяющих контуры HATCH, в соответствии с измененными параметрами в dxf-файле преобразованного чертежа.

4. Описание и чертежа в целом, и любого используемого в нем графического примитива (в том числе и области штриховки HATCH) в dxf-формате представляется вложенными текстовыми списками, состоящими из отдельных структурных единиц – групп, выделяемых круглыми скобками. В каждой группе вначале указывается код группы (групповой код), представляющий целое число, а затем описывается соответствующая этому коду информация. Такое описание позволяет достаточно просто найти нужные данные и, при необходимости, изменить их. Для наглядности приведем фрагмент (начало) описания примитива «Штриховка» в dxf-формате:

```
((-1 . <Имя объекта: 7ef03cd8>) (0 . "HATCH")
(330 . <Имя объекта: 7ef03b38>) (5 . "2CB")
(100 . "AcDbEntity") (67 . 0) (410 . "Model")
(8 . "0") (440 . 33554636) (370 . 50)
(100 . "AcDbHatch") (10 0.0 0.0 0.0)
(210 0.0 0.0 1.0) (2 . "ANSI31") (70 . 0) (71 . 1)
(91 . 3) (92 . 16) (93 . 1) (72 . 2) (10 2500.0 1740.0
0.0) (40 . 150.0) (50 . 0.0) (51 . 6.28319) (73 . 1)
(97 . 1) (330 . <Имя объекта: 7ef03cb8>)
(92 . 16) (93 . 1) (72 . 2) (10 2250.0 1250.0 0.0)
(40 . 300.0) (50 . 0.0) (51 . 6.28319) (73 . 1) (97 . 1)
(330 . <Имя объекта: 7ef04388>) (92 . 1) (93 . 8)
(72 . 2) (10 2250.0 1250.0 0.0) (40 . 760.0)
```

```
(50 . 0.132552) (51 . 3.00904)
(73 . 1) (72 . 1) (10 1496.67 1350.44 0.0)
(11 1650.0 1350.44 0.0)
```

На основании известного или выявленного заранее значения кода группы можно найти соответствующую ему группу в общем файле описания чертежа и определить тип и значения данных, записанные в этой группе. Далее можно изменить их (переписать в соответствии с требованиями модификации изображения), сформировав соответствующую команду.

5. Структуры раздела HATCH для разных вариантов задания штриховки существенно разнятся.

При первом варианте в разделе описания штриховки последовательно для каждого образующего ее контура вначале описываются параметры каждого графического элемента, составляющего контур. Далее, после описания всех групп параметров текущего контура, последовательно перечисляются имена базовых графических примитивов, которые соответствуют ранее перечисленным группам параметров. В связи с таким способом описания можно, имея параметрическую модель, относительно просто автоматически модифицировать примитивы контура штриховки, подобно тому как модифицируются базовые графические примитивы, определяющие образ объекта на чертеже. Как описано в [1], параметрическая модель чертежа представляет собой списки пар (или двумерных массивов) вещественных чисел по координате X или Y. Первое число – значение координаты каждой базовой точки на исходном чертеже, а второе – значение координаты этой же точки в модифицированном изображении. Иными словами, в модели содержится информация о старом и новом значениях координат для каждой характерной точки всех базовых примитивов чертежа.

Таким образом, модификация первого типа штриховки сводится к выявлению всех параметров для каждого графического примитива контуров и замене старых значений параметров на новые (измененные). Однако прежде чем это делать, в описании элемента HATCH на основании кода группы точки затравки необходимо выявить, является ли рассматриваемый элемент штриховкой именно первого типа.

В случаях, когда для штриховки области или одновременно нескольких областей задается одна или несколько точек затравки и программа определяет параметры для каждой замкнутой области, модифицировать такие области существенно сложнее. В этих случаях в разделе примитива

НАТСН контур описывается ломаной линией, для каждой точки которой последовательно указываются ее координаты и кривизна кривой в ней. За значениями параметров всех точек ломаной (контур) в описании перечисляются примитивы, пересечения которых образуют ранее описанные точки. Для модификации таких областей необходимо предварительно определить базовые примитивы, порождающие точки пересечения, и координаты точек их пересечения после модификации. Далее в описании примитива НАТСН во всех контурах следует заменить старые координаты точек пересечения и значения кривизны на новые, соответствующие модифицированному изображению. Дополнительно следует заменить старые координаты точек затравки на новые, алгоритм вычисления которых должен учитывать смещение контуров в поле чертежа. Только после этого модифицируют контур штриховки.

Успешное решение задачи модификации штриховки этого типа предполагает разработку алгоритмов нахождения точек пересечения для всех вариантов сочетания пар графических примитивов, образующих ломаную линию контура (отрезков, окружностей, дуг, эллиптических дуг и сплайнов).

В соответствии с выявленными особенностями обобщенный алгоритм модификации штриховки включает в себя следующие этапы:

1. В цикле выбирается первая запись из выявленных в описании чертежа списка примитивов НАТСН и анализируется ее структура.

2. В группе с кодом 91 определяется количество контуров, образующих анализируемую область штриховки.

3. По записи группового кода 98 и значению координат каждой точки (код 10) определяется количество точек затравки, указанных при формировании текущего примитива НАТСН, и их координаты.

4. Если ни одна точка затравки не использовалась, то значение кода 98 равно 1, а значения координат такой точки (код группы координат равен 10), записанных в dxf-файле для этой группы, будут тождественно равны нулю. Такое нулевое значение координат соответствует непосредственному заданию примитивов контуров.

Если же задавались точки затравки, то значение для группы с кодом 98 определяет количество введенных пользователем точек, и затем для всех этих точек (по коду 10) находятся значения их координат. При выявлении такого варианта задания (при использовании точек затравки) осуществляется переход к п. 6 алгоритма.

(Начало обработки контуров, состоящих из базовых графических примитивов).

5. В цикле обработки контуров, в соответствии с ранее выявленным их количеством (см. п. 2), для каждого контура, входящего в описание (код группы – 91), последовательно выполняются следующие действия:

- 5.1. Определяется количество базовых графических примитивов, образующих текущий контур (код этой группы – 93).

- 5.2. В цикле по базовым примитивам текущего контура для каждого графического примитива (код примитива – 72) выявляются его исходные (до модификации) параметры, а затем внутреннее, присвоенное системой, имя этого примитива (код имени – 330). В частности, по коду примитива (72) определяются следующие параметры:

- для отрезка (значение кода отрезка равно 1) – координаты точки начала (код группы – 10) и конца (код группы – 11);

- для полилинии (код примитива – 0) – координаты каждой точки (код группы – 10) и кривизна в ней для последующего сегмента (код группы – 42);

- для дуги и окружности (код примитива – 2) – координаты центра (код 10), значения радиуса (код 40), начального (код группы – 50) и конечного (код группы – 51) углов в радианах и направление обхода (код группы – код 73). При этом значение 1 соответствует обходу против часовой, а 0 – по часовой стрелке;

- для эллиптической дуги (код 3) – координаты центра (код 10), координаты точки большой полуоси (код 11), длина малой полуоси в долях от большой (код 40), значения начального (50) и конечного (51) углов в радианах, направление обхода (код 73) со значением 1 – против часовой и 0 – по часовой стрелке;

- для сплайна (код примитива 4) – порядок сплайна (код 94), признак рациональности (код 73), признак периодичности (код 74), количество узлов (код 95), количество управляющих точек (код 96), а также данные узла (код 40) и координаты управляющих точек (код 10), которые повторяются в соответствии с количеством узлов.

- 5.3. Используя сеточную параметрическую модель, выявленные старые параметры графических примитивов в описании контура заменяются на новые.

- 5.4. Модифицируется (перерисовывается) область текущего контура в соответствии со скорректированными, новыми, значениями параметров графических примитивов.

- 5.5. Переход на начало цикла (п. 5) для обработки следующего контура, если обработанный контур не последний в списке.

(Начало обработки контуров с точками заправки).

6. В цикле для каждого контура по коду группы 93 определяется количество образующих сегментов ломаной.

7. Последовательно выявляются и сохраняются в отдельном списке или массиве исходные координаты (код группы – 10) всех точек ломаной контура и кривизна линии в каждой точке (код группы – 42).

8. Последовательно выявляются внутренние имена базовых примитивов (код группы – 330), пересечение которых определяет ранее выявленные координаты для каждой такой точки.

9. В цикле по сегментам ломаной последовательно вычисляются новые (модифицированные) координаты точек пересечения и значение кривизны кривой в этой точке. Для этого:

9.1. Вызывается процедура нахождения точки пересечения двух графических примитивов, для которой входными параметрами выступают внутренние имена этих примитивов, а выходными – координаты точки пересечения и кривизна кривой в ней.

9.2. Процедура расчета точки пересечения на основе переданных ей имен в структуре чертежа выявляет по каждому примитиву его тип и его новые (модифицированные) геометрические параметры.

9.3. Согласно выявленным типам осуществляется обращение к соответствующей функции поиска координат точки пересечения графических примитивов (двух отрезков, двух дуг, отрезка и дуги, отрезка и окружности и т. д.) с уже известными для них параметрами. Эта же программа определяет значение кривизны в рассчитанной

точке, если оно не равно нулю (если последующий сегмент не отрезок).

9.4. В структуре описания НАТСН старые значения координат и значение кривизны (если оно отлично от нуля) заменяются на новые.

9.5. Если сегмент – последний, осуществляется модификация обработанного контура и переход к обработке следующего, т. е. на начало цикла (на п. 6).

10. После завершения цикла обработки контуров определяются координаты внутренней точки для каждого модифицируемого контура.

11. В конце работы алгоритма старые координаты внутренних точек (точек заправки) заменяются на вновь вычисленные и модифицируется область штриховки (графический примитив НАТСН).

Следует отметить, что наиболее эффективно модифицировать чертежи с областями штриховки можно на базе системы AutoCAD. Это обусловлено тем, что данная САПР корректно отображает на экране компьютера исходные dxf-файлы чертежей, относительно просто обеспечивает задание конструктором новых размерных обозначений, имеет широкий спектр программных средств разработки пользовательских приложений [3] и после модификации сохраняет новую версию чертежа в dxf-файле.

Обобщенный алгоритм штриховки расширяет возможности сеточной параметрической модели чертежа, так как вместе с автоматической перерисовкой образа детали обеспечивает автоматическое преобразование областей сечений и разрезов. Это исключает ручной труд и повышает производительность труда конструкторов при модификации конструкторских документов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алкади Лайс Дж. Г., Лячек Ю. Т. Параметрическая адаптивная сеточная модель чертежа // Изв. СПбГЭТУ «ЛЭТИ». 2014. № 6. С. 44–50.
2. ГОСТ 2.305–2008. Государственный стандарт. ЕСКД. Изображения – виды, разрезы, сечения. GostExpert.ru/gost/gost-2.305-2008.

3. Open Design Alliance, Open Design Specification for .dwg files Version 5.3 2013. 262 с. URL: http://www.opendesign.com/files/guestdownloads/OpenDesign_Specification_for_.dwg_files.pdf.

J. Gh. Alkadhi Layth, Yu. T. Lyachek, Mustafa Ahmed Bador Mahhamed
Saint Petersburg Electrotechnical University «LETI»

MODIFICATION OF AREAS HATCHING USING A PARAMETRIC MODEL OF THE GRID DRAWINGS

The features of the description of the hatch in the files of information exchange drawings and algorithms of forming areas of hatching in the modification of design drawings of parts in accordance with the specified constructions-dimensional to new values designations. It is shown that on the basis of the parametric model grid created source electronic file describing the details of the drawing, with the drawing describing the conversion hatching areas can be done automatically.

The drawing, grid the parametric model, the dxf-file, hatch, algorithm, automatic modification