Создание графических примитивов в формате HP-GL

Кетков Ю.Л., Кузнецов А.И.
Институт Прикладной Математики и Кибернетики
г. Нижний Новгород, Россия

Аннотация

Описывается один из графических редакторов, позволяющих создавать описания графических объектов на векторном языке HP-GL. Данный редактор используется для создания описаний условных знаков для системы подготовки издательских оригиналов географических карт и планов «КАРТ-ДОК».

Ключевые слова: Геоинформационные системы, инструментальные средства, векторная графика, HP-GL.

Довольно многие графические приложения используют набор графических примитивов, обеспечивающих воспроизведение изображений, характерных для предметной области. В радиотехнике и электронике к таким примитивам относятся обозначения резисторов, емкостей, индуктивностей, транзисторов, логических сборок, микросхем и т.п. В геоинформационных системах набор графических примитивов составляют условные знаки топографических и морских карт, планов городов и различных тематических карт. Количество таких примитивов колеблется от нескольких десятков до нескольких сотен. Библиотеки графических примитивов далеко не всегда представляют собой застывший набор значков, их приходится пополнять, менять габариты, окраску. Поэтому представляется достаточно актуальной задача создания универсальных средств, обеспечивающих формирование и модификацию библиотек изображений такого рода.

Первый вопрос, который возникает при разработке соответствующих инструментальных средств, связан с выбором формата хранения графических примитивов. Наиболее естественными представляются два формата – растровый и векторный. Растровый формат существенно упрощает процесс создания графического образа, сводя его к сканированию эталонного образца. Однако такие операции, как поворот и масштабирование растрового примитива, вносят сильные искажения в графический документ. Кроме того, растровое описание изображения связано со значительным объемом оперативной памяти. Векторный формат не страдает подобного рода недостатками, но в нем создание прецизионного графического описания выполнить на автомате не представляется возможным.

Если предпочтение отдано векторному формату, то возникает второй вопрос – на каком из графических языков следует остановить свой выбор. На наш взгляд, наиболее естественным является подмножество команд языка Hewlett-Packard Graphics Language (HP-GL), т.к. этот язык без перевода "понимают" все плоттеры.

Таким образом, вполне обоснована задача создания специализированного графического редактора условных знаков на базе подмножества команд HP-GL. Эффективность использования такого редактора была подтверждена в процессе разработки различных автоматизированных картографических систем, созданных в НИИ ПМК за последние 10-15 лет.

До настоящего времени в НИИ ПМК эксплуатируется редактор условных знаков [1,2] электронных карт, с помощью которого создавались описания графических примитивов в режиме относительных координат с использованием следующих команд:

- PU dx,dy; – перевод пишущего узла на указанные перемещения относительно текущей точки (CP – Current Point) в поднятом состоянии (без фиксации следа "пера");
- PD dx,dy; – перевод пишущего узла на указанные перемещения в опущенном состоянии (построение отрезка прямой);
- CI r; – построение окружности заданного радиуса с центром в CP;
- ER dx,dy; – построение прямоугольника, ориентированного по координатным осям, одна из вершин которого находится в CP, а вторая отстоит от первой на заданные смещения;
- RR dx,dy; – построение залитого прямоугольника, ориентированного по координатным осям, одна из вершин которого находится в CP, а вторая отстоит от первой на заданные смещения;
- AR dx,dy,a; – построение дуги окружности, начинающейся из CP. Смещения (dx,dy) задают положение центра окружности, a – центральный угол дуги в градусах, отсчитываемый от направления оси x против часовой стрелки;

- EW dx,dy,a; – построение сектора, ограниченного дугой окружности и радиус-векторами, проведенными в концы дуги;
- WG dx,dy,a; – построение залитого сектора, ограниченного дугой окружности и радиус-векторами, проведенными в концы дуги;
- FP; – заливка полигона;
- EP; – обводка контура полигона;
- PM 0; – включение режима полигона;
- PM 1; – включение режима подполигона;
- PM 2; – отключение режима полигона;
- SP n; – установка в пишущем узле пера с номером n.

В режиме полигона запоминаются координаты точек внешнего контура (полигона) и внутренних контуров (подполигонов), образующих дырки в графическом примитиве. Для контроля за фигурой границы полигона и подполигона рисуются на экране другим цветом, настоящие цвета вступают в силу после выполнения команд FP или EP.

Среди перечисленных выше команд не достает команды проведения кубического сплайна (BR dx1,dy1,dx2,dy2,dx3,dy3), начинающегося в CP, но такая команда будет подключена в ближайшем будущем.

Поле построения знака в редакторе предусматривает дискретную координатную сетку со стандартным шагом плоттера (1/40 = 0.025 мм) и все графические команды используют только целочисленные координаты. В первой версии редактора числовые параметры (кроме углов) из соображений компактности таблиц хранились в однобайтовых переменных. При этом длинные линейные перемещения составлялись из нескольких коротких. Во второй версии редактора все числовые параметры использовали двухбайтовый целочисленный формат.

В пользу выбора режима относительных координат были положены следующие соображения:

- в относительных координатах графическое описание выглядит более компактным (смещения соседних точек в небольших по габаритам условных знаках достаточно малы);
- переход из относительных координат условного знака в абсолютные координаты графического документа достаточно прост: перед описанием знака пишущий узел переводится в точку привязки (команда PU x0,y0), затем включается режим относительных координат (команда PR) и после воспроизведения условного знака восстанавливается режим абсолютных координат (команда PA);
- поворот и масштабирование координат обеспечивается без искажения с помощью элементарных аффинных преобразований.

К числу недостатков режима относительных координат относятся:

- сложность внесения исправлений, т.к. изменение одной команды автоматически влечет за собой изменение параметров всех последующих команд;
- накопление погрешности при работе на целочисленной сетке.

Последнее обстоятельство связано с активным использованием команды AR. При целочисленных значениях смещений (dx,dy) центра окружности относительно CP координаты последней точки дуги окружности оказываются вещественными. Их округление может вызвать накопление систематической ошибки в вычислении нового положения CP. Так, две последовательные команды AR могут сместить истинную точку контура уже на один шаг координатной сетки. А более длинная цепочка команд AR, разбросанных по графической программе, может вызвать достаточно серьезные искажения контура.

Поэтому возникла идея расширения возможностей редактора за счет использования двух режимов формирования контура знака – абсолютных координат с нулевой начальной точкой (CP.x=0, CP.y=0) или относительных координат. Абсолютные координаты позволяют автономно отредактировать любую графическую команду, что упрощает технику формирования контура примитива. Накопительной погрешности при использовании команд типа "AA x,y,a" (построение дуги по абсолютным координатам центра и центральному углу) нет, т.к. на каждом шаге вычисления можно производить с вещественными координатами CP и округлять их в целочисленные только в момент воспроизведения знака на экране монитора (графические функции Windows, как правило, воспринимают целочисленные координаты). Кроме того, в режиме абсолютных координат можно воспользоваться более удобной командой построения дуги, проходящей через три заданные точки (AT x1,y1,x2,y2). Использование команд типа AR (в режиме относительных координат) или AA (в режиме абсолютных координат) вызывает одинаковые трудности в подборе параметров команды – определение положения центра окружности и значения центрального угла. Все они нелинейно влияют на конфигурацию дуги и позицию ее конечной точки.

Так как окончательное построение графического документа удобнее вести в относительных координатах, то редактор условных знаков должен включать механизм прямого и обратного преобразования графических программ, выполненных в обоих режимах. Хранение табличных описаний условных знаков целесообразно вести в относительных координатах.

Специализированный редактор, в основу которого положены указанные идеи, описывается в настоящей статье. Так как структура и функции редактора, работающего в относительных координатах подробно описаны в [2], то ниже излагаются лишь изменения и дополнения, реализованные в новом редакторе.

Общий вид нового редактора представлен на рис. 1, а его основные возможности перечислены ниже:

1. Формирование текстов программ на языке HP-GL с отображением результата такого редактирования в стиле WYSIWYG.
2. Формирование графического образа на экране с отображением отредактированной программы в стиле WYSIWYG. В текущей версии редактора такое редактирование сводится к добавлению новых элементов изображения.
3. Среди особо удобных средство редактирования следует выделить возможность «отладки» графической программы. Ее можно выполнять по шагам (с возможностью обратной трассировки), исправлять на любом шаге параметры графических команд, отслеживать координаты всех опорных точек.
4. Комментирование программ. Комментарии можно писать после любой команды и её аргументов без каких-либо разделителей. Возможность такого комментирования не предусмотрена стандартом HP-GL, но является очень удобной формой описания кода при редактировании (особенно, если программа очень большая).
5. Создание описания по визуальной подложке оригинала. Используется, когда необходимо получить достаточно точное векторное описание BMP-изображения. В этом случае растровое изображение «подкладывается» под редактируемое векторное и пользователь может визуально контролировать степень схожести получаемых образов.
6. Продвинутая работа с текстовыми файлами. Редактор позволяет сохранять созданную программу на языке HPGL в двух основных форматах, одинаково хорошо воспринимаемых физическим плоттером: PLA (Plotter Absolute – абсолютные координаты) и PLR (Plotter Relative – относительные координаты).
7. Поддержка работы с библиотекой (или таблицей) знаков. Создание и работа с библиотеками знаков – это основное предназначение редактора, поэтому очень много элементов управления посвящены именно работе с библиотеками. В частности на основную форму редактора вынесены такие команды как открытие таблицы знаков, переход к заданному знаку в таблице, перебор всех знаков и т.д.

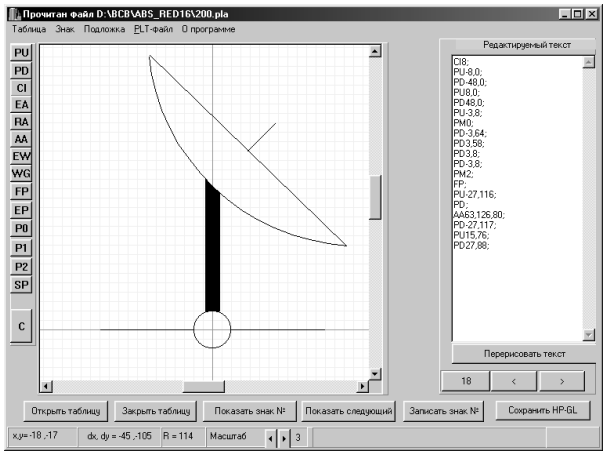

Рис.1. Внешний вид редактора условных знаков

8. Дополнительные операции с графическим описанием знака. Редактор поддерживает наиболее полезные операции с изображением: параллельный перенос, поворот на произвольный угол, отражение относительно координатных осей.

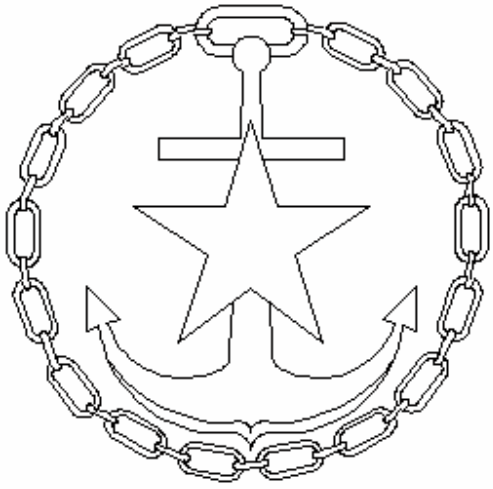

Рис. 2. Брэнд картпроизводства

Для проверки работоспособности нового редактора мы выбрали достаточно объемное изображение – фирменный знак картпроизводства морских карт (рис.2), описание которого было составлено в прежней версии редактора и занимало 5717 байт. На его подготовку ушло несколько рабочих дней. Автоматическое преобразование этой программы в абсолютные координаты привело к созданию pla-файла размером 7095 байт. Так как видимых искажений в графическом изображении обнаружено не было, то было решено также автоматически восстановить описание в относительных координатах. Полученный plr-файл не отличался от исходного plt-файла ни в одном байте. Этот пример является наглядным подтверждением того факта, что объем программы в относительных координатах существенно меньше идентичного описания в абсолютных координатах.

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 05-01-00590).

Литература

[1] Кетков Ю.Л., Казачкова М.С. Инструментальный комплекс для создания и отображения графических образов дискретных знаков.// Тезисы докладов 6-й Всероссийской конференции "Методы и средства обработки сложной графической информации", Н.Новгород, 2001. – с.100

[2] Кетков Ю.Л., Кетков А.Ю. Практика программирования: Visual Basic, C++ Builder, Delphi. – СПб.:БХВ-Петербург, 2002. – 464 с.

Об авторах

Кетков Юлий Лазаревич – д.т.н., зав. отделом НИИ ПМК. E-mail: ket@city.ru.

Кузнецов Александр Иванович – инженер-программист НИИ ПМК. E-mail: anubis1@rambler.ru.

Creation of graphic primitives in the HP-GL

Abstract

This report describes one of many graphic editors used in the institute. This editor allows creating graphical descriptions of signs that is used in geographical maps and plans. Then these descriptions are used by our system KART-DOK for creating of publishing forms of maps and plans.

About the authors

Ketkov Juli Lazarevitch is a chief of the department.
Kusnetsov Alexander Ivanovitch is a programmer.
The Institute for Applied Mathematics and Cybernetics, Nizhny Novgorod, Russian Federation.