

УДК.681.142.622

ЭЛЕКТРОПЛАШЕТЫ ДЛЯ ВВОДА ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ЭЦВМ

Д.А. Козлов, В.А. Львов

Наука и техника последних лет выдвинули ряд задач, процесс решения которых нельзя алгоритмизировать (по крайней мере, на данном этапе). При решении таких задач во многих случаях удается получить хорошие результаты, если предусмотреть возможность вмешательства человека в процесс машинного решения на промежуточных этапах. Особый интерес представляет общение человека с машиной путем обмена графическими образами. Это связано с тем, что язык графика и чертежа хорошо понимается человеком. "Понимание" машиной графической информации также вполне реально.

Кодированию графической информации и вопросам ввода этой информации в ЭЦВМ посвящено много работ, выполненных в различных отечественных организациях. Однако следует заметить, что большинство публикаций касается лишь автоматического ввода графической информации в ЭЦВМ [1, 2]. Класс полуавтоматов остается до сих пор малоосвещенным, хотя уже сейчас очевидно, что именно эти устройства должны дать большой эффект при решении задач, связанных с вводом чертежей и графиков в ЭЦВМ.

Применяемые в настоящее время графические интерпретации достаточно сложны, поэтому наиболее удобным средством для преобразования чертежа и графика в числовую форму пока остается полуавтомат. Однако полуавтоматические устройства не следует противопоставлять устройствам автоматического ввода графиков, так как каждая группа устройств имеет свои преимущества.

Полуавтоматические устройства планшетного типа (электропланшеты) имеют рабочее поле и визир, который человек-оператор вручную устанавливает в нужную точку, ее координаты автоматически

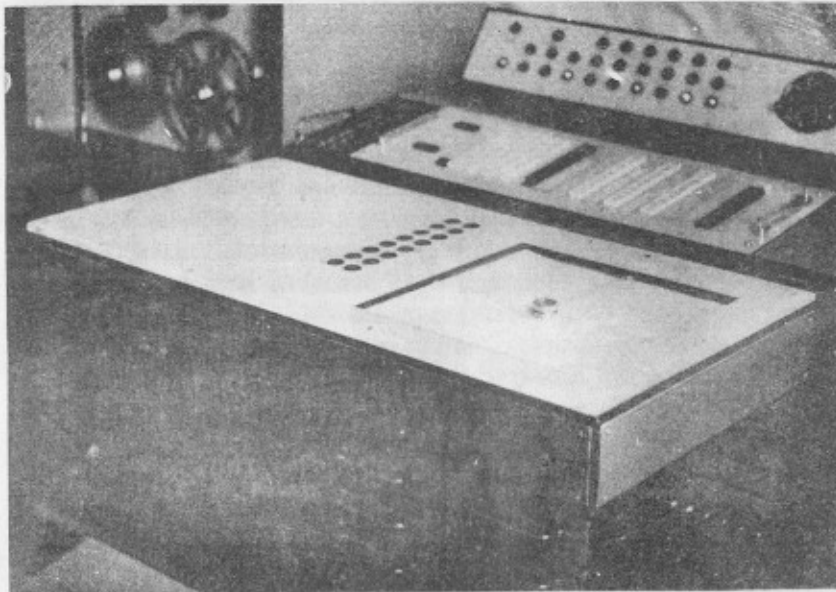
кодируются и заносятся в ЭЦВМ или на какой-либо машиночитаемый носитель. Примерами таких устройств могут служить планеты фирмы "Сильвания электрик проданте" [6], "РЭНД" [4], устройство "Электросчет" [5], а также устройство ввода [3] и электропланшет, разработанный в Институте математики СО АН СССР.

Электропланшет имеет рабочее поле размерами 300 x 300 мм и представляет собой механизм с эластичными передаточными звеньями, соединяющими визирующий элемент с измерительным. Под эластичными звеньями понимаются нити, кинематически связывающие системы устройства. Визир может быть выполнен либо в виде прозрачного диска с точкой визирования в центре, либо в виде карандаша. К визиру крепятся четыре нити, которые под действием пружин в механизме натянуты и удерживают визир в центре планшета до тех пор, пока усилием руки оператора он не будет установлен в определенную точку. Эти нити через системы блоков уходят под плоскость планшета, где они наматываются на четыре шкива. Угол поворота каждого шкива пропорционален изменению длины той нити, которая на нем закреплена. Каждой координате (X или Y) соответствуют два шкива. В процессе работы нити сматываются со шкивов или наматываются на них. Особенностью устройства является то, что декартовы координаты (X и Y) визирующего элемента связаны нелинейными зависимостями с углами поворота этих шкивов, поэтому требуются дополнительные преобразования указанных величин с помощью специального решающего механизма, который имеется в приборе.

Выходные величины в виде напряжений снимаются с двух точных потенциометров с линейными зависимостями сопротивлений от углов поворота. Точность кодирования координат положения визира составляет величину порядка $0,2 + 0,3\%$, причем она в основном зависит от качества применяемых потенциометров и аналого-цифрового преобразователя. Общий вид электропланшета, установленного на пульте управления ЭЦВМ "Диалог", показан на фото (стр.129).

Электропланшет позволяет оператору осуществлять связь с ЭЦВМ с помощью символов и графиков. Наличие аналоговых сигналов позволяет использовать планшет для работы с ЭВМ непрерывного действия. Пропорциональность выходных величин координатам визирующей точки делает возможной работу прибора в автономном режиме с выводом данных на цифровые вольтметры.

Годовой опыт эксплуатации нашего электропланшета в качестве устройства ввода графической информации в ЭЦВМ "Диалог" убедительно показал, что для эффективного использования устройства



необходим комплекс программ и методик или что в настоящее время называют математическим обеспечением. Математическое обеспечение для вновь разрабатываемых малых устройств так же необходимо, как и для новых больших ЭВМ.

Следует заметить, что кажущаяся на первый взгляд простота данного вопроса обманчива. Это связано с тем, что полуавтоматические устройства кодирования графической информации могут быть использованы в самых различных областях науки и техники, т.е. математическое обеспечение в каждом случае должно быть проблемно-ориентированным. Так, например, в Институте математики СО АН СССР электропланшет применялся для решения задач, весьма далеких друг от друга, а именно:

- а) при исследовании доменных структур магнитных пленок;
- б) для настройки структурно однородных систем (вычислительных сред);
- в) для компоновки схем печатного монтажа;
- г) в качестве указателя (вместо светового пера) совместно с устройством вывода информации на экран ЭЛТ и др.

Представляет интерес использование планшетов не только как средства ввода в ЭЦВМ чертежей и графиков, но и как средства обращения к той или иной подпрограмме в процессе подготовки ис-

ходных данных для проектного расчета или при выполнении самого расчета.

В любых расчетных методиках, будь то в области автоматизации научных исследований, проектирования в машиностроении или электронике, а также в какой-либо другой области, существует ряд величин или частных задач, которые многократно фигурируют в процессе решения общей задачи. Программы вычисления этих величин или решения частных задач могут быть представлены в виде операторов, обозначенных на некотором участке поля планшета. Обратиться к этому оператору посредством указания на него визиром прибора не представляет особого труда. Этот метод был успешно опробован на практике в нашем институте при настройке вычислительных сред.

Большой эффект дает использование полуавтоматических кодирующих устройств при работе с операторами, для вычисления которых необходимо ввести в ЭЦВМ некоторый объем графической информации. В этом случае поле планшета разбивается на две области: область кодирования исходных данных и область операторов аналогично [7].

Иногда в целях достижения большей точности бывает полезно перед тем, как осуществить кодирование исходной графической информации, посмотреть, к какому оператору последует обращение, и в соответствии с этим выбрать наиболее целесообразный способ кодирования:

- а) по приращению координаты X ;
- б) по приращению координаты Y ;
- в) по контуру линии, т.е. через определенный интервал

$$\Delta L = \sqrt{(\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2}.$$

Поясним это примером. Если требуется вычислить длину замкнутого контура, т.е. криволинейный интеграл вида

$$L = \int_{(K)} f(x, y) dL, \quad (1)$$

то кодирование этого контура следует вести по его приращению. Если же этот контур кодируется для вычисления площади, заключенной в нем, т.е. для вычисления двойного интеграла вида

$$S = \int_a^b \int_{y_1(x)}^{y_2(x)} f(x, y) dy dx, \quad (2)$$

то, очевидно, кодирование целесообразно осуществить по приращению координат и т.п.

Немаловажной характеристикой планшета являются размеры его

рабочего поля, которые имеют особое значение для проектных расчетов из области машиностроения, когда исходную информацию нередко приходится брать прямо с поля рабочего чертежа. В противном случае повторное вычерчивание отдельных элементов чертежа в масштабе, удобном для данного планшета, может свести на нет эффект его использования. Отсюда ясно, что наряду с малыми планшетами необходимы устройства типа "кодирующего кульмана" или устройства, не налагающие ограничений на формат чертежа [8].

Не претендуя на полноту освещения вопроса, так как выбор операторов будет рассмотрен в специальной работе, мы назовем подпрограммы-операторы, удобные для обеспечения работы с электропланшетом при выполнении некоторых проектных расчетов.

I. Задать способ кодирования:

а) с шагом по приращению координаты X ;

б) с шагом по приращению координаты Y ;

в) с шагом по контуру;

г) с учетом нелинейности шкал (по логарифмической шкале, по полуделогарифмической шкале, по квадратичной шкале и т.п.).

2. Определить масштаб вводимых и выводимых графических изображений.

3. Преобразовать декартовы координаты в полярные (и наоборот).

4. Просуммировать алгебраически два (или более) графика однозначных функций.

5. Вычислить длину линии.

6. Вычислить площадь, ограниченную замкнутым контуром.

7. Скомпоновать в памяти ЭЦВМ трехмерный объект, заданный набором сечений.

8. Продифференцировать график однозначной функции.

9. Вычислить объем тела, ограниченного правильными геометрическими поверхностями (оператор предусматривает возможность суммирования и вычитания объемов).

10. Определить область пересечения двух тел, привязанных к двум различным системам координат, при заданном взаимном расположении систем координат.

11. Определить статический момент детали, заданной ее проекциями.

12. Определить момент инерции детали, заданной ее проекциями.

13. Определить полярный момент сопротивления:

а) монолитного вала,

б) полого вала.

14. Определить реакции в опорах статически определимой системы при графическом задании сил, моментов и точек их приложения:

а) в случае плоской конструкции;

б) в случае пространственной конструкции.

15. Определить центробежную силу инерции детали, заданной проекциями, если известен радиус вращения и угловая скорость.

16. Определить напряжения в сечении:

а) напряжения растяжения, сжатия;

б) напряжение изгиба;

в) касательные напряжения.

17. Оператор показа изображения на экране ЭЛТ.

18. Оператор построения и показа на экране ЭЛТ аксонометрического изображения объекта.

19. Оператор вычеркивания невидимых линий из аксонометрического изображения, высвеченного на экране ЭЛТ.

20. Оператор коррекции чертежа, высвеченного на экране ЭЛТ.

Часть перечисленных операторов (в основном относящихся к вводу и выводу графической информации) в настоящее время реализована в Институте математики СО АН СССР в виде стандартных программ для управляющей ЭЦВМ "Днепр-1"; осуществление некоторых операторов, касающихся расчетов сил и моментов, также не представляет особой сложности. В то же время для реализации операторов, относящихся к манипуляциям с трехмерными объектами, требуется выполнение значительной работы по программированию.

Из приведенных примеров видно, что даже при ограниченном программном обеспечении работы электропланшетов заметно облегчается труд как исследователя, так и расчетчика-проектировщика. При дальнейшем развитии программного обеспечения, применительно к какой-либо определенной области, использование дешевых полуавтоматических кодирующих устройств, подобных описанному электропланшету, будет очень эффективным.

Л и т е р а т у р а

1. А.И. ПЕТРЕНКО. Автоматический ввод графиков в электронные вычислительные машины. М. "Энергия", 1968.
2. П.М. ЧЕГОЛИН, Г.К. АФАНАСЬЕВ. Автоматизация анализа экспериментальных графиков. Изд-во "Энергия", 1967.
3. А.И. БУРМИСТРОВ, В.Я. ПОДЫМОВ. Устройство ввода графической информации в ЦВМ. Вычислительные системы (Труды I Всесоюзной конференции по вычислительным системам), Новосибирск, Изд-во "Наука" Сиб. отд., 1968, вып. 6.

4. M.R.DAVIS, T.O.ELLIS. The RAND-Tablet: a man-machine graphical communication device. - Instruments and Control Systems, 1965, vol.38, N 12, p.101-103.
5. S.H.CAMERON. Electrosketch - a Device for Graphical input to a Computer. IIT Research Institute, Technical note N CSTI-116, 1967.
6. J.F.FEIXEIRA, R.P.SALLER. The Sylvania Data Tablet: A new approach to graphic data input. Spring Joint Computer Conference, 1968 (или "Ввод рукописных данных". - Электроника, 1967, N 6.
7. S.H.CAMERON, D.SWING, M.LIVERIGHT. DIALOG: A conversational Programming System with a Graphical Orientation. - Commun. of the ACM, N 6, June 1967.
8. W.E.FLETCHER. On-line Input of Graphical Data. Decus Proc. 1963.

Поступила в редакцию
14 октября 1968 г.