

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ

А.А. Бучнев, ИВММГ СО РАН, г. Новосибирск, Россия,
В.Г. Сизых, КТИ ВТ СО РАН, г. Новосибирск, Россия

АННОТАЦИЯ

Рассматривается графическая дисплейная система, ориентированная на скоростную обработку и высококачественное отображение графической информации от двух источников: от главной ЭВМ в виде дисплейного файла с 2-D координатами и от радиолокационной станции в виде набора сигналов. Система позволяет формировать многоцветные изображения воздушной обстановки как отдельно, так и совмещенными с другими изображениями (карты местности, погоды и т.п.). Описаны структурная схема, функциональное назначение и принципы работы основных узлов системы.

Ключевые слова и фразы: видеопамять, пиксел, функционально-растровые преобразования, графический процессор, вектор, круговая развертка.

1. ВВЕДЕНИЕ

В условиях непрерывного усложнения воздушной обстановки, связанного с интенсификацией полетов летательных аппаратов различных типов, актуальной представляется задача замены технических средств автоматизированных систем управления воздушным движением современным оборудованием. В частности, морально устаревшими являются системы отображения воздушной обстановки, основанные на монохромных индикаторах кругового обзора. Целью данной статьи является описание принципов построения уникальной отечественной разработки, которая одновременно является высокопроизводительной цветной полутоновой графической станцией высокого разрешения и устройством ввода, буферизации и отображения в реальном времени в виде цветных изображений сигналов радиолокационной станции (РЛС).

2. СОСТАВ УСТРОЙСТВА

В состав устройства входят следующие основные узлы (рис. 1): специализированный графический процессор (ГП), осуществляющий функционально-растровые преобразования графических примитивов и интерпретацию данных от РЛС, аналого-цифровой преобразователь (АЦП) набора сигналов РЛС, буферное запоминающее устройство (БЗУ), предназначенное для хранения данных от АЦП, видеопамять объемом

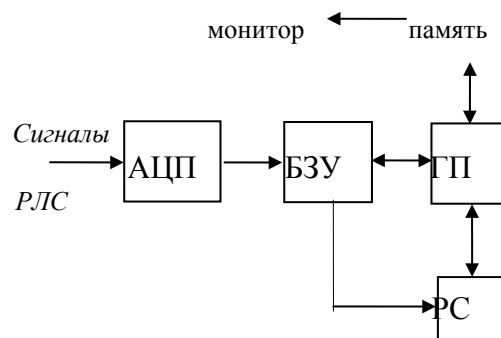
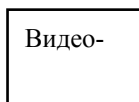


Рис. 1

1280*1024*8 бит, цветной растровый видеомонитор с построчным сканированием, а также персональный компьютер, связанный с ГП через скоростной двунаправленный интерфейс и служащий для управления устройством.

Графический процессор представляет собой специализированный вычислитель с микропрограммной реализацией функций и циклом выполнения микрокоманды 160 или 200 нс (в зависимости от типа выполняемой микрокоманды). Состав и структура ГП, организация доступа к видеопамяти ориентированы на эффективное выполнение функционально-растровых преобразований, логических и арифметических операций с массивами пикселов и отображение в реальном времени информации, поступающей от РЛС. Длина слова микрокоманды ГП составляет 56 двоичных разрядов. Структура микрокоманды допускает широкое совмещение операций по обработке и пересылке данных, ветвлению и организации циклов в одной микрокоманде. Большинство запоминающих устройств ГП имеют автоинкрементный (автодекрементный) способ адресации. Благодаря этим качествам внутренний цикл микропрограмм генерации графических примитивов состоит всего из одной микрокоманды. Другой особенностью структуры ГП является разделение запоминающего устройства микрокоманд на две части: ПЗУ и ОЗУ. ПЗУ микрокоманд содержит наиболее употребительные микропрограммы и тестовую микропрограмму автономного функционального контроля. Содержимое ОЗУ микрокоманд может быть сформировано главным процессором без участия ГП. Объем ПЗУ и ОЗУ микрокоманд составляет по 2К слов.

Видеопамять представляет собой двухпортовое запоминающее устройство для хранения изображения в форме прямоугольного массива пикселов. Размер видеопамяти составляет 1280*1024 8-ми разрядных пикселов. Особенностью организации видеопамяти явля-



ется наличие 8-ми разрядной маски записи, позволяющей избирательно модифицировать заданные плоскости изображения, и разнообразные способы адресации в операциях записи/чтения со стороны ГП (координатный, линейный, групповой). Один порт доступа к видеопамяти используется для синхронного чтения на шину видеоданных для отображения на экране видеомонитора (100 Мбайт/с), через другой порт видеопамяти доступна для операций записи/чтения графическим процессором (10 Мбайт/с). Считываемые видеоданные подаются на адресный вход таблицы цветности (ТЦ), представляющей собой ОЗУ объемом 256x3 4-х разрядных слов. Выходные данные ТЦ поступают на 3 скоростных цифро-аналоговых преобразователя для формирования аналоговых видеосигналов основных цветов, которые подаются для отображения на видеомониторе. Цикл считывания ОЗУ ТЦ 10 нс. С помощью оперативной перестройки ТЦ из ГП можно производить различные манипуляции над изображением, не меняя его растрового представления в видеопамяти.

Принцип отображения информации от РЛС основан на имитации графическим процессором работы традиционных систем визуализации воздушной обстановки: ГП в процессе отображения строит линию (вектор), начиная от установленной точки на экране, координаты которой соответствуют центру радиальной развертки. Вектор строится в направлении, соответствующем текущему угловому положению антенны РЛС (азимуту), а значения пикселей, из которого строится вектор, являются функцией эхо-сигналов, сигналов азимутальной координатной сетки и некоторых других сигналов. Длина вектора в направлениях, совпадающих с направлением координатных осей (ортогональные направления), составляет 512 пикселей, что соответствует максимальному значению дистанции РЛС (другими словами, времени радиальной развертки в 1,2 или 4 мс в зависимости от типа РЛС). В направлениях, отличных от ортогональных, где количество пикселей в векторах визуально равной длины должно быть меньше, проводится соответствующая корректировка длин отображаемых векторов. Имеются также схемные решения для того, чтобы не допустить пропадания из изображения элементов, имеющих длительность меньшую, чем эквивалентная длительность пиксела растрового изображения. Для повышения разрешения изображения в устройстве имеются средства, которые позволяют отображать на вектор длиной 512 или 1024 пикселей (для ортогональных направлений) только выбранную часть дистанции (1/2, 1/4, 1/8 или 1/16), что обеспечивает возможность отображения выбранного сегмента круговой развертки в увеличенном масштабе.

Устройство ориентировано на скоростную обработку и высококачественное отображение информации от двух источников: от главного процессора и от РЛС. Для обеспечения режима отображения совмещенной информации ГП должен переключаться с одной

работы на другую. Накладные расходы на процесс переключения будут тем меньше, чем реже переключения. С этой целью оцифрованные сигналы от РЛС накапливаются в специальном буферном запоминающем устройстве, имеющем объем, рассчитанный на хранение данных от 128 запусков. Изображение сигналов РЛС может занимать от 1 до 4 плоскостей видеопамяти, остальные плоскости могут использоваться для построения изображения, получаемого от РС.

Буферное запоминающее устройство выполнено по схеме "качелей" и состоит из двух половин. Пока одна из половин заполняется данными (заполнение производится без участия ГП) у ГП есть время на отображение другой половины БЗУ. Объем половины БЗУ позволяет запомнить информацию о 16, 32, 64 или 128 запусках (в зависимости от установленного размера буфера на один запуск).

При работе по программе совмещенного отображения информации и установленном масштабе изображения от РЛС 1:1 главный процессор и ГП будут переключаться с текущей работы на работу с РЛС через каждые 128 запусков, т.е. через 170-680 мс в зависимости от типа станции. Время, затрачиваемое графическим процессором на отображение буфера, зависит от качества формируемого изображения и составляет от 20 до 50 % времени заполнения буфера.

Методы корректировки длин отображаемых векторов запусков состоят в следующем. Векторы, имитирующие круговую развертку в разных направлениях и имеющие визуально одинаковую длину, состоят из разного количества пикселей. Если буфер запуска заполнялся данными от РЛС, оцифрованными через равные временные интервалы, то после построения векторов запуска одинаковой длины окружности (например, метки дальности) будут иметь форму квадратов. В устройстве использован метод корректировки, основанный на том, что в процессе построения вектора производится пропуск отсчетов из буфера запуска. Частота пропусков зависит от угла наклона вектора. С этой целью счетчик адреса БЗУ по чтению имеет режим управляемого инкремента на 0, 1 или 2. Другой метод основан на изменении частоты записи в буфер запуска в зависимости от текущего азимута. Кроме программной установки размера буфера на один запуск, в устройстве может устанавливаться одно из 56 значений средней частоты записи отсчетов в БЗУ и программироваться одна из 16 возможных задержек начала записи в БЗУ с момента импульса запуска. Эти средства позволяют отображать данные РЛС в увеличенном масштабе с уменьшением потерь по разрешению по координате дальности.

Требование одновременного отображения на экране видеомонитора (следовательно, и представления в видеопамяти) информации от РЛС и других графических данных в условиях ограниченного количества плоскостей отображения (максимум 8) делает необходимым принятие мер, направленных на сокращение из-

быточности, имеющейся в полном наборе входных сигналов. Сокращение избыточности основано на исключении несуществующих, несущественных, малопригодных для отображения комбинаций входных сигналов и введении приоритетности отображения. Для повышения гибкости операция присвоения определенного кода различным сочетаниям входных сигналов является программно управляемой, что достигается использованием специального ОЗУ свертки, загружаемого из ГП. Таким образом, из полного набора входных сигналов после операции свертки формируется 4-х разрядный код. Последовательность таких 4-х разрядных кодов записывается в БЗУ. Использование механизма маскирования плоскостей видеопамати в операциях записи, перестройки таблицы цветности и таблицы свертки делают возможным реализацию различных вариантов построения изображения воздушной обстановки - от самого "экономного", монохромного, занимающего всего одну плоскость в видеопамати, до варианта в 16 цветов и оттенков, занимающего 4 плоскости. Важной функцией, реализуемой с помощью таблицы свертки, является выключение из изображения различных элементов (например, сетки полярных координат).

Запись кодов, относящихся к одному запуску, предваряется записью в БЗУ заголовка, который состоит, в основном, из 12-ти разрядного кода текущего азимута. Заголовок необходим для правильного построения графическим процессором вектора запуска.

Повышение качества изображения круговой развертки достигается следующими мерами: построение векторов запуска из БЗУ производится в предварительно стираемом секторе видеопамати; значения пикселей вектора запуска являются функцией не только входных сигналов, но также зависят от значений пикселей предыдущего вектора запуска; для источников РЛИ с редкими запусками производится интерполяция "недостающих" запусков из соседнего; короткие по времени входные сигналы (менее 10 мкс) во избежание пропадания могут после оцифровки "растягиваться" до величины, эквивалентной длительности отображения одного пикселя в изображении вектора запуска; порог оцифровки эхо-сигнала - программно управляемый (один из 5 уровней).

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение вместо монохромных устройств отображения описанного устройства, позволяющего формировать многоцветные изображения воздушной обстановки как отдельно, так и совмещенными с другими изображениями (например, карты местности, погоды и т.п.) позволяет существенно повысить информативность упомянутых изображений.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бучнев Алексей Александрович, кандидат технических наук, старший научный сотрудник. Адрес для переписки: 630090, г. Новосибирск, пр. академика Лаврентьева, 6, ИВММГ СО РАН.

E-mail: baa@ooi.sccc.ru, т. 8-383-2-342-332.

Сизых Владимир Георгиевич, кандидат технических наук, заведующий лабораторией. Адрес для переписки: 630090, г. Новосибирск, ул. Институтская, 6, КТИ ВТ СО РАН, т. 8-383-2-39-63-83.

THE DEVICE FOR VISUALIZATION OF THE GRAPHIC INFORMATIONS AND PROCESSINGS OF RADAR STATION SIGNALS

А.А. Buchnev, senior scientific researcher of IWMMG SB of RAS, Novosibirsk, Russia,

V.G. Sizyh, head of the laboratory of Constructive-Technological institute of computing technics SB of RAS, Novosibirsk, Russia

ABSTRACT

The graphic display system is considered. The system is intended for high-speed processing and high-quality display of the graphic information from two sources: the main computer as a display file with 2-D coordinates and radar station as a set of signals. Opposite to traditional monochrome devices of visualization this system allows to form the multi-colour images of air situation both separately and combined with other images (card of district, weather etc.). The block diagram, functional purpose and principles of functioning of the system basic units are described.