

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
А В Т О М Е Т Р И Я

№ 1

1995

УДК 681.3.053

Н. В. Котов, В. В. Курочкин, С. В. Перебейнос
(Новосибирск)

СИСТЕМА ОТОБРАЖЕНИЯ СЖАТЫХ СИНТЕЗИРОВАННЫХ СЦЕН
В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Рассмотрена аппаратная реализация алгоритма восстановления полноцветных синтезированных динамических изображений, сжатых методом LZW. Данная разработка выполнена в виде двух плат, устанавливаемых в шину PC/AT, и позволяет просматривать заранее построенные динамические сцены в реальном масштабе времени как на внешнем, так и на VGA-мониторе.

Широкое внедрение машинной графики в информационный сервис, анимацию и моделирование динамических процессов требует создания графических комплексов, способных в реальном масштабе времени отображать заранее сгенерированные изображения с частотой телевизионного кадра [1]. Для уменьшения объема памяти, занимаемой динамической сценой, и потока информации при передаче кадра в реальном времени разработан ряд методов сжатия данных (компрессии) изображения [2—4].

Реализация большинства существующих алгоритмов для отображения динамических сцен в реальном времени требует значительных затрат вычислительных ресурсов и нуждается в создании специализированных высокопроизводительных вычислительных средств. Однако среди известных существуют алгоритмы, которые не требуют сложных вычислений при восстановлении (декомпрессии) изображений и позволяют создать на их основе простые, но эффективные средства для отображения динамических сцен. При использовании таких алгоритмов сжатие динамической сцены происходит непосредственно в РС. Далее информация в сжатом виде записывается в ОЗУ, которое может быть расширено до 32 Мбайт. Подготовленный таким образом сюжет считывается, восстанавливается и отображается встроенным в РС устройством в реальном времени.

В данной работе рассмотрено одно из таких устройств, реализующее алгоритм LZW [5], оценка коэффициента сжатия синтезированных изображений которого дана в [6].

Данное устройство выполнено в стандарте IBM PC/AT с шиной ISA и содержит две платы, соединенные дополнительной локальной шиной. Первая плата (декомпрессор) непосредственно восстанавливает изображение и по локальной шине передает его на вторую плату двухкадрового видеобuffers, отображающего динамическую сцену либо на TV-монитор, либо непосредственно на мониторе VGA.

Все элементы декомпрессора (рис. 1) можно условно разделить на две основные группы. Первую из них составляют формater данных, буфер FIFO и устройство управления обменом с шиной РС и форматированием данных. Вторую группу элементов, непосредственно выполняющих декомпрессию, составляют оперативная память кольцевого буфера, формирователь мульти-

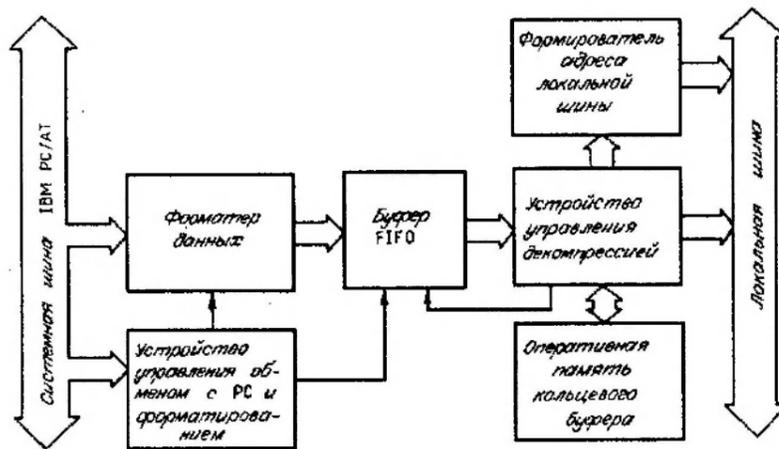


Рис. 1

плексированного адреса локальной шины и устройство управления декомпрессией и локальной шиной. Рассмотрим функционирование частей схемы.

Форматер данных преобразует компактную битовую последовательность сжатого кадра, загружаемую из памяти РС словами по 16 бит, в пакеты, состоящие из одноразрядного флага и 24 разрядов поля данных. В зависимости от состояния флага данные содержат либо цветные компоненты RGB пиксела, либо ссылку на уже имеющуюся в кольцевом буфере последовательность пикселей. Необходимо отметить, что именно наличие ссылок составляет суть данного алгоритма сжатия. Каждая ссылка включает поле 12-разрядного адреса и 8-разрядное поле длины. Остальные четыре разряда ссылки не используются и отсутствуют во входной битовой последовательности. Также во входной последовательности могут отсутствовать и другие разряды, например, младшие разряды цветных компонент, старшие разряды адреса или длины, недостаток которых форматер восполняет константами.

Использование различных комбинаций разрядности величин, передаваемых во входной последовательности, позволяет достигать оптимума при сжатии изображений самых различных классов, начиная от простых плоских рисованных картинок с заливкой цветом замкнутых контуров до синтезированных изображений высокой реалистичности или сканированных цветных фотографий. Для получения приемлемых коэффициентов сжатия наиболее сложных изображений приходится отбрасывать младшие разряды цветных компонент, несколько ухудшая качество изображения. При этом рост коэффициента сжатия обеспечивается не только экономией разрядов, но и увеличением количества и длин последовательностей повторяющихся пикселей.

Из буфера FIFO, сглаживающего неравномерность поступления и расхода данных при декомпрессии, флаги и данные поступают в устройство управления декомпрессией и обменом на локальной шине. Данные, если флаг указывает, что они являются компонентами пиксела, транслируются на локальную шину и одновременно записываются в кольцевой буфер. Если флаг указывает на то, что они являются ссылкой, устройство управления производит циклическое считывание цветных компонент пиксела из кольцевого буфера. Так как компоненты каждого пиксела, возникающие на выходе декомпрессора, необходимо копировать в кольцевой буфер, цикл декомпрессора состоит из двух обращений к памяти кольцевого буфера: чтения и записи. Длительность цикла определяется тактовым генератором устройства управления и не превышает времени отображения пиксела на TV-мониторе.

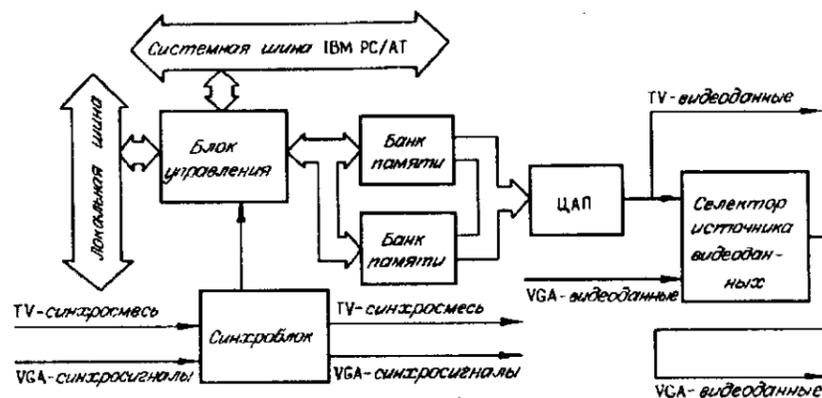


Рис. 2

Кроме 24 разрядов данных, локальная шина содержит 9 разрядов мультиплексированного адреса и линии управления динамической памятью видеобуфера.

Схема формирователя мультиплексированного адреса локальной шины видеобуфера позволяет не только работать с различными форматами кадра, но и сводить перезагрузку кадра к загрузке прямоугольных областей кадра, в которых происходят локальные изменения сцены. Внутри загружаемых областей могут встречаться фрагменты, в которых изменения сцен по сравнению с предыдущим кадром не произошло. В процессе сжатия эти области заполняются зарезервированным кодом, который в исходном описании кадра не используется. Дешифрация такой комбинации при восстановлении изображения означает, что запись в ячейки памяти видеобуфера, относящиеся к данному фрагменту, не производится. Независимо от сложности фрагмента его описание упрощается. Ограничение области загрузки и упрощение описания неизменяемых областей при наличии межкадровой корреляции приводят к сокращению и дополнительному увеличению коэффициента сжатия исходной информации.

Видеобуфер (рис. 2), связанный с системной шиной IBM PC/AT и локальной шиной, содержит два независимых банка памяти, блок управления, синхроблок с фазовой автоподстройкой частоты и три канала цифроаналоговых преобразований. Каждый из банков динамической памяти с организацией $512 \times 512 \times 24$ может находиться либо в режиме отображения, либо в режиме обмена данными с одной из шин. Обмен банка видеобуфера с PC осуществляется построчно через три окна в адресном пространстве размером по 512 байт. Каждое окно содержит цветные компоненты одной из строк, номер которой определяется содержимым внутреннего регистра, доступного с системной шиной PC.

При обмене одного из банков с декомпрессором мультиплексированный адрес, данные и сигналы управления поступают из локальной шины.

Отображение содержимого банков памяти происходит под управлением синхроблока, вырабатывающего строчные и кадровые синхросигналы и синхросмесь. Селектор источника видеоданных программно переключает VGA-монитор с VGA-адаптера на видеобуфер для просмотра изображения при отсутствии чересстрочного монитора. Наличие схемы фазовой автоподстройки частоты позволяет с необходимой точностью синхронизировать работу синхроблока с адаптером VGA или внешним телевизионным синхросигналом. При отсутствии внешнего синхросигнала видеобуфер работает в автономном режиме.

В режиме покадрового просмотра фильма или статических изображений банки памяти могут использоваться для хранения и отображения либо двух

отдельных кадров, либо одного с повышенным разрешением. Таким образом достигаются следующие форматы разложения кадра:

TV-монитор	VGA-монитор
768 × 512	640 × 480
384 × 576 (шахматный растр)	2 × 320 × 480 (шахматный растр)
384 × 576	2 × 320 × 480
2 × 384 × 288	

Использование шахматной структуры растра позволяет снизить частоту дискретизации отсчетов без существенного ущерба качеству изображения и соответственно уменьшить поток данных [7]. Шахматность растра обеспечивается сдвигом каждой второй отображаемой строки на половину пиксела влево.

В режиме просмотра фильма один из банков находится в состоянии воспроизведения полукадра, а другой загружается с локальной шины. В конце полукадра первый банк начинает загружаться, а второй переходит в режим отображения.

Данное устройство собрано на базе интегральных схем средней степени интеграции и характеризуется: 1) достижением оптимального сжатия изображений разной степени сложности за счет разнообразия форматов представления сжатых данных; 2) возможностью существенно увеличивать коэффициент сжатия сложных изображений за счет внесения незначительных искажений и учета межкадровой корреляции; 3) возможностью просмотра фильмов и изображений как на TV-, так и на VGA-мониторе; 4) большим выбором форматов разложения отображаемых кадров; 5) возможностью синхронной работы в системах телевидения.

Простота использованного алгоритма декомпрессии позволяет переложить схемы на современную элементную базу, например СБИС ППВМ (программируемые пользователем вентиляемые матрицы), и реализовать данное устройство в виде одной печатной платы в стандарте IBM PC/AT.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Криворучко В. О. Сжатие цветных синтезированных изображений // Автометрия. 1993. № 5.
2. Ефимов В. М., Золотухин Ю. Н., Колесников А. Н. Оценка эффективности некоторых алгоритмов сокращения избыточности информации при абсолютной точности воспроизведения // Автометрия. 1991. № 6.
3. Peng H. Ang. Video compression makes big gains // IEEE Spectrum. 1991. P. 16.
4. Using the ITT Vision Processor in JPEG Applications /Integrated Information Technology Inc. (ITT), 1994.
5. Fialla E. R. Data compression with finite windows // Commun. of the ACM. 1989. 32, N 4. P. 490.
6. Котов Н. В., Курочкин В. В. Оценка коэффициента сжатия синтезированных цветных изображений методом LZW // Автометрия. 1993. № 5.
7. Джакони В. Е., Гоголь А. А., Ерганжиев Н. А. и др. Телевидение /Под ред. В. Е. Джакони. М.: Радио и связь, 1986.

Поступила в редакцию 12 апреля 1994 г.