

Дисплейные контроллеры Philips для TFT-дисплеев

Фирма Philips является одним из лидеров среди производителей TFT-панелей для ЖК-мониторов и телевизоров. TFT-панели, производимые Philips, используются десятками фирм, выпускающих как мониторы, так и телевизоры. Сама фирма Philips также производит мониторы и телевизоры. Подразделение Philips Semiconductors производит микросхемы управления для дисплейной электроники. Семейство дисплейных контроллеров Philips Semiconductors предназначено для применения в последнем поколении современных цветных мультимедийных ЖК-мониторов, дисплеях высокого разрешения и в ЖК-проекторах.

Александр Самарин

samar@zelaya.ru

Дисплейные контроллеры преобразуют сигналы как цифровых, так и аналоговых интерфейсов, имеющих любые входные форматы (XGA, RGB и YUV), в сигналы управления матричным TFT-экраном и обеспечивают поддержку форматов как XGA, так и SXGA. Семейство дисплейных контроллеров SAA67xx имеет высокий уровень интеграции и новые функциональные возможности. Использование этой серии микросхем в электронике ЖК-дисплеев и телевизоров позволяет значительно сократить число компонентов и уменьшить размеры плат управления, также сократить потребляемую мощность (см. табл.).

Контроллеры отличаются структурой и функциональными характеристиками. Одни предназначены для использования в телевизорах, другие — в мониторах.

Структура дисплейного контроллера содержит следующие логические блоки:

- Контроллер развертки TFT-панели (TCON-Timing Controller).
- Встроенные цифровые и аналоговые дисплейные и интерфейсы.
- Модуль масштабирования изображения.
- Встроенный текстовый процессор окна меню настроек.
- Модуль цифровой фильтрации изображения.
- Встроенный контроллер интерфейса с буфером изображения.
- Модуль поддержки функции «картинка в картинке» (PIP — Picture In Picture).

Некоторые функциональные модули присутствуют не во всех дисплейных контроллерах. Все видео-контроллеры имеют встроенный OSD-контроллер

(On Screen Display) со знакогенератором, а также модуль скэйлера, который обеспечивает функцию независимого масштабирования изображения по горизонтали и вертикали. Кроме того, всеми контроллерами поддерживается автоматическая подстройка фазы и смещения рабочего поля по горизонтали и вертикали, имеется опция подключения внешнего контроллера OSD. Автоподстройка обеспечивает генерацию заданного числа черных пикселей по сигналу строчной развертки, а также пропуск заданного числа неактивных линий в сигнале изображения. Тем самым программируются границы черной рамки изображения на экране. Для всех контроллеров этой серии есть функция компенсации искажений движущего изображения. Все микросхемы имеют интерфейс I²C в качестве канала управления от хост-контроллера. Дисплейные контроллеры также имеют функцию расширения передачи цветовой гаммы за счет использования модуля контроллера FRC (frame-rate control).

На рис. 1 в качестве примера показана реализация мультимедийного ЖК-монитора на основе дисплейного контроллера SAA6714.

Монитор поддерживает три видеointерфейса:

- аналоговый RGB;
- аналоговый видео (Y/C, YCbCr, CVBS);
- цифровой DVI-D.

Аналоговый видеointерфейс поддерживается микросхемой видеodeкодера SAA7118.

Канал управления и идентификации

Для каждого из трех типов интерфейсов поддерживается отдельный DDC-канал управления и идентификации типа дисплея. Информация для DDC-канала (профиль настройки и информация производителя) хранится в EEPROM типа 24C21.

Управляющий контроллер

Внешний управляющий контроллер типа P89C664 обеспечивает интерфейс с функциональной дисплейной клавиатурой (4 кнопки): выбор и регулировку дисплейных параметров, управление декодером, управление яркостью задней подсветки.

Таблица. Основные характеристики дисплейных контроллеров Philips SAA67xx

	SAA6712	SAA6712A	SAA6721	SAA6713	SAA6714
Поддерживаемый формат экрана	XGA	XGA	SXGA	XGA	SXGA
Макс. разрешение	1024×768	1024×768	1280×1024	1024×768	1280×1024
Макс. частота пикселей, МГц	110	110	200	110	135/160
Разрядность кодирования по цвету	8	8	8	до 10	до 10
Цифровые входы RGB	24/48 бит	24/48 бит	24/48 бит	—	—
Наличие интегрированного DVI-интерфейса	—	—	—	да	да
Встроенный модуль управления памятью	да	да	да	нет	нет
Корпус	BGA292	BGA292	BGA292	PQFP160	BGA292

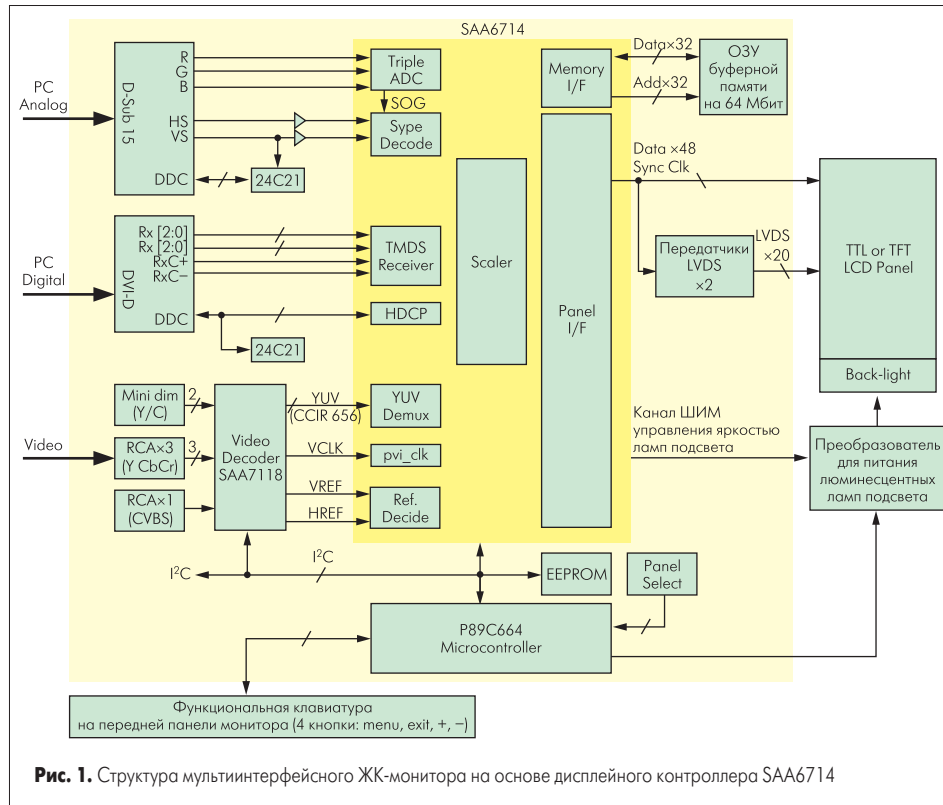


Рис. 1. Структура мультинтерфейсного ЖК-монитора на основе дисплейного контроллера SAA6714

Дисплейный контроллер SAA6714

Рассмотрим структуру дисплейного контроллера SAA6714 как базовой модификации для серии SAA67xx. На рис. 2 показана структурная схема дисплейного контроллера SAA6714. Структура видеопроцессора SAA6714 содержит следующие основные функциональные модули:

- Triple ADC — трехканальный аналого-цифровой преобразователь RGB сигналов.
- Sync Decoder — селектор синхроимпульсов развертки RGB интерфейса.
- TMDS receiver — приемник сигналов цифрового интерфейса DVI (DVI 1.0).
- Panel I/F (Interface) — модуль интерфейса с внутренней шиной TFT-панели.
- Memory I/F-интерфейс с буферной видео-ОЗУ.
- HDCP — модуль декодера (high bandwidth digital content protection — HDCP).

- Scaler — процессор, масштабирующий изображение.
- YUV Demux — декодер видеосигналов формата YUV.
- Ref. Decoder — селектор синхросигналов развертки.
- Pvi_clk — модуль выделения сигналов тактирования пикселей.
- I²C — модуль интерфейса I²C для связи с микроконтроллером P89C664 и EEPROM.
- PWM — ШИМ-модуль управления яркостью ламп подсветки.

Контроллер SAA6714 включает все необходимые функции для функциональных преобразований данных входного интерфейса в интерфейс SXGA ЖК-монитора или проектора. Полностью программируемый цифровой фильтр (Polyphase Filter) позволяет поддерживать различные функции сглаживания или кон-

трастирования краев объектов изображения при масштабировании. Для достижения высокого контраста текста при увеличении используется специальный алгоритм, который обеспечивает выделение текста из фона. После масштабирования оба источника данных объединяются вместе. В результате получается четкий текст на фоне. Для видеоприложений контроллер SAA6714 имеет входы YUV и усовершенствованный алгоритм для стыковки полукадров чересстрочной развертки. Пользователь может выбирать один из нескольких режимов деинтерлейсинга — pure temporal, pure spatial или motion adaptive filtering. Фильтр динамической фильтрации (Dynamic Noise Reduction — DNR) дополнительно улучшает качество изображения. Дисплейный контроллер SAA6714 имеет встроенную функцию PIP, которая обеспечивает отображение вторичного видеозображения в масштабируемом окне на экране основного канала видео. Эта функция может применяться в телевизионных приложениях, например для отображения текста текущих новостей на фоне основного изображения.

Усовершенствованный алгоритм управления цветовой гаммой включает 10-разрядную гамма-коррекцию, временной дизеринг (temporal dithering) для 10-разрядного расширения дисплея с 8- и 6-разрядным кодированием, позволяет значительно улучшать качество изображения.

Встроенный OSD с расширенными функциями обеспечивает дополнительные возможности при оформлении экранных окон настроечных меню как для телевизионных, так и для мониторных приложений. Процессор экранного меню (OSD) на основе символьного генератора на 256 символов, программируемых фонов (поле 4 кбайт), а также графического генератора (4 кбайт) обеспечивает реализацию изящных и дружелюбных пользовательских экранных меню и заставок.

В серии SAA6714 характеристики масштабирования изображения — полностью программируемые. Для того чтобы определить кривую преобразования, каждая схема имеет набор из 64 регистров для горизонтального и вер-

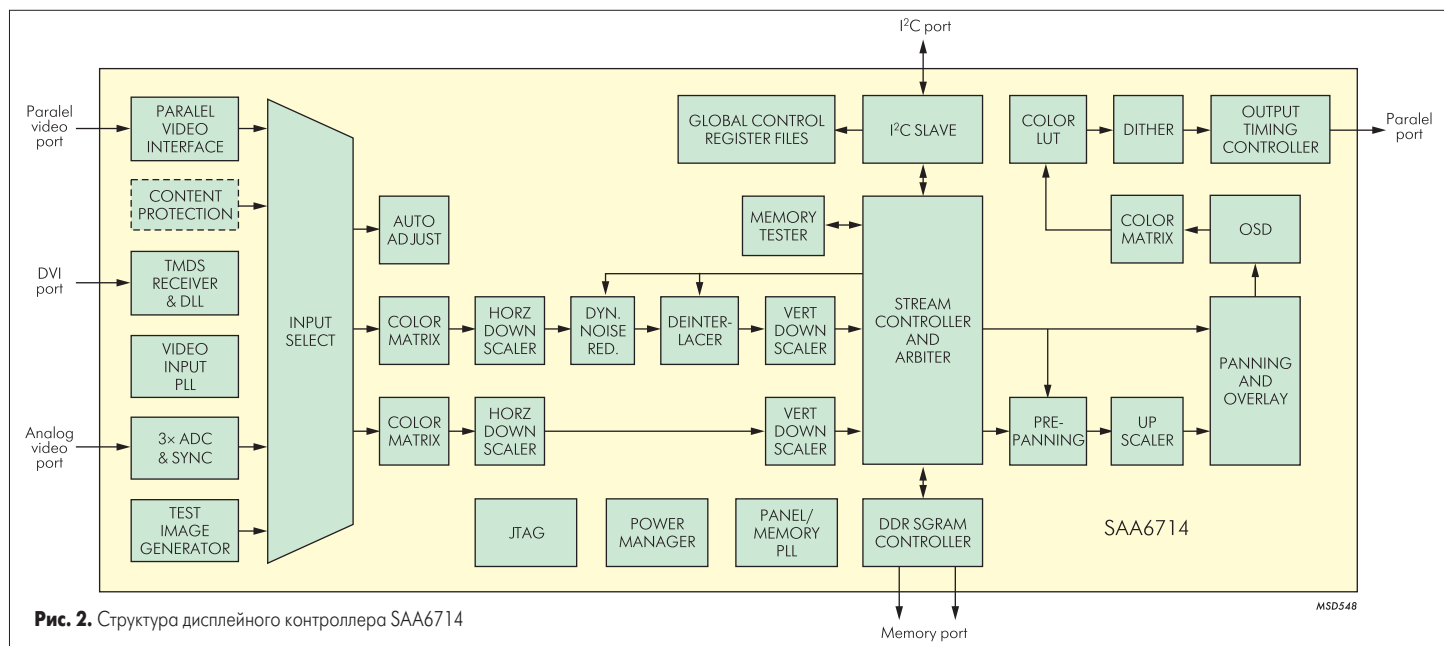


Рис. 2. Структура дисплейного контроллера SAA6714

тикального масштабирования. Это обеспечивает повторение пикселей, линейную интерполяцию или функцию S-кривой. Для быстрого программирования регистров предназначена шина I²C. Контроллер поддерживает также функции автоматической регулировки следующих параметров: синхронизации, фазы, смещения по горизонтали и вертикали, увеличение и уменьшение размера изображения по горизонтали и вертикали, а также цветовую коррекцию. Внешний микроконтроллер поддерживает распознавание формата разрешения и выбор параметров синхронизации дисплея.

Основные характеристики дисплейного контроллера SAA6714:

- аналоговый интерфейс RGB;
- цифровой 24- или 48-разрядный интерфейс DVI;
- макс. пиксельная частота синхронизации 110 МГц;
- макс. разрешение 1024×768 пикселей для чересстрочной или прогрессивной развертки;
- обнаружение отсутствия сигналов развертки и типа полярности синхросигналов;
- программирование импульсов для управления видео-АЦП и управление коэффициентом усиления по каждому входу;
- автоматическая подстройка синхронизации и фазы, горизонтального и вертикального смещения поля изображения, цветовая коррекция видеосигналов;
- измерение входных частот кадровой и строчной развертки;
- табличная цветовая коррекция цветковых сигналов;
- полностью программируемые параметры масштабирования изображения с адаптивными параметрами;
- встроенный интерфейс управления буфером видео-ОЗУ;
- встроенный текстовый процессор (On-screen display OSD);
- символьный внутренний OSD;
- программируемый знакогенератор с форматами 24×24 или 12×16 пикселей;
- программируемая ширина и высота окна для поля изображения OSD-контроллера;
- порт для оверлея (накладки) изображения от внешнего OSD-контроллера. Интерфейс TFT-панели:
- 24-разрядная цифровая шина RGB с синхронизацией от одного фронта сигнала тактирования или 48-разрядная шина RGB при тактировании от обоих фронтов сигнала тактирования;
- поддержка дисплейного интерфейса Panel Link и LVDS-сигналов;
- синтез сигналов синхронизации для схемы управления TFT-панелью;
- поддержка синтеза шкалы серого посредством модуляции FRC (Frame-rate control) для расширения гаммы отображаемых цветов.

Рассмотрим более подробно реализацию базовых функциональных модулей дисплейных контроллеров.

Контроллер развертки TFT-панели

Контроллеры SAA6713/14 имеют встроенный интегрированный TCON (Timing Control) для

непосредственного управления драйверами строк и столбцов матрицы ЖК-панели. Выходной интерфейс имеет 10 программируемых сигналов (CGS0, CGS1... CGS9). Сигналы управления синтезируются генератором CSG (Configurable Signal Generators). Программирование параметров сигналов генератора CSG обеспечивает необходимые временные диаграммы управления любой TFT-панелью.

Мультиинтерфейс

Дисплейные контроллеры могут поддерживать три вида видеointерфейсов: цифровой типа DVI, аналоговый RGB, и аналоговый видео трех форматов: Y/C, RCA (YcbCr), RCA (CVBS). Декодирование сигналов аналогового видео производится микросхемой SAA7118.

Интерфейс с буферной видео-ОЗУ

В микросхеме SAA6714 присутствует встроенный модуль интерфейса с модулем видео-ОЗУ (DDR SGRAM) объемом до 64 Мбит. Память используется для масштабирования изображения и поддержки спецэффектов типа PIP.

Модуль масштабирования изображения

Задача изменения формата изображения связана с тем, что в большинстве случаев входной формат изображения не соответствует реальному формату ЖК-экрана. Например, во входном аналоговом интерфейсе число строк изображения может быть больше или меньше числа строк ЖК-экрана. При отображении телевизионного изображения задача усложняется тем, что кроме масштабирования требуется совмещение двух полукадровых полей чересстрочной развертки в экранное поле прогрессивной развертки. Для формата SECAM каждое полукадровое поле содержит 288 видимых строк изображения. Экран для прогрессивной развертки, таким образом, будет содержать 586 строк. Экраны современных ЖК-дисплеев имеют типовые форматы 768×1024 и 1024×1280. Пропорции телевизионного изображения — 4:3. Для сохранения пропорций телевизионного изображения при 586 строках прогрессивной развертки требуется разрешение по строке $586 \times 4/3 = 781$ пиксель. Пропорции экрана 768×1024 соответствуют формату телевизионного экрана, а вот экран 1280×1024 имеет пропорции 5:4.

При пропорциональной «растяжке» формата 586×781 до уровня 1024×1280 возможны два варианта. В режиме Letterbox (почтовый конверт) будут оставаться черные полосы сверху и снизу экрана, в режиме же Pan&Scan будет отрезана часть поля изображения по вертикали. Возможна и непропорциональная растяжка изображения по вертикали и горизонтали (режим Anamorphic) с небольшим искажением изображения по краям. Формат DVD изображения 16:9 также требует масштабирования при воспроизведении на экране ЖК-дисплеев с форматами 1024×768 и 1280×1024.

В модуле масштабирования изображения (скэйлера) выполняется еще одна полезная функция — перемещение экранного поля вверх для того, чтобы освободить нижнюю полосу для размещения титров. На рис. 3 показан принцип масштабирования форматов изображения.

Модуль масштабирования производит в зависимости от сжатия или расширения формата пропорциональное исключение каждой M-й точки изображения по горизонтали и соответственно пропуск каждой n-й строки по вертикали. И наоборот, вставку дополнительных пикселей по горизонтали и вставку через n строк дополнительной строки. Информация для дополнительной строки синтезируется на основе корреляции между соседними строками или между соседними пикселями, чтобы обеспечить среднюю яркость и цветность. Для борьбы с эффектами пропадания мелких деталей и появления «ступенчатости» производится аппроксимация изображения полиномом в окрестности каждой его точки. На рис. 4 показана интерполяция полей пикселей при масштабировании.

Деинтерлейсинг

Телевизионные видеосигналы рассчитаны на применение чересстрочной развертки. В ЖК-телевизорах, как и в мониторах, применяется прогрессивная развертка. Для того чтобы обеспечить эффективное преобразование сигналов чересстрочной развертки в сигналы прогрессивной развертки применяется специальное преобразование — деинтерлейсинг (deinterlacing). Синтез единого изображения из обеих половинок кадра производится через буферную память. Нужно обеспечить точное совмещение по строкам и исключить различного рода статические и динамические иска-

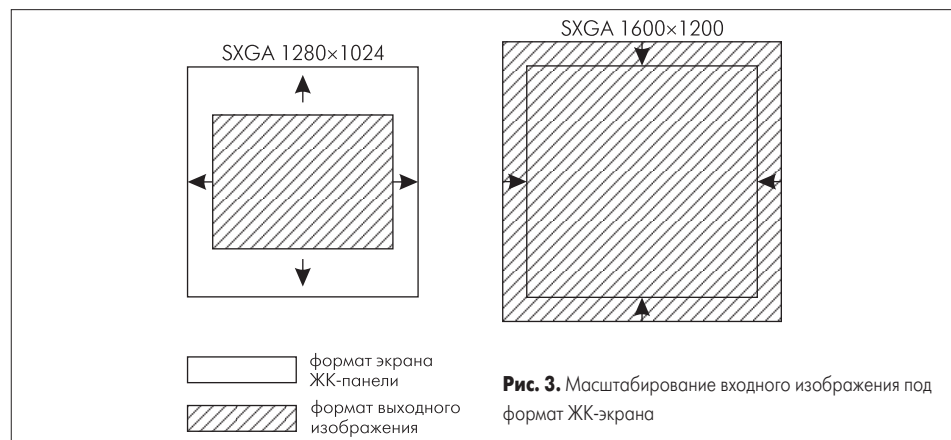
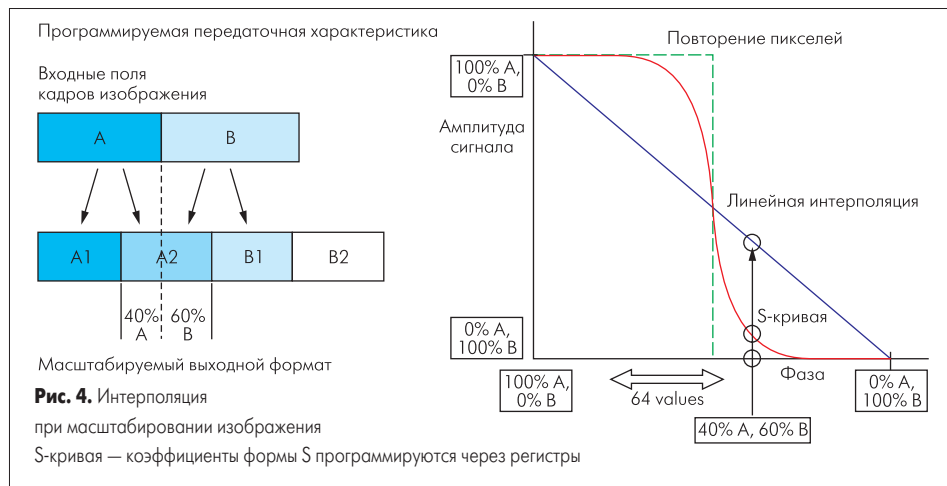


Рис. 3. Масштабирование входного изображения под формат ЖК-экрана



жения, а также искажения по цветам. Простое совмещение полей может давать искажения в виде «ззубрин» или размытости на границах объектов, или же паразитную цветовую окантовку. Поддерживаются три различных алгоритма деинтерлейсинга: статический, с пространственным компенсированием и с динамическим компенсированием. Преобразование выполняется специальным модулем цифровой обработки сигналов.

фический (bitmap-OSD) и генератор иконок. Можно программировать цвета и стили иконок. Для режима bitmap может быть использовано цветовое кодирование пикселей от 2 до 16 цветов на пикселей. Режим иконок или аппаратный курсор поддерживает мультипликацию. Знакогенератор содержит 256 прошитых символов, еще 144 символа могут быть загружены в оперативную память пользователем.

Встроенный OSD-контроллер

Встроенный текстовый контроллер OSD позволяет формировать на основном экране встроенное поле дисплея для настройки, навигации по меню со своей системой команд, управлением через интерфейс I2C, со встроенным знакогенератором на 256 символов. Форматы символов 8x8 и 32x32. Контроллер SAA6714 имеет внутренний знакогенератор OSD с кодировкой символов в форматах 24x24 (42 символа) и 12x16 (128 символов).

На рис. 5 показана структура OSD-контроллера.

Имеется возможность загрузки пользователем (производителем конкретного дисплейного устройства) своей таблицы знакогенератора (4 кбайт), включая специальные значки и даже фирменные логотипы. Для технологического экрана поддерживаются функции формирования нескольких типов курсоров, бликование, инверсия символов, теньевые маски, контурные изображения символов, управление цветом фона и фона символов. Оверлей (наложение) окна экранного меню на основное изображение осуществляется через буферную память. Для синтеза изображения в поле экранного меню применяются три модуля — встроенный символьный знакогенератор, гра-

Алгоритм ClearFont

Для того чтобы сохранить четкость текстовых компонентов при масштабировании исходного изображения, применяется раздельная обработка фонового изображения и текста. Текстовые компоненты выделяются из фонового изображения. Их масштабирование производится через отдельную ветку аппаратной обработки сигнала. Остальное (фоновое) изображение масштабируется посредством применения различных интерполяционных алгоритмов. Функции масштабирования полностью программируются. После независимой обработки двух изображений производится их объединение. Данный алгоритм ClearFont позволяет при любых модификациях размеров изображения сохранить четкие очертания для символов текстовых компонентов изображения, устранить появление ззубрин и размытости контуров (рис. 6).

Адаптивная фильтрация для движущихся изображений (только в SAA6714)

Чтобы устранить появление нежелательных артефактов в изображении, связанных с особенностями чересстрочной развертки и быстрым действием ЖК-панели, видеопроцессор имеет встроенный модуль с программируемыми

характеристиками для цифровой фильтрации изображения. Ключевые моменты технологии — обнаружение события и реакция на него. Информация об изображении фиксируется в буферной памяти. В детектирующем модуле производится сравнение и корреляция соседних полей изображения чересстрочной развертки. Реакция заключается во временном отказе от использования информации (полной или частичной) текущего кадра чересстрочной развертки при обнаружении сильных отличий в соседних полях и подмена в одном или нескольких следующих подряд кадрах фрагментов изображения на фиксированное, «замороженное» в памяти. Такой прием позволяет избежать размытости и ззубрин в контурах изображения. Для модификации изображения применяется буферная память изображения на два или несколько кадров и специальный цифровой модуль обработки, входящий в состав дисплейного контроллера.

Применяются несколько алгоритмов фильтрации:

- пространственная;
- временная;
- адаптивная по отношению к движущимся объектам изображения фильтрация.

Модификации микросхем серии SAA67xx

Дисплейный контроллер SAA6712 (рис. 7), в отличие от SAA6714, не имеет встроенного цифрового интерфейса DVI.

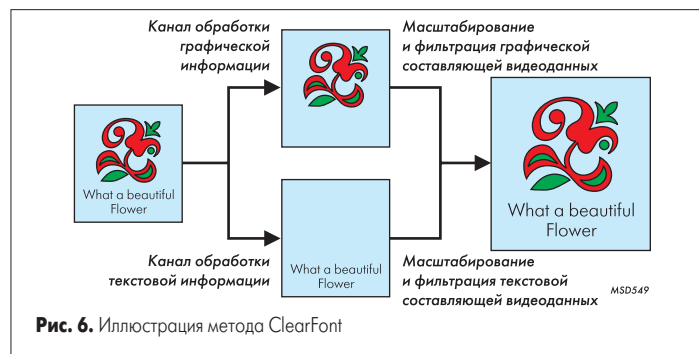
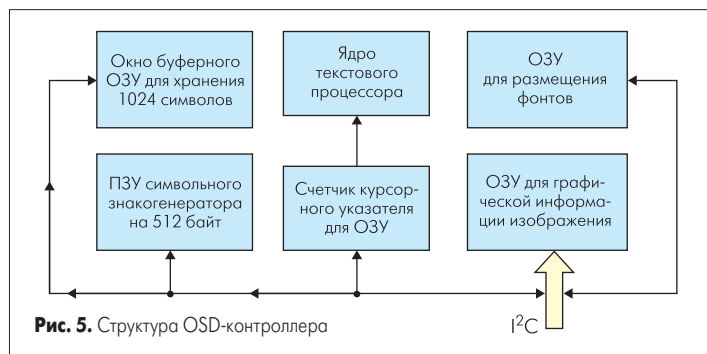
Контроллер SAA6713 (рис. 8) имеет в своей структуре модуль интерфейса DVI, однако не имеет контроллера буферной памяти.

На рис. 9 показана структура еще одного представителя семейства — микросхемы SAA6721.

По сравнению с микросхемой SAA6712 данный контроллер имеет дополнительный интерфейс на основе цветоразностных сигналов. Данный тип рассчитан на использование в телевизорах.

SAA6740 Дисплейный контроллер с интерфейсом DVI

Контроллер SAA6740 является последней модификацией серии контроллеров SAA67xx с улучшением качества изображения и увеличением контраста. Программируемый цифровой фильтр обеспечивает получение лучших характеристик при масштабировании. Был модифицирован модуль цветовой коррекции. Введена функция расширения шкалы серого от 6 или 8 до 10 разрядов за счет временного дизеринга и 10-разрядной гамма-коррекции.



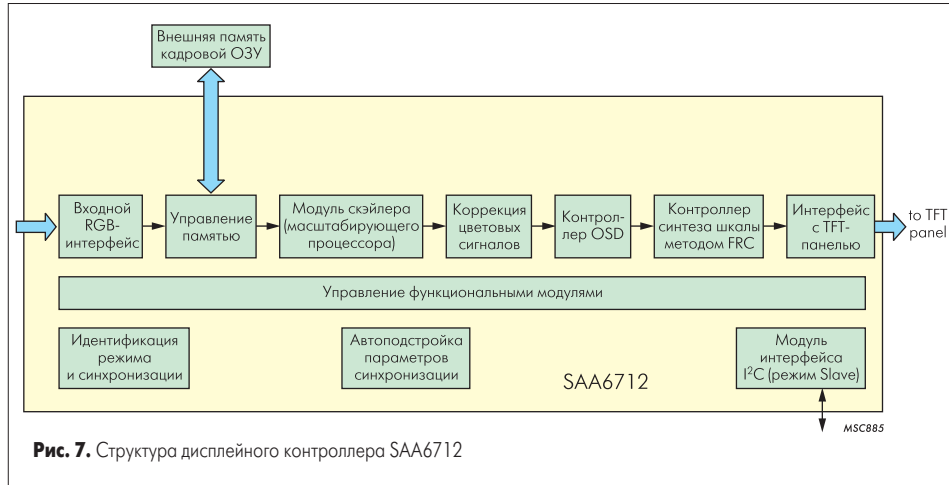


Рис. 7. Структура дисплейного контроллера SAA6712

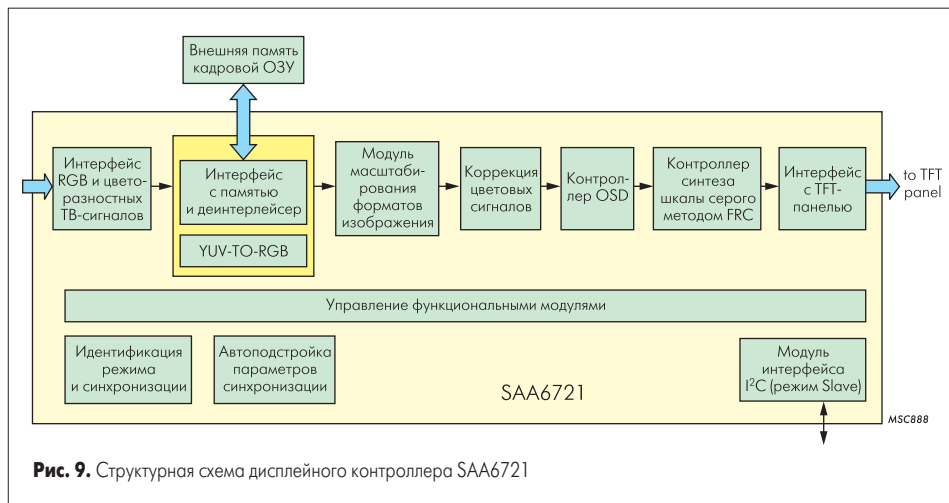


Рис. 9. Структурная схема дисплейного контроллера SAA6721

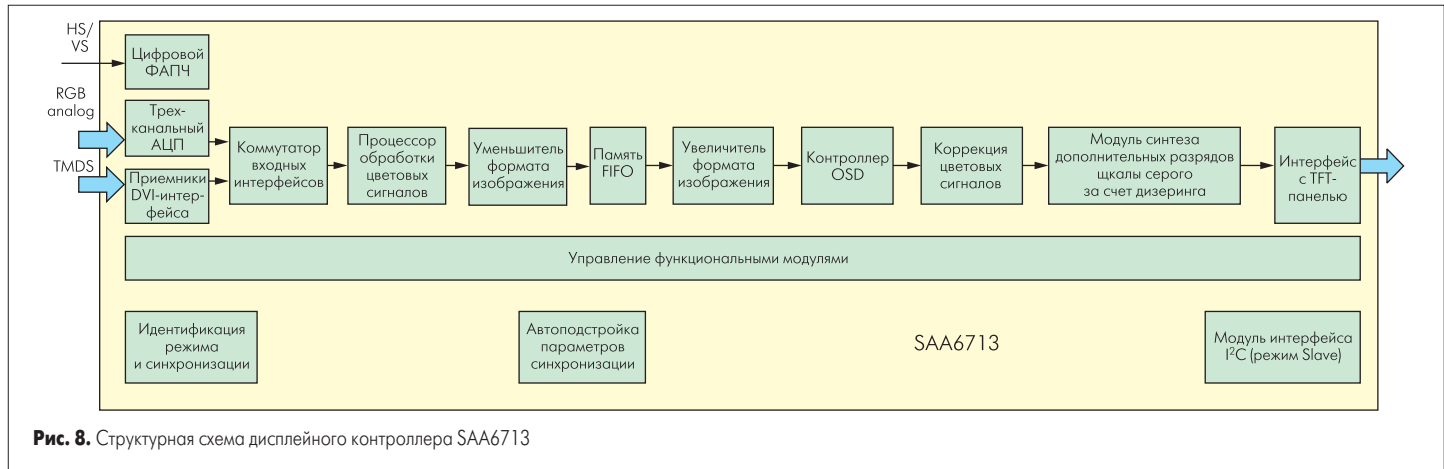


Рис. 8. Структурная схема дисплейного контроллера SAA6713

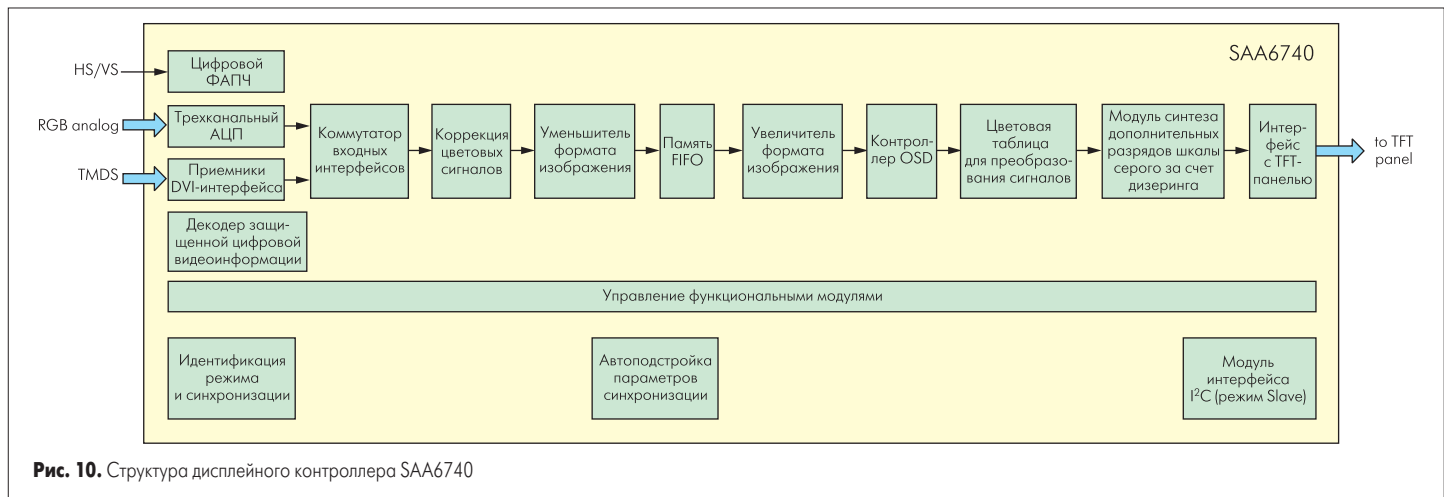


Рис. 10. Структура дисплейного контроллера SAA6740

В новой модификации расширены функциональные возможности контроллера OSD. В частности, добавлены функции поворота и перелистывания текстовых страниц. В частности, добавлены функции поворота и перелистывания текстовых страниц. В итоге улучшились возможности для создания дружелюбных графических пользовательских интерфейсов. Полоса пропускания управляющего канала интерфейса I²C расширена до 3,4 Мбит/с.

Контроллер имеет аналоговые VGA-входы и цифровой интерфейс DVI 1.0 с TMDS-сигналами. DVI-приемник имеет декодер HDCP. Контроллер SAA6740 имеет интерфейс со столбцовыми драйверами на основе RSDS-сигналов с пониженным уровнем ЭМИ и потребляемой мощности при передаче сигналов шины данных. Данный контроллер предназначен для применения в TFT-мониторах высокого разрешения.

Литература

1. Semiconductor for Liquid Crystal Displays. Philips Semiconductor.
2. SAA6714 SXGA Triple-Input TFT Display Controller. Philips Semiconductor.
3. SAA6740 Dual-input XGA TFT-LCD controller with RSDS output. Philips Semiconductor.

High-bandwidth Digital Content Protection (HDCP)

HDCP — спецификация, разработанная Intel Corporation для защиты цифровой видеoinформации в формате DVI/HDMI от несанкционированного просмотра. Алгоритм HDCP обеспечивает кодирование и декодирование потока видеointерфейса в прозрачном режиме «на лету». Использование алгоритмов реализации кодеров и декодеров HDCP требует лицензии.