

УДК 53.089.62: 621.337.11

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОВ STM32 ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ ПРИЕМНИКОВ

© Ильин Е.А., Кругликов С.Ю.

e-mail:efimmariner@yandex.ru

*Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П.А. Соловьёва, г. Рыбинск, Российская Федерация*

Известны проекты тепловизионных приемников как на основе программируемой логической интегральной схеме (ПЛИС), так и на основе микроконтроллеров [1]. Однако, по причине большого количества комплектующих деталей, стоимость данных изделий относительно высока. Существенную часть стоимости составляет тепловизионный сенсор – микроболометр. В настоящее время, цены на микроболометры падают и становятся одного порядка с микроконтроллерами. В этой связи предлагается использовать наиболее интегрированные микроконтроллеры с достаточной мощностью для тепловизионных приемников.

При выборе микроконтроллера следует учитывать следующие параметры:

- 1) вычислительная мощность в соответствии с размером тепловизионной матрицы;
- 2) наличие аналого-цифрового преобразователя (АЦП) разрядности не менее 14 бит с режимом дифференциального входа;
- 3) наличие цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) для управления питанием боломера;
- 4) объем памяти, в соответствии с количеством пикселей микроболометрической матрицы.

Этим параметрам удовлетворяют только 3 микроконтроллера серии N7: stm32h743, stm32h753 и stm32h750, поскольку АЦП других серий имеют разрядность не более 12.

Среди данных трех видов микроконтроллеров следует выделить микроконтроллер stm32h750, относящийся к линии ValueLine. Он имеет наименьшую стоимость по причине малого объема флэш-памяти (128 кБайт). Данной памяти достаточно для хранения операционной части программы, но недостаточно для хранения калибровочных таблиц микроболометрической матрицы [2].

Недостаток памяти может быть скомпенсирован внешними микросхемами QSPIFlash, имеющими компактный интерфейс, высокую скорость чтения и низкую стоимость. В результате получается более дешевое и более универсальное решение (внешняя память может быть установлена под любой размер матрицы).

Тепловизионный сигнал представляет собой слабую составляющую тепловизионного изображения на фоне постоянной составляющей, изменяющейся с изменением температуры микроболометра. Для управления подстройкой среднего уровня можно изменять напряжение питания. Воспользовавшись этой возможностью можно усилить сигнал в 4 раза внешним аналоговым усилителем, а разрядность АЦП снизить до 12 разрядов. Это расширяет перечень еще двумя видами микроконтроллеров stm32F730 и stm32F750. Оперативная память этих микросхем ниже (256 и 320 кБайт), чем в stm32h750 (1000 кБайт). Следует учитывать, что для хранения кадров теплосигнала, можно использовать лишь часть этого объема. Часть памяти

используется для встроенных периферийных устройств или может использоваться для хранения программы, если требуется повышенная скорость обработки информации.

Анализ показывает, что выбранные микроконтроллеры без внешнего оперативного запоминающего устройства (ОЗУ) могут обрабатывать информацию микроболометра небольшого размера, порядка 160x120. При такой размерности во время калибровки во внутреннем ОЗУ может поместиться не более 10–12 кадров. Согласно, алгоритму калибровки [2] требуется сохранить не менее 30 кадров, пока температура микроболометра не изменилась. Внешнее ОЗУ не всегда выгодно с экономической точки зрения. Поэтому предлагается сохранять кадры во флэш-памяти 3–5 раз по 10 кадров.

Для управления микроболометром требуется сформировать периодические сигналы различной длительности и фазы. Микроконтроллеры stm32 имеют более 15 таймеров с количеством каналов от 1 до 6. Таймеры могут объединяться по принципу того, что выход одного есть вход другого с различными режимами управления. Кроме обычного тактирования управляемый таймер можно включать и выключать. Сеть таймеров построена таким образом, что существует множество вариантов соединения.

Можно реализовать практически любой сложный сигнал, в том числе с нарушением периодичности на таймерах без участия ядра микроконтроллера или с минимальным участием (подстройка фазы в прерывании).

Важно также, что таймеры имеют несколько разных способов смены полярности сигналов и способов их выравнивания (оба края и центр). Разрядность таймеров составляет 16 и 32 разряда.

Для формирования видеоизображения в микроконтроллерах stm32 используется периферийный контроллер. Контроллер гибко настраивается на любой размер изображения с максимальным значением 1024x768. Программируемая полярность синхроимпульсов позволяет подключать практически любые дисплеи. Входная информация контроллера может быть представлена в различных форматах, среди которых следует выделить компактный 8-разрядный вариант L8 (черно-белое изображение часто используется для тепловизионных приемников).

Однако, контроллер имеет также 2 слоя и фон (фактически упрощенный 3-й слой). Во втором слое изображение может быть цветным в формате RGB или ARGB. Это позволяет легко накладывать служебную информацию на изображение с регулировкой прозрачности (смешивания цветов). Доступ к видеопамяти осуществляется по прямому доступу без участия ядра микроконтроллера.

При калибровке тепловизионных приемников важно также иметь высокоскоростные интерфейсы управления. В этом плане stm32 имеют более, чем необходимый перечень: SPI, UART, USART, CAN, USB, EtherNET.

Обобщая выше сказанное, можно сделать вывод о возможности уменьшения стоимости тепловизионных приемников на основе применения микроконтроллеров stm32. Это стало возможным благодаря серии ValueLine, интерфейсу QSPI, новым видам микроконтроллеров с повышенной вычислительной мощностью, большому количеству периферийных устройств и новым предлагаемым алгоритмам обработки теплосигналов.

Библиографический список

1. Uncooled Microbolometer Camera [Текст] / User's Guide, Version 1.2 414-0060-10, Indigo Systems, USA.

2. Повышение эффективности калибровки тепловизионных модулей в условиях серийного производства [Текст] / С.М. Серов, С.Ю. Кругликов // Сборник трудов 69 всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов и аспирантов ВУЗов с международным участием. Ярославль: ЯГТУ, 2016. С. 656 – 659.