

Кроме всего прочего, для реализации интерфейса обмена информацией с микропроцессором, включающего 16-битную шину данных, 4-битную шину адреса и 3 сигнала управления, в ПЛИС был спроектирован дешифратор адреса.

По работе можно сделать следующие выводы.

Была поставлена задача проектирования контроллера ПЗС матрицы видеокамеры рентгеновского преобразователя. Проведенный анализ возможностей элементной базы (ПЛИС) показал, какие функции целесообразно реализовать аппаратно, а какие – возложить на процессор. По результатам анализа разработаны поведенческая и структурная модели контроллера. RTL модель написана на языке Verilog HDL. Устройство реализовано на ПЛИС Xilinx XC3S400.

В настоящее время видеокамера находится на стадии разработки программного обеспечения.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОСЕГМЕНТНОГО ЛИНЕЙНОГО ДЕТЕКТОРА С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ОБРАБОТКОЙ ДАННЫХ В СОСТАВЕ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ РЕНТГЕНОВСКОГО КОНТРОЛЯ

Д.М. Чумаков, С.А. Щетинкин, Е.Ю. Усачев, С.В. Козлов, А.В. Сысоев

В статье рассмотрены общие вопросы построения многосегментных линейных детекторов в составе транспортных систем рентгеновского контроля. Показана актуальность и дано обоснование необходимости использования систем с распределенной обработкой данных. Рассмотрены основные аспекты межсегментного взаимодействия и предложены методы реализации.

Использование линейных детекторов в составе рентгеновских систем сканирования различных объектов в настоящий момент получило широкое распространение. Это связано с множеством факторов:

- в настоящее время существует большое количество видов рентгеночувствительных детекторов с различными размерами (от 0,2 до 50 мм) и эффективностью. Широкая номенклатура детекторов позволяет выбрать наиболее подходящий вариант для данной конфигурации сканирующей системы;
- простота использования. Сканирующая линейка нужной длины набирается из последовательно сгруппированных одиночных детекторов или модулей фиксированной длины;
- высокая чувствительность. Достигается благодаря большой площади детектора и отсутствию оптических потерь.

Наряду с полезными свойствами существуют и недостатки.

- высокая стоимость рентгеночувствительных линеек, в зависимости от типа используемого детектора, пропорциональная количеству каналов;
- высокий разброс в характеристиках отдельных детекторов (может достигать до 30 %).

Наиболее распространенным конструктивным приемом при проектировании многоэлементных линейных детекторов является сегментация, т. е. объединение части детекторов в отдельный законченный узел со своей схемой управления. Это особенно актуально для линеек с большими геометрическими размерами. Данный прием обусловлен стремлением обеспечить определенную унификацию используемых кон-

структивных элементов, что позволяет упростить процессы сборки и настройки, а также повысить надежность работы всей системы в целом. Действительно, существенно проще работать с модулями небольшого размера на столе, чем обслуживать линейку непосредственно на объекте с приставной лестницы. А выход из строя одного из сегментов не приведет к полной потере изображения.

Определение размера сегмента является частной задачей, которая решается в прямой взаимосвязи с конструкцией конечного прибора.

Для объединения сегментов в единый детектор необходимо использовать дополнительное устройство, которое должно обеспечивать:

- Декодирование команд от управляющей ПЭВМ;
- Управление отдельными сегментами;
- Объединение и начальная обработка данных от отдельных сегментов;
- Передача подготовленных данных в ПЭВМ;
- Обработка сбоев в работе отдельных сегментов.

Для уточнения функций, которые могут быть реализованы непосредственно в управляющем контроллере отдельного сегмента, а какие переложены в устройство объединения, необходимо рассмотреть все возможные виды обработки, необходимые для получения изображения с линейного детектора.

Ниже представлен список операций в той последовательности, в которой они должны производиться.

1. Перестановка детекторов. В общем случае детекторы могут считываться в произвольном порядке.
2. Калибровка темного тока отдельных каналов. Необходимо делать для выравнивания «уровня черного» изображения.
3. Калибровка по опорному каналу. Процедура позволяет учесть неравномерность в работе источника рентгеновского излучения. В качестве опорного канала могут быть использованы как детекторы, принадлежащие данной линейке, так и отдельное устройство.
4. Калибровка усиления отдельных каналов. Производится для выравнивания «уровня белого» изображения.
5. Маскирование отдельных неисправных детекторов. Обычно реализуется посредством линейной интерполяции уровней соседних детекторов.
6. Различные виды фильтрации. Возможно применение последовательно нескольких фильтров, в том числе двумерных.
7. Прочая обработка. Например, обработка дуальных энергий.

При детальном рассмотрении последовательности операций можно сказать определенно, что пункты 1 и 2 могут быть реализованы непосредственно в контроллере сегмента. А начиная с пункта 3, дальнейшая обработка в большинстве случаев будет крайне затруднена, т. к. приходится оперировать с данными, которые могут не принадлежать ни одному сегменту (в случае с отдельным опорным каналом).

Особенную сложность могут вызвать пункты 6 и 7, где возможна двумерная обработка. Невозможно выполнить двумерную фильтрацию на границах отдельно взятого сегмента без значений из соседней области.

Таким образом, при использовании полностью независимых сегментов, возможно произвести обработку только по 1 и 2-му пунктам. Оставшаяся часть последовательности должна быть реализована или в устройстве объединения или в ПЭВМ пользователя.

Ниже будут рассмотрены основные аспекты построения многосегментных линейных детекторов с распределенной обработкой данных. Основной идеей данной разработки является ликвидация специализированного устройства объединения сегментов и обеспечение

условий реализации всех пунктов обработки непосредственно в контроллере сегментов. Для реализации данной задачи необходимо обеспечить 2 возможности:

- доступность информации от опорного канала для всех сегментов линейки;
- осуществить локальный обмен данными между сегментами для реализации двумерной обработки.

Один из возможных вариантов построения транспортной сканирующей системы на основе многосегментного детектора рассмотрен на рис. 1. Рассмотрим состав системы:

1. Источник излучения с веерным пучком. Возможно использование как импульсных аппаратов так и аппаратов с постоянным током.
2. Система движения, которая включает в себя:
 - управляющий контроллер системы движения. Получает команды от ПЭВМ, осуществляет управление двигателем и источником рентгеновского излучения и формирует синхроимпульсы для устройств получения данных;
 - световые барьерные датчики для определения наличия объекта исследования в зоне контроля;
 - датчик перемещения (ЛИР);
 - двигатель привода транспортера.
3. Отдельные сегменты линейного детектора.
4. Модуль опорного канала.

Т. о. помимо основного интерфейса обмена данными с ПЭВМ необходимо реализовать еще 3 дополнительных локальных канала для вспомогательных целей.

- Синхросигнал. Для обеспечения общей синхронизации при сборе данных. Должен формироваться синхронно с импульсами излучения и обеспечивать передачу величины энергии рентгеновского источника, а так же информацию от датчика перемещения системы движения.
- Информация от модуля опорного канала о величине разброса рентгеновских импульсов.
- Двухнаправленные каналы обмена граничной информацией.

Рассмотрим первые 2 вспомогательных канала. Основная особенность реализации каналов заключается в следующем:

- в данной системе существует только один формирователь синхроимпульсов – контроллер движения;
- в данной системе существует только один источник информации о неравномерности излучения – модуль опорного канала;
- данные, сформированные модулем опорного канала, синхронны с синхроимпульсами.

Данные свойства позволяют объединить два интерфейса в один. Т. е. запрограммировать управляющий контроллер опорного канала таким образом, чтобы он передавал свои данные сразу после последнего бита синхросигнала. Контроллеры в сегментах линейки в этом случае будут последовательно получать сначала синхросылку, а затем информацию о неравномерности излучения. Два источника сигнала на одной линии работают с разделением во времени, поэтому электрического конфликта не будет.

Возникает легко устранимое противоречие, когда информация о текущем опорном уровне поступает в сегменты линейки только со следующим синхроимпульсом.

Реализация 3-го канала потребует создания 2-х двухнаправленных интерфейсов с каждой стороны сегмента. Реализация локального канала для передачи 2-х или 3-х 16-ти разрядных данных за один синхроимпульс на короткие расстояния не представляется технически сложной и может быть реализована как аппаратно (в ПЛИС), так и программно. Для инсталляции сегментов потребуются дополнительные разъемные соединения.

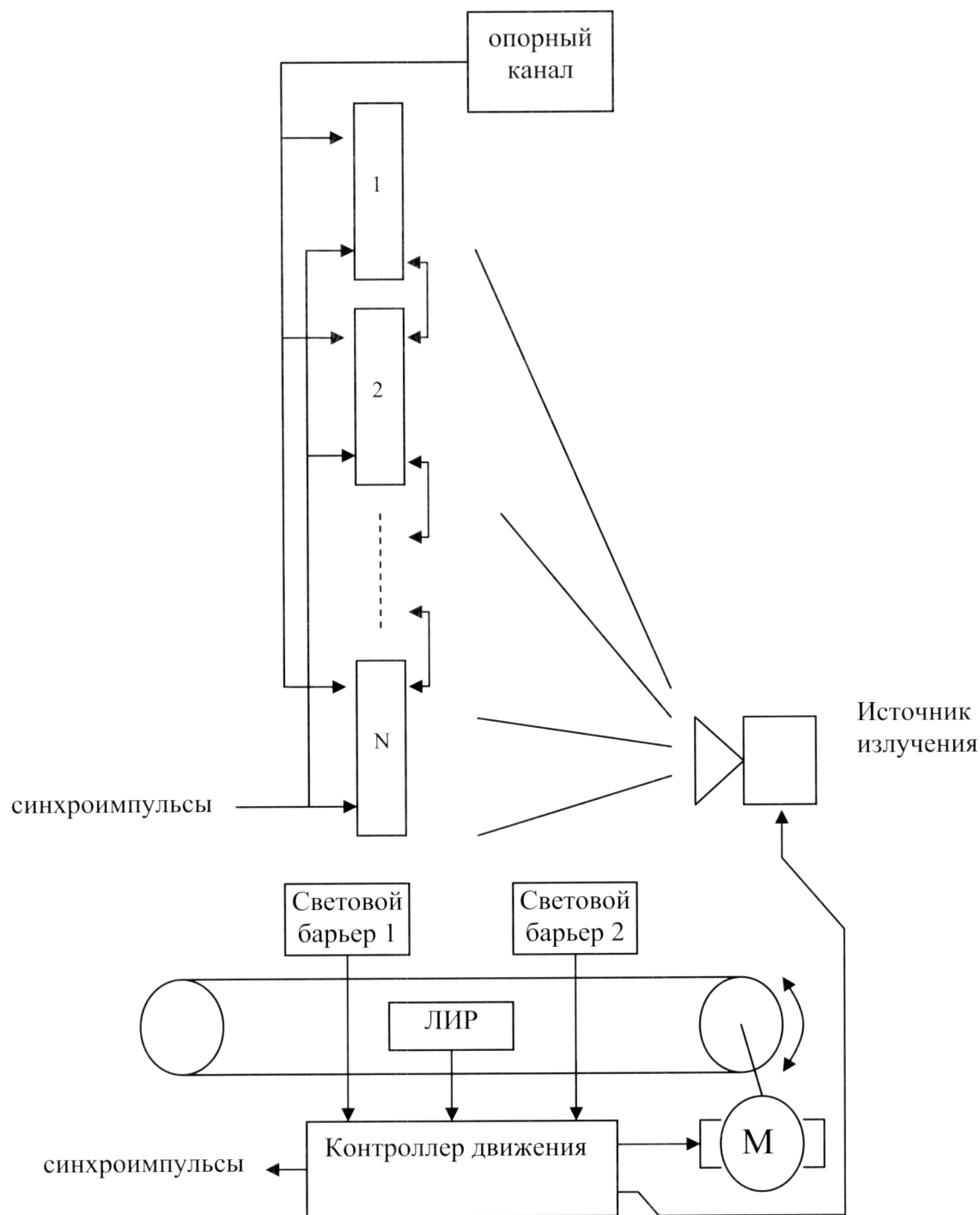


Рис. 1. Схема построения многосегментного детектора

Итак, в предложенном варианте реализации многосегментного линейного детектора в составе транспортной системы рентгеновского контроля может быть выполнена полная распределенная обработка данных, что позволит:

- унифицировать программно-аппаратную реализацию контроллера сегмента. Это упростит задачу инсталляции сегмента в системе и улучшит ремонтпригодность;
- осуществлять все необходимые операции по обработке поступающих данных непосредственно в сегменте параллельно. Что должно повысить пропускную способность системы в целом;
- сэкономить программные ресурсы управляющей ПЭВМ.