

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

УДК 004.932

Оверченко
Александр Сергеевич

Аппаратно-программное средство сшивки изображений

АВТОРЕФЕРАТ

на соискателя степени магистра технических наук
по специальности 1-40 80 01 «Компьютерная инженерия»

Научный руководитель
Лихачев Денис Сергеевич
доцент, кандидат технических наук

Минск 2021

ВВЕДЕНИЕ

В эпоху распространения бумажных и электронных документов постоянно возникает необходимость проверки их подлинности. Это является нетривиальной задачей. Для защиты электронных документов от случайного или намеренного повреждения могут быть использованы такие способы как хранение контрольной суммы документа или использование электронной цифровой подписи.

Для бумажных документов и денежных средств используют методы от физического сканирования и копирования, такие как использование специальной бумаги, содержащими невидимые символы.

Данная магистерская диссертация посвящена разработке метода сшивки изображений на основе методов визуальной одометрии. В качестве доказательства практической полезности ожидается проведение разработки аппаратно-программного средства, которое будет использовать полученный алгоритм. Основное предназначение разрабатываемого средства – сканирование документов в расширенном цветовом диапазоне.

Сканирование документов с использованием расширенного цветового диапазона предполагает получение полутоновых данных для следующих диапазонов волнового спектра: инфракрасный, красный, зеленый, синий, ультрафиолетовый. Наличие инфракрасного и ультрафиолетового цветов позволит увидеть обычно незаметные знаки и символы на оригинальном документе.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования обусловлена необходимостью ускорения и автоматизации проверки подлинности документов, в том числе и с помощью носимых устройств, которые способны проводить сканирование не только на стационарном рабочем месте. Также существует необходимость упрощения перехода на электронный документооборот путем ускорения сканирования документов, в том числе и в архивах.

Цель исследования: анализ и синтез методов сшивки изображений с использованием алгоритмов визуальной одометрии и их практическая реализация в виде аппаратно-программного средства для сканирования документов, которое будет удовлетворять следующим требованиям:

- поддержка расширенного цветового диапазона сканирования;
- автономность;
- портативность (мобильность);
- выходное разрешение получаемого изображения не ниже 800х600 пикселей.

Задачи исследования:

- проанализировать существующие аппаратные и программные решения;
- синтезировать методы для решения проблемы;
- разработать аппаратную часть устройства;
- разработать программную часть устройства;
- провести валидацию и верификацию устройства;
- провести сравнительный анализ синтезированных алгоритмов с аналогами.

Объект исследования: методы обработки изображений.

Предмет исследования: методы сшивки изображений на основе алгоритмов визуальной одометрии.

Структура магистерской диссертации обусловлена целью, задачами и логикой исследования. Работа состоит из введения, четырех глав и заключения, библиографического списка и трех приложений. Общий объем диссертации 75 страниц. Работа содержит 10 рисунков. Список использованной литературы включает 34 наименования.

Ключевые слова: сшивка изображений, визуальная одометрия, встраиваемые системы, проверка подлинности, расширенный цветовой диапазон.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Общая характеристика работы содержит описание цели, задач, объекта и предмета исследования. Также дано краткое описание общей структуры и содержимого диссертации.

Введение демонстрирует актуальность выбранной темы. В этом разделе приводится описание понятий сшивки изображения, встраиваемой системы, а также основные области применения ожидаемых результатов.

В *первой главе* описана задача сшивки цифровых изображений, ее область применения. Также проведен обзор и анализ основных существовавших подходов к решению задач сшивки изображений и визуальной одометрии. Результатом является приведение общей структуры алгоритмов для решения необходимых задач, а также основные отличия возможных решений каждого из этапов.

В качестве основного конкурирующего алгоритма был выбран метод SVO. Он был использован в четвертой главе для сравнения результатов производительности разработанного алгоритма.

Рассмотренные в первой главе патенты продемонстрировали практические подходы к решению указанных задач. Результаты проведенного обзора были использованы при проектировании и описании разрабатываемого устройства.

Вторая глава содержит подробную постановку задачи, а также описание разработки методов нахождения начала съемки и сшивки изображения. Разделение целевого алгоритма на две составляющих позволило увеличить время автономной работы разрабатываемого устройства путем увеличения времени его нахождения в состоянии пониженного энергопотребления.

После постановки задачи данная глава добавила определенный набор входных ограничений, которые были предназначены для улучшения конечных показателей разрабатываемых алгоритмов путем ограничения возможных условий. Введенные ограничения также были использованы на этапе проектирования.

В *третьей главе* описывается разработка системы для сшивки изображений. Была продемонстрирована структура разрабатываемого устройства, совмещенная со схемой движения данных.

Был описан основной поток движения данных и произведен обоснованный выбор типов используемых ключевых элементов системы. В качестве типа основного сканирующего элемента был выбран тип CIS, что позволяет уменьшить размеры выходного устройства по причине необходимости поднесения объекта к самому сенсору. Для увеличения гибкости разрабатываемой системы в качестве вспомогательных элементов

было рекомендовано использовать фотосенсоры вместо мышинных сенсоров.

Для улучшения производительности решения было предложено использовать DSP-процессор. В качестве операционной системы – uClinux из-за хорошей совместимости с POSIX API и ориентированностью на работу на маломощных решениях и микроконтроллерах. В качестве мультиплексора данных было принято решение использовать ПЛИС, которая сможет произвести необходимую группировку данных и последующую передачу данных на основное устройство управления.

Выдвинутые требования к аппаратному обеспечению позволили жестко ограничить варианты использования и упростить разработанные во второй главе методы. Это также положительно сказалось на времени работы.

Четвертая глава содержит описание проведенных исследований. В начале главы приведены особенности исследования характеристик разработанной системы.

Для дополнительного улучшения автономности разработанной системы было проведено экспериментальное исследование алгоритма обнаружения движения. Результаты экспериментов показали возможность уменьшения времени работы реализации этого метода приблизительно в три раза.

Последующая проверка работоспособности системы показала, что разработанные методы могут быть использованы при разработке аналогичных устройств, а полученная система выполняет все возложенные на нее функции. Сравнение разработанного метода отслеживания траектории движения со сторонним методом SVO показало лучшее качество работы на полученном с устройства наборе данных, но худшую с точки зрения времени работы. При сравнении алгоритмов на наборе данных `sin2_tex2_h1_v8_d` были получены удовлетворительные результаты с учетом введенных ограничений.

Также в данной главе были приведены примеры получения устройством данных из ультрафиолетового диапазона. Это показало эффективность работы устройства в качестве инструмента для проявления невидимых элементов из соответствующих диапазонов спектра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В магистерской диссертации были получены следующие результаты:

Был разработан и реализован метод отслеживания начала помещения документа в устройство. В результате проведения исследований его производительности время работы реализации одной итерации алгоритма было сокращено в три раза, что позволяет разработанному устройству находиться в режиме низкого энергопотребления большее количество времени.

Был синтезирован и реализован метод сшивки изображений на основе метода визуальной одометрии. Выдвинутая гипотеза о возможности использования конкатенации в качестве реализации алгоритма сшивки была подтверждена с помощью CIS-сенсора и вспомогательного алгоритма визуальной одометрии, с помощью которого производится выбор ключевых кадров для составления итоговых изображений.

Сравнение синтезированного решения и другого алгоритма сшивки изображений, ориентированного на сегмент встраиваемых показало, что наш метод имеет худшие временные показатели, но способен работать при небольшом входном разрешении кадров.

В соответствии с целью было разработано устройство для сканирования паспортов, которое способно отобразить обычно невидимые человеческому глазу скрытые элементы. Их наличие или отсутствие позволяет судить о подлинности сканируемого документа.

Для реализации был использован CIS-сенсор и два вспомогательных фотосенсора с разрешением выходного изображения 32x32. Мультиплексор данных был создан на основе ПЛИС семейства Spartan 6 компании Xilinx. В качестве устройства управления и основного вычислителя выступил DSP-процессор ADSP-BF609 от Analog Devices, работающий под управлением операционной системы uClinux.

В результате профилирования и анализа программной реализации созданного решения размер выходного изображения был увеличен в 2,5 раза.

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ

[1] Оверченко, А. С. FPGA-based digital image processing algorithms implementation overview / А. С. Оверченко, Ю. О. Момотова // Проблемы экономики и информационных технологий: сборник тезисов докладов 56-ой научной конференция аспирантов, магистрантов и студентов БГУИР, Минск, 18 – 20 мая 2020 г. — 2020.

[2] Оверченко, А. С. Оптимизация работы программного обеспечения под DSP-процессоры / А. С. Оверченко // Вычислительные методы, модели и образовательные технологии 2020. – Брест: БрГУ. — 2020.

[3] Оверченко, А. С. Оптимизация аппаратно-программного средства сшивки изображений / А. С. Оверченко // Информационные технологии и системы 2020 (ИТС 2020) = Information Technologies and Systems 2020 (ITS 2020) : материалы международной научной конференции, Минск, 18 ноября 2020 г. — 2020. — С. 109 – 110.