

Резюме проекта, выполняемого

в рамках ФЦП

«Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014 – 2020 годы»

по этапу № 2

Номер Соглашения о предоставлении субсидии: 14.581.21.0003

Тема: «Исследования и разработка новой цифровой портативной фото/видео аппаратуры для панорамной съемки»

Приоритетное направление: Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика; Транспортные и космические системы; Науки о жизни; Индустрия наносистем; Рациональное природопользование; Информационно-телекоммуникационные системы

Критическая технология: Технологии информационных, управляющих, навигационных систем

Период выполнения: 29.09.2014 - 31.12.2016

Плановое финансирование проекта: 453.00 млн. руб.

Бюджетные средства 290.00 млн. руб.,

Внебюджетные средства 163.00 млн. руб.

Получатель: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Белгородский государственный национальный исследовательский университет"

Индустриальный партнер: Публичное акционерное общество "Красногорский завод имени С.А. Зверева"

Ключевые слова: Регистрация изображений, машинное зрение, панорамные изображения, сжатие изображения, панорамное видео в реальном времени, масштабируемая цифровая камера

1. Цель проекта

Формирование технологической компетенции и создание опережающего научно-технического задела в приборостроительной отрасли в области разработки устройств фото и видео регистрации, обработки цифровых панорамных изображений от нескольких источников в режиме реального времени.

2. Основные результаты проекта

В ходе выполнения работ по проекту за 1-й и 2-й этапы получены следующие основные результаты:

- аналитический обзор информационных источников по теме проекта;
- отчет о патентных исследованиях в соответствии ГОСТ Р 15.011-96;
- выполнена оценка технико-экономических показателей проекта, расчет показателей коммерческой эффективности на основе рыночных цен на технические продукты, услуги и материальные ресурсы;
- проведены исследования методов и технологий сжатия цифровых растровых статических изображений, показана целесообразность применения в проекте методов на основе алгоритмов сжатия JPEG, JPEG2000 и субполосного метода сжатия;
- исследованы методы и технологии улучшения и коррекции цифровых растровых изображений: фильтрации, восстановления, цветовой коррекции;
- исследованы методы и технологии распознавания: объектов на цифровых растровых изображениях, прецедентного распознавания фрагментов рукописного текста;
- выполнен анализ подходов, методов и средств функционального моделирования технических устройств, включая: методы индивидуальной калибровки и настройки параметров функционирования видеокамер, исследование методов и технологий получения и обработки цифровых панорамных изображений от нескольких источников, алгоритмы параллельной обработки сигналов и потоков данных;
- разработана функциональная и имитационная модель технического устройства, реализующего многопоточную обработку цифровых изображений в режиме реального времени;
- проведены исследование методов и технологий получения и обработки цифровых панорамных изображений от нескольких источников в режиме реального времени. Исследованы различные способы получения и коррекции полусферических изображений;
- выполнен обзор технических решений получения и обработки панорамных изображений. Реализован выбор структурно-функциональной схемы устройства для получения и обработки панорамного изображения;

- разработан модуль проверки и отладки специализированного стенда для проектирования, программирования, проверки и отладки цифровых устройств на программируемых логических интегральных схемах (ПЛИС);
- выполнена разработка экспериментальной лабораторной установки по исследованию оптической и мехатронной подсистем устройства регистрации панорамных изображений;
- произведен анализ существующих подходов и методов обработки больших объемов графической информации при формировании единого панорамного изображения;
- осуществлено исследование принципов построения масштабируемой архитектуры устройства цифровой регистрации панорамного изображения;
- исследованы и проанализированы возможные технические решения по построению оптической и мехатронной подсистем устройства регистрации панорамных изображений;
- разработаны и реализованы алгоритмы управления оптической и мехатронной частью устройства регистрации панорамных изображений;
- исследованы принципы построения операционной системы управления устройством регистрации панорамных изображений;
- выполнен анализ существующих операционных систем и программно-технических средств для реализации операционной системы управления устройством регистрации панорамных изображений;
- разработаны технические предложения по построению устройства регистрации панорамных изображений;
- выполнено проектирование подсистемы формирования цифрового панорамного изображения;
- разработаны параллельные алгоритмы обработки сигналов и потоков данных светочувствительных сенсоров;
- реализованы и отлажены параллельные алгоритмы обработки сигналов и потоков данных светочувствительных сенсоров на ПЛИС;
- доработана (в части реализации функций исследования характеристик светочувствительных сенсоров) экспериментальная лабораторная установка по исследованию оптической и мехатронной подсистем устройства регистрации панорамных изображений;
- разработаны программы и методики экспериментальных исследований для лабораторной установки по исследованию оптической и мехатронной подсистем устройства регистрации панорамных изображений;
- проведены экспериментальные исследования с лабораторной установкой по исследованию оптической и мехатронной подсистем устройства регистрации панорамных изображений.

Основные характеристики полученных результатов на 2-м этапе.

На основе анализа существующих подходов и методов обработки больших объемов графической информации, в частности, для формирования панорамного изображения в системах разного типа, оценки параметров и совмещения изображений, предварительной оценки параметров совмещения, методов коррекции панорамных изображений, показано, что в связи с большими объемами графической информации, при формировании панорамных изображений целесообразно использовать специализированное вычислительное устройство для его обработки и специализированную высокоскоростную шину для передачи указанных объемов данных в режиме реального времени.

В результате исследования принципов построения масштабируемой архитектуры устройства цифровой регистрации панорамного изображения, на основе цифровых моделей и пространства (RGB, CMYK, YCbCr, HLS, CIE XYZ, CIE LAB, HSV, LMS, YUV и цветовой системы Манселла), доказано, что наиболее распространенной и универсальной цветовой моделью является модель RGB, которую следует использовать в устройстве регистрации панорамных изображений. Определена модульная структура системы панорамной съемки построенную на базе специализированных систем (ПЛИС, ППВМ), фотосенсоры на базе КМОП с полнокадровым широкоугольным объективом.

Проведенные исследование и анализ возможных технических решений по построению оптической и мехатронной подсистем устройства регистрации панорамных изображений показали, что для построения оптической и мехатронной подсистем устройства регистрации панорамных изображений целесообразно использовать бескинематическую систему, оснащенную трансфокальными объективами с регулируемой диафрагмой и имеющими поле зрения не менее 60 градусов. Предложено техническое решение, в котором, отдельные камеры располагаются таким образом, чтобы совокупное поле зрения системы охватывало всю панораму.

Разработаны алгоритмы управления оптической и мехатронной частью устройства регистрации панорамных изображений: алгоритм управления временем экспозиции и алгоритм управления диафрагмой.

Реализованы алгоритмы управления оптической и мехатронной частью устройства регистрации панорамных изображений: широтно-импульсной модуляции (ШИМ) на FPGA, модуль ШИМ.

Результаты исследования принципов построения операционной системы управления устройством регистрации панорамных изображений, включая типичные функции ОС, основные принципы (модульности, функциональной избирательности, генерируемости, функциональной избыточности, виртуализации, независимости программ от внешних устройств, совместимости, открытости и наращиваемости, переносимости, обеспечения безопасности вычислений), показали, что общий вектор развития ОС смещен в сторону построения портативных систем и принцип генерируемости ОС полноценно реализован только в операционных системах Linux.

Анализ существующих операционных систем и программно-технических средств для реализации операционной системы управления устройством регистрации панорамных изображений показал, что для встраиваемых систем предлагается широкий спектр операционных систем, отличающихся от ОС общего назначения ориентированием на конкретные портативные платформы, подавляющее количество ОС для портативных устройств являются UNIX-подобными системами.

Разработанные технические предложения по построению устройства регистрации панорамных изображений, включают:

- технические предложения по архитектуре устройства регистрации панорамных изображений;
- технические предложения по выбору операционной системы;
- технические предложения по аппаратной реализации систем для параллельных вычислений;
- технические предложения по аппаратной реализации параллельных вычислений на архитектуре MIMD;
- технические предложения по аппаратной реализации параллельных вычислений на архитектуре SIMD;
- технические предложения по аппаратной реализации параллельных вычислений на архитектуре GPU;
- технические предложения по программным средствам для параллельного вычисления;
- технические предложения по перечню необходимых алгоритмов обработки изображений;
- технические предложения по программной реализации параллельных вычислений.

По результатам проектирования подсистемы формирования цифрового панорамного изображения разработаны структурная и функциональная схемы подсистемы формирования цифрового панорамного изображения, изучены особенности функционирования светочувствительных сенсоров, проведено 3D-моделирование и определена геометрия областей кадрирования изображений, получаемых со светочувствительных сенсоров, сделаны выводы относительно минимального расстояния до наблюдаемого объекта для выполнения требования отсутствия «мертвых зон», обоснован выбор протокола LVDS в качестве интерфейса взаимодействия камеры и специализированного процессора.

Разработаны параллельные алгоритмы обработки сигналов и потоков данных светочувствительных сенсоров, включая:

- диаграмма потоков данных подсистемы формирования цифрового панорамного изображения, определяющая состав процедур обработки сигналов и потоков данных светочувствительных сенсоров, а также принцип их параллельного выполнения на вычислительных модулях камер;
- алгоритм чтения данных со светочувствительных сенсоров;
- алгоритм коррекции дисторсии;
- алгоритм кадрирования;
- алгоритм геометрических преобразований.

Осуществлена реализация и отладка параллельных алгоритмов обработки сигналов и потоков данных светочувствительных сенсоров на ПЛИС MAX10 компании Altera, включая алгоритмы:

- чтения данных со светочувствительных сенсоров;
- коррекции дисторсии;
- кадрирования;
- геометрических преобразований.

По результатам реализации и отладки параллельных алгоритмов обработки сигналов и потоков данных светочувствительных сенсоров на ПЛИС сформулированы предварительные требования к перечню процедур, выполнение которых требуется в ходе калибровки устройства, а именно: определение фактической области кадрирования, построение матрицы геометрических преобразований и др.

За счет внебюджетных получены результаты:

- выполнена аппаратно-программная реализация доработки (АПРД) экспериментальной лабораторной установки регистрации панорамных изображений (ЭЛУ-РПИ), включая доукомплектование ЭЛУ-РПИ аппаратно-программной реализацией для исследования характеристик светочувствительных сенсоров: уровня шумов, отношения сигнал/шум получаемых изображений, чувствительности, динамического диапазона, визуального качества изображений;
- разработаны программы и методики экспериментальных исследований для лабораторной установки по исследованию оптической и мехатронной подсистем устройства регистрации панорамных изображений, включая процедуры испытания определения показателей аппаратной и программной реализации доработки ЭЛУ-РПИ;
- проведены экспериментальные исследования с лабораторной установкой по исследованию оптической и мехатронной подсистем устройства регистрации панорамных изображений, результаты отражены в протоколах экспериментальных исследований.

Полученные результаты исследований являются новыми, основываются на новейших мировых разработках и алгоритмах, полностью соответствуют плану-графику и техническому заданию соглашения о предоставлении субсидии.

3. Охраноспособные результаты интеллектуальной деятельности (РИД), полученные в рамках прикладного научного исследования и экспериментальной разработки

Не предусмотрено на этапе № 2 в 2015 г.

4. Назначение и область применения результатов проекта

Проводимые работы по исследованиям и разработке новой цифровой портативной фото/видео аппаратуры для панорамной съемки могут быть использованы при проектировании систем панорамного технического зрения, в высокотехнологичной продукции для обработки изображений.

Разрабатываемые решения ориентированы, прежде всего, на средних и крупных корпоративных заказчиков: государственные и негосударственные учреждения; крупные бизнес-структуры (корпорации, холдинги и т.д.); объединения предприятий, созданные для решения отдельных задач на постоянной или временной основе (товарищества, ассоциации, некоммерческие партнерства и т.д.).

5. Эффекты от внедрения результатов проекта

Ожидаемый эффект, от внедрения результатов проводимых исследований связан с актуальностью и значимостью вопроса замещения импортной продукции в системах технического зрения и создания отечественной аппаратуры для панорамной цифровой фото и видео съемки.

6. Формы и объемы коммерциализации результатов проекта

Проведенные исследования на этапах 1 и 2 позволяют сделать выводы перспективах коммерциализации проекта:

- проведенные расчеты показателей коммерческой эффективности на основе рыночных цен на продукты, услуги и материальные ресурсы, показывают, что точка безубыточности будет достигнута в 2021 г. (срок окупаемости инвестиционного проекта), а средства Индустриального партнера, направляемые на софинансирование ПНИЭР, окупятся в 2020 г.;
- разрабатываемое портативное устройство позволит выполнять регистрацию цифровых панорамных изображений с разрешением и качеством выше аналогов, что создает предпосылки для высокой конкурентоспособности разработки.

7. Наличие соисполнителей

ИСА РАН, Россия, г. Москва, 2014-2015 гг;
Госуниверситет - УНПК, Россия, г. Орел., 2014-2015 гг.

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Белгородский государственный национальный исследовательский университет"

Проректор по научной и инновационной
деятельности

(должность)

(подпись)

Константинов И.С.

(фамилия, имя, отчество)

Руководитель работ по проекту

проректор по научной и инновационной
деятельности

(должность)

(подпись)

Константинов И.С.

(фамилия, имя, отчество)

М.П.