



Շալքեջ՝ [anau.am /hy/tegheskagir](http://anau.am/hy/tegheskagir)

УДК: 631.34

## РАЗРАБОТКА ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УРОЖАЯ С ПОМОЩЬЮ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Т.К. Каплянян, А.М. Момджян, Р.В. Гумроян  
ЗАО «Синописис Армения»

Н.С. Шухян  
ООО «Нэшнл Инструментс АМ»

[tkaplan@synopsys.com](mailto:tkaplan@synopsys.com), [momjyanarsen@gmail.com](mailto:momjyanarsen@gmail.com), [gumroyan@synopsys.com](mailto:gumroyan@synopsys.com), [narekshukian@gmail.com](mailto:narekshukian@gmail.com)

### СВЕДЕНИЯ

#### Ключевые слова:

*обработка изображений, сельское хозяйство, программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС), камера, VGA, HDMI.*

### АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются методы обработки изображений, благодаря применению которых становится возможно перманентно отслеживать состояние полей, обнаруживать сорняки и повышать качество урожая. Представлены проект и прототип регулируемой платформы, которая позволяет осуществить различные алгоритмы обработки изображений, в зависимости от сферы применения.

По сравнению с микропроцессорными системами, данная платформа даёт возможность интегрировать систему в одной интегральной схеме, что служит эффективным решением в плане энергопотребления и занимаемой площади.

### Введение

Использование техники обработки изображения позволяет регулярно следить за состоянием полей, обнаруживать сорняки и повышать качество урожая.

Несмотря на простоту алгоритмов обработки изображений, благодаря высокому разрешению и большой частоте кадров этими алгоритмами обрабатывается большой объем данных. Для эффективной обработки изображений могут быть использованы методы параллелизации операций. Поскольку количество параллельных операций центрального процессора (ЦП) ограничено количеством ядер ЦП, его использование для обработки изображений в реальном времени неэффективно. Использование графического

процессора (ГП) значительно уменьшает время расчетов для алгоритмов обработки изображений (Manjunatha Reddy и др., 2017). ГП-ы обладают большим вычислительным потенциалом, однако с точки зрения стоимости, энергопотребления и портативности их использование также считается неэффективным. В качестве альтернативы предлагается программируемая логическая интегральная схема (ПЛИС), которая отличается относительно низкими рабочими частотами, но обладает большими возможностями для параллелизации задач. Системы ПЛИС в конкретных приложениях позволяют добиваться больших вычислительных способностей при низких цене и энергопотреблении (Russo и др., 2012).

**Материалы и методы**

Использование техник обработки изображения позволяет автоматизировать процесс контроля качества. С помощью бинарной сегментации изображения можно выявлять дефекты выращиваемых продуктов. С помощью цветовой сегментации изображения возможны мониторинг роста урожая, определение текстуры почвы, выявление сорняков и т.д. (Saxena, Armstrong, 2013). Для решения данных задач необходима платформа для видеозахвата, обработки и передачи на монитор. И, поскольку в сельскохозяйственном секторе такие системы используются на дронах и других аккумуляторно-основанных системах, то энергопотребление и эффективность являются ключевыми параметрами при разработке данного вида системы. В статье представлены дизайн и прототип платформы для реализации алгоритмов обработки изображения на основе ПЛИС. Данная платформа позволяет разработчикам внедрять алгоритмы обработки изображений для решения конкретных специализированных задач в сельскохозяйственном секторе. Использование данной платформы дает возможность реализовать всю систему в одном едином чипе, что намного эффективнее систем на основе микропроцессоров с точки зрения производительности, энергопотребления, размеров.

На рис. 1 представлены все компоненты разработанной системы, предназначенной для обработки изображений.

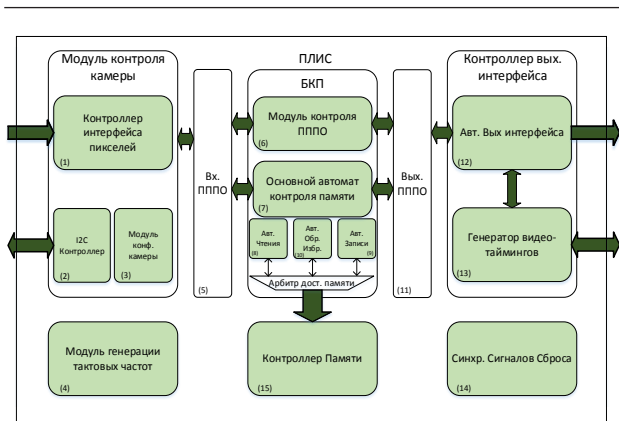


Рис. 1. Основные компоненты системы.

В качестве средства записи изображения используется электронный КМОП (комплементарная структура металл-оксид-полупроводник) сенсор. Этот тип сенсора имеет низкий уровень энергопотребления и работает при наличии единого тактового синхросигнала.

Для записи изображения была выбрана КМОП-камера

производства компании Omnivision, модель OV7670 (OV7670/OV7171 CMOS VGA (640x480) CameraChip Sensor with OmniPixel Technology, 2006). Структура пакета: для вывода данных используется режим КЗС565, выходная частота – 30 кадр/сек, частота синхросигнала – 24МГц, разрешение изображения - 640x480. В качестве ПЛИС используется Xilinx Virtex-5 (Virtex-5 FPGA. UG190, 2012). Как внешнее запоминающее устройство для буферизации кадров используется микросхема типа DDR2, которая имеет объем памяти 1 ГБ и пропускную способность 5 ГБ/сек. Видеоизображение передается на монитор через видеointерфейс VGA. Частота передачи данных через VGA – 25 МГц, частота кадра – 59,9 кадр/сек.

Для реализации алгоритмов обработки изображения требуется кэширование нескольких кадров. Использование запоминающих блоков, содержащихся в ПЛИС, не хватит для выполнения таких задач. Этим обусловлено использование внешнего запоминающего устройства типа DDR2. Связь между внешней памятью и разработанной схемой обеспечена с помощью ИС (интеллектуальная собственность), интегрированной в ПЛИС контроллером памяти.

На рис. 2 представлена разработанная архитектура.

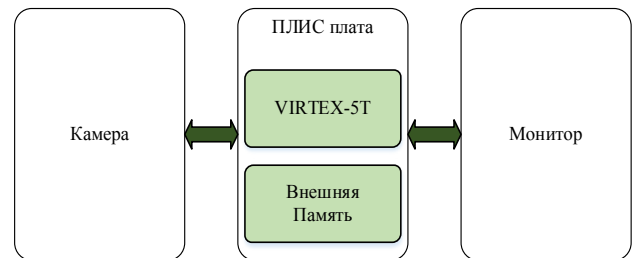


Рис. 2. Разработанная архитектура.

Дизайн имеет 4 домена тактовых частот, которые генерируются в модуле генерации тактовых частот (4, рис. 2). Для синхронизации данных между тактовыми доменами используются асинхронные алгоритмы ППО (‘Первым пришел – первым обслужен’).

После начального сброса всех регистров при подключении питания два независимых процесса должны завершиться, после чего схема начнёт функционировать. Первый процесс – инициализация физического уровня для внешнего устройства памяти. Второй процесс – конфигурация сенсора. Конфигурация камеры выполняется с помощью интерфейса SCCB, который обратно совместим с интерфейсом I2C (2 и 3, рис. 2). После инициализации схема начинает

считывать данные изображения со следующего кадра и записывать данные в память входного ПППО. Далее модуль контроля памяти считывает данные с памяти входного ПППО и записывает их во внешнюю память DDR2. Как только целый кадр оказывается во внешней памяти, происходит считывание данных изображения с внешней памяти и запись в ПППО для выходного интерфейса. Контроллер выходного интерфейса считывает данные с выходного ПППО и передает изображение на монитор.

Блок контроля памяти производит следующие операции: чтение из внешней памяти, запись во внешнюю память, анализ состояний ПППО-памятей, чтение и запись из/в ПППО-память. Взаимоотношение блока контроля памяти и других модулей представлено на рис. 2. Блок контроля памяти состоит из одного основного автомата (7, рис.2) и трех отдельных автоматов для операций записи (8, рис. 2), чтения (9, рис. 2) и записи-чтения (10, рис.2) для обработки изображения, которые контролируются основным автоматом. Основной автомат после сброса находится в состоянии записи до тех пор, пока один целый кадр не будет записан во внешнюю память. Автомат записи производит чтение из входного ПППО и записывает эту информацию во внешнюю память. Этот автомат также производит расчет адреса и генерирует команды для записи. По окончании операции автомат записи оповещает основной автомат об окончании операции. Автомат чтения генерирует запрос чтения из внешней памяти и записывает эти данные в выходной ПППО. При неполной входной памяти ПППО и не пустой выходной памяти ПППО наивысший приоритет имеет интерфейс для алгоритма обработки изображения, в обратном случае более высоким приоритетом обладают интерфейсы для автоматов записи и чтения.

Блок контроля памяти контролирует весь поток данных и выполняет арбитрацию памяти. Правильность работы данного модуля критична для всей системы.

### Результаты и анализ

Разработанная платформа поддерживает все типы КМОП-камер, которые выдают изображение в формате КЗС до 8 бит на компоненту. Максимальное поддерживаемое разрешение равно 1920x1080 пикселей. На рис. 3 представлен прототип системы в рабочем состоянии. Утилизация ресурсов ПЛИС при разрешении 1920x1080 пикселей входного изображения составляет 4305 регистров. Ограничением платформы является максимальное разрешение входного видео.

На рис. 4 показаны результаты исследований энергопотребления системы в зависимости от уровня разрешения входного изображения.



Рис. 3. Прототип системы.

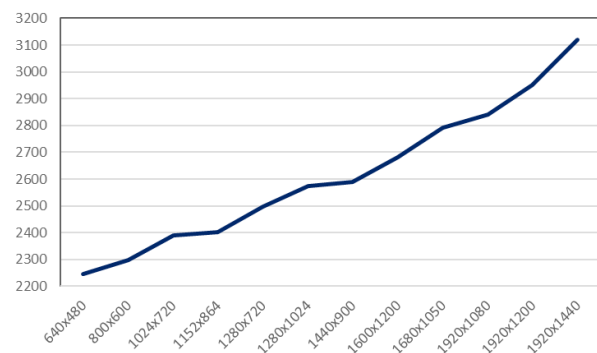


Рис. 4. Энергопотребление (мВт) в зависимости от разрешения.

### Заключение

Разработана платформа для обработки изображения на основе ПЛИС, которая легко конфигурируется и может использоваться для реализации различных алгоритмов обработки изображения, а также применяться для мониторинга качества сельскохозяйственной продукции. График энергопотребления (рис. 4) показывает, что разработанная платформа может быть использована в системах, работающих на аккумуляторах, какими, например, являются дроны и другие мобильные системы, широко применяющиеся в аграрной отрасли. Исходя из результатов утилизации ресурсов, данную систему можно реализовать на ПЛИС младших классов, обходясь при этом меньшим энергопотреблением.

**Литература**

1. Manjunatha Reddy, B. N., Dr. Shanthala, S., Dr. Vijaya Kumar, B. R. (2017). Performance Analysis of GPU V/S CPU for Image Processing Applications // International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology (IJRASET). - V 5, – pp. 437-443.
2. Russo, L. M., Pedrino, E. C., Kato, E. and Roda, V. O. (2012). Image Convolution Processing: A GPU Versus FPGA Comparison // 2012 VIII Southern Conference on Programmable Logic. - Bento Goncalves, -pp. 1-6.
3. Lalit Saxena, P., Leisa Armstrong, J. (2013). A Survey of Image Processing Techniques for Agriculture // Proceedings of Asian Federation for Information Technology in Agriculture. - Perth, W.A. Australian, - pp. 401-413.
4. OV7670/OV7171 CMOS VGA (640x480) CameraChip Sensor with OmniPixel Technology // OmniVision Technologies, Inc. - Version 1.4. - August 21, 2006.
5. Virtex-5 FPGA. UG190(v5.4) // Xilinx Inc. - March 16, 2012.

**ԱՄՓՈՓՈՒՐ****Բերքի որակի վերահսկման հարթակի նախագծումը տեսապատկերի մշակման ալգորիթմների միջոցով**

Տեսապատկերի մշակման մեթոդների կիրառման շնորհիվ հնարավոր է անընդհատ հետևել դաշտերի վիճակին, հայտնաբերել մոլախոտերը և բարելավել բերքի որակը:

Չողվածում ներկայացված են կարգավորվող հարթակի նախագիծը և նախատիպը: Ըստ կիրառման ոլորտի՝ կարգավորվող հարթակի միջոցով կարելի է իրականացնել տեսապատկերների մշակման տարբեր ալգորիթմներ: Միկրոպրոցեսորային համակարգերի համեմատությամբ՝ այս հարթակը հնարավորություն է տալիս համակարգը ինտեգրել մեկ ինտեգրալ սխեմայում, ինչն էլ էներգասպառման և զբաղեցրած մակերեսի տեսանկյունից արդյունավետ լուծում է:

**ABSTRACT****Platform Development for Crop Quality Control through Image Processing Algorithms**

The article considers image processing methods, due to the application of which it becomes possible to continuously monitor the field conditions, identify weeds and to improve the crop quality. Design and prototype of the adjustable platform are introduced, which enable to implement various image processing algorithms depending on the application field.

As compared to the microprocessor systems this platform makes it possible to integrate the system in one integrated circuit, which serves as an effective solution in terms of energy consumption and the occupied space.

Принята: 17.04.2019 г.  
Рецензирована: 26.04.2019 г.