

Інтэграванае асяроддзе распрацоўкі mikroC PRO for PIC мае шырокую бібліятэку функцый для праграмавання абмену інфармацыяй з дапамогай модуля UART мікракантролера. Гэта дазваляе ствараць эфектыўныя і даволі простыя кіруючыя праграмы для розных прымяненняў, у тым ліку і для сувязі з дапамогай радыё-інтэрфейса Bluetooth.

Літаратура

1. Лапин, А. А. Интерфейсы. Выбор и реализация / А. А. Лапин. – М. : Техносфера, 2005. – 168 с.
2. Шпак, Ю. А. Программирование на языке С для AVR и PIC микроконтроллеров / Ю. А. Шпак. – К. : МК-Пресс ; СПб. : КОРОНА-БЕК, 2011. – 544 с.
3. MikroC PRO for PIC. User's manual. – 2014. – Режим доступа: <http://www.mikroe.com>.

**ПРЫЛАДА ЛІЧБАВАЙ АПРАЦОЎКІ МАЛЮНКАЎ
НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ FPGA Spartan-3E**

Д. С. Зарэцкі

*Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны
ўніверсітэт імя П. В. Сухого», Рэспубліка Беларусь*

Навуковы кіраўнік В. А. Хананаў

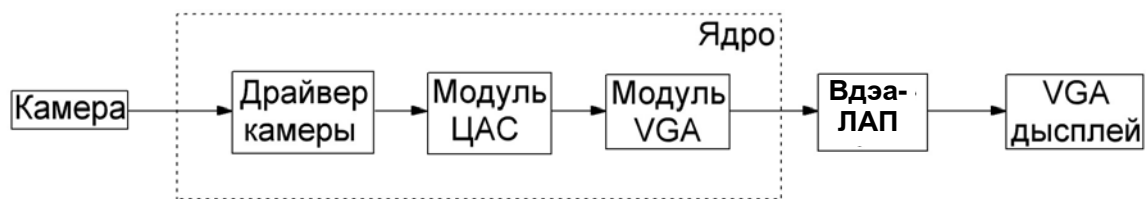
У дадзенай рабоце разглядаецца рэалізацыя прылады лічбавай апрацоўкі малюнкаў на FPGA, а менавіта:

- атрыманне выявы з камеры OV7670;
- накладанне зададзенага фільтра на малюнак;
- вывад атрыманага зыходнага або апрацаванага малюнка на манітор з дапамогай інтэрфейса VGA.

Сістэма апрацоўкі складаецца з камеры, інструментальнага комплексу Spartan-3E фірмы Xilinx на аснове праграмаванай лагічнай інтэгральнай схемы (далей – ПЛІС) XC3S500E тыпу FPGA і VGA-дысплея.

Сілкаванне прылады – 5 В, 2 А.

Структурная схема дадзенай прылады прадстаўлена на мал. 1.



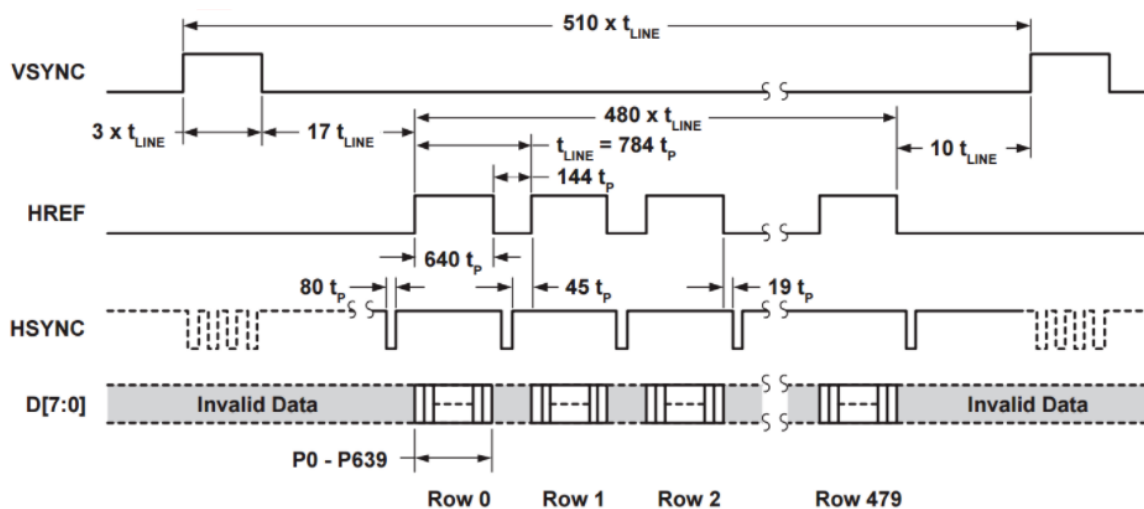
Мал. 1. Структурная схема прылады лічбавай апрацоўкі малюнкаў на FPGA

Для рэалізацыі дадзенай прылады была абраная камера мадэлі OV7670, якая спалучае ў сабе невысокі кошт, дастатковую для праекта якасць зыходнага малюнка, і маючая наступныя тэхнічныя характарыстыкі [1]:

- 1) напружанне сілкавання: 3.3 В;
- 2) інтэрфейсы: SCCB (сумяшчальны з I²C) і паралельны на 8 ліній;
- 3) разрозненне матрыцы: 0,3 Мп:
 - максімальная: 640 × 480 рх;
 - мінімальная: 40 × 30 рх;

- 4) разгортка па радках;
- 5) падтрымліваецца маштабаванне малюнка;
- 6) фарматы перадачы колеру: RGB565, RGB555, RGB444, YUV/YCbCr 4:2:2, GRB 4:2:2, Raw RGB Data;
- 7) колькасць кадраў у секунду: да 30;
- 8) габарыты модуля: $35 \times 34 \times 26$ мм.

Камера падключаецца да інструментальнай платформы ПЛІС праз тры J 6-пінавых раздымання для падлучэння вонкавых прылад. Для работы камеры неабходна падаваць на яе тактавыя імпульсы частатой 24 МГц. Камера перадае карыстальніку даныя па 8-бітнай шыне, а таксама стробы сінхранізацыі VSYNC і HSYNC. Часавыя дыяграмы работы камеры [2] дадзены на мал. 2.



Мал. 2. Часавыя дыяграмы работы камеры OV7670

Драйверы камеры – праграма, напісаная на мове Verilog і прызначаная для сувязі з рэгістрамі мікрасхемы камеры і наступнай налады і збору даных з яе. Апрацоўка вы-явы наладжаецца запісам даных у спецыяльныя рэгістры мікрасхемы OV7670 з дапамогай інтэрфейсу Serial Camera Control Bus (SCCB) – аналаг шыны I²C [1].

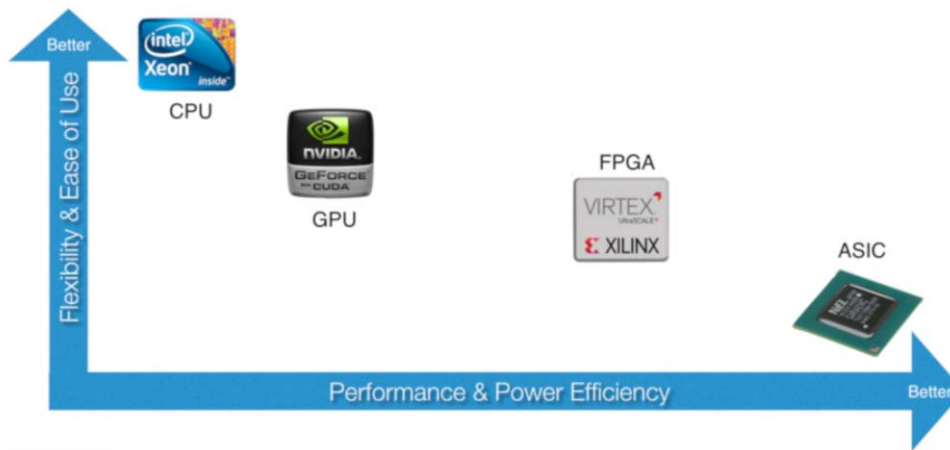
Модуль цэнтральнай апрацоўкі сігналаў (ЦАС), у які загрузаецца неабходны фільтр на мове Verilog, можна рэалізаваць на наступных працэсарах [3]:

- графічны працэсар (GPU);
- цэнтральны працэсар (CPU);
- ПЛІС тыпу FPGA;
- інтэгральная схема спецыяльнага прызначэння (ASIC).

Параўнанне апаратных платформаў адносна прастаты выкарыстання і іх хуткадзейнасці прадстаўлена на мал. 3.

У нашым праекце выкарыстоўваецца платформа FPGA, якая спалучае эфектыўнасць ASIC з магчымасцю змяняць праграму. Для ПЛІС FPGA існуе клас алгарытмаў і задач, якія на іх будуць паказваць лепшую прадукцыйнасць, чым на CPU і нават GPU. Складанасць распрацоўкі пад FPGA вышэй, аднак новыя сродкі распрацоўкі робяць гэты разрыў менш.

Вырашальная ж перавага FPGA – гэта здольнасць апрацоўваць даныя ў тэмпе іх паступлення з мінімальнай затрымкай рэакцыі.



Мал. 3. Параўнанне апаратных платформаў

Схема FPGA XC3S500E спалучае ў сабе ўсе неабходныя для рэалізацыі прылады апрацоўкі патрабаванні:

- энергаэфектыўнасць;
- высокую хуткадзейнасць;
- прастату ў выкарыстанні;
- невысокі кошт.

Акрамя таго, XC3S500E мае наступныя тэхнічныя характарыстыкі [4]:

- колькасць лагічных вентыляў: 500000 шт.;
- колькасць лагічных ячэек: 10476 шт.;
- колькасць уваходаў/выхадаў: 158 шт.;
- рабочая тэмпература: – 40–100 °С;
- затрымка – 2,7 нс;
- напружанне сілкавання – 1,1–3,465 В.

Модуль відэакамеры прызначаны для работы ў складзе электроннага фотаапарата, прыбораў відэатрансляцыі і відэазапісу. Інфармацыя на выхадзе модуля прадастаўляецца ў лічбавым выглядзе. У сваю чаргу, для перадачы малюнка на VGA дысплей інфармацыя павінна быць пераўтворана ў VGA-фармат, для чаго і выкарыстоўваецца VGA-модуль.

VGA-модуль маштабуе апрацаваны малюнак, атрыманы з модуля ЦОС, пад неабходны нам фармат, і перадае яго на ўваход відэа-ЛАП.

VGA – гэта аналагаваы сігнал, таму падаваць лічбавыя дадзеныя на яго ўваход не атрымаецца. Для пераўтварэння сігнала з аналагавага ў лічбавы мы выкарыстоўваем 4-разрадны відэа-ЛАП. VGA з разрозненнем 640×480 мае частату абнаўлення 60 кадраў у секунду. Неабходна выстаўляць даныя на ЛАП з частатой 25,175 МГц, а таксама фармаваць стробы сінхранізацыі VSYNC і HSYNC [2].

VGA-манітор атрымлівае даныя з відэа-ЛАП і выдае апрацаваны малюнак на працоўны стол.

Аналагам дадзенай сістэмы могуць з'яўляцца медыцынскія сістэмы дыягностыкі (рэнтгенаграфія, эндаскапія і т. п.), сістэмы кантролю ў прамысловасці і т. д.

Літаратура

1. OV7670 модуль VGA камеры. – Режим доступа: <https://radioprogram.ru/shop/merch/58>. – Дата доступа: 05.04.2021.

2. Выведение изображения с камеры OV7670 на VGA монитор с использованием FPGA. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/283488/>. – Дата доступа: 05.04.2021.
3. FPGA. Разбираемся, как устроены программируемые логические схемы и чем они хороши. – Режим доступа: <https://xaker.ru/2018/11/15/fpga/>. – Дата доступа: 06.04.2021.
4. Спецификация Xilinx XC3S500E-4PQ208I. – Режим доступа: <https://ru.mouser.com/ProductDetail/Xilinx/XC3S500E-4PQ208I?qs=trS6PyfT74f92g060kwGJw==>. – Дата доступа: 07.04.2021.

АПТЫМІЗАВАНЫ МОДУЛЬ КАРТАГРАФІІ НА АСНОВЕ OpensTreetMap ДЛЯ ПОШУКАВА-ВЫРАТАВАЛЬНЫХ АТРАДАЎ

І. Я. Ярмаловіч

*Установа адукацыі «Гомельскі дзяржаўны тэхнічны
ўніверсітэт імя П. В. Сухого», Рэспубліка Беларусь*

Навуковы кіраўнік А. В. Сахарук

Аптымізаваны модуль картаграфіі распрацоўваецца для пошукава-выратавальных атрадаў з мэтай павышэння эфектыўнасці выканання пошукавых работ.

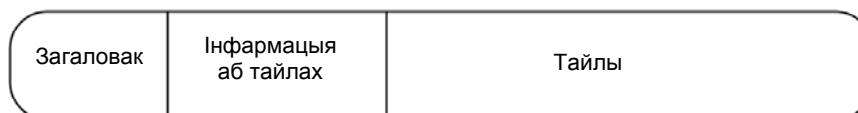
Мэты праекта:

1. Павышэнне эфектыўнасці пошукава-выратавальных работ.
2. Выкарыстанне карт ва ўмовах недаступнай інтэрнэт сувязі.
3. Максимальнае хуткадзейнасць і энергаэфектыўнасць модуля картаграфіі.

Адметныя асаблівасці праекта:

1. Хуткасць адмалёўкі карты.
2. Магчымасць выкарыстання карт без доступу да Інтэрнэту.
3. Эфектыўнае выкарыстанне рэсурсаў смартфона.

Высокая хуткасць адмалёўкі карты. Дасягаецца за кошт выкарыстання ўласнага фармату файла з хуткасцю алгарытму пошуку патрэбнага тайла $O(1)$. Структура файла прадстаўлена на мал. 1.



Мал. 1. Структура файла

Загалолак складаецца з усіх значэнняў, неабходных для разліку пазіцыі тайла ў секцыі інфармацыі аб тайле, такіх, як колькасць X і Y на сетцы Меркатара на адным узроўні набліжэння, і некаторых канстант для вылічэнняў.

Інфармацыя аб тайле – гэта структуры, у якіх змяшчаецца пазіцыя тайла на сетцы Меркатара, пачатковае значэнне байта, на якім пачынаецца карцінка ў секцыі тайла і памер карцінкі.

Тайл – гэта выява 256×256 пікселяў. Тайлы расстаўляюцца на сетку Меркатара, і з іх атрымліваецца карта, якую мы бачым, адкрыўшы OpenStreetMap.

Такім чынам, атрымліваецца пошук з хуткасцю $O(1)$. Гэта значыць, незалежна ад колькасці запісаў, хуткасць пошуку будзе роўная адзінцы.

Выкарыстанне без Інтэрнэту. Дзякуючы таму, што тайлы будуць адмяляваны загадзя, няма патрэбы выкарыстоўваць Інтэрнэт для атрымання даных, модуль можа маляваць карту проста з файла, што дазволіць больш эфектыўна выкарыстоўваць рэсурсы смартфона. Прыклад карт дадзены на мал. 2.