

ИЗПОЛЗВАНЕ НА ВГРАДЕН МИКРОКОНТРОЛЕР ПРИ ИЗГРАЖДАНЕ НА СИСТЕМА ЗА СВЕТЛИННИ ЕФЕКТИ В ДОМОВЕ НА БЪДЕЩЕТО

Владимир Н. Иванов

***Абстракт:** В статията са разгледани някои конструктивни особености и приложни аспекти от изграждането на система за светлинни ефекти в домовете на бъдещето. Като основа е използван вграден FPGA базиран микропроцесор и специализирано програмно осигуряване. Обсъдени са и някои възможности за бъдещо развитие, в посока повишаване качеството на живот на обитателите на домовете на бъдещето.*

***Ключови думи:** FPGA, вграден микропроцесор, домове на бъдещето, зрителна стимулация, биофийдбек*

ВЪВЕДЕНИЕ

Една от задължителните черти характеризиращи качествата на домовете на бъдещето е наличието на система за светлинни ефекти. Една от хипотезите за нейното присъствие в домовете на бъдещето се базира на съществуващото в научните среди мнение, че цветотерапията се явява един от най-перспективните и действени методи за лечение и подобряване на здравния фактор на човека. Като наука, цветотерапията се е зародила още в древна Гърция. С цвят са лекували в Египет, Китай, Индия и Персия. В египетски храмове съвременните археолози са открили стаи, чиято конструкция пречупвала слънчевите лъчи в разнообразни цветове. По този начин, пациентите са се «къпали» в оздравяващи потоци на целебни лъчи. Може да се каже, че без цветове нашето съществуване е не мислимо. Основно, ние възприемаме цвета посредством зрението, чрез кожата, мускулите и понякога през костите. При проникването на цвета в нашия организъм, той предизвиква различни биохимически реакции в тъканите и стимулира съответните жлези. В този смисъл, присъствието на система за светлинни ефекти в домовете на бъдещето се оказва необходимо средство за възстановяване на дейностите на организма, да му осигури душевно равновесие и да излекува сериозни заболявания [1]. Това приложение в комбинация с биофийдбек тренинга [5], позволява лекуване и стимулиране на обитателите на дома на бъдещето посредством една управляема система за светлинни ефекти.

По своята същност, проблемът за изграждане на реална система за светлинни ефекти в домовете на бъдещето, представлява задача контролираща поведението на няколко апаратни модула работещи в режим на време деление.

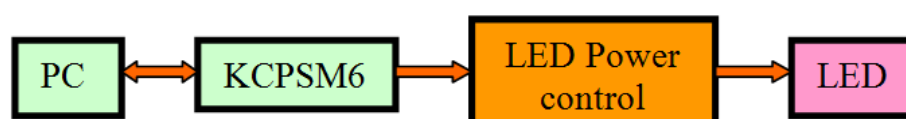
От гледна точка на практическо изпълнение, реализацията на тези модули е изключително удобно да се извърши в рамките на един FPGA чип. Използването на

подобен подход елиминира всички ограничения от типа на бързодействие и ресурси и открива възможности за реализиране на елегантни инженерни решения.

Типичен пример в това отношение представлява използването на вградени процесори. Те се оказват най-ефективното средство за реализиране на апаратни ресурси изпълняващи няколко бавни задачи в режим на време деление, тъй като тяхното поведение се описва по естествено в програмна среда.

1. АРХИТЕКТУРА

В обобщен вид, структурната схема на системата за система за светлинни ефекти в домове на бъдещето, разработена на базата на KCPSM6 е показана на Фигура 1:



Фигура 1. Структурна схема на системата за светлинни ефекти.

Това представлява осъвременен вариант на класическа схема, при която главното управление е поверено на PC, а ролята на вградения процесор е сведена до изпълняване на получаваните от PC команди и поддържане на диалог с потребителя.

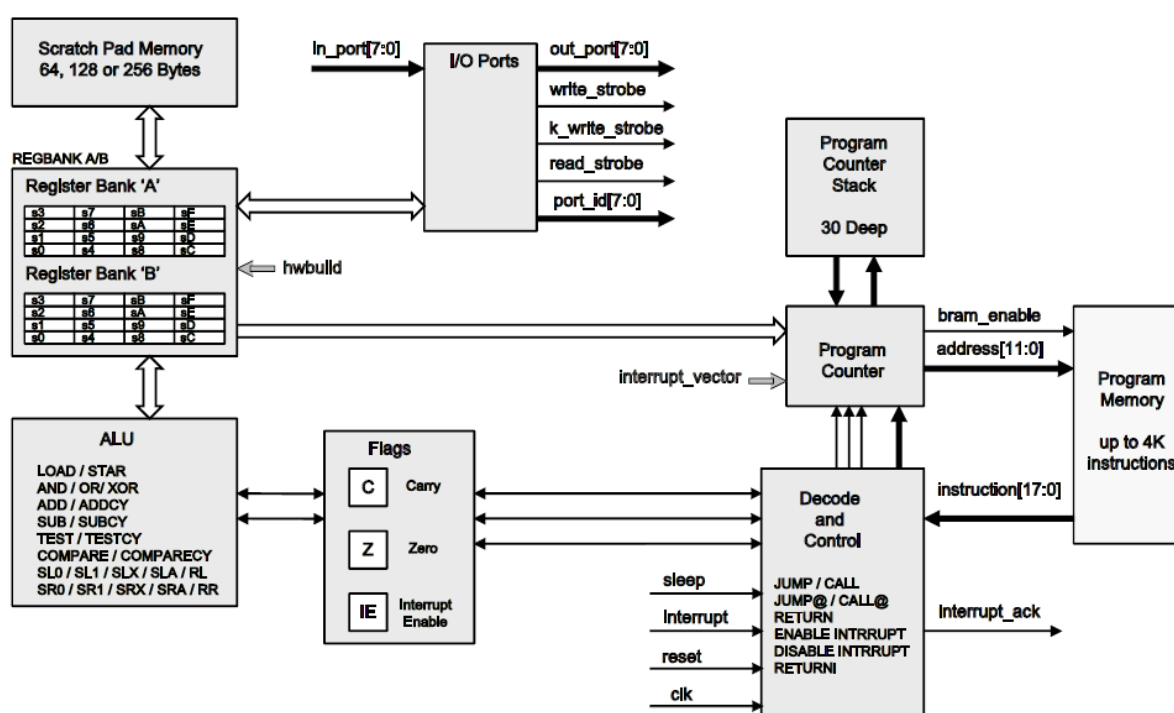
Основното съображение за използването на PC в рамките на разработената система е възможността то да се използва в качеството на интелигентен терминал в процеса на инициализация, диагностика и настройка на разработваното устройство, а в последствие и за активно управление.

За осъществяване на диалога с PC, в системата на вградения процесор е включен апаратен USB – UART мост. Този мост осигурява апаратната връзка с PC при скорост на обмен 115200 бода. Тази скорост се оказва напълно достатъчна за интерактивно управление на разработената система и позволява нейната синхронизация със звукови въздействия.

2. ПРАКТИЧЕСКА РЕАЛИЗАЦИЯ

С цел постигане на повишена гъвкавост и разширени възможности, апаратната част която възприема командите отговорни за генерирането на едно или друго светлинно въздействие е реализирана на базата на вграден процесор. В конкретния случай, в качеството на вграден процесор е използван добилият извънредно широка популярност процесор PicoBlaze вариант KCPSM 7. PicoBlaze е програмен 8-битов

микроконтролер, който е предназначен за вграждане в прибори от сериите Spartan-6, Virtex-6 или 7-Series на фирмата Xilinx. За неговото реализиране са необходими едва 26 Slices и един блок памет, което представлява 4,3% от ресурсите на най-малкия чип от серията Spartan-6 (XC6SLX4). Той притежава богат набор от 18 битови инструкции, две банки от 16 регистри с общо предназначение, поддържа програми до 4К инструкции, работи с тактови честоти от порядъка на 240 Мхц и може да се реконфигурира динамично. Архитектурата на този процесор е показана на Фигура 2.



Фигура 2. архитектура на процесора PicoBlaze вариант KCPSM 7.

С цел постигане на определено удобство за процеса на проектиране, вграденият процесор, съпътстващата го логистична среда и изпълнителни модули са описани на език от високо ниво VHDL, с прилагане на методиката описана в [3]. Тази методика позволява автоматично получаване на конфигурационен файл на изграждания апаратен ансамбъл и шаблон за управляващата програма на вградения процесор, непосредствено от собствената му блокова схема. Самата управляваща програма не е голяма. Тя е написана на асемблер и заедно с мониторингата и комуникационната програма не надхвърля 300 команди, което позволява използването на минималния вариант на процесора KCPSM6. И понеже използваният процесор е в състояние да обслужва собствена памет до 4к, в нея спокойно може да се съхранява информация за различни светлинни ефекти, които потребителя избира по едни или други

съображения, ситуации или при автономна работа на системата. Освен в собствената си памет, подобна информация може да се зареди и в ресурсите на наличната в FPGA блокова памет. И понеже на апаратно ниво блоковата памет е двупортова, информацията в нея може да се презарежда в процеса на работа на управляващото устройство (on the fly) без това да се отрази на изпълнението на основните му функции.

3. ПРОГРАМНО ОСИГУРЯВАНЕ

Програмното осигуряване на системата за светлинни ефекти се състои от два програмни модула. Първият управлява поведението на вградения процесор, а втория терминалната програма отговорна за поддържане на диалога с потребителя през РС. Програмата определяща работата на вградения процесор е написана на асемблер и осигурява изпълнението на следните функции:

- Инициализира устройството в режим предварително определен от потребителя.
- Инициализира регистрите отговорни за генерирането на цвят съобразно получените от РС команди.
- Поддържа обмен на командни последователности и скриптове с терминалната програма.

В качеството на терминална програма за реализираща информационния обмен с РС, системата ползва PicoTerm [2]. Тя е разработена специално за практически приложения на процесора PicoBlaze и представлява упростена версия на РС базиран терминал предназначен за проекти, които използват за изграждане на връзка UART макроси, свързани към USB / UART порт на произволна развойна система или платка. Въпреки че подобна връзка може да се осъществи с всяка една терминална програма (Hyper terminal, PuTTY, SecureCRT и др.), правилното определяне на всичките им комуникационни и ASCII опции често се явява предизвикателство. В това отношение настройките за комуникация на PicoTerm са предварително фиксирани както следва 8-бита, 1 Stop Bit, No Parity and No Handshake и скорост на обмен 115200 бода. Така само номера на COM порт трябва да бъде зададен, което го прави съвместим с всички UART макроси, предвидени за работа с PicoBlaze. PicoTerm поддържа всички стандартни скорости на обмен от 1200 до 921600 бода. PicoTerm поддържа стандартните кодове за контрол, изпълнява „управляващи последователности“ (Device Control String DCS), притежава значителна част от апаратните възможности на

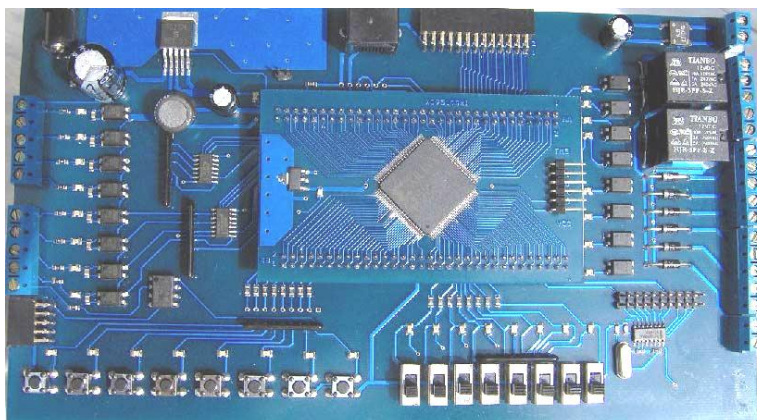
терминалите VT100. По важните от тях, които могат да намерят практическо приложение в рамките на системата за светлинни ефекти са:

- Текст с 8 цвята;
- Виртуален 7-сегментен дисплей (4 цифри);
- 256 x 256 графичен дисплей;
- Информация за дата и час;
- Генериране на случайни числа;
- Запис във файл;
- Четене на текстови файлове.

PicoTerm работи под управлението на операционни системи Windows-XP и Windows-7.

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ РЕЗУЛТАТИ

За практическото реализиране на системата за генериране на светлинни ефекти е използвана подобреният вариант на универсалната апаратна среда за развой с препрограмируеми прибори[4], който позволява работа с модули съдържащи най-малкият FPGA чип от серията Spartan 6 XC6SLX4 в корпус TQ144. Общият вид на управляващото устройство е показан на Фигура 3:



Фигура 3. Общ вид на управляващото устройство.

С оглед да се елиминира загубата на време възникваща в процеса на настройка на управляващото устройство на системата вследствие извършването на стандартните процедури по неговото конфигуриране в итеративен режим, бе използвана програмата на JTAG Loader, която зарежда новата програма директно в RAM паметта на FPGA прибора за по малко от 3 сек, без да се налага ново конфигуриране на проекта.

Така за кратко време, на малки стъпки бе постигната бърза и лесна итеративна настройка на управляващата програма.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ И БЪДЕЩО РАЗВИТИЕ

Проведените практически изпитания на проектираното и реализираното устройство за генериране на светлинни ефекти на базата на вграден процесор PicoBlaze вариант KCPSM 7 показва достатъчно индикации за неговата гъвкавост и висока надеждност. Тези факти, в съчетание с разработеното програмно осигуряване и интерфейсът за комуникация с потребителя откриват път за практическо приложение на предложеното управление в решения свързани с интерактивно въздействие върху обитателите на домовете на бъдещето. Възможни реализации свързани с това са: светодиодни осветителни тела, мултимедийни табла за информация и забавление и т.н. Тук може да се отбележи и възможна аудио интеграция за звукова стимулация посредством модулация на преходите в избран цветови диапазон. Подобно решение ще позволи повишаване на ефективността в процесите на работа, почивка, забавления и др., а като цяло и до подобряване качеството на живот в домовете на бъдещето.

БЛАГОДАРНОСТ

Резултатите представени в настоящата публикация са частично финансирани по проект “Изследване на възможностите за идентифициране на киберзаплахи и тяхната връзка с поведенческата динамика на потребителите в домовете на бъдещето”, ДФНИ Т01/4, 2012-2014, www.smarthomesbg.com, Фонд “Научни изследвания”, Министерство на образованието, младежта и науката, Р. България.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://larisa-love.com/cvetoterapiya-lechenie-cvetom/>
2. www.xilinx.com/picoblaze
3. Ivanov VI. „On the approach for automatic generation of small embedded PicoBlaze system”, In Proc. of the 13th International Conference on ACS D, Barcelona, Spain, 2013.
4. Иванов Вл. „Универсална апаратна среда за развой с препрограмируеми прибори”, Сб. трудове на НМШ, Русе, 2013.
5. Дейнович, А. Тренинг ЕЕГ – биофийдбек (невротренинг), Модул 1, Технически доклад, АДЕА ЕООД, 2012.