

USING GENIUNO ZERO ARM BASED PLATFORM IN COMPUTER ARCHITECTURE COURSES

Abstract: The use of the Genuino Zero board in the labs of the Computer architecture courses is proposed in this paper. A better matching between the concepts presented in the theory sessions and the labs is expected, in comparison to previous experiences in the same course using different platforms. The inclusion of an Atmel Embedded Debugger (EDBG) in the Genuino Zero board, and the use of an Atmel Studio provides a very powerful tool to easily explore the memory or analyze the assembler instructions that correspond to the high - level code.

Author information:

Dimitar Chobanov

Chief assist. prof. PhD in “Vasil Levski” National
Military University, Artillery, AD and CIS
Faculty – Shumen
✉ chobanov.d@abv.bg
🌐 Bulgaria

Keywords:

Computer Structure, Computer Structure course,
Genuino Zero.

Въведение

Натрупаният опит при обучение в областта на компютърните архитектури показва, че немалка част от студентите при сблъсъка с големия обем от технически детайли изпитват затруднение при свързването на теоретичните концепции с използваната в процеса на обучение хардуерна платформа – персонален компютър. Наблюденията показват, че платформата използвана за придобиване на практически знания има влияние не само върху представянето на студентите, но и в тяхната мотивация [1, 2, 3].

Идеята за използване на Genuino Zero е базирана на основните характеристики на платформата залегнали при нейното създаване, а именно:

- Лесна за използване както от начинаещи, така и напреднали потребители
- Платформата е с отворен код не само по отношение на софтуера, но и хардуера
- Поддържа се от голяма международна общност споделяща знания и код
- Платформата е с 32 – битова ARM архитектура
- Разполага с голям обем памет
- Разполага с вграден дебъгер (EDBG chip)
- Arduino IDE може да работи под различни операционни системи
- Ниската консумация на енергия позволява използването в IoT приложения
- Възможно е използването на голям брой съвместими платки (shields) с различна функционалност
- Ниската цена на платформата я прави достъпна и за обучаваните студенти

В статията се предлага вариант на използването на Genuino Zero като платформа за обучение в областта на Компютърните архитектури.

Описание на платформата

1. Микроконтролер

Geniuno Zero е базирана на микроконтролер платка, принадлежаща на фамилията Arduino, или по – точно на серията платки с разширени възможности, предназначени за напреднали ползватели. Основните характеристики на микроконтролера SAM21G18A – AU са представени в таблица 1.

Таблица 1

Параметър	Стойност
Процесор	ARM Cortex Mo + 32CPU, DMA, USB
Архитектура	ARMv6
Комплект инструкции	Thumb2 ревизия r0p1
Максимална тактова честота	48 MHz
Работно напрежение	1.62V – 3.63V
Flash памет	256 KB
SRAM памет	32 KB
ADC канали	20
DAC канали	1
PWM изходи	10
RTC	Да
Интерфейси	USB, I2C, I2S, SPI, LIN, TWI

2. Отстраняване на грешки (Debuging)

Geniuno Zero притежава вграден чип за отстраняване на грешки: Atmel EDGB. От гледна точка на поставената цел, това е една от най – интересните възможности на тази платка, позволяваща изучаването на компютърната архитектурата, придобиване на практически опит и усвояване на основните концепции. EGDB чипа на Atmel позволява отстраняване на грешки по време на изпълнение на програмата с помощта на Atmel Studio.

3. Памет

Geniuno Uno притежава хибридна харвардска архитектура, при която програмните инструкции и данните са разположени в различни типове памет: FLASH памет с обем 256 KB и SRAM памет с обем 32 KB. Двата типа памет са част от картата на паметта на микроконтролера SAM21G.

4. Вход/Изход

Geniuno Uno разполага с 20 входно изходни пина с общо предназначение. Пиновете, които могат да бъдат използвани като PWM изходи са: 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12 и 13. Работното напрежение на всички пинове е 3,3 v, като максималният ток, който може да се черпи от всеки пин е 7 mA. Към всеки пин може да бъде включен pull-up резистор, изключен по подразбиране.

Някои пинове притежават специализирани функции:

- Пинове 0 (RX) и 1 (TX) се използват за приемане (RX) и предаване (TX) на серийни данни с TTL нива.

- Всички пинове с изключение на пин 4 могат да се използват за външни прекъсвания
- Пин A0 може да бъде свързан към 10 – битов цифро–аналогов преобразовател
- ICSP конектора може да се използва за комуникация по SPI протокол
- Платката има вграден светодиода свързан към пин 13
- Шест от пиновете означени с A0 до A5 могат да бъдат използвани като входове на аналого–цифров преобразовател с резолюция 12 бита
- Пинове SDA и SCL могат да бъдат използвани за TWI комуникация

- Пин AREF може да бъде използван като източник на опорно напрежение за аналоговите входове

- Чрез подаване на ниско ниво на пин Reset микроконтролера може да бъде установен в начално състояние

5. Програмиране

Програмният език Arduino е базиран на open – source проекта Wiring, който произлиза от C/C++. По тази причина се предвижда въведение в програмирането на C/C++ в началото на курса.

Платките Arduino най – често се програмират с помощта на Arduino IDE. След написване на кода и компилиране програмата може да бъде заредена по два начина:

- С използването на Programming Port : За целта, в Arduino IDE следва да бъде избран "Arduino/Genuino Zero (Programming Port)" като платка за програмиране. Програмният порт използва EDBG за осъществяване на USB – to – SWD конекция.

- С използването на Native port: За програмиране чрез порта е необходимо да бъде избран "Arduino/Genuino Zero (Native USB Port)" като платка за програмиране. Native Port е директно свързан към микроконтролера SAM21G18.

6. Сензори и изпълнителни механизми

За да се подобри практическият опит на студентите се предвижда използването на различен вид сензори и изпълнителни (задвижващи) механизми.

Предлага се използването на следните сензори:

- Сензор за влажност и температура – DHT11
- Сензор за светлинни източници – Фоторезистор LDR07
- Ултразвуков сензор за измерване на разстояние – LV-EZ2
- RFID сензор – RC522

В качеството на изпълнителни (задвижващи) механизми се предлага използването на:

- Сервомотор – SG90
- Постояннотоков електродвигател - TFK-280SA-22125
- Пиезоелектрически излъчвател – LD-BZPG-2312
- LCD дисплей – LCD1602
- Светодиоди

Съдържание на учебната програма

Курсът има за цел да запознае студентите с основните функционални възли на компютъра и взаимната им свързаност чрез използване на платформата Genuino Zero.

Предлага се учебната програма да съдържа пет теми:

1. Тема 1. Въведение
2. Тема 2. Системна памет
3. Тема 3. Асемблер и машинен език
4. Тема 4. Път на данните
5. Тема 5. Входно/Изходна система

Тема 1 има за цел да въведе студентите в същността на курса и основните идеи залегнали в следващите теми. В темата ще се изучават основните съставни елементи на компютъра. Ще се обсъдят основните концепции, като етапите на изпълнение на инструкция, типовете архитектури (разликите между Фон Ноймановата и Харвард архитектурите), главните характеристики на компютъра (памет, разрядност, тактова честота на процесора, скорост на пренос, и т.н.).

Тема 2 анализира системната памет на компютъра от гледна точка на нейната йерархия. Фокусът е насочен към изучаване предназначението на различните нива в йерархията на системната памет. Обръща се специално внимание на стека и неговата роля при извикване на

функции и процедури, разделянето на паметта използвана за съхранение на данни и инструкции при Харвард архитектурата, в сравнение с общата памет за съхранение на данни и инструкции при Фон – Ноймановата архитектура.

Тема 3 в фокусирана върху системата от инструкции на ARM микроконтролерите – Instruction Set Architecture (ISA), асемблерния и машинен езици. Едната от целите на темата е да запознае студентите с различните формати на инструкциите и методите за адресиране. В темата студентите ще се запознаят и с основните концепции на Application Binary Interface (ABI) на ARM микроконтролерите – извикването на процедури (call procedure), подравняване на данни (data alignment).

Тема 4 има за цел да запознае студентите с пътя на данните (datapath) по време на различните етапи на изпълнение на инструкция – извличане, декодиране и изпълнение.

Тема 5 разглежда входно – изходната система на АРМ микроконтролерите от гледна точка на различните техники за обмен на данни – пулинг, прекъсване и директен достъп до паметта. Фокусът е насочен върху правилното използване на всяка една от посочените техники в аспекта на силните и слабите им страни.

Към всяка тема се предвижда лабораторно упражнение с използването на платформата Genuino Zero и комплекта от сензори, и изпълнителни механизми.

Заклучение

Предложено е използването на Genuino Zero платформа и набор от сензори, и изпълнителни (задвижващи) механизми в курс по компютърни архитектури. Очаква се с прилагането на предложената програма за обучение, с изучаването на етапите на изпълнение на инструкции, разликите между Харвард и Фон – Ноймановата архитектура при използване на системната памет, форматите на инструкциите и методите за адресиране, пътя на данните (datapath) и входно – изходната система при обмен на данни, студентите по – лесно да усвоят основните концепции в областта на компютърните архитектури.

Идеята заложена в предложената програма за обучение е приложена частично при подготовката на ученици от гимназиален етап в Средно училище „Панайот Волов“, гр. Шумен участващи в допълнително обучение за придобиване на професионална квалификация по професия „Приложен програмист“, част от Националната програма „Обучение за ИТ кариера“ реализираща се от Министерството на образованието и науката. Обучаваният екип от ученици от Средно училище „Панайот Волов“ защити с отличен резултат практически проект, базиран на Genuino Uno, на тема „Система за контрол на достъпа с радиочестотна идентификация“ в Русенския университет „Ангел Кънчев“.

Настоящата статия се реализира във връзка с Проект РД-08-75/30.01.2019 г. – Усъвършенстване на способностите за съхранение на данни в интегрирана среда за информационна сигурност, финансиран от ШУ „Епископ Константин Преславски“.

References:

1. Xavier del Toro Garcia, Maria J. Santofimiy, Beatriz Garcia Fernandez, Santiago Garcia, Javier Dorado, David Villay and Juan Carlos Lopez, “Learning Computer Structure through an ARM-based Arduino platform”, Institute of Energy Research and Industrial Applications, University of Castilla-La Mancha, Ciudad Real, Spain, Institute of Technology and Information Systems, University of Castilla-La Mancha, Ciudad Real, Spain, Science Education. Department of Pedagogy. Faculty of Education of Ciudad Real, University of Castilla-La Mancha, Spain.
2. M.A. Rubio Escudero, C. Mañoso Hierro, A. Pérez de Madrid y Pablo, “Using arduino to enhance computer programming courses in science and engineering.”, Proceedings of EDULEARN13 Conference, 07.2013, Barcelona, Spain, pp. 5127-5133, ISBN: 978-84-616-3822-2.
3. Boyanov, P., Hristov, H., Security and vulnerability of the modern information systems in the government agencies, private organizations and academic institutions, International Scientific Online Journal, www.sociobrain.com, Publ.: Smart Ideas - Wise Decisions Ltd, ISSN 2367-5721 (online), Issue 42, February 2018, pp. 386-391.