Пловдивски Университет “Паисий Хилендарски”
Факултет по Математика и Информатика
Катедра Софтуерни технологии

Дипломна Работа на тема:
“Статична C библиотека за Arduino”

Дипломант:
Веселин Станчев
ФН: 1801321012
спец. СИ

Научен Ръководител:
гл. ас. д-р инж. Стоян Черешаров

Пловдив 2022 г.

Съдържание

Увод

Със развитието на IoT все повече стават популярни едноплатковите development boards като Arduino Uno и Raspberry Pi Pico които могат да послужат за учебни/университетски проекти или домашна автоматизация. Съществуват няколко вида instruction sets:

- CISC -> Complex Instruction Set Computer
- RISC -> Redused Instruction Set Computer
- MISC -> Minimal Instruction Set Computer

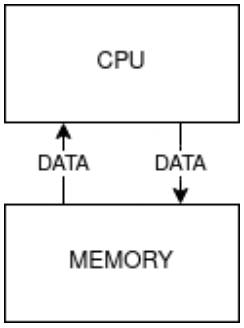
CISC се използва при x86_64 базираните настолни компютри и лаптопи.

RISC се използва при микроконтролерите Atmega 328p и RP2040.

Arduino Uno е базиран на Atmega 328p а Raspberry Pi Pico е базиран на RP2040.

Redused Instruction Set означава че по-сложните инструкции се свеждат до изпълнение на основните инструкции. Архитектурата на Atmega 328p и RP2040 е System on Chip (SoC).

SoC означава, че най-важните компоненти за една компютърна система - процесора и паметта, според фон Ньоймановата архитектура са обединени в един чип.



Фиг. 1

Фиг. 1 показва разделението на процесора и паметта.

Начините за програмирането на Arduino са:

- чрез използването на C++ базирания диалект
- чрез използването на C
- чрез използването на Assembler

Езикът C е език от ниско ниво и затова гарантира бързина на изпълнение на програмата. Много по-добре е да се използва C отколкото официалния C++ диалект.

Ако се цели още по-голяма бързина, тогава се използва Assembler.
Съществуват няколко вида архитектура на instruction set-a:

- x86_64 -> за настолни компютри и лаптопи.
- ARM -> за мобилни устройства, микроконтролери и едноплаткови компютри (Advanced RISC Machine).
- RISC-V -> open-source RISC базирана архитектура.

За различните архитектури на instruction set-a има различни асемблери.

Instruction Set Architecture	Assembly Language
X86_64	MASM, NASM
ARM	GNU Assembler
RISC-V	GNU Assembler; AVR Assembler

За X86_64 архитектурата на instruction set-a разполагаме със:

➔ Microsoft Assembler който може да се пише в директива __asm{...} в C/C++ source файл

➔ Netwide Assembler – свободен асемблер

За ARM архитектурата на instruction set-a разполагаме със:

➔ GNU Assembler - свободен асемблер за RISC базирани микроконтролери и процесори.

➔ AVR Assembler - свободен асемблер за широк спектър от Atmel базирани микроконтролери и процесори.

Примери за едноплаткови компютри:

- Raspberry Pi
- Olinuxino A20

Едноплатковите компютри помагат за по-лесния достъп на ученици и студенти до изучаването на компютърните науки. Те са с ниска крайна цена но достатъчно мощни за разработването на различни проекти.

Библиотеките съдържат предефинирани функции в езика.

Съществуват 2 типа библиотечни файлове – статични и динамични.

Цел на дипломната работа:

Да бъде създадена статична библиотека на C за Ардуино заедно със Асемблерска част която да бъде включена в библиотеката. Целта на библиотеката е да покаже взаимодействието между C и Assembler.

От тази цел произтичат следните задачи:

- ***Изследване на съществуващите C библиотеки и анализ на datasheet-овете на микроконтролерите за които е предназначена асемблерската част***
- ***Анализ на целевите процесорни архитектури за които е предназначена библиотеката.***
- ***Дефиниране на изискванията към библиотеката***
- ***Използвани софтуерни инструменти***
- ***Кадиране на библиотеката***
- ***Постигнати резултати. Бъдещо Развитие***

Глави:

Увод

- ***Глава 1 - Изследване на съществуващите C библиотеки и анализ на datasheet-овете на микроконтролерите за които е предназначена асемблерската част***
- ***Глава 2- Анализ на целевите процесорни архитектури за които е предназначена библиотеката.***
- ***Глава 3 - Дефиниране на изискванията към библиотеката***
- ***Глава 4 - Използвани софтуерни инструменти***
- ***Глава 5 – Кадиране на библиотеката***
- ***Глава 6 – Постигнати резултати. Бъдещо Развитие***

Заключение

Изследване на съществуващите C библиотеки и анализ на datasheet-овете на микроконтролерите за които е предназначена асемблерската част

Както стана ясно в увода, съществуват 2 типа библиотечни файлове (библиотеки) – статични и динамични. Статичната библиотека представлява архив с разширение .a , който се състои от обектни файлове с разширение .o . Динамичната библиотека от своя страна представлява файл с разширение .so (shared object) . Когато се работи под управление на GNU/Linux OS има основна директория, която съдържа динамичните библиотеки -> /*usr/*lib. По отношение на header файла той представлява файл с декларирани функции които ще бъдат налични в основната C програма или както е в този случай -> в библиотеката.

Когато се напише #include <mylib.h> -> header файла се търси в основната директория ->/*usr/*lib. Когато се напише #include “mylib.h” -> header файла се търси в конкретната директория, в която потребителят се намира в момента.

Примери за C библиотеки:

- stdlib.h
- stdio
- math.h

Нека разгледаме библиотеката libc и нейния header файл stdlib.h . Библиотеката libc съдържа основни функции на езика които могат да бъдат използвани в различни C програми. Header файлът stdlib.h съдържа различни функции като например:

- atoi
- atol
- malloc
- free

Функцията atoi получава като аргумент символ или символен низ- string и го преобразува в цяло число от тип int.

Функцията atol получава като аргумент символ или символен низ- string и го преобразува в число от тип long.

Чрез функцията malloc се запазват байтове в паметта. Например:
`malloc(sizeof(int))`.

Чрез функцията free се освобождават вече заети байтове в паметта. Например:

```
int a=5;
free(a);
```

Нека разгледаме библиотеката stdio и нейния header файл stdio.h . Библиотеката stdio съдържа основни функции на езика които могат да бъдат използвани за стандартни входно-изходни операции (I/O). Header файлът stdio.h съдържа различни функции като например:

- fopen
- printf

Чрез функцията fopen отваря stream от байтове в паметта. Получава като аргументи името на stream-а който трябва да отвори и различен режим за отваряне Например:

fopen(“example“,“r“);

Нека разгледаме библиотеката math и нейния header файл math.h . Библиотеката math.h съдържа математически функции и дефинирани константи чрез препроцесорната директива #define . Header файлът stdio.h съдържа различни константи като например:

#define PI=3.14;

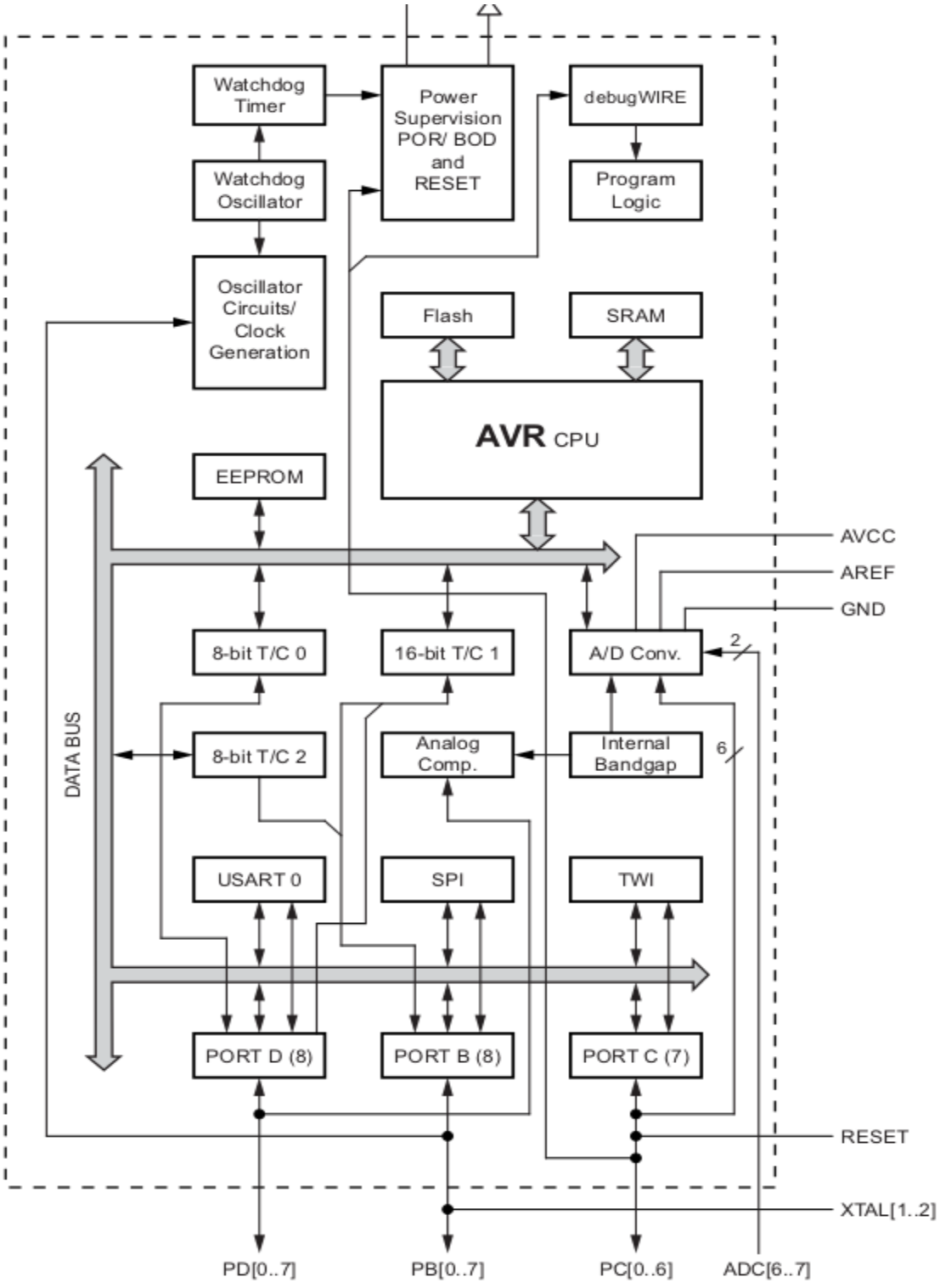
За разлика от разгледаните вече съществуващи библиотеки,статичната библиотека, цел на настоящата дипломна работа, ще съдържа асемблерска част, за да може действието й да бъде най-бързо.

За да се запознаем със микроконтролерите за които е предназначена библиотеката -> Atmega 328P и RP2040 е необходимо да анализираме тяхната документация – datasheet-овете им.

Следва кратък анализ на datasheet-а на Atmega 328P, след това и на RP2040.

Кратък анализ на datasheet-а на Atmega 328P

Според datasheet-а Atmega 328P е 8-bit RISC базиран микроконтролер. Може да бъде използван GNU Assembler-а, който е съвместим с RISC-базирани устройства.



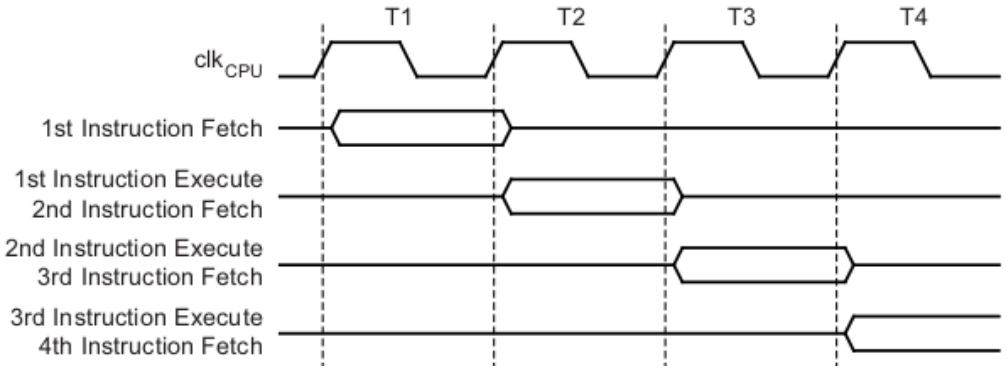
Фиг. 3

Фигура 3 показва процесора, паметите и адресната шина на Atmega 328P

Всеки един процесор изпълнява следните задачи върху процесорна инструкция:

- прихващане на инструкцията
- декодиране на инструкцията
- изпълнение на инструкцията

Figure 6-4. The Parallel Instruction Fetches and Instruction Executions



Фигура 6.4 от datasheet-а показва как на всеки 1 clock-cycle на clock сигнала последователно се прихващат, декодират и изпълняват инструкциите