ТУЕС към ТУ-София

Компютърни архитектури

Курсова работа

“Мини конзола” с Arduino Uno

Изготвил: Костадин Костадинов XI^{г} клас, випуск 2020г.

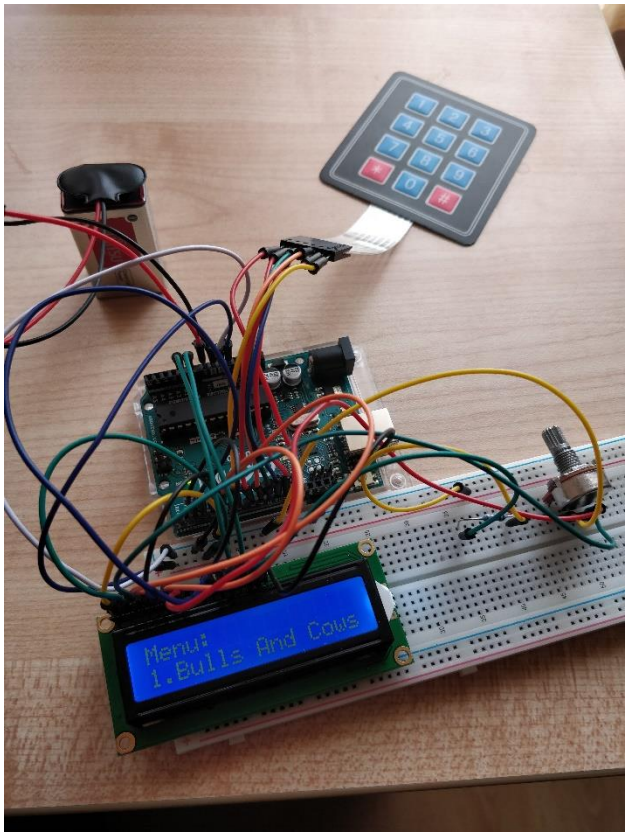
София, 02.05.2019

Съдържание

1. Идея на проекта

Проектът представлява мини конзола разработена чрез Arduino Uno. Конзолата съдържа две игри, стандартна версия на известната игра „Бикове и крави“ и играта „Динозавър“, малко по-различна версия от играта за Chrome браузерите. Възможно е да се пишат игри и да се вкарват лесно в конзолата без голяма модификация на сорс код.

Управлението се извършва чрез един пад с 12 бутона. Конзолата се захранва от 9V батерия, а цялата интеракция между юзера и конзолата е посредством 16x2 LCD дисплей. В схемата има и един потенциометър за регулиране на яркоста на дисплея, както и един 330 ом-ов резистор за да предпазва диода, който служи за подсветка на дисплея, от прекалено високо напрежение.



2.Ресурси

2.1 Използвани ел.компоненти

Използваните електронни компоненти са:

- Arduino Uno
- 16x2 LCD Display
- 4x3 Keypad
- 9V Battery
- 10kΩ потенциометър
- 330Ω резистор
- Ардуино джъмпери
- Бредборд

2.2 Използван софтуер, езици за програмиране и библиотеки

Използван софтуер:

Arduino IDE – безплатна стандартна среда за разработка за Arduino.

Главният файл на конзолата main.ino е написан изцяло на Arduino IDE.

Visual Studio Code – безплатен текстови едитор разработен от Microsoft.

С негова помощ са написани всички игри и цялата логика на конзолата.

GitHub – сорс контрол система

Линк към курсовата работа: https://github.com/KostadinovK/ELSYS-Arduino-Project

Използвани езици за програмиране:

Курсовата работа е написана изцяло на C++.

Използвани библиотеки и файлове:

Сорс кодът не е изцяло авторски. Използвани са външни библиотеки разрешени за ползване.

Arduino.h – главния Ардуино хедър файл, който дефинира всички функции специфични за Ардуиното.

LiquidCrystal.h – хедър файл дефиниращ функции за използването и контролирането на LCD дисплея.

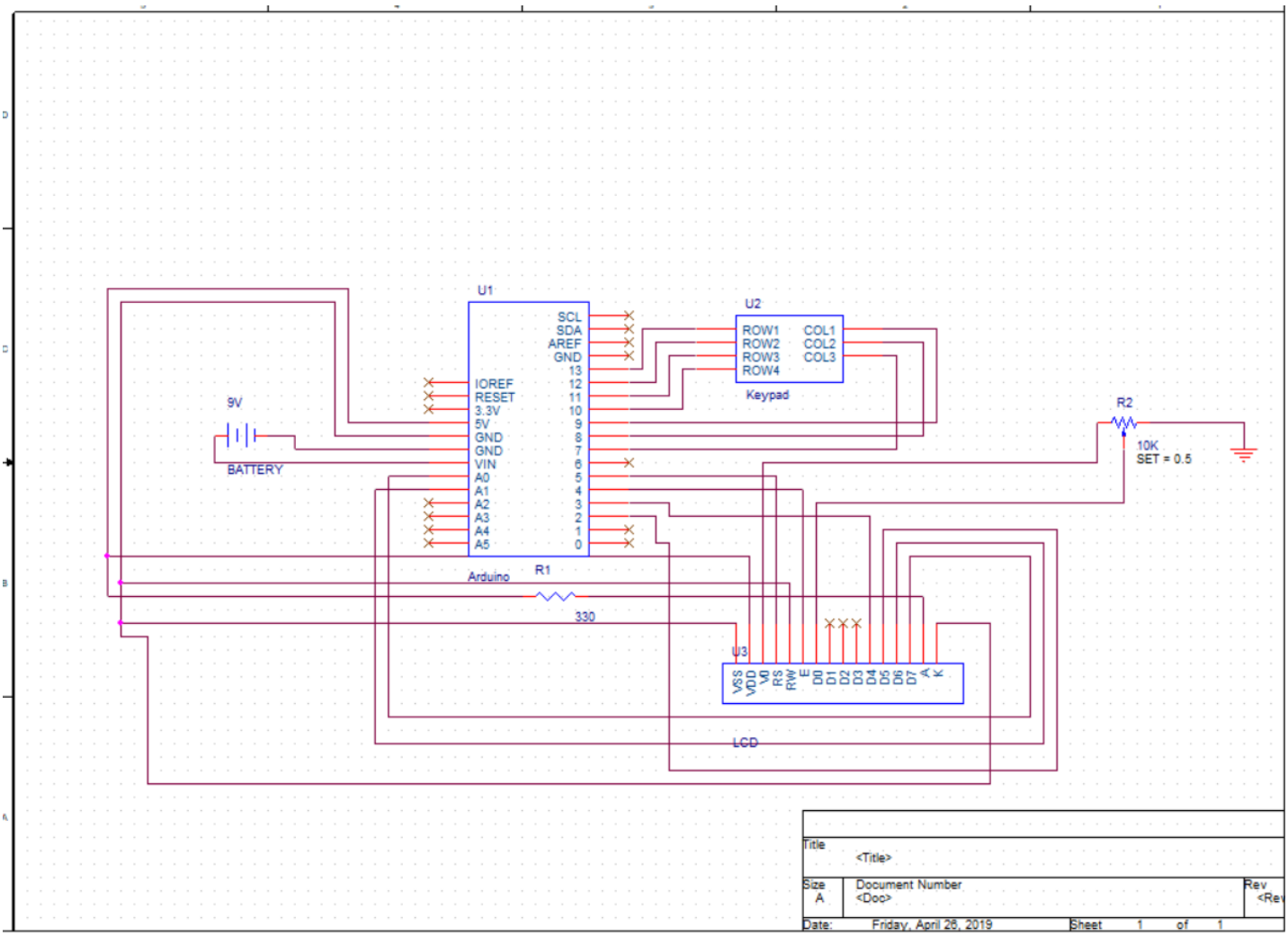
Keypad - библиотека съдържаща функционалност за контролирането и използването на 4x3 кейпада, служещ като контролер за конзолата.

Другите използвани библиотеки са изцяло авторски.

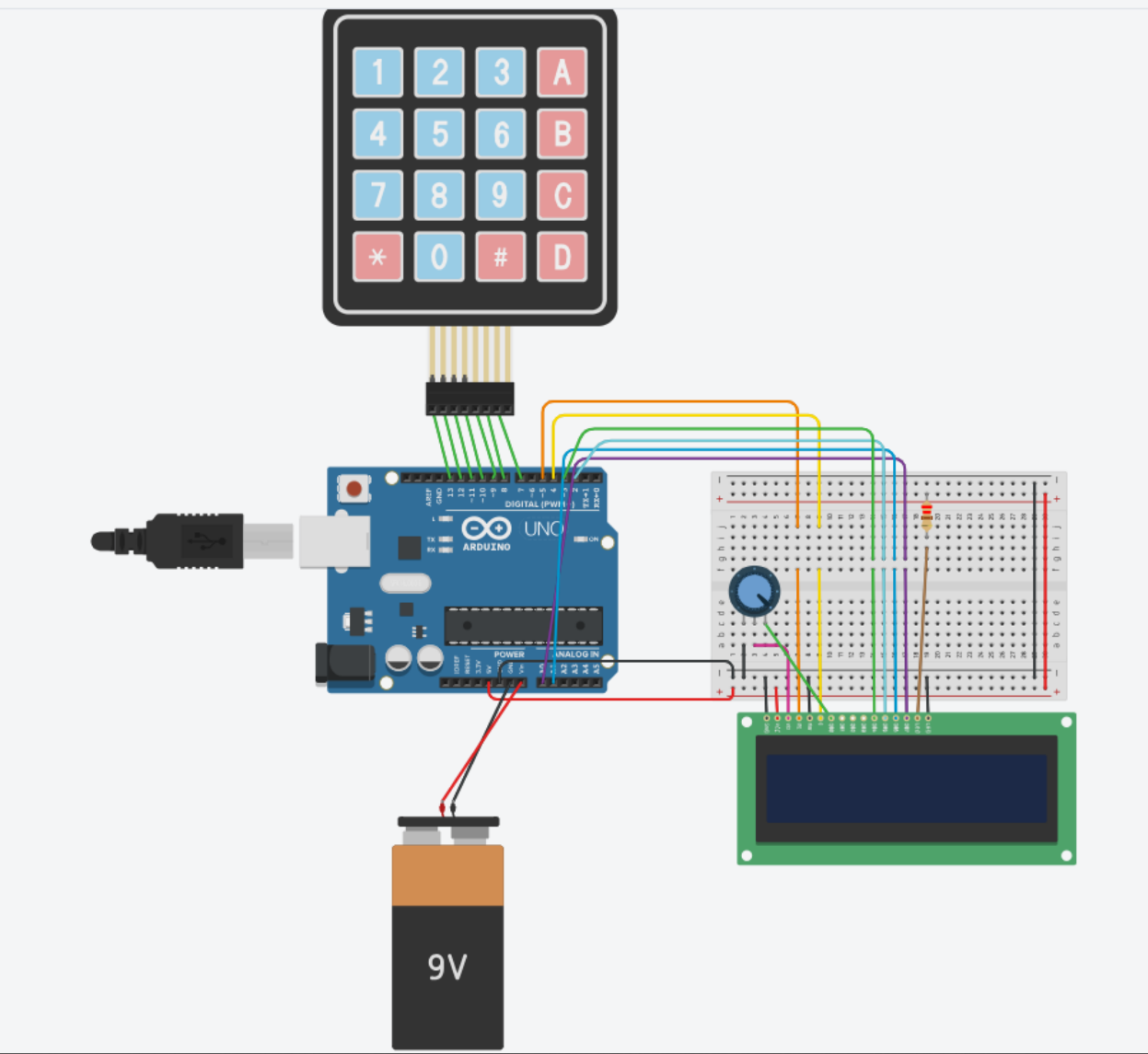
3.Хардуер

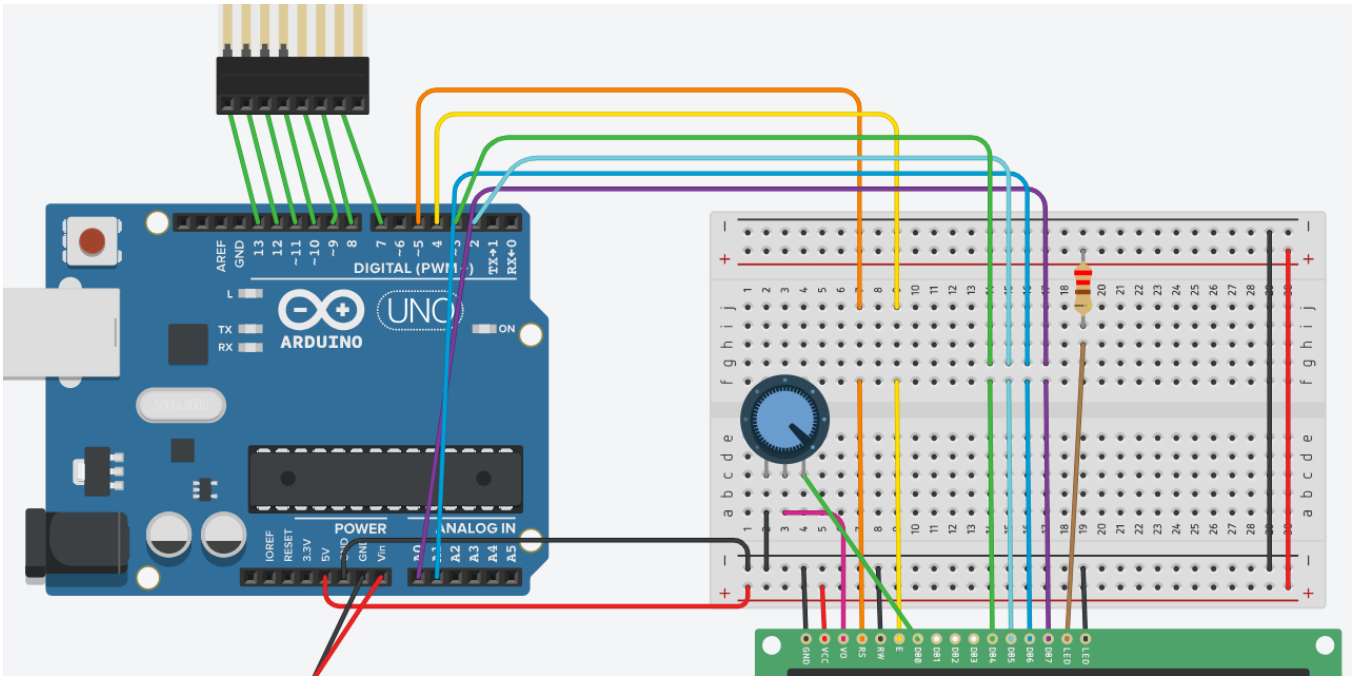
3.1 Принципна схема на устройството

Принципната схема е начертана на OrCAD Capture 10.5.



Същата схемата, но представена по-добре визуално, начертана на ThinkerCad:



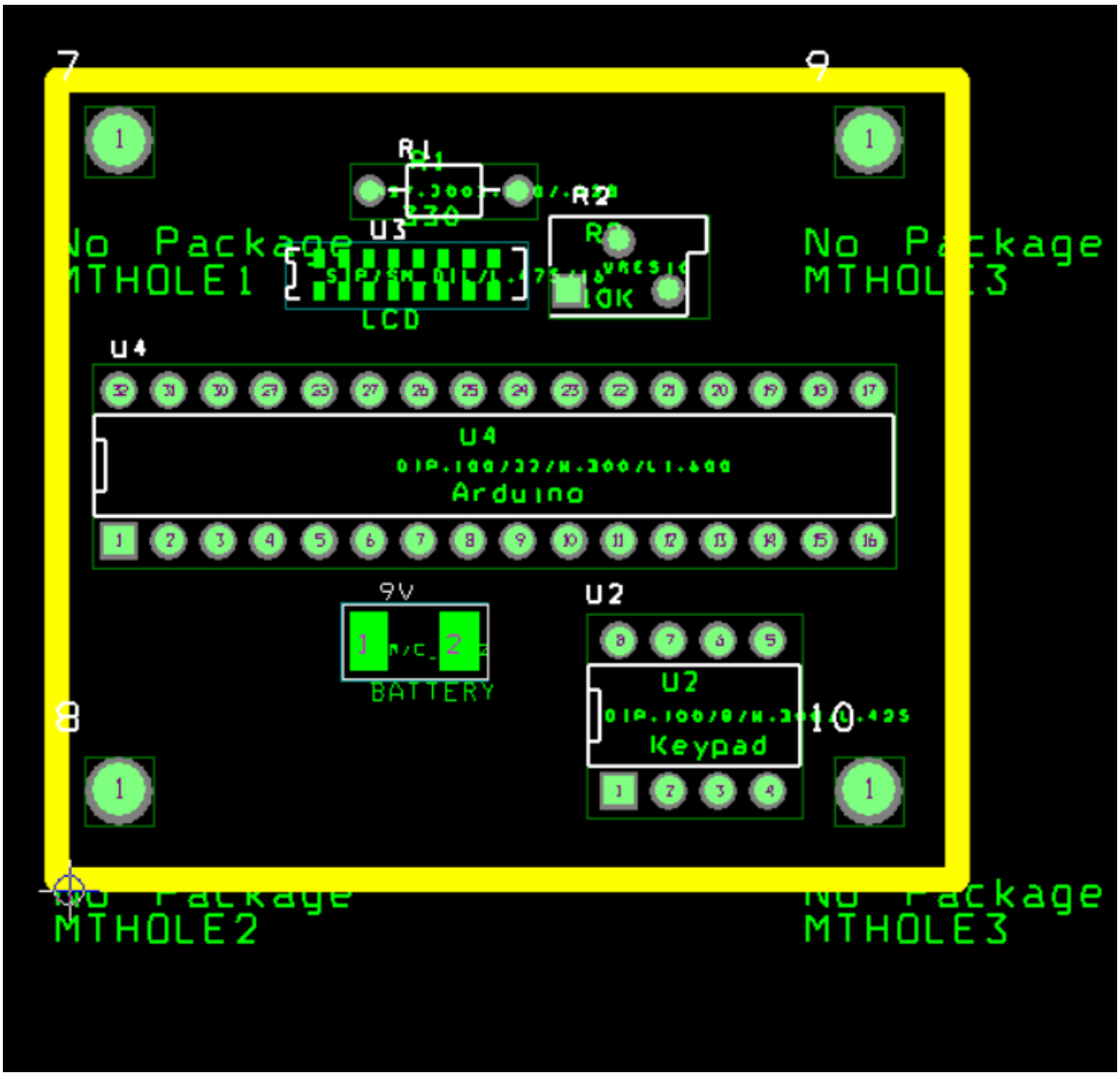


Поради това, че в ThinkerCAD няма 4x3 кейпад е използвам единствено в схемата 4x4. Двата кейпада са абсолютно идентични от гледна точка на използване, просто втория има с четири бутона повече.

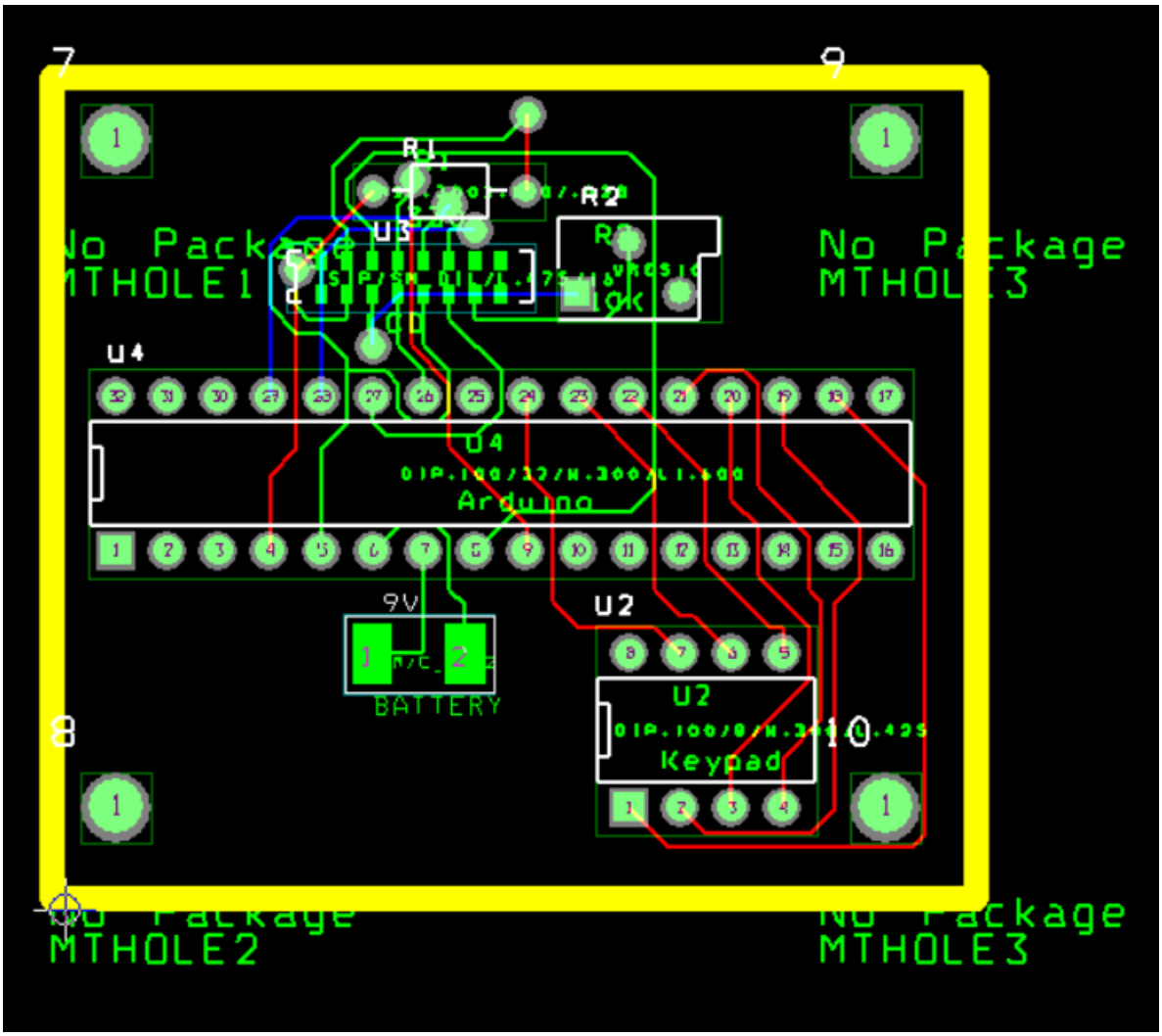
3.2 Графичен оригинал на печатната платка

Графичния оригинал на печатната платка е изработен с OrCAD Layout 10.5

Неопроводен графичен оригинал:



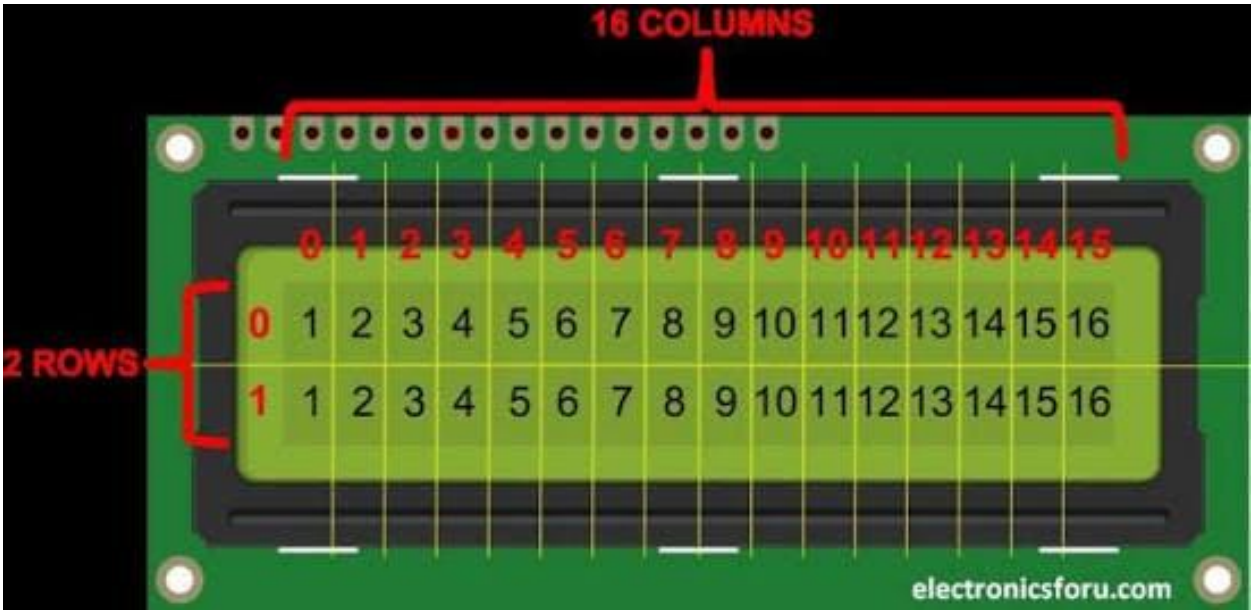
Опроводен графичен оригинал:



3.3 Устройство и работа

Батерията захранва Ардуиното като „+“ се върже към Vin пина, а пък „-“ към един от GND пиновете.
От своя страна Ардуиното захранва бредборда чрез 5V и GND.

LCD дисплей – 16x2 дисплея се състои от 32 чара, като има 16 на първия ред и 16 на втория. Всеки чар се състои от 40 пиксела(8 * 5). За щастие има вграден контролер (HD44780) в самия дисплей, чиято работа е да контролира тези пиксели.



Дисплеят има 16 пина, като два от тях са за подсветката. Тя може да се включи по избор. Сред тези 14 оставащи пина има 8 пина за данни(D0-D7), 2 пина за захранване(VSS и VDD), 1 пин за контраст на дисплея(V0) – контролираме го с потенциометъра и последните три пина са за контрол(RS, RW и E).

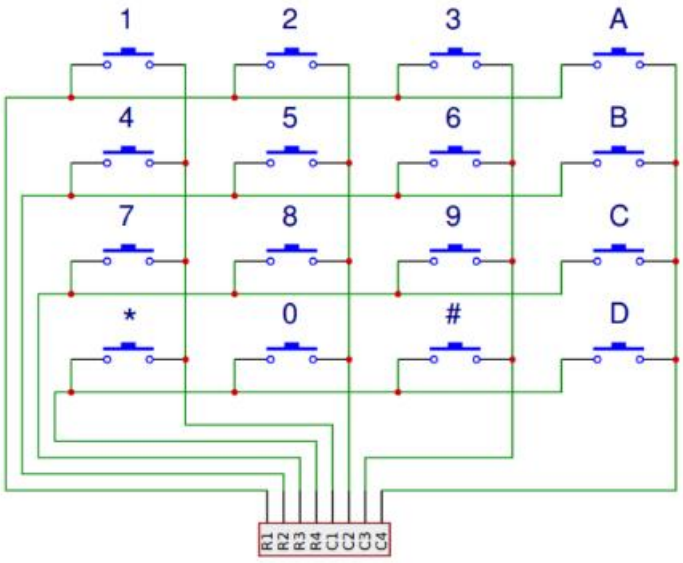
RW пина, който служи за преминаване на дисплея от Read в Write режим и обратното не се използва често затова може да се заземи, това настройва LCD-то в режим за четене. Така трябва просто да се контролира E(enable) пина и RS пина за да изпращаме правилно данни към дисплея.

- Заземяваме VSS.
- Връзваме VDD към +5V.
- Връзваме V0 към потенциометъра.
- Връзваме RS *(Register Selection)* към 5-ти пин на Ардуиното.
- Заземяваме RW *(Read/Write)* .
- Връзваме E *(Enable)* към 4-ти пин.
- Връзваме D4 към 3-ти пин.
- Връзваме D5 към 2-ри пин.
- Връзваме D6 към A1 пина.
- Връзваме D7 към A0 пина.
- Връзваме анода(A пин) на диода за задна подсветка към захранването заедно с последователно свързан към него 330 ом-ов резистор
- И връзваме катода към земята.

Не се използват пиновете D0, D1, D2 и D3 защото Ардуиното е в четири битов режим и за да се по-лесно синхронизирането между екрана и микроконтролера се използват само четири пина за данни.

След това вече Ардуиното може да използва дисплея по този начин, като вкара хедър файла и го инициализира.

4x3 кейпад – Всъщност кейпадът представлява 12 мембранни бутона свързани помежду си във формата на матрица(редове и колони).



Ардуиното засича кой бутон е натиснат спрямо това на кой ред и коя колона се намира.

Намирането на реда и колоната се случва главно чрез четири стъпки:

1. Когато нито един бутон не е натиснат всички пинове отговарящи за колоните са „1“, а всички пинове отговарящи за редовете са „0“.

2. Когато бутонът е натиснат пин на съответната колона пада в „0“.

3. Вече Ардуиното знае колоната затова превключва всеки един от пиновете отговарящи за редове в „1“, като в същото време чете всички колони и следи коя ще се върне в „1“.

4. Когато съответната колона премине в „1“, Ардуиното открива бутона.

За по-лесна работа с кейпада е хубаво да се изтегли библиотеката Keypad за Ардуино(автори – Марк Стенли и Александър Бревиг). Библиотеката се грижи за настройването на пиновете.

4. Софтуер

Целият код на проекта е достъпен на този адрес
https://github.com/KostadinovK/ELSYS-Arduino-Project

4.1 Блок схема

Блок схема на main.ino файла, начертана на Creately:

Блок „Импортване на нужни библиотеки“ – импортват се всички нужни бибиотеки за да работи конзолата, а имено библиотеките за дисплея, кейпада и всички други свързани с менюто и игрите.

```
#include <Keypad.h>
#include<LiquidCrystal.h>
#include <Menu.h>
#include <GameController.h>
#include <BullsAndCowsGameEngine.h>
#include <DinosaurGameEngine.h>
#include <YourOwnGameEngine.h>
```

Блок „Дефиниране на пинове“ – дефинират се всички нужни пинове, които ще трябват за правилно връзване на схемата и функциониране.

```
#define ROWS 4
#define COLS 4
#define RS 5
#define EN 4
#define D4 3
#define D5 2
#define D6 A1
#define D7 A0
```

Блок „Инициализация на екран и кейпад“ –

```
char hexaKeys[ROWS][COLS] = {
  {'1', '2', '3'},
  {'4', '5', '6'},
  {'7', '8', '9'},
  {'*', '0', '#'}
};

byte rowPins[ROWS] = {13, 12, 11, 10};
byte colPins[COLS] = {9, 8, 7};

LiquidCrystal screen(RS, EN, D4, D5, D6, D7);
Keypad keyPad = Keypad(makeKeymap(hexaKeys), rowPins, colPins, ROWS, COLS);
```

Дефинират се чаровете на кейпада(матрица), както и пиновете към които са свързани редовете и колоните и се инициализират екрана и кейпада(чрез функцията makeKeymap(char[][])).

Блок „Инициализация на GameEngine пойнтерите“ – всеки един пойнтер сочи към място в памета, в което е дефиниран наследник на GameEngine класа. GameEngine е абстрактен клас, който се грижи за подкарването на игра, в себе си той има пойнтери към инстанция на кейпад и екран. Всяка игра се пише като се наследи този базов клас.

```
GameEngine* bullsAndCows = new BullsAndCowsGameEngine(keyPad, screen);
GameEngine* dinosaurGame = new DinosaurGameEngine(keyPad, screen);
GameEngine* ownEngine = new YourOwnGameEngine(keyPad, screen);
```

Блок „Създаване на меню“ – Менюто, както и MenuItem класа са дефинирани в Menu.h. Менюто съдържа един масив от MenuItem. Един MenuItem има стринг с името на опцията на която отговаря(играта) и един пойнтер сочещ към съответния GameEngine, нужен на играта да тръгне. Дефинират се тези MenuItem-и и потребителят може да избира между тях.

За да работи менюто трябва да се подадат екран и кейпад в конструктора му.

```
MenuItem options[] = {MenuItem("1.Bulls And Cows", bullsAndCows), MenuItem("2.Dinosaur Game", dinosaurGame), MenuItem("3.Your Own Game", ownEngine)};

int optionsCount = 3;

Menu menu(options, optionsCount, screen, keyPad);
```

Блок „Инициализиране на GameController, който стартира избраната игра“

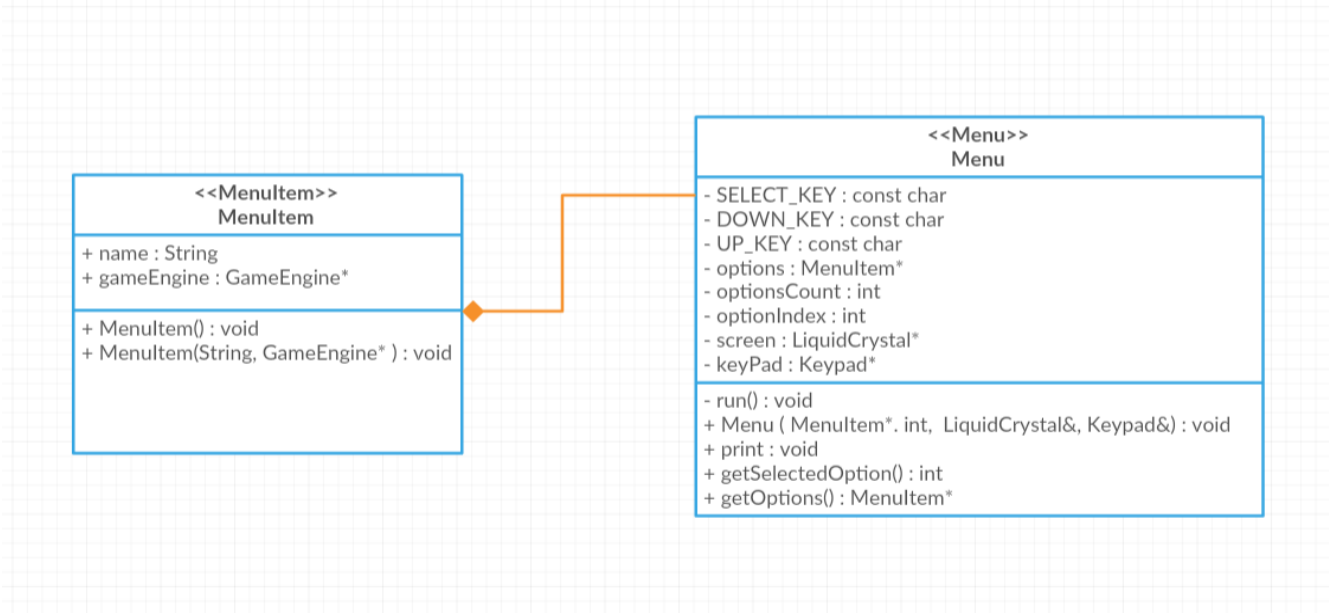
GameController класа е дефиниран в GameController.h неговата работа е да стартира избран GameEngine от потребителя. Той получава в конструктора си при инициализация пойнтери към кейпада и екрана, както и целия масив от MenuItem от менюто и номера на избраната игра. Играта се стартира чрез executeSelectedOption() функцията на GameController-а. Това е прави в setup фунцията на Ардуиното заедно със самото принтиране на менюто.

```
menu.print();

 GameController controller(keyPad, screen, menu.getOptions(), menu.getSelectedOption());

 controller.executeSelectedOption();
```

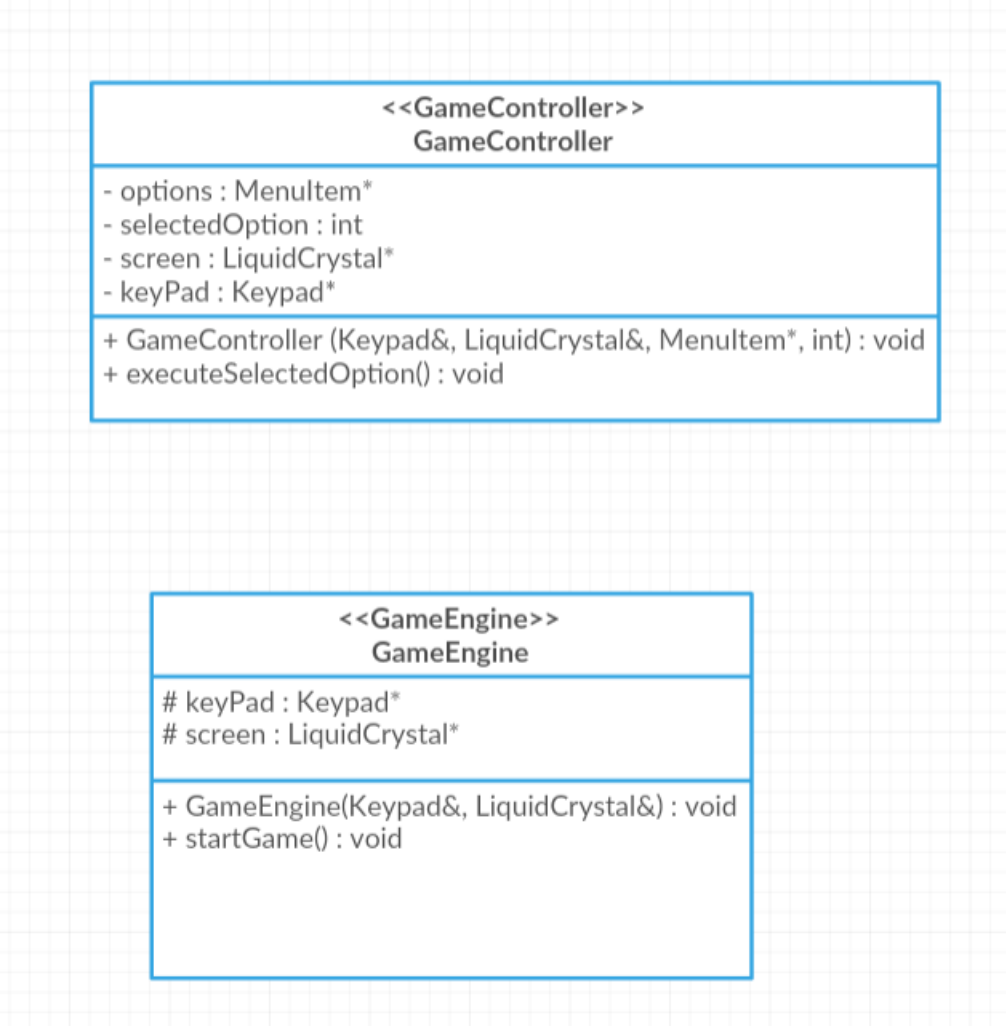
4.2 UML диаграми

Диаграмите са начертани на Creately.

Диаграма на Menu библиотеката:



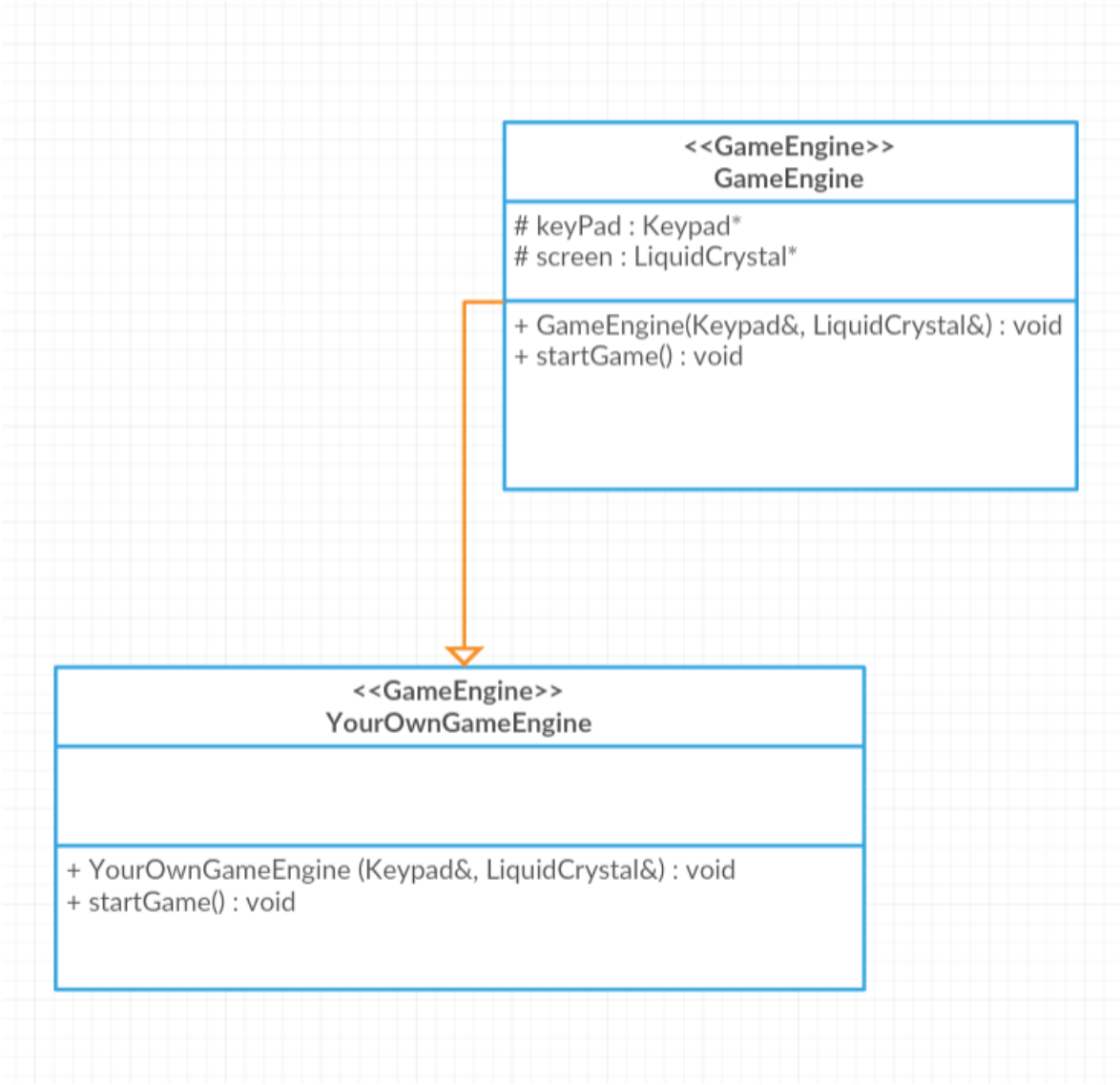
Диаграма на GameController библиотеката:



GameController-а се грижи да стартира избраната игра от потребителя през менюто с метода executeSelectedOption().

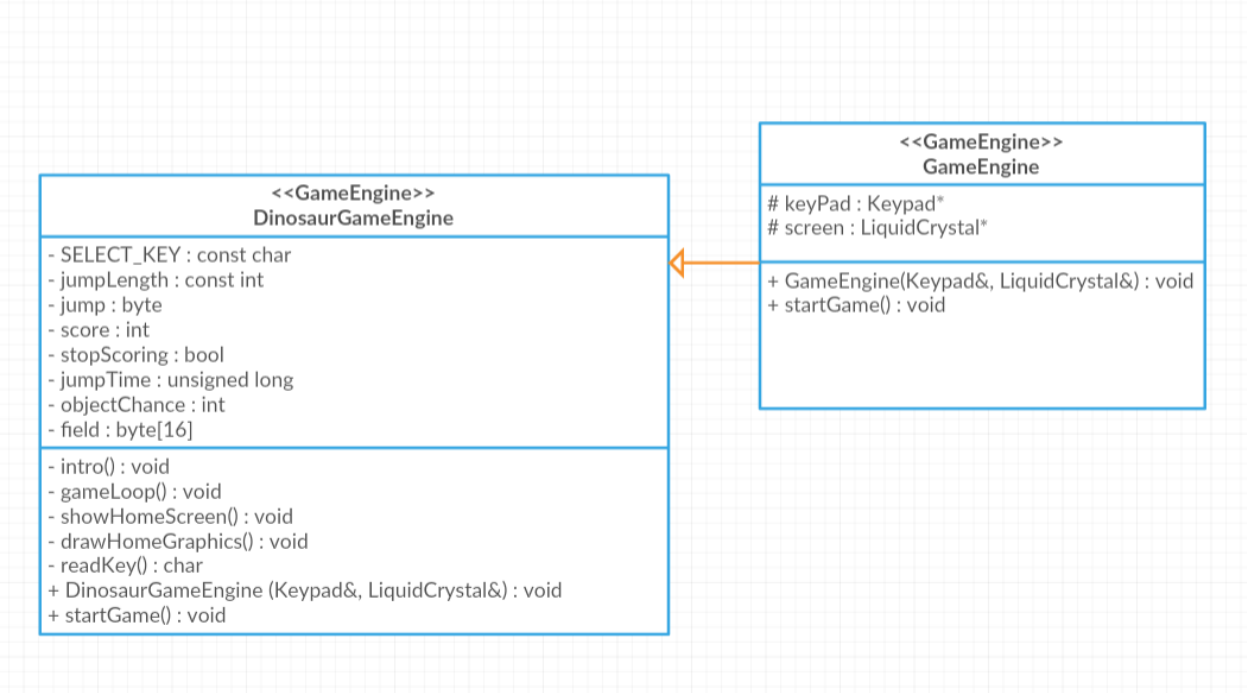
GameEngine е абстрактен клас, дефиниращ базовите неща, които всеки енджин трябва да има за да се стартира безпроблемно от GameController-а.

Диаграма на YourOwnGameEngine:



YourOwnGameEngine е клас който просто принтира на конзолата, че тук можеш да напишеш играта си.

Диаграма на DinosaurGame:

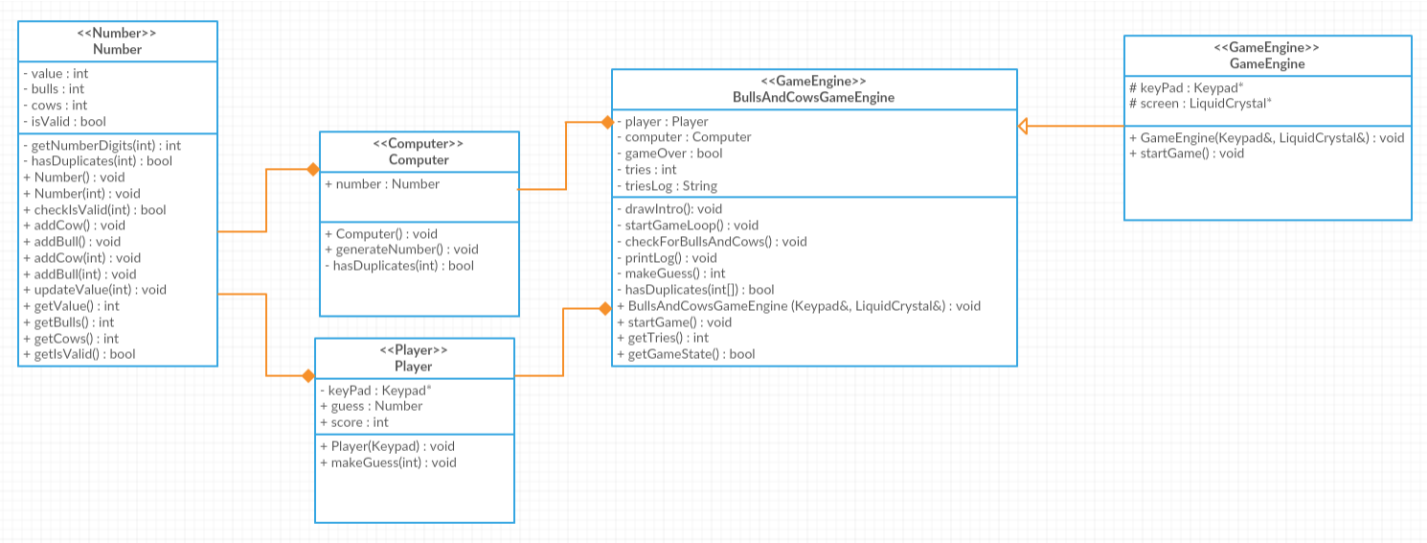


Цялата логика на „Динозавър“ играта е в класа DinosaurGameEngine, който наследява GameEngine класа.

Играта представлява малко по-различно копие на версията за Google Chrome. Ходова е за разлика от другата и е доста по-проста.

Оригиналната игра: https://chromedino.com/

Диаграма на BullsAndCowsGame:



Играта се състои от четири класа, играч, компютър, клас за числото и самия енджин. Целта е играча да познае генерираното от компютъра число, което е четирицифрено и е с четири различни цифри.

В зависимост от това какво е числото се добавят нужните крави и бикове към него, когато числото на играча получи 4 бика, то значи, че съвпада с генерираното число и играчът побеждава.

Подробни правила: https://en.wikipedia.org/wiki/Bulls_and_Cows

4.3 Документация

Функции на Menu класа:

void run() – при извикване менюто става интерактивно като може да се скролва при натискане на определените за това бутони и могат да се избират опции. Сменя се индекса на MenuItem-а, реално този индекс е избраната опция.

Menu(MenuItem* options, int optionsCount, LiquidCrystal& screen, Keypad& keyPad) - конструктор, приемащ пойнтер сочещ към масив от MenuItem инстанции, бройка на инстанциите и екран и кейпад подадени по референция.

void print() – извежда на конзолата началния екран и инструкциите за работа с менюто.

int getSelectedOption() – връща индекса на който се намира избраната от потребителя опция.

MenuItem* getOptions() – връща пойнтер който сочи към първия елемент на MenuItem масива.

Функции на MenuItem класа:

MenuItem() – дефоултен конструктор

MenuItem(String name, GameEngine* gameEngine) – конструктор приемащ като параметри стринг с името на опцията и пойнтер сочещ към съответния GameEngine.

Функции на абстрактния GameEngine клас:

GameEngine(Keypad& keyPad, LiquidCrystal& screen) – конструктор приемащ като параметри екран и кейпад подадени по референция.

virtual void startGame() = 0 – абстрактна функция, стартураща играта за която GameEngine-а е отговорен. Трябва да се имплементира ит наследник на класа.

Функции на GameController класа:

GameController(Keypad& keyPad, LiquidCrystal& screen, MenuItem* options, int option) – конструктор, приемащ референция към кейпад, екран, пойнтер сочещ към масива с MenuItems и индекса на избраната от потребителя опция(игра).

void executeSelectedOption() – вика startGame() функцията на съответния гейм енджин отговарящ на индекса на избраната игра.

Функции на DinosaurGameEngine класа:

Класът наследява GameEngine класа.

void intro() – дефинира всички графики в играта и вика showHomeScreen() функцията.

void gameLoop() – върти игровия цикъл с цялата логика на играта. Вика readKey() функцията.

void showHomeScreen() – принтира на дисплея началния екран и принтира инструкции за играта, както и името й. Извиква drawHomeGraphics() функцията.

void drawHomeGraphics() – отговорна е за принтирането на графиките, дефинирани в intro() функцията.

char readKey() – отговаря за натискането на бутон, като функцията връща чара на бутона, който е бил натиснат.

DinosaurGameEngine(Keypad& keyPad, LiquidCrystal& screen) – конструктор, приемащ референция към кейпада и екрана.

void startGame() – стартира играта като вика функцията intro() и gameLoop().

Функции на Number класа:

Number() – дефоултен конструктор.

Number(int num) – конструктор, сетваш value = num и биковете и кравите на 0.

bool checkIsValid(int num) – проверява дали числото е валидно, вика getNumberDigits() и hasDuplicates().

void addCow() – Добавя крава към числото.

void addBull() – Добавя бик към числото.

void addCow(int cows) – Като параметър идва броя на кравите, които се добавят към числото.

void addBulls(int bulls) – Като параметър идва броя на биковете, които се добавят към числото.

void updateValue(int value) – Сменя стойноста на числото с подадената като параметър стойност и нулира броя на биковете и кравите.

int getNumberDigits(int num) – Подава се число като параметър и връща броя на цифрите в числото.

bool hasDuplicates(int num) – Връща булева стойности дали подаденото число като параметър съдържа дублиращи се цифри.

int getValue() – връща стойноста на числото.

int getBulls() – връща колко бикове има числото.

int getCows() – връща колко крави има числото.

bool getIsValid() – връща булева стойност дали числото е валидно, дали съдържа дублиращи се цифри.

Функции на Player класа:

Player(Keypad keyPad) – конструктор, приемащ кейпада като параметър.

void makeGuess(int value) – Приема стойност като параметър и я присвоява на Number инстанцията на Player класа.

Функции на Computer класа:

Computer() – конструктор, който дефинира рандъм сийда за генератора на числа.

void generateNumber() – генерира число между 1000 и 9998 като генерира число докато то не бъде валидно. Вика hasDuplicates() за да провери дали числото има дублиращи се цифри.

bool hasDuplicates(int num) – проверява дали числото подадено като пареметър има дублиращи се цифри.

Функции на BullsAndCowsGameEngine класа:

void drawIntro() – принтира името на играта, главното меню на играта и инструкциите за игра.

void startGameLoop() – стартира главния игрови цикъл, който контролира цялата логика на играта.

void checkForBullsAndCows() – проверява колко крави и бикове има въведеното от играча число и добавя биковете и кравите към него.

void printLog() – Изпринтира на конзолата всички опити на играча да познае числото във формат {число} B:{бикове} C:{крави}.

int makeGuess() – Изчаква потребителят да въведе валидно число. При невалидно число потребителят трябва да въвежда отново докато не въведе валидно число.

bool hasDuplicates(int value[]) – Като параметър функцията приема масив от четири цифри, цифрите на числото, и ги проверява дали има сред тях повтарящи се цифри. Резултатът се връща като булева променлива.

BullsAndCowsGameEngine(Keypad& keyPad, LiquidCrystal& screen) – Конструктор приемащ кейпад и екран.

void startGame() – Стартира играта, извиквайки drawIntro() и startGameLoop().

int getTries() – Връща броя на опитите направени от играча.

bool getGameState() – Връща булева стойност дали играта е приключила или не.