



Středoškolská technika 2019

Setkání a prezentace prací středoškolských studentů na ČVUT

LED cube

Vojtěch Tomala

Střední průmyslová škola, Karviná, příspěvková organizace

Žižkova 1818, Karviná - Hranice

Anotace

Práce se zabývá výrobou 3D zobrazovače z krychle LED o velikosti 8x8x8 s názvem led cube. Cílem práce je popsat postup výroby výrobu, programování led cube a navrhnout možnosti praktického využití. Práce je rozdělena na teoretickou část a praktickou část. Teoretická část se zabývá popisem funkčnosti a složení led cube. Praktická část se věnuje popisu výroby, programu a návrhu možností k praktickému využití led cube. Přílohy obsahují video s ukázkou programu a návrhy praktického využití a fotografie LED cube.

Klíčová slova

3D, led cube, LED, programování, arduino

Annotation

The work deals with building an 8x8x8 3D LED cube which will enable you to see in three dimensions. The aim of work is to describe a production process, and a programme of the led cube and also to suggest options of practical use. The work is divided into two parts, the theoretical and practical part. The theoretical part describes the functionality and structure of the led cube. The practical part focuses on the production process, program and suggestions of the practical use of led cube. Appendices include a video with the programme and examples of practical use together with photographs of the LED cube.

Keywords

3D, led cube, LED, programing, arduino

OBSAH

Úvod.....	5
Teoretická část.....	6
1 Co je led cube.....	6
1.1 Led cube?.....	6
1.2 Posuvný registr	6
1.3 Wiring.....	7
2 Princip led cube.....	7
2.1 Blokové schéma LED cube	7
2.2 8x8x8 led cube a vysvětlení principu LED cube.....	8
2.3 Obvod pro spínání společných anod.....	9
2.4 Obvod pro spínání společných katod.....	10
2.5 Řídící mikropočítač	11
2.6 Senzorový obvod	11
2.7 Napájení.....	11
Praktická část.....	12
3 Výroba led cube	12
3.1 Součástky k výrobě LED cube	12
3.2 Testování posuvných registrů 74HC595 s Arduino uno	12
3.3 Vrstvy led cube	13
3.4 Krabíčka.....	13
3.5 Zapojování ovládacích obvodů anod, katod a senzorového obvodu.....	14
3.6 Výroba konektorů	14
4 Program led cube.....	15
4.1 Demo	15
4.2 Hra snake	16
4.3 VU metr	16
4.4 Spektrální analyzátor po sériové lince.....	17
4.5 Výpis a zadávání textu.....	18
5 Praktické využití.....	19
5.1 Doplnění zážitku z hudby	19

5.2	Propagační účely.....	19
5.3	Zábava	19
	Závěr.....	20
	Použitá literatura	21
	Seznam obrázků	22
	Seznam příloh.....	Chyba! Záložka není definována.

ÚVOD

Nápad na výrobu LED cube o velikosti 8x8x8 jsem dostal při prohlížení youtube videí, kde jsem narazil na video o LED cube, ve kterém autor představoval LED cube s několika animacemi. LED cube mě na první pohled velmi zaujala, začal jsem přemýšlet, jak toto zařízení funguje. Přestože mi na první pohled přišla LED cube jako velmi obtížně sestrojitelné zařízení, po chvíli přemýšlení a zjišťování informací z internetu jsem zjistil, že opak je pravdou.

Práce se zabývá detailním popisem výroby LED cube a jejím využitím v praxi. Popis obsahuje představení principu 3D zobrazovače LED cube, detailní popis postupu výroby a seznámení s programem LED cube, který je rozdělen do několika zajímavých aplikací.

Práce je rozdělená do dvou částí, teoretické a praktické části. V teoretické části se věnuji vysvětlení základních pojmů jako je LED cube nebo posuvný registr. Dále představuji programovací jazyk Wiring, na kterém celá LED cube běží a detailně popisuji samotnou LED cube a vysvětluji jakým způsobem funguje.

Praktická část popisuje výrobu sestavy, kde je detailně popsáno, jak jsem při výrobě postupoval. Další kapitola seznamuje s programem LED cube, který je rozdělen do několika módů (aplikací).

Poslední kapitola se věnuje praktickému využití LED cube. Využívám pro to jednotlivé aplikace LED cube a snažím se navrhnout jejich využití v praxi.

TEORETICKÁ ČÁST

1 CO JE LED CUBE

1.1 Led cube?

LED cube je trojrozměrná mřížka složená z LED s klasickým kulatým pouzdem. LED, ze kterých se LED cube skládá, mohou mít libovolnou barvu, mohou být použity také RGB LED. Nejčastěji má mřížka krychlový rozměr s libovolnou délkou stran, ale i pokud se jedná o kvádrovou mřížku hovoříme o LED cube. LED v mřížce drží na několika málo drátech, které zároveň slouží k ovládní, můžeme využít také samotné nožičky LED. Mikro počítačem je ovládána každá LED samostatně. Jedna se proto o nejjednodušší 3D maticový zobrazovač.

Nejčastěji má LED cube rozměry 8x8x8 (celkem 512) LED. Toto zobrazení je již dost jemné pro trojrozměrné zobrazení textu, animaci nebo hraní jednoduchých her. Větší rozměry se mezi konstruktéry často nevidí kvůli třetí mocnině počtu LED strany krychle. Z toho vychází, že při straně krychle o délce 32 LED jich bude potřeba celkem 32 768 kusů. Ručně je takové množství LED téměř nemožné spájet, přesto na světě několik takových LED cube existuje, byly však spájeny robotem.

1.2 Posuvný registr

Posuvný registr je soustava klopných obvodů, které mají spojeny vstupy a výstupy, tak aby při náběžné hraně hodinového signálu posunuly data (bity) o jeden klopný obvod a na první místo nahrály informaci z datového vstupu.

Posuvné registry se dělí na SIPO, které mají sériový vstup a paralelní výstup. Tento typ se používá například při dekódování sériové linky nebo pro jednoduché ukládání dat. Druhý typ posuvného registru je PISO, který má paralelní vstup a sériový výstup. Používá se pro kódování sériové linky. Poslední speciální typ je kruhový registr, který poslední výstup SIPO posuvného registru nahraje do datového vstupu. Využití nachází jako speciální více výstupové generátor impulzů. [4]

1.3 Wiring

Wiring patří k vyšším programovacím jazykům. Nepotřebujeme proto k jeho použití žádné důkladné znalosti hardwaru, který programujeme. Je založen na jazyce C++, který velmi zjednodušuje a umožňuje přidávat různé knihovny, které opět zjednodušují samotné programování. Kvůli tomuto zjednodušování velmi neúspěšně pracuje s pamětí a výkonem procesoru, proto se nehodí pro profesionální programování. Je proto určen především začátečníkům.

V současné době má nejrozšířenější využití jako programovací jazyk mikropočítačů Arduino. Jazyk byl poprvé představen v diplomové práci studentem Hernando Barragán na italském institutu IDII v roce 2003. [1]

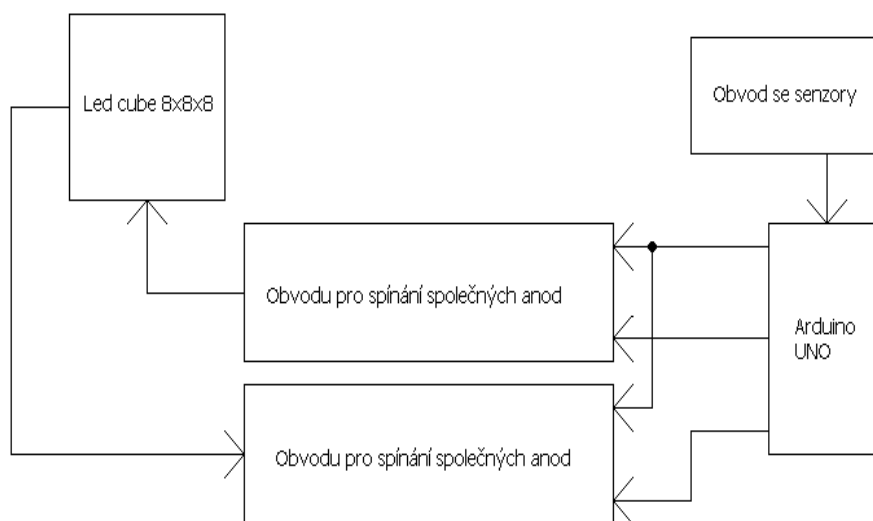
2 PRINCIP LED CUBE

V počátcích projektu jsem ani po dlouhém přemýšlení nedokázal přijít na to, jak jsou jednotlivé vrstvy ovládány. Nakonec jsem našel inspiraci v článku jiného autora, ve kterém popisoval stavbu LED cube. Tento článek jsem si přečetl a vzal jsem si z něho dva dobré nápady. První z nich je samotné ovládní jednotlivých vrstev pomocí posuvného registru, druhý z nápadů, které jsem použil, bylo využití dřevěné formy na výrobu mřížky LED cube. [3]

2.1 Blokové schéma LED cube

LED cube se skládá z:

- 8x8x8 LED cube
- Obvodu pro spínání společných katod
- Řídícího mikropočítače
- Sensorového obvodu



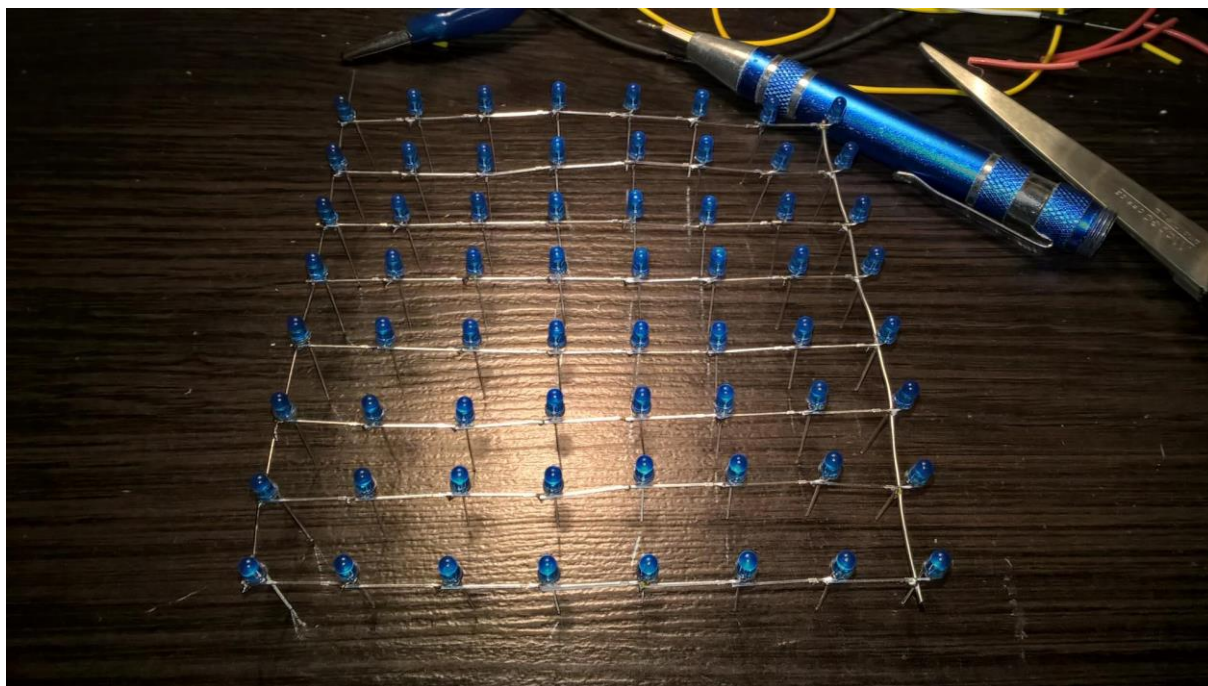
Obr. 1 Blokové schéma led cube

2.2 8x8x8 led cube a vysvětlení principu LED cube

Základní součástí LED cube je samotná soustava LED, které jsou poskládány do krychle o rozměrech 8x8x8 LED. LED jsou modré barvy a mají průměr 3 mm. Modrou barvu jsem zvolil z důvodu nejvyšší svítivosti. Vývody LED lze spojit několika způsoby, aby bylo možno každou LED ovládat samostatně pomocí maticového způsobu.

Já jsem zvolil spojení anody každé LED umístěné nad sebou, čímž jsem získal 64 spojených anod. Katody LED jsem spojil dohromady v každé vrstvě samostatně, získal jsem tak 8 spojených katod (8 vrstev). Díky tomu, že jsou LED k sobě spojeny jen pomocí svých nožiček, tak jsou vývody téměř neviditelné a nijak neruší pozorování led cube. Pouze na levém boku v zadní části se nachází 8 drátů připojených do led cube, které trochu ruší pozorování, nicméně divák je téměř nevnímá. Led cube má rozměry 105x105x105 mm.

Teď k popisu samostatného ovládaní LED. LED cube začíná ve vypnutém stavu, následně se podle spuštěného programu přivede napájení na anody a sepne se do minus první vrstva katod. Tím se rozsvítí první vrstva led cube a prvních 64 LED. Následně program vypne sepnutí první vrstvy, změní data na anodách a opět sepne katodu, tentokrát druhou. Rozsvítí se opět 64 LED podle zadaného programu. Toto program udělá se všemi osmi vrstvami, opět začne od první a to se stále opakuje. Díky tomu, že toto spínání probíhá díky mikropočítači velmi rychle, nepozorujeme na LED cube žádné blikání a můžeme LED rozsvítit jakkoliv.



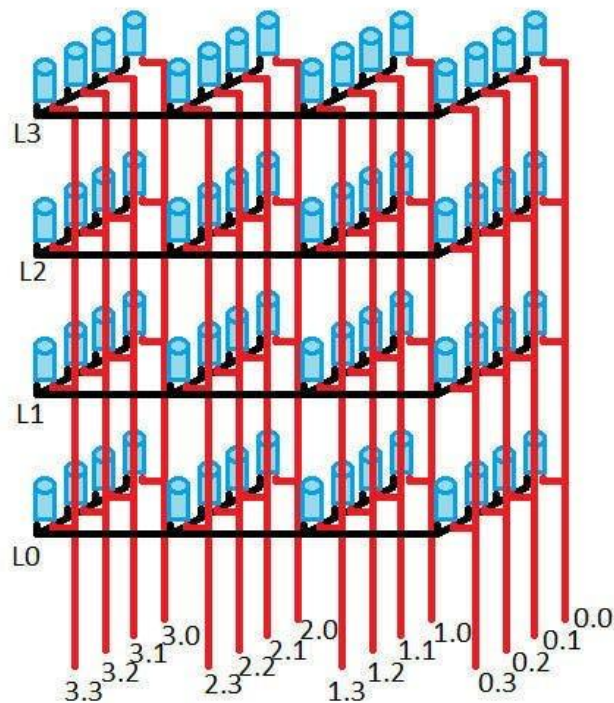
Obr. 3: Samostatná vrstva led cube

2.3 Obvod pro spínání společných anod

Z důvodu velkého množství spínaných anod a nízkého počtu výstupu mikropočítače bylo potřeba vytvořit speciální obvod, který by umožnil dekódovat data z několika vstupů do mnoha výstupů.

Jako základ tohoto obvodu jsem použil 8 osmibitových posuvných registrů 74HC595 z důvodu jejich nízké pořizovací ceny a jednoduché spolupráce s arduinem. Všechny tyto posuvné registry mají spojený datový a časový vstup. Tyto vstupy jsou také napevno spojeny s datovým a časovým vstupem obvodu pro spínání společných katod. Samostatně mají vyvedené pouze latch vstup, který umožňuje pozastavit zobrazování vnitřních dat na výstupech posuvného registru.

Tento způsob jsem použil, protože posuvný registr není standardně použitelný jako dekodér z důvodu neustálého přepínání výstupních dat a jejich posouvání. To by v kombinaci s velmi rychlou obnovovací frekvencí LED cube způsobovalo velmi špatné zobrazování dat. Když však nejprve naplníme posuvné registry a až potom je necháme zobrazit hodnotu, můžeme je jako dekodér použít. Na výstupech každého posuvného registru je připojeno 8 odporů, které slouží jako předřadné rezistory pro LED. Rezistory mají odpor 220 ohm. Celý obvod je kvůli snadné výměny posuvných registrů umístěn na nepájivém kontaktním poli.



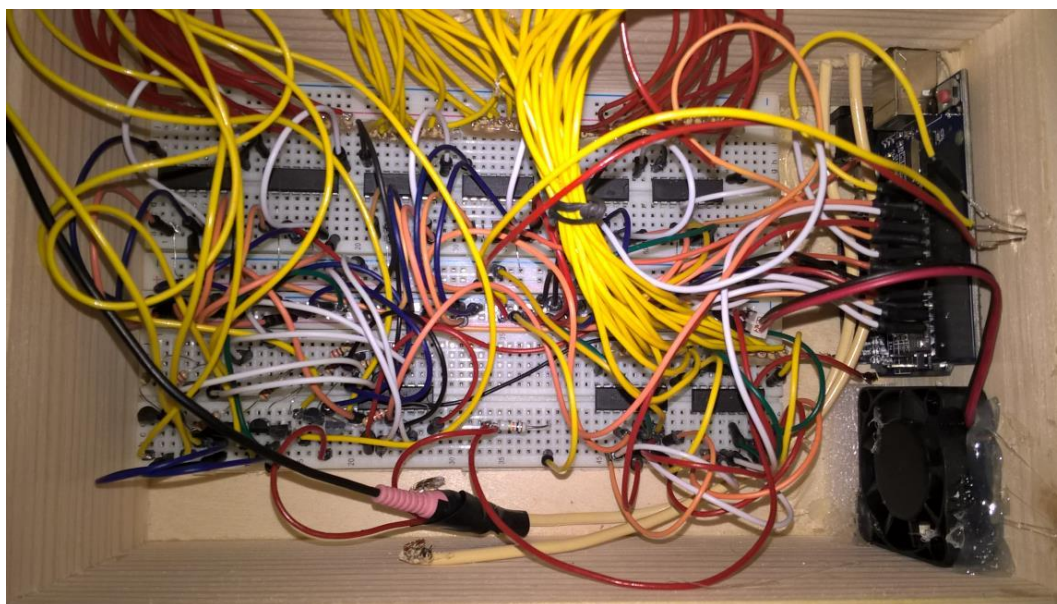
Obr. 4: Nákres zapojení anod a katod LED v led cube

2.4 Obvod pro spínání společných katod

Kvůli velkému spínanému proudu katodami ($64 \times 10 \text{ mA}$) 640 mA nebylo možné použít přímo vývody z mikropočítače. Další důvod pro výrobu obvodu pro spínání společných katod bylo, že mi po předchozím obvodu zbyly na mikropočítači pouze 2 digitální piny.

Využil jsem proto jeden posuvný registr 74HC595, ke spínání společných anod a napevno jsem spojil datový a časový vstup s datovým a časovým vstupem obvodu pro spínání společných anod.

Obvod má tedy pouze jeden vstup pro ovládání a to latch vstup. Na všech výstupech posuvného registru jsou přes ochranné rezistory o odporu 1000 ohm umístěné NPN tranzistory BC547. Na kolektory tranzistorů jsou připojeny katody led cube a na emitory je připojeno minus. Díky tomuto zapojení musíme katody led cube spínat přes logickou hodnotu 1. Přestože tyto tranzistory mají maximální trvalé proudové zatížení pouze 100 mA , můžeme je použít díky tomu, že běží pouze v řádu milisekund a další sedmkrát delší dobu jsou rozepnuty a mají tak dostatek času na vychlazení. [3]



Obr. 5: Fotka zapojení jednotlivých obvodů

2.5 Řídicí mikropočítač

Jako mozek celé LED cube jsou použity mikropočítač Arduino uno, který umožňuje snadné ovládní obou ovládacích obvodů, zpracování dat ze sensorového obvodu a komunikaci s počítačem pomocí USB sériové linky.

Po této lince jsem mikropočítač programoval a mikropočítač přes ni komunikuje s dalším programem běžícím na počítači, který umožňuje další rozšíření této led cube.

Mikropočítač obsahuje 14 digitálních vstup/výstup pinů, které jsem všechny využil a 6 analogových vstupů, na kterém je připojen jeden výstup ze sensorového obvodu.

2.6 Sensorový obvod

Sensorový obvod obsahuje 2 senzory, který umožňují ovládní LED cube. První senzor je integrovaný mikrofón, ke kterému je připojen ladicí rezistor a výstup je připojen do analogového pinu na mikropočítači. Senzor je programem monitorován a využíván v aplikaci.

Druhý a nejdůležitější je infračervený přijímač, který je připojený na mikropočítač přes digitální pin. Pro tento senzor jsem namapoval v programu ovládní přes IR dálkový ovladač, který jsem získal spolu se starým nefunkčním satelitním přijímačem. Tento dálkový ovladač plní hlavní úlohu ovládní celého programu LED cube a to jak přepínání mezi různými aplikacemi, tak i ovládní v nich. Žádné další ovládní, kromě komunikace přes USB linku, LED cube neobsahuje kvůli nepraktičnosti umístění tlačítek přímo na krabičku, která by při ovládní ujížděla.

2.7 Napájení

Napájení LED cube je realizováno přes USB kabel, který zároveň může sloužit pro komunikaci s počítačem a programování. Provozní napětí je tedy 5 V a maximální protékající proud LED cube při svitu všech 512 LED se udržuje pod mezí 1 A. Proto nepředstavuje problém ani přímé napájení z počítače či notebooku, přestože standardně by maximální svit 512 LED spotřebovával přes 5 A. Docíleno toho je díky konstrukci LED cube, která ve skutečnosti velmi rychle bliká. Svit LED je proto osmkrát menší než jejich maximální svit, ale tím klesla i jejich spotřeba.

PRAKTICKÁ ČÁST

3 VÝROBA LED CUBE

3.1 Součástky k výrobě LED cube

Nejprve jsem si promyslel, jak by se LED cube dala ovládat a poté si na papír napsal seznam součástek, které budu potřebovat. Nejsložitější položkou na seznamu bylo sehnat 512 LED. Většinu součástek jsem pořídil na internetu.

- 512 LED
- 9 x posuvný registr 74HC595
- Arduino UNO
- Rezistory 64 x 220 ohm, 8 x 1 000 ohm
- Dřevěná krabice

3.2 Testování posuvných registrů 74HC595 s Arduino uno

Po nákupu součástek bylo potřeba zjistit, jestli konstrukce, kterou jsem si vymyslel, bude funkční. První testování probíhalo s 8 LED a jeho účelem bylo zjistit, jestli se posuvný registr 74HC595 chová podle mých představ. Zapojil jsem ho tedy do mikropočítače podle schématu, které jsem našel na internetu. První test dopadl velmi úspěšně.

Druhý test spočíval v zapojení tentokrát dvou posuvných registrů 74HC595 s LED. Tento test měl za účel zjistit, jestli se posuvné registry budou opět správně zobrazovat data, i když u nich budu mít spojeny datové a časové vstupy. Test opět dopadl úspěšně.

Zbývalo tedy zjistit, zda bude správně fungovat spínání katod LED do minusu pomocí posuvného registru. Použil jsem stejné zapojení vstupu jako v předchozím testu. Použil jsem pouze 8 LED a jejich katody jsem zapojil do výstupu prvního posuvného registru. Díky tomu, že na jeden jeho výstup byla připojena pouze 1 LED, mohl jsem vynechat mezikrok s tranzistory. Anody LED jsem spojil a přes předřadný rezistor jsem spojené anody připojil na výstup prvního posuvného registru.

Vytvořil jsem tedy jednoduchý program, který ve zjednodušené formě zadával data do posuvných registrů jako u finální verze programu. Tento způsob popisují v kapitole 2.2. Nepoužil jsem tedy 64 LED, ale pouze 1. Test dopadl opět úspěšně. Pustil jsem se tedy do pájení jednotlivých vrstev led cube.

3.3 Vrstvy led cube

Už jen představa udělat mřížku s LED v přesných roztečích a se správně spojenými vývody vypadá dost složitě. Za tímto účelem jsem si vyrobil speciální formu na výrobu jednotlivých vrstev.

Formu jsem vyrobil z tlusté sololitové desky, do které jsem tužkou a pravítkem nakreslil mřížku. Rozteče mezi jednotlivými myšlenými dírami jsem zvolil 13 mm z důvodu velikosti nožiček LED plus malá rezerva. Do křížení čar jsem vyvrtal 64 děr o průměru 3 mm, aby 3 mm LED do děr krásně zapadly a při manipulaci v nich držely. Do této formy jsem umístil 64 LED. Dále bylo potřeba katody LED ohnout do potřebného tvaru, připájet k sobě a připájet jeden zpevňovací drát na pravou stranu vrstvy. [3]

Po následném vyklopení jsem opticky a mechanicky zkontroloval pevnosti spojů, při případných poruchách jsem je již spájel mimo formu. První vrstvu jsem umístil na krabičku a její vývody jsem z dolní strany přilepil tavnou pistolí ke krabičce. Na dolní straně jsem tak získal 64 vstupů LED cube se společnými anodami, ke kterým jsem později připájel speciální konektory. Na boční straně vrstvy jsem dostal společnou katodu, kterou jsem později připojil k ovládacímu obvodu pro spínání společných katod. Vrstev jsem si vyrobil celkem 8.

Následující vrstvu jsem na LED cube vždycky připájel ručně tak, že jsem ji držel nad již zapájenou vrstvou a trafopájkou jsem postupně zapájel každou anodu na předchozí anodu. Druhou, třetí a další vrstvy jsem k led cube připájel až po připojení všech ovládacích částí, abych tak zmenšil případné poruchy v konstrukci. Testování každé vrstvy probíhalo stejným způsobem během celé stavby. Díky krystalové konstrukci nebylo třeba umístit na led cube žádné další podpěry, stačily nožičky LED, díky čemuž LED hlavně ve špatně osvětlených místnostech vytváří jev levitace.

3.4 Krabička

Krabička má rozměry 215x135x95 mm je z klasických dřevěných prken, má otevírací víko, na kterém je umístěná samotná LED cube. Do této krabičky jsem na víku vyvrtal, cca do středu, stejné díry a o stejných roztečích jako do formy na výrobu vrstev led cube. Do nich jsem pak umístil první vrstvu, o kousek dál jsem vyvrtal další díru na svedení drátu pro spínání společných katod.

Na zadní straně úplně vpravo jsem vyvrtal díru na USB kabel. Na pravém boku jsem poté vyvrtal díru na IR přijímač a několik děr pro odvod vzduchu z větráčku, který jsem umístil dovnitř. Jedná se o malý větráček na napětí 5 V, který je ve finální verzi odpojen, protože chlazení nebylo potřeba. Myslel jsem si, že kvůli velkému počtu LED se bude jednat o větší problém. Dovnitř jsem poté umístil veškerou elektroniku pro řízení LED cube.

3.5 Zapořádání ovládacích obvodů anod, katod a senzorového obvodu

LED cube z důvodu velkého množství vstupních pinů nebylo možné připojit přímo na mikro počítač, bylo potřeba proto vytvořit speciální dekodér, který by z několika vstupů dokázal ovládat 64 společných anod. 8 osmi bitových dekodérů jsem zapojil do nepájivého kontaktního pole spolu s několika drátky, kterými jsem propojil datové a časové vstupy. Přidal jsem další drátek, díky kterému je možno do nepájivého pole připojit speciální konektor, který propojuje obvod s vstupy LED cube. Latch vstupy spojují se spojeným datovým a časovým vstupem jsem následně drátky připojil do mikroprocesoru.

Obvod pro spínání společných katod jsem také umístil na nepájivé kontaktní pole, pro všechny obvody jsem použil dvě nepájivá pole s celkovým počtem pinů 1660. Vložil jsem tedy posuvný registr do nepájivého pole, vedle něho jsem umístil 8 tranzistorů BD547 a jejich báze jsem propojil přes rezistor s odporem 1000 ohm do výstupu posuvného registru. Poté jsem drátky propojil emitory tranzistoru a připojil jsem je do minus. Na kolektory tranzistorů jsem připojil jednotlivé vrstvy se spojenými katodami z LED cube.

Dále bylo potřeba LED cube nějakým způsobem ovládat, takže pro ovládání jsem použil IR přijímač a starý dálkový ovladač. IR přijímač jsem přilepil do připravené díry v krabici a drátky propojil s mikro počítačem a s napájením.

Dále byl potřeba nějaký senzor pro snímání zvuku, pro následné využití v programu LED cube jako VU metr. Pro toto snímání jsem využil starý mikrofon, u kterého jsem měl malý problém zjistit, jak bych ho měl připojit k mikro počítači. Nakonec po krátkém testování jsem minus mikrofonu připojil do minus, následně jsem propojil audio výstup mikrofonu s TIP výstupem mikrofonu, toto propojení bylo potřeba pro aktivaci audio výstupu. Toto propojení jsem drátkem spojil s analogovým vstupem mikro počítače a kvůli uzavření mikrofonového obvodu jsem ještě musel tento spojený výstup spojit s rezistorem o odporu 10 000 ohm s minusem.

3.6 Výroba konektorů

Pro snadné připojení samotné LED cube s obvody jsem si vytvořil 8 jednoduchých konektorů, které na jedné straně mají 8 pinů pro připojení posuvných registrů a na druhé straně 15 cm kabel určený k připojení na vstupy led cube se společnými anodami. Tyto konektory jsem vyrobil splením osmi rezistorů s odpory 220 ohm vedle sebe pomocí tavné pistole, ke kterým jsem připájel 8 drátků. Plní tak funkci jednoduchého zasunutí do nepájivého pole a tím připojení led cube k řídicím obvodům.

4 PROGRAM LED CUBE

Program celé LED cube jsem naprogramoval v programovacím jazyce Wiring a využil jsem základní vývojové prostředí pro programování mikropočítačů Arduino a to Arduino IDE. Program zabírá 28KB a celou paměť RAM.

Zde se objevil největší problém mé LED cube, protože již není možné další programové rozšíření LED cube, a je potřeba koupit nový mikropočítač s větší pamětí. Se samotným programováním jsem správil několik desítek hodin. Program je rozdělen do pěti módů, ve kterých může led cube běžet. Tyto módy si volíme pomocí dálkového ovladače. Ty si v následujících kapitolách popíšeme detailněji.

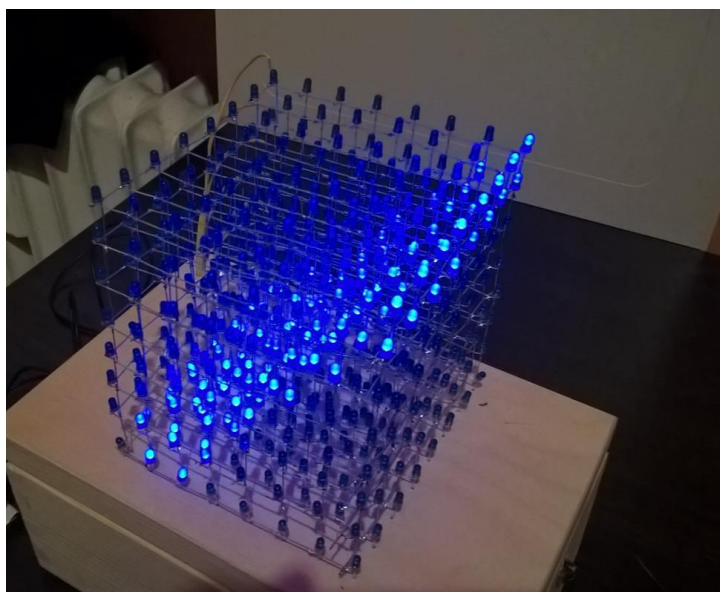
4.1 Demo

První ze zvolitelných módů je Demo. Při tomto módu dochází k cyklickému zobrazování čtyř animací. První animace je pohyb tří plných čtverců o velikosti 8x8, čtverce se pohybují po osách x, y, z. Při této animaci nejlépe vynikne skutečné 3D zobrazování.

Další animace pouze náhodně rozsvětluje jednotlivé LED a můžeme vidět, jak LED cube problikává.

Následující animace je nejzajímavější. Jedná se o animaci ohňostroje, který program vystřelí z jednoho ze tří bodů v dolní vrstvě led cube a rychlým pohybem dosáhne vrcholu, kde se rozprskne a do dolní vrstvy dopadne pár bodů prachu.

Poslední animace zobrazuje vlnu, která se pohybuje nahoru a dolů. Po skončení této animace zobrazí program opět první animaci.



Obr. 6: Ukázka aplikace DEMO (vlna)

4.2 Hra snake

První již zcela prakticky použitelný program je hra snake. Klasický had je kultovní hra známá ze starých mobilů značky Nokia. Cílem hry je s postavičkou hada posbírat co nejvíce bodů a nahrát tak nejvyšší skóre. S každým získaným bodem však narůstá velikost hada, a pokud se hadí hlavou dotkneme svého těla, hra končí. Se stále zvětšující se postavičkou hada jde o stále větší a větší výzvu.

Tento 3D snake není v ničem rozdílný od svého staršího bratra, pouze neběží ve 2D ploše, ale ve 3D ploše. Přestože jsem si myslel, že naprogramovat hada ve 3D ploše bude obtížné, po napsání prvních řádků se však moje obavy rozplynuly a po několika hodinách byl na světě funkční 3D snake. Snake se ovládá přes IR ovladač pomocí 6 tlačítek, kdy každé tlačítko volí jeden ze 6 možných směrů.

Tělo hada je složeno z LED svíticích za sebou a sbíraný bod je samostatně svítící bod mimo tělo hada. Hra skončí jen pokud se hlava hada dotkne jakékoliv části svého těla. Stěnami může had procházet.

Po skončení hry se na LED cube zobrazí nahrané skóre v binární soustavě. Poté máte na výběr z několika možností a to pokračovat ve hře s nahraným skórem, restartovat hru a začít opět s nulovým skórem nebo opustit aplikaci a spustit něco jiného.

4.3 VU metr

Další aplikace je klasický VU metr s animací. VU metr funguje na principu stálého monitorování audio vstupu a jeho grafické zobrazování na stupnici od nejslabší po nejsilnější sílu signálu. Toho se v praxi využívá na zesilovačích pro monitorování síly signálu a nadšenci hudby využívají tento obvod pro efekt a zábavu při poslouchání hudby. Stejným způsobem jsem tento obvod využil já.

Základem obvodu je mikrofon připojený k mikroprocesoru, který mikrofon snímá, pokud je aplikace VU metr zapnutá. Animace zobrazení hudby vykreslí obrázek noty na zadní části LED cube a se zvyšující se silou signálu začne křížek vytlačovat notu do popředí až na přední stranu. Po opětovném zmenšení signálu nota postupně padá zpět dozadu. Kvůli lepšímu výslednému efektu je padání noty naprogramováno s postupným průběhem.

Jedná se hezké světelné zpestření při poslechu hudby. Má však několik nevýhod, a to nízkou přesností a citlivostí. Mikrofon tedy musí být blízko hudebnímu výstupu, a ne vždy zobrazené hodnoty odpovídají realitě.

4.4 Spektrální analyzátor po sériové lince

Z důvodu výše zmíněných nevýhod VU metru jsem hledal další možnosti snímání hudby a její přenesení do LED cube. Začal jsem se zajímat o zpracování hudební stopy přímo v počítači a její následné vysílání po USB sériové lince do LED cube. S touto možností jsem zjistil, že se nemusím omezovat pouze na klasický VU metr, ale mohu snímat celé zvukové spektrum po částech a tím efekt na LED cube vytvořit ještě efektnější.

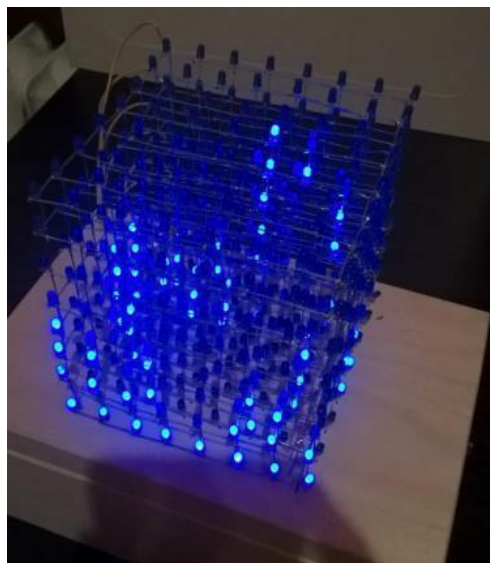
Zvukové spektrum je způsob zobrazení zvuku, jehož dosáhneme aplikací Fourierovy transformace na zvukovou vlnu. Zvukové spektrum zobrazuje frekvenční složení zvuku a amplitudu jeho jednotlivých složek. [5]

Mozkem spektrálního analyzátoru je program na počítači naprogramován v C#, který po sériové lince odesílá data o spektru do LED cube. LED cube pak přijatá data zobrazuje v efektní animaci, kde je uprostřed LED cube zobrazena nota a kolem ní je v kruhu zobrazené zvukové spektrum.

Tento program nemohu považovat za svůj vlastní, jelikož vznikl na základě cizího volně šiřitelného kódu, který jsem následně upravil pro své potřeby. Tento program jsem upravil přidáním metody pro odesílání dat po sériové lince USB. Dále jsem přidal nastavovací textový soubor, kde můžeme nastavit na jaký sériový COM port má program data odesílat a z jakého zvukového výstupu počítače má program data čerpat. [2]

Při programování jsem narazil na problémy synchronizace programu a LED cube, která nedokázala zpracovat všechna data nebo jen část a docházelo tak k posunu zvukového spektra. Problém jsem vyřešil metodou pokus omyl a vytvořil jsem přesné časování, které dokáže rychle přenášet data do LED cube, ale zároveň nedochází k posunu audio spektra.

Získal jsem tedy animaci, která již velmi přesně reaguje na zvuk a dokáže zážitek z poslechu hudby velmi zesílit, hlavně v nočních hodinách.



Obr. 7: Ukázka spektrálního analyzátoru

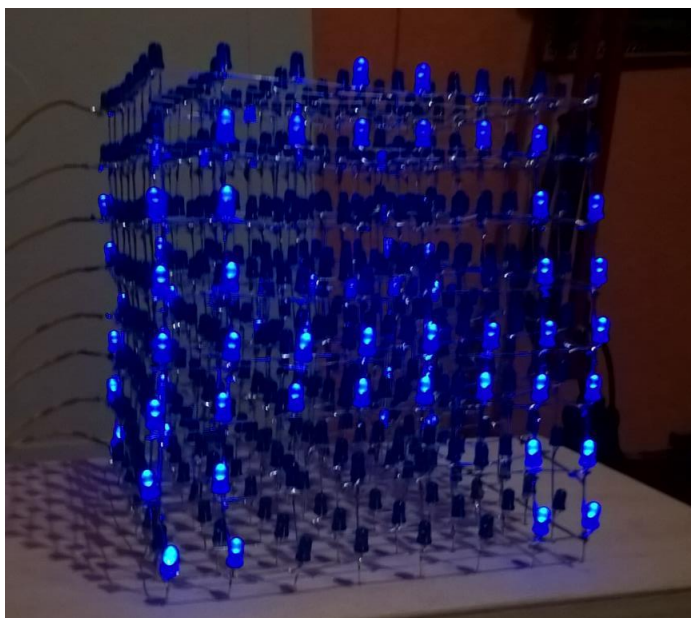
4.5 Výpis a zadávání textu

Základní aplikace LED cube je zobrazení jakéhokoliv textu. Aplikace jsem v počátcích ovládal pomocí USB sériové linky, ale z důvodu nestálého připojení počítače bylo potřeba vytvořit nějaké integrované ovládání a zadávání textu pomocí IR ovladače.

První jsem si namapoval jednotlivé znaky do LED cube a to celou abecedu bez diakritiky, kromě písmena š, které jsem zde namapoval spolu s dalšími speciální znaky notou, srdíčkem a smajlíkem.

Dále jsem naprogramoval ve Wiringu jednoduchou aplikaci, která dokáže zobrazit jakýkoliv zadanou větu. Zobrazování textu probíhá zobrazením písmena, následuje jeho rychlý posun dopřed, kde poté zmizí a ze zadní strany se objeví následující písmeno věty a program opět provede stejnou animaci. Po skončení textu program začne text zobrazovat opět od začátku, a tak stále dokola.

Poté jsem vytvořil zadávací menu LED cube, kde je možné dálkovým ovladačem zadat jakoukoli větu. Po vyvolání zadávacího menu se nám objeví první písmeno abecedy se speciálními znaky včetně mezery. Mezi abecedou můžeme rolovat oběma směry. Když chceme zvolit písmeno, pouze si ho zobrazíme a zmáčkneme tlačítko pro nahrání písmena. Menu blikne a zobrazí se opět první písmeno abecedy. Tímto způsobem můžeme do programu zadat libovolnou větu. Po zadání věty zvolíme zobrazení věty opět pomocí tlačítka a věta se nám cyklicky zobrazí. Po opětovném vyvolání menu se předchozí věta smaže.



Obr. 8: Mód zobrazování textu, menu – výběr textu

5 PRAKTICKÉ VYUŽITÍ

5.1 Doplnění zážitku z hudby

Nejefektivnější praktické využití mé LED cube je doplnění zážitku z hudby. K tomuto účelu je nejlepší využít aplikaci spektrální analyzátor po sériové lince, možné je také použití VU metru.

LED cube by mohla být umístěna na pódiu a vylepšovat tak posluchačům jejich zážitek. Využití se najde od rockových koncertů až po klavírní koncerty. V praxi by však, z důvodu malé velikosti led cube 105x105x105 mm (diváci na ní prostě neuvidí z větší dálky), bylo potřeba vytvořit mnohem větší LED cube. Jedná se tak pouze o teoretické využití, kromě komorních koncertů.

5.2 Propagační účely

Díky možnosti nahrání a zobrazení jakéhokoliv libovolného textu může LED cube skvěle sloužit k propagačním účelům. LED cube by mohla být umístěna v kancelářích, vitrínách či vstupech do různých institucí a zobrazovat různá hesla nebo názvy firem nebo osobností. LED cube dokáže skvěle upoutat pozornost, kvůli jejímu futuristickému zobrazování textu a proto může k těmto účelům sloužit velmi dobře.

5.3 Zábava

Nejsilnější využití v praxi má LED cube samozřejmě v oblasti zábavy. Nejlepší aplikace pro toto využití je 3D snake, který slouží pouze ke zkrácení volné chvílky, ale díky jeho efektnosti, která vyniká v 3D struktuře se jedná o velmi kvalitní zábavu. U této aplikace se dá strávit několik hodin nad pokusy o dosažení nejvyššího skóre.

Jak se již potvrdilo, nejlepší je to s několika kamarády, s kterými se navzájem překonáváte. Na dni otevřených dveří na naší škole si téměř žádný z účastníků ani organizátorů nenechal ujít možnost si 3D snake zahrát, paní ředitelku nevyjímaje. Při této příležitosti bylo na 3D snake také nahráno nejvyšší skóre a to 34, které překvapivě nenahrál autor LED cube, ale jeho kamarád Pavel Stenchlý.

Závěr

Práce se zabývala detailním popisem výroby LED cube, seznámením s funkčním principem LED cube a jejím využitím v praxi.

Cílem práce bylo vytvořit jednoduchý 3D zobrazovač, který by pomocí 3D animací zobrazoval text, hudební spektrum pro zpestření zážitku z hudby, a naprogramovat 3D snake.

Přestože tato LED cube byla inspirovaná jinou LED cube nalezenou na internetu, nemá s ní téměř nic společného a v mnohem ji také předčí. Například ve větší programové výbavě, která umožňuje zahrát si 3D hada nebo zobrazit zvukové spektrum s efektní grafikou. Programová část je podle mě tedy velmi úspěšná. Zde by se však hodilo vylepšení v podobě mikropočítače s větší operační pamětí například Arduino mega. Stávající mikropočítač totiž využívá svou 2 KB operační paměť na maximum.

Výroba LED cube velmi obohatila mé technické znalosti a umožnila práci s posuvnými registry, se kterými jsem měl do té doby pouze minimální zkušenosti. Se stavbou nebyly nějaké větší problémy. Dle mého názoru je výrobní část velmi úspěšná.

LED cube má také několik praktických využití. Využívá se při tom samotný 3D efekt LED cube. Uvedené praktické využití je spíše teoretické, kvůli velikosti LED cube. Hlavním využitím modelu LED cube zůstává tedy převážně zábava.

Použitá literatura

[1] BARRAGÁN, Hernando. The Untold History of Arduino [online]. [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <https://arduinohistory.github.io/>

[2] C# Audio Spectrum Analyzer. Cyber sholeh [online]. 2017 [cit. 2018-03-16]. Dostupné z: <http://cyber-sholeh.blogspot.cz/2017/03/c-audio-spectrum-analyzer-cybers-te4m.html>

[3] LED CUBE 8X8X8. Instructables [online]. 1. 1. 2011 [cit. 2018-03-15]. Dostupné z: <http://www.instructables.com/id/Led-Cube-8x8x8/0>

[4] Posuvný registr. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Posuvn%C3%BD_registr

[5] ZVUKOVÉ SPEKTRUM. Czechency [online]. 2012– [cit. 2018-03-19]. Dostupné z: <https://www.czechency.org/slovník/ZVUKOV%C3%89%20SPEKTRUM>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Blokové schéma led cube.....	7
Obr. 2: Blokové schéma led cube.....	7
Obr. 3: Samostatná vrstva led cube.....	8
Obr. 4: Nákres zapojení anod a katod LED v led cube.....	9
Obr. 5: Fotka zapojení jednotlivých obvodů.....	10
Obr. 6: Ukázka aplikace DEMO (vlna).....	15
Obr. 7: Ukázka spektrálního analyzátoru.....	17
Obr. 8: Mód zobrazování textu, menu – výběr textu.....	18