

Stredná priemyselná škola techniky a dizajnu

Mnoheľova 828, 05846 Poprad

Výukový robot pre sluchovo postihnuté deti

Stredoškolská odborná činnosť

Č. odboru: 11

Mesto: Poprad

Rok: 2024

Riešiteľ: Michael Šeliga

Ročník štúdia: štvrtý

Stredná priemyselná škola techniky a dizajnu

Mnoheľova 828, 05846 Poprad

Výukový robot pre sluchovo postihnuté deti

Stredoškolská odborná činnosť

Č. odboru: 11

Mesto: Poprad

Rok: 2024

Riešiteľ: Michael Šeliga

Ročník štúdia: štvrtý

Školiteľ: Ing. Milan Hanzeli

Čestné vyhlásenie

Vyhlasujem, že prácu stredoškolskej odbornej činnosti na tému Výukový robot pre sluchovo postihnuté deti, som vypracoval samostatne, s použitím uvedených literárnych zdrojov. Prácu som neprihlásil a ani neprezentoval v žiadnej inej súťaži, ktorá je pod gestorstvom MŠMVVaŠ SR. Som si vedomý dôsledkov, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

Poprad, 20. február 2024

.....

Pod'akovanie

Touto cestou by som chcel zo srdca pod'akovať hlavne môjmu konzultantovi Ing. Milanovi Hanzelimu za cennú pomoc a vedenie počas prípravy mojej práce. Vaša podpora a odborné rady mi veľmi pomohli pri objasňovaní komplexných tém a zdokonaľovaní mojej práce. S vašou podporou som získal ucelený pohľad na svoju tému a naučil som sa dôležité zručnosti, ktoré neskôr využijem na vysokej škole a v praxi.

Taktiež by som chcel vyjadriť vďaku môjmu triednemu učiteľovi, pánovi Ing. Ivanovi Baranovičovi, za jeho povzbudzujúce slová, ktoré ma viedli po celú dobu tvorby mojej práce. Vaša podpora bola pre mňa veľmi dôležitá a veľmi si ju cením.

V neposlednej rade by som sa chcel pod'akovať učiteľom Ing. Michaele Štoselovej, Ing. Jaroslavovi Bašistovi a Mgr. Ondrejovi Staníkovi za cenné vedomosti, ktoré mi odovzdali počas môjho štúdia na škole. Tieto vedomosti prispeli k vylepšeniu mojej práce.

Obsah

1 Úvod.....	6
2 Teoretická časť	7
2.1 Robotika	7
2.1.1 Zákony robotiky	7
2.1.2 Robot	8
2.1.3 Rozdelenie robotov	8
2.1.4 Generácie robotov	8
2.1.5 Riadenie robotov	9
2.2 Priestorové modelovacie softvéry	10
2.2.1 Objemové parametrické modelovanie	10
2.2.2 Plošné modelovanie	11
2.2.3 Voľné modelovanie	11
2.2.4 CAD softvéry.....	11
2.2.5 G-kód.....	11
2.3 Materiály a 3D tlač	12
2.3.1 Technológia 3D tlače	12
2.3.2 Materiály používané na 3d tlač	12
2.4 Aduino.....	13
2.5 Raspberry Pi.....	13
2.6 PLC.....	14
2.7 Micro Bit.....	14
3 Ciele práce	15
4 Materiál a metodika	16
4.1 Komponenty potrebné na zhotovenie	16
4.2 Pracovný postup	17
4.2.1 Modelovanie 3D modelu a export do formátu STL	17

4.2.2 Súpis komponentov výukového robota	18
4.2.3 Vytvorenie G-kódu v programe PrusaSlicer	18
4.2.4 3D tlač na tlačiarni Prusa MK4	19
4.2.5 Odstránenie prebytočného plastu tzv. podpier	19
4.2.6 Osadenie a upevnenie vytlačených častí na závitovú tyč	20
4.2.7 Skúška funkčnosti servomotorov a Micro Bitov	20
4.2.8 Osadenie a upevnenie servomotorov a Micro Bitov do vytlačených častí	21
4.2.9 Vytvorenie schémy zapojenia komponentov	21
4.2.10 Tvorba dosky plošných spojov	21
4.2.11 Zapojenie jednotlivých komponentov podľa schémy	22
4.2.12 Osadenie závitovej tyče do podstavca	22
4.2.13 Návrh zdroja napájania	22
4.2.14 Pripojenie všetkých komponentov na DPS a Arduino	23
4.2.15 Pripojenie zdroja na DPS	23
4.2.16 Pripojenie bezdrôtového ovládača Joy-it SBC-WL-Controller	23
4.2.17 Skúška funkčnosti programu	23
5 Výsledky práce a diskusia	24
6 Závery práce	25
7 Zhrnutie	26
8 Zoznam použitej literatúry	27

1 Úvod

V roku 2022 som sa zapojil do súťaže MyMachine. Spolu s mojím tímom sme mali za úlohu zostrojiť robota, ktorý naučí sluchovo znevýhodneného chlapca Simona lepšie rozprávať. Tretiak na ZŠ Simon chcel, aby mal domáceho učiteľa, ktorý sa mu bude venovať aj mimo školy. V roku 2023 sme tohto robota „Milana“ odovzdali na Košickom EXPE. Simon sa z neho veľmi tešil. Po následnom rozhovore so Simonom, mi tento „malý vynálezca“ prezradil, že aj on by chcel jedného dňa toto dokázať zostrojiť, no cítil som, že si je vedomý svojho znevýhodnenia a že to je preňho len veľký sen ktorý nedokáže zrealizovať.



Simonov náčrt robota



Robot Milan na Košickom EXPE

Práve tento rozhovor ma dokázal motivovať k tomu, aby som urobil vylepšeného robota, ktorý pomôže týmto deťom jednak s výslovnosťou slov, ale aj so základným programovaním.

2 Teoretická časť

2.1 Robotika

Robotika je odbor techniky, ktorý sa zaoberá návrhom, konštrukciou a programovaním robotov. Vďaka robotike sa dnes stretávame s robotmi nielen v priemyselných prevádzkach, ale aj v bežnom živote, napríklad v domácnostiach alebo v zdravotníctve. Robotika spojuje prvky mechaniky, elektroniky, informatiky a automatizácie, aby vytvorila inteligentné zariadenia schopné vykonávať zložité úlohy. Roboty môžu byť ovládané priamo človekom alebo programované na vykonávanie určitých úloh automaticky. V súčasnosti sa robotika využíva v mnohých odvetviach, ako je napríklad výroba automobilov, letecký priemysel, logistika alebo zdravotníctvo. V oblasti výskumu a vývoja sa odbor robotiky zameriava na vytváranie inteligentných robotov, ktorí sa dokážu učiť a prispôbovať sa meniacim podmienkam. Celkovo môžeme povedať, že robotika je odbor techniky, ktorý umožňuje vytváranie inteligentných robotov a zlepšuje efektivitu a bezpečnosť práce v mnohých odvetviach.[1]

2.1.1 Zákony robotiky

Zákony robotiky sú konceptom, ktorý bol predstavený v sci-fi literatúre, najmä v dielach Isaaca Asimova, ktorý vytvoril "Tri zákony robotiky". Tieto zákony nie sú právne normy, ale skôr etické smernice pre konštruktérov a tvorcov robotov. Tu sú tieto tri zákony:

Prvý zákon: Robot nesmie ublížiť človeku alebo, prostredníctvom nečinnosti, dovoliť, aby človeku ublížil.

Druhý zákon: Robot musí poslúchať príkazy dané človekom, s výnimkou príkazov, ktoré by porušili Prvý zákon.

Tretí zákon: Robot musí chrániť svoju vlastnú existenciu, pokiaľ to neporušuje Prvý alebo Druhý zákon.[2]

2.1.2 Robot

Robot je automatický alebo počítačom riadený integrovaný systém, schopný autonómnej, cieľovo orientovanej interakcie s prirodzeným prostredím, podľa inštrukcií od človeka. Táto interakcia spočíva vo vnímaní a rozpoznaní tohto prostredia a v manipulovaní s predmetmi, popr. v pohybovaní sa v tomto prostredí.[2]

2.1.3 Rozdelenie robotov

a) Kartézske (pravouhlé) súradnice, pod ktorými rozumieme pohyb po troch lineárnych na seba kolmých osiach. Pracovný priestor takého robota má tvar hranola. Patria sem takmer všetky roboty portálového typu.

b) Cylindrické (valcové) súradnice, t.j. jedna os rotácie a dve lineárne posuvy v dvoch osiach. Pracovný priestor má tvar podkovy s obdĺžnikovým alebo štvorcovým prierezom.

c) Sféricke (polárne) súradnice, čo znamená dva stupne voľnosti realizované rotáciou a lineárny posuv v jednej osi.

d) Uhlové (angulárne) súradnice znamenajú rotačný pohyb vo všetkých troch osiach. Pracovný priestor má nepravidelný tvar daný kinematikou a vzdialenosťou jednotlivých osí od koncového člena[2]

2.1.4 Generácie robotov

Generácie robotov predstavujú rozdelenie robotov podľa miery ich inteligencie. Pohľad na delenie robotov na generácie nie je v svetovej literatúre úplne jednotný, roboty možno rozdeliť do troch generácií, pričom možno definovať aj medzigenerácie.

1. Generácia – predstavujú ju roboty s programovým riadením. Program možno ľahko modifikovať, čím sa tieto roboty stávajú univerzálnejšími. V tejto generácii robotov ide hlavne o aplikácie umožňujúce uchopovať predmety a presúvať ich (pick and place – zdvihni a umiestni)

1.5 Generácia – prechod medzi prvou a druhou generáciou sa vyznačuje tým, že roboty prvej generácie sú vybavené aj senzormi a okrem jednoduchej manipulácie s predmetmi dokážu aj overiť výsledok svojej činnosti (make and test – urob a over)

2. Generácia – širšie sa v nej uplatňujú senzory a to tak na snímanie stavu okolia robota, ako aj senzory snímajúce jeho vnútorný stav. Robot je oveľa zložitejšie riadený a vyžaduje si riadiacu jednotku, ktorou je počítač. Môže byť vybavený koordinačným systémom oko-ruka

2.5 Generácia – v budúcnosti do nej budú zahrnuté roboty schopné komplexných perceptuálno-motorických funkcií

3. Generácia – inteligentné roboty, disponujú zložitejším riadiacim systémom na báze umelej inteligencie. Vyvinutá je tu schopnosť učenia a adaptácie.[3]

2.1.5 Riadenie robotov

Riadenie robotov závisí od ich typu, účelu a zložitosti. Existuje niekoľko spôsobov, ako riadiť roboty, a to pomocou rôznych metód a technológií ako napríklad:

Manuálne riadenie: Pri manuálnom riadení operátor ovláda pohyb robota priamo pomocou riadiacej konzoly, diaľkového ovládania alebo iných rýchlikov. Tento spôsob je často používaný pri riadení robotov na diaľku, ako sú drony alebo diaľkové ovládané vozidlá.

Programovanie: Roboty môžu byť naprogramované tak, aby vykonávali rôzne úlohy a pohyby. Programovanie môže byť vykonané pomocou rôznych programovacích jazykov alebo vývojových prostredí, ako sú C++, Python, ROS (Robot Operating System), Arduino a ďalšie. Tento spôsob sa často používa pri riadení priemyselných robotov a robotov používaných v vedeckom výskume.

Autonómne riadenie: Autonómni roboti sú schopní samostatne rozhodovať a riadiť svoje pohyby a úkoly na základe senzorických informácií a prednastavených algoritmov. Títo roboti sú často používaní v oblastiach ako robotika, autonómne vozidlá a umelá inteligencia.

Riadenie hlasom: Niektoré roboty môžu byť riadené hlasovými príkazmi. Operátor môže jednoducho hovoriť s robotom a dávať mu inštrukcie.

Riadenie diaľkovým ovládaním: Mnoho robotov je vybavených diaľkovým ovládaním, ktoré umožňuje operátorovi ovládať ich pohyb a činnosti na diaľku.

Riadenie pomocou mobilnej aplikácie: V niektorých prípadoch je možné riadiť roboty pomocou mobilných aplikácií. Tieto aplikácie môžu ponúkať rôzne funkcie, ako je pohyb, kamery a komunikácia.

Riadenie na diaľku cez internet: Niekedy je možné roboty riadiť na diaľku cez internet. To umožňuje operátorom riadiť a monitorovať roboty z akéhokoľvek miesta na svete.

Spôsob riadenia robota závisí od konkrétneho použitia a cieľov, ktoré chcete dosiahnuť. Moderné roboty môžu byť vybavené kombináciou týchto metód a technológií na dosiahnutie najlepších výsledkov v danej oblasti aplikácie.

2.2 Priestorové modelovacie softvéry

Existujú v zásade 3 druhy priestorových modelovacích softvérov:

- a) Objemové parametrické modelovanie,
- b) Plošné modelovanie,
- c) Voľné modelovanie.

2.2.1 Objemové parametrické modelovanie

Konvenčné metódy výroby (ako sústruženie, frézovanie, vrtanie, a pod.) vychádzajú práve z jednoduchých geometrických tvarov ako polotovary tyče a kvádre. Pre tieto technológie je objemové modelovanie väčšinou najlepšia voľba z dôvodu jej jednoduchosti a možnosti tvar jednoznačne zakótovať pre výrobu.

Má taktiež veľkú výhodu a tou je parametrické modelovanie, to je v skratke to, že zmena jedného parametra sa automaticky aktualizuje a prejaví vo všetkých fázach modelu alebo zostavy. Napr. keď upravíme dĺžku modelu, pričom od dĺžky je pevne zadaná aj poloha otvoru, upraví sa automaticky tiež. Táto zmena sa prejaví v zostave aj na výkrese. V praxi sú pri týchto typoch softvérov využívané taktiež rôzne kinematické analýzy v zostavách, pretože je možné jednoznačne zdefinovať okrajové podmienky.[4]

2.2.2 Plošné modelovanie

Pri 3D tlači už zďaleka nie sme v takej miere technologicky limitovaní. Zložitosť nemá takmer žiadny vplyv na cenu výroby. Preto sa preferuje plošné a voľné modelovanie v priestore, podobne ako keď tvarujeme z kusu modelovacej hliny, tu sa predstavivosti medze nekladú. Pri tomto modelovaní je možné vytvárať tvarovo zložité povrchy. Je ich možné jednoducho tvarovať, napr ako krídlo lietadla, alebo kapota automobilu. Výstupom sú však individuálne povrchy, ktoré je potrebné pred 3D tlačou ešte uzavrieť, aby vznikol objem. Aj keď je modelovanie zložitých tvarov podstatne jednoduchšie ako pri objemovom parametrickom modelovaní, rozmery tvarov je náročné zadefinovať, to môže viesť k tomu, že výrobok nebude plniť po výrobe požadovanú funkciu (z dôvodu nepresností modelu). Zmeny obvykle nie sú parametrické, teda keď vytvoríme zmenu kdekoľvek v procese modelovania, nemusí sa správne aktualizovať.[4]

2.2.3 Voľné modelovanie

Niekedy sa nazýva aj ako organické modelovanie, práve kvôli podobnosti geometrických tvarov s prírodou (stromy, skaly, morské sasanky a pod.). Výhodou môže byť možnosť prepojenia s tabletom, alebo špeciálnym modelovacím hardvérom ovládaným rukami, to umožňuje lepší a presnejší pohyb v priestore. Pre 3D tlač je voľné modelovanie ako najvhodnejšia možnosť, ak budeme tvarovať organické, alebo iné ťažko definovateľné tvary. Je možné dosiahnuť extrémnej tvarovej zložitosti a namodelovať objekty inak ako 3D tlačou nevyrobiteľné. [4]

2.2.4 CAD softvéry

- 3ds Max - AutoCAD - Fusion 360 - Inventor - Onshape - Creo
- Rhino - SketchUp - Solidworks - Solid Edge - ZBrush [4]

2.2.5 G-kód

G- kód je programovací jazyk bežne používaný v CNC obrábacích strojoch. V G-kóde sú uložené pokyny, ktoré zabezpečujú smer pohybu extrudéra, rýchlosť jeho pohybu, reguláciu teploty atď. Po vytvorení 3D modelu, ktorý má byť na tlačiarňi vyrobený, tento model uložíme do potrebného formátu STL, aby bolo možné jeho otvorenie v programe

nazvanom Slicer. Program tento model spracuje a pomocou matematických operácií rozloží na jednotlivé vrstvy v zóne Z. [5]

2.3 Materiály a 3D tlač

2.3.1 Technológia 3D tlače

Termín aditívna výroba označuje rôzne technológie výroby priestorových objektov na 3D tlačiarňach, ktoré vychádzajú z rovnakého základného princípu, t.j. predmet vytvárajú pridávaním jednej vrstvy materiálu na druhú. Každá z metód, ktoré sa líšia cenou, rýchlosťou, presnosťou a použitými materiálmi, má svoje výhody a nevýhody. Aj keď v posledných rokoch zaznamenala aditívna výroba nesmierny pokrok, stále existuje obrovská a pravdepodobne neprekonateľná priepasť medzi tým čo sa dá vyrobiť na sofistikovaných komerčných 3D tlačiarňach, a medzi tým, čo si môžete vyrobiť na domácich tlačiarňach.

Princíp fungovania

Plastové vlákno sa privádza do tlačiarne, tam sa roztaví a nanáša vo vrstvách, ktoré postupne tuhnú. Tento proces je vhodný pre kancelárie, čo z neho robí ideálnu technológiu pre stolové spotrebné tlačiarne. [5]



Obr. 1 - princíp fungovania

2.3.2 Materiály používané na 3d tlač

Pri materiáloch pre 3D tlač rozlišujeme ich použitie pre daný výrobok. To zahŕňa ich mechanické vlastnosti, optické vlastnosti, toxicitu, uskladnenie a radu technických parametrov, ktorými je možné selektovať ten správny materiál.

Pri výbere filamentu je dôležité zohľadniť požadované vlastnosti na materiál, čiže vytvoriť si prehľad činností a účelov, ktoré bude daný výtláčok vykonávať. Trh ponúka široké spektrum materiálov v rôznych farebných škálach a ich vzájomných kombinácií a zlúčenín, čo umožňuje presný výber typu filamentu pre danú funkciu vytlačeného objektu. Okrem požiadavok na vlastnosti materiálu sa výber stretáva s ďalšími dôležitými požiadavkami a to jeho kompatibilita s 3D tlačiarňou, ktorá má taktiež svoje špecifické parametre. Výrobcov

filamentov je veľké množstvo a nie každý jeho typ je schopný byť vytlačený na akejkoľvek 3D tlačiarňi. Napríklad určité filamenty vyžadujú prítomnosť vyhrievanej podložky pričom niektoré tlačiarne ju nemusia nutne obsahovať.

2.4 Aduino

Arduino je open-source platforma, založená pôvodne na mikrokontroléri ATMega od firmy Atmel a grafickom vývojovom prostredí, ktoré vychádza z prostredia Wiring (podobný projekt ako Arduino, teda doska s mikrokontrolérom a IDE) a Processing (prostredie pre výuku programovania). Arduino môže byť použité k vytváraniu samostatných interaktívnych zapojení alebo môže byť pripojené k softvéru na počítači (napr. Macromedia Flash, Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider). Momentálne možno kúpiť verzie, ktoré sú už skompletované; schéma a návrh plošného spoja je dostupná pre tých, ktorí si chcú postaviť Arduino sami. [6]

2.5 Raspberry Pi

Raspberry Pi je jednodoskový počítač s doskou veľkosti zhruba platobnej karty, prípadne o niečo menšiu. Vyvíja ho britská nadácia Raspberry Pi Foundation s cieľom podporiť výučbu informatiky v školách.

Všetky typy Raspberry Pi obsahujú grafický procesor VideoCore IV kompatibilný s OpenGL ES 2.0. Naopak neobsahujú žiadne rozhranie pre pevný disk alebo SSD – pre zavedenie systému a trvalé uchovanie dát je určený slot na SD kartu.

Výrobca ponúka k počítaču ako operačné systémy ARM verzie linuxových distribúcií Debian a Arch. Výrobca tiež ohlásil práce na systéme Rasdroid pre Raspberry Pi na báze Androidu 4.0. [7]

2.6 PLC

Programovateľný logický automat (PLC => programmable logic controller) je relatívne malý priemyselný počítač, ktorý sa používa na automatizáciu procesov v reálnom čase - riadenie strojov alebo výrobných liniek v továrni. PLC sa vyznačuje tým, že program sa vykonáva v tzv. cykloch. PLC sa od bežných počítačov líšia nielen tým, že cyklicky spracovávajú program, ale aj tým, že ich periférie sú priamo prispôsobené na pripojenie k technologickým procesom. Väčšinu periférií v tomto prípade tvoria digitálne vstupy (DI) a digitálne výstupy (DO). Analógové vstupy (AI) a analógové výstupy (AO) sú určené na ďalšie spracovanie signálov a pripojenie k technológii na spracovanie spojitých signálov. S rozvojom automatizácie v priemysle sa na pripojenie k PLC používajú aj ďalšie periférne moduly, ktoré sa nazývajú funkčné moduly (FM), napr. na polohovanie, komunikačné procesory (CP) na zber a prenos údajov a ďalšie špecifické moduly podľa výrobcu konkrétneho systému. [8]

2.7 Micro Bit

Micro Bit je open source hardvérový vstavaný systém založený na ARM navrhnutý BBC na použitie v počítačovom vzdelávaní v Spojenom kráľovstve.

Zariadenie je popisované ako polovičná veľkosť kreditnej karty a má procesor ARM Cortex-M0, senzory akcelerometra a magnetometra, konektivitu Bluetooth a USB, displej skladajúci sa z 25 LED diód, dve programovateľné tlačidlá a napájať ho možno buď cez USB resp. externá batéria. Vstupy a výstupy zariadenia sú cez päť kruhových konektorov, ktoré tvoria časť väčšieho 25-kolíkového okrajového konektora. [9]

3 Ciele práce

V úvode som načrtol problematiku so sluchovo postihnutými deťmi. Sluchovo postihnuté deti sa často cítia frustrované z toho, že majú obmedzenú schopnosť komunikácie s ostatnými. Často to vnímajú ako záťaž pre svojich učiteľov, rodičov, alebo kamarátov. Myslia si, že vzhľadom na ich postihnutie nie sú seberovní so svojimi rovesníkmi a to často vedie k vzdávaniu sa ich veľkých snov.

Použijem príklad Simona. Simona zaujalo programovanie, alebo konštruovanie robotov. Bežné dieťa by sa začalo čoraz viac o to zaujímať (začalo by stavať stavebnice, kreslilo by si robotov, začalo by chodiť na krúžky atd.). Simon vie že má sluchové postihnutie a vie, že ľudia ktorí by ho to mali učiť musia byť špeciálne vyškolení. Preto sa radšej vzdá svojich snov a radšej bude robiť niečo menej náročné, aby s ním nemuseli ľudia stráviť pri výuke viac času. Otázka však znie, prečo by sa deti ako Simon mali tak rýchlo vzdávať svojich snov? Položil som si otázku: „Čo keby som zostrojil robota podobného ako bol minuloročný robot Milan, no tento robot by pomohol deťom porozumieť základom programovania robotov?“

Hlavným cieľom bolo zostrojiť konštrukciu podobného robota ako bol minuloročný, len s tým rozdielom, že by som k nemu pridal podobný ovládač, aký bežne používajú deti pri hraní slávneho Playstation. Pomocou tohto ovládača by sme dokázali ovládať jeho pohyby, tým pádom deti prídu na základné pohyby, ktoré môže robot vykonávať (napr. otáčanie kĺbom ramena, lakt'a atd.). Akonáhle by si deti osvojili ovládanie, mohli by prejsť na základné programovanie pomocou Arduina. Boli by im vysvetlené základné príkazy, ktorými by dokázali ovládať servomotor, neskôr kombináciu viacerých servomotorov. Ak by sa posunuli až do tohto štádia výučby, som presvedčený o tom, že by dokázali vytvárať jednoduché programy ako je napr. mávanie.

Pomocou nového robota „**Speesha**“ (meno Speesha je kombinácia slov *SPŠ* a aglického slova *special*) sa dokážu deti so sluchovým postihnutím naučiť programovať samostatne. Ak si osvoja základy programovania a robotiky, môžu sa v budúcnosti hlbšie venovať problematike programovania robotov.

4 Materiál a metodika

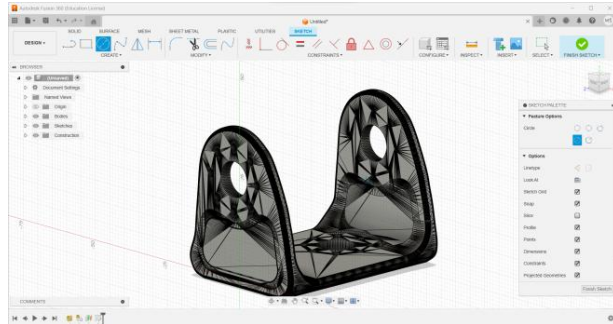
4.1 Komponenty potrebné na zhotovenie

- Riadiaca jednotka Arduino Mega
- 2 x Micro Bit
- 16 x servomotor SR-6120MG
- Prepojovacie káble
- Napájací zdroj 5V, 14A
- Doska plošných spojov (ďalej DPS)
- Filament PETG
- Závitová tyč M12 x 1000
- 10 x Šesťhranná matica nízka M12
- Skrutky M2 x 10 - 64ks
- Skrutky M3 x 4 - 20ks
- Šesťhranné matice M3 - 10ks
- Čierne nylonové sťahovacie pásky
- Izolačná páska čierna z PVC
- Zmršťovacie bužírky čierne
- Podstavec
- Bezdrôtový ovládač Joy-it SBC-WL-Controller

4.2 Pracovný postup

4.2.1 Modelovanie 3D modelu a export do formátu STL

Pri výbere CAD programu sme museli zvážiť, ktorý z dostupných programov na našej škole použijeme. Mali sme na výber programy Autodesk Inventor, Autodesk Fusion 360 a Solid Edge. Zvolili sme si program Autodesk Fusion 360 z toho dôvodu, že tento program sa vo väčšine prípadov využíva



Obr. č. 2 - 3D model v programe

na tvorbu 3D modelov a prototypov, ktoré sa následne tlačia na 3D tlačiarňach. Na základe našich poznatkov vieme, že ak by sme chceli neskôr upravovať komponenty, ktoré sú v súboroch typu STL, tak v programoch Autodesk Inventor a Solid Edge je oveľa komplikovanejšia následná editácia. Tento fakt zohral veľmi dôležitú úlohu pri našom rozhodovaní.

Keďže náš študijný odbor nie je dizajn, nedokážeme navrhnuť robota tak, aby bol z estetickej stránky zaujímavý pre deti. Dizajnom nášho robota sme sa inšpirovali na internete a od tohto dizajnu sme sa mohli následne odvíjať. Začali sme modelovať a upravovať komponenty podľa našich potrieb. Museli sme brať ohľad na to, ako budú umiestnené jednotlivé servomotory. Keďže naše servomotry majú pomerne veľký krútiaci moment (20 kg.cm), úchyty a konštrukcie musia byť skonštruované tak aby sa vplyvom pohybu neodtrhli, alebo nijak nepoškodili.

Všetky potrebné časti sme vymodelovali a upravili, následne sme museli tieto 3D modely vyexportovať do formátu STL, aby sme z týchto súboru vedeli vytvoriť G-kód na 3D tlač

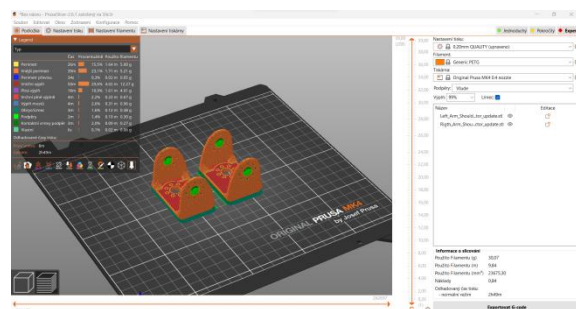
4.2.2 Súpis komponentov výukového robota

- Predná, stredná a zadná časť hlavy
- Konektor hlavy, pravého a ľavého ramena
- Pravé a ľavé rameno
- Pravá a ľavá horná časť ruky
- Pravé a ľavé predlaktie
- Pravá a ľavá dľaň
- Hrudník
- Konektor chrbtice
- Chrbtica
- Boky
- Stehná
- Holene
- Chodidlá

4.2.3 Vytvorenie G-kódu v programe PrusaSlicer

Program PrusaSlicer bol odporúčaný výrobcom tlačiarne, ktorou disponujeme v škole (Original Prusa MK4). Pomocou tohto programu sme vytvorili zo súborov STL G-kód, do kt. zadáme tieto údaje:

- Typ filamentu - PETG
- Priemer dýzy - 0,4mm
- Teplota dýzy - 230°C
- Teplota vyhrevnej podložky - 85°C
- Výplň stien súčiastky - 99%
- Výplň podpier a obrys - aktivované



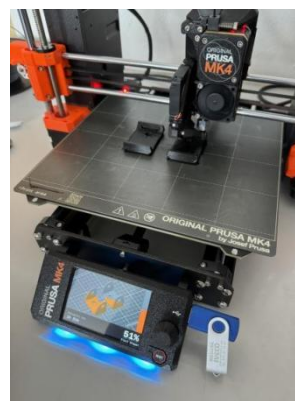
Obr. č. 3 - 3D model v programe

Po zdaní všetkých potrebných údajov sme G-kód vyexportovali na USB kľúč. Na podložku sme umiestnili viac komponentov z dôvodu úspory času a elektrickej energie.

Všetky komponenty sme umiestili na podložku tak, aby sme efektívne hospodárili s filamentom a aby sme nemali veľa odpadu.

4.2.4 3D tlač na tlačiarni Prusa MK4

USB kľúč s vyexportovaným G-kódom sme vložili do tlačiarnie Prusa MK4. Keďže sme potrebovali zaviesť filament do extrúdera, bolo nutné aby sme dýzu zohriali na 230°C. Tlačiareň sa nahriala a my sme mohli zaviesť filament. Pomedzi to, ako sa nahrievala dýza, sme zapli nahrievanie podložky na 85°C. Keď boli nastavené nominálne teploty, mohli sme spustiť tlač. Na našej tlačiarni nebola potrebná manuálna kalibrácia podložky, keďže tlačiareň Prusa MK4 disponuje funkciou automatickej kalibrácie podložky pred tlačou.



Obr. č. 4 - 3D tlač

4.2.5 Odstránenie prebytočného plastu tzv. podpier

Väčšina našich komponentov obsahovala podpery, ktoré obmedzovali tvorbu previsu pri 3D tlači. Všetky vytlačené komponenty sme dôkladne očistili od prebytočného plastu, aby neobmedzovali presnú polohu uloženia servomotorov, alebo jednotlivých komponentov medzi sebou. V niektorých prípadoch zanechala 3D tlač aj malé chyby tlače, ako napr. vynechané niektoré vrstvy, alebo „vlasy“, ktoré mohli spôsobiť výkyvy teploty v miestosti. Tieto defekty sme opravili pomocou horúceho plameňa, ktorý roztavil spomínané „vlasy“, pomocou spájkovačky sme roztavili filament a na miesta kde chýbali jednotlivé vrstvy tlače sme pridali roztavený filament a tým sme spevnili konštrukciu.



Obr. č. 5 -Prebytočný

4.2.6 Osadenie a upevnenie vytlačených častí na závitovú tyč

Konstruktúriu robota sme navrhli tak, aby bola upevnená na závitovej tyči. Pri pohybe servomotorov do rôznych smerov, by mohol vzniknúť nežiadúci účinok otáčania celého tela robota do rôznych strán okolo osi tyče, preto sme sa rozhodli, že tento problém vyriešime tak, že jednotlivé komponenty na závitovej tyči zaistíme proti otáčaniu pomocou matíc. Keďže by mohla nastať po čase situácia, že sa matice uvoľnia vplyvom otáčania, poistili sme ich pridaním kontramatíc. Zistili sme, že v driekovej časti robota by sa nám nevošli 4 klasické šesťhranné matice, preto sme použili 4 nízke šesťhranné matice.

Na závitovú tyč sme uchytili boky, chrbticu, konektor chrbtice a hrudník. Všetky tieto komponenty sú zaistené proti otáčaniu a navzájom sú pospájané skrutkami M2x10, ktoré sú poistené proti otáčaniu tak, že sú nahriaté s plameňom a jemne vtlačené do vnútra plastového materiálu.

4.2.7 Skúška funkčnosti servomotorov a Micro Bitov

Aby sme si overili, či sú všetky servomotory funkčné, vytvorili sme jednoduchý program ktorý otočí servomotor do pozície 0°, počká 1 sekundu a následne otočí servomotor o 180°. Aby sme videli tieto otočenia, pripevnili sme na výstup servomota vrtuľku, ktorá je súčasťou jeho balenia.

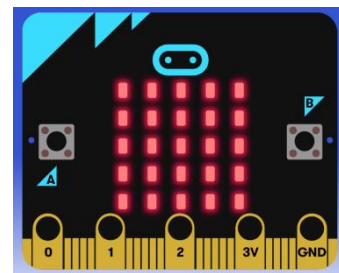
```
1 #include <Servo.h>
2
3 // Vytvorte objekt serva
4 Servo myservo;
5
6 void setup() {
7   // Definujte servomotor pripojený na port 9
8   myservo.attach(9);
9 }
10
11 void loop() {
12   // Otoc servomotor do jedného extrému (0 stupňov)
13   myservo.write(0);
14   delay(1000); // Počkaj 1 sekundu
15
16   // Otoc servomotor do druhého extrému (180 stupňov)
17   myservo.write(180);
18   delay(1000); // Počkaj 1 sekundu
19 }
```

Obr. č.6 - Kód v Arduino

Na overenie funkcie Micro Bitu sme vytvorili jednoduchý program v programe Makecode, ktorý permanentne rozsvieti všetkých 25 LED diód. Takto sme zistili, či je funkčná každá LED dióda.



Obr. č. 7 - Kód MicroBit



Obr. č. 8 - Grafický výstup

4.2.8 Osadenie a upevnenie servomotorov a Micro Bitov do vytlačených častí

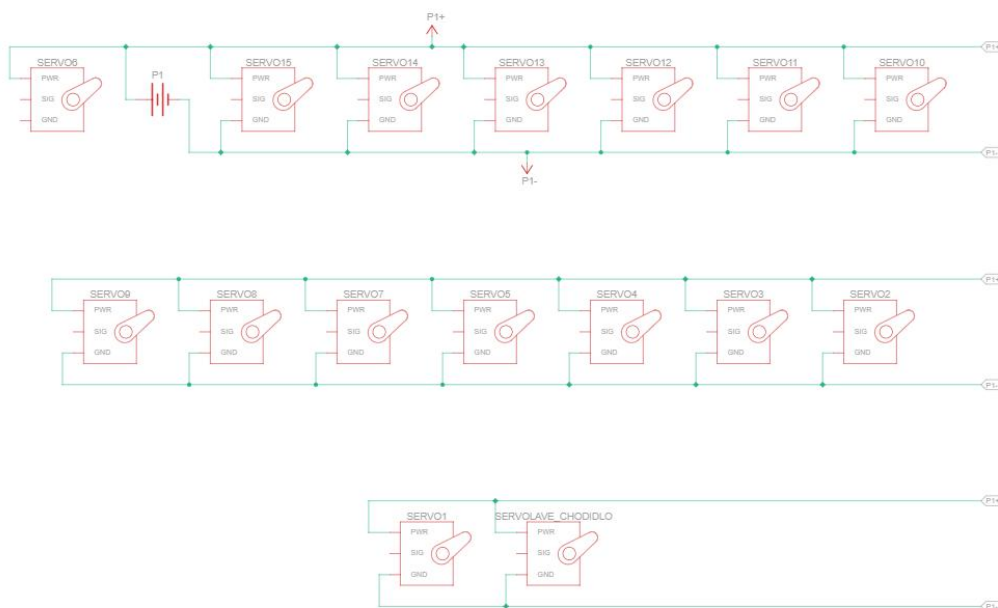
Po úspešnej skúške servomotorov a Micro Bitov sme ich osadili na príslušné miesta. Na zaistenie polohy sme používali skrutky M2 rôznych dĺžok a v niektorých prípadoch sme použili šesťhranné matice M2, aby sme zabránili ovolneniu skrutiek.



Obr. č. 9 - Osadené servomotry

4.2.9 Vytvorenie schémy zapojenia komponentov

Podľa navrhnutých programov sme vypracovali schému zapojenia, aby sme si uľahčili pri zapájaní jednotlivých elektronických komponentov prácu a aby sme zredukovali možné chyby pri zapájaní.



Obr. č. 10 -Schéma zapojenia

4.2.10 Tvorba dosky plošných spojov

Dosku plošných spojov (ďalej DPS) sme sa rozhodli zhotoviť pre to, aby sme zredukovali počet káblov a vodičov, no aj kvôli vizuálnej stránke. Na vstup DPS sme priviedli zdroj jednosmerného napätia 5V s prúdom 14A. Na výstupe sme urobili 20 svoriek, pričom 16 svoriek slúži pre zdroj napätia a prúdu pre 16 servomotorov a zvyšné 4 svorky slúžia na napájanie Arduina a Micro Bitov.

4.2.11 Zapojenie jednotlivých komponentov podľa schémy

S1.attach(2);	// LAVE CHODIDLO	SET 90	MIN 120	MAX 50
S2.attach(7);	// PRAVE CHODIDLO	SET 100	MIN 60	MAX 130
S3.attach(3);	// LAVE KOLENO	SET 90	MIN 90	MAX 20
S4.attach(5);	// PRAVE KOLENO	SET 100	MIN 100	MAX 170
S5.attach(4);	// LAVA NOHA	SET 90	MIN 160	MAX 0
S6.attach(6);	// PRAVA NOHA	SET 80	MIN 0	MAX 160
S7.attach(41);	// LAVE HRUDNIK	SET 90	MIN 180	MAX 10
S8.attach(43);	// PRAVE HRUDNIK	SET 100	MIN 10	MAX 180
S9.attach(33);	// LAVE RAMENO	SET 20	MIN 20	MAX 170
S10.attach(25);	// PRAVE RAMENO	SET 160	MIN 160	MAX 10
S11.attach(37);	// LAVY BICEPS	SET 0	MIN 0	MAX 180
S12.attach(27);	// PRAVY BICEPS	SET 180	MIN 180	MAX 0
S13.attach(35);	// LAVY LAKET	SET 60	MIN 60	MAX 170
S14.attach(29);	// PRAVY LAKET	SET 140	MIN 140	MAX 30
S15.attach(39);	// KRK	SET 100	MIN 0	MAX 180
S16.attach(31);	// HLAVA	SET 30	MIN 15	MAX 50

Obr. č. 11 - Piny pre servomotory

Všetky komponenty sme zapojili podľa schémy zapojenia (obr. 10), pričom signálové káble sme zapojili podľa programu (obr. 11).

4.2.12 Osadenie závitovej tyče do podstavca

Po úspešnom zapojení všetkých elektrických komponentov sme osadili závitovú tyč do podstavca. Na podstavec sme prizvárali dve matice M12, do ktorých sme prisrutkovali na potrebnú dĺžku závitovú tyč M12 x 1000. Oceľový podstavec má profil štvorhrannej tyče, pričom je to tenkostenný profil s hrúbkou 5mm.

4.2.13 Návrh zdroja napájania

Zdroj napájania sme si zvolili na základe pracovného napätia Arduina a servomotorov. Arduino a servomotory pracujú s napätím 5V. Každý servomotor pracuje s prúdom okolo 1A, preto sme zvolili 14A zdroj. Náš robot má celkovo 16 servomotorov, no nikdy nebude spolupracovať všetkých 16 servomotorov súčasne, preto 14A stačí.

4.2.14 Pripojenie všetkých komponentov na DPS a Arduino

Pripojenie elektrických komponentov na DPS bolo veľmi jednoduché. Na doske sa náchádzajú len vývody kladnej a zápornej polarita, takže každý servomotor sme pripojili pomocou prepojovacích káblov. Arduino sme tak isto pripojili na piny GND a + 5V.

4.2.15 Pripojenie zdroja na DPS

Na DPS sme pripojili zdroj napájania, ktorý sme si multimetrom premerali, aby sme zabezpečili napätie 5V a prúd 14A.

4.2.16 Pripojenie bezdrôtového ovládača Joy-it SBC-WL-Controller

Pre lepší zážitok pre deti sme sa rozhodli pripojiť a naprogramovať bezdrôtový ovládač Joy-it-SBC-WL-Controller, ktorý je kompatibilný s Arduino. Týmto ovládačom môžeme ovládať ručne pohyb niekoľkých servomotorov. Používateľský manuál sme priložili k robotovi, aby ho dokázali ovládať deti. Základný program ktorý umožní komunikáciu s Arduino, bol priložený výrobcom ovládača.



Obr. č. 12 - Bezdrôtový ovládač

4.2.17 Skúška funkčnosti programu

Do riadiacej jednotky Arduino Mega sme nahrali náš finálny program a otestovali sme jeho funkčnosť.

5 Výsledky práce a diskusia

V tejto časti by som sa rád napísal postrehy hodnotiacej komisie na súťaži Strojárska olympiáda 2024. S touto prácou som sa dňa 15.02.2024 zúčastnil súťaže Strojárska olympiáda 2024. Hodnotiacia komisia ohodnotila môj projekt veľmi dobre a umiestnil som sa na 3. mieste v rámci komisie č. 1. Položili mi otázku, či je v budúcnosti možná nejaká úprava. Na túto otázku som odpovedal, že samozrejme je možné zdokonalenie, predovšetkým v oblasti programovania samotného programu, ale aj zakomponovaním hlasového asistenta ako je Siri, prípadne Alexa. Padla ešte jedna otázka, či je možné naprogramovať robota tak, aby niečo ukázal v posunkovej reči. Na aktuálnom modeli takáto možnosť momentálne nie je, pretože posunková reč si vyžaduje na komunikáciu pohyb palcov a tie ja nemám ovládané, no aký by sme dokázali zostrojiť klon ľudskej ruky, bolo by to možné.

6 Závery práce

Na záver by som chcel povedať, že podľa tohto dokumentu som zostrojil celého robota. 3D tlač jednotlivých komponentov trvala zhruba týždeň, montáž týžden a programovanie týždeň čistého času. Celú prácu som zostrojil popri vyučovacom procese v škole v rámci predmetov mechatronika, automatizačná technika, strojníctvo, elektrotechnika. Tento dokument je len stručným zhrnutím celého procesu návrhu, výroby a programovania robota. Finálny dizajn, koštrukciu a program robota detailne predstavím na prezentácii v rámci SOČ.

7 Zhrnutie

Cieľom tejto práce bolo zostrojenie výukového robota pre sluchovo postihnuté deti. Popri tejto práci som si dokázal rozšíriť znalosti programovania Arduina, modelovania v programe Inventor. Naučil som sa nové veci ohľadom fungovania 3D tlače.

8 Zoznam použitej literatúry

- [1] (autor neznámy): Robotika. 2023 [online]. 22.05.2023, [cit. 2023-11-08]. Dostupné na internete: <[Robotika: Význam a využitie - ABB \(abbrobotika.sk\)](#)>
- [2] (autor neznámy): 1. ZÁKLADNÉ POJMY ROBOTIKY. 2023 [online]. 11.02.2023, [cit. 2023-11-08]. Dostupné na internete: <[Queue | 1. ZÁKLADNÉ POJMY Z ROBOTIKY - ADOC.PUB](#)>
- [3] (autor neznámy): Generácie robotov. 2015 [online]. 23.01.2015, [cit. 2023-11-08]. Dostupné na internete: <[Generácie robotov – Wikipédia \(wikipedia.org\)](#)>
- [4] (autor neznámy): Aký softvér je vhodný pre 3D tlač?. 2020 [online]. [cit. 2023-11-08]. Dostupné na internete: <[Aký softvér je vhodný pre 3D tlač? - Stepanek3D](#)>
- [5] Bc. Miroslav Kajzr. 2018. VZDÁLENÁ KONTROLA 3D TISKÁRNY: diplomová práca. Brno: VUT, 2018, 36 s.
- [6] (autor neznámy): Arduino [online]. 13.10.2023, [cit. 2024-01-14]. Dostupné na internete: <[Arduino – Wikipédia \(wikipedia.org\)](#)>
- [7] (autor neznámy): Raspberry Pi [online]. 06.10.2023, [cit. 2024-01-14]. Dostupné na internete: <[Raspberry Pi – Wikipédia \(wikipedia.org\)](#)>
- [8] (autor neznámy): Programovateľný logický automat [online]. 26.01.2023, [cit. 2024-01-14]. Dostupné na internete: <[Programovateľný logický automat – Wikipédie \(wikipedia.org\)](#)>
- [9] (autor neznámy): Micro Bit [online]. 14.12.2023, [cit. 2024-01-14]. Dostupné na internete: <[Micro Bit - Wikipedia](#)>