

OSNOVNA ŠOLA GUSTAVA ŠILIH V ELENJE
Vodnikova cesta 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ SAŠA REGIJE

RAZISKOVALNA NALOGA

BAR(VNA) KODA

Tematsko področje: APLIKATIVNI INOVACIJSKI PREDLOGI IN PROJEKTI

Avtorja:

Juš Razboršek, 9. razred

Cene Brglez, 9. razred

Mentor:

Damijan Vodušek, prof.

Velenje, 2024

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Osnovni šoli Gustava Šiliha Velenje.

Mentor: Damijan Vodušek, prof.

Datum predavitve:

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD OŠ Gustava Šiliha, šolsko leto 2023/2024

KG tehnika/elektronika/robotizacija/kodiranje/črtna koda/črtalnik

AV RAZBORŠEK, Juš, BRGLEZ, Cene

SA VODUŠEK, Damijan

KZ 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

ZA OŠ Gustava Šiliha Velenje

LI 2024

IN BAR(VNA) KODA

TD Raziskovalna naloga

OP VI, 19 str., 11 sl., 6 vir.

IJ sl

JI sl/en

AI Tehnika, elektronika, robotika ... so tesno povezane veje znanosti in tehnologije, ki se ukvarjajo z oblikovanjem, izdelavo in uporabo naprav ter sistemov za izpolnjevanje različnih potreb in nalog. Skupaj te discipline predstavljajo ključne sestavine sodobne tehnološke krajine, pri kateri njihova združitev in integracija vodita do inovacij in napredka v številnih industrijskih in vsakodnevnih aplikacijah. Mnogi izumi so stari desetletja ali stoletja, s sodobno tehnologijo pa jih lahko dodelamo in vključimo v vsakdanje življenje. Tak prelom je koda, ki jo danes beremo že v dveh dimenzijah, zakaj je ne bi tudi v treh ali več.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND OŠ Gustava Šiliha, school year 2023/2024

CX engineering/electronics/robotics/coding/barcode/barcode scanner

AU RAZBORŠEK, Juš, BRGLEZ, Cene

AA VODUŠEK, Damijan

PP 3320 Velenje, SLO, Vodnikova 3

PB OŠ Gustava Šiliha Velenje

PY 2023

TI (COLOR) BAR CODE

DT Research work

NO VI, 19 p., 11 fig., 6 ref.

LA SL

AL sl/en

AB Engineering, electronics, robotics ... are closely related branches of science and technology that deal with the design, manufacture and use of devices and systems to fulfil various needs and tasks. Together, these disciplines represent key components of the modern technological landscape, where their merger and integration lead to innovation and progress in many industrial and everyday applications. Many inventions are decades or centuries old, but with modern technology we can refine them and integrate them into everyday life. Such a break is the code that today we already read in two dimensions, why not also in three or more.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO SLIK.....	VI
SEZNAM OKRAJŠAV	VI
1 UVOD.....	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 Zgodovina kode	2
2.2 Črtna koda.....	3
2.3 Razvoj črtna kode še naprej?	4
2.4 2D kode/QR koda	5
2.5 Bralnik kode.....	6
2.6 Optični senzor LEGO	7
3 METODE DELA.....	8
3.1 IZDELAVA BRALNIKA.....	8
3.2 PROGRAM.....	9
3.3 DELOVANJE OPTIČNEGA SENZORJA	10
3.4 BRANJE BARVNE KODE.....	11
4 REZULTATI.....	12
5 DISKUSIJA.....	13
6 ZAKLJUČEK	15
7 POVZETEK	16
8 ZAHVALA.....	17

9 VIRI IN LITERATURA.....	18
---------------------------	----

KAZALO SLIK

Slika 1: Prikaz kode.....	2
Slika 2: Bernard Silver in Norman Joseph Woodland.....	3
Slika 3: Črtna koda.	3
Slika 4: Razlika med 1D in 2D kodo.....	4
Slika 5: Optično branje 2D/QR kode z mobilno napravo.....	5
Slika 6: Bralnik kode.	6
Slika 7: Tabela vrednosti barv za EV3.	7
Slika 8: Avtomobilček z optičnim senzorjem in barvno kodo.	8
Slika 9: Program za optično branje barvne kode.....	9
Slika 10: Primer barvne kode.	11

SEZNAM OKRAJŠAV

- oz. – oziroma
- npr. – na primer
- itd. – in tako dalje
- ipd. – in podobno

1 UVOD

Do leta 1952 je bilo prodajanje izdelkov veliko težje oz. bolj zakomplicirano, saj so morali imeti na vsakem izdelku posebej zapisano ceno ali pa so morali vedeti vse v glavi. Zaradi takšnih in podobnih težav sta se okoli leta 1948 Norman Joseph Woodland in Bernard Silver odločila, da bosta poenostavila način upravljanja zalog in odjave kupcev. To sta storila z izdelavo bar oz. črtne kode.

Namen najine raziskovalne naloge je ugotoviti, kako bi lahko predelala klasično bar kodo v barvno kodo. Po najinem mnenju bi lahko na ta način razširili uporabnost danes vsem poznane bar kode, ki jo najdemo na vseh izdelkih.

Naredila bova bralnik barvne kode iz LEGO kock in s tem ponazorila, kako naj bi barvna koda delovala.

HIPOTEZE:

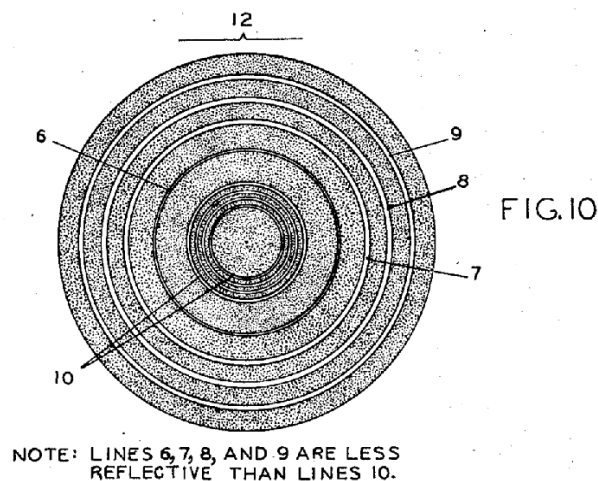
1. Barvna koda je učinkovitejša kot črna koda.
2. Osnovnošolec lahko sestavi robotski bralnik.
3. Robotski bralnik bo vedno pravilno prebral kodo.

2 PREGLED OBJAV

Črtno kodo so potrebovali v trgovinah, proizvodnjah in na marsikaterih področjih, saj je bilo zapisovanje vseh izdelkov zamudno, hkrati pa je bilo tudi bolj mogoče, da pride do napak.

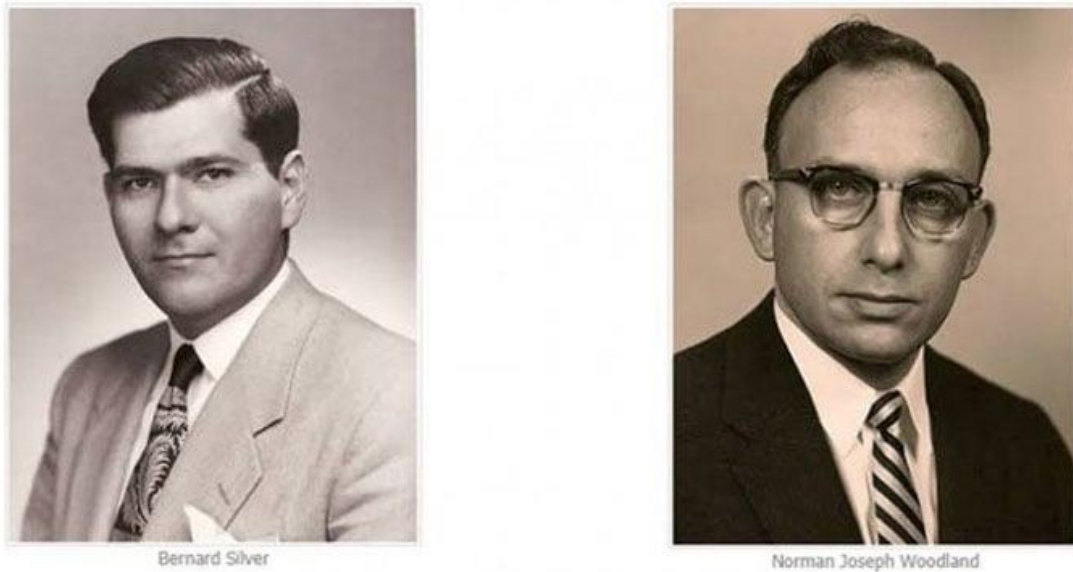
2.1 Zgodovina kode

Ljudje so že pred tisoč leti uporabljali kode kot skrivna sporočila. Razvijale so se iz preprostih šifer do vedno bolj zapletenih. Črtna koda pa velja za eno izmed revolucionarnih prebojev. Izumila sta jo Norman Joseph Woodland in Bernard Silver 7. oktobra 1952 v ZDA. Sestavljena je bila iz vrste koncentričnih krogov.



Slika 1: Prikaz kode.

Uporabila sta ultravijolično črnilo, izdelala tudi skener kode, uporabila osciloskop in 500-vatno žarnico, ki pa ni svetila dovolj močno, da bi bilo branje kode zanesljivo. Prelom pa se zgodi leta 1960, ko so izumili laser, ki je pomagal pri bralniku kode. Leta 1974 je bila prva črtna koda uporabljena na paketu žvečilnih gumijev v supermarketu. Kodo in bralnike pa so razvijali še naprej. [1, 2]



Slika 2: Bernard Silver in Norman Joseph Woodland.

2.2 Črtna koda

Črtna koda je način zapisa niza števil in črk s črtami in presledki različnih širin. Je optična strojno berljiva predstavitev podatkov, ki se nanašajo na predmet, na katerega je vezan. Mogoče jih je prebrati s čitalniki črtnih kod. Črtno kodo sta izumila Norman Joseph Woodland in Bernard Silver, patentirala sta jo v ZDA leta 1952. Glavni razlog in povod za uporabo tehnologije črtnih kod je bilo enotno oštevilčevanje artiklov. [2]



Slika 3: Črtna koda.

Na začetku so jo uporabljali v maloprodaji. Poleg uporabe v trgovinah jo sedaj srečujemo tudi v logistiki in transportu, proizvodnji, zdravstvu, šolstvu in kulturi, turizmu, v vladi ter javni upravi, lahko bi rekli skoraj povsod. Z uporabo črtne kode v trgovinah zagotovimo, da hitro in brez napak strojno zajemamo enoznačne podatke o artiklih. Program ugotovi, za kateri tip črtne kode gre, nato pa pretvori podatke v njej iz strojno berljive oblike v črke in številke. Vsaka črtna koda ima spodaj ali zgoraj te številke tudi napisane, lahko jih tudi ročno vnesemo. [2]

2.3 Razvoj črtne kode še naprej?

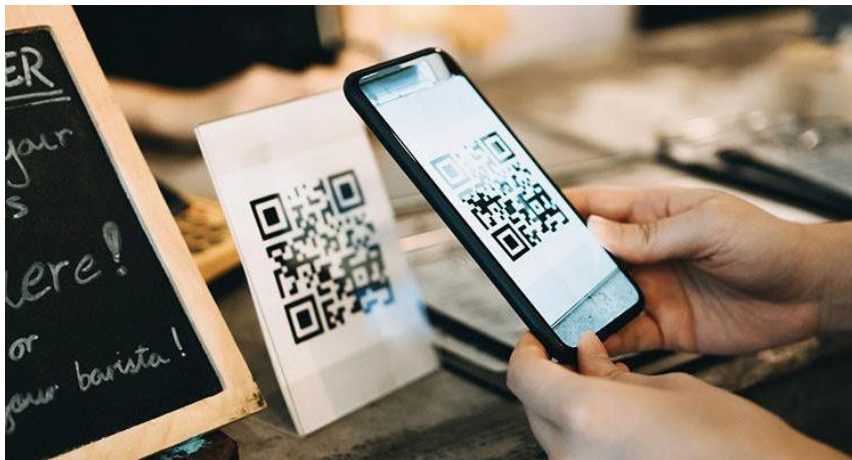
Na svetu je že veliko zamisli o razvijanju bar kode. Najbolj pa izstopa ideja o dvodimenzionalni kodi, ki bi nadomestila enodimenzionalno bar kodo. Dvodimenzionalna, vsem poznana kot QR koda, nadgradi bar kodo tako, da črtice zamenjajo kvadratki. S tem omogočimo zapis večjega števila informacij o izdelku. Tudi čitalnike kod razvijamo. Z napredkom tehnologije bo optično branje kode veliko lažje. Za pravilno optično branje je treba črtne kode pravilno držati. To lahko ovira produktivnost delavcev, saj morajo blago pred tem ustrezno držati (pod pravim kotom). Danes pa čitalniki vsebujejo veliko število zrcal, da opravijo optično branje kod tudi pod »nepravim« kotom. [3]



Slika 4: Razlika med 1D in 2D kodo.

2.4 Dvodimenzionalna koda ali QR koda

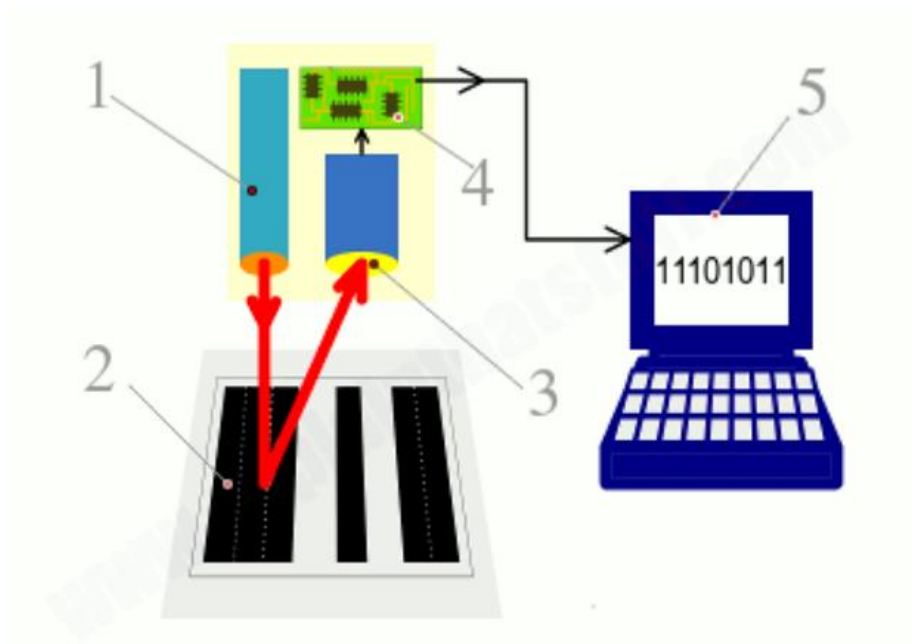
Dvodimenzionalna koda oz. QR koda je »nadomestilo«, bolje povedano kar nadgradnja enodimenzionalne kode oz. BAR kode. Kajti QR kodo je veliko lažje in hitreje prebrati. Za branje ne potrebujemo več specifičnih laserskih čitalnikov, temveč branje omogoča že pametni telefon s kamero. Poleg tega pa QR koda omogoča veliko več kombinacij. To pomeni, da lahko vanjo shranimo tudi več informacij oz. daje možnosti, da se razširi paleta uporabnosti kod na izdelkih.



Slika 5: Optično branje 2D/QR kode z mobilno napravo.

2.5 Bralnik kode

Bralnik črtne kode je optični čitalnik, ki lahko bere natisnjene črtne kode in dekodira podatke v črtni kodi v računalnik. Poenostavljena razlaga, kako čitalnik dešifrira podatke, je prikazana na spodnji shemi.



Slika 6: Čitalnik kode.

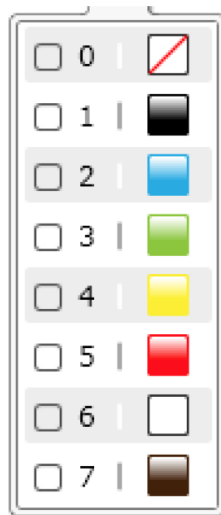
Skener ima vir svetlobe (1), s katero posvetimo na BAR kodo (2). Del čitalnika je optični bralnik (3), ki prejme odbito svetlobo s kode. Svetlobo (črno ali belo) nato čip (4) pretvori v številčni zapis in ga pošlje v računalnik (5). Na ta način lahko hitro in učinkovito računalnik prebira informacije o artiklu, ki ga optično preberemo. V prikazanem primeru črno črto pretvori v številko 1, belo pa številko 0. [5]









2.6 Optični senzor LEGO

Optičnih senzorjev je na trgu veliko, imajo velik cenovni razpon, prav tako na drugi strani razpon zmogljivosti. V najini nalogi bova uporabila optični senzor LEGO Mindstorms EV3, zato ga bova podrobneje opisala.

Optični senzor v setu LEGO Mindstorms EV3 ima več načinov delovanja.

Barvni senzor lahko zazna barvo ali intenzivnost svetlobe, ki vstopi v majhno okence na sprednji strani senzorja. Glede na vpadno svetlobo omogoča dva načina. Prvi je ta, da meri svetilnost v prostoru. Senzor bi zaznal spremembe, ko bi prešel iz temnega v svetel prostor. Ta način pri naši nalogi ne bi bil uporaben. Drugi način je merjenje, koliko svetlobe se odbije od površine. To pomeni, da ima senzor svoj vir svetlobe, s katerim osvetli površino, meri pa, koliko svetlobe dobi nazaj. Ta način bi bil primeren, da bi ločili svetlo in temno površino, torej bi lahko bil bralec črtne kode. Tretji način pa je barvni način, ki sva ga uporabila za svojo nalogo. Senzor posveti na površino in prepozna barvo predmeta, število barv pa je omejeno. Za vsako barvo je v programu tudi pripisana številna vrednost. [6]



<input type="checkbox"/>	0		
<input type="checkbox"/>	1		
<input type="checkbox"/>	2		
<input type="checkbox"/>	3		
<input type="checkbox"/>	4		
<input type="checkbox"/>	5		
<input type="checkbox"/>	6		
<input type="checkbox"/>	7		

Slika 7: Tabela vrednosti barv za EV3.

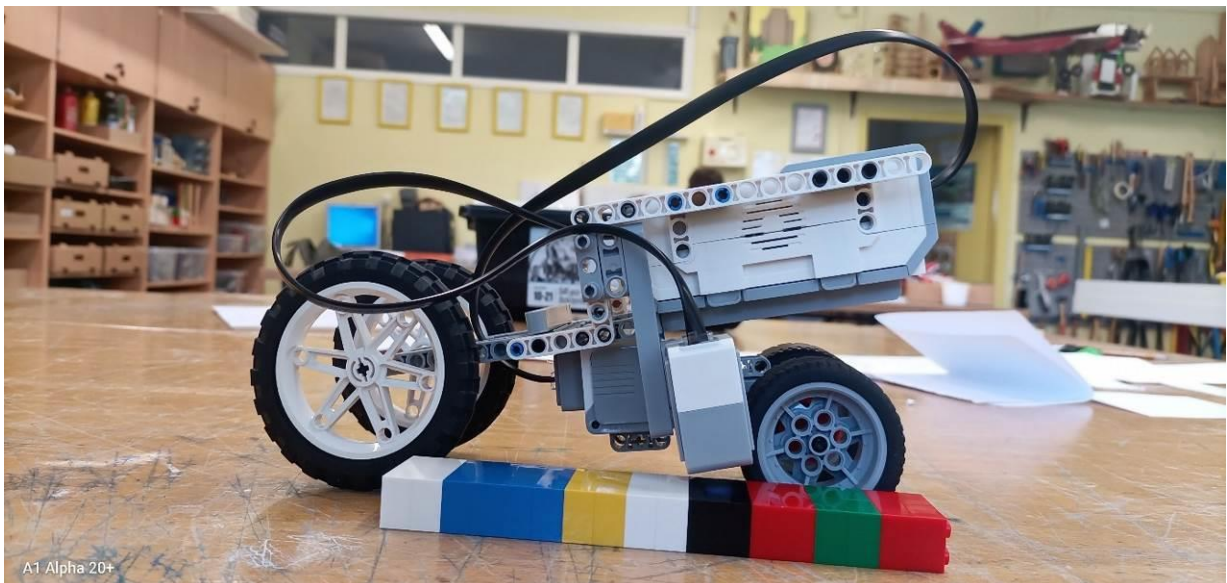
3 METODE DELA

Namen raziskovalne naloge je zgraditi barvno kodo in optični čitalec, ki bo to kodo bral. Odločila sva se za uporabo LEGO kock, ki imajo prepoznavno barvno shemo, in set LEGO Mindstorms EV3, ki vsebuje tudi optični senzor. Za kodo sva uporabila klasične LEGO kocke, ki sva jih nizala drugo za drugo.

3.1 IZDELAVA BRALNIKA

Iz izbranih LEGO kock sva sestavila enostaven avtomobil, ki je bil zmožen nositi s sabo optični senzor.

Za pogon sva uporabila priložen motor, ki sva ga upravljala z računalnikom. Na ta način sva lahko avtomobil natančno premikala na zelene točke. Pozorna sva morala biti, da je bila oddaljenost senzorja in barvne kode pravšnja, da je senzor kockam določil pravilne barve.



Slika 8: Avtomobilček z optičnim senzorjem in barvno kodo.

3.2 PROGRAM

Program za skeniranje barve sva ustvarila v aplikaciji Lego Spike, nato sva ga naložila na robotski bralnik, ki sva ga izdelala. Program sva napisala tako, da je robot naredil naslednje:

- Najprej se hitrost motorja robota zmanjša na 15 %, da se premika dovolj natančno.
- Nato nastavi prvo, drugo in tretjo vrstico na 0 oz. jih izbriše.
- Potem počaka 1 sekundo za lažje spremljanje, da robot deluje pravilno.
- Potem zapiska signal, ki opozori, da prebira prvo kocko.
- Spremeni število v prvi vrstici na vrednost, ki je pripisana določeni barvi.
- Izpiše prvo vrednost v prvo vrstico (število 0–7).
- Potem se kolo obrne za 40 stopinj, kar pomeni premik čitalca na naslednjo kocko.
- To se ponovi dvakrat, le da prebere vrednosti barv za drugo in kasneje še tretjo vrstico ter vrednosti barv izpiše v drugo oz. tretjo vrstico.



Slika 9: Program za optično branje barvne kode.

3.3 DELOVANJE OPTIČNEGA SENZORJA

Optični senzor LEGO EV3 sva uporabila na način, da bere barve. Omogoča branje sedmih različnih barv, obstaja tudi možnost, da nič ne vidi. V programu sva uporabila možnost, da vsakič, ko prebere barvo, to pretvori v številko. Primer je, če zazna črno barvo, zapiše številko ena, za modro dve, zeleno tri in tako dalje. Te številke nato zapiše na ekran pametne kocke.

Za lažjo predstavo sva naredila posnetek, ki prikazuje delovanje čitalca barvne kode:

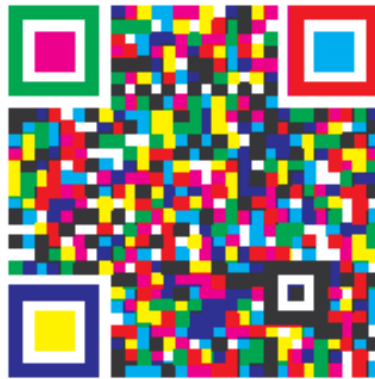
https://www.youtube.com/watch?v=j_DJ1dKauLM.



Slika 10: QR koda za ogled delovanja čitalca barvne kode.

3.4 BRANJE BARVNE KODE

Meritev barvne kode sva opravila z že prej omenjenim barvnim bralnikom, ki sva ga sestavila sama iz kock LEGO Mindstorm. Nanj sva nato naložila program, ki »pove« avtomobilčku oz. čitalcu, kaj naj naredi oz. kakšne naloge naj opravi. Program sva ustvarila v aplikaciji Lego Spike. Zastavljen je tako, da bralnik najprej optično prebere barvo, nato pa se avtomobil premakne naprej. Ta postopek potem ponovi 3-krat. Ko bralnik prebere barvo, njeno vrednost s številko izpiše na zaslon. Npr. 1 – črna itd. Vse tri izpisane meritve nato dajo neko kombinacijo, ki na primer predstavljajo določen predmet, izdelek itd.



1 color QR code (2cm x 2cm)

Slika 11: Primer barvne kode.

Najbolj sva se morala potruditi pri branju kode, da sva našla natančen premik čitalca. Premakniti se je moral natančno za širino ene barvne črte, sicer ne bi prebral pravilno.

4 REZULTATI

Program sva priredila na način, da senzor vsakič zazna barvo in jo izpiše. Vsakič, ko sva preizkušala bralnik, je robot prebral barvo, jo izpisal in se premaknil naprej. Preverjala sva natančnost delovanja bralnika kode in seveda tudi zanesljivost, da bo vedno naložil pravilno. Preizkus sva večkrat ponovila in venomer spreminjala barvno zaporedje. Vedno se je pokazalo, da robot deluje pravilno. S tem sva dokazala, da je zanesljiv. Nikoli ni bilo nobenih težav in napak.

Na podlagi najine raziskovalne naloge sva prišla do naslednjih zaključkov: Barvna koda ponuja več možnih kombinacij kot tradicionalna črna koda, kar pomeni, da je mogoče kodirati več informacij v manjšem prostoru. Z uporabo senzorja LEGO Mindstorms EV3 za prepoznavanje barvnih kod sva potrdila, da je mogoče s pomočjo enostavnih orodij in komponent izdelati delujoč in zanesljiv optični bralnik. Je pa tehnologija, ki sva jo uporabila, omejena z določenimi parametri. Črte na barvni kodi morajo biti dovolj široke, da optični senzor pravilno odčita le eno, prav tako pa mora biti bralnik na primerni oddaljenosti, da deluje pravilno. Razumevanje delovanja optičnih senzorjev in njihova uporaba v praksi sta ključnega pomena za nadaljnji razvoj in implementacijo tehnologij v industriji in vsakodnevnem življenju.

5 DISKUSIJA

Kombinacij črtnih kod bo po nekaj letih zmanjkalo, saj imajo omejeno število kombinacij. Barvna koda, ki sva si jo zamislila, je dobra osnova, da bi jo lahko nadgradili.

Najina prva hipoteza je, da je barvna koda učinkovitejša kot črna koda. Barvne kode in črtne kode imajo različne prednosti in slabosti, odvisno od konteksta uporabe. Ob predpostavki, da sta obe dovolj kvalitetno narejeni, lahko ugotoviva, da barvna kode lahko vsebuje več informacij. Namesto informacije, da nekje črta je ali je ni (dvojiški sistem), bi lahko na isto mesto postavili veliko več možnosti. Primer je še LEGO Mindstorms EV3, ki omogoča branje sedmih različnih barv, kar pomeni osmiški sistem.

Drugo hipotezo, da je osnovnošolec sposoben sestaviti robotski bralnik, komentirava takole. V današnjem času, z napredkom tehnologije in dostopnostjo informacij, je možno, da bi osnovnošolec s pravim usmerjanjem, navodili in mentorstvom lahko sestavil osnovni robotski optični bralnik. Na osnovi pridobljenega znanja potrebuje le dovolj domišljije, da sestavi bralnik, ki je sposoben brati kodo. Najbolj je omejen le s kvaliteto optičnega senzorja in tehnologije, ki bi jo uporabil.

Ostane še tretja hipoteza, da bo robotski skener vedno pravilno prebral kodo. Čeprav so robotski bralniki zasnovani za zanesljivo prepoznavanje in branje kod, ni zagotovila, da bo vedno pravilno prebral kodo. Največkrat se to dogaja, ker so kode neberljive ali poškodovane. Različni dejavniki, kot so kakovost tiskanja kode, osvetlitev, kot gledanja, poškodbe ali obraba bralnika, lahko vplivajo na zmožnost skenerja, da pravilno prebere kodo. Poleg tega je odvisno tudi od kakovosti programske opreme, ki obdeluje podatke iz bralnik. Kljub temu je cilj tehnologije in razvoja, da se čim bolj poveča zanesljivost in natančnost branja kod. V najinem primeru je bralnik deloval 100-odstotno pravilno. To trditev pa morava dopolniti s tem, da sva poskrbela za primerno oddaljenost optičnega senzorja od kode in zagotovila dovolj široke črte na barvni kodi.

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2024

Vsaka hipoteza ima svoje argumente in omejitve. Pomembno je razumeti kontekst, v katerem se uporabljajo barvne kode, sposobnosti in znanje osnovnošolca pri sestavljanju robotskega bralnika ter potencialne izzive in omejitve robotskega bralnika pri branju kode. Tehnologija se nenehno razvija, zato je možno, da se bodo v prihodnosti zmožnosti in učinkovitost teh tehnologij še izboljšale.

Tako lahko zaključiva:

1. hipotezo: **Barvna koda je učinkovitejša kot črtna koda, POTRDIVA.**
2. hipotezo: **Osnovnošolec lahko sestavi robotski bralnik, prav tako POTRDIVA.**
3. hipotezo: **Robotski bralnik bo vedno pravilno prebral kodo, tudi POTRDIVA.**

Vse preizkuse sva uspešno prestala.

6 ZAKLJUČEK

Raziskovalna naloga je razkrila izjemno zanimiv potencial tehnologije, ki ga lahko dosežemo z uporabo preprostih komponent, kot so LEGO Mindstorms EV3 in barvne kocke. S tem smo dokazali, da ni treba posegati po dragih in zapletenih sistemih, da bi ustvarili funkcionalen bralnik barvnih kod. Kljub omejitvam in preprostosti uporabljenih komponent pa je jasno, da ta tehnologija nosi ogromno priložnosti za uporabo v različnih industrijskih panogah in vsakodnevnih aplikacijah.

Seveda bi lahko še veliko izboljšala, če bi imela na voljo kompleksnejše komponente. Set LEGO Mindstorm EV3 ima veliko omejitev, ampak s kompleksnejšimi komponenti bi lahko dodali veliko več barv, saj jih senzor, ki sva ga uporabila, prepozna samo sedem. Prav tako je ovira tudi v tem, da bralnik prepozna barvo samo na ravno pravnjki razdalji in ob primerni osvetlitvi, z naprednejšimi seti pa bi lahko naredili izboljšave tudi na podlagi tega.

7 POVZETEK

Tehnološki napredek je neprestano vzbujal našo domišljijo in spreminjal način, kako razmišljamo o uporabi informacij. Bar kode in QR kode so postale nepogrešljiv del našega vsakdana, omogočajo hitro in učinkovito prenašanje informacij, vendar se zdi, da se njihova omejitev bliža. Za vse informacije tega sveta bodo verjetno bar kode in QR kode kmalu imele premalo kombinacij. Kaj pa če bi v to enačbo dodali barve? S tem v mislih sva se lotila raziskovanja in implementiranja tehnologije barvnih kod. Najina raziskovalna naloga je temeljila na ustvarjanju sistema, ki bi omogočil uporabo barv za prepoznavanje in prenos informacij. S pomočjo optičnih senzorjev in programiranja sva zasnovala delujoči sistem za prepoznavanje barvnih kod, ki obeta številne prednosti v primerjavi s tradicionalnimi črtnimi kodami. Najina implementacija je vključevala uporabo LEGO kock, ki so se izkazale za odlično orodje pri konstrukciji barvnih kod. Zgradila sva barvno kodo, ki je vsebovala šest različnih barv, vsaka barva pa je predstavljala določeno številko, ki je del sistema LEGO Mindstorms EV3. Za bralnik kode sva uporabila LEGO Mindstorms EV3 s priloženim barvnim senzorjem, ki je omogočal natančno prepoznavanje barvnih kombinacij.

Rezultati najinega dela so bili obetavni. Sistem je deloval brezhibno, prepoznaval je različne barvne kombinacije in pravilno interpretiral informacije, ki so bile zakodirane v barvah. To je pomenilo, da bi tehnologija barvnih kod lahko predstavljala velik korak naprej v svetu prenosa informacij. Barvna koda, ki sva jo ustvarila, je le začetek, a verjameva, da bo nadaljnji razvoj barvne kode prinesel še veliko inovativnih rešitev in uporab.

8 ZAHVALA

Iskreno bi se rada zahvalila mentorju Damijanu Vodušku, ki nama je pomagal skozi celoten proces nastajanja raziskovalne naloge in nama predlagal rešitve, ko sva potrebovala pomoč.

Zahvalila bi se tudi svojim staršem, ki so naju podpirali pri izdelovanju najine raziskovalne naloge.

9 VIRI IN LITERATURA

1. Zgodovina kode

<https://www.byjusfutureschool.com/blog/a-brief-history-of-how-coding-was-invented/>

2. Črna koda

https://leoss.si/strokovnjak_svetuje/24/kaj_je_crna_koda/

3. Razvoj 1D in 2D kode

<https://www.opuspac.com/en/articles/the-importance-of-barcodes/>

4. QR koda

https://en.wikipedia.org/wiki/QR_code

5. Razlaga delovanje bralnika

https://www.researchgate.net/figure/Working-process-of-Barcode-scanner-1-Scanning-head-shines-LED-or-laser-light-onto_fig2_338965544

6. Barvni senzor LEGO Mindstorm EV3

<https://www.funcodeforkids.com/lego-mindstorms-ev3-color-sensor-deep-dive/>

Raziskovalna naloga, Osnovna šola Gustava Šiliha Velenje, 2024

VIRI SLIK

Slika 1: Prikaz kode

https://corp.trackabout.com/hubfs/TrackAbout/Imported_Blog_Media/PatentUS2612994Bulls-eye-1.jpg

Slika 2: Bernard Silver in Norman Joseph Woodland

<https://eu.usatoday.com/story/tech/2012/12/13/woodland-bar-code-obit/1768585/>

Slika 3: Črna koda

https://upload.wikimedia.org/wikipedia/sl/thumb/7/75/Crna_koda.png/175px-Crna_koda.png

Slika4: Razlika med 1D in 2D kodo

https://barcodelive.org/filemanager/data-images/imgs/20221121/1D-vs-2D-barcode_1.jpg

Slika 5: Optično branje 2D/QR kode s telefonom

<https://www.techguide.com.au/wp-content/uploads/2020/11/QRCode1-750x400.jpeg>

Slika 6: Bralnik kode

<https://cdn4.explainthatstuff.com/how-barcode-scanner-works.png>

Slika 7: Tabela vrednosti barv za EV3

<https://raisingrobots.com/wp-content/uploads/2017/09/Screen-Shot-2017-09-24-at-19.42.46.png>

Slika 10: Primer barvne QR kode

<https://d3i71xaburhd42.cloudfront.net/76a4946fb87cd9f19b7b18de4af1ee08a678a570/250px/2-Figure1-1.png>