

ŠOLSKI CENTER VELENJE
Elektro in računalniška šola
Trg mladosti 3, 3320 Velenje
Mladi raziskovalci za razvoj Šaleške doline

Raziskovalna naloga

Uporaba video kamere v hladilniku

Tematsko področje: TEHNIKA

Alen Fuks, 3. letnik

Patrik Ravnak, 3. letnik

Mentorja:

Nedeljko Grabant, dipl. inž.

mag. Dejan Dren

Velenje, 2018

Raziskovalna naloga je bila opravljena na ŠC Velenje, Elektro in računalniška šola,
2017/2018.

Mentorja:

Nedeljko Grabant, dipl. inž.

mag. Dejan Dren

Datum predavitve: marec, 2018



By: Patrik Ravnak, Alen Fuks, Nedeljko Grabant, Dejan Dren

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD ŠC Velenje, šolsko leto 2017/2018
KG hladilnik / videokamera / TensorFlow / prepoznavanje objektov/ nevronske mreže
AV Fuks Alen, Ravnak Patrik
SA GRABANT Nedeljko, DREN Dejan
KZ 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3
ZA ŠC Velenje, Elektro in računalniška šola, 2018
LI 2018
IN UPORABA VIDEO KAMERE V HLADILNIKU
TD Raziskovalna naloga
OP VI, 35 str. , 1 tab. , 6 graf. , 28 slik. , 0 pril. , 25 vir
IJ Slovenščina
JI Slovenščina
AI

V raziskovalni nalogi je predstavljen postopek namestitve in uporabe video kamere v hladilniku. Poglobili smo se v tehnologijo za delovanje kamere, predvsem v vprašanje, kako računalnik naučiti, da iz slike prebere in na sploh prepozna posamezne izdelke. Podrobneje smo se tako seznanili s strojnim učenjem, prepoznavo objektov in odprtokodno knjižnico za strojno učenje TensorFlow (<https://www.tensorflow.org/>). Zanimalo nas je, kakšna tehnologija trenutno že obstaja, kako natančno je prepoznavanje in če jo je možno uporabiti doma s pridobljenim znanjem iz spleta. Ugotovili smo tudi, kakšna je najverjetnejša prihodnost razvoja tega področja. Na koncu smo preizkusili še naše prepoznavanje izdelkov in ga primerjali s podobnimi rešitvami večjih podjetij.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ŠD ŠC Velenje, schoolyear 2017/2018
KG Refrigerator /video camera /TensorFlow /recognition of objects / neural network
AV Fuks Alen, Ravnak Patrik
SA GRABANT Nedeljko, DREN Dejan
KZ 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3
ZA ŠC Velenje, Elektro in računalniška šola, 2018
LI 2018
IN USAGE OF A REFRIGERATOR VIDEO CAMERA
TD Research work
OP VI, 35 pag. , 1 tab. , 6 graf. , 28 img. , 0 ann. , 25 ref
IJ Slovenian
JI sl/en
AI

This research paper presents the installation procedure and usage of a video camera in a refrigerator. We immersed ourselves in the technology required to operate the camera, focusing on how to facilitate the computer to read the objects from the picture, and overall, how to identify individual products. Thus we became more familiar with machine learning, object recognition, and open-source library for machine learning called TensorFlow (<https://www.tensorflow.org/>). We were interested in the currently existing technology, the level of recognition accuracy and whether it could be used at home individually by means of the acquired knowledge from the web. Furthermore, we identified most likely future for the development of this area. Finally, we tested our product recognition system and compared it to similar solutions provided by larger companies.

Kazalo kratic

3D – tridimenzionalno

angl. – angleška beseda

BY – priznanje avtorstva

C – ime programskega jezika

CC – angl. Creative Commons (kreativna skupnost, vrsta programske licence)

d. d. – delniška družba

dipl. – diplomirani

ERŠ – Elektro in računalniška šola

inž. – inženir

IR – infrardeče valovanje

mag. – magister

npr. – na primer

oz. – oziroma

sl. – slovensko

SOM – Self-Organizing Maps (Samo organizirajoči načrti)

ŠCV – Šolski center Velenje

Kazalo vsebine

1	UVOD	1
2.2.1	NAMEN RAZISKOVALNE NALOGE	1
2.2.2	HIPOTEZE	1
2	PREGLED OBJAV	2
2.2.3	KAJ JE PREPOZNAVANJE VZORCEV?	2
2.2.4	OBSTOJEČE TEHNOLOGIJE VIDEO KAMER	3
2.1.1	<i>Video kamera SmarterFridgeCam</i>	3
2.1.2	<i>Podjetji Liebherr in Microsoft</i>	4
2.1.3	<i>Hladilniki Samsung Family Hub</i>	4
2.2.5	NEVRONSKA MREŽA	6
2.2.6	PROGRAMSKA KNJIŽNICA TENSORFLOW	7
3	METODOLOGIJA	10
2.2.7	HLADILNIK GORENJE R6192LX	10
2.2.8	IZBIRA KAMERE	14
3.1.1	<i>Video kamera Arlo Q Plus</i>	14
3.1.2	<i>Video kamera Sricam Mini IP SP022</i>	18
2.2.9	POSTOPEK IZDELAVE PROGRAMA V TENSORFLOW	21
4	REZULTATI IN RAZPRAVA	26
2.2.10	UČENJE MODELA S PROGRAMOM TENSORFLOW	26
2.2.11	ANKETA	27
5	ZAKLJUČEK	31
6	ZAHVALA	33
7	VIRI	34
2.2.12	VIRI SLIK IN TABEL	35

Kazalo slik

Slika 1: Video kamera FridgeCam [1. sl.].....	3
Slika 2: Način prepoznave živil [2. sl.]	4
Slika 3: Hladilnik Family Hub [3. sl.]	5
Slika 4: Nevronska mreža v možganih in naša mreža brez povezav (leva slika vir [16] in desno na sliki lastni vir)	6
Slika 5: Delovanje nevrnske mreže, vir lasten	7
Slika 6: Primer lepe python skripte za preimenovanje spremenljivk na kontrolnih točkah v TensorFlow, vir:[23. sl.]	8
Slika 7: Energijska nalepka [5. sl.].....	10
Slika 8: Zaprti in odprti model hladilnika tipa R6192LX, vir: [6 sl.] in, [7 sl.]	11
Slika 9: Kompresor hladilnika, lastni vir	11
Slika 10: Tehnični podatki, vir [8. sl.].....	12
Slika 11: Potreben kot kamere, lastni vir.....	13
Slika 12: Posnetek slike izdelka s kamero Arlo Q Plus, podnevi, naravnost, lastni vir	15
Slika 13: Posnetek slike izdelka s kamero Arlo Q Plus, ponoči, naravnost, lastni vir	15
Slika 14: Prepoznavanje besedila v spletni aplikaciji Google CloudVision, izdelek naravnost, lastni vir	16
Slika 15: Posnetek slike izdelka s kamero Arlo Q Plus, podnevi, poševno, lastni vir	17
Slika 16: Posnetek slike izdelka s kamero Arlo Q Plus, ponoči, poševno, lastni vir	17
Slika 17: Google CloudVision, prepoznava besedila, izdelek postrani, lastni vir.....	18
Slika 18: Posnetek slike izdelka s kamero Sricam SP022, podnevi, naravnost, lastni vir.....	19
Slika 19: Posnetek slike izdelka s kamero Sricam SP022, ponoči, naravnost, lastni vir.....	19
Slika 20: Google CloudVision 2. prepoznava, lastni vir	20
Slika 21: Model in druge datoteke, ki smo jih potrebovali za učenje, vir lasten.....	21
Slika 22: Rezultat testiranja prepoznave objektov na že pripravljenem modelu TensorFlowa [21. sl.]	22
Slika 23: Prikaz učenja programa TensorFlow, vir lasten.....	23
Slika 24: Ustvarjanje datotek za učenje prepoznavanja objektov, vir lasten.....	23
Slika 25: Grafični prikaz napredka učenja v programu TensorBoard, vir lasten	24
Slika 27: Testna slika z izdelki v hladilniku, vir lasten	25
Slika 26: 3D-pogled nevrnske mreže v programu TensorBoard, vir lasten	26
Slika 28: Zaznavanje izdelka na osnovi podanih slik, vir lasten	27

Kazalo tabel

Tabela 1: Klimatski razredi, vir [1. tab.]	10
--	----

Kazalo grafov

Graf 1: Število udeležencev glede na spol, vir lasten.....	27
Graf 2: Anketiranci glede na starost, vir lasten	28
Graf 3: Prikaz, ali osebe same vzdržujejo gospodinjstvo, vir lasten	28
Graf 4: Uporaba pametne bele tehnike, vir lasten	29
Graf 5: Prikaz pogostosti problemov med uporabniki, vir lasten.....	29
Graf 6: Želja oseb po nakupu novega pametnega hladilnika, vir lasten	30

1 UVOD

V podjetju Gorenje d. d. so različne službe podale teme za razpis možnih raziskovalnih nalog, ki jih lahko učenci, dijaki in študenti izvedejo v sodelovanju z njimi. Izbrali smo si nalogo z naslovom "Uporaba video kamere v hladilniku". Zahteva naloge je bila, da ugotovimo, kako lahko na najboljši način izkoristimo video kamero v hladilniku. Tema se nam je zdela zanimiva, zato smo se odločili, da to raziščemo.

Predvidevamo, da bi uporaba kamere v hladilniku lahko pripomogla k zmanjšanju zavržene hrane.

»Saj po podatkih Organizacije združenih narodov za prehrano in kmetijstvo so ocene, da skupno na svetu odvržemo kar tretjino vse hrane, ki jo pridelamo oz. 1,3 milijarde ton. Izmed štirih glavnih virov odpadne hrane (maloprodaja in veleprodaja, gostinske storitve, predelava ter gospodinjstva) prav iz gospodinjstev izhaja 42 % celotne svetovne odpadne hrane, kar v povprečju znaša 76 kg na prebivalca. « (Dostopno na: [Preparatorystudy on foodwasteacross EU 27](#), 2010) [28. 1. 2018]

Z našo rešitvijo pa bi vsak trenutek lahko preko aplikacije na pametnem telefonu dobili spisek hrane, ki jo imamo v hladilniku. Tako ne bi kupovali nepotrebne hrane in tudi hrano iz hladilnika bi porabili pred pretečenim rokom uporabe.

Za raziskavo smo potrebovali hladilnik, kamero in računalnik. V raziskavi bomo izvedli različne teste in analize ter povzeli svoje ugotovitve.

2.2.1 Namen raziskovalne naloge

Za raziskovalno nalogo »Uporaba kamere v hladilniku« smo se odločili, saj se je nam naslov naloge zdel zanimiv in hkrati smo vedeli, da bo ta naloga za nas dober izziv. Želeli smo se čim bolj približati mobilni tehnologiji, ki je dostopna danes.

2.2.2 Hipoteze

Zastavili smo si naslednje hipoteze:

1. Z video kamero je potrebno prepoznati vrsto izdelka glede na embalažo in besedilo na njej.
2. Z video kamero želimo prepoznati izdelek v temi z uporabo IR-kamere.
3. Vgradnja video kamere in drugih komponent naj ne bi hladilnika bistveno podražila.

2 PREGLED OBJAV

Ob nastajanju raziskovalne naloge smo se najprej odločili, da pregledamo že obstoječe rešitve in podobne sisteme ter se poučimo o osnovah te tehnologije. Opisali smo jih v nadaljevanju.

2.2.3 Kaj je prepoznavanje vzorcev?

Prepoznavanje vzorcev je pojem, ki izhaja iz računalniške grafike, a je v današnjem času popularen na področju računalništva. Je področje, ki se osredotoča na prepoznavanje vzorcev in pravilnosti v podatkih. Deluje s pomočjo statistike, saj vse svoje končne izhodne podatke poda glede na največjo verjetnost. Zato lahko tu prihaja do zmede pri podobnih vzorcih oz. podatkih.

Prepoznavanje vzorcev ni sicer nič novega, saj ga skoraj vsi uporabljamo v vsakdanjem življenju. Primer je senzor na kameri oz. telefonu, ki zaznava obraze med fotografiranjem [2]. Tehnologija za prepoznavo vzorcev se močno prekriva s podatkovnim rudarjenjem in spada pod večje področje, imenovano strojno učenje [6].

Strojno učenje [4] se uporablja v vseh najpomembnejših področjih za analiziranje podatkov, generiranje novih algoritmov in podatkovnih baz ter tudi za učenje prepoznavanja in napovedi. Deluje na principu algoritmov, ki se učijo glede na že pridobljeno znanje. Osnovni namen je modeliranje pojavov iz podatkov, to pomeni, da se lahko odločajo glede podatkov in ne programiranja. Računalnik se tako uči in razvija, ne da bi bil programiran za vsako posamezno funkcijo, saj uporablja že prej shranjeno znanje, ki ga razvija in uporablja za pridobivanje novih podatkov.

Strojno učenje je tesno povezano z umetno inteligenco, prepoznavanjem vzorcev in računalniško statistiko.

Strojno učenje se deli na več načinov glede na postopek učenja. Od nadziranega, pol nadziranega in vse do nenadziranega.

Nadzirano učenje poteka po postopku, kjer računalnik dobi tabelo urejenih podatkov oz. primerov, iz katerih se uči. Ta postopek bomo uporabili tudi mi v naši nalogi. Naredili bomo slike živila z več možnih zornih kotov, nato pa bo računalnik z algoritmom to živilo prepoznal.

Nenadziran način učenja pa je malce bolj zahteven in nepredvidljiv, ampak ima zato tudi skupno večji potencial. Računalnik za učenje uporablja vse vhodne informacije, ki niso pregledane in predelane, zato mora računalnik sam najti vzorec med njimi.

Za iskanje vzorcev na slikah pa mora računalnik najprej najti objekte in jih med seboj ločiti. Tu se uporablja »strojni vid« [7]. Tehnologija na tem področju je v zadnjih letih precej

napredovala (nekatera podjetja so jo že tako razvila, da imajo popolnoma funkcionalne samo-vozeče avtomobile). Prepoznavanje objektov pa lahko poteka na zelo različne načine. To so: prepoznavanje s spremembo svetlobe in barve na predmetu, iskanje razlik v velikosti, zaznavanje robov, iskanje Haarovih kvadratov, kontrasta med območji na slikah ...

2.2.4 Obstoječe tehnologije video kamer

V nadaljevanju so opisane obstoječe rešitve video kamer, namenjene za hladilnike, pametne hladilnike in podjetja, ki imajo na tem področju že vidne rezultate.

2.1.1 Video kamera SmarterFridgeCam

Podjetje Smarter je septembra 2017 izdalo »Prvo brezžično kamero (slika 1) za hladilnik, ki pomaga pri zmanjšanju odpadne hrane«.



Slika 1: Video kamera FridgeCam [1. sl.]

FridgeCam [5] je prva brezžična vgradna kamera za vsak hladilnik. Poleg prednosti gledanja vsebine hladilnika na daljavo bo FridgeCam v bližnji prihodnosti pomagal spremljati tudi datume poteka roka ter samodejno dopolnjevati in predlagati recepte na podlagi hrane v hladilniku. Vsakič, ko se vrata hladilnika odpro, FridgeCam samodejno posname posnetek vaše vsebine, ki ga pošlje v pametni telefon na mobilno aplikacijo, ki je kompatibilna na vseh napravah Android in IOS. FridgeCambo prepoznaval objekte, kar pomeni, da bo lahko spremljal vse prehranske izdelke in obvestil, ko bodo izdelki pred koncem priporočljivega roka uporabe. Da se izognemo potovanju v trgovino, lahko preprosto nakupujemo tako, da samodejno dodamo svoje najljubše izdelke na seznam nakupov v aplikaciji na mobilnem telefonu ali tablici. FridgeCam je ena izmed cenovno dostopnih rešitev, brez namena nakupa novega pametnega hladilnika. Cilj te kamere je zmanjšati letni odpad hrane, ki jo po nepotrebnem zavržemo. Po statistiki Velike Britanije povprečno gospodinjstvo vrže stran za vrednost £700 (prib. je to 800 €) hrane na leto. To pripomore k 7,3 mio ton odvržene hrane letno.

2.1.2 Podjetji Liebherr in Microsoft

Liebherr in Microsoft sta se združila in napovedala izdajo prvega hladilnika [11], ki bo omogočal prepoznavo izdelkov (slika 2), namenjenega javnosti. Microsoft naj bi uporabil za prepoznavanje izdelkov kar Cortano, njihovo virtualno pomočnico. Poleg prepoznavanja živil naj bi zagotovili še, da aplikacija obvesti uporabnika o roku uporabe, optimalni postavitvi izdelka v hladilnik in samodejno naročanje izdelkov za pripravo obroka.

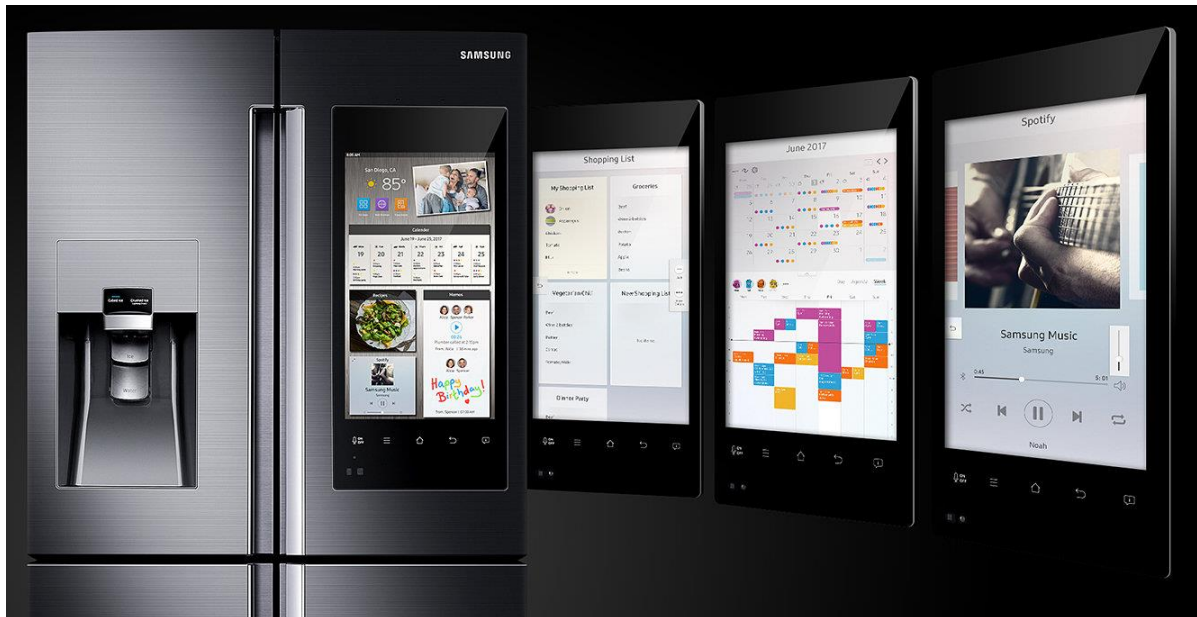


Slika 2: Način prepoznave živil [2. sl.]

Upravljanje določenih funkcij bo podprto tudi z glasovnimi ukazi. Aplikacija nam bo prav tako pokazala, ali so vrata hladilnika zaprta, da ne pride do neželene pokvarjene hrane. Tovrstni hladilnik naj bi bil na voljo v naslednjih nekaj letih.

2.1.3 Hladilniki Samsung Family Hub

Family Hub (slika 3) je Samsungov pametni hladilnik [14]. Ti se sicer ne osredotočajo najbolj na prepoznavo izdelkov, bolj na to, da naredijo »pametni« hladilnik. Family Hub vsebuje zaslon na dotik (slika 3), za katerega lahko rečemo, da je bolj ali manj pametni telefon oz. tablica, ki je vgrajen v hladilnik in lahko z njim komuniciramo ter ga upravljamo.



Slika 3: Hladilnik Family Hub [3. sl.]

Hladilnik bo povedal, kdaj moramo kupiti določena živila, ali so v prodaji, in omogočil nakup (za enkrat samo na korejskem ter ameriškem trgu). Zaslone seveda prikazuje spletne strani, recepte in drugo. Svojo prehrano lahko upravljamo s pomočjo aplikacije za pametne telefone in pustimo opombe ter sporočila na zaslonu, medtem ko par zvočnikov, ki je nameščen na vratih, omogoča, da se ohladimo z najljubšo radijsko postajo.

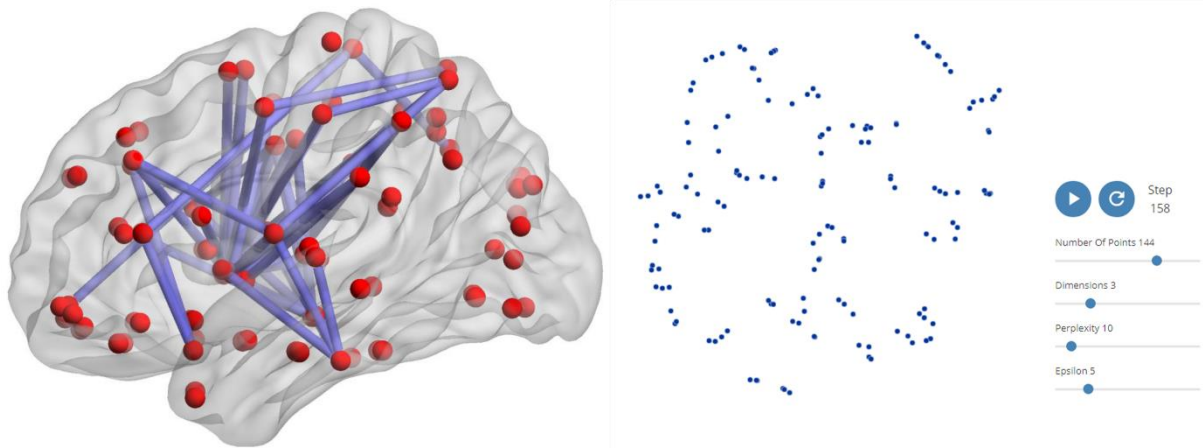
Cel sistem velikega zaslona na dotik deluje na operacijskem sistemu Tizen, to ime pri Samsung-u prvič zasledimo 1. januarja 2012. Leta 2017 je postal drugi najboljši operacijski sistem takoj za konkurenčnim WatchOS-om ter pred Android Wear-om.

Izdelka, kot ga imamo v mislih mi, na trgu trenutno še ni. Obstajajo že podobne različice, a vse se razlikujejo ravno po tem, da je še vedno potreben nekakšen človeški vnos podatkov za delovanje. Mislimo, da bi najkasneje v dveh letih izšel prvi dostopen hladilnik za prepoznavo izdelkov in v najmanj sedmih letih bi bil že samoumevni del vsakega doma.

Preprostejši za uporabo je Pythonov programski vmesnik, vendar smo kljub temu izbrali vmesnik za C++, saj nam je C++ lažje razumljiv in prav tako lažji za pisanje programov.

2.2.5 Nevronska mreža

Naslednje besedilo je iz vira [15]. Nevronska mreža, tudi umetna nevrnska mreža (angl. neural network, nemško Neuronales Netz) je naprava za obdelavo informacij, ki deluje po vzoru človeških oz. živalskih možganov.



Slika 4: Nevronska mreža v možganih in naša mreža brez povezav (leva slika vir [16] in desno na sliki lastni vir)

Sestavljena je iz množice umetnih nevronov. Nevroni, osnovni gradniki nevrnskih mrež, so t. i. pragovne funkcije, ki imajo več različno uteženih vhodov in en izhod ter so med seboj povezani. Najenostavnejše nevrnske mreže imajo le en nivo oz. sloj, pri bolj kompliciranih nevrnskih mrežah pa je teh nivojev lahko več. Po povezavah umetni nevrone drug drugemu pošiljajo električne dražljaje oz. signale. Če je vsota vhodnih signalov dovolj velika, pride do vžiga nevrone, kar pomeni, da se na izhodu pojavi signal. Povezave med nevrone lahko imajo poljubno jakost in strukturo.

Uteži vhodov posameznih nevronov, povezave med nevrone ter prag, pri katerem nevrone na izhodu odda signal, se oblikujejo z učenjem. To pomeni, da se navedeni parametri nevrnske mreže spreminjajo toliko časa, dokler ni nevrnska mreža zmožna optimalno rešiti nekega problema.

Bistvo nevrnskih mrež je v tem, da med učenjem same ugotovijo pravilo, ki povezuje izhodne podatke z vhodnimi. To pomeni, da se lahko naučijo tudi več in bolje kot učitelj oziroma človek. Ko je nevrnska mreža naučena (kar lahko traja dlje časa), deluje tudi v situacijah, s katerimi v procesu učenja ni imela opravka. To pomeni, da lahko rešuje tudi naloge, kjer ne obstaja rešitev v obliki zaporedja korakov (kot npr. pri računalniških algoritmih), čeprav pri tem obstaja večja nevarnost nepredvidljivega delovanja.

2.1.3.1 Vrste nevronske mreže

Nevronske mreže se med seboj razlikujejo po zgradbi, po vrsti učenja (nadzorovano in nenadzorovano) in po vrsti signalov (analogni in digitalni). Najbolj znane nevronske mreže so:

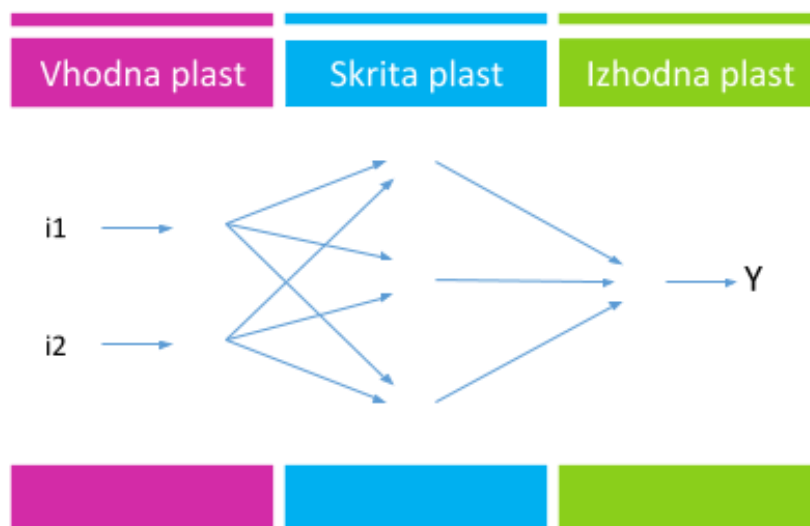
- Perceptron
- Self-Organizing Maps (SOM, tudi Kohonenova nevronska mreža)
- Hopfieldova nevronska mreža (asociativni pomnilnik)
- Obstajajo pa še mnoge druge.

2.2.6 Programska knjižnica TensorFlow

TensorFlow je odprtokodna knjižnica, ki jo je razvil Google. Je zelo vsestranska knjižnica, kljub temu, da je bila prvotno ustvarjena le za naloge, ki zahtevajo numerične izračune. Zaradi tega je bil TensorFlow kasneje usmerjen tudi v strojno učenje in ustvarjanje nevronske mreže. Ker je TensorFlow izdan tudi kot knjižnica za C++ okolja, lahko deluje hitreje kot Pythonova koda, saj se ne interpretira med izvajanjem, ampak se prevede celotna koda naenkrat.

TensorFlow prav tako vsebuje in uporablja tudi strukturo, ki je znana kot grafični tok podatkov (slika 5). Ta ima dve osnovni enoti, prva osnovna enota je vozlišče, ki predstavlja matematične operacije in potek podatkov med njimi, druga osnovna enota, ki je v uporabi, pa je rob, ki predstavlja večdimenzionalno polje – znano tudi kot tenzor (od tod izvira tudi ime knjižnice »TensorFlow«, ime pa ponazarja potek tenzorjev, ki jih uporablja za učenje).

TensorFlow zagotavlja aplikacijski programski vmesnik, tako za C++, kot tudi za Python.



Slika 5: Delovanje nevronske mreže, vir lasten

Preprostejši za uporabo je Pythonov programski vmesnik, vendar smo kljub temu izbrali vmesnik za C++, saj nam je C++ lažje razumljiv in prav tako ker smo se ga učili pri pouku lažji za pisanje programov.

Sledi primer majhne python skripte za preimenovanje spremenljivk na kontrolnih točkah angl. checkpoint v programu TensorFlow (slika 6).

```
import sys, getopt
import tensorflow as tf

usage_str = 'python tensorflow_rename_variables.py --checkpoint_dir=path/to/dir/ ' \
            '--replace_from=substr --replace_to=substr --add_prefix=abc --dry_run'

def rename(checkpoint_dir, replace_from, replace_to, add_prefix, dry_run):
    checkpoint = tf.train.get_checkpoint_state(checkpoint_dir)
    with tf.Session() as sess:
        for var_name, _ in tf.contrib.framework.list_variables(checkpoint_dir):
            # Load the variable
            var = tf.contrib.framework.load_variable(checkpoint_dir, var_name)

            # Set the new name
            new_name = var_name
            if None not in [replace_from, replace_to]:
                new_name = new_name.replace(replace_from, replace_to)
            if add_prefix:
                new_name = add_prefix + new_name

            if dry_run:
                print('%s would be renamed to %s.' % (var_name, new_name))
            else:
                print('Renaming %s to %s.' % (var_name, new_name))
                # Rename the variable
                var = tf.Variable(var, name=new_name)

        if not dry_run:
            # Save the variables
            saver = tf.train.Saver()
            sess.run(tf.global_variables_initializer())
            saver.save(sess, checkpoint.model_checkpoint_path)

def main(argv):
    checkpoint_dir = None
    replace_from = None
    replace_to = None
    add_prefix = None
    dry_run = False
    try:
        opts, args = getopt.getopt(argv, 'h', ['help=', 'checkpoint_dir=', 'replace_from=',
                                                'replace_to=', 'add_prefix=', 'dry_run'])
    except getopt.GetoptError:
        print(usage_str)
        sys.exit(2)
    for opt, arg in opts:
        if opt in ('-h', '--help'):
            print(usage_str)
            sys.exit()
        elif opt == '--checkpoint_dir':
            checkpoint_dir = arg
        elif opt == '--replace_from':
            replace_from = arg
        elif opt == '--replace_to':
            replace_to = arg
        elif opt == '--add_prefix':
            add_prefix = arg
        elif opt == '--dry_run':
            dry_run = True

    if not checkpoint_dir:
        print('Please specify a checkpoint_dir. Usage:')
        print(usage_str)
        sys.exit(2)

    rename(checkpoint_dir, replace_from, replace_to, add_prefix, dry_run)

if __name__ == '__main__':
    main(sys.argv[1:])
```

Slika 6: Primer lepe python skripte za preimenovanje spremenljivk na kontrolnih točkah v TensorFlow, vir:[23. sl.]

Kodo, ki uporablja TensorFlow, lahko izvajamo na procesorjih matične plošče, kar je najpočasnejši način. Obdelava teh podatkov na grafičnih procesorjih je hitrejša, najhitrejši možni način pa na procesorjih, ki so namenjeni procesiranju matrik. Ne glede na to, katere procesorje izberemo za izvajanje svojega programa, pa jih lahko združujemo v skupine in tako program izvaja distribuirano procesiranje v večjih podatkovnih centrih. Prilagodljiva arhitektura TensorFlow-a pa omogoča izvajanje tudi na »običajnih« namiznih in prenosnih računalnikih ali celo mobilnih napravah.

3 Metodologija

V tem poglavju so prikazane metode in materiali, potrebni za izdelavo te raziskovalne naloge. Sledi opis programskih orodij, ki smo jih uporabili za izdelavo, ter zasnova in izdelava programa.

2.2.7 Hladilnik Gorenje R6192LX

Pri izdelavi raziskovalne naloge smo uporabili hladilnik Gorenje R6192LX [3] z energijsko nalepko, prikazano na slika 7.



Slika 7: Energijska nalepka [5. sl.]

Hladilnik je dimenzij: 60 × 185 × 64 cm (širina x višina x globina) s prostornino 368 l in maso 65 kg.

Je v energijskem razredu A++ in porabi 0,31 kWh v 24 urah (slika 10). Deluje z glasnostjo 38 dB.

Ustrezno deluje med temperaturami 10 °C in 43 °C (tabela 1).

Tabela 1: Klimatski razredi, vir [1. tab.]

Razred	Temperatura
SN (subnormalni)	od +10°C do +32°C
N (normalni)	od +16°C do +32°C
ST (subtropski)	od +16°C do +38°C
T (tropski)	od +16°C do +43°C



Slika 8: Zaprti in odprti model hladilnika tipa R6192LX, vir: [6 sl.] in, [7 sl.]

Hladilnik tipa R6192LX ima en kompresor z najvišjo priključno močjo 60 W in nazivnim tokom varovalke 10 A (slika 7).



Slika 9: Kompresor hladilnika, lastni vir

Zadana cilja sta, da nam uspe ustrezno osvetliti notranjost hladilnika za zagotovitev optimalnih pogojev prepoznave izdelka in da poiščemo optimalno pozicijo kamere na vratih.

Energijski razred: A++
Mere (Š×V×G): 60 × 185 × 64 cm
Odpiranje vrat: Levo/desno menljivo odpiranje vrat
Material vrat: Nerjavno jeklo odporno na prstne odtise
Odmični ročaj
Barva izdelka: Metalizirano siva
Slot-in: Možnost postavitve aparata v kuhinjsko nišo širine 60 cm
Klimatski razredi: SN, N, ST, T
1 kompresor
Skupna bruto/neto prostornina: 370 / 368 l
Prostornina hladilnega dela: bruto/neto: 370 / 368 l
Elektronsko upravljanje na vratih
Vrsta prikazovalnika: LED prikazovalnik
Zvočni alarm za predolgo odprta vrata
Pokazatelj temperature: Digitalni prikaz temperature v hladilnem delu
Opozorilni zvočni in svetlobni signal za previsoko temperaturo v hladilnem delu: bel signal
CrispZone s HumidityControl
CrispZone: predal za zelenjavo
AdaptTech hlajenja: Inteligentni sistem pomnjenja
IonAir s hlajenjem DynamiCooling
Hitro ohlajevanje SuperCool
LED trak na stropu
7 steklenih polic
Žični nosilec za steklenice
Posoda za steklenice v vratih : 1 enojna posoda s fiksnim varovalom, 1 enojna posoda brez varovala
Posode v vratih hladilnika: 3 SimpleSlide po višini premične posode vrat
Število posod za sir in maslo: 1 MultiBox posoda
FreshZone predal
Poraba električne energije v 24 urah: 0,31 kWh
Nivo hrupa: 38 dB
Mere (Š×V×G): 60 × 185 × 64 cm
Mere embaliranega izdelka (Š×V×G): 64 × 191 × 75 cm
Neto masa: 62 kg
Bruto teža: 65 kg
Priključna moč (max): 60 W
Nazivni tok varovalke: 10 A
Šifra: 499359
EAN koda: 3838942053917

Slika 10: Tehnični podatki hladilnik R6192LX, vir [8. sl.]

Zaradi tega, ker naš testni hladilnik nima zamrzovalnega prostora, je toliko višji oz. je toliko več območja, ki ga je potrebno pokriti s kamero. Torej potrebujemo kamero, ki nam omogoča dovolj velik kot, da pokrijemo področje celotnega hladilnika, hkrati pa mora biti dovolj dobra ločljivost in ne preveč popačena slika (leča »ribje oko« omogoča večji kot zajete slike, a jo hkrati popači). Morali bomo torej najti »zlato sredino« med dovolj širokim kotom in ustrezno ločljivostjo.



Slika 11: Potreben kot kamere, lastni vir

Da pa sploh določimo kot kamere, moramo vedeti, kje se ta nahaja oz. v kakšni razdalji je od začetka hladilnika. Bliže kot je kamera, večji je potreben kot, da lahko zajameva celoten hladilnik. Bolj kot je oddaljena, manjši je tako tudi kot. Če vključimo še višino hladilnika, ki ga zajemamo, pa dobimo naslednjo enačbo (1. 1).

$$\alpha = 2 \left(\tan^{-1} \left(\frac{h}{d} \right) \right) \quad (1. 1)$$

, kjer je:

α - kot kamere v $^{\circ}$,

h - višina vidnega dela hladilnik v cm,

d - razdalja kamere od hladilnika v cm.

Da dobimo α (kot kamere), moramo najprej deliti $h/2$ (višina vidnega dela hladilnika polovic) z d (razdalja kamere od hladilnika), nato pa količnik vstavimo v kotno funkcijo \tan^{-1} , katere rezultat pomnožimo z 2.

Za $h_1 = 125$ cm je kot kamere:

$$\alpha_1 = 2 \left(\tan^{-1} \left(\frac{\frac{125}{2}}{60} \right) \right) = 92,3^{\circ}.$$

Za $h_2 = 185$ cm je kot kamere:

$$\alpha_2 = 2 \left(\tan^{-1} \left(\frac{\frac{185}{2}}{60} \right) \right) = 114,06^{\circ}.$$

2.2.8 Izbira kamere

Pri raziskovalni nalogi smo imeli na voljo dve kameri. Obe se uporabljata za video nadzor, zato je bilo za nas najbolj pomembno to, da bodo slike v dovolj visoki ločljivosti. Naš testni izdelek je bil Mercatorjev pomarančni sok v tetrapaku. Postavili smo ga 40 centimetrov od kamere, zajela več slik ter jih analizirala. Testirala smo vsako kamero posebej in se odločili, katera je najbolj optimalna za naše zahteve.

3.1.1 Video kamera Arlo Q Plus

Ta video kamera omogoča povezljivost z Wi-Fi-omrežjem, avtomatsko zajemanje slike ob zaznanem gibanju ali zvoku, snemanje v ločljivosti 1080 p HD, shranjevanje posnetkov v oblaku ter 130° kot snemanja.

Prva slika 12 je bila zajeta pri običajni dnevni svetlobi, slika 13 pa v popolni temi. V tem primeru je video kamera uporabila vgrajeno infrardečo luč. Ugotovili smo, da bi bilo to dobro za zajemanje slike v zaprtem hladilniku, saj bi lahko uporabnik dobil vpogled v hladilnik, ne da bi moral za to prižgati luč v hladilniku. Seveda pa je pri tem tudi težava, da pod infrardečo lučjo ne zaznava pravilno modrih, rdečih, oranžnih odtenkov barve izdelkov.



Slika 12: Posnetek slike izdelka s kamero Arlo Q Plus, podnevi, naravnost, lastni vir



Slika 13: Posnetek slike izdelka s kamero Arlo Q Plus, ponoči, naravnost, lastni vir

Izdelek na slika 12 je dobro viden, dobro se vidi slika na embalaži, prav tako tudi večje besedilo. Manjši tisk je nekoliko slabše viden, a bi se ga dalo izostriti z ustrezno programsko opremo. Sliko smo naložili v spletno aplikacijo Google CloudVision za prepoznavo besedila (slika 14).



Slika 14: Prepoznavanje besedila v spletni aplikaciji Google CloudVision, izdelek naravnost, lastni vir

Googlovo programsko orodje Google CloudVision nas je prijetno presenetilo, saj je natančno razbralo vsako besedo s slike (z izjemo Mercatorjevega simbola, ki ga je zamenjalo s številom 2). Torej je kamera dovolj dobra, da lahko prepozna tudi manjši tisk, če je embalaža postavljena naravnost proti kameri.

Pri sliki 13 smo prišli do težav. Prvi problem je odboj svetlobe od embalaže na leči od kamere. Pri dnevni svetlobi ni bilo te težave, saj je bila šibkejša, vir svetlobe pa je bil močnejši. Pri infrardečem viru svetlobe, ki je tik ob kameri, se svetloba odbije direktno nazaj na lečo. To smo poskušali rešiti z zamikom izdelka. Drugi problem je modro besedilo, ki na nočni sliki (slika 13) sploh ni vidno. Tudi ostala embalaža je večinoma enobarvna in slika na izdelku ni vidna. Izvedba prepoznavanja izdelkov v temi je zaradi tega precej zahtevna. Zajeli smo še dve dodatni sliki, da poskusimo odpraviti našo prvo težavo (slika 15 in slika 16).



Slika 15: Posnetek slike izdelka s kamero Arlo Q Plus, podnevi, poševno, lastni vir

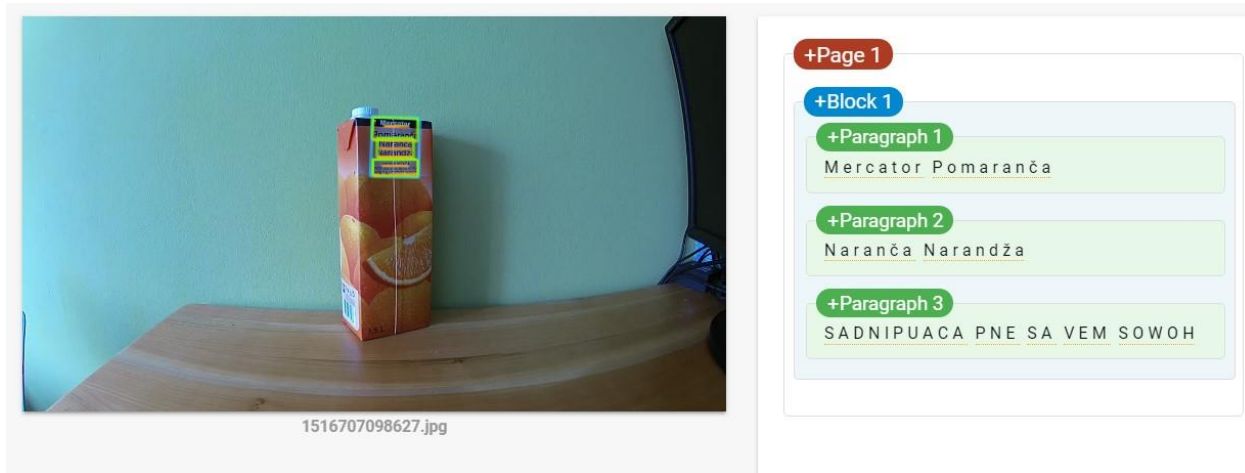
Na naslednji sliki vidimo takojšnje izboljšanje posnetka (slika 16). Infrardeča svetloba se ne odbija več direktno nazaj na lečo kamere in izdelek je lepo viden, z izjemo napisa in slike pomaranče na spodnjem delu izdelka.



Slika 16: Posnetek slike izdelka s kamero Arlo Q Plus, ponoči, poševno, lastni vir

Kot smo pričakovali, je večje besedilo še vedno lepo berljivo, a manjše besedilo je postalo popolnoma neprepoznavno (slika 17).

S tem, ko smo rahlo obrnili izdelek, smo popravili zajeto infrardečo sliko, a hkrati naredili napis bolj poševen in posledično je ta postal manj prepoznaven.



Slika 17: Google CloudVision, prepoznavanje besedila, izdelek postrani, lastni vir

Kamera ima dobro ločljivost posnetkov, dovolj širok kot (da ta posname celotno območje hladilnika, mora biti kamera oddaljena od roba hladilnika vsaj 43 cm) in se nam na splošno zdi zelo primerna za uporabo pri naši raziskavi.

3.1.2 Video kamera Sricam Mini IP SP022

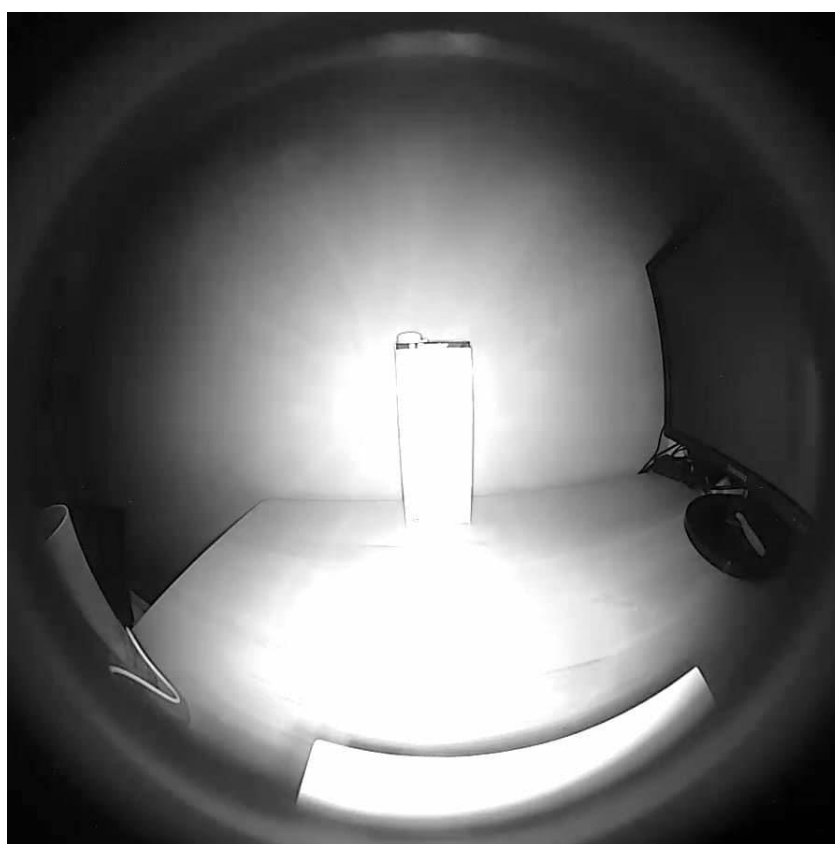
Ta video kamera prav tako omogoča povezljivost z omrežjem Wi-Fi, avtomatsko zajemanje slike ob zaznanem gibanju ali zvoku in shranjevanje posnetkov v oblaku.

Njena ločljivost je nekoliko manjša od predhodne kamere (960 p HD), kot pa večji (170°). Zaradi precej večjega kota snemanja smo bili v dvomih glede kvalitete posnetkov in prepoznavne besedila na izdelku.

Ponovno smo zajeli dve sliki, eno z zunanjo osvetlitvijo in eno brez, nato smo ju analizirali (slika 18 in slika 19).

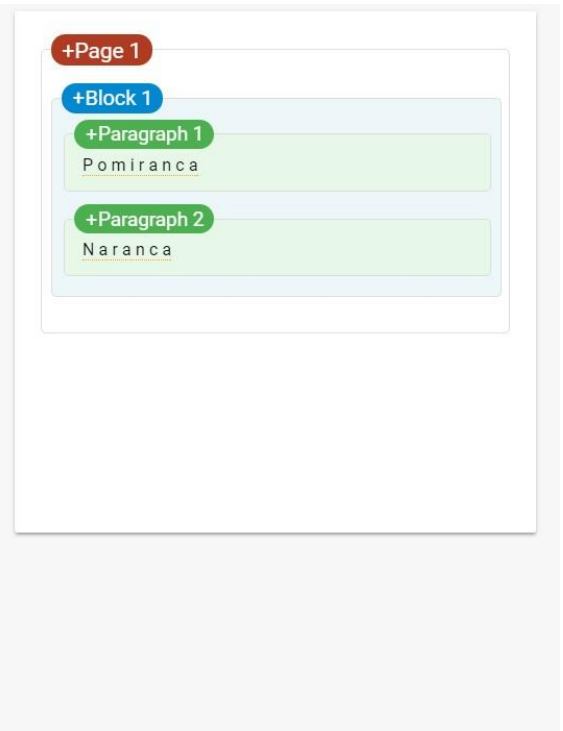


Slika 18: Posnetek slike izdelka s kamero Sricam SP022, podnevi, naravnost, lastni vir



Slika 19: Posnetek slike izdelka s kamero Sricam SP022, ponoči, naravnost, lastni vir

Takoj lahko opazimo očitno razliko med slikami. Razmerje stranic posnete slike je tu skoraj 1:1, pri prejšnji kameri pa je bilo 16:9. To za nas predstavlja slabšo izbiro, saj tudi območje hladilnika, v katerem želimo zajeti sliko, ni kvadraten, ampak ima daljšo višino od širine. Izrazito se opazi tudi učinek ribjega očesa zaradi velikega kota zajemanja. Čeprav je izdelek enako oddaljen kot prej (40 centimetrov), se zdi na sliki, da je bolj oddaljen. Slika je tudi slabše kakovosti, prepoznavanje besedila skoraj ni več možno (slika 20) (velik del besedila ni prepoznan, to kar pa je, vsebuje napake).



Slika 20: Google CloudVision 2. prepoznavna, lastni vir

Pri nočnem načinu zajema slike (slika 19) je izdelek neprepoznaven zaradi odboja svetlobe. Poskusa prepoznave besedila z zamaknjnim izdelkom zaradi slabih rezultatov v prvem poskusnem primeru sploh nismo izvedli. Vidimo lahko tudi, da je izdelek v temi popolnoma neprepoznaven.

Ugotovili smo, da je video kamera res namenjena le za video nadzor, saj je zelo uporabna zaradi širokega kota. Za uporabo v našem primeru pa ima preslabo kakovost posnetkov, preveč popači sliko in je neuporabna za nočne posnetke.

Tako smo se odločili, da bomo za namen najine raziskovalne naloge uporabili kamero Arlo Q Plus, saj ima vse ustrezne lastnosti, ki jih potrebujemo.

2.2.9 Postopek učenja in delo s programom TensorFlow

Za prepoznavanje izdelkov v hladilniku s pomočjo slik iz kamere smo za razvojno okolje izbrali Googlov TensorFlow. Tega smo namestili v virtualni računalnik z operacijskim sistemom Ubuntu Server 16.04.3 LTS.

Na virtualni računalnik smo najprej namestili programski jezik Python ter orodje za upravljanje s paketi zanj. Dodali smo še namestitev virtualnega okolja za Python.

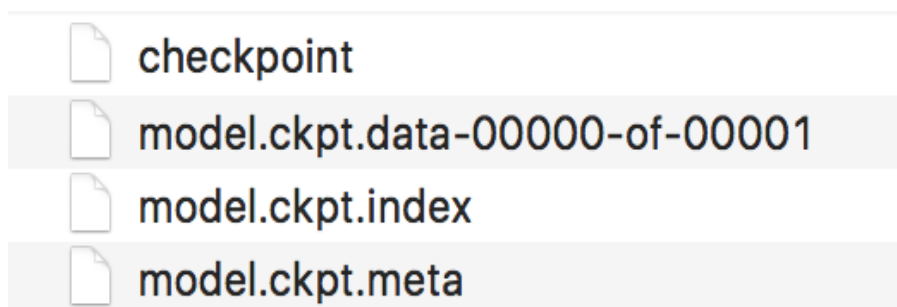
V nadaljevanju smo ustvarili virtualno okolje v podmapi, kamor smo prenesli TensorFlow in potrebne dodatke. Virtualno okolje smo zagnali.

V nadaljevanju smo preverili uspešno namestitev vseh programskih orodij tako, da smo v Pythonovi konzoli izvedli naslednjo kodo:

```
#uvoz Tensorflow knjižnice
importtensorflow as tf
#nastavljanje spremenljivke hello
hello = tf.constant('Hello, TensorFlow!')
#zagon TensorFlowa
sess = tf.Session ()
#izpis spremenljivke hello
print (sess.run (hello))
```

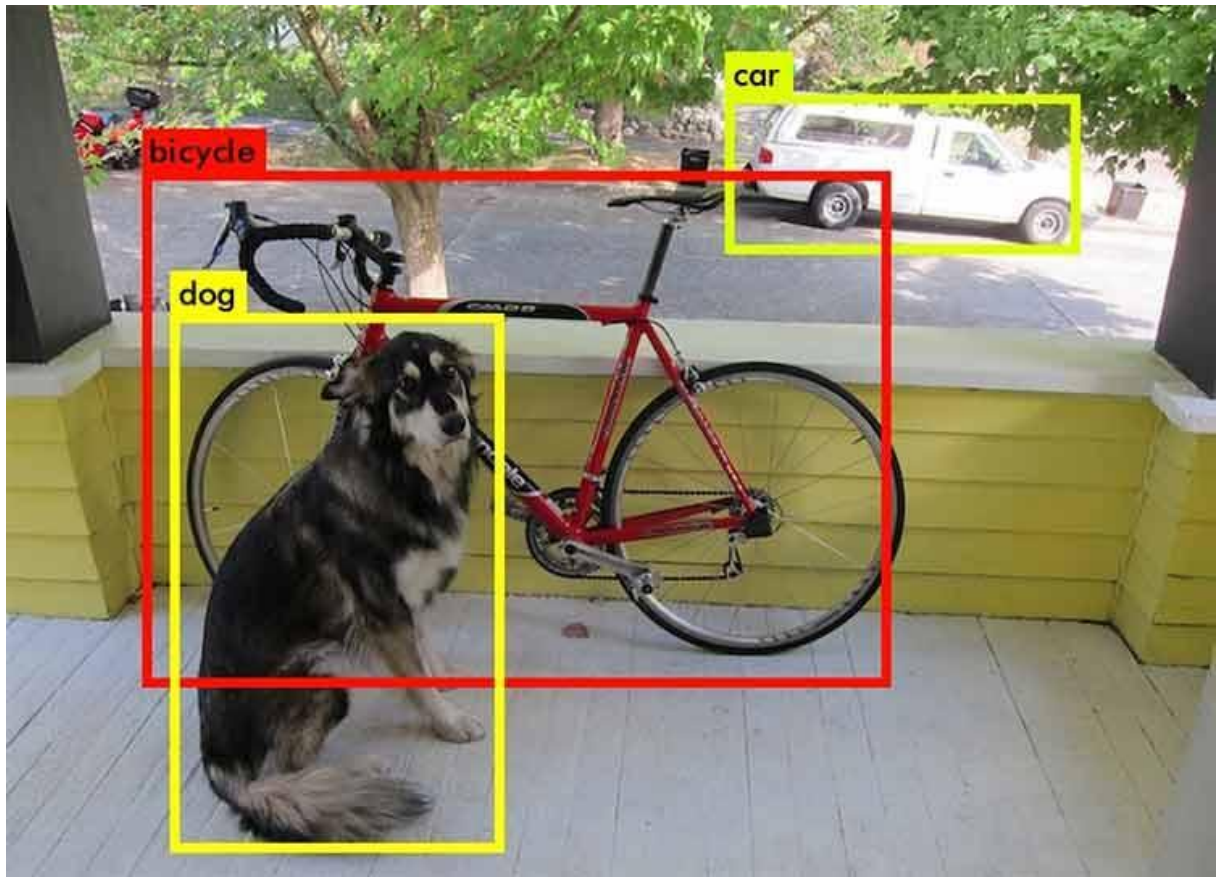
Dobili smo izpis: »Hello, TensorFlow!«, kar potrjuje uspešno namestitev TensorFlow.

Nadaljevali smo tako, da smo kot delovno mapo terminala nastavili pot do mape, ki vsebuje že pripravljen model za učenje prepoznavanja objektov (slika 21). Prepričali smo se, da so v mapi tudi datoteke s kontrolnimi točkami, angl. checkpoint, kamor se zapišejo parametri modela med učenjem.



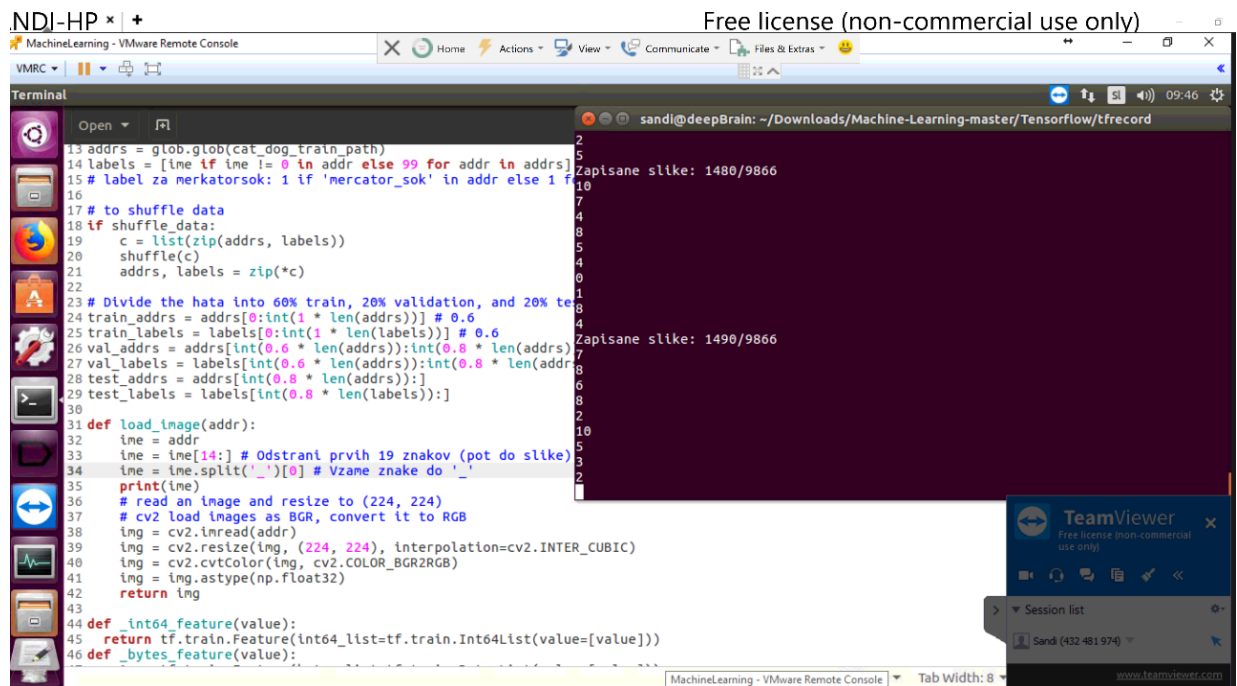
Slika 21: Model in druge datoteke, ki smo jih potrebovali za učenje, vir lasten

Prepričali smo se, da model deluje, tako da smo uporabili vzorčne slike, pripravljene za prepoznavo s tem modelom. Na vzorčni sliki smo želeli prepoznati psa, kolo in avto v ozadju, kar nam je tudi uspelo (slika 22).

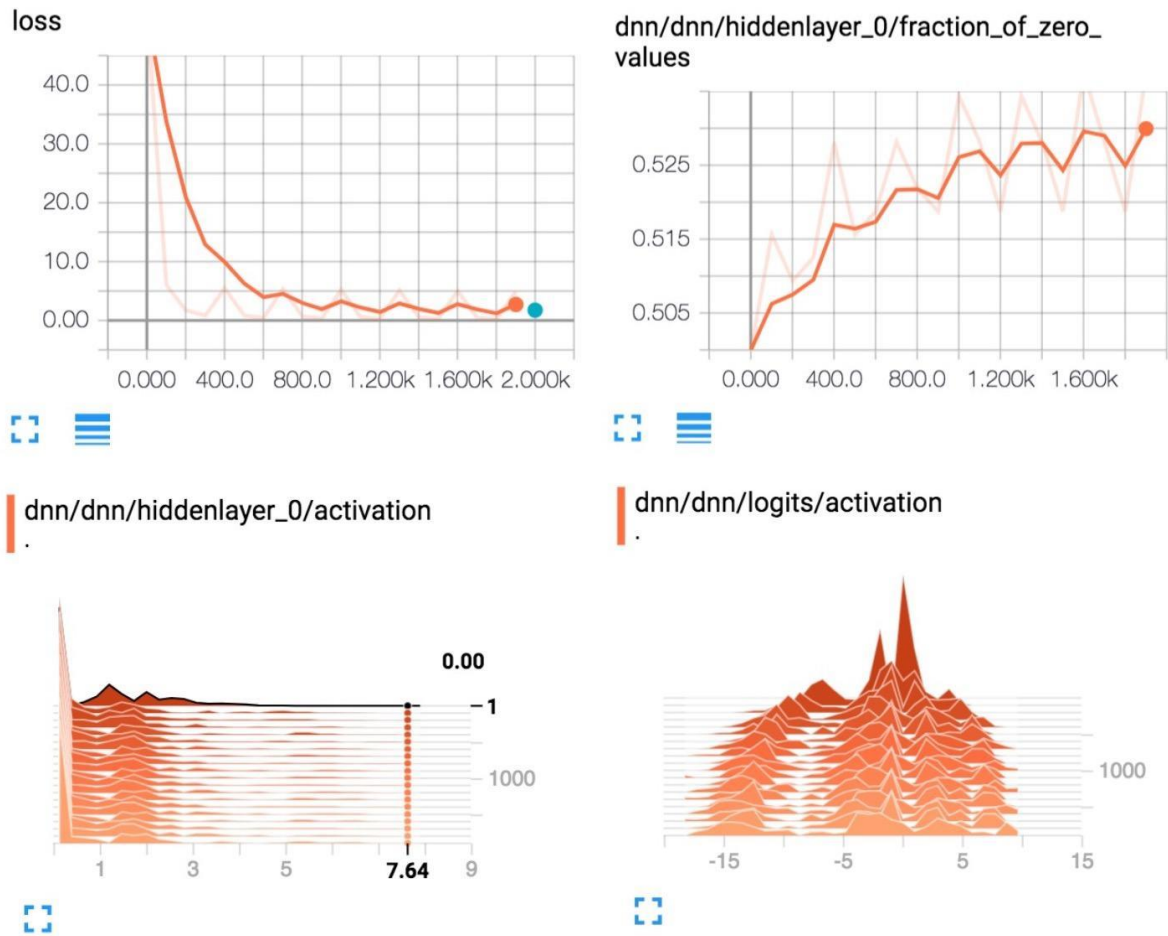


Slika 22: Rezultat testiranja prepoznavne objektov na že pripravljenem modelu TensorFlow [21. sl.]

Če pa smo želeli model naučiti prepoznave naših lastnih objektov, v tem primeru hrane, smo morali zajeti večjo količino slik zelenega izdelka. Te slike smo nato obdelali tako, da smo z orodjem LabelImg na njih označili naš izbran izdelek, za katerega smo ga učili prepoznati objekt (sok v tetrapaku). Naredili smo več kot 400 slik, ki smo jih tudi ustrezno označili. Z označevanjem smo dobili poleg slik še *.xml datoteke, v katerih so bili zapisani parametri našega označevanja. Vse te *.xml datoteke smo s pomočjo lastne skripte pretvorili *.csv datoteko. To datoteko pa smo skupaj s slikami, s pomočjo druge lastne skripte pretvorili v format, ki je primeren za učenje programa TensorFlow - *.tfrecords (slika 23).



```
MachineLearning - VMware Remote Console
Free license (non-commercial use only)
Terminal
Open
13 addrs = glob.glob(cat_dog_train_path)
14 labels = [ime if ime != 0 in addr else 99 for addr in addrs]
15 # label za merkatorsok: 1 if 'mercator_sok' in addr else 1
16
17 # to shuffle data
18 if shuffle_data:
19     c = list(zip(addrs, labels))
20     shuffle(c)
21     addrs, labels = zip(*c)
22
23 # Divide the data into 60% train, 20% validation, and 20% test
24 train_addrs = addrs[:int(1 * len(addrs))] # 0.6
25 train_labels = labels[:int(1 * len(labels))] # 0.6
26 val_addrs = addrs[int(0.6 * len(addrs)):int(0.8 * len(addrs))]
27 val_labels = labels[int(0.6 * len(labels)):int(0.8 * len(labels))]
28 test_addrs = addrs[int(0.8 * len(addrs)):]
29 test_labels = labels[int(0.8 * len(labels)):]
30
31 def load_image(addr):
32     ime = addr
33     ime = ime[14:] # Odstrani prvih 19 znakov (pot do slike)
34     ime = ime.split('_')[0] # Vzame znake do '_'
35     print(ime)
36     # read an image and resize to (224, 224)
37     # cv2 load images as BGR, convert it to RGB
38     img = cv2.imread(addr)
39     img = cv2.resize(img, (224, 224), interpolation=cv2.INTER_CUBIC)
40     img = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2RGB)
41     img = img.astype(np.float32)
42     return img
43
44 def _int64_feature(value):
45     return tf.train.Feature(int64_list=tf.train.Int64List(value=[value]))
46 def _bytes_feature(value):
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100
101
102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119
120
121
122
123
124
125
126
127
128
129
130
131
132
133
134
135
136
137
138
139
140
141
142
143
144
145
146
147
148
149
150
151
152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168
169
170
171
172
173
174
175
176
177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187
188
189
190
191
192
193
194
195
196
197
198
199
200
201
202
203
204
205
206
207
208
209
210
211
212
213
214
215
216
217
218
219
220
221
222
223
224
225
226
227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262
263
264
265
266
267
268
269
270
271
272
273
274
275
276
277
278
279
280
281
282
283
284
285
286
287
288
289
290
291
292
293
294
295
296
297
298
299
300
301
302
303
304
305
306
307
308
309
310
311
312
313
314
315
316
317
318
319
320
321
322
323
324
325
326
327
328
329
330
331
332
333
334
335
336
337
338
339
340
341
342
343
344
345
346
347
348
349
350
351
352
353
354
355
356
357
358
359
360
361
362
363
364
365
366
367
368
369
370
371
372
373
374
375
376
377
378
379
380
381
382
383
384
385
386
387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416
417
418
419
420
421
422
423
424
425
426
427
428
429
430
431
432
433
434
435
436
437
438
439
440
441
442
443
444
445
446
447
448
449
450
451
452
453
454
455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500
501
502
503
504
505
506
507
508
509
510
511
512
513
514
515
516
517
518
519
520
521
522
523
524
525
526
527
528
529
530
531
532
533
534
535
536
537
538
539
540
541
542
543
544
545
546
547
548
549
550
551
552
553
554
555
556
557
558
559
560
561
562
563
564
565
566
567
568
569
570
571
572
573
574
575
576
577
578
579
580
581
582
583
584
585
586
587
588
589
590
591
592
593
594
595
596
597
598
599
600
601
602
603
604
605
606
607
608
609
610
611
612
613
614
615
616
617
618
619
620
621
622
623
624
625
626
627
628
629
630
631
632
633
634
635
636
637
638
639
640
641
642
643
644
645
646
647
648
649
650
651
652
653
654
655
656
657
658
659
660
661
662
663
664
665
666
667
668
669
670
671
672
673
674
675
676
677
678
679
680
681
682
683
684
685
686
687
688
689
690
691
692
693
694
695
696
697
698
699
700
701
702
703
704
705
706
707
708
709
710
711
712
713
714
715
716
717
718
719
720
721
722
723
724
725
726
727
728
729
730
731
732
733
734
735
736
737
738
739
740
741
742
743
744
745
746
747
748
749
750
751
752
753
754
755
756
757
758
759
760
761
762
763
764
765
766
767
768
769
770
771
772
773
774
775
776
777
778
779
780
781
782
783
784
785
786
787
788
789
790
791
792
793
794
795
796
797
798
799
800
801
802
803
804
805
806
807
808
809
810
811
812
813
814
815
816
817
818
819
820
821
822
823
824
825
826
827
828
829
830
831
832
833
834
835
836
837
838
839
840
841
842
843
844
845
846
847
848
849
850
851
852
853
854
855
856
857
858
859
860
861
862
863
864
865
866
867
868
869
870
871
872
873
874
875
876
877
878
879
880
881
882
883
884
885
886
887
888
889
890
891
892
893
894
895
896
897
898
899
900
901
902
903
904
905
906
907
908
909
910
911
912
913
914
915
916
917
918
919
920
921
922
923
924
925
926
927
928
929
930
931
932
933
934
935
936
937
938
939
940
941
942
943
944
945
946
947
948
949
950
951
952
953
954
955
956
957
958
959
960
961
962
963
964
965
966
967
968
969
970
971
972
973
974
975
976
977
978
979
980
981
982
983
984
985
986
987
988
989
990
991
992
993
994
995
996
997
998
999
1000
1001
1002
1003
1004
1005
1006
1007
1008
1009
1010
1011
1012
1013
1014
1015
1016
1017
1018
1019
1020
1021
1022
1023
1024
1025
1026
1027
1028
1029
1030
1031
1032
1033
1034
1035
1036
1037
1038
1039
1040
1041
1042
1043
1044
1045
1046
1047
1048
1049
1050
1051
1052
1053
1054
1055
1056
1057
1058
1059
1060
1061
1062
1063
1064
1065
1066
1067
1068
1069
1070
1071
1072
1073
1074
1075
1076
1077
1078
1079
1080
1081
1082
1083
1084
1085
1086
1087
1088
1089
1090
1091
1092
1093
1094
1095
1096
1097
1098
1099
1100
1101
1102
1103
1104
1105
1106
1107
1108
1109
1110
1111
1112
1113
1114
1115
1116
1117
1118
1119
1120
1121
1122
1123
1124
1125
1126
1127
1128
1129
1130
1131
1132
1133
1134
1135
1136
1137
1138
1139
1140
1141
1142
1143
1144
1145
1146
1147
1148
1149
1150
1151
1152
1153
1154
1155
1156
1157
1158
1159
1160
1161
1162
1163
1164
1165
1166
1167
1168
1169
1170
1171
1172
1173
1174
1175
1176
1177
1178
1179
1180
1181
1182
1183
1184
1185
1186
1187
1188
1189
1190
1191
1192
1193
1194
1195
1196
1197
1198
1199
1200
1201
1202
1203
1204
1205
1206
1207
1208
1209
1210
1211
1212
1213
1214
1215
1216
1217
1218
1219
1220
1221
1222
1223
1224
1225
1226
1227
1228
1229
1230
1231
1232
1233
1234
1235
1236
1237
1238
1239
1240
1241
1242
1243
1244
1245
1246
1247
1248
1249
1250
1251
1252
1253
1254
1255
1256
1257
1258
1259
1260
1261
1262
1263
1264
1265
1266
1267
1268
1269
1270
1271
1272
1273
1274
1275
1276
1277
1278
1279
1280
1281
1282
1283
1284
1285
1286
1287
1288
1289
1290
1291
1292
1293
1294
1295
1296
1297
1298
1299
1300
1301
1302
1303
1304
1305
1306
1307
1308
1309
1310
1311
1312
1313
1314
1315
1316
1317
1318
1319
1320
1321
1322
1323
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332
1333
1334
1335
1336
1337
1338
1339
1340
1341
1342
1343
1344
1345
1346
1347
1348
1349
1350
1351
1352
1353
1354
1355
1356
1357
1358
1359
1360
1361
1362
1363
1364
1365
1366
1367
1368
1369
1370
1371
1372
1373
1374
1375
1376
1377
1378
1379
1380
1381
1382
1383
1384
1385
1386
1387
1388
1389
1390
1391
1392
1393
1394
1395
1396
1397
1398
1399
1400
1401
1402
1403
1404
1405
1406
1407
1408
1409
1410
1411
1412
1413
1414
1415
1416
1417
1418
1419
1420
1421
1422
1423
1424
1425
1426
1427
1428
1429
1430
1431
1432
1433
1434
1435
1436
1437
1438
1439
1440
1441
1442
1443
1444
1445
1446
1447
1448
1449
1450
1451
1452
1453
1454
1455
1456
1457
1458
1459
1460
1461
1462
1463
1464
1465
1466
1467
1468
1469
1470
1471
1472
1473
1474
1475
1476
1477
1478
1479
1480
1481
1482
1483
1484
1485
1486
1487
1488
1489
1490
1491
1492
1493
1494
1495
1496
1497
1498
1499
1500
1501
1502
1503
1504
1505
1506
1507
1508
1509
1510
1511
1512
1513
1514
1515
1516
1517
1518
1519
1520
1521
1522
1523
1524
1525
1526
1527
1528
1529
1530
1531
1532
1533
1534
1535
1536
1537
1538
1539
1540
1541
1542
1543
1544
1545
1546
1547
1548
1549
1550
1551
1552
1553
1554
1555
1556
1557
1558
1559
1560
1561
1562
1563
1564
1565
1566
1567
1568
1569
1570
1571
1572
1573
1574
1575
1576
1577
1578
1579
1580
1581
1582
1583
1584
1585
1586
1587
1588
1589
1590
1591
1592
1593
1594
1595
1596
1597
1598
1599
1600
1601
1602
1603
1604
1605
1606
1607
1608
1609
1610
1611
1612
1613
1614
1615
1616
1617
1618
1619
1620
1621
1622
1623
1624
1625
1626
1627
1628
1629
1630
1631
1632
1633
1634
1635
1636
1637
1638
1639
1640
1641
1642
1643
1644
1645
1646
1647
1648
1649
1650
1651
1652
1653
1654
1655
1656
1657
1658
1659
1660
1661
1662
1663
1664
1665
1666
1667
1668
1669
1670
1671
1672
1673
1674
1675
1676
1677
1678
1679
1680
1681
1682
1683
1684
1685
1686
1687
1688
1689
1690
1691
1692
1693
1694
1695
1696
1697
1698
1699
1700
1701
1702
1703
1704
1705
1706
1707
1708
1709
1710
1711
1712
1713
1714
1715
1716
1717
1718
1719
1720
1721
1722
1723
1724
1725
1726
1727
1728
1729
1730
1731
1732
1733
1734
1735
1736
1737
1738
1739
1740
1741
1742
1743
1744
1745
1746
1747
1748
1749
1750
1751
1752
1753
1754
1755
1756
1757
1758
1759
1760
1761
1762
1763
1764
1765
1766
1767
1768
1769
1770
1771
1772
1773
1774
1775
1776
1777
1778
1779
1780
1781
1782
1783
1784
1785
1786
1787
1788
1789
1790
1791
1792
1793
1794
1795
1796
1797
1798
1799
1800
1801
1802
1803
1804
1805
1806
1807
1808
1809
1810
1811
1812
1813
1814
1815
1816
1817
1818
1819
1820
1821
1822
1823
1824
1825
1826
1827
1828
1829
1830
1831
1832
1833
1834
1835
1836
1837
1838
1839
1840
1841
1842
1843
1844
1845
1846
1847
1848
1849
1850
1851
1852
1853
1854
1855
1856
1857
1858
1859
1860
1861
1862
1863
1864
1865
1866
1867
1868
1869
1870
1871
1872
1873
1874
1875
1876
1877
1878
1879
1880
1881
1882
1883
1884
1885
1886
1887
1888
1889
1890
1891
1892
1893
1894
1895
1896
1897
1898
1899
1900
1901
1902
1903
1904
1905
1906
1907
1908
1909
1910
1911
1912
1913
1914
1915
1916
1917
1918
1919
1920
1921
1922
1923
1924
1925
1926
1927
1928
1929
1930
1931
1932
1933
1934
1935
1936
1937
1938
1939
1940
1941
1942
1943
1944
1945
1946
1947
1948
1949
1950
1951
1952
1953
1954
1955
1956
1957
1958
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975
1976
1977
1978
1979
1980
1981
1982
1983
1984
1985
1986
1987
1988
1989
1990
1991
1992
1993
1994
1995
1996
1997
1998
1999
2000
2001
2002
2003
2004
2005
2006
2007
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019
2020
2021
2022
2023
2024
2025
2026
2027
2028
2029
2030
2031
2032
2033
2034
2035
2036
2037
2038
2039
2040
2041
2042
2043
2044
2045
2046
2047
2048
2049
2050
2051
2052
2053
2054
2055
2056
2057
2058
2059
2060
2061
2062
2063
2064
2065
2066
2067
2068
2069
2070
2071
2072
2073
2074
2075
2076
2077
2078
2079
2080
2081
2082
2083
2084
2085
2086
2087
2088
2089
2090
2091
2092
2093
2094
2095
2096
2097
2098
2099
2100
2101
2102
2103
2104
2105
2106
2107
2108
2109
2110
2111
2112
2113
2114
2115
2116
2117
2118
2119
2120
2121
2122
2123
2124
2125
2126
2127
2128
2129
2130
2131
2132
2133
2134
2135
2136
2137
2138
2139
2140
2141
2142
2143
2144
2145
2146
2147
2148
2149
2150
2151
2152
2153
2154
2155
2156
2157
2158
2159
2160
2161
2162
2163
2164
2165
2166
2167
2168
2169
2170
2171
2172
2173
2174
2175
2176
2177
2178
2179
2180
2181
2182
2183
2184
2185
2186
2187
2188
2189
2190
2191
2192
2193
2194
2195
2196
2197
2198
2199
2200
2201
2202
2203
2204
2205
2206
2207
2208
2209
2210
2211
2212
2213
2214
2215
2216
2217
2218
2219
2220
2221
2222
2223
2224
2225
2226
2227
2228
2229
2230
2231
2232
2233
2234
2235
2236
2237
2238
2239
2240
2241
2242
2243
2244
2245
2246
2247
2248
2249
2250
2251
2252
2253
2254
2255
2256
2257
2258
2259
2260
2261
2262
2263
2264
2265
2266
2267
2268
2269
2270
2271
2272
2273
2274
2275
2276
2277
2278
2279
2280
2281
2282
2283
2284
2285
2286
2287
2288
2289
2290
2291
2292
2293
2294
2295
2296
2297
2298
2299
2300
2301
2302
2303
2304
2305
2306
2307
2308
2309
2310
2311
2312
2313
2314
2315
2316
2317
2318
2319
2320
2321
2322
2323
2324
2325
2326
2327
2328
2329
2330
2331
2332
2333
2334
2335
2336
2337
2338
2339
2340
2341
2342
2343
2344
2345
2346
2347
2348
2349
2350
2351
2352
2353
2354
2355
2356
2357
2358
2359
2360
2361
2362
2363
2364
2365
2366
2367
2368
2369
2370
2371
2372
2373
2374
2375
2376
2377
2378
2379
2380
2381
2382
2383
2384
2385
2386
2387
2388
2389
2390
2391
2392
2393
2394
2395
2396
2397
2398
2399
2400
2401
2402
2403
2404
2405
2406
2407
2408
2409
2410
2411
2412
2413
2414
2415
2416
2417
2418
2419
2420
2421
2422
2423
2424
2425
2426
2427
2428
2429
2430
2431
2432
2433
2434
2435
2436
2437
2438
2439
2440
2441
2442
2443
2444
2445
2446
2447
2448
2449
2450
2451
2452
2453
2454
2455
2456
2457
2458
2459
2460
2461
2462
2463
2464
2465
2466
2467
2468
2469
2470
2471
2472
2473
2474
2475
2476
2477
2478
2479
2480
2481
2482
2483
2484
2485
2486
2487
2488
2489
2490
2491
2492
2493
2494
2495
2496
2497
2498
2499
2500
2501
2502
2503
2504
2505
2506
2507
2508
2509
2510
2511
2512
2513
2514
2515
2516
2517
2518
2519
2520
2521
2522
2523
2524
2525
2526
2527
2528
2529
2530
2531
2532
2533
2534
2535
2536
2537
2538
2539
2540
2541
2542
2543
2544
2545
2546
2547
2548
2549
2550
2551
2552
2553
2554
2555
2556
2557
2558
2559
2560
2561
2562
2563
2564
2565
2566
```



Slika 25: Grafični prikaz napredka učenja v programu TensorBoard, vir lasten

na deljenih strežnikih in prepoznavo našega izdelka tudi preizkusili. Za preizkus smo uporabili sliko, ki smo jo zajeli s kamero Arlo Q Plus (slika 26).

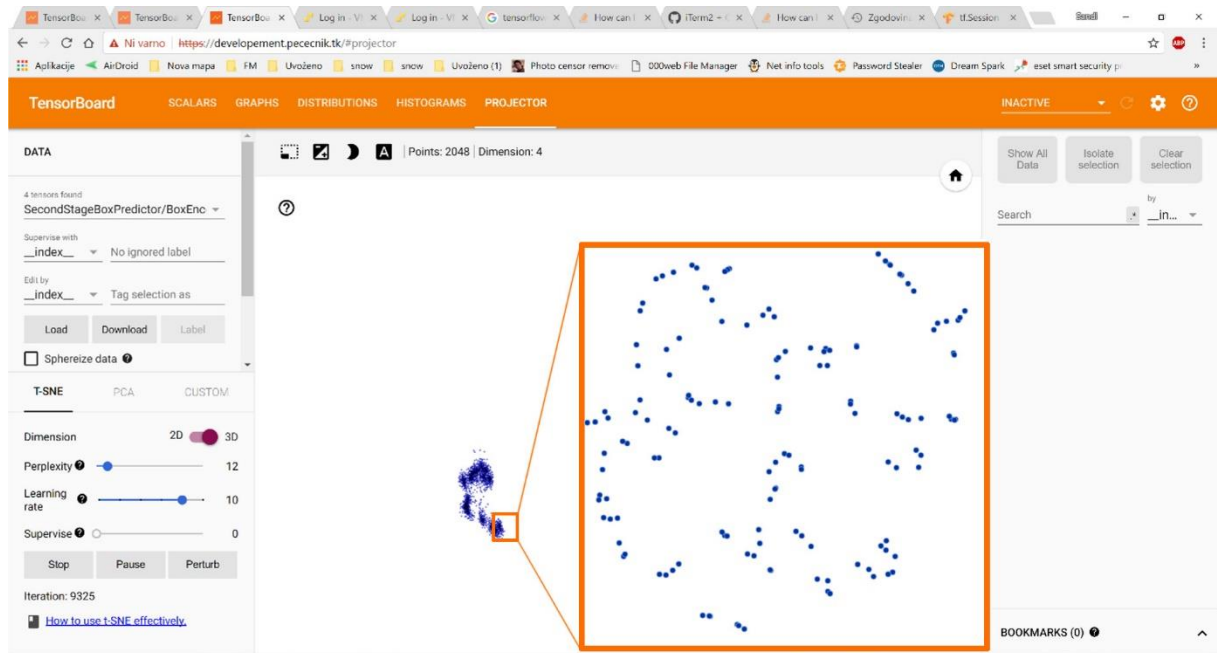


Slika 26: Testna slika z izdelki v hladilniku, vir lasten

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

2.2.10 Učenje modela s programom TensorFlow

Napredek učenja je možno v TensorBoard-u v meniju Projector nastaviti na grafični prikaz nevronske mreže, ki niso povezane (slika 27).

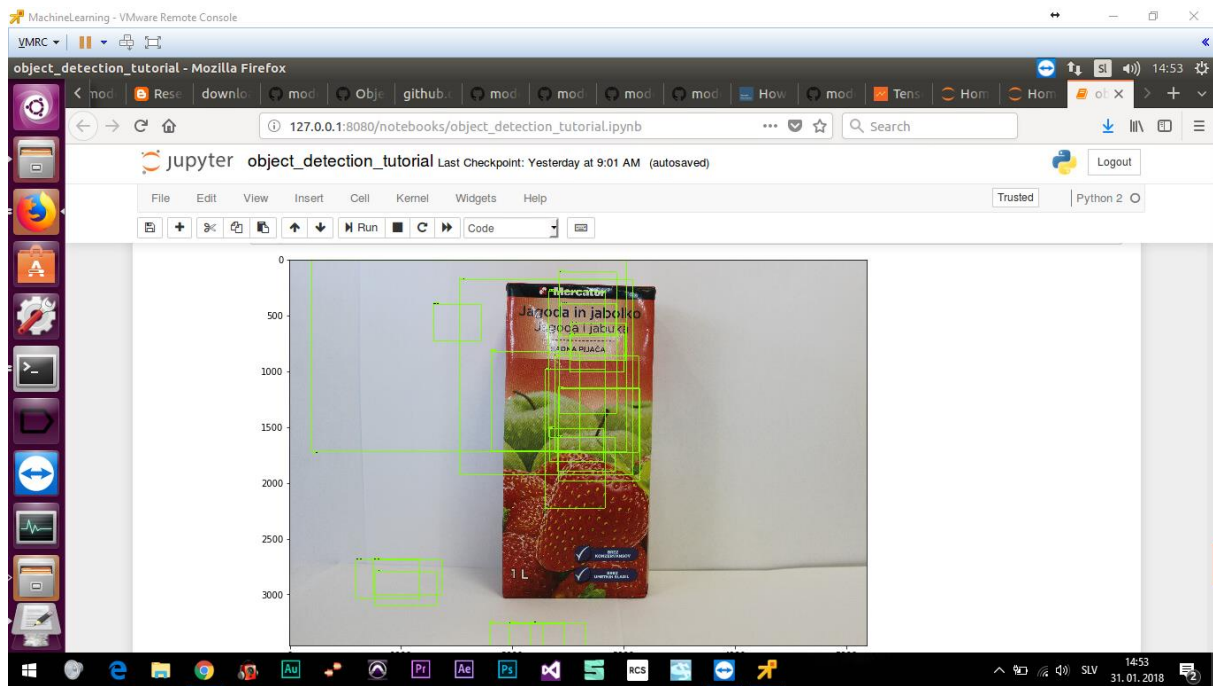


Slika 27: 3D-pogled na nevronske mreže v programu TensorBoard, vir lasten

Ko smo ugotovili, da je učenje že doseglo opazno raven napredka, smo ga začasno prekinili v učenju, izvozili model v obliko, primerno za izvajanje prepoznavanja objektov

Ko smo izvožen model postavili na strežnik in ga zagnali ter vanj vstavili testno sliko, smo dobili spodnji rezultat, na katerem vidimo, da natančnost modela ob tej prekinitvi še ni bila izpopolnjena, saj je napačno zaznal tudi sivo ozadje, ki je bilo prisotno na večini slik iz našega podatkovnega seta za učenje (slika 28).

Ob nadaljnjem učenju našega modela s TensorFlow z dodatnimi slikami in testiranjem ter izboljšavami kode smo tudi to natančnost izboljšali ter prepoznavi dodali še en izdelek (slika 28).



Slika 28: Zaznavanje izdelka na osnovi podanih slik, vir lasten

2.2.11 Anketa

Anketo smo poimenovali »Vpliv pametnega hladilnika na navade potrošnikov«.

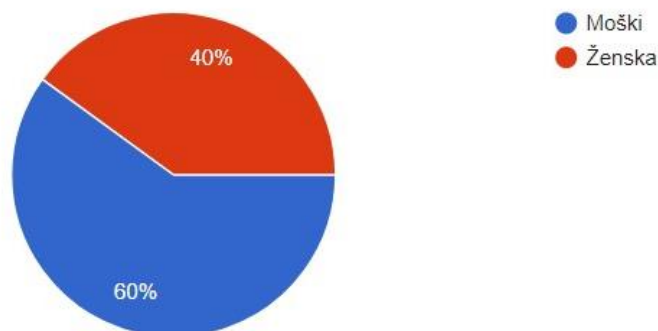
Skozi raziskovanje smo se vprašali tudi, kako bodo pametni hladilniki spremenili gospodinjstvo. Predvsem kako se bo spremenil potrošnikov odnos do hrane.

Odločili smo se, da ustvarimo anketo in poizvemo o potrošnikovih pogledih na to. Želeli smo pridobiti nekaj ključnih informacij o trenutnem odnosu potrošnikov v gospodinjstvu.

V anketi je sodelovalo 25 udeležencev (graf 1), od tega je bila večina moških.

Izberite spol

25 odgovorov

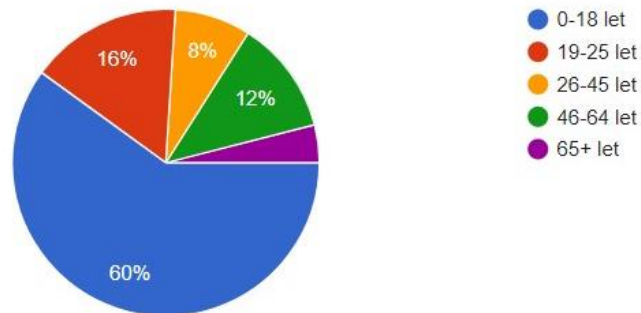


Graf 1: Število udeležencev glede na spol, vir lasten

Največ je bilo oseb pod 25 let (graf 2), kar se kaže tudi v spodnjem grafu, ki prikazuje, da večina udeležencev nima lastnega gospodinjstva (graf 3).

Izberite vašo starost

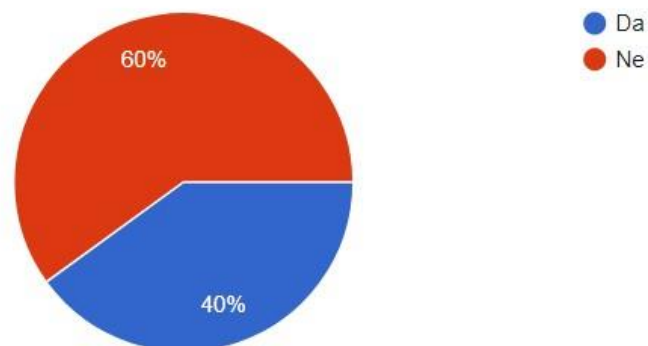
25 odgovorov



Graf 2: Anketiranci glede na starost, vir lasten

Ali imate svoje gospodinjstvo?(ga sami vzdržujete)

25 odgovorov

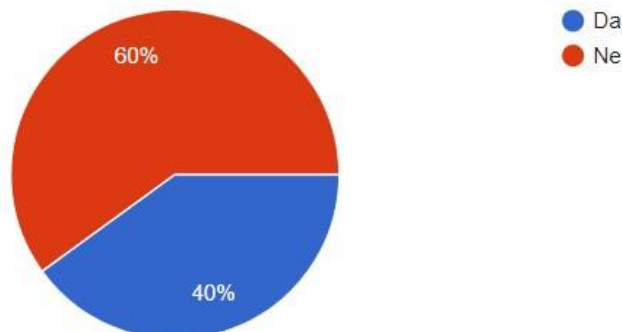


Graf 3: Prikaz, ali osebe same vzdržujejo gospodinjstvo, vir lasten

Pri prvem vprašanju (graf 4) smo želeli izvedeti, kako razširjena je uporaba pametnih aparatov v kuhinji.

Ali imate doma kakšen kos "pametne" bele tehnike?(povezljivost z WiFi-jem, zaslon na dotik...)

25 odgovorov

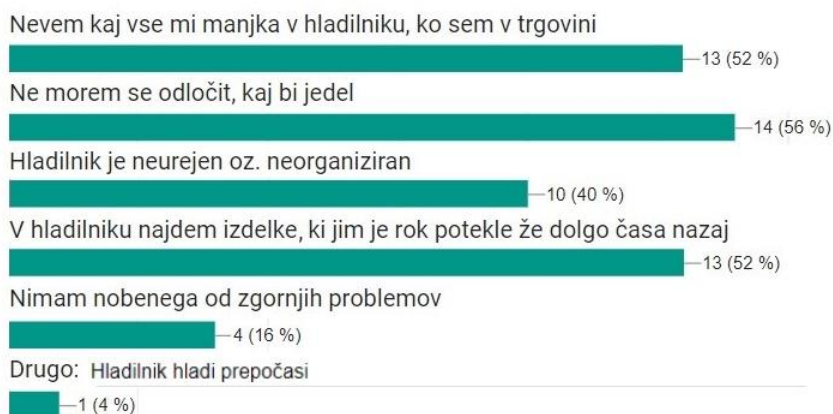


Graf 4: Uporaba pametne bele tehnike, vir lasten

Iz naše po obsegu anketirancev skromne ankete se je izkazalo, da sodobna tehnologija še ni tako razširjena v naših kuhinjah. Delno verjetno zato, ker dodana vrednost ne upraviči višje cene izdelka, delno še zaradi prisotnosti starejših aparatov, ki niso imeli na voljo teh funkcij in še ni bilo razloga da bi jih zamenjali.

Nato smo želeli izvedeti, s katerimi problemi se največkrat srečujejo anketiranci ob uporabi hladilnikov. Anketirancem smo ponudili pet že pripravljenih problemov in možnost, da dopišejo tudi svoje. Problemi, ki smo jih ponudili, so bili takšni, da bi jih lahko odpravili z uporabo naše kamere.

Ali imate katere izmed spodnjih problemov?(možnih več odgovorov) *



Graf 5: Prikaz pogostosti problemov med uporabniki, vir lasten

Večina anketirancev je označila, da se srečuje vsaj s tremi problemi s ponujenega seznama.

Zadnje vprašanje pa se je nanašalo na to, ali bi bili pripravljeni kupiti nov hladilnik (graf 6), ki bi odpravil prej naštete probleme, a za večjo ceno od običajnega hladilnika.

Bi kupili hladilnik, ki bi odpravil zgornje probleme, a seveda dražji od trenutne ponudbe?

25 odgovorov



Graf 6: Želja oseb po nakupa novega pametnega hladilnika, vir lasten

Presenetljivo je skoraj 50 % odgovorilo z da, ko bi cena malce padla, in kar dobra četrtina bi ga kupila takoj, ko bi prišel na trg. Skupno bi bilo 76 % anketirancev pripravljenih kupiti nov pametni hladilnik relativno hitro.

Zaključimo lahko, da so problemi, ki smo jih izpostavili, precej prisotni in nezaželeni med ljudmi. Delež anketirancev, ki imajo namen kupiti pametno belo tehniko, nas je kar presenetili, a smo hitro prišli do sklepa, da je bila večina anketirancih mlajših od 25 let, oz. pripadniki digitalne generacije, ki so odraščali z moderno tehnologijo in živijo z njo, zato ni čudno, da to poskušajo vnesti v vsak del svojega življenja.

5 ZAKLJUČEK

Izdelava raziskovalne naloge je bila vsekakor velik izziv. Kljub temu smo se pri izdelavi same raziskovalne naloge ogromno naučili. Podrobneje smo se poglobili v že dokaj razširjene tehnologije, nekatere kot npr. strojno učenje pa smo spoznali prvič. Te so nas res navdušile in zagotovo nam bo to znanje prišlo prav v prihodnosti, saj se bo uporaba strojnega in globokega učenja prav gotovo še povečala in se širila na številna druga področja npr. pametnega doma, pametnega podjetja in pametnega mesta...

Ugotovili smo, je pametni hladilnik s kamero za tržišče zanimiv izdelek, še posebej pa v primeru, da bi bil uporabniku cenovno dostopen in preprost za uporabo. Tu je potrebno še nekaj razvoja, saj še nismo uspeli odpraviti vmesnega človeškega faktorja, ki skrbi, da stvar deluje.

Menimo, da je bil osnovni cilj raziskovalne naloge uspešno dosežen, saj smo testni hladilnik nadgradili s kamero in deloma lastnim sistemom za prepoznavanje objektov. To nam je uspelo v skladu z našo željo, da hladilnik nadgradimo cenovno ugodno – uporabniku prijazno. Sistem nas je s svojim delovanjem pozitivno presenetil, saj je bilo delovanje v »običajnih« pogojih zelo dobro. Izdelke, ki smo jih dodali v našo bazo slik, je kljub različnim postavitvam prepoznal natančno, prav tako pa so bile slike zajete v pravem trenutku, ko so bila vrata hladilnika najbolj odprta.

Pregled ugotovitev o hipotezah:

1. *Z video kamero je možno prepoznati vrsto izdelka glede na embalažo in besedilo na njej.*

Hipotezo smo potrdili, saj nam je uspelo naučiti model, da na sliki oz. polici hladilnika označi zeleni izdelek. Prepoznavanja s pomočjo besedila nismo preizkusili, a bi prav tako delovalo, saj takšni programi že obstajajo in jih bistveno lažje ustvarimo.

2. *Z video kamero želimo prepoznati izdelek v temi z uporabo IR-kamere.*

Hipotezo smo ovrgli, saj deluje prepoznavanje živil na osnovi prepoznavanja vzorcev, ti pa so pod IR-svetlobo slabše vidni ali pa sploh niso. Prav tako so slike pod IR-svetlobo sivinske, kar pa oteži nalogo programu, saj poleg vzorcev ne zajema tudi barve.

3. *Vgradnja video kamere in drugih komponent naj ne bi hladilnika bistveno podražila.*

Hipoteze nismo ne potrdili ne ovrgli. Pri tej hipotezi je široka možnost izboljšav, te pa tudi stanejo in več kot jih je, dražji bo hladilnik. Najcenejša možnost je uporaba mikroročunalnika, odprtokodni je npr. RaspberryPiZero in RaspberryPiCamera modul (npr. iz spletne trgovine:

https://www.galagomarket.com/item/display/1051/3268_raspberry-pi_raspberry-pi_raspberry-pi-camera-v2-video-module.-raspberrypi,
https://www.galagomarket.com/item/display/1790/5136_raspberry-pi_raspberry-pi_raspberry-pi-zero-w) s skupnim stroškom 40 € in pa uporaba odprtokodne programske opreme ter lastnega mobilnega telefona. Nakupa ali najem strežnika nismo računali, saj predvidevamo, da bo zanj poskrbelo podjetje, ki proizvaja in trži hladilnike. Dražje možnosti, ki se jih bodo poslužila nekatera podjetja, ki proizvajajo hladilnike, pa so sicer manj drage kamere, ampak je za prenos in shranjevanje fotografij in informacij potrebno imeti strežnike.

Naša želja je, da bi sistem v prihodnosti še bolj izpopolnili in ga po možnosti predstavili javnosti v sodelovanju s katerim proizvajalci hladilnikov. Uporabnikom bi s tem najverjetneje spremenili pogled na to, kako kupujejo živila, omogočili vpogled v hladilnik kadarkoli in s tem lažje nakupovanje novih prehrabnih izdelkov, prispevali bi k zmanjševanju zavržene hrane, morda pa komu tudi olajšali izbiro recepta za kosilo.

Predvidevamo, da bo izdelek naše raziskovalne naloge prisoten v naših kuhinjah že čez približno 5 let. Prav tako predvidevamo se bo ta trend potem razširil še na številne druge kuhinjske in gospodinjske aparate, ter druge naprave v domu, ki bodo med seboj povezani v lokalno omrežje ter tvorili pametni dom.

6 ZAHVALA

Raziskovalna naloga ne bi bila v takšni obliki, če nam pri njenem nastajanju ne bi pomagalo veliko ljudi. Zahvaljujemo se torej vsem naslednjim:

- mentorju Nedeljku Grabantu, dipl. inž. , za pomoč, voljo, vztrajnost, prosti čas in spodbudo pri nastajanju;
- mentorju mag. Dejanu Drenu za nabavo in izposajo strojne opreme, njegov posvečen čas in prizadevanje;
- sošolcu Sandiju Pečeniku za pomoč pri izdelavi raziskovalne naloge, postavljanju strežnikov, spodbudi sošolcem in pisanju dokumentacije (bil je jedro te naloge);
- vsem staršem;
- Mariji Klemenšek, prof. , za lektoriranje;
- Beti Tomic, prof. , za lektoriranje angleškega povzetka;
- učiteljem ERŠ-a za vso podporo in razumevanje;
- recenzentu raziskovalne naloge;
- komisiji Mladih raziskovalcev in koordinatorici gibanja Mladi raziskovalci Karmen Hudournik;
- dijakom in ostalim, ki so izpolnjevali anketo;
- vsem neomenjenim, ki so kakorkoli pomagali pri izdelavi naloge.

7 VIRI

- [1] Knjiga: P. Flach, Machine Learning: The Art and Science of Algorithms That Make Sense of Data, ISBN/EAN: 9781107422223
- [2] <https://www.google.si/intl/sl/policies/technologies/pattern-recognition/>, 01. 02. 2018
- [3] <http://www.gorenje.si/izdelki/veliki-gospodinjski-aparati/hlajenje/modeli/prostostojecci-hladilniki/r6192lx/499359#spec>, 22. 01. 2018
- [4] <https://www.fer.unizg.hr/predmet/su>, 01. 02. 2018
- [5] <https://www.theguardian.com/environment/2017/aug/12/food-waste-smart-homes-fridge-cameras>, 16. 01. 2018
- [6] <https://www.mathworks.com/videos/image-recognition-using-machine-learning-122900.html>, 22. 01. 2018
- [7] <https://medium.freecodecamp.org/image-recognition-demystified-fc9c89b894ce>, 23. 01. 2018
- [8] <https://github.com/tensorflow/tensorflow/issues/17037>, 21. 01. 2018
- [9] <https://store.smarter.am/products/fridgecam>, 19. 01. 2018
- [10] <https://www.canto.com/digital-asset-management/image-recognition/>, 17. 01. 2018
- [11] <https://blog.liebherr.com/appliances/sg/liebherr-smart-refrigerator-microsoft/>, 19. 01. 2018
- [12] <https://arxiv.org/pdf/1711.02816.pdf>, 25. 01. 2018
- [13] <http://ebm.si/o/sl/novice/449-hrano-na-kroznik-ne-v-kos-za-odpadke>, 14. 01. 2018
- [14] <https://www.samsung.com/us/explore/family-hub-refrigerator/overview/>, 19. 01. 2018
- [15] https://sl.wikipedia.org/wiki/Nevronska_mre%C5%BEa, 19. 01. 2018
- [16] https://en.wikipedia.org/wiki/Biological_neural_network, 19. 01. 2018

2.2.12 Viri slik in tabel

- [1. sl.] https://cdn.shopify.com/s/files/1/0712/3461/products/update_cam_image_copy_grande.jpg?v=1511517214, 23. 01. 2018
- [2. sl.] http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2016/09/05/10/37ED5A1C00000578-3771857-The_system_can_learn_to_recognize_new_types_of_objects_from_exam-a-20_1473066182904.jpg, 23. 01. 2018
- [3. sl.] [https://s7d2.scene7.com/is/image/SamsungUS/Rethink-the-refrigerator_desktop_20170717?\\$cm-g-full-screen-media-jpg\\$](https://s7d2.scene7.com/is/image/SamsungUS/Rethink-the-refrigerator_desktop_20170717?$cm-g-full-screen-media-jpg$), 23. 01. 2018
- [5. sl.] <https://partners.gorenje.si/fts/EnLabel.ashx?ident=499359&jezik=sl>, 23. 01. 2018
- [1tab.] <https://partners.gorenje.si/fts/GetDigitDoc.aspx?sifra=499359&jezik=sl&tipVsebine=1&docName=513238sl.pdf>, 23. 01. 2018
- [7. sl.] http://static14.gorenje.com/mabagor/imagelib/source/d/2/d23de116e8d11cc14571fe40d01182a1_111406_2.jpg, 23. 01. 2018
- [8. sl.] http://static14.gorenje.com/mabagor/imagelib/source/2/1/211dc7bcb271fe62a47da43e86c92402_109995_2.jpg, 23. 01. 2018
- [6. sl.] <http://static14.gorenje.com/productSheet.ashx?c=499359&s=7>, 24. 01. 2018
- [21. sl.] https://pjreddie.com/media/image/Screen_Shot_2016-11-17_at_11.14.54_AM.png, 02. 02. 2018
- [23. sl.] https://gist.github.com/batzner/7c24802dd9c5e15870b4b56e22135c96#file-tensorflow_rename_variables-py, 02. 02. 2018