

ŠOLSKI CENTER VELENJE
ELEKTRO IN RAČUNALNIŠKA ŠOLA VELENJE
Trg mladosti 3, 3320 Velenje

MLADI RAZISKOVALCI ZA RAZVOJ ŠALEŠKE DOLINE

RAZISKOVALNA NALOGA

**PAMETNI AVTOMOBIL – OBDELAVA PODATKOV Z
RASPBERRYJEM**

Tematsko področje: ELEKTROTEHNIKA, ELEKTRONIKA IN ROBOTIKA

Avtorja:

Marko Plankelj, 4. letnik

Franc Klavž, 4. letnik

Mentor:

Islam Mušić, prof.

Somentorja:

Uroš Remenih, inž.

Simon Konečnik, univ. dipl. inž.

Velenje, 2017

Raziskovalna naloga je bila opravljena na Šolskem centru Velenje, Elektro in računalniški šoli.

Mentor: Islam Mušić, prof.

Somentorja: Uroš Remenih, inž., Simon Konečnik, univ. dipl. inž.

Datum predstavitve:

KLJUČNA INFORMACIJSKA DOKUMENTACIJA

ŠD Elektro in računalniška šola Velenje, šolsko leto 2016/2017
KG Raspberry Pi 3 / OBD vmesnik / Sistemi za glasovno komunikacijo / Jasper
AV PLANKELJ, Marko / KLAVŽ, Franc
SA MUŠIĆ, Islam / REMENIH, Uroš / KONEČNIK, Simon
KZ 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3
ZA ŠC Velenje, Elektro in računalniška šola, 2017
LI 2016/2017
IN **PAMETNI AVTOMOBIL – OBDELAVA PODATKOV Z RASPBERRYJEM**
TD Raziskovalna naloga
OP X, 41 str., 9 pregl., 2 graf., 14 sl., 1 pril., 14 vir.
IJ SL
JI sl/en

AI Pred nami so časi, ko se svet začinja modernizirati do tega nivoja, da bomo stvari upravljali z glasom. To področje je v konkretnem razvoju že od leta 1939 in danes že dosega praktično uporabnost. Morda se bomo v prihodnosti računalničarji ukvarjali prav s takšnim programiranjem. S tem področjem sodobnih tehnologij sva se skozi praktični primer hotela seznaniti tudi midva. Znanje glasovnega upravljanja z računalnikom sva povezala s praktično uporabo v avtomobilski industriji. Izhodišče je izdelava računalniškega asistenta, ki bi spodbujal voznika k varnejši, boljši in predvsem bolj ekonomični vožnji. Asistent bi preko glasovnih sporočil voznika opozarjal oz. spodbujal k bolj učinkoviti vožnji. Izdelava je obsegala uporabo vmesnika za pridobivanje podatkov avtomobila, ki z mikroračunalnikom Raspberry Pi komunicira preko protokola Bluetooth. Na mikroračunalniku sva nato združila podatke s spleta in avtomobila ter glede na parametre izdelala ustrezna glasovna sporočila s pomočjo govornega vmesnika Jasper. Izdelek sva testirala tudi v praksi. Najin cilj je bil preveriti ali je izdelek dejansko uporaben. To sva dosegla tako, da sva med vožnjo analizirala njegov govor in odzivnost.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Elektro in računalniška šola Velenje, 2016/2017

CX Raspberry Pi 3 / OBD interface / Voice interaction systems / Jasper

AU PLANKELJ, Marko / KLAVŽ, Franc

AA MUŠIĆ, Islam / REMENIH, Uroš / KONEČNIK, Simon

PP 3320 Velenje, SLO, Trg mladosti 3

PB ŠC Velenje, Elektro in računalniška šola, 2017

PY 2016/2017

TI **SMART CAR – RASPBERRY PI DATA PROCESSING**

DT RESEARCH WORK

NO X, 41 p., 9 tab., 2 graf., 14 fig., 1 ann., 14 ref.

LA SL

AL sl/en

AB There are times ahead of us, where the world is beginning to modernize to the point, where voice control is to become a standard. This technology has been in development since 1939 and is becoming more and more useful. Perhaps we will be working with this kind of programming in the future. We wanted to become more familiar with this field of modern technologies. We connected knowledge of voice control with a practical product in automobile industry. The starting point was developing a computer assistant which will encourage the driver to drive safer, better and mainly more economically. The assistant would use voice messages to alert the driver to drive efficiently. Creating the assistant consisted of using a connector to receive data from the car, which communicates with the microcomputer Raspberry Pi via Bluetooth protocol. On the microcomputer, we combined data from the internet and the car. Based on the parameters, we created appropriate voice messages with the help from the speech interface Jasper. We tested the product's functioning. Our goal was to check if it is actually appropriate for usage. This was achieved by analysing the product's response time and speech.

KAZALO VSEBINE

UPORABLJENE KRATICE.....	IX
1 UVOD.....	- 1 -
1.1 HIPOTEZE	- 1 -
2 PREGLED OBJAV	- 2 -
2.1 PAMETNA MOBILNOST.....	- 2 -
2.2 PRIPOMOČKI PRI VOŽNJI.....	- 2 -
2.3 AVTONOMNA VOZILA	- 4 -
2.4 ZAKONSKA PODLAGA ZA UPORABO AVTONOMNIH VOZIL	- 4 -
2.5 ETIČNA ODGOVORNOST PRI NESREČI Z AVTONOMNIM VOZILOM	- 5 -
2.6 INFRASTRUKTURA ZA AVTONOMNA VOZILA	- 7 -
2.7 SISTEMI ZA GLASOVNO KOMUNIKACIJO	- 7 -
2.7.1 Siri	- 8 -
2.7.2 Alexa.....	- 8 -
2.7.3 Jasper	- 9 -
2.7.4 Sonus	- 10 -
2.7.5 Snowboy	- 10 -
2.7.6 Primerjava.....	- 10 -
2.8 SINTEZA GOVORA.....	- 10 -
2.8.1 Čustven govor.....	- 11 -
2.9 RAZPOZNAVANJE GOVORA	- 13 -
2.10 PYTHON.....	- 14 -
2.11 RASPBERRY PI.....	- 14 -
2.11.1 Raspberry Pi 3, model B.....	- 15 -
2.12 OBD	- 15 -
2.12.1 Mikrokrmilnik ELM327	- 15 -
2.13 VARČNA VOŽNJA	- 16 -
3 METODE IN CILJI RAZISKOVANJA.....	- 17 -
3.1 IZDELAVA	- 17 -
3.2 PRETVORNIK NAPETOSTI	- 20 -
3.3 NAČRTOVANJE MODULOV	- 20 -

3.4	IZBRANA METODA.....	- 22 -
3.5	PRIPRAVA OKOLJA ZA TESTIRANJE	- 24 -
3.6	OBD APLIKACIJE IN NJIHOVA UPORABA	- 26 -
3.7	TESTIRANJE RAZUMLJIVOSTI GOVORA	- 27 -
3.8	TESTIRANJE UPORABNOSTI MED VOŽNJO.....	- 28 -
4	REZULTATI IN RAZPRAVA	- 29 -
4.1	INTERAKCIJA Z ASISTENTOM.....	- 29 -
4.1.1	Odzivnost.....	- 29 -
4.1.2	Razumevanje našega govora	- 30 -
4.1.3	Razumevanje asistenta.....	- 31 -
4.2	UPORABNOST MED VOŽNJO	- 32 -
4.3	POTRJEVANJE HIPOTEZ.....	- 33 -
4.3.1	Asistent bo razumel 80 % govornih ukazov.....	- 33 -
4.3.2	Govor asistenta bo v angleščini uporabniku razumljiv.	- 33 -
4.3.3	Asistent bo med vožnjo pravočasno prožil opomnik za varčnejšo vožnjo....	- 34 -
4.3.4	Uporabe asistenta ne bo motil glasni govor ali glasba v avtomobilu.	- 34 -
4.3.5	Podatkovna poraba ne bo večja od 10 MB pri 5 x uporabi asistenta.	- 34 -
4.4	MOŽNE IZBOLJŠAVE IN NADGRADNJE	- 34 -
5	ZAKLJUČEK	- 36 -
6	POVZETEK	- 37 -
6.1	OSNOVNI NAMEN RAZISKOVANJA	- 37 -
6.2	UPORABLJENE METODE.....	- 37 -
6.3	REZULTATI	- 37 -
7	ZAHVALA.....	- 38 -
8	VIRI IN LITERATURA.....	- 39 -
9	PRILOGE	- 40 -
9.1	POROČILA VOŽENJ	- 40 -

KAZALO SLIK

Slika 1: Primer opozarjanja parkirnega senzorja	- 3 -
Slika 2: Googlovo pametno vozilo	- 4 -
Slika 3: Ilustracija problema vozička	- 7 -
Slika 4: Amazon echo.....	- 9 -
Slika 5: Primer izdelanega projekta z govornim vmesnikom Jasper.....	- 9 -
Slika 6: OBD vmesnik ELM327	- 16 -
Slika 7: Fizična oblika asistenta z zvočnikom.....	- 17 -
Slika 8: Skica pretvorbe ukaza v besedilo	- 18 -
Slika 9: Skica tvorjenja govora statičnega modula.....	- 19 -
Slika 10: Regulator napetosti LM2596.....	- 20 -
Slika 11: Primer izpisa vremena (skrajšan)	- 21 -
Slika 12: Testno okolje v avtomobilu.....	- 25 -
Slika 13: Priključen OBD vmesnik	- 25 -
Slika 14: OBD aplikacija med prikazovanjem podatkov	- 27 -

KAZALO TABEL

Tabela 1: Primerjava mikroračunalnikov Raspberry Pi	- 15 -
Tabela 2: Osnutek za poročilo vožnje	- 23 -
Tabela 3: Osnutek tabele za testiranje statičnih modulov	- 23 -
Tabela 4: Ocene modulov	- 31 -
Tabela 5: Poročilo 2. vožnje	- 32 -
Tabela 6: Poročilo 1. vožnje	- 40 -
Tabela 7: Poročilo 2. vožnje	- 40 -
Tabela 8: Poročilo 3. vožnje	- 41 -
Tabela 9: Poročilo 4. vožnje	- 41 -

KAZALO GRAFOV

Graf 1: Odzivnost asistenta.....	- 29 -
Graf 2: Razumevanje posameznih modulov.....	- 30 -

UPORABLJENE KRATICE

A - Amper

API – ang. Application Programming Interface

ARSO - Agencija Republike Slovenije za okolje

ASR - angl. Automatic Speech Recognition

BES – angl. Berlin Emotional Speech Database

DTC – angl. Dynamic Traction Control

GB - Giga bajt

GHz - Giga herz

GND - angl. Ground

inž. - Inženir

ipd. - in podobno

JSON - angl. JavaScript Object Notation

kHz - kiloHerz

Km – kilometri

LDC – angl. Linguistic Data Consortium

Mhz - Mega herz

mm – milimetri

Mp3 – angl. Moving Picture Experts Group Layer-3 Audio

OBD - angl. On-Board Diagnostics

obr/min - Obratov na minuto

OS - Operacijski sistem

prof. - Profesor

RPI - Raspberry Pi

RS – Republika Slovenija

SD - Secure Digital

SFRJ – Socialistična federativna republika Jugoslavija

SLDS - angl. Spoken Language Dialog System

SLO – Slovenija

STT - angl. Speech-to-text

ŠC – šolski center

št. – številka

TTS - angl. Text-to-speech

USB - Universal Serial Bus

V - volt

WiFi - angl. Wireless Fidelity

ZDA - Združene države Amerike

1 UVOD

Smo mladi raziskovalci, dijaki programa tehnik računalništva. Področje, za katerega se izobražujemo, nas usmerja v razvoj naprednih programskih rešitev, ki ljudem olajšajo vsakodnevna življenjska opravila. Tudi v avtomobilizmu opažamo, da si znanstveniki prizadevajo za čim večjo funkcionalnost avtomobila in da bi napredne tehnologije lahko opravljale določena opravila namesto voznika.

Izhajali smo iz problema, da neke trdne rešitve, kako voznika spodbuditi in osveščati k bolj varčni vožnji med samo vožnjo, ni. Voznika ne moremo opozoriti, da je njegov avtomobil predolgo v mirujočem stanju in naj ga ugasne, ali pa, da so njegovi obrati visoki in bi bila primerna višja prestava. Določene stvari sicer lahko vidimo na potovalnih računalnikih na armaturni plošči, ampak jim med vožnjo ne posvečamo preveč pozornosti. Ker imamo oči usmerjene na cesto, pa lahko sporočila še vedno sprejemamo na drugačen način: preko sluha. Tako smo prišli na idejo o pripomočku, ki omogoča glasovno upravljanje in voznika obvešča o stanju vozila. Uporabili smo mikroračunalnik Raspberry Pi, govorni vmesnik Jasper in OBD vmesnik. Tako bi tak sistem (če bi bil vgrajen v avto) sam spremljal določene parametre in nas obveščal o njih, kar pa privede do našega naslova Pametni avto. Med vožnjo z avtomobilom smo želeli, da nas spodbuja k bolj varčnemu ravnanju, kadar zazna, da so določeni parametri (npr. obrati motorja) v dosegu takšnih vrednosti, da bi lahko nekaj v vožnji spremenili. Za glasovno upravljanje smo dobili še nekaj različic naše ideje in iz tega sta tako nastali dve raziskovalni nalogi.

1.1 HIPOTEZE

V tej fazi raziskovanja smo si zastavili 5 hipotez, s katerimi smo hoteli preveriti zmožnosti in uporabnost našega izdelka.

1. Asistent bo razumel 80 % govornih ukazov.
2. Govor asistenta bo v angleščini vozniku razumljiv.
3. Asistent bo med vožnjo pravočasno prožil opomnik za varčnejšo vožnjo.
4. Uporabe asistenta ne bo motil glasni govor ali glasba v avtomobilu.
5. Podatkovna poraba ne bo večja od 10 MB pri 5 x uporabi asistenta.

2 PREGLED OBJAV

Pred začetkom raziskovanja smo preučili, kakšne tehnologije dandanes ponujajo pametni avtomobili in nekaj jih navajamo v nadaljevanju.

2.1 PAMETNA MOBILNOST

Gibanje in premagovanje prostora in časa je ena najpomembnejših človekovih potreb. Imenujemo jo tudi mobilnost. S časom smo poleg hoje iznašli tudi najrazličnejša prevozna sredstva, ki nam pomagajo pri tem. Mobilnost dandanes postaja pametna. Definicija le-te je, da izpodriva in spreminja tradicionalne načine prevoza. Takšni pripomočki so nam na voljo že danes v oblikah, ki bodo predstavljene v sledečem poglavju. Smo tik pred obdobjem, ko nas bodo vozili samovozeči avtomobili oz. strokovneje avtonomni avtomobili. Veliko proizvajalcev že namenja precej denarja temu razvoju. Vodja projekta pametne mobilnosti pri podjetju Fiat Mike Nakrani trdi, da bo samodejna vožnja v bližnji prihodnosti postala resničnost. Poskusi s takšnimi avtomobili že potekajo. Pametna mobilnost se ne osredotoča le na avtonomna vozila, ampak tudi na izboljšanje javnih transportnih sredstev. V Londonu opažajo, da se ljudje še vedno raje prevažajo s svojim avtom, ker jim je takšna vožnja prijetnejša. Več kot je avtomobilov na cestah, več je tudi možnosti za nesreče in prav zato je pametnejša mobilnost ključnega pomena. (Povzeto po Prebil, 2017)

2.2 PRIPOMOČKI PRI VOŽNJI

V današnjih avtomobilih srečamo veliko pripomočkov, ki do neke mere omogočajo avtonomnost avtomobila, saj določene stvari opravljajo namesto voznika. Višji kot je cenovni razred avtomobila, več pripomočkov imamo. Tako so dandanes zelo priročni npr. sistemi za pomoč pri parkiranju. Zaradi različnih dolžin, višin in drugih lastnosti avtomobila marsikdaj ne vidimo, kako blizu ovir smo, ko parkiramo naše vozilo. Pri tem so nam v pomoč razni senzorji (Slika 1), ki nam vizualno in tudi slušno sporočijo, kdaj smo se oviri nevarno približali.



Slika 1: Primer opozarjanja parkirnega senzorja (Vir: lasten)

Modernejši avtomobili so lahko zadaj opremljeni s kamero, ki se ob načinu parkiranja vklopi. Na sprednjem delu zaslona vidimo posnetek in vemo tudi, kakšne ovire imamo na naši poti. Vrhunec pri parkiranju smo dosegli s sistemi, ki se že uporabljajo in nam omogočajo, da avto sam bočno parkira v parkirni prostor. Pri varnejši in udobnejši vožnji nam pomagajo tudi sistemi za preprečevanje blokiranja koles med zaviranjem, sistemi za preprečevanje zdrsa med pospeševanjem in nenazadnje tudi dinamično vzmetenje ter klimatska naprava. (Povzeto po Klemenc, 2016)

Sistemi, ki prav tako prevzamejo nekatere funkcije voznika:

- Aktivni tempomat

Takšen tempomat poleg stalnega ohranjanja hitrosti tudi sam prilagaja le-to glede na avto, ki je pred njim in s tem ohranja zadostno varnostno razdaljo.

- Protiblokirni zavorni sistem

Ko takšen sistem prek senzorjev na kolesih zazna močno zaviranje, za trenutek sprosti zavoro, da s tem prepreči drsenje koles in tako zmanjša zavorno pot.

- Pomoč pri ohranjanju prometnega pasu

S senzorji sistem zaznava bele črte. Če se avtomobil preveč približa črti, ne da bi imel nakazan smerokaz, voznika opozori na spremembo z zvočnim opozorilom.

- Sistem za zaznavanje pešcev

Poleg tega, da spremlja promet pred seboj, tudi sam predvideva, če bo pešec stopil na cesto in ob nepozornosti voznika tudi samodejno začne zavirati.

- Sistem za prepoznavanje prometnih znakov

Ob zaznavanju znakov omogoča doslednejše upoštevanje prometnih pravil, hitrostnih omejitev ipd. Določeni sistemi zaznavajo tudi dinamično signalizacijo. (Povzeto po Šinko, 2016)

2.3 AVTONOMNA VOZILA

Ideja avtonomnega vozila je, da za vožnjo ne bo potreboval našega upravljanja. Njegova tehnologija mora biti sprogramirana tako, da se sama odloča, predvideva in krmili z vsemi napravami. Seveda pa niso vsi avtomobili enaki in je potrebno določiti mejo, kdaj je avtomobil avtonomen. Za lažjo določanje so vozila razdelili v 5 kategorij. Stopnja vozila od 0 do 2 so vozila, ki še ne omogočajo avtonomne vožnje. So navadni klasični avtomobili, ki pa lahko vsebujejo nekaj že prej omenjenih pripomočkov. V stopnji 3 in 4 je že omogočena avtonomna vožnja. Avtomobili 3. stopnje spremljajo promet pred seboj. Ko napoči situacija, kjer ne bi znali odreagirati, nadzor nemudoma predajo vozniku. Medtem nam vozila 4. stopnje omogočajo popolno avtonomno vožnjo. Na začetku vnesemo zeleno lokacijo in nam ni treba spremljati ali nadzorovati vozila. (Povzeto po Šinko, 2016)



Slika 2: Googlovo pametno vozilo (Vir: <https://www.avtomobilizem.com/app/uploads/2015/11/google-car-727x480.png>)

2.4 ZAKONSKA PODLAGA ZA UPORABO AVTONOMNIH VOZIL

Uporaba avtonomnih vozil je v mnogih državah še vedno zakonsko prepovedana. Razlog za to je uporaba zakonodaje iz leta 1968, ki se kasneje ni posodabljala. Na konvenciji v Dunaju so

se tistega leta zbrali strokovnjaki na področju prometa, da bi olajšali in pospešili razvoj mednarodnega prometa. Oblikovali so standardne predpise in pravila, ki veljajo na cesti. Ti zakoni so v uporabi v večini držav še danes. Zakoni konvencije so bili pri nas uporabljeni prvič v Uradnem listu SFRJ, pozneje pa prevzeti tudi za Slovenijo.

1. odstavek 8. člena tega zakona pravi, da »vsako vozilo v premiku in vsaka skupina vozil v premiku mora imeti svojega voznika.« 5. odstavek istega člena pravi, da »mora vsak voznik imeti ves čas svoje vozilo v oblasti.« (Akt o nasledstvu sporazumov nekdanje Jugoslavije z Madžarsko, ki naj ostanejo v veljavi med Republiko Slovenijo in Republiko Madžarsko, 1995) Problem nastane, ker so avtonomni avtomobili namenjeni prav zato, da to opravilo (oblast nad vozilom) vozniku odvzamejo. Spremembe na tem področju so se v Evropski Uniji začele dogajati aprila 2016, ko so ministri evropskih držav s predstavniki avtomobilske industrije podpisali deklaracijo, ki bo urejala zakone v zvezi z avtonomnimi avtomobili. Tako v Sloveniji ne moremo uveljavljati nikakršnih zakonov, dokler je v evropskem zakoniku zapisano, da mora avto nadzorovati voznik.

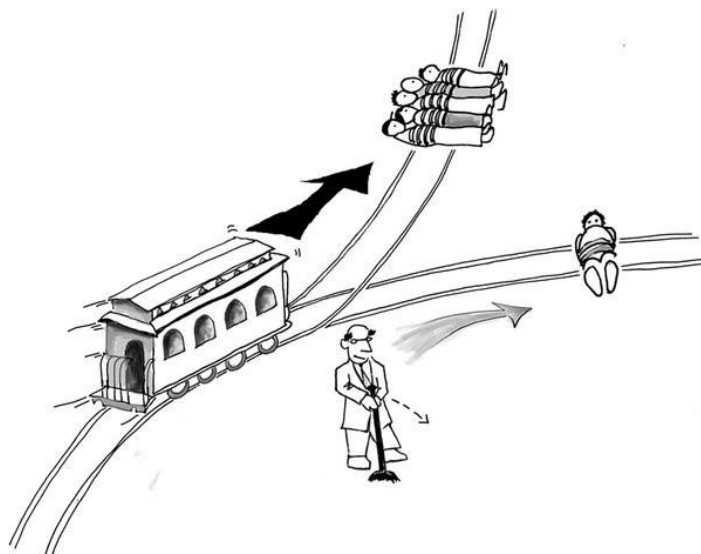
V zadnjih letih se zakoni prilagajajo. Postajajo podobni zakonikom držav, ki so lahko primer dobre prakse in v njih že uspešno v promet vključujejo avtonomna vozila. Najprej so ti zakoni ločili voznika in upravljalca vozila. Na eni strani je voznik, ki fizično upravlja z vozilom, na drugi strani pa upravljalec, ki vozilo vodi na daljavo. Zakoniki se razlikujejo glede na to ali so tam avtonomna vozila uporabljena le za testno vožnjo ali že za vožnjo za redno uporabo. Tako so razdeljeni tudi zakoni. Najprej se nanašajo na proizvajalca teh vozil in mu določijo vse pravice in odgovornosti. Redno mora oddajati poročila o varnosti in delovanju vozila. Če je to vozilo krivec v prometni nesreči, pa kljub vsej oddani dokumentaciji za škodo odgovarja upravljalec vozila. Ko vozilo uporablja neodvisni zunanji preizkuševalec, tu ne govorimo več o fazi preizkušanja, ampak o fazi uvajanja avtonomnih vozil v promet. Tu pa je potrebno narediti tudi poseben izpit, ki je prilagojen takšni vožnji. (Povzeto po Šinko, 2016)

2.5 ETIČNA ODGOVORNOST PRI NESREČI Z AVTONOMNIM VOZILOM

V prometu se zaradi človeškega dejavnika zgodi, da tudi avtonomno vozilo lahko povzroči nesrečo. Pojavlja se mnogo vprašanj in prvo izmed teh je, kdo bo prevzel odgovornost: proizvajalec ali voznik? Te odločitve se razlikujejo od proizvajalca do proizvajalca. Strokovna

mnenja se tukaj še precej razlikujejo. Vsak svojo odločitev podpira z drugačnim argumentom. Tako sta denimo podjetji Volvo in Mercedes Benz javnosti že podala sporočilo, da v primeru nesreče z njunim avtonomnim avtomobilom vso odgovornost prevzemata sama. Voznik za povzročeno škodo ne odgovarja. Google pa je isto odločitev ponesel še za nivo višje. V svojem avtomobilu sploh ni definiral voznika. Trdi, da bodo v avtomobilu samo potniki. Ne morejo vplivati na potek vožnje avtomobila in zato tudi nobeden od njih ne more odreagirati v primeru nesreče. Na drugi strani nekateri filozofi trdijo, da je odgovornost izključno pri vozniku, ker se je sam odločil za vožnjo tega avtomobila in se mora zavedati posledic, do katerih lahko pride. Vsaka trditev je resnična in do skupnega jezika med vsemi pogledi na te dogodke nam manjka še nekaj časa. (Povzeto po Šinko, 2016)

Pri programiranju obnašanja avtomobila v primeru, ko se ne more izogniti nesreči pa naletimo na moralno oviro, ki je ne morejo razrešiti niti filozofi, ker vsak trdi svoje. V teoriji ga je zastavila Philipa Foot in ga poznamo tudi kot problem vozička (Slika 3). Postavila je scenarij, kjer se voziček ne more ustaviti in se pelje po tirnicah, na katerih leži 5 oseb. Ob poti pa je stikalo in oseba, ki z aktivacijo lahko preusmeri voziček na drugi tir, na katerem pa leži 1 oseba. Scenarij lahko preoblikujemo na način, da avtonomno vozilo pelje proti 5 pešcem in se jim lahko izogne le na način, da zapelje iz ceste v prepad. Smrt enega voznika ali smrt 5 pešcev? Imamo primer etike liberalizma, katere načelo je odločati se tako, da dosežemo največje dobro za največje število ljudi. Tukaj bi se vozilo zapeljalo v prepad in ohranilo večje število življenj. Po prepričanju drugih filozofov (na čelu te filozofije je Robert Nozik) pa se posameznika ne sme žrtvovati zato, da zagotovimo dobro več drugim ljudem. Tukaj avtomobil ne bi smel spreminjati smeri in ogrožati življenja posameznika, katerega vozi. S takšnimi vprašanji se morajo sedaj ukvarjati tudi proizvajalci avtonomnih vozil. Google je na to temo že podal odgovor, da se bodo njihovi avtomobili najprej zavzemali, da ohranijo življenja najbolj ranljivih udeležencev v prometu. To so pešci in kolesarji. (Povzeto po Fournier, 2016)



Slika 3: Ilustracija problema vozička (Vir: <https://medium.com/@tanavj/self-driving-cars-and-the-trolley-problem-5363b86cb82d>)

2.6 INFRASTRUKTURA ZA AVTONOMNA VOZILA

Pod besedno zvezo infrastrukture za avtonomna vozila razumemo predvsem ceste, opremljene s senzorji in drugimi napravami, ki so zmožne komunicirati s temi avtomobili. Države že vlagajo denar v razvoj inteligentne infrastrukture (Evropska Unija je v to smer vložila v zadnjih nekaj letih okoli 200 milijonov €), ampak je večina načrtov še v začetni fazi. Glavni razlog je predvsem to, da nam inteligentna infrastruktura praktično ne koristi nič, dokler je ne uporabljajo inteligentna vozila. Vsi senzorji, nameščeni na takšnih cestah so povezani v eno omrežje. Namen tovrstnih infrastruktur je, da avtomobil opozorijo o nevarnostih na cesti, še preden so v vidnem polju vozila. Dodatne naprave, kot so kamere in radarji, avtomobilom celo omogočajo, da vnaprej predvidijo nesrečo. Posledično se ji tudi izogibajo, če do nje pride. (Povzeto po Šinko, 2016)

2.7 SISTEMI ZA GLASOVNO KOMUNIKACIJO

Celotne sisteme, ki vršijo opravilo komunikacije, imenujemo SLDS sistemi. To pomeni sistem za dialog ali govorni vmesnik. Ta uporabniku omogoča upravljanje sistema z govorom. Lahko dostopa do aplikacij, zbirk podatkov in vrši razna opravila. Razdeljen je na več podsistemov:

- podsistem za avtomatsko razpoznavanje govora (ASR),
- podsistem za razumevanje sporočil,
- podsistem za upravljanje dialoga,

- podsistem, namenjen sporočilom, ki ustvarjajo sporočila glede na dobljene podatke,
- podsistem za tvorjenje govora iz besedila. (Povzeto po Justin, 2016)

2.7.1 Siri

Siri je osebni asistent, ki omogoča opravljanje opravil samo s spraševanjem. Uporablja se na mobilnih napravah iPhone, iPad, iPod in urah, vse naprave pa so znamke Apple. Prvič je bila predstavljena na iPhonu 4S. Siri ima dostop do vseh ostalih vgrajenih aplikacij na Applovih napravah (mail, stiki, sporočila ...) in bo skozi te aplikacije iskala informacije, ko bo to potrebno. Zaženemo jo lahko povsem prostoročno, izreči moramo le: »Hey Siri.« ali pa dvakrat stisnemo gumb domov. Trenutno podpira preko 20 jezikov. Siri lahko tudi spremenimo spol iz ženskega na moškega in obratno. (Povzeto po <https://support.apple.com/sl-si/HT204389>, 4.1.2017)

2.7.2 Alexa

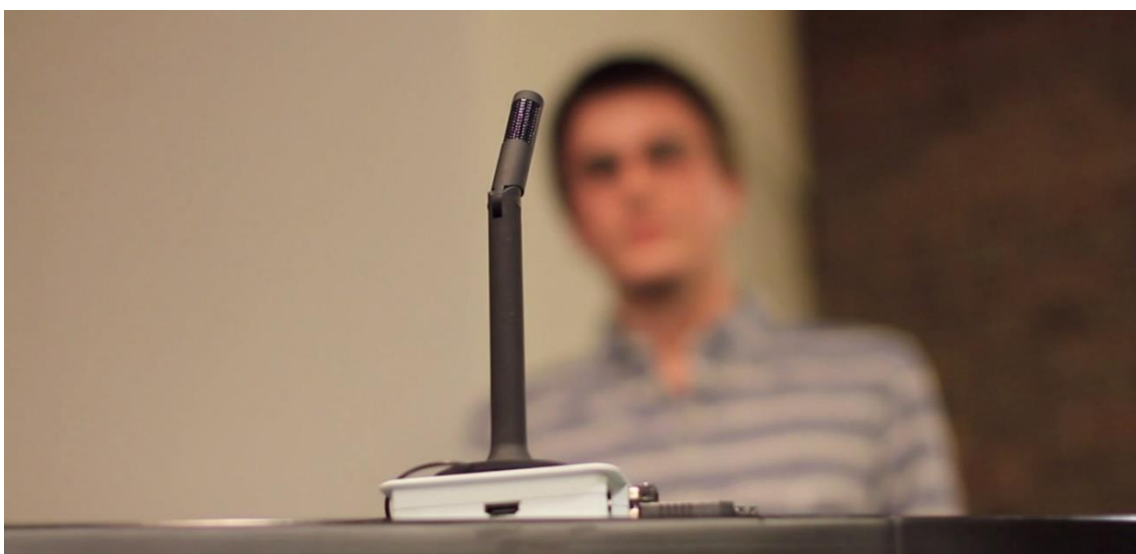
Alexa je Amazonov virtualni asistent, ki ga upravljamo z glasom. Prvič je bil javnosti predstavljena leta 2014. V osnovi je namenjena za pametne hiše, saj nam omogoča upravljanje povezanih naprav brez uporabe aplikacij na telefonih. Prav tako nam omogoča reševanje preprostih matematičnih enačb, iskanje po internetu, dodajanje zapiskov v beležke ... Alexa je najpogosteje uporabljena v Amazonovem izdelku Echo (Slika 4) – pametni zvočnik, z vgrajenim mikrofonom, ki nam omogoča komuniciranje z Alexo. (Povzeto po <http://www.tomsguide.com/us/amazon-alexa-faq.review-4016.html>, 4.1.2017)



Slika 4: Amazon echo (Vir: <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/41-v1fozy0L.jpg>)

2.7.3 Jasper

Jasper je odprtokodna platforma za razvoj aplikacij, ki omogočajo glasovno upravljanje – torej SLDS sistem. Glavni namen sistema je, da v celoto poveže in združi programerjeve programe in vse ozadje, potrebno za glasovno sporazumevanje z napravo. V ozadju tečejo STT in TTS vmesniki, ki pretvarjajo besedilo v govor in obratno. Namenjen je za Raspberry Pi in deluje z mikrofonom in zvočniki. (Povzeto po Marsh, Saha)



Slika 5: Primer izdelanega projekta z govornim vmesnikom Jasper, Vir: <http://jasperproject.github.io/>

2.7.4 Sonus

Sonus je prav tako knjižica za razumevanje govora, katero lahko uporabljamo za hitro in enostavno dodajanje razumevanja govora h katerikoli strojni ali programski opremi. Tako kot Alexa in Siri, se tudi Sonus proži na sprožilno besedo, ki jo lahko tudi poljubno spreminjamo. Podprt je na platformah Mac OS X in Linux, kjer je tudi najpogosteje zastopan. (Povzeto po: <https://github.com/evancohen/sonus>, 5.1.2017)

2.7.5 Snowboy

Še eden v vrsti sistemov za glasovno upravljanje je Snowboy. Ta se prav tako proži na določeno besedo, ki pa jo lahko poljubno spreminjamo. Tako kot Sonus deluje na operacijskih sistemih Linux ter Mac OS X. Snowboy je ves čas v pripravljenosti in ko zasliši sprožilno besedo, začne delovati. (Povzeto po <http://docs.kitt.ai/snowboy/>, 5.1.2017)

2.7.6 Primerjava

Med raziskovanjem smo poleg Jasperja našli tudi na druge (zgoraj opisane) sisteme za glasovno komunikacijo, ki delujejo na mikroročunalniku Raspberry Pi. Princip delovanja vseh je podoben. Odločitev o izbiri Jasperja pa je odtehtal njegov dinamični modul. To pomeni, da se lahko Jasper ob nekaterih dogodkih proži sam, Snowboy in Sonus pa se prožita samo na točno določeno besedo. Ima tudi vse zbrano v eni mapi, medtem ko deluje Sonus kot knjižnica, ki jo vključimo v program. Morda je Sonusov princip dela boljši v večjih programih, ko glasovno upravljanje ni v ospredju, naš izbrani pripomoček pri vožnji pa je osredotočen izključno na glasovno upravljanje in nam zadošča, da imamo module zbrane v eni mapi in od tam dobivamo podatke, ki jih potrebujemo.

2.8 SINTEZA GOVORA

Pod pojmom sinteza govora razumemo postopek, ki pretvori besedilo v takšno obliko, ki poskuša posnemati človeški govor. Največkrat je rezultat te pretvorbe zvočna mp3 datoteka. Ideja o računalniškem razpoznavanju govora in o sistemih, ki se bodo zmožni pogovarjati z nami, se je začela že v času, ko se računalniki niso več uporabljali le v vojaške namene. Prvi bolj znani sintetizator zvoka je znan kot Voder iz leta 1939. Zmožen je bil iz besedila ustvariti človeški govor. Pravi pospešek v raziskave te smeri se je začel šele zdaj – 30 let pozneje.

Strokovnjaki menijo, da bodo v prihodnosti z nami suvereno spregovorili tudi zamrzovalniki, avtomati za kavo, alarmi in podobne naprave. Dandanes govor razpoznavajo televizije, avtomobili in pa vsekakor naši telefoni. Večji sistemi za sintezo govora se učijo že sami. Strokovnjak na področju te tehnike Simon Dobrišek razlaga, da se učijo preko statistike. Potrebujemo prepis govora, torej besedilo in posnetek. Nato s tem določijo, kakšni toni in frekvence se pojavljajo pri določenih besedah in več kot imamo teh podatkov, bolj natančni so izračuni, katera beseda je samostalnik ali kateri člen v povedi je že znan podatek in po čem sprašujemo. Angleščina je pri sintezi govora v prednosti. Za ta jezik je veliko finančnega interesa, raziskovalcev in materiala za raziskovanje. Na drugi strani pa je obdelava slovenščine precej trd oreh zaradi zahtevnosti samega jezika. Program mora usvojiti jezikovno modeliranje jezika, ki mu ga lahko programiramo. Da pa ima korekten govor, pa je potrebno akustično modeliranje, kar je velik izziv za programerje. Vsaka beseda ima svoj vzorec, ki ga mora računalnik razpoznati. Pri izgovorjavi lahko uporabljamo pozitivni govor, ki je bolj hiter in z intonacijo dobimo občutek, kot da vsebuje pozitivna čustva. Beseda pa ima lahko tudi negativni vzorec z intonacijo, ki vzbuja občutek žalosti. Že v teh primerih ima beseda dva vzorca. Potem je še dodajanje intonacije. Te se mora računalnik s poslušanjem naučiti, kako zveneti ob vprašalnih stavkih ali kako spustiti intonacijo ob piki. France Mihelič pravi, da je to podoben proces, kot pri otroku, ki se mora naučiti govora. (Povzeto po Mihelič, Dobrišek, Justin, 2012) »V slovenščini je problem, da imamo veliko pregibnih oblik, sklanjatev, spregatev, imamo pa celo dvojino. S stališča obdelave to pomeni, da moramo računalniku predložiti veliko več materiala za izdelavo statistike. Zaradi oblike našega jezika je zelo prost vrstni red povedi, kar delo še oteži. V Sloveniji pa je ljudi, ki se s tem ukvarjamo še relativno malo. Dober primer uporabe v praksi bi lahko bile telefonske centrale. Namesto tajnic, ki nas preusmerjajo na klice, bi to lahko opravljali tovrstni sistemi, ker bi jim z govornim ukazom ukazali, če npr. želimo govoriti s tajništvom ali računovodstvom. Takšne dobre prakse v tujini ponekod že poznajo.« (Mihelič, 2012)

2.8.1 Čustven govor

V naši komunikaciji pa imamo tudi nebesedne spremljevalce in to je med drugim tudi razkrivanje naših čustev med govorom. Ljudje imamo prirojeno zmožnost, da ta čustva prepoznamo samo s poslušanjem. Tovrstnega izražanja se lahko naučijo tudi sistemi za govor.

Izdelati pa si morajo še eno zbirko, in to je čustvena zbirka. Tam morajo biti zbrani parametri za tvorjenje besede v določenem čustvenem stanju. Pomembna je velikost zbirke. Za izdelavo te potrebujemo čim več jasno razločnih govorov in natančne zapise tega govora. Le tako lahko zagotovimo natančnost zbirke. Pri snemanju so tako pomembna tudi narečja, ki jih govorijo govorci. Pridobivanje posnetkov in zapisov je lahko narejeno v snemalnem studiu z dobro opremo. Besedila berejo poklicni govorci, ki so zmožni natančno posnemati čustvena stanja. Drugi način zbiranja podatkov je preučevanje že izdelanih posnetkov, ampak hitro ugotovimo, da je takšen način časovno potraten, čeprav izgleda cenejši. Ko snemamo novo zbirko na prvi način, so emocionalna stanja že vnaprej pripravljena. Bralci jih morajo čim boljše zaigrati. Medtem moramo pri načinu, ko sami razčlenjujemo neko besedilo, sami deklarirati, katero emocijo označuje vsaka beseda. Te zbirke so potrebne zato, ker še ne poznamo kakšne druge –splošno uveljavljene metodologije, ki bi opisovala čustvena stanja. (Povzeto po Justin, 2016)

V doktorski dizertaciji Justina sta predstavljeni dve največji zbirki čustvenega govora: »Angleška zbirka čustvenega govora z imenom LDC Emotional Prosody Speech and Transcripts, vsebuje 2418 posnetkov s povprečnim časom treh sekund, ki jih je posnelo sedem igralcev. Skupno gradivo obsega 12 ur označenega čustvenega govora. Uporabljene oznake v zbirki so razdeljene na tri uporabe razvrščanja. Prva obsega nabor štirih razredov (veselje, jezo, žalost in nevtralnno razpoloženje), druga šest razredov (razširitev prve s čustvenim izrazom panike in zanimanja), zadnja pa petnajst razredov (razširitev druge z izrazi tesnobe, dolgčasa, hladne jeze, prezira, obupa, gnusa, vznesenosti, ponosa in sramu). Pogosto analizirana zbirka nemškega jezika se imenuje Berlin Emotional Speech database (BES). V njej je zbranih 535 posnetkov, ki jih deset igralcev interpretira v šestih različnih čustvenih stanjih (jeza, dolgčas, gnus, tesnoba/strah, veselje in žalost).« (Justin, 2016)

Pri sestavljanju takšnega govora so pomembni parametri značilke. Akustične značilke nosijo podatke, ki so drugačni pri vsakem čustvenem govoru. Delimo jih na tri skupine:

- **Prozodične značilke** igrajo glavno vlogo pri razpoznavanju čustev. Nastanejo na podlagi analiziranja segmentov daljših od fonemov. To so zlogi, besede ali tudi celotni stavki. Vsebujejo podatke, kot so osnovna frekvenca, glasnost, hitrost, trajanje, ritem in premori. Te lahko nato koreliramo z vsakim čustvom. Za primer lahko vzamemo, da tišje govorimo, kadar nas je strah.

- **Spektralne značilke** vsebujejo podatke o formantnih frekvencah. To so vrhovi, če gledamo amplitudni spekter nekega posnetka. So večkratniki osnove frekvence. Do nastanka teh pride, ko se pri izgovorjavi določeni glasovi ojačajo. To se največkrat zgodi pri izgovorjavi samoglasnikov. Naš govorni kanal te ojača.
- **Značilke, ki opisujejo lastnosti glasu** vsebujejo podatke, če je govor zadihan, šepetajoč ali hripav.

S pomočjo vseh teh parametrov nato lahko, s pomočjo posebnih postopkov, uspešno klasificiramo govor in optimiziramo sisteme za izgovorjavo. Ko pa se lotimo razvrščanja, pridemo do zaključka, da je to precej interdisciplinarno področje. Poleg strokovnjakov iz računalništva moramo vključiti tudi psihologe in biologe, ki nam sploh lahko povejo, kaj je značilno za govor pri določenem čustvu. (Povzeto po Justin, 2016)

2.9 RAZPOZNAVANJE GOVORA

Razumevanje govora je v prejšnjem stoletju veljalo za tehnologijo, ki nam bo na voljo šele čez nekaj desetletij. Danes že imamo pripomočke, ki prepoznajo naš govor in ukaze. Na telefonih to danes opravljajo aplikacije kot so Siri, Google assistant ali Cortana Windows. Zaradi povečanja hitrosti interneta se je pretvorba govora v besedilo preselila iz naših naprav na oddaljene strežnike, kar omogoča zmogljivejše delovanje. Zvočni posnetek se pošlje na strežnik, se tam pretvori v besedilo in vrne nazaj na telefon. Kljub temu pa je v tej raziskovalni veji še vedno mnogo izzivov. Odgovor, zakaj je Siri tako izpopolnjena aplikacija, se nahaja v številu uporabnikov. Razpoznavanje govora je prav tako samoučeči se modul in več kot ima primerov, na katerih se uči, bolj je izpopolnjen. Tehnologija pa je že dolgo časa ista. Ustvarjajo se gromozanske zbirke podatkov, ki pomagajo algoritmom pri optimiziranem razpoznavanju. Preden zvok pretvorimo v besedilo, imamo na voljo tudi algoritme, ki pomagajo prepoznati govorca. Algoritem s pomočjo predhodnih posnetkov identificira ali mu govori pravi uporabnik. Pri tem postopku je potrebno predhodno sistem naučiti, kako zveni naš glas. Pri nekaterih programih do ključne besede natančno, torej, da naprava naš glas prepozna le, če tudi izrečemo pravo besedo (kot neke vrste geslo). Priporočljivo je tudi, da med postopkom učenja uporabljamo isti mikrofonski sistem, kot pozneje za uporabo, saj se lahko lastnosti le-teh razlikujejo in pripeljejo do sprememb. Namen takšnega učenja je, da je verjetnost napačne verifikacije čim

manjša. S temi algoritmi poznamo tudi diarizacijo govora. To pa je postopek, ki med pogovorom loči, kaj je izrekla katera oseba in s pomočjo tega oblikuje ločene razrede. (Povzeto po Žejn, 2013)

2.10 PYTHON

Python je skriptni jezik, ki je primeren tako za začetnike kot za poznavalce programiranja. Sintaksa ni preveč zapletena in hitro lahko ustvarimo enostavne programe. Ob nadgrajevanju tega znanja pa Python podpira tudi čisto objektno usmerjeno programiranje. Za Python je tudi veliko knjižnic, ki so odprtokodne. Preprosto jih prenesemo iz spletne strani <https://www.python.org/> in namestimo. Njegova preprostost vseeno omogoča veliko učinkovitosti za manjše programe. Veliki programski jeziki, kot so C# ali Java, potrebujejo kar nekaj prostora, virov in pomnilnika za izvajanje. Nameščanje in razvoj v teh jezikih zavzame relativno dolgo časa, če želimo sprogramirati manjši nezahteven program. Prav tako je Python uporaben v veliko okoljih, kot so Windows, Linux, OS in tudi Unix. Zaradi njegove enostavne zgradbe nam omogoča veliko prilagodljivost slovarjev in polj. Program enostavno razdelimo na manjše module, kar omogoča večjo preglednost. (Povzeto po Krebelj, 2016)

2.11 RASPBERRY PI

Raspberry Pi je zelo majhen, lahek in poceni računalnik, ki svojih sestavnih komponent ne skriva, ampak so na odprtem in jih lahko z lahkoto vidimo. Njegov prvotni namen je bil vzpodbuditi zanimanje za programiranje brez potrebe po »velikem« in »dragem« osebem računalniku. Čeprav je narejen v izobraževalne namene, pa so ga poglobili tudi ljubitelji elektronike in izkušeni programerji. Uporabimo ga lahko v različnih projektih predvsem zaradi njegove zmogljivosti, npr. kot domači kino. Uporabnike je pridobila tudi njegova cenovna dostopnost, saj stane okoli 30 €. Na spletu pa lahko najdemo tudi mnogo projektov, izvirne kode, navodil za uporabo. Za njegovo uporabo moramo na SD kartico namestiti tudi operacijski sistem (najpogosteje uporabljena sta *Raspbian*, ki temelji na Linux distribuciji in *Debian*, ki je optimiziran za RPI strojno opremo). Prav tako RPI nima tipke za vklop ali izklop, zato se samodejno požene in prebere vsebino SD kartice, takoj ko priključimo napajanje. (Povzeto po Černelič, 2014)

2.11.1 Raspberry Pi 3, model B

Raspberry Pi 3, model B je izšla na »rojstni dan« naprave, 29. februarja 2016. Od svojih predhodnikov se razlikuje že po zunanji podobi embalaže, razporeditvi določenih elementov na vezju ter najbolj pomembno, po svoji zmogljivosti. Največjo posodobitev lahko opazimo na jedrnem čipu, dodanih modulih in hitrejši procesorski enoti, izboljšave pa so vidne tudi na drugih delih RPI, ki so prikazane v spodnji tabeli. (Povzeto po <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>, 19.11.2016)

Tabela 1: Primerjava mikroročunalnikov Raspberry Pi (Vir: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>)

	Raspberry Pi 3, model B	Raspberry Pi 2
Jedrni čip	Broadcom BCM2387	Broadcom BCM2836
CPU	Cortex-A53 64-bit, 1.2 GHz	Cortex-A7, 900 MHz
RAM	1 GB	1 GB
Wi-fi modul (da/ne)	Da	Ne
Bluetooth modul (da/ne)	Da	Ne

2.12 OBD

Sistem za komunikacijo z elektroniko v avtomobilu ali skrajšano OBD, se je pojavil kot pomoč pri lažjem diagnosticiranju napak na motorjih osebnih avtomobilov. Najprej se je z njegovo pomočjo prikazovalo le nekaj signalnih luči za opozarjanje napak na motorju, sčasoma pa se je standard razvijal in podpiral vedno več funkcij. Od leta 2004 je v Evropi uporaba OBD priključka obvezna za vsa vozila, npr. v ZDA je bil ta standard obvezen že leta 1996. V zadnjem času se je, predvsem zaradi visoke cene naprav z lastnim zaslonom in napajanjem, pojavilo vedno več alternativ, ki posredujejo podatke iz vozila prek USB kabla, WiFi ali Bluetooth povezave. (Povzeto po Lauko, 2012)

2.12.1 Mikrokrmilnik ELM327

Podatke iz OBD priključka smo pridobivali s pomočjo mikrokrmilnika ELM327 (Slika 6), s katerim smo se povezali preko Bluetootha. Ta OBD vmesnik je eden izmed najbolj razširjenih, saj podpira mnogo komunikacijskih protokolov, kar je pomembno, kajti praktično vsak proizvajalec uporablja svoj standard. Ker ta mikrokrmilnik nima samostojne enote z lastnim

ekranom in napajanjem, potrebujemo za njegovo uporabo še napravo z ustrežno aplikacijo in podporo povezavi na ELM327 modulu; v našem primeru Raspberry Pi 3. (Povzeto po Ribaš, 2016)



Slika 6: OBD vmesnik ELM327 (Vir: <https://encrypted-tbn3.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcSpo8vSvhQ9zBSXt3ZH-4gi4KuMYmvSKXVwz5eW3qgUPhyfTWRa>)

2.13 VARČNA VOŽNJA

Da smo lahko sploh videli, kakšna je varčna vožnja, pa smo najprej morali razumeti njen pomen. Kakšna vožnja je varčna? Ker smo videli, da je to področje obsežno, smo strnjene pogoje za takšno vožnjo povzeli iz diplomskega dela o analizi izboljšav v avtomobilski industriji. Natančnejša analiza te bi bila lahko ideja za novo raziskovalno nalogo.

»Za energetske učinkovito vožnjo moramo upoštevati naslednje pogoje:

- Prestaviti v višjo prestavo pri 2500 obr/min (bencinsko gorivo) oziroma 2000 obr/min (dizelsko gorivo).
- Vzdrževati stalno hitrost v najvišji možni prestavi.
- Zavirati vozilo z motorjem v prestavi.
- Vožnja mora biti brez sunkovitih pospeševanj in zaviranj.
- Ugasniti motor tudi pri krajših postankih.
- Uporabljati dodatno avtomobilsko opremo (potovalni računalnik itd.)« (Bernard, 2010)

3 METODE IN CILJI RAZISKOVANJA

Na začetku smo se pogovorili, kaj želimo narediti in doseči z raziskavo. Primarni cilj ni bila izdelava izdelka, ampak njegovo testiranje. Le tako lahko vidimo, kako bi se obnesel naš asistent in ali je nadaljnji razvoj upravičen. Hoteli smo vedeti, če smo uporabili korektno tehnologijo. Če bo neustrezna, bomo tudi raziskali, zakaj in poiskali primernejše alternative.

3.1 IZDELAVA

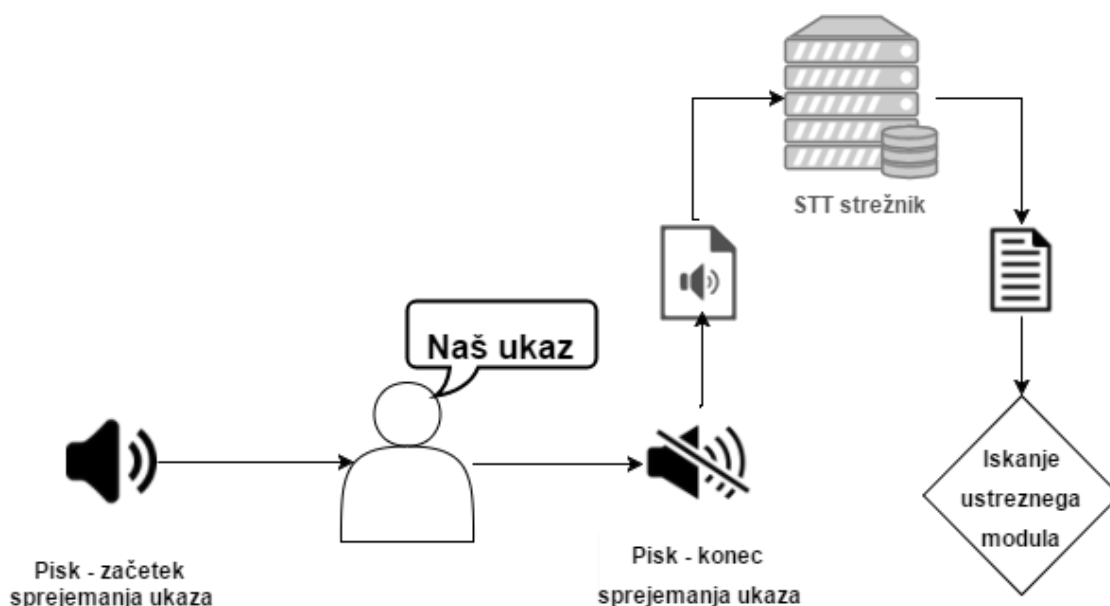
Za izdelavo smo najprej naročili Raspberry Pi model 3. Zanj smo se odločili predvsem zato, ker ima že vgrajen WiFi in Bluetooth, ki sta potrebna, da povežemo OBD z dostopno točko na telefonu.



Slika 7: Fizična oblika asistenta z zvočnikom (Vir: lasten)

Koda Jasperja deluje s pomočjo programskega jezika Python. Namestili smo celotno sliko operacijskega sistema Linux, ki je že imela vse potrebne TTS in STT vmesnike. Oba vmesnika sta zahtevala internetno povezavo, saj sta govor pretvarjala oz. tvorila na strežnikih na spletu. Nato smo morali izpolniti konfiguracijsko datoteko in ob ponovnem zagonu se je Jasper lahko zagnal. Konfiguracijska datoteka vsebuje vse potrebne nastavitve od imena uporabnika, do podatkov za elektronski naslov. S temi podatki si Jasper nato pridobi dostop do uporabniških računov, kot je elektronska pošta in nam glasovno lahko sporoča, če imamo kakršna koli nova sporočila v nabiralniku (to je že prednameščeni modul).

Komunikacija z Jasperjem poteka po principu, da ga najprej pokličemo. Po pisku, ki pomeni, da čaka na ukaz, mu povemo ključne besede. Lahko jih tudi združimo v smiselno poved. Nato sledi še en pisk, ki pomeni, da je posnel naše ukaze. Nato pošlje posnetek na STT strežnik in vrne ključne besede v obliki besedila. S temi podatki začne iskati modul, ki je ustrezen. Moduli so celote, ki izvajajo glasovno funkcijo. Vzemimo za primer že prednameščeni modul, ki omogoča obveščanje o rojstnih dnevih. Na začetku deklariramo ključne besede. To je spremenljivka v tabeli, ki vsebuje vse besede, ob katerih se naj proži modul. Ko te razbere, napišemo metodo, ki opravi vse potrebne kalkulacije, pregled in podobna opravila. Modul za rojstni dan se tako poveže na naš Facebook račun (če smo tega seveda predhodno nastavili) in poišče osebe, ki v prihajajočih dneh praznujejo rojstni dan. Ko oblikuje sporočilo, ga nato pove.



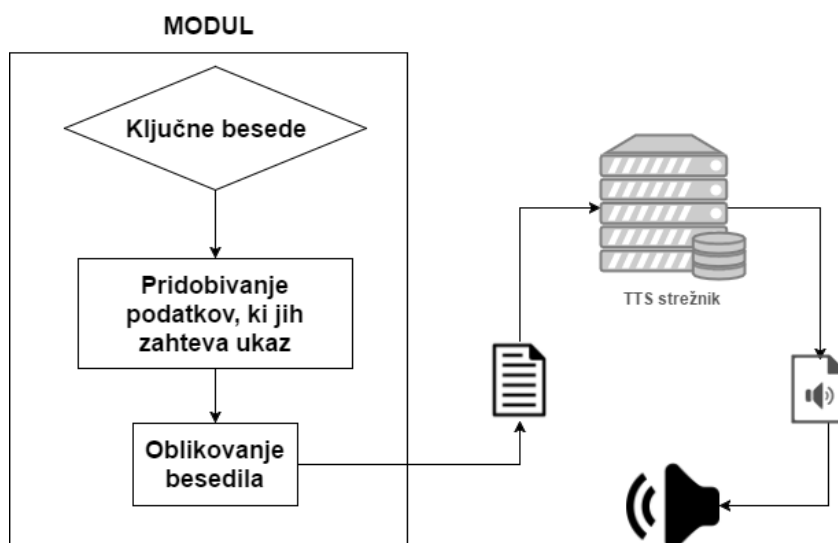
Slika 8: Skica pretvorbe ukaza v besedilo (Vir: lasten)

Modul za rojstni dan je statični modul. Statični modul se proži na poziv uporabnika in taka metoda nam nekaj pove le, če to od nje zahtevamo. Na drugi strani pa imamo dinamične module. Ti za delovanje ne potrebujejo ključnih besed. Prožijo se sami. Spremljajo nek dogodek, spremenljivke in ob določeni doseženi ali preseženi vrednosti se sprožijo z govorom. To je dobro, če želimo, da nas program sam obvešča o nečem.

Module pa lahko sprogramiramo tudi na interakcijo. Ko vrne rezultat, temu dodamo novo vprašanje. Nato dodamo ukaz, ki znova postavi Jasper v stanje poslušanja oz. snemanja. Ko dokončamo govor, naš posnetek zopet pretvori v besedilo in ga lahko pregledujemo in

dodajamo interakcijo.

Sami smo nato izdelali modul, da smo spoznali osnovni princip delovanja, ki ni opravljal zahtevnejših operacij, ampak le osnovno funkcionalnost govornega vmesnika (sprejem ukaza in reakcija na njega). Modul je imel ključno besedo »vreme« in za začetek smo sami določili besedilo, ki ga bo povedal. Po nekaj testiranjih smo ugotovili, da je veliko natančnejša interakcija z Jasperjem v angleščini in smo se usmerili v ta jezik.



Slika 9: Skica tvorjenja govora statičnega modula (Vir: lasten)

Celotno strukturo programa smo razdelili v 2 kategoriji, da je program preglednejši. Temeljni gradnik je Jasperjev modul. Tam smo deklarirali ključne besede, pridobili podatke in na koncu povedali rezultat. Druga kategorija je obsegala delo s podatki iz OBD vmesnika. Podatke o dogodkih in vremenu smo pridobili iz spleta. Našli smo odprtokodno rešitev Open data.

»Open data mednarodni projekt je izvedba ideje, da smo za določen sklop podatkov lastniki vsi prebivalci Slovenije in so posledično podatki brez licence. Iz teh podatkov je nastalo nekaj projektov.«(Žejn, 2011)

Ta projekt nudi dobro prilagodljivo platformo za vreme in promet v Sloveniji. Njegova glavna prednost je, da vrača rezultate v obliki JSON datoteke, kar pomeni, da jo lahko pregledujemo z veliko paleto programskih jezikov in med njimi je tudi Python. Ko na spletno povezavo pošljemo zahtevo, ki vsebuje našo lokacijo, dobimo nazaj enostaven JSON zapis o vremenu na tej lokaciji. Če želimo izvedeti podatke o prometu, pošljemo povezavo in kot rezultat dobimo

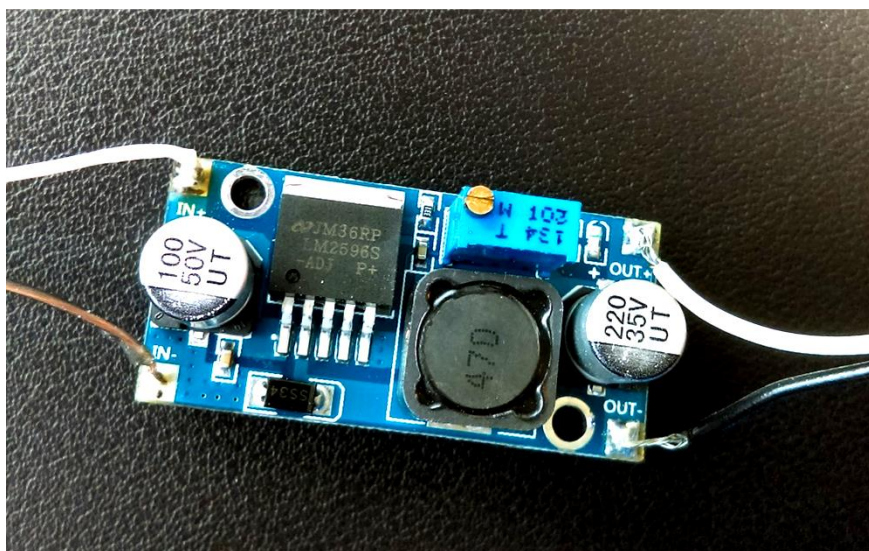
JSON datoteko z vsemi dogodki na slovenskih cestah. Pozneje smo iz rezultata povzeli samo dogodke v določenem krogu oddaljenosti od naše lokacije. Te podatke nam nato pove Jasper.

3.2 PRETVORNIK NAPETOSTI

Raspberry Pi napajamo kar preko priključka za avto polnilec, katerega najdemo v skorajda vseh avtomobilih. Priključek nam daje napetost 12 V, Raspberry Pi pa za svoje delovanje potrebuje 5 V. Zaradi tega smo se tukaj odločili uporabiti regulator napetosti LM2596 (Slika 10).

LM2596 je monolitno integrirano vezje, ki nam zniža vhodno napetost iz višje na nižjo. Prenese lahko 3 amperne toka, deluje pa na priklopni frekvenci 150 kHz, kar nam omogoča manjšo velikost komponent. Nanj lahko priklopimo od 4,5 V do 40 V enosmernega toka, na izhodu pa dobimo od 1,5 V do 35 V enosmernega toka, želeno vrednost nastavimo s potenciometrom.

Na vhodna priključka (IN+, IN-) smo povezali izhod iz avto polnilca, na katerem je napetost znašala 12 V. Na modulu smo znižali izhodno napetost iz 12 V na 5 V ter izhodna priključka (OUT+, OUT-) povezali s pinoma 5 V ter GND na Raspberry Piju. (Povzeto po Liber, Plankelj, 2016)



Slika 10: Regulator napetosti LM2596 (Vir: lasten)

3.3 NAČRTOVANJE MODULOV

Za testiranje smo uporabljali tako statične kot tudi dinamične module. Najprej smo analizirali

že predpripravljene module, ki jih vsebuje Jasper. **Modul za čas** nam, kot že sama beseda pove, sporoči trenutni čas. Tukaj bomo lahko videli sposobnost govornega vmesnika za izgovorjavo različnih števil. Imamo 2 **modula za novice**, ki pobereta nekaj naslovov glavnih člankov na spletni strani. Eden modul te črpa iz strani <http://news.ycombinator.com>. Spletna stran vsebuje različne novice iz sveta. Drugi modul pa iz enakega spletnega naslova vzame bolj specifične novice in sicer iz področja tehnike. Z določenimi moduli lahko govorni vmesnik pove nova **obvestila na Facebooku** ali pa nova prejeta sporočila v nabiralniku elektronske pošte. Za popestritev pa je bil vmesniku dodan tudi **modul za pripovedovanje šal**.

Po analizi že obstoječih modulov je sledila izdelava lastnih. Izdelali smo nekaj statičnih, s katerimi bomo lahko preverjali, če naše ukaze asistent razume:

- **Modul za vreme**

Modul se bo prožil na ključne besede »weather«, »today«, »status«. Ko bodo besede zaznane, se bo začela poizvedba na splet natančneje na spletno povezavo <https://opendata.si/>. Spletni naslov OpenData projekta bo pridobil podatke iz spletne strani ARSO, za kar potrebuje natančno lokacijo. V zahtevek dodamo parametre longitude in latitude (zemeljepisna dolžina in širina). To so števila, ki določajo natančne koordinate, kje se nahajamo. Te Raspberry dobi preko interneta, saj podatkovna povezava omogoča natančnejše določanje. Zahtevek je nato sledeče oblike:

[https://opendata.si/vreme/report/?lat= 46.4221890 &lon= 14.9262910](https://opendata.si/vreme/report/?lat=46.4221890&lon=14.9262910)

Vrnjeni rezultat je v JSON formatu.

```
{
  "status": "ok",
  "copyright": "ARSO, Agencija RS za okolje",
  "lon": " 14.9262910",
  "forecast": {
    "y": 415,
    "x": 119,
    "updated": 1486638000,
    "data": [
      {
        "forecast_time": "2017-02-09 19:00",
        "clouds": 60,
        "rain": 0,
        "offset": 6
      }
    ]
  }
}
```

Slika 11: Primer izpisa vremena (skrajšan) (Vir: <http://json.parser.online.fr/>)

Iz tega nato izluščimo napoved za naslednjih 6 ur. Povemo pokritost oblakov na nebu in napoved dežja, ki pove, koliko milimetrov dežja naj bi zapadlo v triurnem obdobju. Če je vrednost verjetnosti toče večja od 0, tudi opozorimo, da obstaja možnost toče.

- **Modul za promet**

Ta statični modul se proži na ključne besede »events«, »road«. Iz povezave na OpenData API pridobi JSON datoteko, ki vsebuje podatke vseh dogodkov v Sloveniji. Vir podatkov je iz Prometno informacijskega centra RS. V modulu nato iz vseh dogodkov pridobimo le tiste v določenem dosegu trenutne lokacije. Doseg smo nastavili na dogodke okoli 20 km. Asistent bo nato prebral le opise dogodkov. Ker so ti opisi v slovenščini, smo predvidevali, da bo njihova razumljivost slabša.

- **Dinamični moduli**

Da pa bi dosegli varčno vožnjo, smo morali izdelati še dinamične module. Ti se prožijo brez uporabnikove interakcije in je njihov namen, da voznika o nečem obvestijo. Za to smo naredili 2 modula. **Modul za obrate** na vsak interval pregleduje, če je OBD javil, kakšen presežek vrednosti. Ko je prišlo do takšnega dogodka asistent izgovori angleško opozorilo, da naj voznik zmanjša obrate ali pa menja prestavo. **Modul za hitrost** preverja, če je vozilo v mirujočem stanju. Ko se pojavi mirovanje daljše od treh minut se proži opomnik.

3.4 IZBRANA METODA

Za metodo raziskovanja smo si pri izdelavi asistenta izbrali kvantitativno raziskovanje. Opravili bomo določeno število testnih voženj. Opazovali bomo odzivni čas in razumljivost glede na posamezen ukaz.

Odzivni čas je ključnega pomena. Tako bomo videli ali je ta dinamični modul sploh uporaben. Če nas pripomoček obvesti prepozno, s tem nismo dosegli ničesar. Čas bomo merili s štoparico. Merjenje se bo začelo v trenutku, ko bo nek parameter vožnje presežen. Torej od trenutka, ko bomo vozili s previsokimi obrati, pa vse do tega, da bo Jasper opozoril na to. Pri statičnih modulih bomo namesto tega merili, kolikokrat smo morali poklicati asistenta, da smo dobili pisk za začetek snemanja ukaza.

Po drugem pisku (ko bo asistent naš ukaz sprejel), bomo ocenjevali razumljivost povedanega

rezultata. Ocenili jo bomo z 1 do 5. 5 bo jasno razumljivo besedilo, 1 pa bo nerazložno besedilo, ki ga nismo razumeli.

Vsaka vožnja bo imela določene lastnosti. Pri nekaterih bomo poslušali radio in opazovali razlike. Tudi načine vožnje bomo spreminjali. Nekatero vožnje bodo potekale normalno, kot smo vajeni voziti, spet pri drugih bomo spremenili teren in vozili po bolj hribovitem svetu.

Za preglednost podatkov smo nato sestavili 2 tabele, v kateri bomo zapisali podatke vsake vožnje. Ta nam bo pozneje pri analizi omogočala lažjo izdelavo tabel in grafov. Prva tabela bo namenjena pregledu dinamičnih modulov. V njej bo glavno težo za analizo nosil stolpec s podatkom odzivnega časa.

Tabela 2: Osnutek za poročilo vožnje

Št. vožnje:	Datum, čas:	Dolžina:	
Opombe, način vožnje:			
MODUL	Čas	Razumljivost	Opombe
SKUPAJ		Poraba interneta:	

Za testiranje statičnih modulov, smo stvar poenostavili, saj za te ne potrebujemo parametrov vožnje in podatkov iz OBD-ja. Vsak poskus bomo številčili. Dodali bomo ime modula. Tako bomo pozneje lahko videli, če so kateri moduli bolj odzivni kot drugi. Če nek modul ne bo nikoli razumel našega ukaza, bi bilo smiselno poskusiti s kakšnimi drugimi ključnimi besedami. Ocenili bomo tudi razumljivost.

Tabela 3: Osnutek tabele za testiranje statičnih modulov

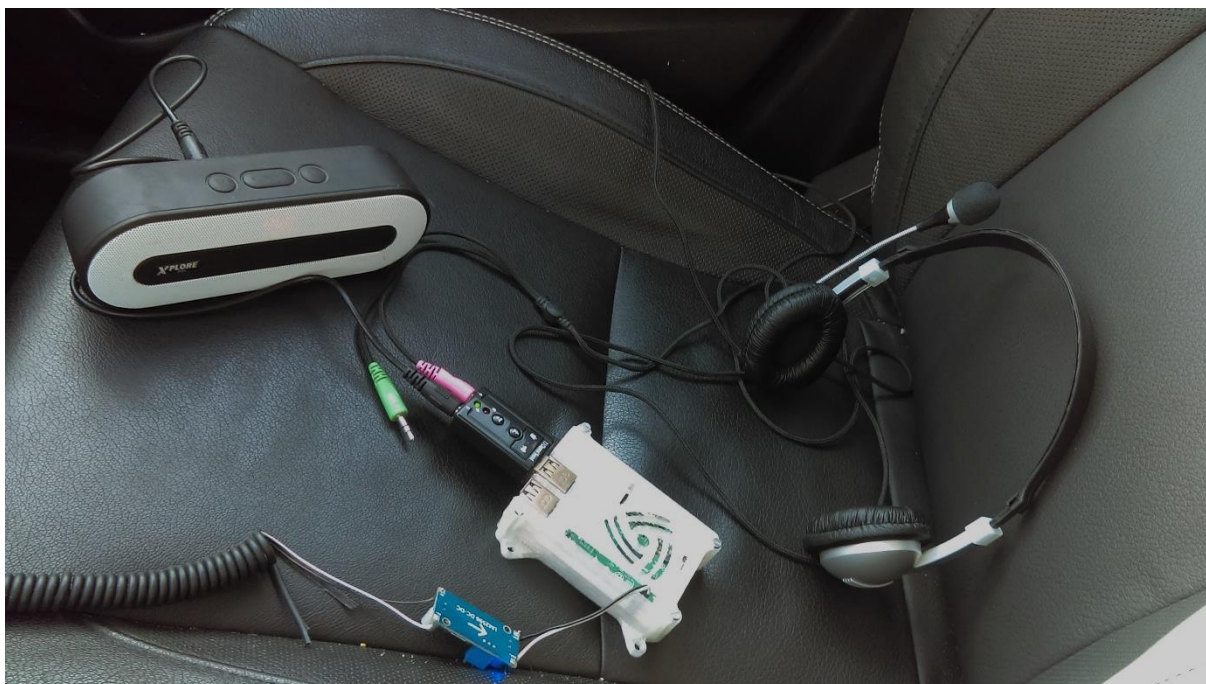
Zap. Št	Ime modula	Poskusov za priklic	Razumel	Razumljivost	Opombe
1		Klicali bomo največ 5x	DA/NE	1-5	Dopišemo ključne opombe, opažanja
2					
3					

3.5 PRIPRAVA OKOLJA ZA TESTIRANJE

Testirati smo morali v avtomobilu. Najprej smo okolje postavili v mirujočem avtomobilu. Šele nato smo lahko šli na raziskovanje med vožnjo. Vožnja je morala potekati izključno glasovno, saj gledanje v kakršne koli zaslone in pisanje ukazov nikakor ne pride v poštev in bi bilo tudi kaznivo dejanje.

Preden smo se lahko odpravili na vožnjo smo v avtomobil namestili našega asistenta. Za napajanje smo ga priključili na izhod za 12 V prek našega pretvornika napetosti. Za delovanje je potreboval podatkovno povezavo. Da smo stvar poenostavili, smo izkoristili naše pametne telefone. Na njih smo ustvarili dostopno točko WiFi z imenom in geslom, ki je bilo enako nastavljeno v konfiguracijski datoteki na Raspberryju. Ko se je torej naš asistent zagnal, je takoj prebral to datoteko in se povezal na dostopno točko WiFi. Za nadaljnjo povezavo na internet pa je nato poskrbel naš telefon.

Da smo lahko med vožnjo komunicirali z asistentom, je bilo treba postaviti zvočni izhod in vhod. Ker Raspberry nima lastnega izhoda za mikrofona smo morali uporabiti zunanjo zvočno kartico. Na mikroračunalnik smo jo priključili prek USB vhoda. Zvočna kartica podpira eno vhodno in eno izhodno enoto s standardnima 3.5 mm priključkoma. Za vhodno enoto smo uporabili mikrofona naglavnih slušalk. Uporabili smo isti mikrofona, kot smo ga uporabljali pri preizkušanju, preden smo se prestavili v vozilo. Tako smo upoštevali napotek, da je pri uporabi govornih vmesnikov priporočljivo uporabljati isti mikrofona, kot smo ga uporabljali na začetku pri konfiguraciji.



Slika 12: Testno okolje v avtomobilu (Vir: lasten)

Vključili smo OBD na priključek v avtomobilu. Rdeča lučka na njem je identificirala stanje, ko je drugim napravam izsledljiv. Tako se nanj lahko poveže katerakoli naprava, ki podpira Bluetooth protokol. Ko dobi povezavo, mu pošljemo kodo in mu določimo način delovanja. Koda 0101 pomeni, da OBD nenehno oddaja trenutne podatke senzorjev v avtomobilu. Ko to kodo dobi OBD, začne takoj pošiljati podatke preko serijske komunikacije. OBD lahko pošilja najrazličnejše parametre, ampak mi smo uporabili parametre hitrosti, obratov na minuto, temperaturo v motorju in obremenitev slednjega.



Slika 13: Priključen OBD vmesnik (Vir: lasten)

Da pa smo najprej videli nekaj praktičnih primerov, kako deluje OBD, smo ga uporabili z

nekaterimi že izdelanimi aplikacijami na pametnih mobilnih telefonih.

3.6 OBD APLIKACIJE IN UPORABA TEH

OBD aplikacije nam omogočajo pridobivanje podatkov iz avtomobila v realnem času. Pri njihovi uporabi se moramo najprej preko Bluetootha povezati z OBD vmesnikom. Takoj ko avto prižgemo, začne OBD vmesnik pošiljati podatke o avtomobilu na aplikacijo, ta pa nam te podatke nato tudi prikaže v aplikacijah.

Na začetku smo preizkusili več brezplačnih aplikacij (OBD Car Doctor, DashCommand, EOBD Facile, OBD-2, Torque Lite) za Android pametne telefone, preko katerih smo lahko pridobili razne informacije o stanju avtomobila. Večina aplikacij nam je omogočala vpogled osnovnih parametrov avtomobila, torej poraba goriva, stanje goriva, število vrtljajev na minute, prevožene kilometre, hitrost, nekatere pa so omogočale tudi prikazovanje bolj naprednih informacij, kot so npr. tlak dovoda goriva, vhodni nivo goriva.. Mnoge izmed teh aplikacij so imele tudi plačljive izboljšane verzije, ki omogočajo pridobivanje več podatkov, vendar teh aplikacij nismo preizkusili.

Na koncu smo se odločili, da bomo uporabljali aplikacijo imenovano EOBD Facile (Slika 14), ki smo jo prenesli iz Google Playa. Za uporabo te aplikacije potrebujemo OBD vmesnik ELM 327, katerega smo sami tudi uporabljali.

Ko prižgemo aplikacijo, imamo na voljo 6 možnosti, med katerimi so 3 najpomembnejše:

- Povezava – tukaj nam aplikacija omogoči vključitev Bluetootha na telefonu (če ta še ni vključen). Nato nam ponudi na izbiro vse shranjene Bluetooth naprave. Iz vseh možnih izberemo OBD vmesnik in aplikacija nas poveže z njim.
- Diagnostika – funkcija, ki nam omogoča pregled podatkov na bolj posplošen način. Na voljo imamo 6 zavihkov, med katerimi sta najpomembnejša prva dva, in sicer **stanje**, ki nam omogoča prikaz povprečnih rezultatov merjenj od zadnjega brisanja kod DTC ali pa prikaz podatkov iz tega voznega cikla ter **kode težav**, ki nam izpiše seznam potrjenih, nepotrjenih in stalnih napak v avtomobilu. Zelo uporabna je tudi opcija **poročilo**, kjer si lahko izpišemo poročilo vožnje našega avtomobila.
- Merjenja – funkcija, ki nam omogoča prikazovanje podatkov med vožnjo v realnem času. Na izbiro imamo 4 zavihke in sicer: tabele, grafi, učinkovitost in zapisi. V tabelah nam

prikaže trenutne podatke enega pod drugim, v grafih se nam ti podatki tudi izrisujejo, s pomočjo učinkovitosti pa lahko izmerimo pospešek od 0-100 km/h ... Zapisi nam omogočajo dodajanje zapisov med vožnjo.

Med preizkušanjem smo najpogosteje uporabljali opciji diagnostika in merjenja, kjer smo pridobivali podatke o stanju avtomobila med vožnjo, prav tako pa tudi po njej. Tako smo se lahko spoznali z osnovami pridobivanja podatkov od OBD vmesnika ter spoznali katere podatke lahko pridobimo, kako so ti natančni in kateri podatki bi nam bili pri nadaljnjem raziskovanju najbolj v pomoč.



The screenshot shows a mobile application interface titled "Tabele - Popoln seznam". It displays a list of diagnostic data points with their corresponding values:

Code	Parameter	Value
O-0F-0	Temperatura vsesanega zraka	3 °C
O-10-0	Masni tok zraka	12.02 g/s
O-21-0	Prevožena razdalja z aktiviranim indikatorjem MIL	0 km
O-23-0	Tlak dovoda goriva	302.2 bar
O-2C-0	Zahtevan sistem EGR	0.0 %
O-2F-0	Vhodni nivo goriva	82.0 %

Slika 14: OBD aplikacija med prikazovanjem podatkov (Vir: lasten)

3.7 TESTIRANJE RAZUMLJIVOSTI GOVORA

Za potrditev prvih dveh hipotez smo testirali pretežno statične module. Za vzorec smo si zadali 60 poskusov. Da bi se čimbolj približali realni situaciji v avtomobilu, smo s tem testirali tudi še peto hipotezo. Izvedli smo 60 klicanj modulov. 30 smo jih izvedli v mirnem oz. tihem avtomobilu. Nismo imeli vklopljenega avtoradia in tudi med sabo se nismo pogovarjali. Ampak, ker ima veliko ljudi avtoradio in se med vožnjo tudi pogovarja, smo poskusili drugo polovico klicanja modulov izvesti ob glasbi na radiu in tudi ob pogovoru.

3.8 TESTIRANJE UPORABNOSTI MED VOŽNJO

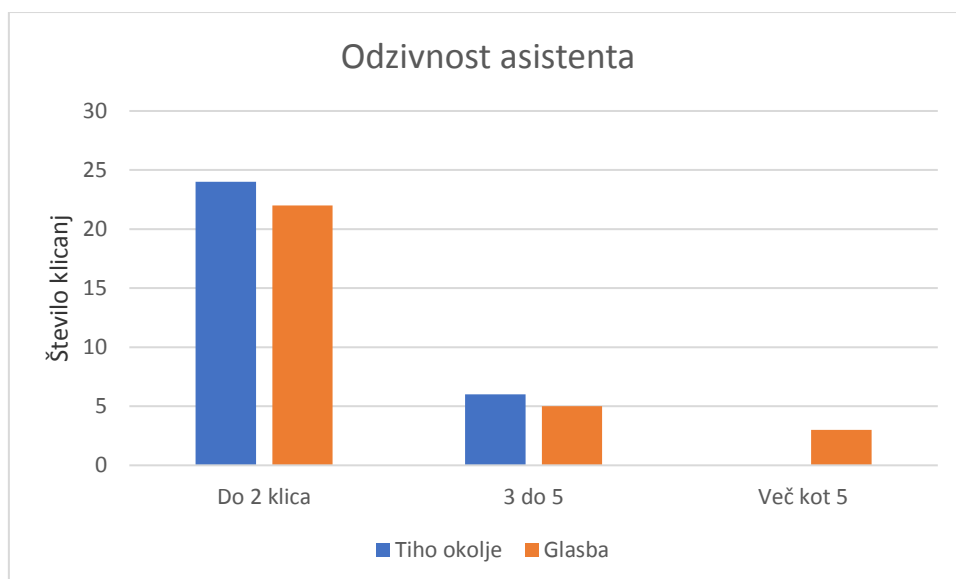
Za potrjevanje dveh hipotez smo se morali pripraviti na dejansko vožnjo. Vprašali smo se, kako preveriti, če nas bo asistent res opozoril, da je naše ravnanje potratno. Eno vožnjo smo definirali kot prevoz na razdalji 2 km. Vožnje smo opravljali v različnih okoljih. Število poskusov smo omejili na 4. Od tega smo 2 opravili v hribovitem svetu. Na cestah z veliko klanci in strminami smo predvidevali, da vozimo z več obrati in hoteli smo videti, kakšno bo obveščanje tam. Ko je delovalo, je bilo ključno preveriti odzivnost. Testirali smo odzivnost na visoke vrtljaje. Ker smo uporabljali avtomobil z bencinskim gorivom, je bila meja nastavljena na 2500 obratov na minuto. Kadarkoli vozimo nad omenjeno mejo, se mora sprožiti zvočno opozarjanje, saj ti obrati niso znotraj parametrov za varčno vožnjo. Od trenutka, ko presežemo mejo, pa bomo merili čas. Da bi potrdili hipotezo, da nas asistent spodbuja k varčnejši vožnji, se mora ta odzvati v določenem času. Maksimalni odzivni čas smo določili na 2 sekundi. Če se bo Jasper oglasil po tem času, bomo izvedeno meritev uvrstili, kot da ni uspela.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 INTERAKCIJA Z ASISTENTOM

4.1.1 Odzivnost

Po izvedenih meritvah smo začeli z analizo. Najprej smo si pogledali, kako dobra je interakcija z našim pripomočkom. To je del, ko želi voznik izvedeti za eno informacijo. Z izgovorjavo ključne besede »Jasper« nakaže, da bi rad povedal ukaz, ki vsebuje ključne besede nekega modula. Najprej smo preverili število, kolikokrat je potrebno poklicati asistenta oz. izreči besedo Jasper, da začne snemati ukaz (prvi pisk). To smo poimenovali kot odzivnost asistenta. Odzivnost smo testirali v dveh pogojih. Ker smo predvidevali, da bo na mikrofona vplivala glasba v avtomobilu, smo tako enkrat imeli v ozadju glasbo, da bi motila odzivnost.



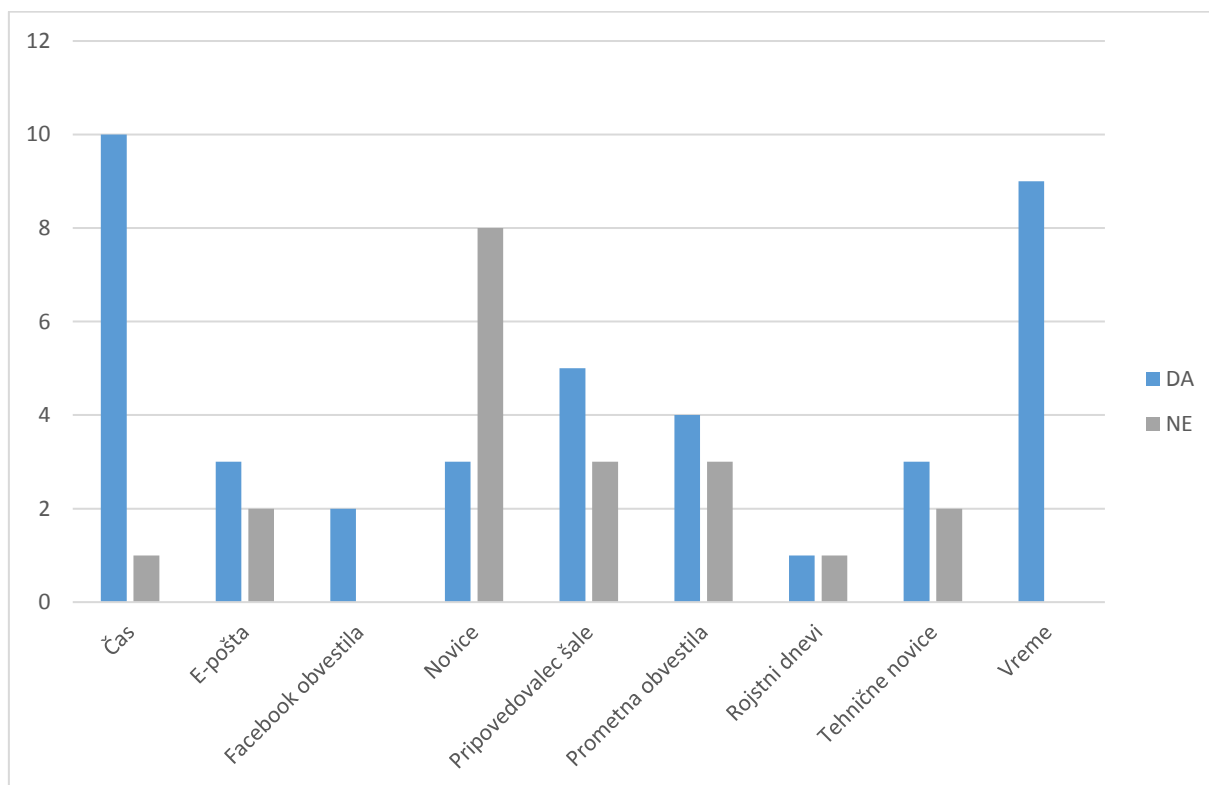
Graf 1: Odzivnost asistenta

Iz pridobljenih rezultatov, ki smo jih beležili v tabeli, smo nato oblikovali graf. Število klicanj smo razdelili v 3 skupine. Če je bilo potrebno asistenta poklicati enkrat ali dvakrat, je to pomenilo, da je dobro odziven. V drugi skupini je bila za nas odzivnost slabša, ampak še vedno sprejemljiva. Če je bilo več kot 5 klicev, smo to upoštevali kot neuporabno. Iz grafa je razvidno, da so bili v tistem okolju vsi klici sprejemljivi. Ko je bila v ozadju predvajana glasba, pa je bilo nekajkrat potrebno besedo »Jasper« izreči več kot petkrat. Ampak vseeno smo na koncu zaključili, da je, ne glede na okolje, asistent dobro odziven, saj je večina klicev zaznana po manj kot treh izgovorjavah.

Med poskušanjem v učilnici pa smo imeli tudi boljšo možnost, da poiščemo, zakaj se Jasper ne odzove takoj. Videli smo, da je glavni vzrok v pretvorniku iz govora v besedilo. Ključno besedo Jasper si večkrat tolmači kot »Just for«, »Yes« in »Yes sir«. In v tem primeru se ne aktivira, da bi začel snemati naše nadaljnje ukaze.

4.1.2 Razumevanje našega govora

Ko asistent zazna, da smo ga poklicali, odda pisk, ki pomeni, da snema naš ukaz. Snema ga nekaj časa, nato pa spet odda nov pisk. Drugi zvočni signal pomeni, da začnemo iskanje in izvajanje izbranega modula. Ključnega pomena, da asistent razume in pravilno odreagira na naš ukaz je, kako razločno in natančno izgovorimo ključne besede. Vsak modul ima svoje. Nekatere so težje za izgovorjavo in posledično jih tudi strežnik za razpoznavanje govora težje prepozna. Za vsak modul smo preverili, kolikokrat je asistent razumel ukaz. Če asistent ukaza ne razpozna, javi napako. Izdelali smo graf, ki kaže, koliko izgovorjav vsakega ukaza je asistent razumel in koliko ne.



Graf 2: Razumevanje posameznih modulov

Najbolj odzivna modula sta bila čas in vreme. Razvidno je, da so to klasične in nezahtevne angleške besede, s katerimi asistent nima težav, da jih razpozna. Beseda »News« (oz. slovensko

novice) pa je bila najmanjkrat razpoznana. Ugotovili smo, da so naše izgovorjave teh besed zelo različne. Zato moramo dodati, da bi lahko bili rezultati drugačni, če bi ukaze izgovarjal nekdo, katerega materni jezik je angleščina. Besedo smo primerjali s ključnimi besedami drugih modulov. Opazili smo, da pretvornik boljše zaznava daljše besede oz. je pomembno število samoglasnikov. »News« ima le enega in sklepamo, da je to vzrok za slabo razumevanje.

Ko smo imeli statistiko, koliko ukazov je asistent razumel, smo lahko izračunali statistiko. Med izrečenimi 60. ukazi jih je bilo razumljenih 40. Preostalih 20 pa ne. Tako je bil končni rezultat, da je pripomoček razumel 66 % naših ukazov oz. dve tretjini.

4.1.3 Razumevanje asistenta

Zadnji korak je bilo ocenjevanje asistentove sinteze govora oz. kako dobro je pretvoril besedilo v govor. Ocenjevali smo z lestvico od 1 do 5. S številko 1 smo ocenili govor, ki ga nismo nič razumeli. Dober govor pa je bil ocenjen z oceno 5. Ocenjevali smo vse odzive. Poudarek je bil na angleških odzivih, saj smo uporabljali angleški TTS pretvornik. Spletni podatki iz OpenData projekta so v slovenščini. Ker asistent prebere te z angleškim pretvornikom, smo pričakovali nekoliko slabši rezultat. Izdelali smo tabelo, v kateri smo prikazali, kolikokrat smo kateri modul ocenili z ocenami od 1 do 5.

Tabela 4: Ocene modulov

<i>Moduli</i>	Ocene modulov					Število uspešnih klicanj
	1	2	3	4	5	
<i>Čas</i>				3	7	10
<i>E-pošta</i>	1				2	3
<i>Facebook obvestila</i>		1	1			2
<i>Novice</i>			1	2		3
<i>Pripovedovalec šale</i>			3		2	5
<i>Tehnične novice</i>			1	1		2
<i>Vreme</i>					8	8
Skupna vsota	1	1	6	6	19	33

Na koncu se je izkazalo, da je bil z najboljšo oceno največkrat ocenjen modul vreme. Takoj za njim pa se je uvrstil modul čas. Opazili smo, da sta to modula, ki imata kratko besedilo, predvsem pa je vedno podobno. Kot najslabše ocenjen modul je bil tisti, ki prebere e-pošto. Do tega je prišlo zato, ker smo imeli v nabiralniku slovenska sporočila in njihove izgovorjave asistent ni poznal. Tako smo podali ugotovitev, da naš asistent z angleškim TTS pretvornikom

ni uporaben pri slovenskem besedilu. Prav tako je modul za Facebook imel težave z izgovorjavo uporabnikov. Pregledali smo tudi, kakšna je izgovorjava pri modulih, ki imajo daljše besedilo. Modul za novice je najnovejše naslove prebral razumljivo. V določenih primerih je dve besedi izgovoril skoraj brez premora in je prišlo do rahlih nejasnosti. Slabše se je odrezal modul, ki javi novice iz področja tehnologije. Težave je imel z izgovorjavo strokovnih besed, ki so se pojavile v tovrstnih strokovnih člankih. Določne besede so izgovorjene zelo počasi, kar poveča nerazločnost. V takšnih primerih vidimo, da je s to besedo še imel težave.

4.2 UPORABNOST MED VOŽNJO

Rezultati tega testiranja so se nam zdeli kar primerni glede na naše hipoteze. Za vsako od štirih voženj smo izdelali poročilo. Več smo jih priložili v prilogah.

Tabela 5: Poročilo 2. vožnje

Št. vožnje: 2	Datum, čas: 25. 1. 2017, 14:45		
Opombe, način vožnje: Voznik je vozil normalno, kot se vozi brez asistenta. Na koncu smo pustili avtomobil prižgan 3 minute.			
MODUL	Odzivni čas (s)	Razumljivost	Opombe
Previsoki vrtljaji	7	5	
Previsoki vrtljaji	3	5	
Previsoki vrtljaji	3	5	
Predolgo v mirovanju	3	5	
SKUPAJ: 4 moduli		Poraba interneta: 2,5 MB	

Kot je razvidno, so bili časi odzivnosti večinoma manjši od zadanega časa, torej 5 sekund. Izračunali smo povprečni odzivni čas, tako da smo sešteli vse odzivne čase in jih delili s številom izvedenih modulov. Statistika, koliko je povprečni odzivni čas pri 23 izvedenih modulih, je na koncu pokazala, da je to 3,9 sekunde. Torej od trenutka, ko je vrednost obratov motorja nad 2500 obr./min, bomo v povprečnem času 3,9 sekunde zaslišali asistentovo opozorilo. Razlog, da prihaja do nihanj v času odziva, smo pripisali odvisnosti od internetne povezave. Dokler imamo dobro, je prenos na TTS strežnik in iz njega bistveno hitrejši, kar asistentu omogoča hitrejšo izgovorjavo. Glede same funkcionalnosti smo opazili, da so sicer

opozarjanja uporabna, ampak postanejo rahlo nadležna, ko smo se prisiljeni voziti z večjimi obrati. To smo opazili pri vožnji po klancu navzgor. Stalna opozorila so nas opozarjala, da prestavimo v višjo prestavo, ampak bi to na klancu povzročilo, da bi vozilo ugasnilo. Pri vožnji po klancu navzdol smo ugotovili, da prihaja do navzkrižja dveh napotkov za eko vožnjo. Na eni strani nas je asistent opozarjal, da so naši obrati previsoki. Na drugi strani stoji dejstvo, da je priporočljivejše zavirati z motorjem, kar posledično privede do večjih obratov. V tem primeru lahko takšna opozorila postanejo pri vožnji v hribovitem svetu neuporabna in nadležna.

Pri izračunu porabe interneta smo ugotovili, da je ta zelo majhna. Največja dosežena vrednost je bila pri 7 izvedenih modulih do 5 MB. Vsak modul mora najprej poslati na strežnik tekstovno datoteko z besedilom in nato še sprejeti datoteko zvočnega zapisa. Ampak trdimo, da so te datoteke zelo majhne. Poraba našega interneta zato ne bo utrpela večjih posledic. Če imamo za primer na voljo 1 GB podatkovne povezave na mesec, bi bila poraba mobilnega interneta s strani asistenta skoraj zanemarljiva. Vse pa je odvisno od tega, kako vozimo. Ne varčna vožnja pomeni večjo porabo interneta, saj nas bo asistent večkrat opozarjal. To pa je lahko na nek način za voznika dodatna motivacija, da se izogiba tovrstnemu načinu vožnje.

4.3 POTRJEVANJE HIPOTEZ

4.3.1 Asistent bo razumel 80 % govornih ukazov.

Po opravljenih poskusih smo z izračuni prišli do zaključka, da asistent razume manj govora. Razumljivi sta bili le 2/3 ukazov. Do tega smo prišli z različnim izgovarjanjem ukazov. Izgovarjali smo počasi, razločno, spet drugič hitreje, glasneje ... Hipotezo smo tako posledično ovrgli. Naš asistent je po poskusih razumel le 66 % našega govora. Predvidevamo, da bi se ob večkratni uporabi sistema tudi mi prilagodili in našo izgovorjavo prilagodili Jasperju.

4.3.2 Govor asistenta bo v angleščini uporabniku razumljiv.

Na podlagi sestavkov, ki jih je tvoril naš pripomoček, smo to hipotezo potrdili. Stavki so v večini primerov razumljivi, saj razumemo smisel povedanega. Pojavljajo se pomanjkljivosti pri daljših sestavkih, ampak že sam namen našega govornega vmesnika je pošiljanje kratkih sporočil ter obvestil in ne govorjenje daljših besedil. Zelo dobra je podpora pri izgovorjavi angleških besed in števil, ki jih uporabljamo v vsakdanjem življenju. Pojavljajo se težave pri strokovnih izrazih, ampak to smo rešili tako, da smo se jim enostavno izogibali in poskušali

tvoriti poslušalcu čim bolj razumljiva opozorila. Naš namen je bil tako dosežen.

4.3.3 Asistent bo med vožnjo pravočasno prožil opomnik za varčnejšo vožnjo.

Asistent proži opomnike v povprečnem času 3,9 sekunde. Menimo, da to ni zadosten čas, da voznika opozori. Vseeno morda tako ne pripomore k varčnejši vožnji ravno tisti trenutek, ampak sčasoma bi se voznik znal prilagoditi in izogniti tovrstnim opozorilom. Ker opomnik pravočasno sporoči, na kateri lokaciji je bila storjena neprimerna vožnja, bi si jo voznik lahko zapomnil in bi naslednjič napako popravil. Opozorila so razumljiva, in če jih naslednjo vožnjo upoštevamo, zmanjšamo obrate ali ugasnemo avto, če je predolgo v mirujočem stanju. S temi dejstvi pa smo lahko potrdili tudi to hipotezo.

4.3.4 Uporabe asistenta ne bo motil glasni govor ali glasba v avtomobilu.

To hipotezo smo potrdili, ker so rezultati asistentove odzivnosti bili vedno enaki, ne glede na dane situacije. Rezultati poskusov, kjer smo v vozilu predvajali glasbo se niso veliko razlikovali od tistih, ki so bili izvedeni v tišini. Poskusov, kjer klicanje ni uspelo, je bilo zanemarljivo malo. Zato smo lahko potrdili, da se v kakršnikoli situaciji naš asistent odziva uspešno. Pri tem je predpostavljeno, da imamo mikrofona v bližini naših ust.

4.3.5 Podatkovna poraba ne bo večja od 10 MB pri 5 x uporabi asistenta.

Pri 5. uporabi modula smo dobili porabo interneta komaj 2,5 MB. Vrednost 5 MB smo dosegli, ko je asistent nekaj povedal 7 x. S tem se vrednosti podatkovne porabe, na katero smo se omejili, nismo približali za več kot polovico. Zato smo to hipotezo potrdili. Predpostavljeno pa je, da so besedila kratka in jedrnata. Posledično je tudi zvočni zapis krajši in to pretvorniku vzame manj časa.

4.4 MOŽNE IZBOLJŠAVE IN NADGRADNJE

Ko smo analizirali vse naše ugotovitve in izračune, smo zopet pogledali izdelek in se pogovorili o tem, kaj izdelku še manjka in kako bi se ga dalo nadgraditi. Dalo bi se opraviti primerjavo, če bi na Raspberryju uporabili kakšen drug TTS in STT pretvornik. Morda bi sistem deloval bolje. Možnosti za nadgradnjo je precej, že če pogledamo, katere vse podatke lahko pridobimo iz OBD vmesnika. V nalogi smo uporabili le 2. Morda bi se dalo narediti celotno vožnjo v obliki tekmovanja. V tem primeru nam asistent na koncu vožnje natančno pove, katere vrednosti smo

prekoračili, kakšna je ocena vožnje in koliko smo izboljšali rezultat od prejšnjič. Tovrstna nadgradnja bi že zahtevala vgradnjo podatkovnih baz in naprednejše načrtovanje celotnega sistema.

5 ZAKLJUČEK

Naše temeljno vprašanje skozi nalogo je bilo ali je mogoče glasovno upravljanje v avtomobilu? To pomeni, da združimo podatke iz avtomobila in jih na uporaben način posredujemo vozniku med vožnjo. Precej uporaben način se nam je zdel, da bi spodbujali uporabnika k bolj varčni vožnji. Tako smo se pri izdelavi osredotočili predvsem na parametre iz avtomobila, ki nam med samo vožnjo lahko povejo, če je ta preveč potratna in onesnažuje okolje. Za raziskavo smo želeli preveriti uporabnost in zato nismo uporabljali veliko naprednih parametrov, ampak le dva osnovna: obrati na minuto in hitrost avtomobila. Vse te podatke smo nato sproti pregledovali. Ko je bila vrednost presežena, smo prožili glasovno opozorilo. Delujoč sistem je imel tudi možnosti interakcije. To pomeni, da smo lahko asistentu povedali določen ukaz, da poizve razne informacije. Rezultat je bil, da smo lahko te podatke slišali med vožnjo. Oba dela sistema (dinamičnega in statičnega) smo testirali. Ugotovili smo, da vmesnik dobro razume naše ukaze, ampak se ta vrednost ni dovolj približala našim zahtevam, podanim v izhodišču (da bi sistem razpoznal 80 % naših ukazov). Problem bi lahko bil pri površni pretvorbi naše izgovorjave ukaza. Rešitev bi lahko bila uporaba drugega pretvornika iz besedila v govor. Asistentov govor smo ocenili kot odlično razumljiv. Prihajalo je do manjših zapletov pri izgovorjavi dolgih in zapletenih strokovnih stavkov. Splošna angleščina je pri vmesniku zelo dobro pokrita. Dinamični del izdelka se je prav tako izkazal za uporabnega. Opomniki so bili proženi pravočasno in sistem pri tem ne porablja preveč internetne povezave. Sicer to v prihodnosti sploh ne bo problem, saj je že danes internetna povezava pri določenih operaterjih neomejena. S tem smo uspeli odgovoriti na naše izhodiščno vprašanje. Glasovno upravljanje v avtomobilu je možno. Obenem pa smo skozi raziskavo to podkrepili tudi z dokazi, da je tovrstni način v avtomobilu dejansko uporaben.

6 POVZETEK

6.1 OSNOVNI NAMEN RAZISKOVANJA

Za raziskovanje smo se odločili predvsem, ker nas zanima tehnologija upravljanja z glasom. Želeli smo izvedeti, kako deluje in kako daleč so to vejo računalništva že izpopolnili. Vzoredni in glavni namen raziskave je bil, da bi to znanje praktično uporabili v izdelku. Usmerili smo se predvsem v avtomobilsko industrijo, saj smo hoteli videti, katere vse podatke nam avtomobili lahko posredujejo med vožnjo. Če so na voljo, smo razmišljali, da bi se jih dalo uporabiti za diagnozo med vožnjo. Izdelali smo asistenta, ki nam med vožnjo lahko posreduje nekatere pomembne podatke tako iz spleta (prometne informacije), kot tudi iz avtomobila s pomočjo OBD vmesnika. Diagnostika pa je potekala z zvočnim upravljanjem. Tako smo v raziskovalni nalogi preverili funkcionalnost izdelanega asistenta, kako interpretira naše ukaze, kako na njih odreagira in ali je njegova uporaba za avto primerna.

6.2 UPORABLJENE METODE

Naše raziskovanje je pretežno obsegalo kvantitativno metodo. Da bi dodobra preizkusili, kako deluje naš asistent smo ga morali pripraviti do tega, da čim večkrat izgovori določene podatke in da so ti različni. Tako smo lahko videli, kako uspešno izgovarja strokovne izraze, števila, imena, daljša in krajša besedila. Izdelali smo tabelo za testiranje interakcije z asistentom in drugo za testiranje, kako dobro nas asistent sam opozarja o spremembah v naši vožnji. Interakcijo smo preizkusili s 60 poskusi. Za uporabnost med vožnjo pa smo izvedli 4 vožnje. Med testiranjem smo merili, kako dobra je interakcija z asistentom (razumevanje naših ukazov, razumljivost vmesnikovega govora) in koliko časa je potrebnega, da nas med vožnjo asistent obvesti o naših ravnanjih.

6.3 REZULTATI

Z rezultati smo uspeli dokazati uporabnost našega izdelka. Naše ukaze razume dokaj dobro, čeprav bi se to področje dalo izboljšati z uporabo kakšnega drugega pretvornika za prepoznavanje govora. Razumljivost samega asistenta pa je bila brez problemov, dokler se niso v besedilu pojavile težje besede. Med vožnjo se opomniki prožijo pravočasno, kar naš izdelek

naredi uporaben. Je tudi varčen s porabo interneta in to je le še dodaten plus k praktičnosti in primernosti za uporabo v avtomobilu.

7 ZAHVALA

Za začetek bi se radi zahvalili mentorju Islamu Mušiću, ki je dal pobudo in idejo za nastanek raziskovalne naloge. Ves čas raziskovanja nas je tudi uspešno podpiral in usmerjal. Mentorju Simonu Konečniku gre zahvala predvsem za pomoč pri pisanju dokumentacije in nasvetih za uporabo učinkovite raziskovalne metode. Za pomoč pri fizični izdelavi izdelka se zahvaljujemo Urošu Remenihu. Hvaležni smo tudi profesorici Nataši Meh Peer za lektoriranje raziskovalne naloge in profesorici Lidiji Šuster za lektoriranje povzetka. Za lektoriranje povzetka v angleščini pa se zahvaljujemo profesorici Jolandi Melanšek.

8 VIRI IN LITERATURA

- Akt o nasledstvu sporazumov nekdanje Jugoslavije z Madžarsko, ki naj ostanejo v veljavi med Republiko Slovenijo in Republiko madžarsko. Ur. l. RS št. 10/1995.
- Bernard, D. 2010. Analiza izboljšav v avtomobilski industriji in njihov vpliv na ekologijo : diplomsko delo visokošolskega študijskega programa, Univerza v Mariboru, Maribor
- Černelič, R. 2014. Uporaba mini računalnika Raspberry Pi za poučevanje robotike, diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija prve stopnje, Univerza v Ljubljani, Ljubljana
- Dobrišek, S., Justin, T., Mihelič, F. Računalniška sinteza govora; [pogovarjala se je] Maja Ratej. Radio Slovenija, 1. program, Ljubljana (11. 12. 2012)
- Fournier, T. Will My Next Car Be a Libertarian or a Utilitarian?: Who Will Decide?. IEEE Technology and Society Magazine, junij 2016, številka 35, strani 40-45
- Justin, T. 2016 Umetno tvorjenje čustvenega slovenskega govora z uporabo prikritih Markovovih modelov : doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Ljubljana
- Klemenc, M. 2016. Pripomoček za parkiranje avtomobila : diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija, Univerza v Ljubljani, Ljubljana
- Krebelj, P. 2016. Spoznavamo programski jezik python. Atelje Doria, Ljubljana
- Lauko, P. 2012. Android-OBD integracija : diplomsko delo visokošolskega strokovnega študija prve stopnje, Univerza v Ljubljani, Ljubljana
- Marsh, C., Saha, S. Jasper, <http://jasperproject.github.io/documentation/> (11. 1. 2017)
- Plankelj, M., Liber, J. 2016 Bluetooth rolka: raziskovalna naloga, Šolski center Velenje
- Prebil, G. 2017 Pametna vozila ne poneumljajo voznikov, pomagajo jim. MMC RTV Slo. <http://www.rtv slo.si/zabava/novice/pametna-vozila-ne-poneumljajo-voznikov-pomagajo-jim/403326> (9. 1. 2017)
- Ribaš, B. 2016. Komunikacija omrežja v avtomobilih : diplomsko delo visokošolskega študijskega programa, Univerza v Mariboru, Maribor
- Šinko, S. 2016. Analiza pripravljenosti Slovenije na uvedbo avtonomnih vozil : diplomsko delo univerzitetnega študijskega programa, Fakulteta za logistiko Univerze v Mariboru, Celje

9 PRILOGE

9.1 POROČILA VOŽENJ

Tabela 6: Poročilo 1. vožnje

Št. Vožnje: 1	Datum, čas: 25.1.2017, 13:20		
Opombe, način vožnje: Vožnja je bila kratka, namenjena temu, če vsi moduli delujejo pravilno. Voznik je vozil normalno, kot se vozi brez asistenta. Na koncu smo pustili avtomobil prižgan 3 minute.			
MODUL	Odzivni čas (s)	Razumljivost	Opombe
Previsoki vrtljaji	4	5	
Previsoki vrtljaji	6	5	
Previsoki vrtljaji	5	5	
Previsoki vrtljaji	3	5	
Predolgo v mirovanju	2	5	
SKUPAJ: 5 modulov		Poraba interneta: 2,5 MB	

Tabela 7: Poročilo 2. vožnje

Št. Vožnje: 2	Datum, čas: 25. 1. 2017, 14:45		
Opombe, način vožnje: Voznik je vozil normalno, kot se vozi brez asistenta. Na koncu smo pustili avtomobil prižgan 3 minute.			
MODUL	Odzivni čas (s)	Razumljivost	Opombe
Previsoki vrtljaji	7	5	
Previsoki vrtljaji	3	5	
Previsoki vrtljaji	3	5	
Predolgo v mirovanju	3	5	
SKUPAJ: 4 moduli		Poraba interneta: 2,5 MB	

Tabela 8: Poročilo 3. vožnje

Št. Vožnje: 3	Datum, čas: 27.1.2017, 13:00		
Opombe, način vožnje: Vožnja po hribovitem območju. Začeli smo pred klancem.			
MODUL	Odzivni čas (s)	Razumljivost	Opombe
Previsoki vrtljaji	7	5	Vožnja po klancu
Previsoki vrtljaji	3	5	Vožnja po klancu
Previsoki vrtljaji	2	5	Vožnja po klancu
Previsoki vrtljaji	5	5	Vožnja po klancu
Previsoki vrtljaji	6	5	
Previsoki vrtljaji	1	5	
Previsoki vrtljaji	3	5	
SKUPAJ: 7 modulov		Poraba interneta: 5 MB	

Tabela 9: Poročilo 4. vožnje

Št. Vožnje: 4	Datum, čas: 25.1.2017, 14:45		
Opombe, način vožnje: Spust po klancu			
MODUL	Odzivni čas (s)	Razumljivost	Opombe
Previsoki vrtljaji	7	5	Spust po klancu
Previsoki vrtljaji	3	5	Spust po klancu
Previsoki vrtljaji	2	5	Spust po klancu
Previsoki vrtljaji	5	5	Spust po klancu
Previsoki vrtljaji	3	5	
SKUPAJ: 7 modulov		Poraba interneta: 4,5 MB	