

Putno računalo

Kostić, David

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Pula / Sveučilište Jurja Dobrile u Puli**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:137:885929>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-12**



Repository / Repozitorij:

[Digital Repository Juraj Dobrila University of Pula](#)



Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet Informatike u Puli

DAVID KOSTIĆ

PUTNO RAČUNALO
ZAVRŠNI RAD

Pula, rujan, 2022.godine

Sveučilište Jurja Dobrile u Puli
Fakultet Informatike u Puli

DAVID KOSTIĆ

PUTNO RAČUNALO
ZAVRŠNI RAD

JMBAG: 0303082313, redoviti student

Studijski smjer: Informatika

Kolegij: Informacijska tehnologija i društvo

Znanstveno područje: Društvene znanosti

Znanstveno polje: Informacijske i komunikacijske znanosti

Znanstvena grana: Informacijski sustavi i informatologija

Mentor: doc. Dr. sc. Snježana Babić

Pula, rujan, 2022.godine



IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

Ja, dolje potpisani David Kostić, kandidat za prvostupnika Informatike ovime izjavljujem da je ovaj Završni rad rezultat isključivo mogega vlastitog rada, da se temelji na mojim istraživanjima te da se oslanja na objavljenu literaturu kao što to pokazuju korištene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da niti jedan dio Završnog rada nije napisan na nedozvoljeni način, odnosno da je prepisan iz kojega necitiranog rada, te da ikoji dio rada krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za koji drugi rad pri bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili radnoj ustanovi.

Student

David Kostić

U Puli, 12.09.2022.



IZJAVA O KORIŠTENJU AUTORSKOG DJELA

Ja, David Kostić dajem odobrenje Sveučilištu Jurja Dobrile u Puli, kao nositelju prava iskorištavanja, da moj Završni rad pod nazivom

Putno računalo

koristi na način da gore navedeno autorsko djelo, kao cjeloviti tekst trajno objavi u javnoj internetskoj bazi Sveučilišne knjižnice Sveučilišta Jurja Dobrile u Puli te kopira u javnu internetsku bazu završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice (stavljanje na raspolaganje javnosti), sve u skladu s Zakonom o autorskom pravu i drugim srodnim pravima i dobrom akademskom praksom, a radi promicanja otvorenoga, slobodnoga pristupa znanstvenim informacijama.

Za korištenje autorskog djela na gore navedeni način ne potražujem naknadu.

U Puli, 12.09.2022.

Potpis

Sadržaj

| | |
|---|----|
| 1. Uvod..... | 1 |
| 2. Putno računalo | 2 |
| 2.1. Osnovne karakteristike putnog računala | 6 |
| 2.2. Vrste putnog računala..... | 7 |
| 2.2.1. Sigurnosno putno računalo | 7 |
| 2.2.2. Praktična putna računala | 8 |
| 2.2.3. Dijagnostička računala..... | 9 |
| 2.3. Povijest razvoja putnog računala..... | 10 |
| 2.3.1. Halda speedpilot – prvo putno računalo za reli | 12 |
| 3. Platforme za programiranje putnog računala | 14 |
| 3.1. Arduino..... | 15 |
| 3.2. Visual Studio Code..... | 16 |
| 3.3. Visual Micro..... | 17 |
| 4. Primjeri programiranja putnih računala | 18 |
| 4.1. OBDuino – Arduino platforma | 18 |
| 4.2. MPGuino – Arduino platforma | 20 |
| 4.3. Carputer – Visual Studio Code platforma | 22 |
| 5. Upotreba programskih jezika u računalu automobila | 24 |
| 5.1. MISRA | 26 |
| 5.1.1. MISRA-C | 27 |
| 5.1.2. MISRA-C++ | 29 |
| 6. Budući trendovi u razvoju putnog računala | 30 |
| 6.1. Budućnost mobilnosti..... | 31 |
| 7. Zaključak..... | 32 |
| Literatura..... | 33 |

| | |
|--------------------|----|
| Popis slika | 37 |
| Popis kratica..... | 38 |
| Sažetak | 40 |
| Summary | 41 |

1. Uvod

Tema ovog završnog rada je putno računalo. Cilj rada je čitatelju ukazati na važnost znanja o programiranju putnog računala radi poticanja budućih kreativnih rješenja u informatičkom smislu. Nadalje, u radu su prikazane platforme za programiranje putnog računala te primjeri na platformama i upotreba programskih jezika u računalu automobila. Ovaj rad temeljiti će se na dostupnim i relevantnim znanstvenim radovima, službenim web stranicama i literaturi. Rad je podijeljen na sedam poglavlja. Prvo poglavlje ovog završnog rada odnosi se na uvod o putnom računalu. Opisano je što je putno računalo, zašto je njegove mogućnosti te bitne informacije koje daje vlasniku automobila. Nakon toga slijedi cjelina o platformama za programiranje putnih računala gdje se opisuju njihove funkcionalnosti i karakteristike. Osim što su navedene funkcionalnosti i karakteristike, u četvrtoj cjelini su prikazana i tri najbolja primjera programiranja putnih računala i njihovi primjeri kodova. U petom poglavlju objašnjeno je kojim se to programskim jezicima koristi u računalu automobila i zašto se baš ti jezici izabrani. Šesta cjelina govori o budućim trendovima koji će pridonijeti razvoju računalu automobila i kako je pandemija zapravo ubrzala napredak digitalizacije u automobilskom sektoru. Zadnja, odnosno sedma cjelina je zaključak o korisnosti, izazovima i prednostima koje daje putno računalo.

2. Putno računalo

Prilikom razvoja novih modela automobila, proizvođači automobila nastoje dovesti svoje proizvode u idealnu ravnotežu svih ovih parametara. Zahvaljujući tome, na tržištu automobila pojavljuje se veliki broj modela s malim motorom, ali velike snage (primjer takvog motora je EcoBoost¹ iz Forda). (Flačenko, 2020)

Svi gore navedeni parametri ne mogu se kontrolirati mehaničkim uređajima. Točnije, parametri automobila podešavaju se elektronički. Kako bi se kontrolirao prijelaz na različite načine rada, svaki sustav prima nekoliko elektroničkih senzora. Za podešavanje jedinica i sustava na željeni način rada koriste se različiti mehanizmi. (Flačenko, 2020)

Svi ti mehanizmi i sustavi kontrolirani su i podešeni elektroničkim elementom koji se naziva ugrađeno računalo (putno računalo ili samo računalo). (Seat, 2021.)

Vozeći se, u većini slučajeva žele se znati informacije kako bi se mogli izmjeriti učinkovitost automobila i planirati zaustavljanje goriva. Putno računalo pomaže oko tih korisnih informacija. (Seat, 2021.)

Putno računalo (Slika 1.) je uređaj koji je ili instaliran kada se vozilo proizvodi ili prodaje kao dodatna oprema. Mjeri brzinu te i okretaje, pokazuje potrošnju goriva u litrama na sto kilometra, pokazuje preostalog goriva u spremniku, koliko još vremena ima prije ponovnog punjenja i pokazivanje količina vremena vozeći se na određenom putovanju. (Univdesigntechnologies, 2019)

¹ EcoBoost - serija benzinskih motora s turbopunjačem i direktnim ubrizgavanjem koje proizvodi Ford



Slika 1 - putno računalo u automobilu (izvor: <https://www.seat.co.uk/car-terms/o/on-board-computer.html>)

Ovisno o marki, modelu i godini na automobilu, putno računalo će imati različite mogućnosti. Na jeftinim automobilima, putno računalo može uključivati samo mjerač vanjske temperature i podatke o kilometraži. U vrhunskim luksuznim automobilima putna računala su često naprednija; na primjer, neki mogu pratiti ukupnu učinkovitost anlansera² ili nadzirati tlak u gumama. (Univdesigntechnologies, 2019)

Ponekad se zaslon putnog računala nalazi na klasteru mjerača, na nadzornoj ploči ili zaslonu navigacijskog sustava ili na konzoli iznad glave. Neki zaslone uključuju informacije o planiranom održavanju. Trenutna Acura TL (Slika 2.) to radi u fazama, (MotorTrend, 2020) kada se dosegne programirana kilometraža, poruka je "Due Soon" (uskoro rok); kada protekne više vremena ili udaljenosti, poruka se mijenja u "Past Due" (prošao rok). Mercedes-Benz vozila stalno prate kvalitetu ulja i upozoravaju vozača kada se ulje u određenoj mjeri razgradi. GM(General Motors)³ i FCA(Fiat Chrysler

² Anlanser - uređaj koji se koristi za rotaciju motora s unutarnjim izgaranjem kako bi pokrenuo rad motora na vlastitu snagu.

³ GM – General Motors, dostupno na: <https://www.gm.com/> (04.11.2021.)

Automobiles)⁴ vozila pružaju upozorenja o zamjeni ulja na temelju broja i duljine putovanja, temperature motora i drugih čimbenika. Neka vozila također koriste putno računalo kako bi vlasnicima omogućili promjenu određenih aspekata ponašanja vozila, npr. kako funkcioniraju blokade napajanja, ali u većini automobila "podešavanje preferencija" sada se vrši preko središnjeg zaslona koji se također koristi za pomoćnu kameru i radio.



*Slika 2 - Acura TL 2004, putno računalo
(izvor:<https://i.ytimg.com/vi/CP7k9Pr5Yi0/maxresdefault.jpg>)*

Neka putna računala mogu prikazati dijagnostičke kodove koje koriste mehaničari. Ovo je posebno korisno kada mehaničar želi vidjeti kodove dok vozi automobil. 2004. godine Linear Logic⁵ je razvio ScanGauge⁶, (Slika 3.) koji je u to

⁴ FCA – Fiat Chrysler Automobiles, dostupno na: <https://www.stellantis.com/en> (04.11.2021.)

⁵ Linear Logic, dostupno na: <https://www.scangauge.com/about/> (04.11.2021.)

⁶ ScanGauge, dostupno na: <https://www.scangauge.com/products/scangauge-ii/> (04.11.2021.)

vrijeme bio jedini lako instaliran (putem OBDII⁷) pribor koji je radio kao putno računalo, 4 istovremena digitalna mjerača i dijagnostički čitač kodova problema. Ovaj uređaj ima na raspolaganju 12 različitih mjerenja koja se mogu koristiti kao 4 digitalna mjerača. Mjerne jedinice se mogu nezavisno odabrati između mi/km, gal/l, °C/°F i PSI/kPa.



Slika 3 - ScanGauge II (izvor: <https://www.scangauge.com/about/>)

⁷ OBDII - On-board dijagnostika je automobilski izraz koji se odnosi na sposobnost samodijagnostike i izvješćivanja vozila

2.1. *Osnovne karakteristike putnog računala*

Značajka ovog uređaja je prisutnost širokog raspona postavki i opcija koje omogućuju praćenje stanja automobila i stvaranje potrebnih naredbi za aktuatore. Kako bi vozač bio na vrijeme upozoren na kvar ili prelazak na drugi način rada, na zaslonu računala pojavljuje se odgovarajući signal. Neki su modeli uređaja opremljeni glasovnom najavom. (Avtotachki, 2021.)

Glavni zadatak računala je dijagnosticiranje automobila. Kad senzor prestane raditi ili senzor otkrije kvar na jedinici / sustavu, na zaslonu zasvijetli upozorenje o pogrešci. Kodovi kvarova pohranjuju se u memoriju suvremenih računala. Kad se dogodi određena neispravnost, mikroprocesor u djeliću sekunde prepoznaje prirodu kvara i izdaje poseban alarm u obliku koda. (Flačenko, 2020)

Svaka upravljačka jedinica ima servisni konektor na koji se može spojiti dijagnostičku opremu i dešifrirati kod. Neki modeli omogućuju provođenje takve dijagnoze kod kuće. Zasebni pregled razmatra primjer takve dijagnoze. U nekim slučajevima kvar može biti posljedica manjeg kvara elektronike. Takve su pogreške češće kada se neki senzori pokvare te računalo prijeđe u drugi način rada bez prijave pogreške. Zbog toga je potrebno provesti preventivnu dijagnostiku električne opreme. (Avtotachki, 2021.)

Suvremeni automobil može biti opremljen upravljačkom jedinicom s dijagnostičkom opremom, ali takva su vozila skupa. Vanjsko vozilo u vozilu spojeno je na servisni konektor automobila i obavlja dio standardne dijagnostike. Uz to, vlasnik automobila također može resetirati šifru pogreške ako je siguran u čemu je točno problem. Trošak takvog postupka u servisnom centru ovisi o vrsti automobila i složenosti same dijagnoze. Instaliranje putnog računala omogućit će vlasniku vozila da uštedi nešto novca. (Flačenko, 2020)

2.2. *Vrste putnog računala*

Danas je lako zamisliti automobil kao mehanički sustav s pokretnim dijelovima i tehnologijom od prije jednog stoljeća. Međutim, moderni automobili intenzivno koriste računala, izdvajajući ih od starijih modela iz kojih su evoluirali. Računala čine automobile sigurnijima, moćnijima i učinkovitijima, uz obećanja o još većim prednostima u budućnosti. (Avtotachki, 2021.) Dalje u radu će biti detaljnije prikazane sve vrste putnog računala.

2.2.1. *Sigurnosno putno računalo*

Neka od najvažnijih ugrađenih putnih računala u svakom automobilu su ona koja se bave sigurnošću vozila. Sustavi protiv zaključavanja kočnica (ABS⁸) i elektronička kontrola stabilnosti oslanjaju se na senzore u kotačima koji ukazuju na nedostatak vuče. Računala zatim uključuju motor za impuls kočnica (ABS) ili prenose snagu na kotače koji još uvijek imaju vuču (kontrolu stabilnosti). Upravljačke jedinice zračnih jastuka osjećaju udar ili naglo zaustavljanje, raspoređujući zračne jastuke u djeliću sekunde. Alarmi i imobilizatori vozila također koriste računala za onemogućavanje paljenja ili zvuk alarma kada netko pokuša ući u zaključani automobil ili spojiti paljenje. (Avtotachki, 2021.)

⁸ ABS (*anti-lock brake system*) - sustav protiv zaključavanja kočnica

2.2.2. *Praktična putna računala*

Putna računala mogu doprinijeti udobnosti i praktičnosti koje se povezuju s modernim vozilima. Računala upravljaju značajkama kao što su: (Flačenko, 2020)

- Ulazak u vozilo bez ključa
- Sigurnosni sustavi automobila
- Sustavi kontrole klime
- Motorizirana sjedala i ogledala
- Audio sustavi
- Tempomat

Moderan automobil, posebno vrhunska i luksuzna vozila i automobili koji imaju više značajki za udobnost i praktičnost vozača, sada su divovski valjani računalni sustavi. Što više udobnosti pružaju značajke automobilu, to više računalne tehnologije koristi. (Flačenko, 2020)

2.2.3. *Dijagnostička računala*

Moderni automobil uključuje računalo nazvano upravljačka jedinica motora, koje upravlja motorom tijekom vožnje i bilježi bilo kakve probleme ili nepravilnosti u ukupnim performansama vozila time informira vozača. Jedna od prvih stvari koje mnogi auto tehničari rade je da pričvršćuju skener na ECU⁹ vozila kako bi pristupili nedavnim kodovima pogrešaka i dobili predodžbu o tome što bi moglo uzrokovati problem. ECU-ovi mjere emisije, kompresiju motora i električne operacije u cijelom automobilu. (Flačenko, 2020)

⁹ ECU (*Electronic Computer Unit*) – upravljačka jedinica motora

2.3. Povijest razvoja putnog računala

Prva upotreba računala u automobilu bila je jednostavno u svrhu kontrole motora. Proizvođači automobila počeli su uvoditi rane verzije računalno kontroliranih sustava za obavljanje jedne specifične funkcije; Godine 1968. Volkswagen je predstavio prvo vozilo s računalno kontroliranim sustavom elektroničkog ubrizgavanja goriva (EFI) D-Jetronic¹⁰, (Slika 4.) tranzistorizirani elektronički modul proizvođača Bosch¹¹. Ponuđen je kao standardna oprema na njihovim modelima Type-3. (ChipsEtc, 2021.)



Slika 4 - Volkswagenovo prvo automobilsko računalo (1968.) (izvor: <https://www.powerelectronicsnews.com/automotive-electronics-what-are-they-and-how-do-they-differ-from-normal-electronics/>)

¹⁰ EFI (Electronic Fuel Injection) - Elektronsko ubrizgavanje goriva zamjenjuje potrebu za karburatorom koji miješa zrak i gorivo

¹¹ Bosch, dostupno na: <https://www.bosch.com/> (04.11.2021.)

Upravljačke jedinice motora su postale standardni uređaji na većini automobila od kasnih 1970-ih kada su postali nužni zbog sve strožih državnih standarda o emisiji. (ChipsEtc, 2021.)

Prva mehanička putna računala, kao što je Halda Speedpilot (VintageRally, 2001.), proizveo ju je švedski proizvođač taksimetara. Napravljena su 1950-ih kao dodatna oprema za automobile kako bi se vozaču omogućilo održavanje zadanog vremenskog rasporeda, posebno korisno u reliju. Jedan je ugrađen kao standardna oprema u Saab GT750 iz 1958. godine. (Slika 5.) Fiat 1900 iz 1952. je standardno došao sa složenim mehaničkim uređajem, na talijanskom nazvanom *mediometro*, koji je pokazivao prosječnu brzinu. (BringATrailer, 2013.) 1978. godine Cadillac divizija General Motorsa predstavila je "Cadillac putno računalo", dostupno na Cadillac Seville; Chrysler je također lansirao električno putno računalo na svom jeftinom Dodge Omni. (Allpar, 2021.)

Putna računala kreću se od osnovnih do složenih. Najosnovnija putna računala uključuju prosječnu kilometražu goriva i možda prikaz vanjske temperature. Verzije srednjeg raspona često uključuju informacije o gorivu, brzini, udaljenosti, kardinalnom smjeru (kompas) i proteklom vremenu. Najnaprednija putna računala rezervirana su za vrhunske automobile i često prikazuju prosječne izračune za dva vozača, štopericu, podatke o tlaku u gumama, upozorenja o prekoračenju brzine i mnoge druge značajke. (Allpar, 2021.)



Slika 5 - Halda Tripmaster je postavljen ispod instrumenta Saaba GT8500 (izvor: http://car-from-uk.com/saab_gt750/)

2.3.1. Halda speedpilot – prvo putno računalo za reli

Halda Speedpilot, (Slika 6.) bio je sve-u-jednom mehanički reli računalo predstavljen sredinom 1950-ih. Na temelju brzine postavljene na jednom kotačiću, unutarnji zupčanici pokreću dodatnu kazaljku na satu. Vozač bi trebao držati dodatnu kazaljku poredanu s kazaljkom minuta kako bi ostao na "Pilot" vremenu. Točnost je kao rezultat samo oko 1/2 minute. Speedpilot je bio popularan u Europi gdje je bilo potrebno samo stići prije zadanog vremena kako ne bi dobili kazne. Američki reliji bili su tempirani na drugi, s kaznama za rano i zakašnjenje, pa je preciznost Speedpilota bila nedovoljna da se utvrdi je li reli tim stigao na vrijeme. (MGAguru, 2011.)



*Slika 6 - Halda Speedpilot (izvor:
<http://www.mgaguru.com/mgtech/competition/comp203.htm>)*

Halda Speedpilot izračunava vrijeme i udaljenost u odnosu na unaprijed odabranu prosječnu brzinu. Potrebni su poznati čimbenici; tj. prosječna željena brzina, stvarna prijeđena udaljenost i stvarno provedeno vrijeme te izračunava vaše vrijeme u odnosu na pravo vrijeme. Dobiva točnu mjeru udaljenosti od kabla brzinomjera. Gumb za odabir prosječne brzine kontrolira niz varijacija koje određuju napredak ruke pilota. To je napredak ruke pilota, koji kontinuirano ukazuje na bilo kakvo odstupanje od pravog vremena. (MGAguru, 2011.)

3. Platforme za programiranje putnog računala

U tipičnom danu, veći dio programera (37%) provede samo 2-4 sata programirajući. Od 1400 anketiranih programera i IT stručnjaka, 14% ih je reklo da provode jedan sat dnevno programirajući, 31% provodi 5-7 sati, a 19% provodi više od 8 sati radeći kodiranje dnevno. (ActiveState, 2018.)

Programeri se suočavaju s nekoliko izazova kada je u pitanju rad na programskim projektima. Najveći problem za ove profesionalce je stabilnost ili izrada novih izdanja koja se ponašaju isto kao i stara izdanja, a 27% ispitanih je to ocijenilo kao problem koji im uzrokuje najviše problema. Sigurnost (23%), dobivanje odobrenja za korištenje određenih paketa otvorenog koda (14%), prijetnje u paketima i modulima (11%), te problemi s licencama u paketima i modulima (10%) također su visoko rangirani. (TechRepublic, 2018.)

Najpopularnije platforme koje programeri koriste za programiranje projekata su Linux, Windows i macOS.

Prema izvješću, 10 najpopularnijih platformi koje programeri koriste za programiranje projekata: (ActiveState, 2018.)

1. Linux (80%)
2. Windows (77%)
3. macOS (50%)
4. Raspberry Pi (39%)
5. Docker Container (37%)
6. AWS (35%)
7. Arduino (28%)
8. iOS (24%)
9. Microsoft Azure (23%)
10. Google Cloud Platform (22%)

3.1. *Arduino*

Arduino (Slika 7.) je elektronička platforma otvorenog koda koja se temelji na hardveru i softveru koji je jednostavan za korištenje. Arduino, instrukcije šalju se niz uputama mikro kontroleru na ploči. Za slanje niz uputa, koristi se programski jezik Arduino (temeljen na ožičenju) i Arduino softver (IDE¹²) na temelju obrade. (Arduino, 2018.) Tijekom godina Arduino je bio mozak tisuća projekata, od svakodnevnih predmeta do složenih znanstvenih instrumenata. Svjetska zajednica kreatora - studenata, hobista, umjetnika, programera i profesionalaca - okupila se oko ove platforme otvorenog koda, čiji su doprinosi dodali nevjerojatnu količinu dostupnog znanja koje može biti od velike pomoći kako početnicima tako i stručnjacima. (Arduino, 2018.)



Slika 7 - *Arduino* (izvor: <https://www.arduino.cc/>)

¹² IDE (*integrated development environment*) - Integrirano razvojno okruženje je softverska aplikacija koja računalnim programerima pruža sveobuhvatne mogućnosti za razvoj softvera.

3.2. *Visual Studio Code*

Visual Studio Code je uređivač kodova laičkim rječnikom. Visual Studio Code je besplatni uređivač koji pomaže programeru u pisanju koda, pomaže u ispravljanju pogrešaka. U normalnom smislu, korisnicima olakšava jednostavno pisanje koda. Bilo koji program/softver koji je viđen ili korišten, radi na kodu koji se pokreće u pozadini. Tradicionalno kodiranje korišteno je u tradicionalnim urednicima ili čak u osnovnim urednicima poput notepad. Ti urednici, koristili su se za pružanje osnovne podrške koderima. (Pedamkar P, 2020.)

Visual Studio Code je alat tvrtke Microsoft. To je potpuno besplatna Arduino IDE alternativa i postoji nekoliko verzija za Linux, Windows i OSX. Nudi skup značajki koda na visokoj razini vrlo korisne i jednostavne za upotrebu. VSCode ima tržište na kojem je moguće preuzeti nove razmjere koji dodaju nove značajke ovom IDE Alternativu. Jedno od tih proširenja je PlatformIO¹³ koje se može preuzeti izravno u VSCode. (AcoptexCom, 2019.)



Slika 8 - Logo Visual Studio Code (izvor: <https://code.visualstudio.com/>)

¹³ PlatformIO - PlatformIO je višeplatformski, međukulturni, višestruki okvir, profesionalni alat za inženjere ugrađenih sustava i za programere softvera koji pišu aplikacije za ugrađene proizvode.

3.3. *Visual Micro*

Visual Micro dodatak je za Microsoft Visual Studio. Visual Micro pomaže u stvaranju Arduino kompatibilnih višeplatformskih programa za stotine različitih mikrokontrolera kompatibilnih s Arduinom. Visual Micro podržava projekte koji sadrže jednu ili više .ino¹⁴ kodnih datoteka i standardne c++ datoteke izvornog koda, baš kao i Arduino IDE. (AcoptexCom, 2019.)

Visual Micro također nudi niz dodatnih značajki u odnosu na Arduino IDE kao što su: - više serijskih monitora, jednostavnih unaprijed konfiguriranih hardverskih (GDB) programa za ispravljanje pogrešaka, jedinstveni alternativni program za ispravljanje pogrešaka u softveru pune brzine, razni programeri, lokalne knjižnice, zajedničke knjižnice, projekti zajedničkog koda. (AcoptexCom, 2019.)

¹⁴ .ino - INO datoteka je softverski program stvoren za upotrebu s Arduinom, platformom za izradu prototipa elektronike otvorenog koda

4. Primjeri programiranja putnih računala

4.1. *OBduino – Arduino platforma*

OBduino (Slika 9.) je dizajn putnog računala otvorenog koda baziran na Arduino11 platformi. OBduino može sastaviti i prilagoditi ljubitelj elektronike; prikazuje informacije kao što su trenutna potrošnja goriva (npr. milja po galonu, L/100 km ili kilometara po litri), parametri podešavanja motora itd. na LCD-u. (Alin, 2010.)

OBduino koristi sučelje za dijagnostiku na vozilu koje se nalazi u većini modernih automobila. (Alin, 2010.) Ključne komponente dizajna OBduina su:

- Mikro kontroler
- Sučelje za sustav upravljanja automobilom, pomoću konektora za dijagnostiku na vozilu (OBD)
- LCD i tri tipke za ulaz
- Kod mikro kontrolera (Slika 9.)



Slika 9 - OBduino (izvor: <http://obduino.ca/>)

Kod mikro kontrolera je C i C++ program (Slika 10.) temeljen na Arduino okviru, koji se u Arduino terminologiji naziva Sketch¹⁵. To se učitava na mikro kontroler preko USB-a ili serijskog sučelja pomoću besplatnog Arduino integriranog razvojnog okruženja. (Arduino, 2021.)

```
#include "ST7735.h"
#include "glcdfont.c"
#include <avr/pgmspace.h>
#include "pins_arduino.h"
#include "wiring_private.h"
#include <SPI.h>
//-----

ST7735::ST7735(uint8_t cs, uint8_t rs, uint8_t sid,
  uint8_t sclk, uint8_t rst) {
  _cs = cs;
  _rs = rs;
  _sid = sid;
  _sclk = sclk;
  _rst = rst;
}
//-----

ST7735::ST7735(uint8_t cs, uint8_t rs, uint8_t rst) {
  _cs = cs;
  _rs = rs;
  _sid = 0;
  _sclk = 0;
  _rst = rst;
}
//-----
```

Slika 10 - dio kod grafičke biblioteke koju koristi OBduino (izvor: https://github.com/Magister54/opengauge/blob/master/obduino32K_graphic/libraries/ST7735/ST7735.cpp)

¹⁵ Sketch - naziv koji Arduino koristi za program. To je jedinica koda koja se učitava i izvodi na Arduino ploči

4.2. MPGuino – Arduino platforma

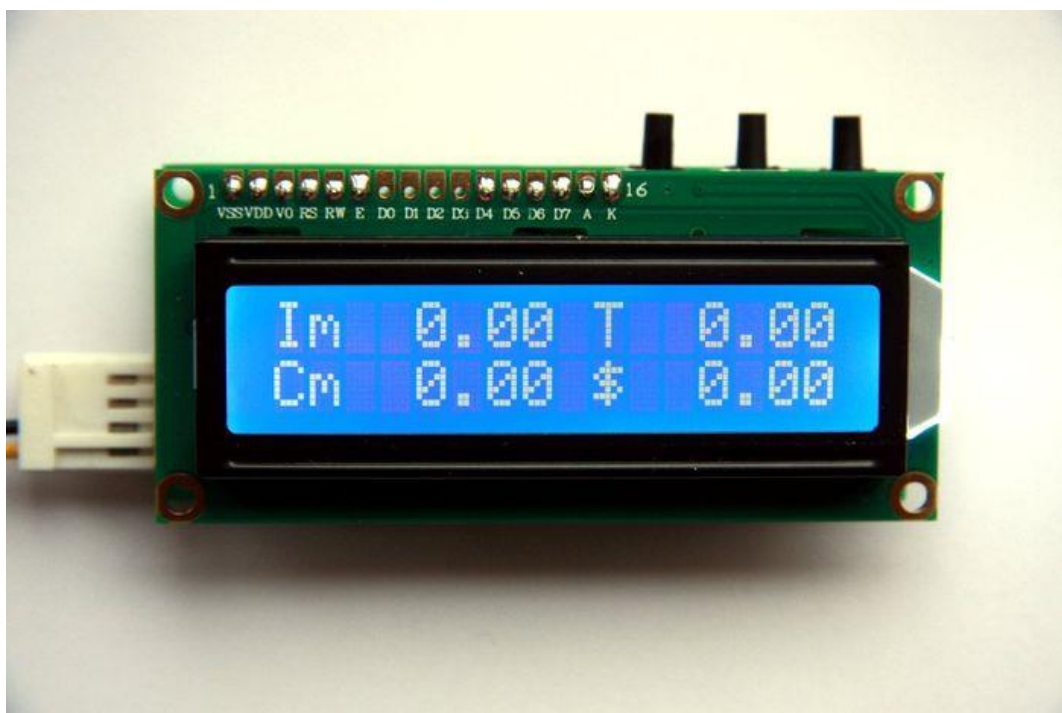
MPGuino (Slika 12.) je još jedno putno računalo bazirano na Arduino i uglavnom je ograničeno na mjerenje potrošnje goriva. Može se koristiti u bilo kojem vozilu koje ima električni sustav ubrizgavanja goriva i digitalni senzor brzine vozila. MPGuino se izravno povezuje s ovim sensorima tako da ne zahtijeva OBDII sučelje. Može izvijestiti L/100, preostale kilometre dok se spremnik ne isprazni itd. (EcoModders, 2018.)

```
// in header section
#define GreenLed 10
#define RedLed 11
...
// in setup()
pinMode(GreenLed, OUTPUT);
pinMode(RedLed, OUTPUT);
...
// After sei() call in loop()
if(lastActivity != nil){
  if(instantmpg()>tank.mpg()){
    //turn on GreenLed
    digitalWrite( GreenLed, HIGH);
  }else{
    //turn off GreenLed
    digitalWrite( GreenLed, LOW);
  }
  if(instantmpg()>current.mpg()){
    //turn off RedLed
    digitalWrite( RedLed, LOW);
  }else{
    //turn on RedLed
    digitalWrite( RedLed, HIGH);
  }
}else{
  //turn off both lights if we are in sleep mode.
  digitalWrite( RedLed, LOW);
  digitalWrite( GreenLed, LOW);
}
```

Slika 11 - dio koda za MPGuino (izvor:
https://ecomodder.com/wiki/Code_hacks#Red_.26_Green_leds_to_determine_if_you_are_doing_better_or_worse_than_your_average)

Slika 11, prikazuje primjer kako se može programirati MPGuino u C++. (EcoModders, 2018.) Logika iz tog koda je:

- Zeleno uključeno / crveno isključeno - trenutni MPG veći od prosjeka spremnika
- Zeleno uključeno / crveno - Trenutni MPG jednak je Prosjeku spremnika
- Zeleno isključeno / crveno uključeno - trenutni MPG manji od prosjeka spremnika



Slika 12 - MPGuino (izvor: <http://mpguino.wiseman.ee/eng>)

4.3. Carputer – Visual Studio Code platforma

Carputer (Slika 13.) je računalo sa specijalizacijama za rad u automobilu, kao što su kompaktna veličina, mala potrošnja energije i neke prilagođene komponente. Računalni hardver se obično temelji na standardnim računalima ili mobilnim uređajima. Obično imaju standardna sučelja kao što su Bluetooth, USB i WiFi. (CarputerWorld, 2010.) Clarion je prvi carputer predstavio 4. prosinca 1998. iako se dijagnostika na vozilu koristi od 1980-ih za precizno mjerenje količine goriva koje ulazi u motor jer su rasplinjači postali previše složeni (Laurens, 2020.)

Postoje tri vrste računala: (Hattersley L. 2019.) infotainment sustavi proizvođača originalne opreme (OEM¹⁶), glavne jedinice nakon prodaje i projekti uradi sam (DYI¹⁷).

- OEM sustavi za informiranje i zabavu najčešći su računala. Dostupni su za sve vrste vozila i često se viđaju u luksuznim automobilima. Oni uključuju pristup zaslonu osjetljivom na dodir sustavima za kontrolu klime, multimedijske opcije, navigaciju skretanje po skretanje, pa čak i hands-free pozive pomoću uparenog mobilnog telefona. Oni se, kao što ime govori, uglavnom koriste za zabavu i informacije.
- Glavne jedinice nakon tržišta su računala koja pružaju gotovo iste funkcionalnosti kao OEM infotainment sustavi. Razlika je u tome što se implementiraju u starije modele automobila. Neke značajke

¹⁶ OEM (*Original equipment manufacturer*) - Proizvođač originalne opreme općenito se percipira kao tvrtka koja proizvodi dijelove i opremu koju može prodati drugi proizvođač

¹⁷ DYI (*do it yourself*) – uradi sam

postprodajnih glavnih jedinica uključuju kontrole dodirnog zaslona, GPS navigaciju, Bluetooth, pristup internetu i integraciju pametnog telefona. Imaju vrlo slične značajke, ali se razlikuju po hardveru i dizajnu. OEM infotainment sadržavat će više vrhunskih komponenti i cijenu koja ide uz to.

- DIY računala razlikuju se od druga dva jer ih izrađuje pojedinac. Izrađeni su od platformi poput računala i prijenosnih računala, netbooka i tableta. Mogu se spojiti na internet ili na lokalni medijski poslužitelj, funkcionirati kao navigacijski sustav, omogućiti mobilnu bežičnu TV pristupačnost i igrati video igrice.



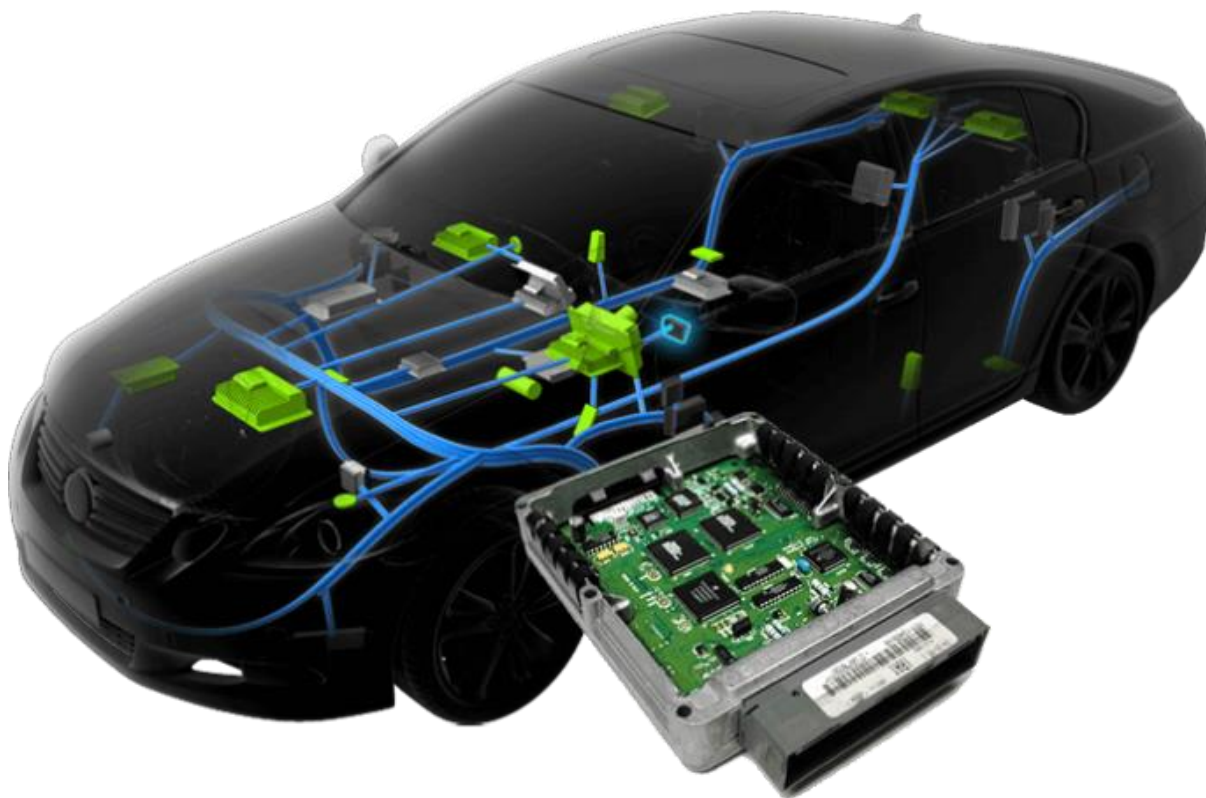
Slika 13 - Carputer kodiran u Pythonu-u baziran na Raspberry Pi, ugrađeno u Toyotu (izvor: <https://github.com/jbuehl/carputer>)

5. Upotreba programskih jezika u računalu automobila

Gotovo svaki dio automobila je kompjuterski kontroliran ili nadgledan ovih dana. Dolazi se do pitanja koji računalni jezik ili jezike Ford i drugi proizvođači koriste za pisanje softvera koji koristi računalo automobila? (Callahan, 2017.)

Računalni jezik C se u velikoj mjeri koristi u elektroničkim upravljačkim modulima automobila. (Slika 14.) Jezik C, vrlo je čest u ugrađenim sustavima jer omogućuje lak pristup hardveru, ima malu upotrebu memorije i što je najvažnije - brz je. Proizvođači automobila koriste specifičnu implementaciju C-a poznatu kao MISRA-C (Motor Industry Software Reliability Association C). MISRA¹⁸ je zapravo skup smjernica za programiranje u C-u i C++-u koji pomaže u izbjegavanju lošeg koda koji bi mogao uzrokovati opasno ponašanje dok je automobil u pogonu. MISRA je strogo definiran stil programiranja. Kada se implementira, osigurat će se u potpunosti izbjeći uobičajene pogreške i zamke koje programeri mogu napraviti prilikom pisanja softvera za automobilsko računalo. (Callahan, 2017.)

¹⁸ MISRA (Motor Industry Software Reliability Association) dostupno na: <https://www.misra.org.uk/> (06.11.2021.)



Slika 14 - Prikaz kako je ECU povezan s cijelim automobilom (izvor: <https://autotechdrive.com/electronic-control-unit/>)

5.1. MISRA

MISRA (Motor Industry Software Reliability Association, (Slika 15.) daje smjernice za razvoj sigurnosnih i sigurnosnih elektroničkih sustava, ugrađenih kontrolnih sustava, softverski intenzivnih aplikacija i samostalnih softvera. (Synopsys, 2021.)

Rođena u automobilskoj industriji, MISRA je postala prihvaćena na drugim tržištima kao što su zrakoplovna, biomedicinska i financijska tržišta. Prihvaćaju ga i ugrađeni, IoT (Internet of Things)¹⁹ i industrijski kontrolni sustavi. Iako usklađenost s MISRA-om ne jamči da će softver biti bez svih problema s kvalitetom ili sigurnošću, proizvodi kod koji je robusniji, lakši za održavanje i prenosivi. (Synopsys, 2021.)

Većina industrija ima zahtjev usklađenosti za korištenje standarda kodiranja — kao što je ISO 26262²⁰ za funkcionalnu sigurnost automobila. (Synopsys, 2021.)



Slika 15 - Logo MISRA (izvor: <https://www.misra.org.uk/>)

¹⁹ IoT (*Internet of Things*) - opisuje fizičke objekte koji su ugrađeni sa senzorima, sposobnošću obrade, softverom i drugim tehnologijama, te koji se povezuju i razmjenjuju podatke s drugim uređajima i sustavima putem Interneta ili drugih komunikacijskih mreža.

²⁰ ISO 26262 - Međunarodna organizacija za standardizaciju pod nazivom "Cestovna vozila – funkcionalna sigurnost"

5.1.1. MISRA-C

MISRA C je najrašireniji skup smjernica za kodiranje za C u cijelom svijetu. Došla su tri izdanja standarda MISRA C: (Perforce, 2021.) (Burden, 2013.)

MISRA C:1998 objavljena je 1998. godine i danas je u širokoj upotrebi. Napisano je za C90. Postoji 127 pravila kodiranja, uključujući:

Pravilo 59

Naredba koja čini tijelo izraza "*if*", "*else if*", "*else*", "*while*", "*do ... while*" ili "*for*" uvijek će biti zatvorena u zagradama

MISRA C:2004 je drugo izdanje MISRA C, objavljeno 2004. godine. Napisano je za C90. Postoje 142 pravila kodiranja, uključujući:

Pravilo 14.9

Nakon konstrukcije *if* (izraza) slijedi složena izjava. Nakon ključne riječi *else* slijedi složeni izraz ili drugi *if* izraz.

Pravilo 14.10

Sve *if...else if* konstrukcije će se završiti klauzulom *else*.

MISRA C:2012 je treće izdanje MISRA C, objavljeno 2012. godine. Napisano je za C99. Postoje 143 pravila, uključujući:

Pravilo 18.1

Pokazivač koji je rezultat aritmetike na operand pokazivača mora adresirati element istog niza kao i taj operand pokazivača.

MISRA C:2012 dopuna 1 objavljen je 2016. godine. Uz ovu dopunu, MISRA C:2012 uključuje 156 pravila i 17 direktiva za ukupno 173 smjernica, uključujući:

Pravilo 12.5

Operator *sizeof* ne smije imati operand koji je parametar funkcije deklariran kao "niz tipa"

MISRA C:2012 dopuna 2 objavljen je 2020. godine i dodaje dva nova pravila. Ovim dopunom, MISRA C:2012 uključuje 158 pravila i 17 direktiva za ukupno 175 smjernica. Nova pravila su:

Pravilo 1.4

Energente jezične značajke ne smiju se koristiti

Pravilo 21.21

Funkcijski sustav standardne knjižnice <stdlib.h> neće se koristiti

Iako je standard MISRA C izvorno dizajniran za funkcionalnu sigurnost, on također pokriva sigurnost. MISRA C:2012 uključuje dodatke koji jačaju sigurnost kodiranja.

MISRA C:2012 — Dodatak 2 pokazuje kako se svako MISRA pravilo preslikava na pravila C Secure u ISO/IEC TS 17961:2013.

MISRA C:2012 — Dodatak 3 pokazuje kako se svako pravilo preslikava na pravila CERT C.

5.1.2. MISRA-C++

MISRA C++ široko koriste programeri koji su ključni za sigurnost. Danas je dostupna samo jedna verzija MISRA C++ pravila. (Perforce, 2021.)

MISRA C++:2008 objavljena je 2008. godine. Napisana je za C++03. Postoji 228 pravila kodiranja, uključujući:

Pravilo 5-0-13

Uvjet *if*-naredbe i uvjet izraza iteracije imat će tip *bool*

6. Budući trendovi u razvoju putnog računala

Tijekom početnih pandemijskih ograničenja, automobilska industrija teško je pogođena, jer su se globalni lanci opskrbe zaustavili, proizvođači i trgovci privremeno zatvoreni, a ljudi su ostali kod kuće i manje vozili. Međutim, unatoč tom početnom usporavanju, industrijski stručnjaci kažu da je pandemija zapravo ubrzala napredak digitalizacije u automobilskom sektoru. (Forbes, 2021.) Iako su mnogi proizvođači automobila i dobavljači naučili iz prošlosti kako bi im pomogli da prežive nedavne poremećaje i učine svoje postojeće poslovanje učinkovitijim, čelnici industrije raspravljali su da će fleksibilnost i inovacije biti kritični kada su u pitanju jedinstveni izazovi s kojima se suočava budući smjer automobilske industrije. (Forbes, 2021.)

Na održanom webinaru, SAP Industries Live 2021. Joachim Skarpil, voditelj automobilskih dobavljača u Capgeminiju objasnio je, da će se buduće inovacije postići softverskim komponentama, a svaki dobavljač automobila mora pronaći svoje pojedinačne odgovore. Dakle, potrebno je razviti nove proizvode ili druge proizvode s novim uslugama i novim poslovnim modelima. U budućnosti će dobavljači automobila morati biti fleksibilniji i čak brži nego ikad prije. (Skarpil, 2021.)

6.1. *Budućnost mobilnosti*

U ovom prostoru postoji toliko suradnje i inovacija da su inovacije u području e-mobilnosti već u tijeku. Nekoliko primjera: (Cubiss, 2021.)

- Automobili koji su samosvjesni i pružaju povezanu platformu za nove poslovne modele.
- Vozila sa stotinama upravljačkih jedinica motora povezanih s internetom (ECU) i senzora pružaju podatke i uvide.
- Mogućnost objedinjavanja prodaje vozila s novim ponudama temeljenim na pretplatama za usluge parkiranja, punjenja električnih vozila (EV), dijeljenja vožnje i dijeljenja automobila.
- Osiguranje temeljeno na algoritmima na temelju podataka iz povezanih automobila.
- Usluge flote, koje su već na najvišoj razini svih vremena, nastavit će rasti i širiti se kako bi uključivale operacije na naplatnim točkama, kako sve više flota postaje elektrificirano.

7. Zaključak

Danas, život bez prometa potpuno je nemoguće zamisliti. Informatički stručnjaci, svakog dana se sve više i više bave na tome da sustavi u automobilima budu što jednostavniji te što brži, ekonomičniji i sigurniji. Jedna od bitnijih dijelova u automobilu je putno računalo. Bez njega danas bi život bio puno teži, značajka ovog uređaja je prisutnost širokog raspona postavki i opcija koje omogućuju praćenje stanja automobila. Kako bi vozač bio na vrijeme upozoren na kvar, na zaslonu računala pojavljuje se odgovarajući signal, neki modeli uređaja su opremljeni glasovnom najavom. Međutim, bez obzira na model uređaja, njegov glavni zadatak ostaje sposobnost obavještanja vozača o kvarovima i stanju svih automobilskih sustava. Takav *karputer* može nadzirati potrošnju goriva, razinu ulja u motoru i mjenjaču, nadzirati napon u sustavu itd.

Tematika putnog računala dosta je opširna, u radu je data sažeta teorijska osnova. Danas, putno računalo ključni dio je svakog automobila koji, u kombinaciji s tehnološkim poboljšanjima i inovacijama olakšava vožnje. U radu su navedene i objašnjene sve vrste računala koje se koriste te primjeri putnih računala koji se mogu programirati koristeći se navedenim platformama. Informatičari ne samo da moraju imati potrebna programerska znanja, kao znanje u jeziku C, C++ ili Pythonu ovisno o potrebama, nego i elektroničke vještine. Svako računalo konstantno šalje svoje senzore i programske informacije, iako ne bili zatraženi od upravljačke jedinice motora. Informatičari su zato primireni da naprave točan i kvalitetan kod jer ne postoji centralno čvorište ili sustav usmjeravanja, već samo kontinuirani protok informacija koji je uvijek dostupan upravljačkoj jedinici motora.

Prateći tehnološki razvoj svih ovih godina, pogotovo nakon nastalih epidemioloških situacija gdje se sve ubrzalo, nema sumnje da vrijeme i dalje nosi mnoge promjene u ovom području.

Literatura

1. Flačenko, A. (2020.) 'Što je on-board računalo i zašto je potrebno?' [Online] Dostupno na: <https://avtotachki.com/hr/chto-takoe-bortovoj-avtomobilnyj-kompyuter/> [Pristupljeno: 26.08.2021.]
2. Univdesigntechnologies (2019.) 'Što je putno računalo na automobilu?' [Online] Dostupno na: <https://hr.univdesigntechnologies.com/63-what-is-a-trip-computer-on-a-car-33761> [Pristupljeno: 04.09.2021.]
3. ChipsEtc (2021.) 'Computer chips inside the car' [Online] Dostupno na: <https://www.chipsetc.com/computer-chips-inside-the-car.html> [Pristupljeno: 03.11.2021.]
4. Laurens, E. (2020.) 'Car computer history' [Online] Dostupno na: <https://itstillruns.com/car-computer-history-5082250.html> [Pristupljeno: 03.11.2021.]
5. BringATrailer (2013.) 'Never Seen One: Well-Preserved RHD 1950 Fiat 1400 (odjeljak za komentare)' [Online] Dostupno na: <https://bringatrailer.com/2013/11/10/never-seen-one-well-preserved-rhd-1950-fiat-1400/#comment-544931> [Pristupljeno: 03.11.2021.]
6. MotorTrend (2020.) 'The Acura TL and TLX: History, Generations, Specifications' [Online] Dostupno na: <https://www.motortrend.com/vehicle-genres/acura-tl-tlx-history-generations-specifications/> [Pristupljeno: 07.11.2021.]

7. VintageRally (2001.) 'The Halda Speedpilot' [Online] Dostupno na: <http://winktimber.com/vintagerally/gear/halda/hspdpilot.htm> [Pristupljeno: 04.11.2021.]
8. Allpar (2021.) 'Chrysler EVIC (Electronic Vehicle Information Center) - Trip Computers' [Online] Dostupno na: <https://www.allpar.com/threads/chrysler-ivic-electronic-vehicle-information-center-trip-computers.237316/#post-1085245729> [Pristupljeno: 04.11.2021.]
9. MGAguru (2011.) 'Rally Computer, HALDA SPEEDPILOT' [Online] Dostupno na: <http://mgaguru.com/mgtech/competition/comp203.htm> [Pristupljeno: 04.11.2021.]
10. Alin (2010.) 'OBDuino' [Online] Dostupno na: <http://arduino.anunturigr.ro/obduino-2/> [Pristupljeno: 05.11.2021.]
11. Arduino (2021.) 'Sketch' [Online] Dostupno na: <https://www.arduino.cc/en/tutorial/sketch> [Pristupljeno: 05.11.2021.]
12. EcoModder (2018.) 'MPGuino' [Online] Dostupno na: <https://ecomodder.com/wiki/MPGuino> [Pristupljeno: 05.11.2021.]
13. CarputerWorld (2010.) 'Introduction to CarPuters' [Archive] Dostupno na: <https://web.archive.org/web/20181205141945/http://www.carputer-world.com/2010/03/07/carputer-car-computer-an-introduction/> [Pristupljeno: 05.11.2021.]
14. Callahan, M. (2017.) 'Which programming language is used in the computer of a car?' [Online] Dostupno na: <https://mfcallahan.blog/2017/08/08/which-programming-language-is-used-in-the-computer-of-a-car/> [Pristupljeno: 06.11.2021.]

15. Synopsys (2021.) 'What is MISRA?' [Online] Dostupno na: <https://www.synopsys.com/automotive/what-is-misra.html> [Pristupljeno: 06.11.2021.]
16. Burden, P. (2013.) 'MISRA C:2012 ensures automotive software safety' [Online] Dostupno na: <https://www.eenewsautomotive.com/content/misra-c2012-ensures-automotive-software-safety> [Pristupljeno: 06.11.2021.]
17. Perforce (2021.) 'MISRA C and MISRA C++' [Online] Dostupno na: <https://www.perforce.com/resources/qac/misra-c-cpp> [Pristupljeno: 06.11.2021.]
18. Hartman, D. (2010.) 'Types of computer in cars' [Online] Dostupno na: <https://itstillruns.com/types-computers-cars-6455959.html> [Pristupljeno: 10.03.2022.]
19. AAMCOColorado (2018.) 'Computers In Your Car' [Online] Dostupno na: <https://www.aamcolorado.com/computers-in-your-car/> [Pristupljeno: 10.03.2022.]
20. DeNisco Rayome, A. (2018.) 'The 10 most popular platforms developers use to code projects' [Online] Dostupno na: <https://www.techrepublic.com/article/the-10-most-popular-platforms-developers-use-to-code-projects/> [Pristupljeno: 17.03.2022.]
21. Pedamkar P. (2020.) 'What is Visual Studio Code?' [Online] Dostupno na: <https://www.educba.com/what-is-visual-studio-code/> [Pristupljeno: 12.05.2022.]
22. AcoptexCom (2019.) 'Best Arduino IDE alternatives to start programming' [Online] Dostupno na: <https://acoptex.com/wp/best-arduino-ide-alternatives-to-start-programming/> [Pristupljeno: 20.05.2022.]

23. Hattersley L. (2019.) 'Build a car computer with Raspberry Pi [Online] Dostupno na: <https://magpi.raspberrypi.com/articles/build-car-computer-raspberry-pi> [Pristupljeno: 11.12.2021.]
24. Raspberry Pi (2022.) [Online] Dostupno na: <https://www.raspberrypi.org/> [Pristupljeno: 17.05.2022.]
25. The Future Of Automotive And Mobility (2021.) [Online] Dostupno na: <https://www.forbes.com/sites/sap/2021/05/05/the-future-of-automotive-and-mobility/?sh=54553ef959d5> [Pristupljeno: 26.06.2022.]

Popis slika

| | |
|---|----|
| Slika 1 - putno računalo u automobilu (izvor: https://www.seat.co.uk/car-terms/o/on-board-computer.html)..... | 3 |
| Slika 2 - Acura TL 2004, putno računalo (izvor: https://i.ytimg.com/vi/CP7k9Pr5Yi0/maxresdefault.jpg) | 4 |
| Slika 3 - ScanGauge II (izvor: https://www.scangauge.com/about/)..... | 5 |
| Slika 4 - Volkswagenovo prvo automobilsko računalo (1968.) (izvor: https://www.powerelectronicsnews.com/automotive-electronics-what-are-they-and-how-do-they-differ-from-normal-electronics/)..... | 10 |
| Slika 5 - Halda Tripmaster je postavljen ispod instrumenta Saaba GT8500 (izvor: http://car-from-uk.com/saab_gt750/)..... | 12 |
| Slika 6 - Halda Speedpilot (izvor: http://www.mgaguru.com/mgtech/competition/comp203.htm)..... | 13 |
| Slika 7 - Arduino (izvor: https://www.arduino.cc/) | 15 |
| Slika 8 - Logo Visual Studio Code (izvor: https://code.visualstudio.com/) | 16 |
| Slika 9 - OBDuino (izvor: http://obduino.ca/) | 18 |
| Slika 10 - dio kod grafičke biblioteke koju koristi OBDuino (izvor: https://github.com/Magister54/opengauge/blob/master/obduino32K_graphic/libraries/ST7735/ST7735.cpp)..... | 19 |
| Slika 11 - dio koda za MPGuino (izvor: https://ecomodder.com/wiki/Code_hacks#Red_.26_Green_leds_to_determine_if_you_are_doing_better_or_worse_than_your_average) | 20 |
| Slika 12 - MPGuino (izvor: http://mpguino.wiseman.ee/eng)..... | 21 |
| Slika 13 - Carputer kodiran u Pythonu-u baziran na Raspberry Pi, ugrađeno u Toyotu (izvor: https://github.com/jbuehl/carputer)..... | 23 |
| Slika 14 - Prikaz kako je ECU povezan s cijelim automobilom (izvor: https://autotechdrive.com/electronic-control-unit/) | 25 |
| Slika 15 - Logo MISRA (izvor: https://www.misra.org.uk/)..... | 26 |

Popis kratica

GM – General Motors

FCA - Fiat Chrysler Automobiles

OBDII – On-board diagnostics

mi/km – miles to kilometers

gal/l – gallon to liters

°C/°F - celsius to Fahrenheit

PSI/kPa - pounds per unit to kilopascal

EFI – Electronic Fuel Injector

ECU – Engine Control Unit

LCD - Liquid Crystal Display

USB - Universal Serial Bus

MPG – Miles Per Gallon

WiFi – Wireless Fidelity

DYI – Do It Yourself

OEM - Original Equipment Manufacturer

GPS - Global Positioning System

TV - Television

MISRA - Motor Industry Software Reliability Association

IoT – Internet of Things

ISO - International Organization for Standardization

IEC - International Electrotechnical Commission

IDE - Integrated development environment

AWS – Amazon Web Services

Sažetak

Automobili su svakim danom sve opremljenija i modernija te se svakom vozaču iz dana u dan sve više olakšava vožnja. Vozača svakog trenutaka osiguravaju točne i pravovremene informacije koje su bitne za udobnu i sigurnu vožnju. Putna računala pokazuju vozačima pomoću raznih tehnologija kojim putem da idu, koliko će im vremena trebati te će cijelim putem dobivati pomoćne informacije o kakvom je stanju automobil, stanju na cestama, vremenu i ostalo. U ovom radu se oslanjamo od samih početaka putnog računala; kada su ga počeli koristiti i u kojim svrhama, do toga kako su se s vremenom poboljšali i modernizirali, kako ih se programira pa sve do smjernica za razvoj sigurnosnih elektroničkih sustava.

KLJUČNE RIJEČI: putno računalo; vozač; automobil; tehnologija vozila; programiranje;

Summary

Cars are becoming more equipped and modern, and the car is more and easier to drive every day. They always provide the driver with accurate and timely information that is essential for a comfortable and safe ride. Onboard computers show drivers using various technologies which route to go, how much time they will need, and they will receive auxiliary information's about the condition of the car, the condition of the roads, the weather and more. In this paper, we rely on the very beginnings of the on-board computer; when they started using it and for what purposes, to how they have improved and modernized over time, how they are programmed, all the way to guidelines for the development of security electronic systems.

KEY WORDS: portable computer; driver; car; vehicle technology; programming