Nekonvencionalni operativni sustavi terminalnih uređaja

Štefanac, Josip

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:228147

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-16**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Josip Štefanac

NEKONVENCIONALNI OPERATIVNI SUSTAVI TERMINALNIH UREĐAJA

ZAVRŠNI RAD

Zagreb, 2018.

Sveučilište u Zagrebu

Fakultet prometnih znanosti

ZAVRŠNI RAD

NEKONVENCIONALNI OPERATIVNI SUSTAVI TERMINALNIH UREĐAJA

UNCONVENTIONAL OPERATING SYSTEMS OF TERMINAL DEVICES

Mentor: dr. sc. Siniša Husnjak

Student: Josip Štefanac

JMBAG: 0135249661

Zagreb, rujan 2018.

NEKONVENCIONALNI OPERATIVNI SUSTAVI TERMINALNIH UREĐAJA

SAŽETAK

Razvojem tehnologije i povećanjem broja različitih vrsta sofisticiranih terminalnih uređaja došlo je zadnjih godina do nagle ekspanzije raznolikosti operativnih sustava. Uz klasične uređaje poput osobnih računala i pametnih telefona pogonjenih konvencionalnim OS-ima pojavile su se suvremene kategorije uređaja i za njih razvijeni nekonvencionalni OS-i. Shodno tome, nastala je potreba za sveobuhvatnim pregledom svih vrsta OS-a i analizom trendova u njihovom daljnjem razvoju, uz prethodnu klasifikaciju terminalnih uređaja. Za razradu cjelovitog pregleda trenutnog stanja u domeni operativnih sustava automobila, pametnih satova, pametnih televizora i pametnih zvučnika, kao i za trenutne tržišne udjele pojedinih OS-a, korišteni su pretežito online izvori na engleskom jeziku. Aplikacije virtualnih pomoćnika pojavljuju se u svim kategorijama terminalnih uređaja te se mogu uvjetno smatrati svojevrsnim OS-om.

KLJUČNE RIJEČI: nekonvencionalni operativni sustavi; klasifikacija terminalnih uređaja; povijest operativnih sustava; virtualni pomoćnici

SUMMARY

Development of technology and expansion of different types of sophisticated terminal devices resulted in an increase of the variety of operating systems. Besides classical devices like personal computers or smartphones driven by conventional operating systems, a number of modern categories of devices with built-in newly developed unconventional operating systems emerged. A classification of terminal devices followed by a comprehensive overview of all the types of OS and an analysis of the trends in their further development were required. Mainly online references were used in order to provide an overview of the operating systems of smart vehicles, smartwatches, smart TVs and smart home speakers, as well as their global market shares. Virtual assistant applications are being supported in all of the covered categories of devices and may themselves in some aspect be considered as operating systems.

KEYWORDS: unconventional operating systems; classification of terminal devices; history of operating systems; smart assistants

SADRŽAJ

1. Uvod ... 1
2. Općenito o operativnim sustavima terminalnih uređaja ... 3
   2.1. Osnovni pojmovi ... 3
      2.1.1. Virtualni pomoćnik ... 4
      2.1.2. Casting ... 5
   2.2. Klasifikacija terminalnih uređaja ... 5
   2.3. Vozila s operativnim sustavima ... 7
   2.4. Pametni satovi ... 8
   2.5. Pametni televizori ... 9
   2.6. Pametni zvučnici ... 11
3. Klasifikacija operativnih sustava ... 14
   3.1. Konvencionalni operativni sustavi ... 14
   3.2. Povijest razvitka operativnih sustava ... 14
      3.2.1. Microsoft Windows ... 15
      3.2.2. Apple Mac OS i iOS ... 16
      3.2.3. Linux ... 16
      3.2.4. Android ... 17
      3.2.5. Chrome OS ... 18
   3.3. Trenutno stanje u domeni konvencionalnih OS-a ... 19
4. Konvencionalni operativni sustavi u nekonvencionalnoj primjeni ... 22
   4.1. Apple ... 23
      4.1.1. Apple CarPlay ... 23
      4.1.2. Apple WatchOS ... 24
      4.1.3. Apple tvOS ... 24
      4.1.4. Apple HomePod OS ... 25
   4.2. Google ... 26
      4.2.1. Android Auto ... 26
      4.2.2. Wear OS ... 26
      4.2.3. Android TV ... 27
      4.2.4. Google Home OS ... 28
   4.3. Microsoft ... 28
5. Karakteristike i primjena nekonvencionalnih operativnih sustava ... 30

5.1. Operativni sustavi u vozilima 30
5.1.1. BlackBerry QNX 30
5.1.2. Linux 31
5.1.3. Tesla UX 32
5.1.4. Rimac Infotainment 33
5.2. Operativni sustavi pametnih satova 34
5.2.1. Fitbit OS 34
5.2.2. Tizen OS 35
5.3. Operativni sustavi pametnih televizora 35
5.3.1. My Home Screen 35
5.3.2. Roku OS 36
5.3.3. Tizen OS 36
5.3.4. WebOS 37
5.4. Operativni sustavi pametnih zvučnika 38
6. Zaključak 39
Literatura 41

1. Uvod

Prije nešto više od 10 godina pojam operativni sustav (*Operating System* - OS) asocirao je gotovo isključivo na Microsoft Windows. Rijetki entuzijasti su koristili neku od izdanja Linux OS-a, a Mac OS se koristio na ograničenom broju vrlo skupih računala. Popis uređaja koji su za svoje funkcioniranje trebali OS bio je prilično kratak i na njemu su se nalazila računala (stolna i prijenosna), poslužitelji i manji broj konzola za igranje.

No, danas se broj različitih vrsta uređaja koje pogoni vlastiti OS povećava iz godine u godinu, uz poneke čak i neočekivane primjere. To usložnjavanje segmenta uređaja koji imaju vlastiti OS povlači za sobom i usložnjavanje same ponude različitih vrsta operativnih sustava koji upravljaju radom tih uređaja.

Diversifikacija ponude OS-a odvija se dvojako. S jedne strane se već postojeći OS-i kao što su *Android*, *iOS* ili *Linux* prilagođavaju za potrebe novih vrsta uređaja, a s druge se pojavljuju novi sustavi namijenjeni specifičnoj vrsti terminalnih uređaja.

O operativnim sustavima koji se mogu smatrati „konvencionalnim“, a koji uključuju najzastupljenije OS-e na terminalnim uređajima u širokoj upotrebi (*MS Windows, Mac OS* i *Linux* na računalima, te *Android* i *iOS* na pametnim telefonima), dostupna je velika količina informacija. No sveobuhvatni pregled ostalih OS-a, koji se za potrebe ovog rada nazivaju nekonvencionalnim operativnim sustavima nije lako pronaći.

Ovaj završni rad nudi opći pregled trenutnog stanja u području terminalnih uređaja pokretanih operativnim sustavom, s posebnim naglaskom na nekonvencionalne OS-e. S obzirom na to da je za predmetnu tematiku dostupno vrlo malo literature na hrvatskom jeziku, kao izvor većina podataka poslužili su *online* članci u tehnološkim časopisima na engleskom jeziku. Dio informacija o OS-u za vozila tvrtke *Rimac Automobili* pribavljeni su putem izravnog kontakta s predstavnikom tvrtke.

Rad je koncipiran u 6 cjelina:

1. Uvod
2. Općenito o operativnim sustavima terminalnih uređaja
3. Klasifikacija operativnih sustava
4. Konvencionalni operativni sustavi u nekonvencionalnoj primjeni
5. Karakteristika i primjene nekonvencionalnih operativnih sustava
6. Zaključak

Drugo poglavlje pruža pregled osnovnih pojmova vezanih za tematiku rada, kao i klasifikaciju terminalnih uređaja. Ukratko su pojašnjeni pojmovi vezani za nove tehnologije koje se navode u narednim poglavljima. Daje se pregled različitih kategorija terminalnih uređaja radi naknadne lakše klasifikacije OS-a.

Treće poglavlje daje opći pregled operativnih sustava, uključujući i kratku povijest razvitka OS-a. Četvrto poglavlje sadrži pregled nekonvencionalnih inačica onih OS-a

koji se tradicionalno smatraju konvencionalnim OS-ima, kao nastojanje tradicionalnih lidera u domeni OS-a da zadrže korak s novim tehnologijama.

Peto poglavlje nudi detaljniji pregled novonastalih OS-a koji se za potrebe ovog rada svrstavaju u kategoriju nekonvencionalnih, razvrstano po kategorijama terminalnih uređaja, dok završno poglavlje sadrži zaključak.

2. Općenito o operativnim sustavima terminalnih uređaja

U cilju boljeg razumijevanja predmetne problematike nužno je definirati osnovne pojmove te provesti klasifikaciju terminalnih uređaja u cilju lakše i jednostavnije klasifikacije OS-a.

2.1. Osnovni pojmovi

Operativni sustav se može jednostavnim rječnikom definirati kao moćan i pretežito glomazan program koji nadzire i upravlja radom svih komponenti terminalnog uređaja i drugim softverom na uređaju.

Operativni sustav se također može definirati kao, [1]:

- softver koji djeluje kao veza između korisnika računala i računalnog hardvera;
- skup složenih računalnih kodova koji omogućuju protokole operacijskih procesa ili pravila djelovanja;
- sastoji se od skupa programa koji vode kontrolu korištenja resursa u računalnom sustavu i kontrolu izvođenja programa.

Osnovne funkcije OS-a računala su:

- pokretanje i gašenje računala,
- sinkronizacija rada,
- izvođenje aplikacija,
- upravljanje memorijom,
- koordinacija zadaća,
- nadzor performansi,
- nadzor mreže,
- nadogradnje sustava,
- konfiguracija uređaja.

Jezgra ili srž (*kernel*) OS-a je najniži apstrakcijski sloj OS-a koji:

- ima pristup svemu za razliku od aplikacija koje koriste aplikacijsko programsko sučelje (*Application Programming Interface* – API) jezgre;
- kontrolira resurse (upravlja procesima, memorijom, diskom i pruža pristup drugom hardveru) i pruža usluge koje su vezane za njih drugim aplikacijama;
- može dati direktan pristup aplikaciji;
- predstavlja sučelje (*Interface*) između hardvera i softvera.

2.1.1. Virtualni pomoćnik

Jedan od pojmova koji postaje vrlo značajan u domeni uređaja povezanih na Internet je virtualni pomoćnik *(Digital Personal Assistant,* zvanih još i *Voice Assistant).* Radi se o *cloud-based* [1] programskim alatima koje koriste umjetnu inteligenciju u cilju ispunjavanja zahtjeva korisnika ili predviđanja njihovih prohtjeva. Među najznačajnije funkcije svih virtualnih pomoćnika je prepoznavanje govora i pretvaranje teksta u govor, što omogućuje na primjer diktiranje ili preslušavanje e-mail poruka tijekom vožnje u automobilu, [2].

Virtualni pomoćnici se koriste se u gotovo svim terminalnim uređajima koji se mogu zvati pametni, što uključuje računala, tablete, pametne telefone, pametne satove, televizore, vozila i zvučnike, pa tako gotovo svi OS-i trenutno u uporabi imaju integriranu neku od aplikacija virtualnog pomoćnika. Prva moderna inačica virtualnog pomoćnika bila je *Siri* koju je tvrtka *Apple* predstavila 2011. godine na uređaju *iPhone 4S*. Danas sve vodeće softverske tvrtke imaju ili razvijaju svoju inačicu, a najzastupljenije su (abecednim redom):

- Amazon Alexa,
- Apple Siri,
- Google Assistant,
- Microsoft Cortana,
- Samsung Bixby.

Aplikacije za virtualnog pomoćnika se čak zbog opsega aktivnosti koje obavljaju i zbog mogućnosti upravljanja drugim uređajima mogu smatrati ograničenim operativnim sustavom. Kao posljedica toga, novi trendovi ukazuju da velikim softverskim tvrtkama više neće biti najznačajnije dali terminalni uređaj kontrolira njihov ili neki drugi OS, sve dok je na njemu pokrenut njihov virtualni pomoćnik. Čak se pojavljuju i primjeri TU-a na kojima istovremeno rade dva ili više virtualna pomoćnika te se nastoje iskoristiti prednosti koje nude svaki od njih.

Trenutno zbog dominacije *Chrome* Internet preglednika, *Gmail-a*, *Android OS*-a i drugih servisa *Google* ima znakovitu prednost pred konkurencijom, ali činjenica je da sve velike softverske tvrtke razvijaju svoju inačicu virtualnog pomoćnika, što ukazuje na značaj ovog segmenta, [3]. Za sada je najveće ograničenje virtualnih pomoćnika broj jezika na kojima se koriste, ali taj se broj ubrzano povećava, tako da se može očekivati da će uskoro glasom upravljani virtualni pomoćnici biti uobičajeni u domovima i vozilima diljem svijeta.

[1] *Cloud-based:* Općeprihvaćeni izraz na engleskom jeziku za sadržaje koji su pohranjeni u oblaku

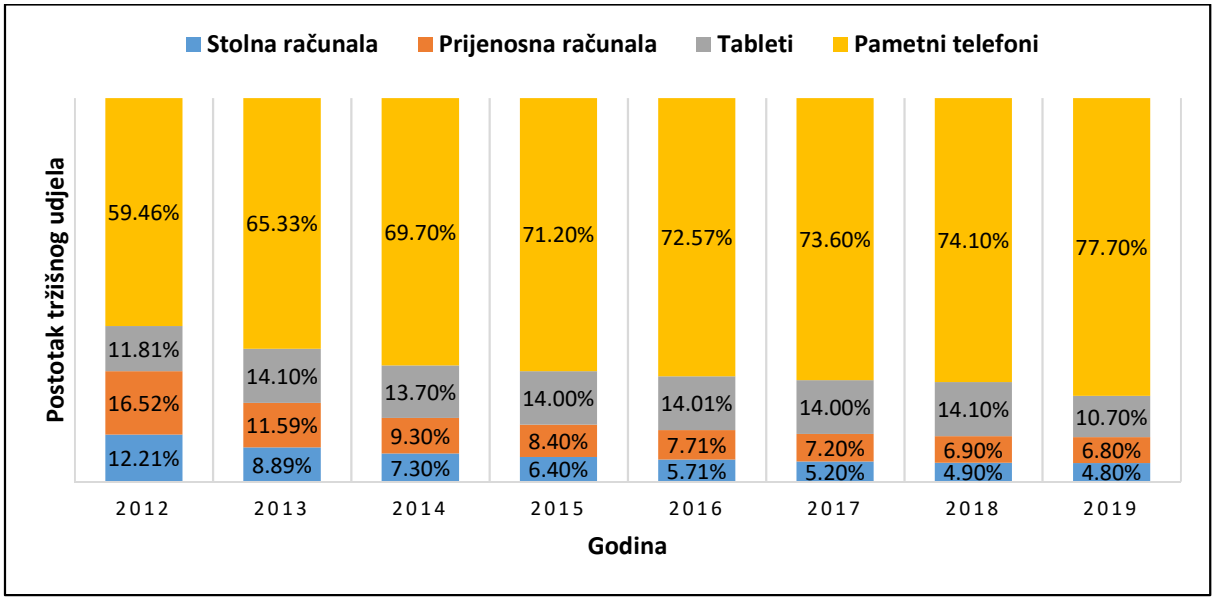
2.1.2. Casting

Casting je naziv za uslugu koja omogućuje prikaz multimedijskog sadržaja s računala ili pametnog telefona na ekran TV prijemnika ili drugog terminalnog uređaja bez fizičke povezanosti. Postoje dvije vrste castinga: *mirroring* i *streaming*, [4].

- *Mirroring* je prikaz slike ili videa koji se trenutno prikazuje na ekranu računala ili telefona izravno na ekran TV prijemnika ili drugog podržanog uređaj. To je naravno moguće uz pomoć odgovarajućeg kabela, ali i bežično putem Wi-Fi tehnologije uz korištenje određenih servisa kao na primjer *Miracast* ili *WiDi.*
- *Streaming* je prikaz multimedijskog sadržaja pohranjenog u memoriji izvorišnog uređaja na TV prijemnik ili drugi podržani uređaj posredstvom Wi-Fi mreže.

2.2. Klasifikacija terminalnih uređaja

Terminalni uređaji su krajnji uređaji u kojima se vrši pretvorba različitih vidova informacija u električne signale prilagođene za prijenos komunikacijskim kanalom i obrnuto, [1]. Dakle, svaki uređaj koji se nalazi na krajnjem odredištu bilo kakvog telekomunikacijskog procesa nazivamo terminalnim uređajem.



Grafikon 1: Tržišni udio klasičnih TU

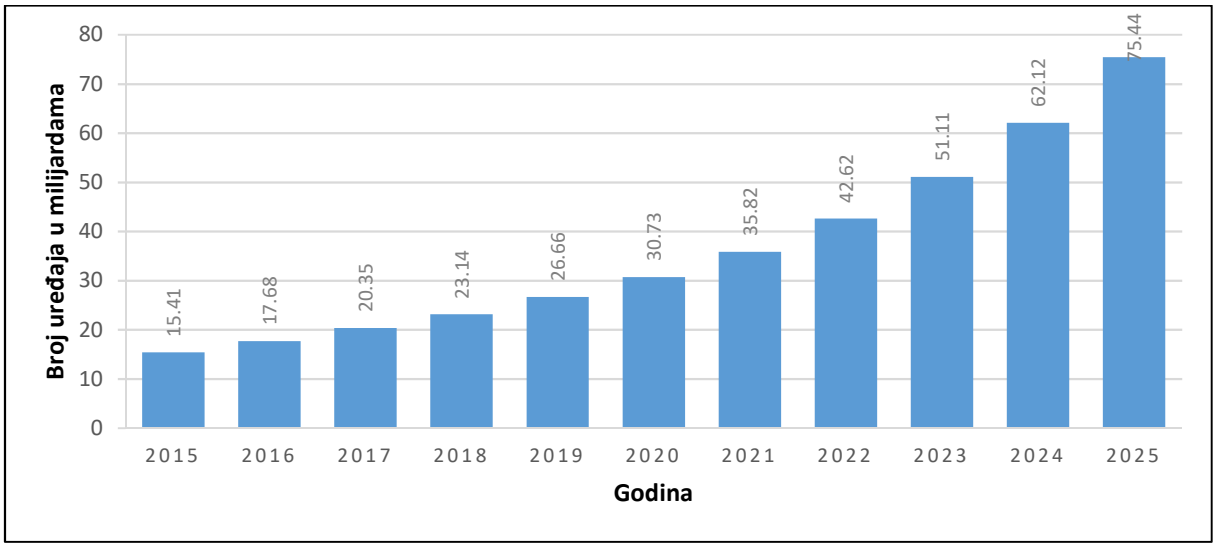
Izvor: [5]

Za potrebe ovog rada se terminalni uređaji koji za svoj rad zahtijevaju OS mogu podijeliti na „klasične“ i „suvremene“ uređaje. U kategoriju klasičnih terminalnih uređaja s operativnim sustavima pripadaju osobna računala, poslužitelji (*server)*, pametni

telefoni (*smartphone)* i *tableti.* Igraće konzole su također već duže vrijeme pogonjene vlastitim operativnim sustavima te ih je uvjetno moguće svrstati pod kategoriju klasičnih TU. Grafikon 1 prikazuje tržišnu raspodjelu klasičnih TU u razdoblju od 2012. do 2017. godine uz projekciju do 2019.

U kategoriju suvremenih terminalnih uređaja pripadaju oni TU koji u nekom obliku postoje duže vrijeme, ali su posljednjih godina njihova rastuća kompleksnost iziskuje razvoj specijaliziranih OS-a. U ovu kategoriju je prvenstveno moguće svrstati novija vozila, pametne televizore (*smart TV)*, pametne satove (*smartwatch)* i pametne zvučnike *(smart home speakers),* ali pojavljuju se i drugi uređaji kojima upravljaju OS-i (na primjer frižideri i usisavači pogonjeni *Tizen OS*-om tvrtke *Samsung*)[2].

Razloge za rast broja različitih vrsta terminalnih uređaja pogonjenih vlastitim operativnim sustavom treba tražiti u naglom razvitku tehnologije koja omogućuje masovnu i povoljnu proizvodnju velikog broja uređaja opremljenih mikroprocesorima, povezanih na mrežu (uglavnom Internet) i sposobnih za obavljanje velikog broja različitih funkcija od kojih su neke vrlo složene, [6].



Grafikon 2: Rast broja povezanih terminalnih uređaja;

Izvor: [5]

S obzirom na trendove valja očekivati daljnje povećanje broja povezanih uređaja, kako ukupnog broja, tako i broja različitih vrsta uređaja, na što će osobito utjecati uvođenje 5G mobilne tehnologije. Grafikon 2 prikazuje trendove rasta broja povezanih uređaja od 2015. do 2017. godine i projekciju daljnjeg rasta do 2025.

[2] Tvrtka *Samsung* razvila je sustav *Smart Things* koji objedinjuje i nadzire veći broj uređaja u kućanstvu

2.3. Vozila s operativnim sustavima

Današnja vozila opremljena su ogromnim brojem uređaja i senzora. Premda tradicionalno vozila ne pripadaju u kategoriju terminalnih uređaja, činjenica da su moderna vozila često čak i višestruko povezana (mobilna mreža, navigacijski sustav, FM radio itd.), što uvjetuje svrstavanje modernih vozila u tu kategoriju. Za svaki od tih sustava nužno je razviti i programsku podršku koja će osigurati funkcioniranje svih tih sustava, što uvjetuje da u novim vozilima često istovremeno radi po nekoliko OS-a koji su prilagođeni namjeni koju izvršavaju. Softver koji nadzire sve te komponente, pruža vozaču i putnicima informacije o vozilu i okolišu, a uz to i pruža određenu razinu ugode i zabave naziva se informacijsko-zabavni sustav za vozila (*In-Vehicle Infotainment* – IVI).

Najveće ograničenje predstavlja tradicionalni način razvoja novog modela vozila. To je proces koji u prosjeku traje tri do pet godina, a različite sustave u vozilu razvijaju uglavnom različiti odjeli iste tvrtke. S obzirom na sve veći broj elektroničkih sustava koji postaju sve složeniji događa se da u vozilu istovremeno ugrađeno po nekoliko zasebnih procesora od kojih se očekuje da rade bez zastoja i funkcioniraju zajedno kao cjelina, [7]. Stoga se težište u razvoju tih komponenti stavlja na robusnost i pouzdanost, s obzirom na povećane sigurnosne zahtjeve.

OS-i koji se koriste u vozilima mogu biti vrlo jednostavni i ograničeni na samo jednu ili nekoliko funkcija, ali pojavljuju se i vrlo složena rješenja. Najnoviji IVI sustavi temeljeni su na OS-ima i nazivaju se *Automotive Infotainment Operating System*. Znajući da se OS-i kontinuirano mijenjaju i vrlo brzo zastarijevaju, nije iznenađujuće da su često nova, tek predstavljena vozila opremljena IVI sustavima koji su već zastarjeli (i bez mogućnosti ažuriranja), [8].

S druge strane, novi trendovi u razvoju električnih i hibridnih vozila, razvoj samovoznih vozila i razvoj 5G tehnologije koja će omogućiti stalnu povezanost svih prometnih čimbenika pa tako i vozila zahtijevaju sve moćnija računalna rješenja, [9]. Od opcija koje IVI sustavi nude vlasnicima vozila valja istaknuti:

- Integracija IVI sustava sa svim ostalim sustavima u vozilu;
- Mogućnost povezivanja na Internet putem LTE i Wi-Fi tehnologije;
- Navigacijski sustavi s trenutnim informacijama o stanju u prometu;
- Bluetooth tehnologija za povezivanje s *Hands-Free* sustavom, ali i za povezivanje s drugim terminalnim uređajima (M2M[3]);
- Glasovno upravljanje i upravljanje pokretima ruku, uz pomoć virtualnog pomoćnika;
- Integracija s različitim OS-ima pametnih telefona;
- Prikazivanje (*casting*) slike s pametnog telefona na ekran IVI sustava;

[3] M2M – *Machine-to-Machine* izravno povezivanje više terminalnih uređaja

- Reprodukcija glazbe putem specijaliziranih aplikacija (npr. *Pandora*).

Uz navedene probleme jedan od najvećih izazova vezanih uz IVI sustave je učinkovita integracija svih podsustava u vozilu na siguran, informativan i učinkovit način, koristeći dostupne resurse (na primjer, kako na ekran veličine 8 inča pregledno smjestiti navigacijski sustav, informacije o temperaturi klimatizacije i trenutnu radio-stanicu). Proizvođači vozila na različite načine pokušavaju doći do najoptimalnijeg rješenja:

- Razvoj vlastitog OS-a za svoja vozila, temeljenog na OS-ima koji se već koriste na drugim vrstama TU nije se pokazala osobito uspješnim pristupom i većina automobilskih tvrtki je odustala od takvih projekata.
- Integracija specijaliziranih aplikacija (na primjer *Apple CarPlay* ili *Android Auto*) u postojeće IVI sustave, što donosi brojne aktualne mogućnosti, ali s druge strane ne omogućuje jedinstven nadzor svih sustava u vozilu. Ova je opcija trenutno najviše zastupljena.
- Udruživanje u udruge za razvoj specijaliziranih programskih alata za različite funkcije u vozilima (na primjer *Genivi* ili *Open Automotive Alliance*).

2.4. Pametni satovi

Satovi u svom prenosivom obliku (džepni ili ručni) postoje još od davnina i mogu se smatrati prvim *gadgetima* u povijesti, uglavnom pokazujući vrijeme, te u nekim kasnijim inačicama i datum. Tek se razvojem digitalne tehnologije u pojavljuju ručni satovi s brojnim dodatnim opcijama (alarm, štoperica, kalkulator, plima i oseka, mjesečeve mijene itd.).

Sat je prvu masovnu migraciju iz džepa na ruku doživio početkom 20-tog stoljeća. Kao primjer može poslužiti uređaj *Trench Watch* koji se koristio u vrijeme 1. svjetskog rata, a mogao se koristiti i kao džepni i kao ručni sat. No, pojavom mobilnih terminalnih uređaja koji pokazuju vrijeme i datum, te služe za buđenje i podsjećanje, prestala je potreba za ručnim satom. Dakle sat ponovo prelazi u džep, [10].

Prve naznake „pametnijih“ satova dolaze u 70-tim godinama prošlog stoljeća pojavom digitalnih satova, [11]. Već u 80-tim pojavljuju se prva ručna računala s mogućnošću povezivanja s periferijom ili stolnim računalom. U međuvremenu se pojavljuju razni oblici ručnih računala ili ručnih uređaja povezanih s mobitelima, [12].

Prvim moderni pametni sat koji je popularizirao ovu vrstu uređaja bio je *Pebble watch* iz 2012. godine. Pametni satovi se koriste uglavnom kao dopuna funkcionalnostima pametnih telefona, a omogućuju:

- Povezanost s pametnim telefonom;
- Prikaz obavijesti (pozivi, pristigle poruke i sl.);
- Mogućnost obavljanja telefonskih razgovora (posredno putem mobilnog telefona);

- Prepoznavanje glasovnih uputa uz pomoć virtualnog pomoćnika;
- Odgovaranje na poruke;
- Spajanje izravno na Internet putem Wi-Fi tehnologije;
- Mogućnost instaliranja dodatnih prilagođenih aplikacija;
- Prilagodljivo sučelje;
- Praćenje određenih tjelesnih parametara (puls, broj koraka i slično);
- GPS navigacija (određeni modeli imaju ugrađen GPS prijemnik);
- Bežično plaćanje putem NFC[4] tehnologije;
- Ostvarivanje poziva i povezivanje na Internet samostalno, bez korištenja pametnog telefona (za modele opremljene SIM-karticom);
- Snimanje fotografija i video-snimki (za modele opremljene kamerom).

Pametni sat uz funkcionalnosti koje služe kao nadogradnja pametnog telefona, ima dva zasebna vrlo značajna područja funkcionalnosti, [13]:

- *Fitness* – zbog ugrađenih senzora koji očitavaju različite tjelesne funkcije poput otkucaja srca, a u kombinaciji s GPS navigacijom i drugim senzorima na pametnom telefonu, pametni satovi su vrlo popularni kao uređaji za praćenje, planiranje i podsjećanje na tjelesne aktivnosti;
- Medicinska očitanja – zbog ugrađenih senzora čiji se broj stalno povećava, pametni sat može uspješno služiti kao medicinsko pomagalo, te vlasnika (i njegovog liječnika) trajno upoznavati s ključnim tjelesnim parametrima (na primjer krvni pritisak, otkucaji srca i slično).

Tržišnim udjelom pametnih satova dominira *Apple*, no u 2018. godini u odnosu na 2017. ta je dominacija znatno manja zbog porasta prodaje brojnih proizvoda drugih proizvođača (*Fitbit, Samsung, Garmin* i brojni drugi).

2.5. Pametni televizori

Televizori su dio gotovo svakog doma već preko 30 godina, ali tek nedavno su TV prijemnici postali terminalni uređaji koji se uz prijem klasičnog TV signala putem antene imaju mogućnost povezivanja na Internet ili na druge uređaje poput računala ili pametnog telefona. Time se multimedijske mogućnosti višestruko povećavaju te kompleksnost uređaja uvjetuje korištenje OS-a, [14].

Područje OS-a pametnih televizora poprište je svojevrsnog nadmetanja raznih proizvođača koji pokušavaju nametnuti svoj standard. Ono što je zajedničko svakoj platformi je da nude niz dodatnih opcija od kojih je moguće izdvojiti:

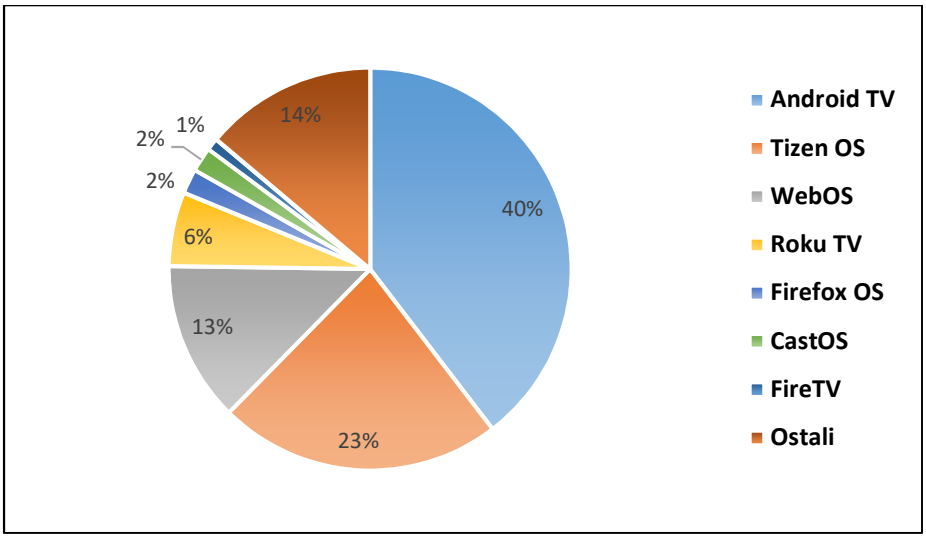
- Mogućnost povezivanja na Internet;

[4] NFC - *Near-Field Communication*

- Upravljanje radom TV prijemnika pomoću specijalizirane aplikacije na pametnom telefonu;
- Povezivanje perifernih uređaja poput tipkovnice ili miša putem *Bluetooth* tehnologije;
- Upravljanje nekim funkcijama uređaja glasom ili pokretima ruku;
- Umjetna inteligencija koja prati navike i preferencije korisnika i ciljano nudi sadržaje (virtualni pomoćnik);
- Pristup multimedijskim sadržajima iz kućne mreže putem standarda DLNA (*Digital Living Network Alliance*);
- Prikazivanje (*streaming*) multimedijalnog sadržaja izravno s Interneta (*Netflix*, *Youtube* i slično);
- Prikazivanje (*casting*) sadržaja s pametnog telefona na ekranu TV prijemnika;
- Preuzimanje raznih aplikacija po uzoru na pametne telefone;
- Surfanje Internetom ili socijalnim mrežama poput *Facebook*-a ili *Twitter*-a;

Neki proizvođači su se opredijelili za razvoj vlastitih specijaliziranih programskih rješenja za svoje uređaje (kao npr. *Samsung* i *LG*), dok drugi koriste dostupne platforme (npr. *Android*) i prilagođavaju ih za korištenje na TV prijemnicima (kao npr. *Sony, Phillips* ili *Sharp*).

U ovu kategoriju uređaja pripadaju i multimedijski uređaji za reprodukciju (*TV Box*) pokretani operativnim sustavom kao na primjer *Android TV* ili *tvOS*. Uređaji se na TV prijemnike spajaju HDMI kablom i omogućuju gotovo istu funkcionalnost kao i OS-i koji dolaze izravno na TV prijemnicima.



Grafikon 3: Tržišni udio OS-a pametnih televizora

Izvor: [16]

Procjenjuje se da udio broja prodanih pametnih televizora iznosi oko 70% od ukupnog broja prodanih uređaja. Globalni tržišni udio proizvođača pametnih televizora predvodi *Samsung* s 33,9% ukupne prodaje, a slijede ih *LG Electronics, Panasonic, Vizio, Hisense* i *TLC,* [15]. Grafikon 3 prikazuje tržišni udio OS-a pametnih televizora u 2018. godini sukladno istraživanju tvrtke *IHS Markit.*

2.6. Pametni zvučnici

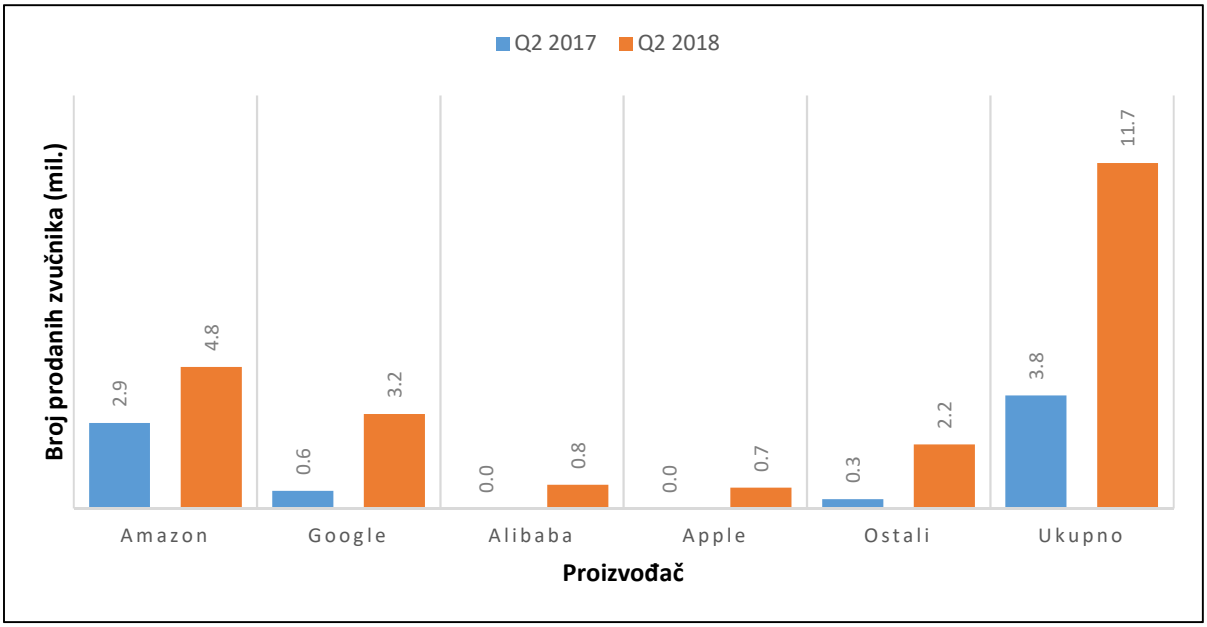
Kategorija terminalnih uređaja pogonjenih operativnim sustavom koja se nedavno pojavila su pametni zvučnici (*smart speakers* ili *smart home speakers).* Radi se o uređajima čija je primarna namjena olakšati i ubrzati neke učestale radnje koje korisnici svakodnevno obavljaju u svojim domovima. Temelje se na *Virtual Assistant* aplikacijama i funkcijama prepoznavanja govora.

Povijest razvitka pametnih zvučnika usko je povezan s razvojem aplikacija za virtualnog pomoćnika*,* premda nisu sve aplikacije te vrste imale mogućnost glasovnog komuniciranja, kao na primjer *Clippy* tvrtke Microsoft koji se pojavio prije 20-tak godina kao dio njihovog uredskog paketa *Office*. Prvi pametni zvučnik, *Echo* tvrtke *Amazon* s ugrađenim virtualnim pomoćnikom *Aleksa,* pušten je u prodaju 2014. godine, [17].

Danas na tržištu postoji veliki broj pametnih zvučnika a broj im naglo raste, kao i broj tvrtki koje izdaju svoje inačice. S rastom popularnosti raste i broj funkcija koje mogu izvršavati. Od prvobitne namjene pristupa glazbenoj zbirci i reprodukcije glazbe uz mogućnost glasovnog upravljanja, zvučnici danas imaju brojne funkcije koje uključuju:

- pristup Internetu;
- glasovno upravljanje potpomognuto virtualnim pomoćnikom;
- odgovaranje na upite, što uključuje i pretvorbu teksta u govor (na primjer čitanje e-knjiga);
- uspostava i odgovaranje na pozive i poruke;
- reprodukcija glazbe, ali i videa (za uređaje opremljene ekranom);
- upravljanje reprodukcijom multimedije na drugim uređajima (na primjer TV);
- upravljanje drugim uređajima u domu (*smart home* ili *home assistant* funkcionalnost), kao na primjer rasvjeta, termostat, sigurnosni sustav i slično;
- funkcija podsjetnika i budilice;
- izravna kupovina ili naručivanje (na primjer *Uber)*.

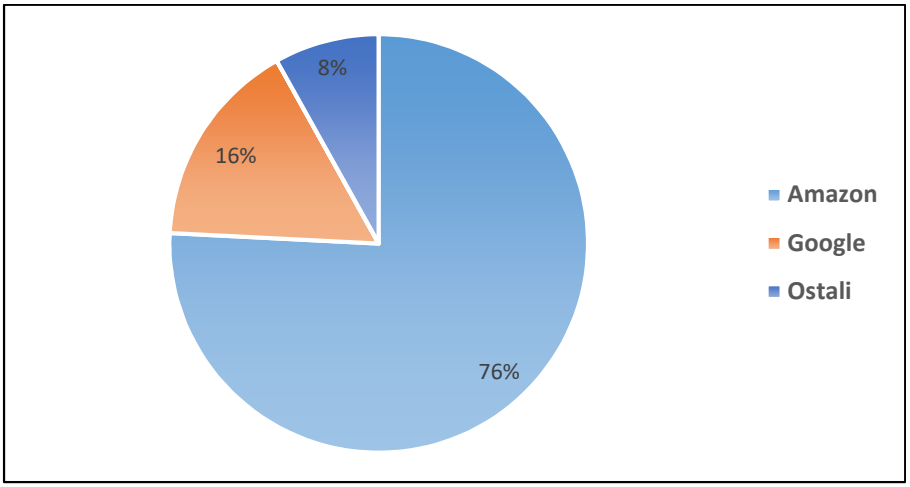
Većina pametnih zvučnika pokretana je nekom inačicom OS-a, što omogućuje pokretanje dodatnih aplikacija i servisa za pristup na primjer *online* multimedijskim sadržajima ili *online* trgovinama, ali omogućuje i kontrolu drugih uređaja. U nekim dijelovima svijeta, osobito u SAD-u pametni zvučnici su vrlo popularni, a u ostatku svijeta se može očekivati povećanje prodaje u skladu s povećanjem mogućnosti prepoznavanja govora na različitim jezicima, [18].



Grafikon 4: Porast broja prodanih pametnih zvučnika u milijunima

Izvor: [19]

Grafikon 4 prikazuje broj prodanih pametnih zvučnika na svjetskoj razini, razvrstano po tvrtkama, usporedno za 2. kvartal 2017. i isto razdoblje 2018. godine. Znakovito je da je u roku od godine dana broj prodanih pametnih zvučnika porastao trostruko, od 3,8 milijuna do gotovo 12 milijuna.

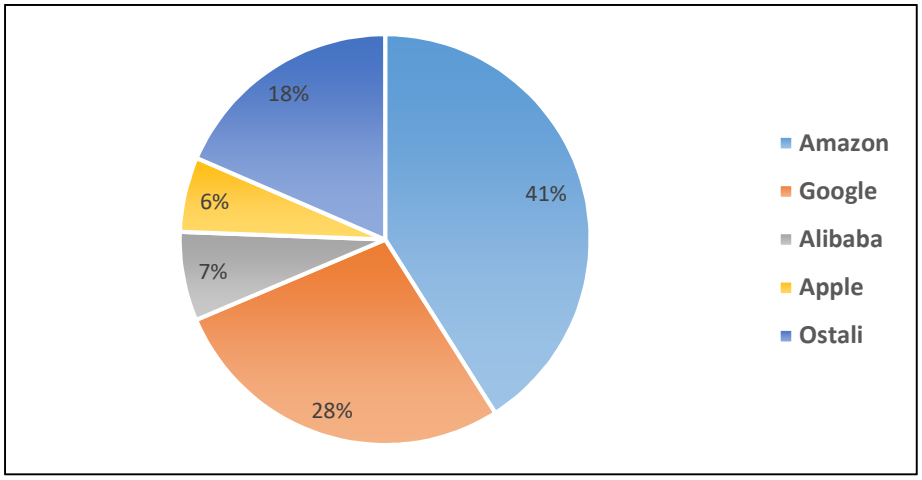


Grafikon 5: Tržišni udio prodaje pametnih zvučnika u 2. kvartalu 2017. godine

Izvor: [19]

Kao što je vidljivo iz grafikona 5 u drugom tromjesečju 2017. godine tvrtka *Amazon* je dominirala s gotovo 76% tržišnog udjela, dok je godinu dana kasnije sukladno grafikonu 6, unatoč povećanju broja prodanih primjeraka sa 2,9 na 4,8 milijuna, njihov

tržišni udjel pao na 41%. Istovremeno, tržišni udio tvrtke *Google* porastao je sa 16% na 28%, uz pojavljivanje novih proizvođača, što ukazuje na zaoštravanje tržišne utrke u ovom segmentu, [20].



Grafikon 6: Tržišni udio prodaje pametnih zvučnika u 2. kvartalu 2018. godine

Izvor: [19]

3. Klasifikacija operativnih sustava

Operativne sustave moguće je klasificirati na različite načine i temeljem brojnih kriterija. Operativni sustavi se s obzirom na zatvorenost sustava mogu podijeliti na otvorene (*non-proprietary*) i zatvorene (*proprietary*).

- Zatvorene OS-e obično razvijaju sami proizvođači TU specifično za određenu vrstu uređaja i uglavnom takvi sustavi nisu dostupni drugim proizvođačima. Najpoznatiji zatvoreni OS-i su *Apple Mac OS* i *Apple iOS*, *BlackBerry OS, Palm OS, Samsung Bada* i *Microsoft Windows* (stolne i mobilne inačice).
- Otvoreni OS-i mogu se koristiti na različitim hardverskim platformama i dostupni su svim proizvođačima TU, što objašnjava zašto je upravo *Linux* jezgra poslužila za razvoj tako velikog broja različitih inačica OS-a. U ovu kategoriju pripadaju *Android, Linux, Symbian* i brojni drugi.

S obzirom na temu ovog rada najznačajnija je klasifikacija na konvencionalne i nekonvencionalne operativne sustave. Pod nekonvencionalne OS mogu se svrstati svi operativni sustavi posebno razvijeni za uporabu na suvremenim TU koji tradicionalno za svoj rad ne iziskuju OS. Uglavnom se radi o softverskim proizvodima razvijenim u proteklih desetak godina. Više u poglavlju 5.

Dodatno, za potrebe ovog rada se posebno razmatraju inačice konvencionalnih OS-a posebno razvijenih za suvremene uređaje, kao na primjer *Apple WatchOS* ili *Android TV*. Detaljnije u poglavlju 4.

3.1. Konvencionalni operativni sustavi

U kategoriju konvencionalnih OS pripadaju svi operativni sustavi koji se tradicionalno koriste na uređajima kao što su računala (stolna i prijenosna), poslužitelji, pametni telefoni i tableti, [1]. Ti se OS-i dodatno mogu podijeliti na:

- OS-i za samostojeće (*stand-alone)* terminalne uređaje - *Windows* (desktop inačice), *MacOS, Linux, Unix, DOS* i drugi.
- OS-i za mobilne TU – *Android, IOS, Windows Mobile, Windows Phone, Symbian, Blackberry OS, Palm* i drugi.
- OS-i za poslužitelje (*servere*) – *Windows Server, Linux, Unix, Solaris, Netware* i drugi.

3.2. Povijest razvitka operativnih sustava

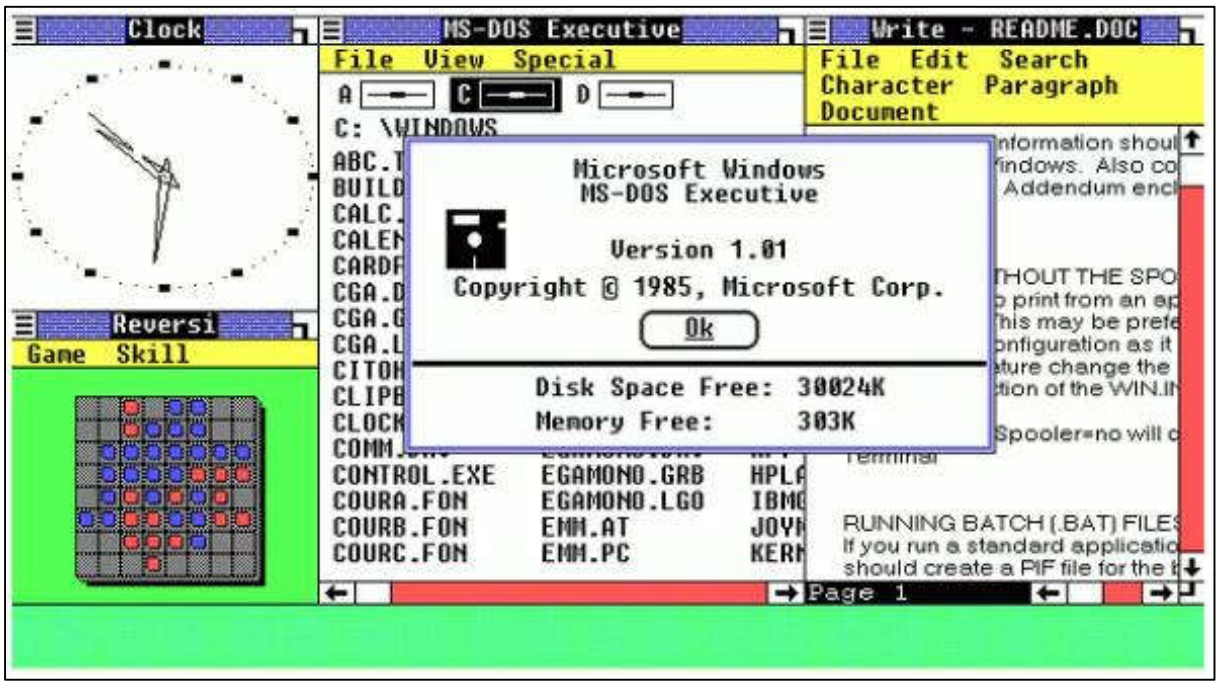
Prva računala pogonjena operativnim sustavom su IBM-ova *mainframe* računala iz sredine 50-tih godina 20-tog stoljeća. U tom razdoblju je za svako računalo posebno razvijan OS.

Krajem 60-tih tvrtka *AT&T Bell Laboratories* razvija *Unix* OS koji je zbog svoje jednostavnosti, modularnosti, portabilnosti, fleksibilnosti i pristupačnosti bio vrlo raširen. Distribucija *Unix*-a zvana BSD (*Berkele Software Distribution*) poslužila kao osnova za kasniji razvoj brojnih OS-a poput *Linux*-a i *macOS*-a. Neke od distribucija *Unix* OS-a u uporabi su još i danas, kao na primjer *Schillix* i *Nexenta*, [21].

Alto OS razvila tvrtka *Xerox* 1973. godine za potrebe računala *XeroxAlto.* Zanimljivo je da je to bio prvi operacijski sustav koji je koristio miš za navigaciju kroz grafičko korisničko sučelje (*Graphic User Interface – GUI)*, što je danas gotovo apsolutni standard za osobna računala. *Xerox Alto* je bilo prvo računalo koje se nazivalo stolnim računalom (*desktop*) i imalo velik utjecaj na daljnji razvoj osobnih računala.

3.2.1. Microsoft Windows

Tvrtka *Microsoft* je prvi OS (*Microsoft Disk Operating System* – MS-DOS) razvila 1981. godine za osobno računalo tvrtke *IBM*. Prvi OS pod nazivom *Windows* pojavio se 1985. godine (sučelje prikazano na slici 2).



Slika 1: Sučelje Windows 1 (1985. godine), [22]

MS Windows trenutno postoje u nekoliko inačica u kojoj su najnovije *Windows 10* (2015.) za računala, *Windows Phone* (2010.) za pametne telefone te *Windows Server* (2009.) za poslužitelje.

3.2.2. Apple Mac OS i iOS

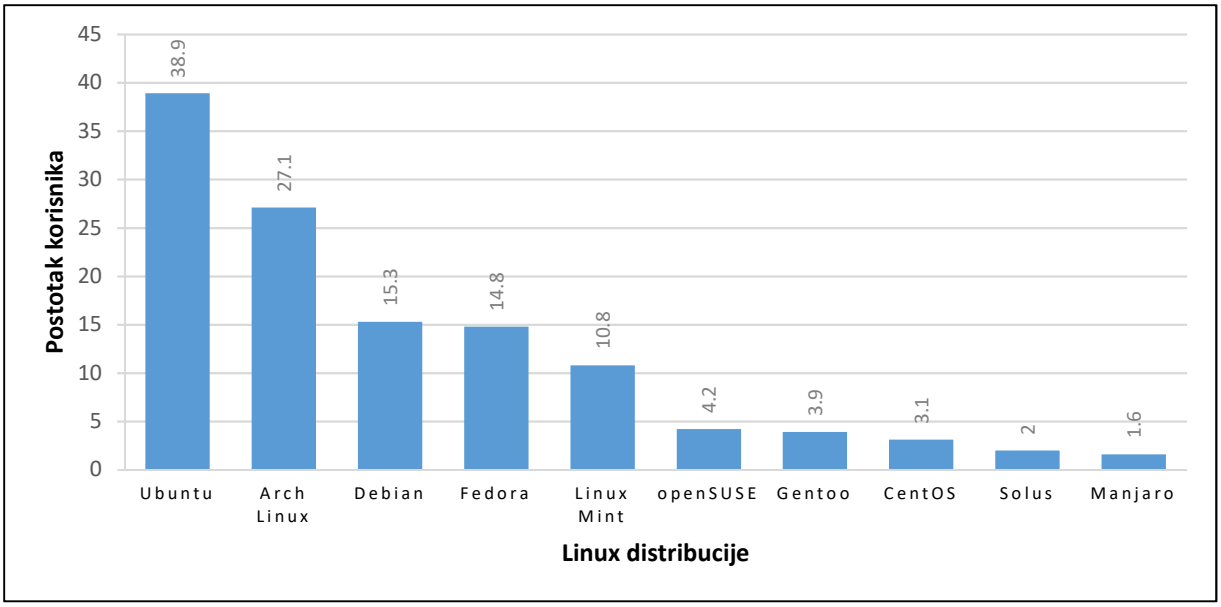
Još od prvog *Apple DOS* operativnog sustava iz 1978. godine tvrtka *Apple* razvija vlastiti OS za svoje uređaje. Prvo osobno računalo *Macintosh* proizvedeno 1984. godine dolazilo je s OS-om pod nazivom *System Software,* koje je 1997. godine preimenovano u *macOS* [23]. Od konvencionalnih OS-a njihova računala danas pogoni *macOS 10.13* zvani *High Sierra*, a poslužitelje *macOS 10.13 Server 5.5*.

Slika 2: Usporedba izgleda sučelja *System OS* 1984. i *macOS* 2012. godine, [24]

Apple iOS je inačica operativnog sustava razvijena prvobitno za pametni telefon *iPhone* (pušten u prodaju 2007. godine), a naknadno primijenjen i za multimedijski uređaj *iPod Touch* i za tablet *iPad.* Apple je ubrzo nakon uvođenja *iOS*-a omogućio i instalaciju dodatnih programa (aplikacija) pristupom njihovoj programskoj bazi *App Store* putem Interneta.

3.2.3. Linux

Linux se pojavio 1994. godine kao besplatan OS za osobna računala, a temeljen je na *Unix OS*-u. Razvio ga je *Linus Torvalds* kao projekt besplatnog (*open source)* programskog alata dostupnog svima bez naplate, uz obavezu pridržavanja osnovnih postavki licence. Linux je ustvari samo jezgra (*kernel)* a ostali elementi OS-a preuzimaju iz raznih izvora (kao na primjer GNU – *GNU's not Unix), [25]*. *Linux* jezgra poslužila kao osnova za brojne inačice OS-a i koristi se na svim vrstama terminalnih uređaja.



Grafikon 7: Udjel korištenja *Linux* distribucija (srpanj 2017.)

Izvor: [26]

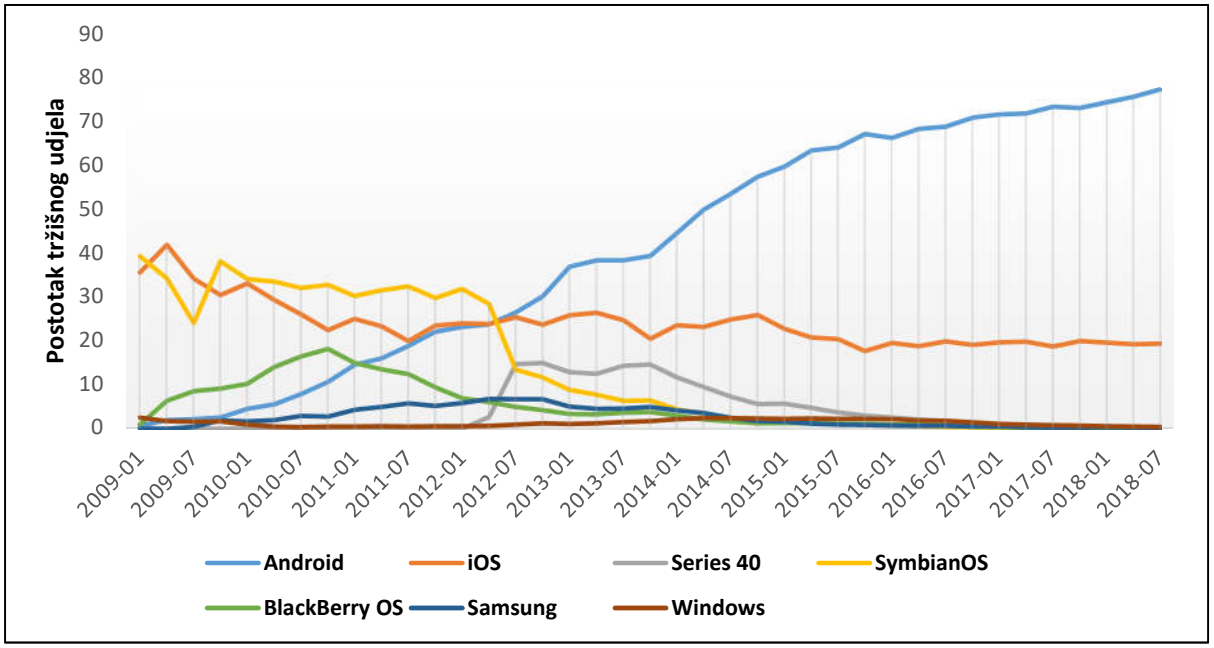
Grafikon 7 prikazuje raspodjelu najpopularnijih distribucija *Linux OS*-a za osobna računala, temeljenu na *online* anketi koju je 2017. godine provela tvrtka *Phoronix* na uzorku od preko 30000 osoba.

3.2.4. Android

Razvoj *Android OS*-a započela je tvrtka *Android Inc* još 2003. godine s namjerom da budućim korisnicima ponude platformu za pametnije mobilne uređaje. Inicijalno je zamišljen za digitalne fotoaparate kao platforma za online pohranu fotografija. Tvrtku je 2005. godine kupio *Google* i nastavio rad na razvoju OS-a.

Slika 3: *T-Mobile G1*, prvi Android smartphone, [27]

Android je temeljen na *Linux kernelu* i time je zadržana politika ponude OS-a svim proizvođačima mobilnih uređaja bez naplate. Prvi *Android* pametni telefon (*T-Mobile G1* – Slika 4) pojavio se 2008. godine.



Grafikon 8: Zastupljenost OS-a pametnih telefona, [5]

Od tada do danas uređaji pogonjeni *Android OS*-om potisnuli su svu konkurenciju (*Symbian, Blackberry, Palm OS, webOS* i drugi*)* osim *iOS*-a, te je *Android OS* trenutno zastupljen na preko 80% smartphone-a u svijetu. Grafikon 8 prikazuje kronologiju zastupljenosti mobilnih OS-a od 2009. do 2017. godine.

3.2.5. Chrome OS

Operativni sustav *Chrome OS* još je jedan proizvod tvrtke *Google.* Također je temeljen na *Linux* jezgri, a posebnost mu jer da su sve aplikacije[5] i podaci korisnika pohranjeni u oblaku, te da kao korisničko sučelje služi aplikacija *Google Chrome.*

Prvi uređaji s *Chrome OS*-om pojavili su se na tržištu 2011. godine i predstavljaju posebnu potkategoriju prijenosnih računala zvanih *Chromebook*. Namijenjeni su korisnicima koji većinu vremena provode *online* i koji nemaju potrebu za složenijim uredskim ili multimedijskim alatima. Web aplikacije koje podržava su djelomično

[5] web aplikacije – programi kojima se pristupa putem Interneta ili intraneta, te se ne instaliraju na lokalni terminalni uređaj

razvijene specifično za *Chrome OS*, ali je većina *Android* aplikacija također podržana, [28].

Prednosti *Chrome OS*-a u odnosu na ostale konvencionalne OS-e su, [29]:

- velika brzina sustava (čak i na hardverski slabijim uređajima),
- mala zahtjevnost za energijom (dugo trajanje baterije),
- stabilnost i pouzdanost,
- velik broj dostupnih aplikacija (praktički sve *Android Store* aplikacije),
- sigurnost (nema *malware*-a),
- jednostavnost u smislu lakoće korištenja.

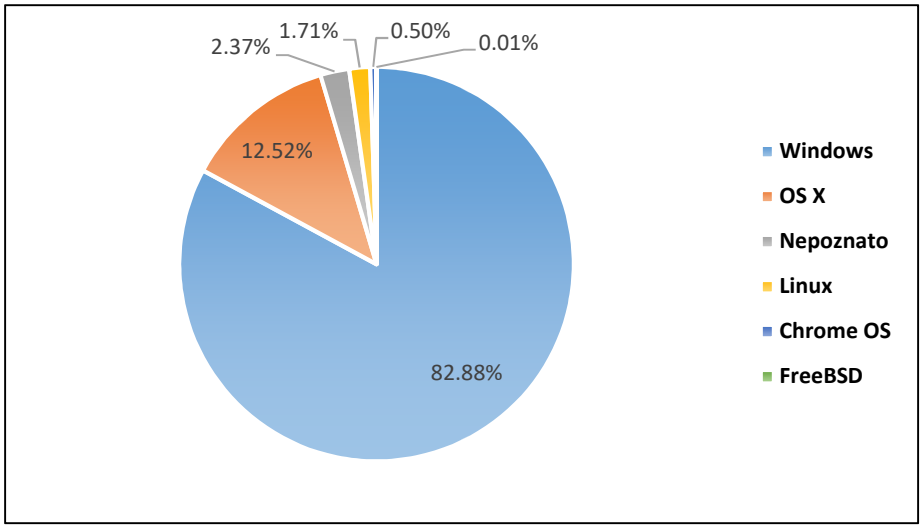
Nedostaci su:

- jednostavnost u smislu nedostatka opcija i naprednih funkcija,
- nedostupnost uredskih alata ili alata za obradu multimedije,
- nemogućnost ispisivanja na printere (osim preko *wireless* printera),
- nužnost Interneta – bez konekcije su mogućnosti uređaja vrlo ograničene.

3.3. Trenutno stanje u domeni konvencionalnih OS-a

Povijest razvitka operativnih sustava za određenu vrstu terminalnih uređaja prati uzorak ponašanja po kojem se kroz prvih nekoliko godina pojavljuje veliki broj OS-a koji se bore za premoć, da bi nakon tih prvobitnih godina došlo do određene polarizacije i izdvajanja jednog dominantnog i još jednog ili dva manje dominantna OS-a. Tako je u 80-tim godinama prošlog stoljeća ponuda OS-a za računala uključivala *DOS, Mac OS, OS/2, Windows, BeOS, AmigaOS* i druge, da bi se u 90-tim izdvojili *Windows* kao dominantni, te *Mac OS* i *Linux* s manjim udjelom.

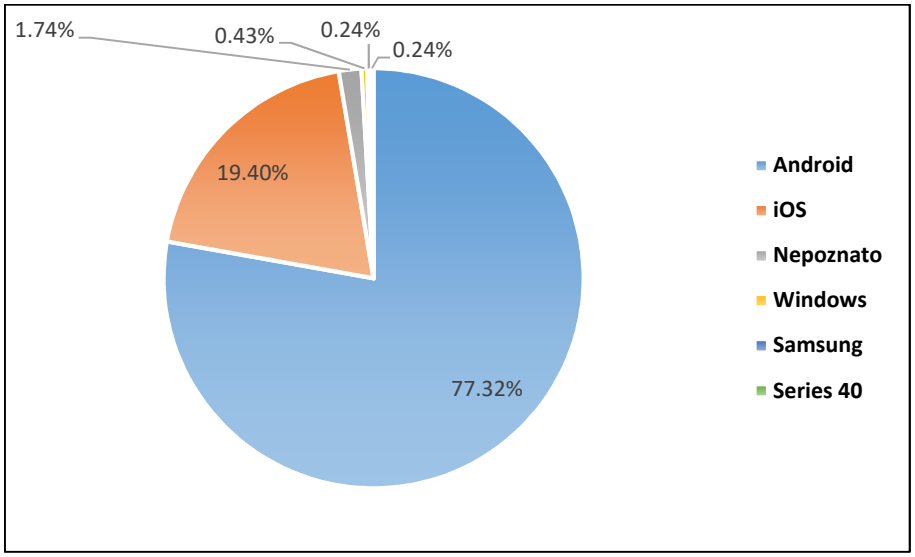
Slično tome, kao što prikazuje grafikon 8 za mobilne telefone je ponuda OS-a još prije 10-tak godina uključivala *Palm OS, Windows Mobile, Symbian, BlackBerry OS, Brew, Android, iOS* i druge, da bi danas ponuda praktički bila svedena na *Android* i *iOS*.



Grafikon 9: Udio OS-a na osobnim računalima

Izvor: [5]

Trenutno u području osobnih računala *Windows* dominira s gotovo 83% udjela, a *Apple OS X* je zastupljen na 12,5% računala (Grafikon 9). U domeni smartphone-a *Android OS* pokreće gotovo 80% uređaja, dok je i u tom segmentu *Apple* iOS na drugom mjestu s nepunih 20% (Grafikon 10).



Grafikon 10: Udio OS-a na pametnim telefonima

Izvor: [5]

Nekonvencionalni OS-i za sve vrste terminalnih uređaja trenutno prolaze kroz fazu velikog broja dostupnih rješenja, a vrijeme će pokazati hoće li i u tim segmentima doći do izdvajanja samo nekoliko OS-a.

Valja istaći kako pri razvitku operativnih sustava za nove terminalne uređaje softverske tvrtke različito pristupaju tom procesu. Jedna od evidentnih opcija je modifikacija postojećih OS-a (*Windows, Android* i sl.) u cilju prilagodbe za nove TU. No, taj se pristup nije uvijek pokazao kao dobar izbor, s obzirom na to da ponekad funkcija novog uređaja iziskuje značajne promjene. Kao primjer može poslužiti pokušaj prilagodbe *Android OS*-a za uporabu u vozilima, što je inicijalno stvaralo brojne poteškoće, osobito zbog prevelikog odvraćanje pažnje vozačima.

Drugi pristup je samostalan razvoj novog operativnog sustava, uglavnom temeljenog na *Linux* jezgri (zbog njene otvorenosti). Takav pristup ima tvrtka *Samsung* koja svoj *Tizen OS* razvija zasebno za pametne televizore, pametne satove i druge povezane uređaje.

Treći način je udruživanje u grupacije u cilju zajedničkog razvoja novog OS-a za neku vrstu terminalnog uređaja. Primjer za ovakav pristup je udruga *Genivi* koja okuplja preko 100 različitih tvrtki u zajednički projekt izrade IVI sustava za vozila, [30].

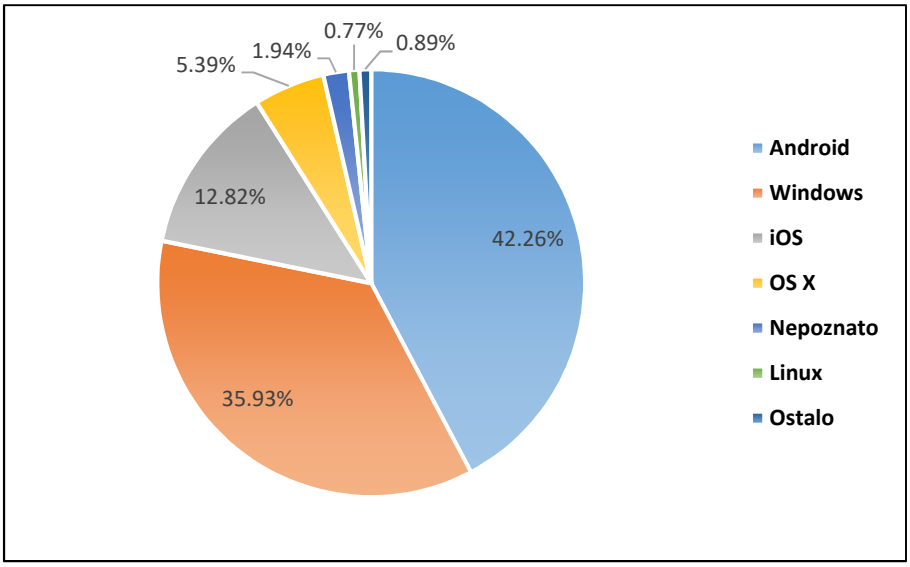
4. Konvencionalni operativni sustavi u nekonvencionalnoj primjeni

Kao što je navedeno u poglavlju 2, klasični OS-i su oni koji pogone stolna računala, poslužitelje, pametne telefone i tablete. Na njima instalirani operativni sustavi svrstani su u kategoriju konvencionalnih OS. S obzirom na pojavu suvremenih TU, potpuno je shvatljivo da su velike softverske tvrtke poput *Microsoft*-a, *Apple*-a i *Google*-a razvile i još uvijek razvijaju inačice poznatih operativnih sustava za te nove kategorije terminalnih uređaja. Između ostalog, na to ih primoravaju primjeri iz bliske prošlosti gdje su neke od vodećih tvrtki u određenom segmentu vrlo brzo izgubile premoć ili čak nestale jer nisu držale korak s nadolazećim tehnologijama (na primjer *Nokia* ili *Blackberry*).

Pri tome svaka od vodećih kompanija ima zaseban poslovni model koji na specifičan način osigurava financijsku dobit unatoč naglim promjenama u trendovima. Poslovni plan tvrtke *Apple* zasniva se na zatvorenosti njihovih softverskih i *cloud* rješenja i uskoj povezanosti hardvera i softvera. Premda su njihovi proizvodi gotovo uvijek iznadprosječno skupi, uspijevaju kombinacijom dobre promidžbe, jednostavnosti uporabe i visoke kvalitete svojih proizvoda zadržati visoke prodajne rezultate.

Tvrtka *Google* ima potpuno suprotan pristup i temelji svoj profit na masovnosti i besplatnosti što im omogućuje ostvarivanje velikog profita na marketingu. Uz to, vrlo su pro aktivni kako u stvaranju, tako i u iskorištavanju novih tehnologija.

Microsoft već dugi niz godina dominira u segmentu operativnih sustava i pratećih programskih alata koje na tim OS-ima rade. Nije uspješan u stvaranju novih trendova kao konkurencija, ali uspijeva održati korak i još je uvijek među najuspješnijim tehnološkim tvrtkama u svijetu. Zadnjih godina *Microsoft* je imao nekoliko neuspjelih pokušaja ulaska u nove tehnologije (mobilna telefonija, OS za vozila, nosivi uređaji i drugi), te se težište njegovog poslovnog plana prebacuje na rješenja u oblaku, pretežito vezana za *Office 365*.



Grafikon 11: Udio OS-a na globalnoj razini (srpanj 2018.)

Izvor: [31]

Premda *Linux* za osobna računala i poslužitelje pripada u kategoriju konvencionalnih OS-a, upravo je otvorenost *Linux kernela* omogućila nastanak brojnih inačica za veliki broj klasičnih i suvremenih TU. Stoga će sva programska rješenja proistekla iz Linux jezgre biti obrađena u poglavlju 5.

Sijedi pregled rješenja koja su tradicionalni proizvođači konvencionalnih operativnih sustava ponudili u segmentu suvremenih terminalnih uređaja.

4.1. Apple

Apple vrlo uspješno nastavlja ustaljenu praksu razvoja vlastitih uređaja i korištenja vlastitih programskih rješenja na tim uređajima. Takva je politika u mnogim primjerima vrlo uspješna, bez obzira na visoke cijene i velika ograničenja koja se nameću korisnicima, kao na primjer mogućnost korištenja *Apple Watch* ili *Apple HomePod* uređaja isključivo uz druge *Apple*-ove uređaje poput iPhone-a.

4.1.1. Apple CarPlay

Apple do sada nije razvio vlastito vozilo, što znači da sukladno uobičajenoj praksi nemaju ni vlastiti OS za vozila. No, razvili su *Apple CarPlay*, aplikaciju koja povezuje *iPhone* s infotainment sustavom vozila koji to podržavaju i donosi brojne pogodnosti za vozače, [32].

Glasovno upravljanje, integracija s postojećim ekranima i komandama u vozilu, te korištenje virtualnog pomoćnika *Siri* samo su neke od pogodnosti koje donosi. Aplikacija ipak ne omogućuje izravnu kontrolu postavki u vozilu poput temperature ili ventilacije. Premda se ovu aplikaciju ne može smatrati operativnim sustavom, vrijedna

je spomena jer donosi neke od funkcionalnosti OS-a u IVI sustav vozila. Veliki broj vozila puštenih u prodaju 2016. godine ili kasnije podržava *Apple CarPlay*, [33].

4.1.2. Apple WatchOS

Sukladno uobičajenom pristupu, tvrtka *Apple* razvila je vlastiti pametni sat *Apple Watch* i za njega OS nazvan *WatchOS*, [34]. *Apple Watch* u sve 3 inačice daleko je najprodavaniji pametni sat u svijetu. Bez obzira na visoku cijenu i činjenicu da je uređaj moguće koristiti samo uz pametni telefon *iPhone* ili tablet *iPad*, *Apple* je kao i prethodno u slučaju *iPhonea* i *iPoda* kombinacijom visoke kvalitete i učinkovitosti te prepoznavanja želja svojih korisnika, ali i utjecaja na te želje uspio postati lider u ovom razmjerno novom segmentu.

Slika 4: Apple WatchOS 4, izgled sučelja i uređaja, [34]

Najznačajnija mogućnost koju donosi *Apple Watch* je mogućnost samostalnog spajanja uređaja na Internet putem LTE mreže i ostvarivanje poziva bez potrebe za mobilnim telefonom. Uređaj je u potpunosti integriran s *Apple*-ovim virtualnim pomoćnikom *Siri.*

4.1.3. Apple tvOS

Apple TV je multimedijski uređaj (*TV Box*) za prenošenje sadržaja s Interneta na TV prijemnik. Postoji u nekoliko inačica i omogućuje sve funkcionalnosti *Smart TV*-a, [35]. Pokreće ga posebno razvijen OS pod nazivnom *tvOS* koji je zapravo modificirani *iOS*.

Slika 6: Apple TV Izgled uređaja i sučelja, [37]

Premda već godinama postoje naznake da tvrtka Apple radi na projektu razvitka vlastitog pametnog televizora, za sada nema službenih potvrda od strane tvrtke.

4.1.4. Apple HomePod OS

Tvrtka Apple je razmjerno kasno u odnosu na konkurenciju pustila u prodaju pametni zvučnik *HomePod* što je u kombinaciji s visokom cijenom i ograničenjima u korištenju uvjetovalo razmjerno slabe prodajne rezultate. Unatoč visokoj kvaliteti izrade i odličnim zvučnim karakteristikama, te jednostavnosti uporabe i postavljanja, *HomePod* se može koristiti samo u kombinaciji s *iPhone* pametnim telefonom ili tabletom *iPad*, što je uobičajeno za tvrtku *Apple,* [38].

Slika 6: Izgled uređaja *Apple HomePod*

HomePod OS je inačica iOS-a posebno prilagođena za uporabu na pametnim zvučnicima. Okosnica sustava je virtualni pomoćnik *Siri* koji za potrebe ovog OS-a ima

vrlo ograničene mogućnosti. Sustav za pristup multimediji omogućuje korištenje samo aplikacije *Apple AirPlay*, što nameće dodatna ograničenja. OS omogućuje nadzor nekih kompatibilnih uređaja (svjetla, prekidači i slično) [39].

4.2. Google

Tvrtka *Google* nastavlja vrlo aktivno uvoditi nove inačice svojih operativnih sustava za sve vrste terminalnih uređaja.

4.2.1. Android Auto

Android Auto je aplikacija za *Android* pametni telefon koja omogućuje integraciju s onim vozilima koji imaju tu opciju ugrađenu, donoseći dodatne funkcionalnost IVI sustavu vozila. Aplikaciju je moguće koristiti u većini vozila puštenih u prodaju 2016. godine ili kasnije, [40], te omogućuje:

- prikaz i korištenje *Google Maps* navigacije na ekranu vozila (za vozila koja imaju ekran),
- glasovno upravljanje nekim aktivnostima i funkcijama pomoću *Google Assistant* virtualnog pomoćnika,
- korištenje određenih aplikacija za pristup *online* multimedijskim sadržajima,
- djelomičnu integraciju s nekim od funkcija vozila (na primjer korištenje *touch screen* opcije na ekranu samo ako je aktivirana parkirna kočnica na vozilu).

Tvrtka *Google* u suradnji s nekim od proizvođača vozila, u sklopu udruge *Open Automotive Alliance* (OAA) radi na razvoj IVI sustava temeljenog na *Android OS*-u koji bi trebao objediniti sve funkcije u vozilu s navedenim mogućnostima *Android Auto* aplikacije. Okosnica sustava bit će *Google Assistant* virtualni pomoćnik koji će omogućiti glasovno upravljanje velikim brojem funkcija u vozilu, [41].

4.2.2. Wear OS

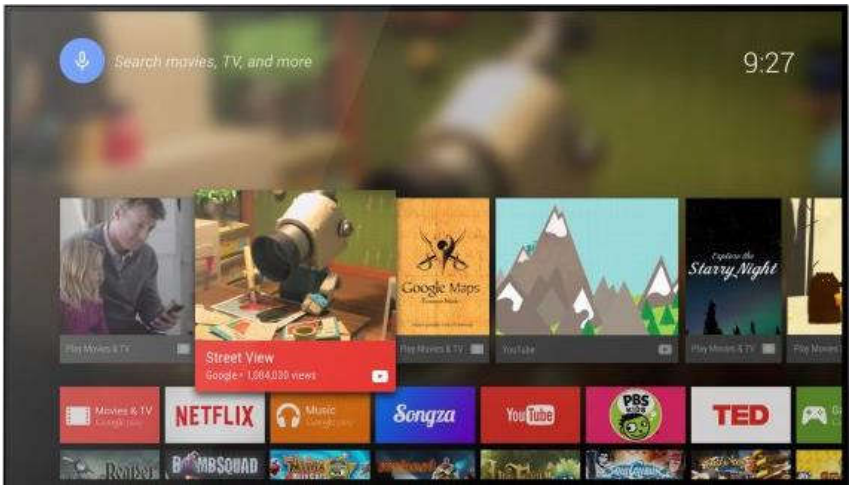
Google Wear OS (do nedavno naziva *Android Wear*) je *Android OS* prilagođen za nosive uređaje, pretežito pametne satove. U najnovijoj inačici omogućuje korištenje brojnih prilagođenih aplikacija i bolju integraciju s *Google Assistant* virtualnim pomoćnikom. Moguće je uparivanje s bilo kojim pametnim telefonom (*Android* ili *iPhone*), ali neke funkcionalnosti nisu dostupne pri uparivanju s *iPhone* pametnim telefonom, [42]. *Google Wear* se koristi na uređajima više od 20 proizvođača.

Slika 7: Google Wear OS, dostupan na brojnim uređajima, [43]

Najznačajnije mogućnosti uključuju mjerenje biometrijskih podataka pri vježbanju, spavanju ili u medicinske svrhe, notifikacija korisnika, odgovaranje na poruke (glasovno upravljanje), slušanje glazbe (putem *bluetooth* slušalica), navigacija (korištenjem GPS-a na pametnom telefonu), te instaliranje dodatnih aplikacija prilagođenih za korištenje na pametnom telefonu. Virtualni pomoćnik *Google Assistant* svakom novom inačicom OS-a donosi sve više korisnih funkcija koje prate ponašanje i navike korisnika i donose podsjetnike, savjete, sugestije ili informacije sukladno trenutnoj aktivnosti i lokaciji korisnika.

4.2.3. Android TV

Android TV je inačica *Android OS*-a koju je tvrtka *Google* razvila za pametne televizore i multimedijske uređaje (*TV box*), [44]. Platforma je predstavljena 2014. godine i naslijedila je dotadašnji *Google TV*. Potpuno je integrirana s *Google Assistant* virtualnim pomoćnikom i omogućuje glasovno upravljanje, bilo putem mikrofona ugrađenog u daljinski upravljač ili putem aplikacije na pametnom telefonu.



Slika 8: Android TV sučelje, [45]

Bogatstvo sadržaja dostupnog putem *Google app store*-a, povezivost (*connectivity*) s *Android* pametnim telefonom i ugrađen *chromecast* [6] za *streamanje* sadržaja s pametnog telefona ili drugih uređaja dodatne su prednosti. Android TV OS koriste brojni proizvođači, među kojima su *Sony, Phillips* i *Sharp*.

4.2.4. Google Home OS

Google Home je OS kojeg je tvrtka *Google* razvila za korištenje u pametnim zvučnicima. Tvrtka proizvodi vlastite *Google Home* zvučnike (tri inačice prikazane na slici 7), ali se aplikacija koristi i u proizvodima drugih proizvođača.

Slika 9: Google home pametni zvučnici (tri inačice), [47]

Google Home OS predstavlja ograničenu inačicu *Chrome OS*-a namijenjenu za *Chromecast* uređaje i pametne zvučnike, a temelji se na virtualnom pomoćniku *google assistant* i glasovnom upravljanju. Veći broj *web* aplikacija omogućuje korisnicima brojne funkcionalnosti, između ostalih i upravljanje drugim uređajima u kućanstvu. Broj podržanih usluga stalno raste, a među najnovijim funkcionalnostima je prepoznavanje različitih korisnika po glasu i pružanje personaliziranih usluga za do 6 različitih osoba, [46].

4.3. Microsoft

Microsoft uz konvencionalne inačice *Windows OS*-a za računala, mobilne uređaje i igraće konzole razvija i druge inačice za različite vrste terminalnih uređaja, [48]. Skupina programskih rješenja koju *Microsoft* naziva *Windows IoT family* (prethodno *Windows Embedded)* nudi se proizvođačima za ugradnju u razne uređaje.

[6] Cromecast – Uređaj tvrtke *Google* za *casting* multimedije na TV prijemnike

Windows Embedded Automotive 7 (iz 2010. godine*)* zadnja je inačica njihovog OS-a za vozila. Temelji se na njihovom hibridnom *kernel-u* koji je razvijen za sve *Embedded* inačice *Windows OS*-a. *Ford* je svojevremeno vozila opremao ovim rješenjem ali je od 2015. je prešao na *QNX OS*.

Microsoft nije do sada razvijao inačice *Windows OS*-a za potrebe nosivih uređaja poput sata niti za pametne televizore. Tvrtka je 2015. godine pustila u prodaju *fitness* narukvicu naziva *Microsoft Band,* no uređaj nije bio opremljen operativnim sustavom.

5. Karakteristike i primjena nekonvencionalnih operativnih sustava

Za razliku od operativnih sustava navedenih u 4. poglavlju, zbog velikog broja različitih tvrtki ili grupacija s novim rješenjima koja se mogu svrstati u kategoriju nekonvencionalnih OS-a, praktičnije je pregled tih programskih alata provesti kroz različite vrste terminalnih uređaja.

5.1. Operativni sustavi u vozilima

Infotainment sustavi u vozilima iz godine u godinu postaju sve složeniji. Automobilske tvrtke već nekoliko godina traže najbolja rješenja koja mogu objediniti sve zahtjeve za sigurnošću i pouzdanošću s jedne strane i povezivošću i informiranošću s druge strane. U posljednje vrijeme tvrtke odustaju od razvitka vlastitih OS-a za vozila i prihvaćaju provjerena rješenja, pa se stanje u tom segmentu svodi uglavnom na *QNX*, *Android* (u sklopu udruge OAA), te razne projekte temeljene na *Linux* jezgri, uz posebne slučajeve kao što su na primjer *Rimac Infotainment* i *Tesla UX* (*User Experience*).

5.1.1. BlackBerry QNX

QNX OS je temeljen na *UNIX mikrokernelu* [7], razvijen je još u 80-im godinama, a 2010. godine ga je preuzela tvrtka *BlackBerry*. Od tada su razne inačice *QNX OS*-a implementirane u brojne podsustave na vozilima gotovo svih proizvođača, a nedavno je sukladno istraživanju tvrtke *Strategy Analytics* ustvrđeno da se *QNX IVI* sustav ugrađen u više od 120 milijuna vozila diljem svijeta, što ga čini trenutno najzastupljenijim IVI sustavom, [49].

Korištenje *mikrokernela* omogućuje implementaciju OS-a na pojedine manje podsustave (poput na primjer kočioni sustav ili sustav za autonomno parkiranje), što znači da su za svaki podsustav aktivne zasebne inačice *QNX OS*-a. Time se značajno pojednostavljuje cjelokupni sustav i povećava njegova pouzdanost i sigurnost, [50].

QNX OS je implementiran tako da je oko 70% sustava identično za svako vozilo u kojem se koristi, dok preostalih 30% razvija svaka automobilska tvrtka za svoja vozila. Takva je fleksibilnost nužna kako bi se OS mogao učinkovito koristiti u svim kombinacijama hardverskih komponenti, ekrana, povezivosti i načina upravljanja funkcijama.

[7] *Mikrokernel* - minimalizirani oblik jezgre (*kernela*) s ograničenim mogućnostima

5.1.2. Linux

S obzirom na otvorenost *Linux projekta*, razumljivo je da većina je projekata razvoja novih prilagođenih OS-a temeljena na *Linux jezgri*. Trenutno postoji nekoliko zasebnih projekata baziranih na Linux-u a najznačajniji su *AGL* i *Genivi*.

Automotive Grade Linux (AGL) je projekt temeljen na *The Linux Foundation* [8] u kojem surađuje veći broj tvrtki (preko stotinu proizvođača vozila, dobavljača i tehnoloških kompanija) s ciljem razvoja softverske platforme za primjenu u vozilima temeljene na *Linux*-u. Glavna motivacija je izgradnja de facto industrijskog standarda koja bi umanjila fragmentaciju u ovom segmentu i omogućila proizvođačima vozila jednostavniju primjenu novih ili ažurnijih programskih rješenja, [51]. Najznačajniji članovi udruge su *Toyota, Ford, Honda, Mazda, Nissan, Mercedes i Suzuki*.

Prvo vozilo koje sadrži u potpunosti implementiran AGL sustav nazvan *Entune* je *Toyota Camry* iz 2018. godine. Sučelje jednog od ekrana je prikazano na slici 11.

Slika 10: AGL *Entune* u novoj *Toyota Camry*, [52]

Drugi sličan projekt je *Genivi*, neprofitna udruga preko stotinu automobilskih i tehnoloških tvrtki i dobavljača koja ima za cilj razvoj standardiziranih programskih rješenja za implementaciju u moderna vozila, [30]. Glavni predmeti interesa su *infotainment* sustavi i tehnologije vezane uz povezivost. Osnovana je 2009. godine a najistaknutiji članovi udruge su *BMW, Honda, Hyundai, Renault, Daimler, Nissan, Volvo* i *PSA*.

[8] *The Linux Foundation* – najveća svjetska neprofitna organizacija koja brine o promociji, zaštiti i razvoju *Linux*-a

5.1.3. Tesla UX

Jedina tvrtka koja je do sada pristupila projektu razvoja vozila na potpuno novi način je *Tesla.* Njihov OS zvan *Tesla UX* [9] temeljen je na *Ubuntu Linux*-u, razvijan je paralelno s ostalim sustavima u vozilu i predstavlja jedinstven primjer gdje jedan operativni sustav upravlja svim sustavima i funkcijama u vozilu, [53]. Slično kao *Apple* sustav je zatvoren i ne omogućuje integraciju s drugim aplikacijama poput *Apple CarPlay* ili *Android Auto*.

Slika 11: Glavni ekran *Tesla UX* sustava [54]

U *Tesla* vozila ugrađuje se veliki 17“ ekran osjetljiv na dodir (slika 12) i dodatni ekran iza upravljača. Vozilo ima ugrađenu SIM karticu za povezivanje na mobilne mreže, kao i sve ostale standardne za povezivost. Podržava glasovno upravljanje uz vlastitu aplikaciju virtualnog pomoćnika, a za razliku od ostalih IVI sustava omogućuje redovno automatsko ažuriranje OS-a i svih aplikacija.

[9] UX – *User Experience*

5.1.4. Rimac Infotainment

Tvrtka *Rimac Automobili* također je razvila vlastiti IVI sustav, [55]. Temeljen je na *Linux* jezgri, tj. *Boot2Qt framework*-u koji je baziran na *Yocto* projektu[10]. Sustav omogućuje sljedeće funkcije:

- Vozaču se prikazuje:
    - Snaga svakog pojedinog motora,
    - Uzdužna i poprečna akceleracija,
    - Temperature motora, invertera i hladnjaka,
    - Stanje baterije, uključivo napone svake pojedine ćelije,
    - Pregled svih podataka u obliku grafikona (snaga, struja, visina, brzina itd.).

- Dodatno, vozač može kontrolirati
    - Distribuciju pogonske i kočne sile između osovina,
    - Osjetljivost gasa, tvrdoća volana, visina ovjesa,
    - Rad kontrole proklizavanja,
    - Regenerativno kočenje.

Slika 12: Izgled unutrašnjosti vozila *Rimac C_Two*

Vozilo je u svakom trenutku povezano na Internet i svake sekunde upućuje prema tvrtkinom poslužitelju približno 400 signala kako bi se vozilo moglo pratiti u realnom vremenu putem web-aplikacije i mobilne aplikacije. Dodatno, M2M omogućuje

[10] *Yocto Project* je projekt otvorenog koda usmjeren ka razvoju alata za OS-e temeljene na *Linux*-u

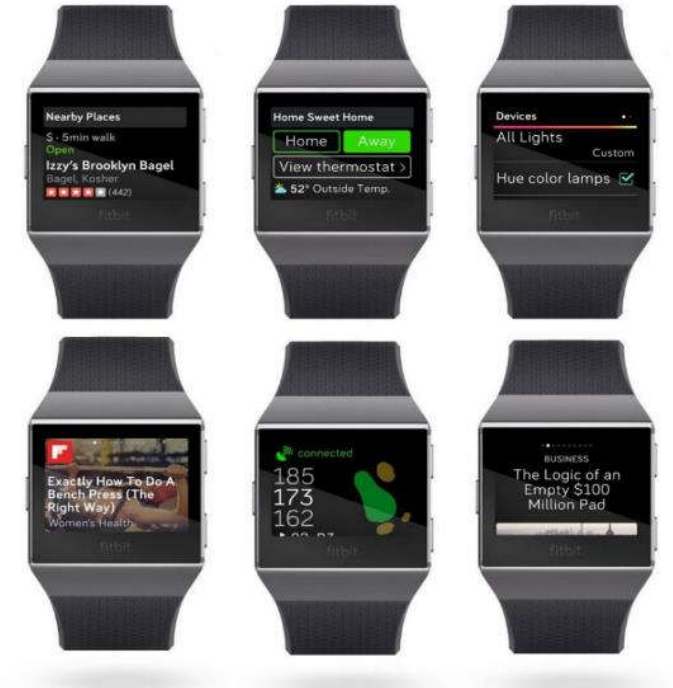
upravljanje određenim funkcijama u vozilu pomoću mobilne aplikacije (na primjer paljenje klimatizacijskog sustava ili otvaranje vrata). Određene funkcionalnosti još su u razvoju, poput *Bluetooth* povezivosti s pametnim telefonima, integracija s aplikacijama poput *Android Auto* ili *Apple CarPlay,* te podrška za *streaming*. Glasovno upravljanje za sada je također u razvoju, ali navigacijski sustav koristi sintetizator govora[11].

5.2. Operativni sustavi pametnih satova

Najzastupljenija rješenja OS-a su *Google Wear OS*, *Apple WatchOS* (već opisani u poglavlju 4), *Tizen OS* i *Fitbit OS*.

5.2.1. Fitbit OS

Tvrtka *Fitbit* izrađuje nosive uređaje koji su pretežito orijentirani na korisnike koji se bave tjelesnim aktivnostima. Uz to prioritet je u što dužem trajanju baterije. Stoga je tvrtka razvila vlastiti OS kojeg koristi isključivo na svojim pametnim satovima i narukvicama.



Slika 13: Izgled uređaja *Fitbit Ionic i sučelja Fitbit OS*- a, [56]

[11] Svi navedeni podaci dobiveni su izravnim kontaktom putem e-maila od predstavnika tvrtke *Rimac Automobili*

Fitbit OS je temeljen na nekadašnjem *Pebble OS*-u koji se do 2016. godine koristio na uređajima *Pebble*. Potpuna funkcionalnost moguća je samo uz uparivanje s pametnim telefonom (podržani su svi mobilni OS-i) putem *Bluetooth* tehnologije, koristeći mobilnu aplikaciju koja se pokreće na telefonu.

S obzirom na primarnu namjenu, razumljivo je da je većina aplikacija i senzora prilagođena praćenju tjelesnih funkcija, premda je broj dostupnih aplikacija razmjerno ograničen u odnosu na konkurenciju. No, omogućene su sve osnovne funkcije poput slušanja glazbe, prikazivanja obavijesti na ekranu sata, korištenje navigacije i sl. *Fitbit* uređaji nemaju ugrađen mikrofon, te nisu dostupni glasovno upravljanje niti virtualni pomoćnik, [57].

5.2.2. Tizen OS

Tizen OS je inicijalno razvila udruga *The Linux Foundation* temeljem *Linux* jezgre za potrebe pametnih telefona. Tvrtka *Samsung* koristi *Tizen OS* u velikom broju različitih terminalnih uređaja, kao na primjer pametni telefoni, kamere, pametni satovi i pametni televizori, [58].

Tvrtka *Samsung* za pametne satove koristi inačicu *Tizen OS*-a posebno prilagođenu za korištenje na Samsung pametnim satovima. Za njih je karakteristično da za navigaciju sučeljem koriste prsten oko ekrana sata i time se umanjuje potreba uporabe ekrana na dodir. Upravo je tome prilagođen i Tizen OS. Glasovno upravljanje omogućeno je uporabom virtualnog pomoćnika *Bixby.* Unatoč tome što se radi o zasebnom OS-u, *Tizen* satovi u potpunosti su funkcionalni bez obzira dali su upareni s *Android* ili *iOS* pametnim telefonom, [59].

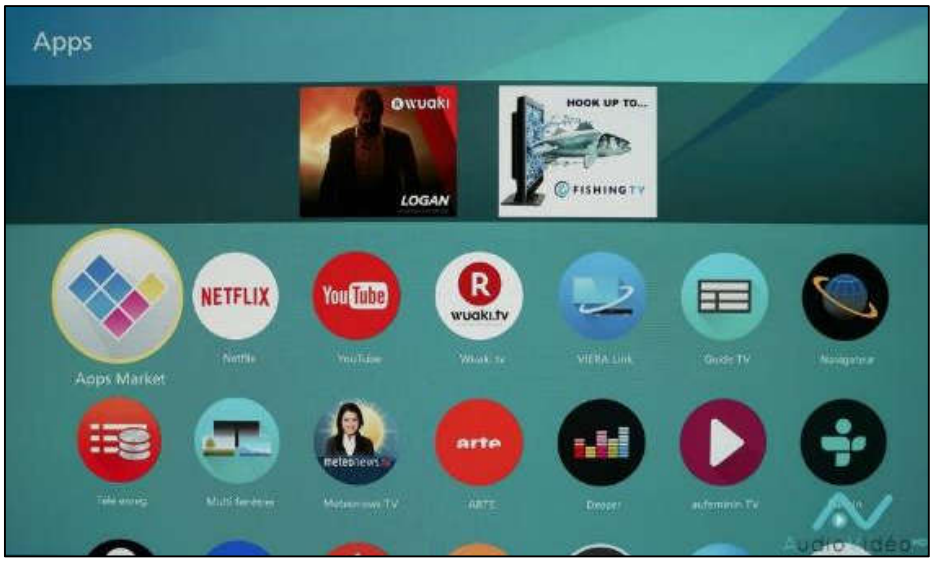
Među najznačajnije prednosti OS-a smatraju se glatkoća izvođenja, odlična prilagođenost pametnom satu i inovativno korištenje prstena za navigaciju sučeljem. Najznačajnija loša strana je nedostupnost većeg broja prilagođenih aplikacija u odnosu na konkurenciju.

5.3. Operativni sustavi pametnih televizora

Najzastupljenija rješenja OS-a su *Android TV, Apple tvOS* (već opisani u 4. poglavlju), *My Home Screen*, *Roku TV* , *Tizen OS* i *WebOS*.

5.3.1. My Home Screen

Tvrtka *Panasonic* započela je 2013. godine razvoj operativnog sustava za vlastite pametne televizore u suradnji s tvrtkom *Mozilla* i tako je nastao *Mozilla Firefox TV OS*. Nakon što je *Mozilla* 2015. godine odustala od razvitka *Firefox OS-a* (za pametne telefone, tablete i televizore) tvrtka *Panasonic* je samostalno nastavila razvijati platformu pod nazivom *My Home Screen*.



Slika 14: Sučelje *My Home Screen OS*-a, [61]

Među najveće prednosti ovog OS-a spadaju jednostavnost korištenja i prilagodljivost. Sučelje omogućuje dobru organizaciju ikona, podržava kreiranje mapa, a dostupna je većina *streaming* usluga, [60]. Od nedostataka najznačajniji je ograničen broj dostupnih aplikacija u *Panasonic*-ovom *App Store*-u. OS ne podržava glasovno upravljanje niti upravljanje gestama, a nema ni podršku virtualnog pomoćnika.

5.3.2. Roku OS

Roku OS prvobitno je služio kao sučelje za multimedijski uređaj, a prvi TV prijemnik pokretan *Roku TV OS*-om pojavio se 2014. godine. *Roku TV OS* je kao i većina OS-a za suvremene TU temeljen na Linux jezgri. Različiti proizvođači koriste *Roku OS* na svojim uređajima, među ostalima *TCL, Phillips, Hitachi* i *Sharp.*

Specifičnost ovog sustava je dostupnost velikog broja (preko 4000) *online* kanala na *Roku channel store* koju OS stalno pretražuje i omogućuje korisniku praćenje traženog multimedijskog sadržaja pod najpovoljnijim uvjetima. Podržano je i uparivanje s pametnim telefonom što omogućuje proširenje funkcionalnosti, a u određenim zemljama je moguće i glasovno pretraživanje. Napredne funkcije koje dio konkurencije podržava, poput *surfanja* Internetom ili pokretima ruku nisu podržane [62].

5.3.3. Tizen OS

Tvrtka *Samsung* samostalno razvija vlastiti OS za pametne TV prijemnike. *Tizen* grupaciji pripadaju brojne tehnološke tvrtke kao što su *Fujitsu, Huawei, Intel, NEC, Casio, Panasonic, Samsung, Vodafone* i brojni drugi, no za sada *Tizen* OS pogoni samo *Samsung* TV prijemnike.

Samsung razvoj svog OS-a nastoji usmjeravati ka 4 osnovne funkcije, [63]:

- Što bolje iskorištenje prostora na sučelju ekrana,

- Što brži pristup što većem broju funkcija,
- Mogućnost prilagodbe što većeg broja funkcija, i
- Što brži odziv sučelja na komande zadane daljinskim upravljačem.

Slika 15: Sučelje *Tizen OS*-a, [64]

Samsung putem vlastitog *app store*-a nudi veliki broj kompatibilnih aplikacija. Jedna od funkcionalnosti je upravljanje funkcijama uređaja putem *Bixby* virtualnog pomoćnika. Podržano je uparivanje s pametnim telefonom i *casting* s telefona na TV i obrnuto.

5.3.4. WebOS

Još jedan OS razvijan na temelju *Linux* jezgre isključivo za pametni TV prijemnik. Tvrtka *LG* ga koristi u svojim uređajima od 2015. godine, a prijašnji nazivi bili su *Open webOS*, *HP webOS i Palm webOS*.

Slika 16: *LG Magic* daljinski upravljač, [65]

Sučelje je vrlo jednostavno i pregledno, uz mogućnost prilagodbe prema željama korisnika. Specifičnost ovog sučelja je inovativni daljinski upravljač (slika 18) koji omogućuje pomicanje *kurzora* po ekranu i što znatno povećava funkcionalnost. Jedna od novijih mogućnosti je i pregledavanje 360^0 videa, [66]. Podržano je glasovno upravljanje i umjetna inteligencija koju *LG* naziva *ThinQ*, koja se temelji na *Google Assistant* virtualnom pomoćniku.

5.4. Operativni sustavi pametnih zvučnika

Tržište pametnih zvučnika naglo se širi, kako u ponudi, tako i u broju zemalja u kojima su dostupni, s obzirom na povećanje broja jezika koje podržavaju virtualni pomoćnici. Uz već opisane *Apple HomePod OS* i *Google Home OS* najzastupljeniji OS za pametne zvučnike je *Amazon fire OS*, premda postoji određeni broj platformi koje se zasnivaju na drugim virtualnim pomoćnicima kao na primjer *bixby* ili *cortana*, no vrlo su malo zastupljeni, [67].

Amazon Echo pametni zvučnik koji se pojavio 2014. godine kao prvi proizvod takve vrste bio je pogonjen *Fire OS*-om prilagođenim za pametne zvučnike. *Fire OS* je inačica Android OS-a razvijena od strane tvrtke *Amazon* za uporabu na različitim TU, kao na primjer *Kindle* tableti, *Fire TV* uređaji i *Fire phone* pametni telefon.

Fire OS za pametne zvučnike temelji se na *alexa* virtualnom pomoćniku i koristi se na zvučnicima različitih proizvođača. Funkcionalnost OS-a ovisi o mogućnostima dostupnim na samom zvučniku, od kojih neki imaju ugrađene ekrane što im značajno povećava broj opcija.

6. Zaključak

Ponuda različitih operativnih sustava prolazila je tijekom proteklih pola stoljeća kroz različita stanja te je u trenucima bila vrlo složena uz dostupnost velikog broja različitih platformi, a u drugim periodima vrlo jednostavna s ponudom dva ili tri sustava. Trenutno stanje predstavlja jednu od vrlo složenih faza, što zbog povećanja vrste terminalnih uređaja koji za svoj rad koriste vlastite operativne sustave, što zbog borbe između tvrtki ili grupacija za premoć u određenom segmentu.

Porast broja različitih vrsta terminalnih uređaja pogonjenih OS-om uvjetovan je različitim čimbenicima, no postoji nekoliko tehnologija čiji je značajan napredak zadnjih godina utjecao na smjer razvoja brzinu širenja pojedinih vrsta TU.

Jedan od zajedničkih faktora koji se pojavljuje kod svih obrađenih TU je virtualni pomoćnik, odnosno umjetna inteligencija. U kombinaciji s povezivošću sve većeg broja TU, porastom broja raznih senzora, povećanjem propusnosti svih mreža, te povećanjem kapaciteta za pohranu i obradu ogromne količine podataka, upravo je umjetna inteligencija čimbenik koji će najvjerojatnije najviše utjecati na daljnji tijek razvoja tehnologije i brojnih grana industrije.

Aplikacije virtualnih pomoćnika uz to što postaju sve učinkovitije i izvršavaju sve veći broj funkcija, u sklopu automobila ili doma upravljaju sve većim broj drugih uređaja. S obzirom na definicije OS-a kao posrednika između korisnika i hardvera koji koordinira rad svih cjelina u TU i upravlja drugim programskim alatima u uređaju, virtualni pomoćnik se neupitno može smatrati vrstom OS-a. Time postaju razumljiva trenutna nastojanja velikih softverskih tvrtki da svoju inačicu virtualnog pomoćnika prošire na što veći broj uređaja, neovisno o OS-u koji pogoni sami uređaj. Za sada je najveće ograničenje koje usporava globalnu ekspanziju virtualnih pomoćnika nedostatak potpore za veći broj jezika.

Gotovo svi opisani suvremeni TU kao izvor energije koriste baterije. Izuzetak su TV prijemnici i vozila, premda je evidentno da će upravo razvoj tehnologije za pohranu energije odigrati ključnu ulogu u određivanju smjera daljnjeg razvoja vozila. S obzirom na trendove u području zaštite okoliša i nastojanja da se proizvodnja energije što više orijentira na obnovljive izvore, istraživanja u području učinkovitije pohrane energije osobito su posljednjih godina intenzivirana. Ishodi tih istraživanja značajno će utjecati na daljnje unaprjeđenje trenutno aktualnih suvremenih TU, kao i na pojavu novih.

Uz sve promjene koje segment prijevoznih sredstava doživljava zbog postepene ekspanzije električnih vozila i sve veće autonomnosti vozila, može se također uočiti da je u tijeku svojevrsna transformacija iz klasičnog vozila opremljenog raznim sve brojnijim *gadgetima* u jedan jedinstven *gadget* na kotačima. Tvrtka *Tesla* pristupila je projektu razvoja novih vozila kao jedinstvenom elektroničkom uređaju i za taj je uređaj razvila unificirani OS, što je svojevrsna revolucija u domeni automobilske industrije, ali i praksa koju bi i druge kompanije mogle preuzeti.

Svakih nekoliko godina proizvođači TV prijemnika nastoje uvesti neku novinu koja bi korisnike ponukala na kupovinu novog uređaja. Prije nekoliko godina je ta novina bila 3D tehnologija, ali nije postigla osobitu popularnost. U današnje vrijeme korisnicima se nude povećanje rezolucije ekrana i povećanje broja *smart TV* funkcija. Stoga je proizvođačima u cilju postići dominaciju u segmentu OS-a, no za sada nema naznaka da će u bliskoj budućnosti neka od programskih platformi prevladati.

Područje nosivih uređaja zadnjih godina postaje sve kompleksnije, a pametni satovi i narukvice samo su dio tog segmenta. Stalnim povećanjem broja senzora koji očitavaju različite tjelesne parametre u kombinacijom s povezivošću i sve većom autonomijom nosivi uređaji uz dopunu funkcionalnosti pametnih telefona, u sve većoj mjeri postaju zasebni uređaji sa širokom mogućnošću primjene. Bez obzira na dominaciju koju je u određenom periodu imao *WatchOS*, druge platforme, osobito *Wear OS* postepeno hvataju korak.

Pametni zvučnici su u zemljama engleskog govornog područja doživjeli neočekivano naglu ekspanziju, a isto se može očekivati i u ostatku svijeta kako se bude povećavao broj podržanih jezika. Ta je ekspanzija usko povezana s navedenim povećanim mogućnostima virtualnih pomoćnika, kao i s unaprjeđenjem aplikacija za prepoznavanje glasa. Uz to, povećanje broja povezanih uređaja u domu (*smart home*) uvjetuje postojanje jednostavnog sustava za nadzor i upravljanje tim uređajima, za što je pametni zvučnik s glasovnim upravljanjem trenutno najjednostavnije i najučinkovitije rješenje.

S obzirom na trendove koji trenutno vladaju u razvoj tehnologije te nove mogućnosti koje će 5G uskoro donijeti za očekivati je daljnje usložnjavanje u segmentu operativnih sustava i daljnje povećanje broja uređaja koje će pogoniti neki od postojećih ili novo razvijenih OS-a.

Literatura

[1] Peraković, D.: *Autorizirana predavanja iz kolegija Terminalni uređaji*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2017. (preuzeto: siječanj 2018.)

[2] Što su virtualni pomoćnici: https://www.dummies.com/consumer-electronics/smartphones/blackberry/what-are-digital-personal-assistants/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)

[3] Utjecaj virtualnih pomoćnika na budućnost OS-a: https://www.computerworld.com/article/3247244/artificial-intelligence/post-os-era.html (pristupljeno: kolovoz 2018.)

[4] Što je *casting*: http://www.weareratio.com/blog/the-5-things-to-know-about-casting/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)

[5] Statistički podaci o zastupljenosti operativnih sustava i terminalnih uređaja: https://www.statista.com (pristupljeno: srpanj/kolovoz 2018.)

[6] Osnovni pojmovi i primjeri OS-a: https://www.lifewire.com/operating-systems-2625912 (pristupljeno: veljača 2018.)

[7] Kako *Tesla* pristupa razvoju OS-a za vozila: https://www.teslarati.com/tesla-automobile-systems-approach-charles-morris-book/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)

[8] Trendovi u OS-ima vozila: https://arstechnica.com/cars/2017/05/the-state-of-the-car-computer-forget-horsepower-we-want-megahertz/ (pristupljeno: ožujak 2018.)

[9] Pregled stanja i prosudba budućeg stanja OS-a vozila: https://which-50.com/will-dominate-automotive-operating-system/ (pristupljeno: ožujak 2018.)

[10] Povijest ručnog i džepnog sata: https://www.theatlantic.com/international/archive/2015/05/history-wristwatch-apple-watch/391424/ (pristupljeno: ožujak 2018.)

[11] D. Tahiri: *Mogućnosti i sigurnost primjene nosivih terminalnih uređaja*, Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti, 2017, https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:248625 (preuzeto: ožujak 2018.)

[12] Povijesni pregled pametnih satova: https://en.wikipedia.org/wiki/Smartwatch#Operating_systems (pristupljeno: ožujak 2018.)

[13] Uporaba pametnih satova u medicinske svrhe: https://www.techradar.com/news/the-doctor-on-your-wrist-how-wearables-are-revolutionizing-healthcare (pristupljeno: kolovoz 2018.)

[14] Usporedba pametnih televizora: https://www.techradar.com/news/television/6-best-smart-tv-platforms-in-the-world-today-1120795 (pristupljeno: ožujak 2018.)

[15] Analiza tržišta pametnih televizora iz 2017. godine: https://bekryl.com/industry-trends/smart-tv-market-size-analysis (pristupljeno: kolovoz 2018.)

[16] Analiza tržišnog udjela OS-a pametnih televizora iz 2018. godine: https://voicebot.ai/2018/07/19/smart-tv-market-share-to-rise-to-70-in-2018-driven-by-streaming-services-alexa-and-google-assistant/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)

[17] Povijest virtualnih pomoćnika i pametnih zvučnika: https://voicebot.ai/2017/07/14/timeline-voice-assistants-short-history-voice-revolution/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[18] Usporedba pametnih zvučnika: https://www.techradar.com/news/best-smart-speakers (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[19] *Strategy Analytics* – stručne analize u području tehnologije: https://www.strategyanalytics.com/ (pristupljeno: srpanj/kolovoz 2018.)
[20] Usporedni podaci o prodaji pametnih zvučnika: https://www.bug.hr/gadgeti/amazon-i-dalje-vodeci-na-trzistu-pametnih-zvucnika-no-google-je-sve-blize-5475 (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[21] V. Ivanjek: *Povijesni pregled razvoja OS-a*, seminarski rad, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet elektrotehnike i računarstva, 2010. http://www.zemris.fer.hr/~leonardo/os/dodatno/Seminar-Povijest-OS-a.pdf (preuzeto: kolovoz 2018.)
[22] Povijest *Microsoft Windows OS-a:* https://www.theguardian.com/technology/2014/oct/02/from-windows-1-to-windows-10-29-years-of-windows-evolution (pristupljeno: siječanj 2018.)
[23] Povijest *Apple OS*-a: http://www.kernelthread.com/publications/appleoshistory/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[24] Evolucija *Mac OS*-a: https://mashable.com/2012/02/17/mac-os-timeline/?europe=true (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[25] Povijest Linux OS-a: https://www.digitalocean.com/community/tutorials/brief-history-of-linux (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[26] Rezultati ankete o korisnicima *Linux OS*-a: https://www.phoronix.com/scan.php?page=article&item=2017-laptop-survey (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[27] Povijest *Android OS*-a: https://www.androidauthority.com/history-android-os-name-789433/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[28] Opis operativnog sustava *Chrome OS*: https://en.wikipedia.org/wiki/Chrome_OS (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[29] Prednosti i nedostatci *Chrome OS*-a: https://pcchip.hr/moby/prijenosnici/mozemo-li-preporuciti-chromebook-nakon-dvije-godine-koristenja/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[30] *Genivi,* primjer udruživanja većeg broja tvrtki: https://www.genivi.org/ (pristupljeno: ožujak 2018.)
[31] Statistički podaci o ukupnom globalnom udjelu OS-a: http://gs.statcounter.com/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[32] Opis aplikacije *Apple CarPlay:* https://www.digitaltrends.com/cars/what-is-apple-carplay/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[33] Popis modela vozila koja podržavaju aplikaciju *Apple CarPlay: https://www.apple.com/uk/ios/carplay/available-models/* (pristupljeno: kolovoz 2018.)

[34] Opis *WatchOS*-a na službenoj stranici tvrtke *Apple:* https://www.apple.com/newsroom/2018/06/watchos-5-adds-powerful-activity-and-communications-features-to-apple-watch/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[35] Izgled sučelja *Apple WatchOS*: https://9to5mac.com/2017/04/12/wwdc-apple-watch-watchos-4/ (pristupljeno: rujan 2018.)
[36] Opis *AppleTV* na službenoj web-stranici tvrtke *Apple:* https://www.apple.com/tv/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[37] Izgled uređaja i sučelja AppleTV: *https://www.avforums.com/review/apple-tv-4k-hdr-media-player-streamer-review.13954:* (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[38] Opis uređaja *Apple HomePod:* https://www.whathifi.com/news/could-apple-homepod-soon-get-multi-user-voice-control (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[39] Ograničenja *Apple HomePod* sustava: https://pcchip.hr/hardver/periferija/appleov-homepod-je-podbacio/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[40] Opis aplikacije *Android Auto: https://www.techradar.com/reviews/android-auto-review* (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[41] Opis *Android Auto* OS-a: https://www.digitaltrends.com/cars/what-is-android-auto/ (pristupljeno: srpanj 2018.)
[42] Opis *Googe WearOS*-a: https://www.pocket-lint.com/smartwatches/news/google/127960-wear-os-your-complete-guide-to-googles-smartwatch-os (pristupljeno: srpanj 2018.)
[43] Dostupnost *Google Wear OS*-a na uređajima brojnih proizvođača: https://www.wareable.com/smartwatches/wear-os-update-details-5856 (pristupljeno: rujan 2018.)
[44] Službena web-stranica *Android TV:* https://www.android.com/tv/ (pristupljeno: ožujak 2018.)
[45] Izgled sučelja *Android TV:* https://www.techradar.com/news/android-tv-all-the-products-that-work-with-googles-tv-os (pristupljeno: ožujak 2018.)
[46] Opis *Googe Home* uređaja i OS-a: https://en.wikipedia.org/wiki/Google_Home (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[47] Izgled *Google Home* uređaja (sve tri inačice): https://assistant.google.com/platforms/speakers/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[48] Pregled *Windows OS*-a za *IoT*: https://en.wikipedia.org/wiki/Windows_10_editions#IoT_editions (pristupljeno: srpanj 2018.)
[49] Zastupljenost *QNX OS*-a: https://globenewswire.com/news-release/2018/06/06/1517725/0/en/BlackBerry-QNX-Technology-Now-Embedded-in-More-Than-120-Million-Vehicles-on-the-Road-Today.html (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[50] Opis funkcionalnosti *QNX OS*-a: http://blackberry.qnx.com/en/products/qnxcar/index#technology (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[51] Opis projekta *Automotive Grade Linux:* https://www.zdnet.com/article/linux-is-under-your-hood/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)

[52] Službena web-stranice tvrtke *Toyota:* https://www.toyotaofcleveland.com/2018-toyota-camry (pristupljeno: ožujak 2018.)
[53] Opis načina pristupa razvitku OS-a za vozila tvrtke *Tesla:* https://www.teslarati.com/tesla-automobile-systems-approach-charles-morris-book/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[54] Izgled ekrana i sučelja IVI sustava u *Tesla* vozilima: https://techau.com.au/infotainment-battle-tesla-ux-vs-android-auto-apple-carplay/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[55] Službena web-stranica tvrtke *Rimac Automobili*: http://www.rimac-automobili.com/en/technology/infotainment/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[56] Izgled sučelja i uređaja *Fitbit OS:* http://www.gadfit.com/fitbit-ionic-os-update/ (pristupljeno: ožujak 2018.)
[57] Opis *Fitbit OS*-a: https://gadgetsandwearables.com/2018/03/15/fitbit-os-2/ (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[58] Općenito o *Tizen OS*-u: https://en.wikipedia.org/wiki/Tizen (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[59] Prednosti i nedostatci *Tizen OS*-a za pametne satove: https://www.techradar.com/news/tizen-is-now-the-second-most-popular-smartwatch-os (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[60] Opis *My Home Screen OS*-a: https://www.techradar.com/news/television/6-best-smart-tv-platforms-in-the-world-today-1120795/3 (pristupljeno: kolovoz 2018.)
[61] Izgled sučelja *Panasonic My Home Screen OS*-a: http://www.audiovideohd.fr/tests/491-Panasonic-EZ950-TX-55EZ950E-2.html (pristupljeno: ožujak 2018.)
[62] Recenzija *Roku TV OS*-a: https://www.techradar.com/reviews/audio-visual/televisions/4k-tcl-roku-tv-1317692/review (pristupljeno: ožujak 2018.)
[63] Opis *Samsung Tizen OS*-a za pametne televizore: https://www.techradar.com/reviews/samsung-q8c-qled-tv (pristupljeno: ožujak 2018.)
[64] Izgled sučelja *Samsung Tizen OS*-a: https://www.lifewire.com/tizen-operating-system-1847192 (pristupljeno: ožujak 2018.)
[65] Izgled *LG Magic* daljinskog upravljača za *Web OS* pametne televizore: https://www.lg.com/us/tv-audio-video-accessories/lg-AN-MR650A-magic-remote (pristupljeno: rujan 2018.)
[66] Recenzija *LG Web OS*-a: https://www.flatpanelshd.com/news.php?subaction=showfull&id=1485421677 (pristupljeno: ožujak 2018.)
[67] Usporedba pametnih zvučnika: https://www.techradar.com/news/best-smart-speakers (pristupljeno: kolovoz 2018.)