



UNIVERZITET U NIŠU
ELEKTRONSKI FAKULTET



Sistemi za navigaciju i praćenje saobraćaja

Seminarski rad

Predmet: Inteligentni transportni sistemi

Student:
Marko Stanković, 1705

Profesor:
Bratislav Predić

SADRŽAJ

1. Uvod	3
2. Generacije inteligentnih transportnih sistema	5
3. Senzori	8
4. Kategorije inteligentnih transportnih sistema	12
5. Inteligentni transportni sistemi u javnom prevozu	13
5.1 Pregled istraživanja	13
5.2 Pregled realizovanih rešenja	14
5.2.1 Google Maps	14
5.2.2 Citymapper	15
5.2.3 Moovit	16
5.2.4 Uber i Lyft	17
5.2.5 Here Comes The Bus	17
5.2.6 NiCard	18
6. Zaključak	20
Reference	21

1. Uvod

Inteligentni transportni sistemi (ITS) imaju ključnu ulogu u današnjem globalnom okruženju. ITS služi kao temelj za razvoj tehnologija sledeće generacije u transportu. Ova multidisciplinarna oblast obuhvata različite elemente transporta, kao što su upravljanje, kontrola, infrastruktura, operacije, politike i metode regulacije. Transportni sistemi predstavljaju ključnu osnovu za ekonomski razvoj svih nacija. Međutim, mnogi gradovi širom sveta suočavaju se sa nekontrolisanim rastom saobraćaja, što dovodi do značajnih izazova kao što su kašnjenja, gužve, rastući troškovi goriva, povećane emisije CO₂, nesreće, vanredne situacije i opadanje kvaliteta života. Prema izveštaju Teksaškog instituta za transport, putnici u Sjedinjenim Američkim Državama provode oko 42 sata godišnje zaglavljani u saobraćaju, trošeći više od 3 milijarde galona goriva godišnje, sa ekonomskim uticajem na nacionalnom nivou od 160 milijardi dolara — što iznosi oko 960 dolara po putniku. Očekuje se da će se ovi problemi pogoršati zbog rasta populacije i stalne migracije u urbana područja, kako ističu izveštaji Populacionog fonda Ujedinjenih nacija i Populacionog referentnog biroa. Zbog toga postoji hitna potreba za unapređenjem bezbednosti i efikasnosti transportnih sistema.

Prednosti implementacije ITS-a su brojne. ITS može igrati ključnu ulogu u smanjenju rizika, smanjenju stope nesreća, ublažavanju saobraćajnih gužvi, smanjenju emisije ugljen-dioksida i smanjenju zagađenja vazduha. Istovremeno, poboljšava bezbednost, pouzdanost, brzinu putovanja, protok saobraćaja i opšte zadovoljstvo putnika u različitim načinima transporta.

Nedavni napredak u Informacionim i komunikacionim tehnologijama (IKT), uključujući razvoj hardvera, softvera i komunikacija, otvorio je nove mogućnosti za stvaranje održivih, inteligentnih transportnih sistema. Integracija IKT sa postojećom transportnom infrastrukturuom je ključna za omogućavanje bezbednijeg, efikasnijeg putovanja i podršku prelasku na Inteligentne transportne sisteme (ITS). Ovi sistemi su zasnovani na četiri osnovna principa: održivost, integracija, bezbednost i responzivnost. Ovi principi su ključni za postizanje ciljeva ITS-a, koji se fokusiraju na poboljšanje pristupa i mobilnosti, promociju ekološke održivosti i podsticanje ekonomskog rasta. Efikasnost ITS-a u velikoj meri zavisi od platformi koje se koriste za prikupljanje, pristup i obradu tačnih podataka iz okruženja. Ove platforme za senzore se dele u dve glavne kategorije. Prva je intra-vozila senzorika (eng. intra-vehicular sensing), koja prikuplja podatke o stanju samog vozila. Druga kategorija, urbane platforme za senzore (eng. urban sensing platforms), prikupljaju informacije o stanju u saobraćaju. Tehnologija senzora igra ključnu ulogu u prikupljanju podataka tokom komunikacije Vozilo-vozilo (V2V – Vehicle to vehicle) i Vozilo-infrastruktura (V2I – Vehicle to infrastructure), snabdevajući sisteme za upravljanje transportom vitalnim informacijama za dalju analizu i donošenje odluka. Pametni i inteligentni TS sistemi imaju za cilj da reše ključne probleme kao što su visoki troškovi goriva, povećane emisije CO₂, teška saobraćajna gužva i potreba za boljim putevima. [1]

Transportni sektor je doživeo značajnu transformaciju zahvaljujući tehnološkom napretku. Proboji u računarskom hardveru, sistemima za pozicioniranje, senzorskoj tehnologiji,

telekomunikacijama, obradi podataka i virtuelnom planiranju su izmenili moderne transportne sisteme. ITS nudi kolaborativna rešenja i stvara pouzdanu platformu za efikasno upravljanje transportom. U urbanim sredinama, ITS se široko koristi u ključnim sektorima kao što su upravljanje saobraćajnicama i auto-putevima, upravljanje teretnim transportom, sistemi za upravljanje javnim prevozom (TMS – Transit Management Systems), reagovanje na incidente i hitne situacije, regionalni multimodalni sistemi informisanja putnika, kao i sistemi za upravljanje informacijama (IM – Information Management). Pored toga, postoji mnogo ITS aplikacija koje su neophodne za optimizaciju transporta. Neke od najuticajnijih uključuju Elektronsku naplatu putarine (ETC – Electronic Toll Collection), prikupljanje podataka o saobraćaju (HDC – Highway Data Collection), sisteme za upravljanje saobraćajem (TMS – Traffic Management Systems), prikupljanje podataka o vozilima (VDC – Vehicle Data Collection), prioritet signalizacije za javni prevoz (TSP – Transit Signal Priority) i prednost prolaska za hitna vozila (EVP – Emergency Vehicle Preemption). Ove aplikacije koriste različite metode komunikacije — neke zahtevaju prenos na dugim rastojanjima, druge se oslanjaju na kratkodaljinsku komunikaciju, a pojedini sistemi koriste radio modeme za prikupljanje i prenos podataka u svrhu analize i izveštavanja. [2]

2. Generacije inteligentnih transportnih sistema

Inteligentni transportni sistemi (ITS) su evoluirali kroz nekoliko generacija, obeleženih napredovanjem u tehnologiji, komunikaciji i infrastrukturi. Svaka generacija je donela poboljšanja u efikasnosti transporta, bezbednosti i održivosti.

Prva Generacija (1970-e – 1980-e): Rano Automatizovanje i Kontrola Saobraćaja
Prva generacija ITS-a započela je automatizacijom osnovnog upravljanja saobraćajem. Rani sistemi su se prvenstveno fokusirali na kontrolu saobraćajnih signala i centralizovano praćenje saobraćaja. Tehnologije kao što su petlje ugrađene u puteve, kamere i primitivni računarski sistemi korišćeni su za prikupljanje podataka o protoku saobraćaja i gužvama. Prilagođavanje saobraćajnih signala u realnom vremenu poboljšalo je kretanje vozila kroz urbane oblasti, a centri za praćenje saobraćaja su se pojavili kako bi nadgledali regionalne saobraćajne mreže. Međutim, ovi sistemi su bili ograničeni zbog nedostatka komunikacije između vozila i infrastrukture.

Druga Generacija (1990-e – 2000-e): Uspon Komunikacije i Integracije
Druga generacija ITS-a videla je integraciju komunikacionih tehnologija poput GPS-a, mobilnih mreža i ranih bežičnih sistema. Sa pojavom satelitskih navigacionih sistema, dinamičko navođenje ruta je postalo moguće, nudeći vozačima informacije o saobraćaju u realnom vremenu i alternativne rute. Inteligentno upravljanje saobraćajem postalo je sofisticiranije upotrebom promenljivih poruka (VMS – Variable Message Signs) i sistema za naplaćivanje na rampama za regulisanje protoka saobraćaja na auto-putevima. Ovo razdoblje je takođe uvelo koncept komunikacije Vozilo-infrastruktura (V2I – Vehicle to Infrastructure), gde vozila mogu primati podatke od sistema za upravljanje saobraćajem, ali je interakcija uglavnom bila jednosmerna. Pored toga, sistemi za elektronsku naplatu putarine poput RFID (Radio Frequency Identification) naplatnih stanica su postali rasprostranjeni, smanjujući kašnjenja i gužve na naplatnim mestima.

Treća Generacija (2010-e): Povezanost Vozila i Pristupi Zasnovani na Podacima
Treća generacija obeležena je skokom u razvoju ITS-a sa pojavom široke povezanosti. Ovo razdoblje je uvelo komunikaciju Vozilo-Vozilo (V2V – Vehicle to Vehicle) i napredniju komunikaciju Vozilo-Infrastruktura (V2I – Vehicle to Infrastructure), omogućavajući automobilima da komuniciraju jedni s drugima i sa infrastrukturom pored puta u realnom vremenu. Sistemi za upravljanje saobraćajem mogli su sada da koriste prediktivne analitike, koristeći ogromne količine podataka iz povezanih vozila, mobilnih uređaja i senzora u okruženju. U isto vreme, razvoj pametnih gradova uveo je koncept integrisane urbane mobilnosti. Multimodalni transportni sistemi, koji kombinuju automobile, javni prevoz, biciklizam i hodaње, postali su prisutniji, sa podacima u realnom vremenu koji omogućavaju besprekorni prelazak između različitih načina transporta. Sistemi za prioritet signalizacije za autobuse i tramvaje poboljšali su efikasnost javnog prevoza.

Četvrta Generacija (2020-e – sadašnjost): Autonomna i Podeljena Mobilnost
Aktuelna, četvrta generacija ITS-a obeležena je sve većim uvođenjem autonomnih i polu-autonomnih vozila, naprednim AI algoritmima i usponom usluga podeljene mobilnosti.

Autonomna vozila (AV – Autonomous Vehicles) koriste kombinaciju senzora, veštačke inteligencije i mašinskog učenja za navigaciju putem bez ljudske intervencije. Ovi sistemi obećavaju smanjenje nesreća, poboljšanje efikasnosti saobraćaja i pružanje mobilnosti neodgovorenim populacijama. Koncept Mobilnosti kao Usluge (MaaS – Mobility as a Service) takođe je dobio značaj, omogućavajući korisnicima da planiraju, rezervišu i plate za više vrsta transportnih usluga preko jedne platforme. Ove platforme integrišu usluge prevoza, deljenje automobila, deljenje bicikala i javni prevoz u jedinstven sistem, smanjujući privatno vlasništvo nad automobilima i promovišući održiv transport. V2X (Vozilo-ka-Svem, eng. Vehicle to Everything) komunikacija postala je centralna karakteristika četvrte generacije ITS-a, povezujući vozila, infrastrukturu, pešake i bicikliste u jedinstvenu mrežu. Edge computing i 5G mreže dodatno poboljšavaju obradu podataka u realnom vremenu, vodeći ka pametnijem upravljanju saobraćajem, dinamičnom određivanju cena i boljoj koordinaciji između različitih načina transporta.

Buduća Generacija: Potpuno Autonomna Vozila i Pametna Infrastruktura

Gledajući u budućnost, sledeća generacija ITS-a će verovatno uključivati potpuno autonomna vozila koja funkcionišu u visoko inteligentnim transportnim ekosistemima. Putevi će biti opremljeni naprednim senzorima i komunikacionim sistemima za podršku AV-ima, dok će AI-pokretani sistemi za upravljanje saobraćajem optimizovati rute, smanjiti gužve i osigurati bezbednost. Hyperloop sistemi, dronovi za isporuku i druge inovacije mogli bi redefinisati mobilnost kakvu poznajemo, stvarajući čistije, sigurnije i efikasnije transportne sisteme za buduće generacije. [3]

Generacija	Vremenski period	Glavne tehnologije	Karakteristike
Prva generacija	1970 – 1980	Kontrola saobraćajnih signala, petlje detektora, kamere	<ul style="list-style-type: none"> - Osnovna automatizacija saobraćajnih signala - Centralizovano praćenje saobraćaja - Rani sistemi upravljanja saobraćajem za smanjenje gužvi
Druga generacija	1990 – 2000	GPS, mobilne mreže, promenljive poruke (VMS), RFID, V2I	<ul style="list-style-type: none"> - Dinamičko navođenje ruta - Promenljive poruke (VMS) - Elektronska naplata putarine (ETC) - Rana komunikacija Vozilo-Infrastruktura (V2I)
Treća generacija	2010-e	V2V, napredna V2I, prediktivna analitika, pametni gradovi	<ul style="list-style-type: none"> - Komunikacija Vozilo-Vozilo (V2V) - Prediktivno upravljanje saobraćajem - Integrisani multimodalni transportni sistemi - Integracija pametnih gradova za urbanu mobilnost
Četvrta generacija	2020-e	Autonomna vozila, AI, 5G, V2X, MaaS	<ul style="list-style-type: none"> - Autonomna i polu-autonomna vozila

			<ul style="list-style-type: none"> - Mobilnost kao usluga (MaaS) - Komunikacija Vozilo-ka-Sve (V2X) - Platforme za deljenu mobilnost
Buduća generacija	Budućnost	Napredna AI, pametna infrastruktura, edge computing	<ul style="list-style-type: none"> - Potpuno autonomna vozila - AI-pokretano optimizovanje saobraćaja - Pametna infrastruktura za AV - Hyperloop sistemi i sistemi za mobilnost zasnovani na dronovima

Tabela 1. Pregled generacija inteligentnih transportnih sistema

3. Senzori

Senzori igraju ključnu ulogu u Inteligentnim Transportnim Sistemima (ITS) iz nekoliko važnih razloga:

1. Prikupljanje podataka u realnom vremenu

Senzori prikupljaju informacije o različitim aspektima transporta, uključujući performanse vozila, uslove na putevima, protok saobraćaja i ekološke faktore. Ovi podaci su ključni za optimizaciju upravljanja saobraćajem, praćenje gužvi i poboljšanje bezbednosti vozila.

2. Poboljšana bezbednost

Senzori kao što su sistemi za nadzor pritiska u gumama, upozorenja za napuštanje trake i sistemi za detekciju sudara pomažu u sprečavanju nesreća upozoravanjem vozača na potencijalne opasnosti. Ovi bezbednosni senzori igraju kritičnu ulogu u autonomnoj vožnji, omogućavajući vozilima da donose odluke i izbegavaju prepreke u realnom vremenu.

3. Efikasnost saobraćaja

Praćenjem protoka saobraćaja, brzine i nivoa zagušenja, senzori omogućavaju ITS sistemima da dinamički prilagođavaju saobraćajne signale, nude alternativne rute i primenjuju promenljive ograničenja brzine. Ovo pomaže u smanjenju zastoja i povećanju ukupne efikasnosti transporta.

4. Praćenje i održavanje vozila

Senzori kontinuirano prate stanje i performanse različitih komponenti vozila, kao što su motor, kočnice i gume. Ovi podaci omogućavaju prediktivno održavanje, smanjujući verovatnoću kvarova i povećavajući pouzdanost vozila.

5. Praćenje životne sredine

Ekološki senzori detektuju faktore kao što su kvalitet vazduha, vremenski uslovi i temperatura puta, pomažući transportnim sistemima da se prilagode promenama. Ovo poboljšava bezbednost na putevima i pomaže u smanjenju ekološkog uticaja transporta optimizacijom ruta i rada vozila.

6. Omogućavanje autonomnih i povezanih vozila

Senzori su osnovni za rad autonomnih i povezanih vozila. Omogućavaju vozilima da opažaju okolinu, komuniciraju sa drugim vozilima (V2V) i infrastrukturu (V2I). Ova komunikacija je ključna za bezbedan i efikasan rad budućih pametnih transportnih sistema.

7. Poboljšano korisničko iskustvo

Senzori doprinose poboljšanju iskustva vozača i putnika kroz funkcije kao što su adaptivni tempomat, automatsko parkiranje i kontrola klime. Ovi sistemi ne samo da povećavaju udobnost već i obezbeđuju sigurniju i ugodniju vožnju.

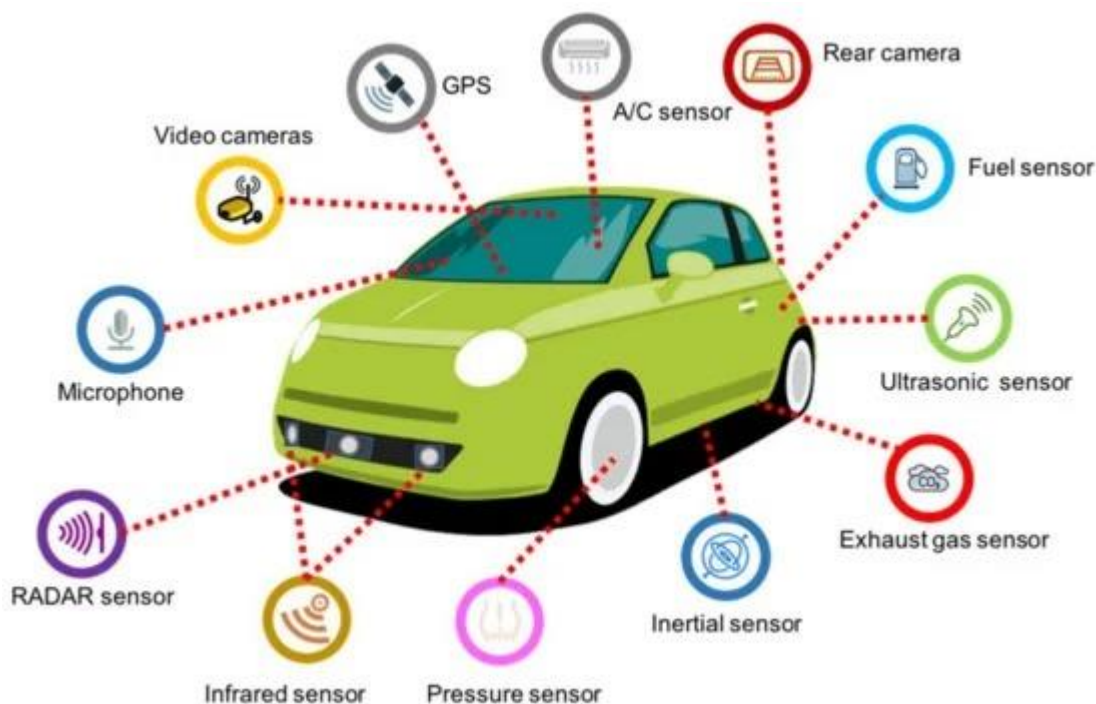
U poslednjoj deceniji, tehnologija senzora postala je široko rasprostranjena i privukla je veliku pažnju. Senzori se sada koriste u raznim oblastima, uključujući zdravstvo, poljoprivredu, šumarstvo, kao i u praćenju vozila i morskih plovila. U transportnom sektoru, tehnologija senzora igra ključnu ulogu u razvoju aplikacija za kontrolu saobraćaja, bezbednost i zabavu. Nedavno su u Sjedinjenim Američkim Državama učinili obaveznim da vozila budu opremljena sensorima i aktuatorima, kao što su sistemi za nadzor pritiska u gumama i pomagala za preglednost unazad, što je od suštinskog značaja za primenu inteligentnih transportnih sistema. Ovi napreci imaju za cilj poboljšanje zadovoljstva vozača i putnika, unapređenje bezbednosti na putevima i smanjenje saobraćajnih gužvi. Pored toga, mnogi proizvođači vozila biraju da instaliraju dodatne senzore kako bi pratili performanse vozila, poboljšali efikasnost i pružili pomoć vozaču. Danas prosečno vozilo sadrži između 60 i 100 senzora, ali kako vozila postaju naprednija, ovaj broj bi mogao porasti na čak 200 senzora po vozilu. Kada je reč o sensorima u vozilima, možemo ih klasifikovati na osnovu njihove lokacije unutar vozila, razlikujući senzore pogonskog sklopa, šasije i karoserije. Drugi način klasifikacije je prema njihovoj funkciji, identifikujući četiri glavne vrste: senzore za bezbednost, dijagnostičke senzore, senzore za udobnost i senzore za praćenje okoline. Nadovezujući se na ovu klasifikaciju mogu se izdvojiti još dve dodatne kategorije: senzore za praćenje vozača i senzore za praćenje saobraćaja. [1]

Kategorija senzora	Opis	Primer
Bezbednost	Čine osnovu bezbednosnih sistema i fokusiraju se na prepoznavanje opasnosti i događaja koji mogu dovesti do nesreće gotovo u realnom vremenu.	Mikro-mehanički oscilatori, senzori brzine, kamere, radari, laserski zrakovi, inercijalni senzori, ultrazvučni senzori, senzori blizine, senzori za noćni vid, haptički senzori.
Dijagnostika	Prikupljaju podatke za pružanje informacija u realnom vremenu o stanju i performansama vozila radi otkrivanja kvarova.	Senzor položaja, hemijski senzori, senzori temperature, senzori sastava gasa, senzori pritiska, senzori za vazdušne jastuke.
Saobraćaj	Prate saobraćajne uslove u određenim zonama, prikupljajući podatke za poboljšanje upravljanja saobraćajem.	Kamere, radari, ultrazvučni senzori, senzori blizine.
Asistencija	Prikupljaju podatke koji podržavaju aplikacije za udobnost i praktičnost.	Senzori sastava gasa, senzori vlažnosti, senzori temperature, senzori položaja, senzori obrtnog momenta, senzori slike, senzori za kišu, senzori za sprečavanje zamagljivanja, senzori udaljenosti.
Životna sredina	Prate uslove okoline, pružajući vozačima i putnicima upozorenja kako bi unapredili svoje putovanje.	Senzori pritiska, senzori temperature, senzori udaljenosti, kamere, senzori vremenskih uslova.

Korisnik	Prikupljaju podatke koji pomažu u detekciji abnormalnih zdravstvenih stanja ili ponašanja koja mogu ugroziti vozačevu sposobnost.	Kamere, termistori, senzori elektrokardiograma (EKG), senzori elektroencefalograma (EEG), senzori otkucaja srca.
----------	---	--

Tabela 2. Pregled kategorija senzora vozila

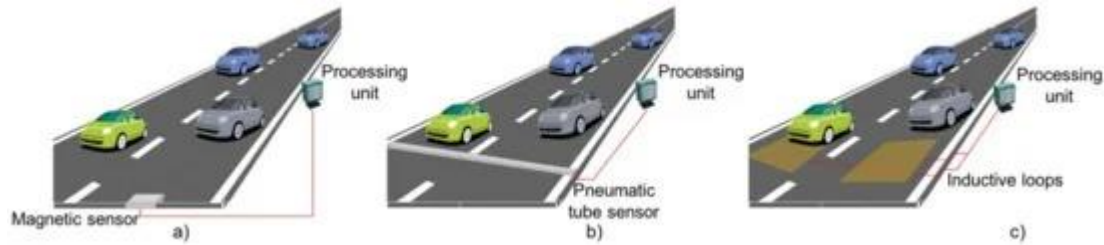
U zaključku treba zapamtiti da se senzori u inteligentnim transportnim sistemima dele u dve velike kategorije: senzori u vozilima i senzori na putevima. Kada su u pitanju senzori u vozilima sistemi za praćenje pritiska u gumama u Sjedinjenim Američkim Državama su obavezni i upozoravaju vozače kada je pritisak u gumama nizak. Senzori blizine, ultrazvučni i elektromagnetni senzori koriste se za asistenciju pri parkiranju i upozorenja pri vožnji unazad, ali na njih mogu uticati temperatura i vlažnost. Radar i laserski senzori detektuju prepreke kako bi pomogli u sprečavanju sudara podešavanjem gasa ili kočnica vozila. Žiroskopi i akcelerometri u inercijalnim navigacionim sistemima (INS – Inertial Navigation Systems), u kombinaciji sa GPS-om, poboljšavaju tačnost položaja vozila. Kamere prate ponašanje vozača i pomažu kod noćnog vida, dok LIDAR, ključan za autonomna vozila, nudi vidljivost od 360 stepeni i precizno detektovanje dubine. Uprkos rastućoj upotrebi senzora, izazovi u integraciji i ograničene mogućnosti trenutnih sistema sprečavaju njihovu širu primenu (slika 1).



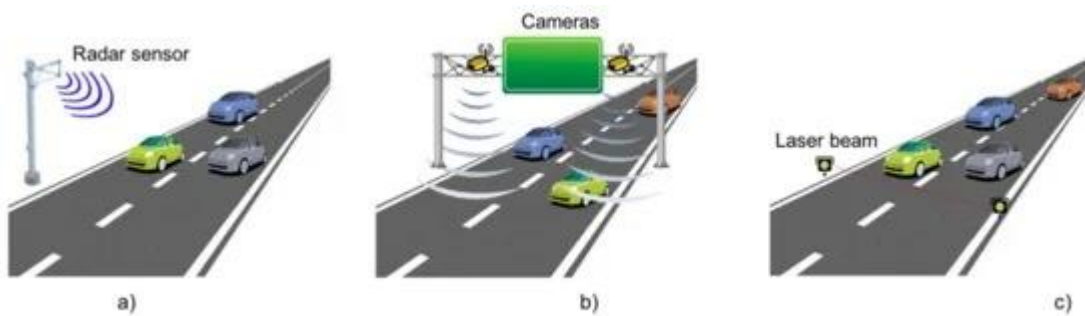
Slika 1. Senzori u vozilima

Iako je automobilska industrija unapredila bezbednost i udobnost vozila sa unutrašnjim senzorima, prikupljanje saobraćajnih podataka putem senzora na putevima i dalje predstavlja veliki izazov za inteligentne transportne sisteme. Senzori na putevima, koji pružaju usluge kao što su pametno parkiranje i naplata na osnovu zagušenja, klasifikuju se kao intruzivni ili neintruzivni. Intruzivni senzori, kao što su pasivni magnetski, pneumatske cevi i induktivni petljevi, su veoma precizni, ali skupi i ometajući za instalaciju. Da bi se ublažili ovi problemi, uvedeni su bežični senzori na baterije kao skuplje i manje ometajuće alternativno rešenje (slika

2). Neintruzivni senzori, postavljeni na različitim lokacijama udaljenim od površine puta, mogu detektovati parametre vozila, ali su skupi i osetljivi na ekološke uslove. Ovi senzori se koriste za aplikacije kao što su detekcija redova, praćenje saobraćaja i vremenskih uslova, i često se montiraju na jarbole, mostove ili uz put na nivou zemlje (slika 3). [1]



Slika 2. Tipovi intruzivnih senzora na putu



Slika 3. Tipovi neintruzivnih senzora na putu

4. Kategorije inteligentnih transportnih sistema

U prethodnom poglavlju smo naveli brojne podgrupe sistema i slučajeva upotrebe koji se mogu nazvati ITS sistemima. Generalno, svi ovi sistemi se svrstavaju u 4 osnovne grupe:

1. Napredni sistemi informisanja putnika (ATIS – Advanced Traveler Information Systems)
2. Napredni sistemi upravljanja saobraćajem (ATMS – Advanced Traffic Management Systems)
3. Napredni sistemi javnog prevoza (APTS – Advanced Public Transportation Systems)
4. Sistemi za upravljanje vanrednim situacijama (EMS – Emergency Management Systems)

Napredni sistemi informisanja putnika (ATIS) koriste različite tehnologije poput interneta, telefona, mobilnih uređaja, televizije i radija kako bi putnicima i vozačima pomogao da donesu informisane odluke o vremenu polaska, optimalnim rutama i opcijama putovanja. ATIS pruža informacije i pre puta i tokom putovanja, nudeći brojne prednosti. Pristup informacijama pre puta povećava samopouzdanje vozača u korišćenju auto-puteva i omogućava im da donesu bolje odluke o tranzitu. Navođenje tokom puta pomaže putnicima da uštede vreme, izbegnu gužve i poboljšaju ukupne performanse saobraćajne mreže. Istraživanje iz 1999. godine među korisnicima Naprednog regionalnog interaktivnog sistema za upravljanje saobraćajem i informacijama (ARTIMIS – Advanced Regional Traffic Interactive Management and Information System) u Sinsinatiju, Ohajo, pokazalo je da su svi učesnici ocenili ovu uslugu kao korisnu. Više od 99% je navelo prednosti poput izbegavanja saobraćajnih problema, uštede vremena, smanjenja frustracije i blagovremenog dolaska na odredište, dok je 81% preporučilo ovu uslugu drugima.

Napredni sistemi upravljanja saobraćajem (ATMS) koriste saobraćajne vlasti za nadgledanje i regulisanje toka saobraćaja, omogućavajući pravovremeno donošenje odluka. ATMS koriste podatke u realnom vremenu kako bi optimizovali kretanje vozila podešavanjem kontrola poput saobraćajnih semafora, čime se poboljšava efikasnost saobraćaja.

Napredni sistemi javnog prevoza (APTS) su usmereni ka unapređenju operativne efikasnosti javnog prevoza i povećanje broja korisnika kroz povećanje pouzdanosti tranzitnih usluga. APTS menjaju način na koji sistemi javnog prevoza funkcionišu i proširuju spektar usluga koje mogu ponuditi, čime javni prevoz postaje privlačniji i efikasniji.

Sistemi za upravljanje vanrednim situacijama (EMS) su nova oblast unutar inteligentnih transportnih sistema, posvećena primeni ITS tehnologija kako bi se poboljšale reakcije tokom vanrednih situacija. EMS igraju ključnu ulogu u smanjenju smrtnosti tokom saobraćajnih nesreća pružajući blagovremenu pomoć i podršku u hitnim situacijama. [4]

5. Inteligentni transportni sistemi u javnom prevozu

U ovom odeljku fokusiraćemo se ITS u javnom prevozu, razmotrićemo glavna istraživanja sprovedena na ovu temu, kao i neka praktična popularna rešenja koja postoje na tržištu.

5.1 Pregled istraživanja

Molina (2005) je opisao arhitekturu računarskog sistema dizajniranu kao inteligentni asistent zasnovan na znanju za upravljanje javnim prevozom. Ova arhitektura fokusira se na dijagnostiku, predviđanje i planiranje, i korišćena je u stvarnim aplikacijama za Torino (Italija) i Vitoriju (Španija). [5]

Feizhou i saradnici (2008) su koristili Genetske Algoritme (GA) i Hibridne Genetske Algoritme (HGA) za optimizaciju rasporeda javnih vozila u stvarnim operativnim kontekstima. Evaluirali su performanse na tri nivoa dostupnosti vozila (minimalni, prosečni i maksimalni) koristeći tehnike preseka sa jednim i dva puna. Njihova studija slučaja o Autobuskoj liniji 375 u Pekingu pokazala je poboljšanja u alokaciji resursa i operativnoj efikasnosti. [6]

Hatem i saradnici (2009) su razvili sistem koji integriše Radio Frekvencijsku Identifikaciju (RFID) sa Bežičnim Senzorskim Mrežama (WSN) za upravljanje javnim prevozom. Ovaj sistem uključuje instalaciju RFID čitača antena na ulazima i izlazima autobusnih stanica i opremanje autobusa Ultra Visokofrekventnim (UHF) oznakama. RFID čitači prenose podatke o identifikaciji autobusa ka centralnom računaru, koji zatim ažurira LED displeje za korisnike i pomaže u rasporedu i upravljanju autobuskim uslugama. [7]

He i Zhang (2009) su predložili sistem za dispečersku i odlučujuću podršku u javnom prevozu zasnovan na tehnologiji više agenata. Ovaj sistem koristi lične računare kao interfejs za upite korisnika, pružajući odgovore u realnom vremenu i podršku. [8]

Sistem koji su razvili Feizhou i saradnici fokusirao se isključivo na raspored javnih vozila, bez šireg opsega upravljanja javnim prevozom, što ograničava njegovu primenu kao sveobuhvatan Sistem za Upravljanje Javnim Prevozom (PTMS – Public Transport Management System). Nasuprot tome, Hatem i saradnici i Zhian i Han integrisali su nove tehnologije u svoje sisteme za upravljanje autobusima. Hatem i saradnici koristili su RFID (Radio Frequency Identification) u kombinaciji sa Bežičnim Senzorskim Mrežama (WSN – Wireless Sensor Networks), dok su Zhian i Han koristili Zigbee i GSM/GPRS tehnologije. Iako je Zigbee ekonomičniji od RFID-a, njegov ograničeni domet od 10 metara predstavlja značajan nedostatak. Oba sistema prate samo autobuse u blizini autobusnih stanica, ostavljajući praznine u praćenju incidenata između stanica i tako smanjujući njihovu efikasnost kao PTMS. Ramesh i saradnici razvili su sistem za raspored i dispečovanje autobusa zasnovan na broju putnika na svakoj stanici. Dok je koristan za stanice blizu autobusnih terminala, ovaj sistem se suočava s poteškoćama kod stanica koje su dalje, što može dovesti do kašnjenja kako broj putnika raste. Molina pruža sveobuhvatniji sistem koji pokriva različite aspekte upravljanja javnim prevozom, uključujući dijagnostiku, predviđanje i planiranje, za razliku od drugih sistema koji se fokusiraju na uže aspekte poput rasporeda autobusa ili upravljanja rutama. [4]

5.2 Pregled realizovanih rešenja

Jedni od najkorišćenijih sistema širom sveta su inteligentni metro sistemi. Ove mreže koriste sofisticirane tehnologije kao što su real-time praćenje, kontaktne i beskontaktno metode plaćanja, kao i napredne aplikacije koje omogućavaju korisnicima da uvek budu u toku sa stanjem usluga.

London Underground (Tube): Londonski metro ima sveobuhvatan sistem praćenja u realnom vremenu i koristi bežične metode plaćanja kao što su Oyster kartice i beskontaktno kreditne/debitne kartice. Takođe ima robustan informativni sistem za ažuriranja o statusu usluge u realnom vremenu.

Singapore's MRT: Brzi tranzitni sistem mase (MRT – The Mass Rapid Transit) u Singapuru koristi sofisticirani signalni sistem za efikasno upravljanje operacijama vozova. Takođe nudi mobilnu aplikaciju sa informacijama u realnom vremenu i bežični sistem plaćanja.

Tokyo Metro: Tokijska metro mreža je poznata po svojoj tačnosti i efikasnosti. Koristi napredne sisteme rasporeda i ima integrisane sisteme plaćanja, uključujući pametne kartice i mobilna plaćanja.

New York City's MTA: Metropolitanska Prevoznika Organizacija (MTA – Metropolitan Transportation Authority) u Njujorku unapređuje svoje sisteme sa alatima za praćenje i komunikaciju u realnom vremenu. Uvođenje bežičnih opcija plaćanja i MTA aplikacija za praćenje u realnom vremenu značajno je poboljšalo iskustvo putnika.

Los Angeles Metro: LA Metro je implementirao razne pametne tehnologije, uključujući praćenje autobusa u realnom vremenu i elektronske sisteme plaćanja. Njihova aplikacija pruža ažuriranja u realnom vremenu i planiranje ruta.

Hong Kong's MTR: Tranzitna Železnica Mase (MTR – The Mass Transit Railway) u Hong Kongu integriše pametan sistem kartica za plaćanje karata, ažuriranja usluga u realnom vremenu i efikasan sistem kontrole vozova kako bi se nosio sa velikim brojem putnika.

Seoul's Subway System: Seulski sistem metroa nudi praćenje vozova u realnom vremenu, pametno plaćanje putem T-money kartica i integrisanu aplikaciju koja pruža informacije o rasporedu i planiranje ruta.

Madrid's Metro: Metro sistem u Madridu je poznat po naprednim sistemima za prodaju karata i prikazima informacija u realnom vremenu. Grad takođe pruža integrisanu aplikaciju koja pomaže korisnicima da efikasno koriste sistem.

Možemo zaključiti da svi ovi sistemi koriste kombinaciju GPS-a, analitike podataka u realnom vremenu, tehnologije pametnih kartica i mobilnih aplikacija za unapređenje efikasnosti i udobnosti javnog prevoza. Dakle, veliki deo pogodnosti koje donose ITS u javnom prevozu dolazi sa strane korisnika, u pogledu mobilnih aplikacija. Kako je veliki fokus na njima, obradićemo i najpopularnije mobilne aplikacije u domenu inteligentnog javnog prevoza.

5.2.1 Google Maps

Google Maps se može koristiti za javni prevoz na nekoliko načina, pružajući informacije u realnom vremenu, planiranje ruta i druge ključne funkcije koje poboljšavaju iskustvo putovanja. Glavne funkcionalnost koje Google Maps pruža su:

Planiranje ruta: Google Maps omogućava korisnicima da planiraju rute javnog prevoza pružajući detaljne opcije za autobuse, vozove, tramvaje i metroe. Prikazuje najbrže rute, procenjeno vreme putovanja i tačke presedanja, olakšavajući putnicima da se snađu u složenim mrežama javnog prevoza.

Informacije o javnom prevozu u realnom vremenu: U mnogim gradovima Google Maps nudi ažuriranja u realnom vremenu o rasporedima javnog prevoza. Pruža praćenje uživo autobusa ili vozova, omogućavajući korisnicima da vide kada će sledeće vozilo stići na stanicu, pomažući im da efikasnije isplaniraju svoje putovanje.

Multimodalni prevoz: Google Maps integriše različite oblike javnog prevoza zajedno sa hodanjem, biciklizmom ili opcijama za deljenje vožnje, omogućavajući korisnicima da kreiraju neprekidne multimodalne rute. Predlaže kombinacije različitih vrsta prevoza na osnovu pogodnosti i efikasnosti.

Procena cena karata i opcije plaćanja: U nekim mestima Google Maps nudi informacije o cenama i tarifama za rute javnog prevoza. Takođe se može integrisati sa lokalnim aplikacijama za plaćanje, omogućavajući korisnicima da plate svoje putovanje direktno preko aplikacije.

Pristupne funkcije: Google Maps uključuje informacije o pristupačnosti u javnom prevozu, kao što su rute dostupne za osobe u invalidskim kolicima, liftovi i pristupi bez stepenica, čineći lakšim osobama sa invaliditetom da koriste javni prevoz.

Gužve i kašnjenja: U određenim gradovima Google Maps pruža informacije o tome koliko su autobusi ili vozovi puni, pomažući korisnicima da odluče da li da uzmu određenu rutu ili sačekaju manje puno vozilo. Takođe nudi obaveštenja o kašnjenjima ili poremećajima u saobraćaju.

Offline režim: Google Maps nudi offline režim, omogućavajući korisnicima da preuzmu mape i rute za kasniju upotrebu kada nemaju pristup internetu, što je korisno za putnike ili korisnike u oblastima sa slabom povezanošću.

Obaveštenja o javnom prevozu: Korisnici mogu primati obaveštenja o ažuriranjima u vezi sa javnim prevozom, kao što su promene usluga, štrajkovi ili izmene ruta, pomažući im da ostanu informisani o bilo kakvim prekidima ili promenama na uobičajenim rutama. Pružajući podatke u realnom vremenu, tačno planiranje ruta i integraciju sa lokalnim sistemima prevoza, Google Maps poboljšava efikasnost i lakoću korišćenja javnog prevoza.

5.2.2 Citymapper

Citymapper je popularna aplikacija za navigaciju u urbanim sredinama koja korisnicima pomaže da se kreću po gradovima pružajući detaljne informacije o javnom prevozu i ažuriranja u realnom vremenu. Pokriva širok spektar transportnih opcija, uključujući autobuse, vozove, metroe, trajekte, bicikle, deljenje vožnje i pešačke rute. Evo nekoliko ključnih funkcija Citymapper-a:

Multimodalno planiranje ruta: Citymapper integriše više opcija prevoza, omogućavajući korisnicima da uporede rute koje kombinuju različite načine prevoza, poput vozova, autobusa, hodanja, pa čak i usluga deljenja bicikala ili e-trotineta, kako bi pronašli najefikasniji put.

Informacije o javnom prevozu u realnom vremenu: Aplikacija nudi ažuriranja uživo o rasporedima javnog prevoza, kašnjenjima i otkazivanjima, pružajući korisnicima najnovije informacije o tome kada će sledeći autobus ili voz stići.

Uputstva korak po korak: Citymapper pruža jasna i detaljna uputstva za korisnike koji koriste nepoznate rute, uključujući uputstva za presedanje i pešačenje između stanica.

Podaci o gužvama uživo: U određenim gradovima, Citymapper prikazuje koliko su puni autobusi, vozovi ili stanice, pomažući korisnicima da odaberu manje ispunjene opcije za udobniju vožnju.

Informacije o cenama: Aplikacija prikazuje cene karata i pregled troškova za različite rute, pomažući korisnicima da planiraju svoje putovanje u okviru budžeta.

Offline mape: Korisnici mogu preuzeti mape i rute za offline upotrebu, što olakšava navigaciju u oblastima sa slabom internet konekcijom ili u romingu.

Personalizacija: Aplikacija omogućava korisnicima da sačuvaju omiljene rute, postavе obaveštenja o promenama u prevozu i čak kreiraju funkciju „Commute“ koja pomaže u planiranju redovnih putovanja.

Pokrivenost u velikim gradovima: Citymapper je dostupan u mnogim velikim gradovima širom sveta, uključujući Njujork, London, Pariz i Tokio, pružajući sveobuhvatnu podršku urbanim putnicima.

Sve u svemu, Citymapper je dizajniran da pojednostavi putovanje po gradu kombinovanjem opcija javnog prevoza, podataka u realnom vremenu i personalizovanih funkcija, što ga čini omiljenom aplikacijom za urbane putnike i putnike. [9]

5.2.3 Moovit

Moovit je popularna aplikacija za urbanu mobilnost koja pruža sveobuhvatne informacije o javnom prevozu, pomažući korisnicima da planiraju i prate svoja putovanja u mnogim gradovima širom sveta. Ona integriše različite vidove prevoza i nudi ažuriranja u realnom vremenu kako bi olakšala svakodnevno putovanje. Evo ključnih funkcija Moovit-a:

Multimodalno planiranje putovanja: Moovit kombinuje različite načine prevoza, uključujući autobuse, vozove, metroe, trajekte, usluge deljenja bicikala i vožnje, omogućavajući korisnicima da odaberu najefikasniju ili najpovoljniju rutu.

Ažuriranja javnog prevoza u realnom vremenu: Aplikacija pruža informacije uživo o rasporedima prevoza, kašnjenjima i prekidima u usluzi, omogućavajući korisnicima da vide vreme dolaska i izbegnu čekanje ili propuštanje prevoza.

Navigacija korak po korak: Moovit daje detaljna uputstva za korisnike tokom njihovog putovanja, uključujući obaveštenja o tome kada treba da izađu na određenoj stanici ili presednu na drugu rutu.

Podaci o gužvama uživo: U nekim gradovima, Moovit nudi informacije o tome koliko su puni autobusi ili vozovi, pomažući putnicima da odaberu manje gužvovitu opciju ili da planiraju svoje putovanje u skladu s tim.

Obaveštenja o uslugama: Aplikacija obaveštava korisnike o promenama u uslugama, kašnjenjima, štrajkovima ili drugim prekidima na redovnim rutama, održavajući ih informisanim o svim problemima u prevozu.

Funkcije pristupačnosti: Moovit uključuje informacije o pristupačnim rutama za osobe sa invaliditetom, kao što su liftovi ili stanice prilagođene kolicima, čineći sistem prevoza dostupnim svima.

Offline mape: Korisnici mogu preuzeti mape i rute za offline korišćenje, što je korisno kada putuju u područjima sa slabom internet konekcijom.

Globalna pokrivenost: Moovit je dostupan u preko 3.000 gradova u više od 100 zemalja, što ga čini jednom od najčešće korišćenih aplikacija za javni prevoz širom sveta.

Podaci od korisnika: Aplikacija delimično zavisi od podataka koje prikupljaju korisnici, koji doprinose informacijama u realnom vremenu o stanju prevoza, poboljšavajući tačnost aplikacije i pomažući zajednici.

Sve u svemu, Moovit pojednostavljuje navigaciju u javnom prevozu svojim ažuriranjima u realnom vremenu, planiranjem putovanja i globalnim prisustvom, čineći je korisnim alatom i za svakodnevne putnike i za turiste. [10]

5.2.4 Uber i Lyft

Uber i Lyft su dve vodeće usluge za deljenje vožnji koje su značajno promenile urbano prevoz nudeći praktične, na zahtev dostupne vožnje putem mobilnih aplikacija.

Uber posluje globalno, pružajući širok spektar opcija vožnje, od budžetskih izbora poput UberX, do premium usluga kao što su UberPOOL (deljene vožnje), UberXL (veća vozila) i UberLux (luksuzna vozila). Njihova aplikacija omogućava korisnicima da zatraže vožnje, prate vozače u realnom vremenu, plaćaju elektronski, i nudi procene vremena dolaska, cene vožnje i ocene vozača. Pored osnovnih usluga, Uber je proširio svoj portfolio na Uber Eats (isporuka hrane), Uber Freight (logistika kamiona) i Uber Bike/Scooter (iznajmljivanje bicikala i skutera). Sa prisustvom u stotinama gradova širom sveta, Uber je jedna od najprepoznatljivijih platformi za deljenje vožnji. [11]

Lyft primarno posluje u Sjedinjenim Američkim Državama i Kanadi i nudi slične opcije kao Uber, uključujući Lyft (standardne vožnje), Lyft XL (veća vozila) i Lux (luksuzne vožnje). Takođe pruža povoljniju opciju pod nazivom Lyft Line (deljene vožnje). Lyft aplikacija omogućava korisnicima da zatraže vožnje, prate vozače i obavljaju plaćanja elektronski, sa funkcijama kao što su procene cene vožnje, ocene vozača i istorija putovanja. Dodatno, Lyft nudi iznajmljivanje bicikala i skutera putem Lyft Bikes and Scooters i ima partnerstva sa različitim sistemima javnog prevoza za integraciju deljenja vožnji sa javnim prevozom. Lyft se takođe ističe svojim prijateljskim i zajednički orijentisanim pristupom, promovišući inicijative kao što su davanje napojnica vozačima i podrška lokalnim uzrocima. [12]

5.2.5 Here Comes The Bus

Here Comes The Bus je aplikacija razvijena od strane **Synovia Solutions** koja poboljšava upravljanje školskim autobusima pružajući alate za praćenje u realnom vremenu i komunikaciju za roditelje, učenike i školske administratore. Ključne funkcionalnosti koje ova aplikacija pruža obuhvataju:

GPS Praćenje: Roditelji mogu pratiti trenutnu lokaciju školskog autobusa koristeći GPS tehnologiju. Ovo pomaže u preciznom utvrđivanju kada će autobus stići na određeno stajalište.

Procene Vremena Dolaska: Aplikacija pruža procene vremena dolaska autobusa, pomažući roditeljima i učenicima da bolje planiraju svoje vreme i smanje nesigurnost oko rasporeda autobusa.

Obaveštenja o Dolasku: Roditelji primaju obaveštenja kada autobus pristupa stajalištu, osiguravajući da su obavešteni o vremenu dolaska autobusa.

Upozorenja o Kašnjenjima: Aplikacija šalje upozorenja u slučaju kašnjenja ili promena rute, držeći roditelje informisane o bilo kojim poremećajima u rasporedu autobusa.

Detalji Rute: Korisnici mogu da vide rutu autobusa i stajališta, što im omogućava bolje razumevanje puta autobusa i stajališta duž rute.

Lokacije Stajališta: Aplikacija prikazuje lokacije označenih stajališta autobusa, pomažući roditeljima i učenicima da znaju gde da čekaju autobus.

Informacije o Vozaču: U nekim slučajevima, aplikacija pruža informacije o vozaču autobusa, povećavajući transparentnost i bezbednost.

Praćenje Učenika: Neke verzije aplikacije uključuju funkcije za praćenje prisustva učenika i osiguranje da učenici ulaze i izlaze iz autobusa na pravim stajalištima.

Dostupnost: Dostupna kao mobilna aplikacija za iOS i Android uređaje, što je čini pristupačnom roditeljima u pokretu. Pored mobilne aplikacije, može postojati i web-pristup za pregled informacija o praćenju autobusa. Koristi se u različitim školskim okruzima širom Sjedinjenih Američkih Država i može biti dostupan u zavisnosti od sistema prevoza škole i lokacije. Škole moraju implementirati sistem, a roditelji mogu pristupiti aplikaciji putem preplate ili kao deo školske usluge prevoza.

Komunikacija: Aplikacija često integriše postojeće školske sisteme za upravljanje prevozom, osiguravajući da su podaci tačni i ažurirani.

Sve u svemu, Here Comes The Bus nudi vredan alat za poboljšanje efikasnosti i pouzdanosti školskog prevoza, unapređujući celokupno iskustvo za učenike, roditelje i školske administratore. [13]

5.2.6 NiCard

NiCard je aplikacija dizajnirana za praćenje javnog gradskog prevoza u Nišu, koja nudi korisnicima niz funkcionalnosti za unapređenje svakodnevnog putovanja. Kao relativno nova aplikacija na tržištu, NiCard pruža korisnicima mogućnost praćenja trenutne lokacije autobusa u realnom vremenu, što im omogućava da precizno planiraju svoje putovanje i smanje vreme čekanja na stanici. Pored praćenja lokacije, aplikacija takođe pruža procenjeno vreme dolaska autobusa na stanicu, što doprinosi boljoj organizaciji korisničkog vremena i smanjuje neizvesnost u vezi sa rasporedom autobusa. NiCard takođe nudi informacije o autobuskim linijama koje će biti dostupne na unetoj stanici, čime se olakšava planiranje rute i omogućava korisnicima da se obaveste o svim opcijama koje su im na raspolaganju.

Iako aplikacija već pruža korisne informacije, postoji značajan prostor za unapređenje i proširenje njenih funkcionalnosti kako bi zadovoljila sve veće potrebe korisnika. Jedno od mogućih unapređenja uključuje implementaciju funkcionalnosti digitalnog plaćanja, što bi

omogućilo korisnicima da kupe karte ili dodaju novac na svoje kartice direktno putem aplikacije. Ovo bi dodatno poboljšalo korisničko iskustvo smanjivanjem potrebe za gotovinom i fizičkim karticama. Takođe, prelaženje sa trenutnog sistema koji koristi pull princip na sistem koji koristi push princip za GPS praćenje može značajno unaprediti pravovremenost informacija. Automatsko slanje obaveštenja korisnicima o dolasku autobusa ili mogućim kašnjenjima bi smanjilo potrebu za stalnim osvežavanjem aplikacije i poboljšalo preciznost informacija. Planiranje ruta koje uključuje više različitih autobusnih linija je još jedno značajno unapređenje koje može omogućiti korisnicima da bolje organizuju svoje putovanje, posebno u slučajevima kada je potrebno više presedanja ili kada ruta postaje složenija. Razvijanje ovih funkcionalnosti može učiniti aplikaciju konkurentnijom i korisnijom u svakodnevnoj upotrebi.

U zaključku, iako NiCard predstavlja korak ka modernizaciji javnog prevoza u Nišu i pruža korisnicima osnovne informacije potrebne za efikasno korišćenje autobuske mreže, kontinuirana ulaganja u unapređenje funkcionalnosti i prilagođavanje potrebama korisnika biće ključna za njenu dugoročnu uspešnost. Povećanje funkcionalnosti i poboljšanje korisničkog interfejsa doprineće jačanju konkurentnosti aplikacije i povećanju korisničkog zadovoljstva.

[14]

6. Zaključak

U ovom radu pružili smo sveobuhvatnu analizu inteligentnih transportnih sistema (ITS), sa posebnim fokusom na njihovu primenu u javnom prevozu. Počeli smo sa pregledom ITS-a, definišući njihovu ulogu u optimizaciji transportnih mreža i poboljšanju efikasnosti i bezbednosti. Potom opisujemo istorijski razvoj ITS-a, prateći njihovu evoluciju od ranih sistema do savremenih tehnologija koje se koriste danas. Ova istorijska perspektiva ističe progresivnu integraciju tehnologije u transportne sisteme. U trećem delu, istražili smo različite senzore koji se koriste u ITS-u. Pokrili smo senzore montirane na vozilima, kao što su GPS i akcelerometri, kao i senzore postavljene na putu, uključujući induktivne petlje i kamere. Ovi senzori igraju ključnu ulogu u prikupljanju podataka, praćenju saobraćaja i upravljanju sistemom.

Nakon toga, osvrnuli smo se na kategorizaciju različitih tipova ITS tehnologija i njihove specifične primene. Naglašavajući upotrebu ITS-a u javnom prevozu, detaljno objašnjavajući kako ovi sistemi unapređuju operativnu efikasnost, iskustvo putnika i ukupno upravljanje prevozom. Analiza smo nastavili pregledom naučnih istraživanja o primeni ITS-a u javnom prevozu. Ovo uključuje procenu različitih predloženih teoretskih rešenja o upotrebi ITS-a u javnom prevozu. Rad smo završili ispitivanjem stvarnih implementacija ITS-a, fokusirajući se na različite metro sisteme i popularne aplikacije za javni prevoz. Razmotrili smo kako metro sistemi kao što su Londonski metro, Metro u Njujorku i Tokio metro koriste ITS tehnologije za optimizaciju operacija i poboljšanje iskustva putnika. Takođe smo pregledali popularne aplikacije kao što su Google Maps, Cityplanner, Moovit i Here Comes The Bus. Ove aplikacije pružaju informacije u realnom vremenu, planiranje ruta i ažuriranja usluga, pokazujući praktičan uticaj ITS-a na svakodnevno putovanje i planiranje prevoza. Sve u svemu, naš rad ilustruje transformativni efekat ITS-a na javni prevoz, ističući kako teoretska unapređenja, tako i praktične primene.

Reference

- [1] J. Guerrero-Ibáñez, S. Zeadally i J. Contreras-Castillo, Sensor Technologies for Intelligent Transportation Systems, 2018.
- [2] K. Naseer Qureshi i H. Abdullah, A Survey on Intelligent Transportation Systems, 2013.
- [3] „The History of Intelligent Transportation Systems,“ 28 Feb 2023. [Na mreži]. Available: <https://www.wj.uk/advice/history-intelligent-transportation-systems/>. [Poslednji pristup 8 Sep 2024].
- [4] „Recent trends in intelligent transportation systems: a review,“ Apr 2015. [Na mreži]. Available: <https://www.scielo.br/j/jtl/a/h6BGSkN5dyqNLS7XngqXMzR/?lang=en#>. [Poslednji pristup 9 Sep 2024].
- [5] M. Molina, An Intelligent Assistant for Public Transport Management, 2005.
- [6] Z. Feizhou, C. Xuejun i Y. Dongkai, Intelligent Scheduling of Public Traffic Vehicles Based on a Hybrid Genetic Algorithm, 2008.
- [7] B. A. Hatem i H. Habib, Bus Management System Using RFID In WSN in the proceedings of European and Mediterranean Conference on Information Systems, 2009.
- [8] Z. He i Q. Zhang, Public Transport Dispatch and Decision Support System Based on Multi-Agent, 2009.
- [9] „City Mapper,“ [Na mreži]. Available: <https://citymapper.com/>. [Poslednji pristup 9 Sep 2024].
- [10] „Moovit,“ [Na mreži]. Available: <https://moovitapp.com/>. [Poslednji pristup 9 Sep 2024].
- [11] „Uber,“ [Na mreži]. Available: <https://www.uber.com/>. [Poslednji pristup 9 Sep 2024].
- [12] „Lyft,“ [Na mreži]. Available: <https://www.lyft.com/>. [Poslednji pristup 9 Sep 2024].
- [13] „Here Comes The Bus,“ [Na mreži]. Available: <https://herecomesthebus.com/>. [Poslednji pristup 9 Sep 2024].
- [14] „NiCard,“ [Na mreži]. Available: <https://play.google.com/store/apps/details?id=buslogic.jgpnis&hl=sr>. [Poslednji pristup 9 Sep 2024].