

Razvoj informacionih sistema u drumskom transportu

Pavle Pitka^a, Milica Miličić^a, Tatjana Kovačević^a, Milica Majstorović^a

^a Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Departman za saobraćaj, Trg Dositeja Obradovića 6, Novi Sad

PODACI O RADU

DOI: 10.31075/PIS.70.01.08

Stručni rad

Primljen: 21.02.2024.

Prihvaćen: 08.02.2024.

Koresponding autor:

milicamajstorovic@uns.ac.rs

Кljučне речи:

Drumski transport

Automatsko praćenje vozila

Internet stvari

REZIME

U svakodnevnom životu suočavamo se sa mnogim problemima u oblasti transporta. Primena inteligentnih transportnih sistema treba da poboljša probleme vezane za upravljanje zagušenjima u saobraćaju, bezbednost saobraćaja, obezbeđivanje pristupa podacima u transportnom okruženju kao i zaštitu životne sredine. U radu je dat prikaz dva koncepta koji su ključni za unapređenja i razvoj transportnog sektora. Razvoj i primena automatskog praćenja vozila od 60-tih godina prošlog veka doveli su do poboljšanja efikasnosti rada transportnih kompanija kao i kvaliteta njihove usluge. Ova tehnologija je dovela do poboljšanja efikasnosti transportne usluge, boljeg iskorišćenja resursa i poboljšanja kvaliteta usluge. Međutim, najsavremeniji koncept koji inicira unapređenje postojećih i podstiče razvoj novih rešenja u oblasti transporta je IoT koncept (Internet of Things – Internet stvari). Kod prevoza tereta primena IoT tehnologije omogućava upravljanje troškovima, smanjenje emisije CO₂ i izbegavanje zagušenja korišćenjem alternativnih ruta.

1. Uvod

Razvoj AVL (Automated Vehicle Location) tehnologije počinje 60-tih godina prošlog veka. Iako je tokom vremena postajala sve moćnija i pristupačnija, ipak najveći pomaci u današnjem modernom svetu koncentrisani su na Internet stvari (IoT). To je najnoviji koncept koji utiče na razvoj novih dostignuća u oblasti transporta. Internet of Things (IoT) je mreža u kojoj su stvari bežično povezane preko pametnih senzora i očekuje se u narednih nekoliko godina da će preko 125 biliona IoT uređaja biti povezano [1]. U oblasti inteligentnih transportnih sistema mnoga rešenja zasnovana su na IoT u smislu prikupljanja podataka, obrade i slanja podataka u transportnom okruženju. IoT tehnologije mogu se koristiti i u postojećoj infrastrukturi za projektovanje i unapređenje efikasnog sistema javnog prevoza putnika [2]. Pored toga, IoT ima velike obećavajuće mogućnosti i u rešavanju određenih složenosti u oblasti lanaca snabdevanja (dugo vreme isporuke, prekid u snabdevanju sirovinama, veliki operativni troškovi, itd.) [3].

U transportnom sistemu kao i u drugim segmentima u svakodnevnom životu primenjuju se distribuirane mobilne mreže. Da bi se dobili podaci u realnom vremenu, mobilni čvorovi međusobno treba da komuniciraju. Mobilni čvorovi u ovim slučajevima mogu da budu vozila, uređaji [4] ili roboti [5].

Napredak u tehnologiji je doveo do toga da je u današnje vreme moguće povezati hiljade mobilnih čvorova i da se na taj način deli ogromna količina podataka. Takođe, moguće je putem senzora prikupljanje podatka koji se šalju, obrađuju i analiziraju u realnom vremenu. Kod AVL-a, vozila preuzimaju ulogu distributivnih mobilnih čvorova koji dele informacije o svojoj lokaciji, identifikaciji vozila, itd. [6].

Sve što je u stanju da prikupi neke informacije o fizičkom svetu i da ih pošalje dalje u digitalnom obliku može se smatrati delom IoT sistema. AVL je IoT aplikacija koja se suštinski koristi za praćenje i lociranje vozila u realnom vremenu vozila uz pomoć raznih senzora i komunikacionih sistema. Aplikacija kreira poseban korisnički interfejs za brzo lociranje i praćenje mobilnog objekta na mapi (vozila). AVL pruža organizacijama alat za optimizaciju svog voznog parka dajući pregled načina na koji se vozila koriste. AVL ima i poseban modul za održavanje vozila sa upozorenjima za periodične provere vozila [7].

U radu je dat prikaz istorijskog razvoja AVL tehnologije sa svojim karakteristikama, kao i primer savremenog sistema za automatsko praćenje vozila u posmatranoj transportnoj kompaniji. Pored toga, predstavljen je i koncept Internet stvari (IoT) u oblasti drumskog transporta.

2. AVL tehnologija

Automatsko praćenje vozila (AVL) je tehnologija koju koriste transportne kompanije kako bi obezbedile direktnu vezu između vozila, dispečerskog centra i sistema informisanja putnika u realnom vremenu. Ovaj sistem omogućava praćenje vozila u realnom vremenu što pruža mogućnost za poboljšanje efikasnosti transportne usluge, stepena iskorišćenja resursa i kvaliteta usluge. Pristup AVL sistemu pre svega imaju vozači preko vozačke konzole i dispečeri u kontrolnom centru. AVL sistem izračunava lokaciju u realnom vremenu bilo kog vozila koje je opremljeno satelitskim prijemnikom za globalno pozicioniranje. Upotrebom mobilne komunikacije podaci se prenose do centra i mogu se odmah koristiti.

Svaki AVL sistem čine četiri komponente: mobilna jedinica, sistem za pozicioniranje, mrežna komunikacija i bazna stanica [8]. Prednosti primene ove tehnologije su višestruke. Gillen et al. (2000) [9] je sproveo opsežno ispitivanje i utvrdio da je AVL tehnologija značajno povećala produktivnost rada preduzeća. Neke od prednosti su: bolja tačnost i dostupnost informacija, bolja operativna podrška, prethodno obrađeni podaci potrebni dispečeru, dobijanje servisnih informacija u realnom vremenu, informisanje putnika o predviđenom dolasku autobusa, kraće vreme reagovanja na hitne slučajeve, itd.

2.1. Istorija AVL-a

Istorija ove tehnologije seže unazad nekoliko decenija. Osnovni koncepti AVL-a razvijeni su tokom 1960-ih i 1970-ih godina. U to vreme, koristila su se radiofrekvencijska praćenja i komunikacija kako bi se locirala vozila, posebno u komercijalnim flotama i javnom prevozu.

Prvi koraci u razvoju AVL sistema datiraju iz šezdesetih godina 20. veka. U to vreme, upotrebljavani su jednostavni radio-uređaji za praćenje i komunikaciju sa vozilima. Prva pojava AVL sistema zabeležena je 1964. godine u Hamburgu, u Nemačkoj. Par godina kasnije (1969. godine) implementiran je u Čikagu (SAD), kad je pokrenut program za poboljšanje javnog pevoza putnika. Čikago je postao prvi grad u Sjedinjenim Državama u kome je primenjen AVL sistem zasnovan na tehnologiji repetitora i brojača razvijene od strane kompanije Motorola. Prvobitno je sistem bio implementiran na svega 500 vozila [10]. Vremenom je sistem za automatsko praćenje vozila instaliran u velikom broju gradova (Tabela 1). U prošlosti, AVL sistemi su koristili jednostavnije navigacione tehnologije kao što su mrtvo računanje i putokazi, a kasnije usled nedostataka drugih AVL tehnologija, najpopularniji sistem za pozicioniranje za nove AVL instalacije postao je globalni sistem pozicioniranja (GPS) [11].

Početak osamdesetih godina, razvoj sistema za globalno pozicioniranje (GPS) omogućio je znatno preciznije lociranje vozila. Ovo je označilo prekretnicu u razvoju AVL sistema, jer se GPS tehnologija koristi za tačno praćenje vozila u stvarnom vremenu. Tokom devedesetih godina, razvoj digitalnih komunikacijskih sistema, poput mobilne telefonije i bežičnih mreža, omogućio je bržu i pouzdaniju komunikaciju sa vozilima. Veći broj kompanija i organizacija počeo je da koristi AVL sisteme za optimizaciju rute, upravljanje flotom i povećanje sigurnosti vozila.

Tabela 1. Prikaz implementacije AVL sistema u gradovima Severne Amerike [10]

Grad	Godina implementacije	Broj vozila	Tehnologija	Status
Čikago	1969	500	SO	Korišćen za hitne pozive (zamenjen '96 GPS)
Toronto	1972	Cela flota	SO	Koristi se
Sinsinati	1975	30	SO	Prototip završen 1978
LA	1977	200	SO	Prerano prekinut, posle 2 god
Njujork	1979	241	SO	Prototip (nije u upotrebi)
Halifax	1987	1668	SO	Zamenjen GPS-om 1998
San Antonio	1987	531	SO	Koristi se
Baltmor	1989	900	RN	Zamenjen GPS-om 1996
Hamilton	1991	240	DR	Koristi se
Ročester	1991	13	RN	Koristi se
Šibojgen	1991	20	RN	Koristi se
Norfolk	1991	151	SO	Koristi se
Santa Monika	1992	135	RN	Koristi se
Denver	1993	Cela flota	GPS	Koristi se
Sijetl	1993	1250	SO	Koristi se

SO (Signpas and Odomete)–repetitori i brojači; RN–radio navigacija; GPS–globalni pozicioni sistem; DR (Dead reckoning)–približni položaj

U 21. veku uz pomoć interneta i cloud tehnologije, AVL sistemi su postali još moćniji i pristupačniji. Aplikacije i softveri za upravljanje vozilima sada omogućavaju napredne analitičke funkcije, prikupljanje podataka u stvarnom vremenu i integrisanje sa drugim sistemima, kao što su elektronske evidencije o vožnji (ELD) i informacioni sistemi za transport (TMS) [12].

2.2. Primer primene savremene AVL tehnologije u posmatranom transportnom preduzeću

Hardverski deo predstavlja GPS/GSM modemska jedinica, antena, sve vrste senzora (temperaturni, natpritisak, vlažnost vazduha, itd.), multifunkcionalni

terminal, FMS (Fleet Management System) interfejs, protokomeri, analogni uređaji itd, zavisno od okolnosti i namene sistema. Hardver je instaliran u vozilu, povezan sa Can-bus, sistemom za paljenje, prekidačem i baterijom. Omogućava sakupljanje puno podataka, što se kasnije prenosi na GPS server za praćenje, gde je dostupan pregledu, u većini slučajeva putem web sajta, gde su aktivnosti vidljive uživo i gde korisnik može biti upućen sa istorijom kretanja, koristeći se digitalnim mapama i izveštajima. Na slici 1. prikazana su mesta ugradnje hardverskih uređaja na kamion.



Slika 1. Ugrađeni senzori u vozilo i njihova lokacija

Softverski deo sistema predstavlja iTrack aplikacija. Od brojnih prednosti koje iTrack aplikacija pruža posmatranom transportnom preduzeću, izdvojene su najznačajnije koristi:

- Navigacija i lokacija vozila - pomoću satelitskog praćenja vozila moguće je znati u svakom trenutku gde se koje vozilo nalazi, biraju se najkraće i najpogodnije rute, planiraju se odredišta i tačke od značaja. Koristeći mape koje su jednostavne za upotrebu i jasne instrukcije na odabranom jeziku, vozači više ne moraju razmišljati o smeru ili pogrešnom skretanju, jednostavno će biti usmereni do pravog odredišta.
- Praćenje stanja u rezervoaru i potrošnje goriva - sonde ugrađene u vozila daju tačnu informaciju o trenutnom stanju goriva u rezervoaru. Na taj način, zbog varijacije cena goriva od države do države, može se odrediti gde će se i koliko goriva sipati. Takođe, u rezervoaru i na poklopcu rezervoara se

nalaze alarmni sistemi koji mogu sprečiti zloupotrebu i neovlašćeno otvaranje rezervoara.

- Proračun cene transporta – može se odrediti optimalna ponuda klijentima na osnovu tačnih podataka o mestima utovara i istovara.
- Obračun dnevnic vozača – na osnovu informacije o vremenu rada vozača u našoj zemlji i inostranstvu, olakšano je računanje različitih dnevnica.
- Online naplata mađarske putarine - praćenje i lociranje vozila pomažu lakšem i jednostavnijem prolasku mađarske putarine. Da bi se izbegla kupovina prepaid GO-BOX uređaja i postavljanje u svaki kamion koristi se aplikacija HU-GO, novčana sredstva se uplaćuju na HU-GO nalog i kamioni nesmetano prolaze mađarsku putarinu.
- Daljinsko očitavanje digitalnog tahografa - aplikacija omogućava daljinsko skidanje podataka dok je vozilo u pokretu i na taj način se prikupljaju podaci o vremenu provedenom u vožnji, pauzama i može se dalje planirati sledeća vožnja.

3. Internet stvari (IoT)

Internet stvari (IoT) predstavlja novu oblast informacionih tehnologija koja se veoma brzo razvija i koja omogućava povezivanje većeg broja korisnika, uređaja, servisa i aplikacija na internet. Uređaji povezani sa drugim uređajima i aplikacijama u stanju su da direktno i indirektno međusobno razmenjuju podatke. Krajnji korisnici putem weba i mobilnih aplikacija pristupaju ovim podacima, podešavaju konfiguracije uređaja i upravljaju i održavaju IoT sisteme. Prvi sloj IoT-a je hardver za povezivanje fizičkih uređaja. To je ujedno i najniži sloj. Samo oni uređaji koji su povezani mogu međusobno razmenjivati informacije i učiti na osnovu iskustva. Infrastruktura kao drugi IoT sloj omogućava povezivanje uređaja na bežičnu ili neku drugačiju računarsku mrežu. Treći i najviši sloj predstavljaju aplikacije i servisi za pribavljanje podataka sa uređaja, obradu i isporuku [13].

Pre 25 godina je prvi put upotrebljen termin IoT od strane MIT Auto-ID centra i odnosio se na viziju sveta gde su svi fizički objekti tagovani sa RFID (Radio Frequency Identification) transponderom sa globalnom jedinstvenom identifikacijom ID [14]. Danas, oblasti primene IoT tehnologije su u skoro svim oblastima ljudskog društva: industrija, agrikultura, pametni gradovi, transport, zdravstvo, itd. [15]. Primena pametnih senzora, alata za prikupljanje i slanje poruka u transportnom okruženju se koriste kao strateška sredstva kako bi se poboljšalo upravljanje transportom. IoT tehnologije daju mogućnost izbegavanja gužvi, bržeg pronalaska parking mesta i smanjenja vremena putovanja. Takođe, i zahtevi korisnika u logističkom lancu su sve veći, pa u skladu sa tim primena IoT kod pametnog transporta tereta, isporuke i skladištenja treba da odgovori na brze promene očekivanja kupaca. Postoji veliki uticaj IoT okruženja i na sistem javnog prevoza putnika pa se u skladu sa tim razvijaju novi okviri inteligentnog sistema javnog prevoza. U transportnoj industriji oko dve trećine investicija namenjenih za razvoj IoT tehnologiji uloženo je u praćenje robe koja se transportuje [16].

3.1. Primena IoT u drumskom transportu

Uz pomoć IoT tehnologije mogu se detektovati određeni negativni eksterni efekti koje proizvodi saobraćaj, kao što su zagušenja ili saobraćajne nezgode. Ukoliko se javlja zagušenje u saobraćaju, automobili koji se nalaze na početku kolone mogu da obaveste automobile koji se nalaze na kraju kolone ukoliko dođe do nezgode, ili da obaveštavaju o samom zagušenju. Automobili mogu pomoći vozaču da se zadrži bezbedna udaljenosti od automobila ispred, i može sprečiti opasne radnje poput prekoračenja brzine ako su vremenski uslovi nesigurni ili kod preticanja ako nadolazeći automobil ide prebrzo. Automobili mogu da omoguće upravljanje autopilotom na autoputevima smanjujući rizik od umora vozača, kao i smanjenje broja saobraćajnih nezgoda [17].

Štaviše, osnovane su automobilske industrije gde postoji plan da se koriste nove funkcije Android platforme za ubrzanje usvajanja paradigme Internet vozila (IoV) [18]. Komunikacija je „dvosmerna ulica“, pošto će saobraćaj, vremenske prilike i povezane informacije biti ažurirane na vozilu [19]. IoT industrija poboljšava funkcionalnost običnih automobila. Pametni automobili integrisani sa IoT tehnologijom nude istu funkcionalnost kao i svaki običan automobil, pored toga improvizuju karakteristike tradicionalnog automobila. Pametni automobili imaju senzore koji registruju promene u okruženju i pružaju informacije u realnom vremenu o putevima i saobraćaju, termostate za automatsko podešavanje temperature, funkcije zaključavanja za decu i još mnogo toga.

Shao (2019) [20] navodi da savremena tehnologija u drumskom robnom transportu može pružiti tačne informacije u realnom vremenu, praćenje robe kao i izvršavanje planova rutiranja korišćenjem IoT tehnologije. Pored toga otkriveno je da se IoT može koristiti za praćenje uslova okoline kao što su vlažnost, koncentracija gasa i temperatura, što na kraju pomaže u otklanjanju opasnih i neželjenih situacija, mogućih nezgoda i drugih značajnih parametara.

4. Zaključak

Razvoj savremenih informacionih sistema u oblasti transporta i njegova ekonomska pristupačnost omogućila je jednostavno prikupljanje podataka o stanju sistema u realnom vremenu. Današnji brzi razvoj tehnologije i sve veća njihova primena u različitim sektorima uslovljavaju da budućnost IoT-a bude sveobuhvatna. Većina objekata trenutno još nije povezana na Internet, ali ta se paradigma brzo menja. Zahvaljujući brzom napretku u osnovnim tehnologijama, IoT otvara ogromne mogućnosti za veliki broj novih aplikacija koje obećavaju da će poboljšati kvalitet života [21]. Usvajanje najsavremenijih digitalnih tehnologija kao što su IoT pametni transport, upravljanje voznim parkom može pružiti niz mogućnosti i povećanje produktivnosti. U drumskom transportu prikupljanje podataka u realnom vremenu olakšava i omogućava procenu transportnih troškova, unapređuje bezbednost učesnika u saobraćaju, omogućava smanjenje zagađenja kao posledica transporta ali i pomaže da se izbegnu zagušenja korišćenjem alternativnih ruta.

Zahvalnica

Rezultati prikazani u ovom radu su deo istraživanja projekta "Savremeni trendovi i inovacije u razvoju kurikuluma u oblasti saobraćaja i transporta", osnovanog od strane Departmana za saobraćaj, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu, Univerziteta u Novom Sadu, Republika Srbija.

Literatura

- [1] Anstee, D. (2019). Techradar-pro. Preuzeto 22. Novembra 2023, sa <https://www.techradar.com/news/rise-of-the-internet-of-things-iot>
- [2] Patel, P., Narmawala, Z., & Thakkar, A. (2019). A survey on intelligent transportation system using internet of things. *Emerging Research in Computing, Information, Communication and Applications: ERCICA 2018*, 1, 231-240.
- [3] Farquharson, N., Mageto, J., & Makan, H. (2021). Effect of internet of things on road freight industry. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 15(0), a581.
- [4] Stojanovic, D., Predic, B., Antolovic, I., & Dordevic-Kajan, S. (2009). Web information system for transport telematics and fleet management. In *Proceedings of the 9th International Conference on Telecommunications in Modern Satellite, Cable, and Broadcasting Services (TELSIKS '09)*, 314–317.
- [5] Herms, A., Schulze, M., Kaiser, J., & Nett, E. (2008). Exploiting publish/subscribe communication in wireless mesh networks for industrial scenarios. In *Proceedings of the IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA '08)*, 648–655.
- [6] Almadani, B., Khan, S., Bajwa, M. N., Sheltami, T. R., & Shakshuki, E. (2015). AVL and monitoring for massive traffic control system over DDS. *Mobile Information Systems*, 2015: 187548.
- [7] Mutairi, M. (2018). Positive Impact of AVL on Safety & Security. *International Journal of Computer Science and Information Technology Research*, 6(4), 8-11.
- [8] Zhao, Y. (1997). *Vehicle Location and Navigation Systems*. Boston: Artech House.
- [9] Gillen, D., Elva, C., & Doug, J. (2004). Productivity Benefits and Cost Efficiencies from ITS Applications to Public Transit: The Evaluation of AVL. *Research in Transportation Economics*, 8, 549-567.
- [10] Okunieff, P. (1997). *AVL Systems for Bus Transit*. National Academy Press: Washington.
- [11] Loukakos, D. (2001). Automatic vehicle Location – ITS Decision report. *ITS Decision Report*. University of Kalifornia.
- [12] Sedlarević, B. (2023). Analiza primene sistema za praćenje vozila u transportnim kompanijama. Master rad. Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad.
- [13] Radenković, B., Despotović-Zrakić, M., Bogdanović, Z., Barać, D. Labus, A. & Bojović, Ž. (2017). *Internet Inteligentnih uređaja*. Beograd: Fakultet organizacionih nauka.
- [14] Drajić, D. (2017). *Uvod u IoT (Internet of things)*. Beograd: Akademska Misao.
- [15] Nižetić, S., Šolić, P., López-de-Ipiña, D., & Patrono, L. (2020). Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, 274, ID122877.
- [16] SamoObrazovanje. Preuzeto 22. novembra 2023, sa <https://samoobrazovanje.rs/sta-je-internet-of-things-internet-inteligentnih-uredjaja/>
- [17] European Commission. (2008). *Internet of Things in 2020 a roadmap for the future*. INFSO D.4 Networked Enterprise & RFID INFSO G.2 MICRO & Nanosystems. In co-operation with the RFID Working Group of the EPOSS.
- [18] Open Auto Alliance. Preuzeto 22. novembra 2023, sa <http://www.openautoalliance.net/>
- [19] Keertikumar, M. J., Shubham, M., & Banakar, R. M. (2015). Evolution of IoT in Smart Vehicles: An Overview. *International Conference on Green Computing and Internet of Things (ICGCloT)*, Delhi, 804-809.
- [20] Shao, S., Xu, G. & Li, M. (2019). The design of an IoT-based route optimization system: A smart product-service system (SPSS) approach. *Advanced Engineering Informatics*, 42, ID101006.
- [21] Xia, F., Yang, L. T., Wang, L., & Vine, A. (2012). Internet of Things. *International of Journal of Communications Systems*, 25, 1101-1102.

Development of information systems in road transportation

Pavle Pitka, Ph.D.

University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad

Milica Miličić, Ph.D.

University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad

Tatjana Kovačević, Ph.D.

University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad

Milica Majstorić, M.Sc.

University of Novi Sad, Faculty of Technical Sciences, Novi Sad

Abstract: Nowadays, we face many problems in the field of transport. The application of intelligent transport systems should improve problems related to congestion management, road safety, access to data in the transport environment, and environmental protection. The paper presents two concepts that are key to the improvement and development of the transport sector. The development and application of automatic vehicle location since the 1960s has led to an improvement in the efficiency of transport companies' operations and the quality of their services. This technology has led to improved efficiency of the transport service, better utilisation of resources and improved quality of service. However, the most modern concept that initiates the improvement of existing solutions and encourages the development of new solutions in the field of transport is the IoT (Internet of Things) concept. In freight transport, the application of IoT technology enables cost management, reduction of CO₂ emissions and avoidance of congestion through the use of alternative routes.

Keywords: Road Transportation, Automated Vehicle Location, Internet of Things