

5G I SAMOVOZEĆI AUTOMOBILI

Jelena Pisarov^{1,2}¹Univerzitet u Novom Sadu, Departman za fiziku, Novi Sad, Srbija²Óbuda University, Doctoral School of Safety and Security Sciences, Budapest, Hungary
jelena.pisarov@gmail.com

Kratak sadržaj: U ovom radu predstavljen je koncept 5G mreže. Prvo ćemo pregledati istoriju 5G mreže, a zatim ćemo otkriti kako funkcionišu 5G mreže. Trenutno je tehnologija 5G u fazi testiranja u mnogim zemljama, a istraživači se suočavaju sa problemom bezbednosnih problema. Zatim objašnjavamo kako 5G mreža utiče na savremene tehnologije kao što su veštačka inteligencija, povezivanje uređaja i samovozeće automobile. I na kraju, ako se reše svi aktuelni problemi sa 5G mrežama, ona bi mogla postati kamen temeljac koncepta „pametnog grada“, za koji se očekuje da će rešiti mnoge tekuće probleme povezane sa infrastrukturom, javnim prevozom, okruženjem itd.

Ključne reči: 5G, veštačka inteligencija, internet mreža uređaja, samovozeći automobili, pametni grad.

THE 5G AND SELF-DRIVING CARS

Abstract: This paper presents the concept of 5G technology. First, we will review the history of 5G technology and then find out how the 5G networks works. Currently, 5G technology is in testing phase in many countries, with researchers facing the problem of the security issues. Next, we explain how 5G network impacts modern technologies such as the artificial intelligence (AI), Internet of Things (IoT) and self-driving cars. And finally, if all current problems with 5G networks are resolved, it could become the keystone of the Smart City concept, which is expected to solve many running problems associated with infrastructure, public transport, environment, etc..

Key Words: 5G, Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), Self-driving cars, Smart City.

1. UVOD

Početkom 2019. godine, 3GPP (3rd Generation Partnership Project) organizacija za standarde koja je razvila protokole za mobilnu telefoniju, definiše svaki sistem koji koristi softver „5G NR“ (5G New Radio) kao „5G“, što je peta generacija mobilne mrežne tehnologije.

Ovaj rad pokriva sledeće teme: istorija 5G mreže (Slika 1.), funkcionisanje 5G mreže, sigurnost 5G mreže, veštačka inteligencija (Artificial Intelligence), internet mreža uređaja (IoT – Internet of Things), pametni gradovi (Smart Cities) i samovozeći automobili (Self-Driving Cars).

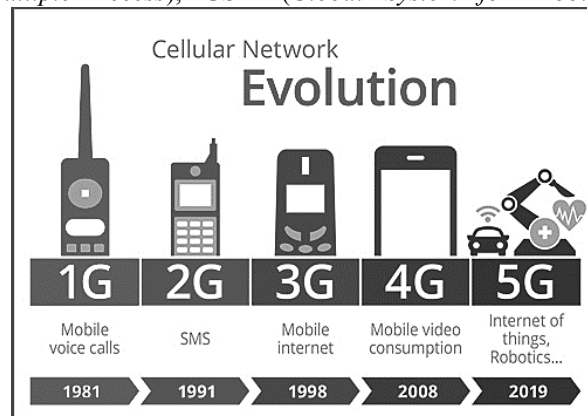
2. KONCEPT 5G MREŽE

2.1 Istorija 5G mreže

1G je analogna mobilna mreža predstavljena 1981. godine. Telefoni nisu koristili SIM kartice. Telefonski brojevi su bili kodirani u samom telefonu. Telefoni su bili izuzetno skupi.

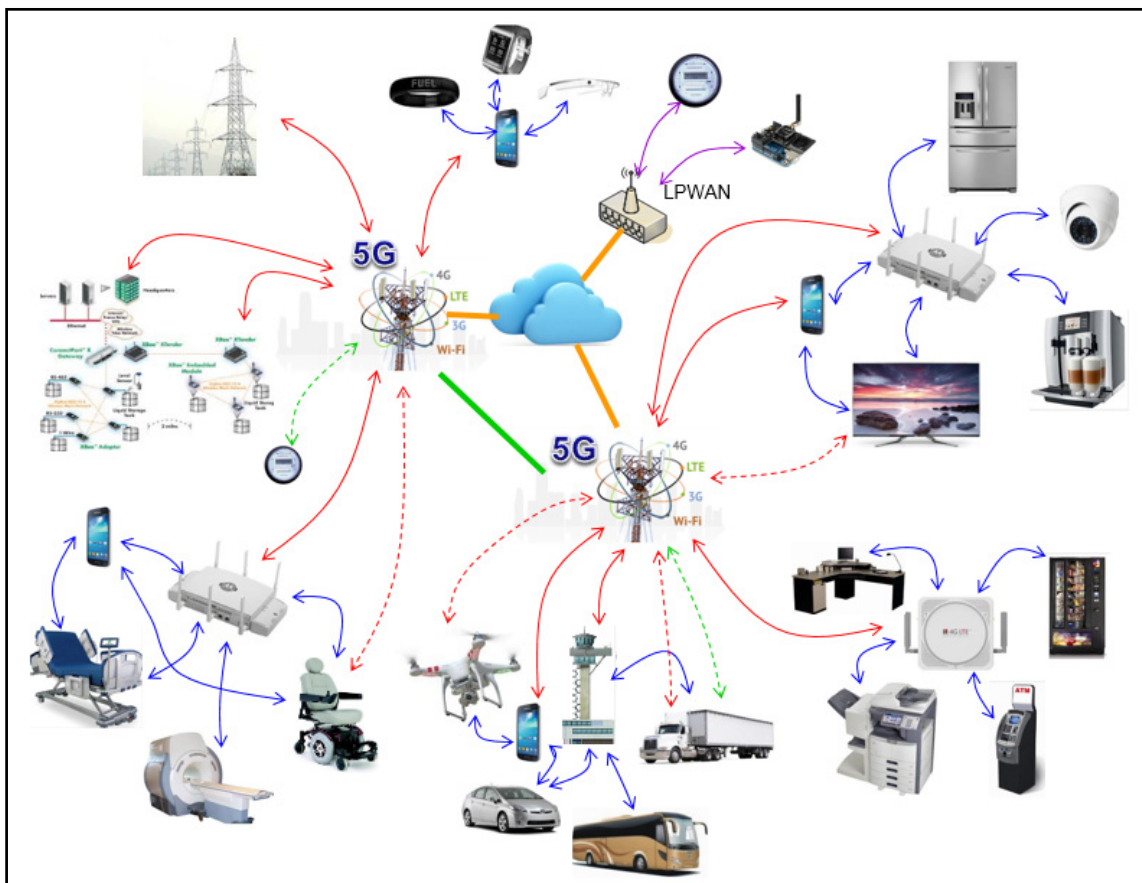
2G tehnologije poput CDMA (Code-Division Multiple Access), GSM (Global System for Mobile Communications) i TDMA (Time-division multiple access) bile su prva generacija digitalne mobilne tehnologije. Zanimljivo je da je tek u ovo doba 1. generacija dobila svoje ime. Kada je 1991. godine pokrenuta u Finskoj, imala je dve verzije: 2,5 generacija (GPRS – General Packet Radio Service) koja je odgovarala 2G mreži sa implementiranim paketnim prenosom podataka i 2,75 mreža u kojoj je GPRS evoluirao u EDGE⁽²⁶⁾.

3G je donela veću brzinu internet veze, koja se povećala brzinu prenosa podataka sa 200 kbps na par Mbps. Uvedena je 1998. godine, i bila je od suštinske važnosti za razvoj bežične govorne komunikacije putem Interneta, videopoziva i mobilne televizije.



Slika 1. Istorija 5G mreže

⁽²⁶⁾ Microsoft Edge je Internet pretraživač razvijen od strane Microsoft-a (https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Edge).



Slika 2. 5G i internet mreža uređaja (IoT)

4G tehnologija poput WiMAX (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) i LTE (*Long-Term Evolution*), zvanično je predstavljena 2008. godine. To je bio sledeći korak u tehnologiji mobilne mreže koja je donela još veće brzine prenosa podataka od nekoliko stotina Mbps pa čak i do nivoa Gbps.

5G je doneo tri nova aspekta – veću brzinu, nižu latenciju i povezivanje više uređaja (*IoT*), kao senzora – Slika 2. 5G sistem nije samostalna mreža, jer mu je i dalje potrebna aktivna 4G podrška za početnu vezu. Biće potrebno još nekoliko godina razvoja da bi 5G postao samostalan sistem.

2.2 Funkcionisanje 5G mreže

Kao i druge mreže, 5G koristi sistem ćelija koji deli prostor na sektore i šalje kodirane signale između pristupnih tačaka koristeći radio talase. Svaka ćelija mora biti povezana na glavnu mrežnu, bilo bežično, bilo putem kablova. 5G radi na višim frekvencijama od 4G, uglavnom na dve vrste frekvencija: niže i više od 6 GHz.

Danas se 5G mreže razvijaju u SAD-u (Čikago, Mineapolis), testiraju u Argentini i Kolumbiji, ali Azija je lider u razvoju i primeni 5G tehnologije. Južna Koreja, Japan i Kina najviše su učinili na razvoju 5G tehnologije, dok UAE, Turska i Singapur već primenjuju pilot projekte. Mnoge evropske zemlje planiraju da testiraju 5G signal – Norveška, Nemačka, Velika Britanija, Italija, Švajcarska, Španija, Austrija, Rusija i Finska.

2.3 5G bezbednost

Upotreba 5G tehnologije izaziva zabrinutost za javnu bezbednost, a prvenstveno za zdravlje ljudi. Postoji potreba za određivanjem standarda koji uzima u obzir sve pretnje kao i prednosti koje donosi 5G mreža.

3. VEŠTAČKA INTELIGENCIJA

Veštačka inteligencija je važna za 5G mrežu jer pruža nove koncepte i mogućnosti za komunikaciju u industriji, kao i u istraživanjima na akademiji [9-11]. Ona je u stanju da reši tri glavna tehnička problema 5G: optimizacija (problem alokacije), detekcija (minimizirana stopa greške) i procena (problem sa procenom kanala). Ova vrsta tehnologije otvoriće nove mogućnosti u robotici, omogućavajući inteligentnim robotima da rade u širem „pametnom“ okruženju [12-15]. Iako postoje zabrinutosti da se ovo može koristiti u vojne svrhe i praćenje stanovništva [16], koristi koje će to doneti zdravstvenim tehnologijama ne mogu se zanemariti. 5G povezivanje omogućava različitim automatizovanim rešenjima pristup većem broju podataka u realnom vremenu, a pritom koristi mnogo manje energije, koristeći *IoT* senzore sa vekom trajanja od nekoliko godina.

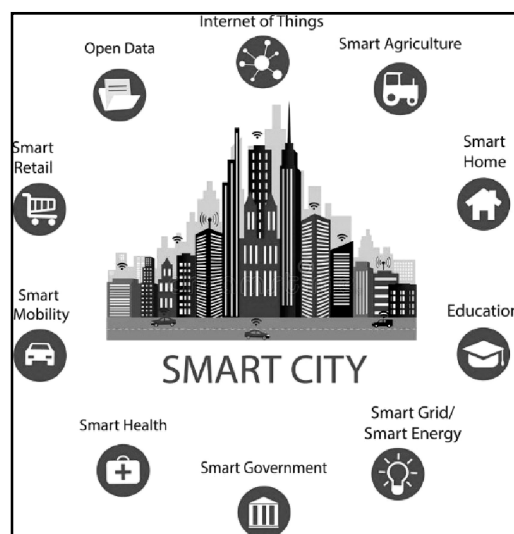
4. PAMETNI GRADOVI

Novim talasom pametnih aplikacija koje utiču na način na koji prilazimo svakodnevnim aktivnostima i ličnim asistentima poput *Amazon Alexa* i *Google Home*, stvarajući mogućnosti za ugodniji život, ideja se proširila i na pametne gradove, koji se gledaju kao budućnost urbanizma – Slika 3. Ovi gradovi bi trebalo da povežu infrastrukturu i tehnologiju na još nevidljivom nivou, poboljšavajući i kvalitet života građana i način na koji oni utiču na svoje okruženje. Postoji devet glavnih karakteristika koje se koriste za određivanje nivoa pametnog grada:

- infrastruktura zasnovana na tehnologiji
- ekološke inicijative
- sistem javnog prevoza
- odgovorno urbano planiranje
- pametna vlada
- inteligentne mreže i energetske usluge
- učenje na daljinu, preko Interneta
- telemedicina i pametna zdravstvena zaštita
- privatnost ličnih podataka

5G je tehnologija koja omogućuje IoT i ključna je za koncept pametnog grada. Igraće važnu ulogu u prikupljanju informacija putem senzora, koji se u realnom vremenu prenose na centralnu lokaciju za nadzor.

MEC tehnologija (*Multi-access edge computing*) obrade podataka, zasnovana na 5G tehnologiji takođe će uticati na razvoj pametnih gradova. MEC podrazumeva naprednu arhitekturu koja omogućava aplikacijama računarsku obradu i skladištenje podataka u okvirima interne mreže, dok u tradicionalnim centralizovanim mrežnim arhitekturama, problem predstavlja kašnjenje prouzrokovano saobraćajem podataka koji mora da prođe kroz celu mrežu do centralne tačke, a zatim nazad do krajnjeg hardvera korisnika.



Slika 3. Pametni grad

5. SAMOVOZEĆI AUTOMOBILI

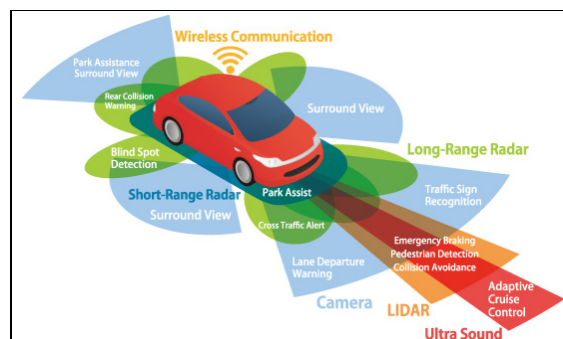
5G mreža će imati veliki uticaj na razvoj samovozećih automobila čineći ih bržim, pametnijim i bezbednijim [19].

Kompanije *Tesla* i *Toyota* već su testirale samovozeće automobile, ali još uvijek postoje nedoumice hoće li automobili bez vozača ikada biti dovoljno sigurni za putnike, druge vozače i pešake.

Zbog njihovih brzih senzora (Slika 4.), njihov vremenski okvir reakcije će biti minimalan, tako da se mogu smatrati mnogo sigurnijim od vozila koja kontrolišu ljudi [4]. Pored toga, očekuje se da će samovozeći automobili rešiti probleme sa parkingom, poboljšati bezbednost saobraćaja, čineći ga bržim, kontrolisanim i efikasnijim [2]. Očekuje se da će ove promene uticati na ostatak ekonomije.

Kompanije *Intel* i *Qualcomm* razvijaju mikročipove koji samovozeće automobile pretvaraju u mobilne super-računare koji u stvarnom vremenu donose složene odluke [5, 6]. Komunikacija će biti ostvarena između vozila i infrastrukture, vozila i mreže, vozila i pešaka, vozila i vozila [7].

Vozila sa samostalnim upravljanjem koriste širok spektar tehnologija poput radara, kamera, ultrazvuka i radio antena za sigurno kretanje po putevima. Sva komunikacija će se obavljati putem prenosa podataka u „oblaku” (*Cloud* tehnologija) [1, 3, 18].



Slika 4. Tehnologija samovozećih automobila

6. INTERNET MREŽA UREĐAJA

Bežična tehnologija pete generacije povezuje sve oko nas ultra brzo, visoko pouzdanom i mrežom brzog odziva [17]. Internet mreža uređaja – uređaji posebno povezani putem mobilnih aplikacija na Internet pružaju pojedincima veću kontrolu nad onim što se dešava oko njih. U internet mrežu uređaja spadaju uređaji za nadgledanje beba, pametne sigurnosne sisteme, pametne termostate, pametne kućne uređaje, senzore pokreta i mnogi drugi, koji se pomoću pametnog telefona mogu kontrolisati iz bilo kog dela sveta [4]. Ovi uređaji bi trebali da učine život udobnijim, jer bi ljudi imali više vremena za svoju porodicu i prijatelje, slobodno vreme, putovanja... [8].

7. ZAKLJUČAK

Nakon finalizacije 5G standarda, mogli bismo očekivati brojne pogodnosti za naš svakodnevni život. Takođe će biti značajnih poboljšanja u oblastima veštačke inteligencije, samovozećih automobila, internet mreže uređaja, kao i bezbednosti. Dostignuća koja su pomenuta u ovom radu olakšaće život i udobnost na više načina. Pametni gradovi su naša budućnost sa svojim efikasnim saobraćajem, manje nesreća, manje zagađenja, manje kriminala i sigurnijim životom. Postoje potencijalni zdravstveni problemi sa 5G mrežama, za koje se nadamo da će biti rešeni, tako da se sve prednosti mobilne tehnologije pete generacije mogu primeniti uz minimalne zdravstvene rizike. Pametni gradovi su već u našem okruženju – Budimpešta je jedan od sto pametnih gradova širom sveta! Nadamo se da će se u budućnosti inicijative pametnih gradova naići na više razumevanja i u Srbiji.

8. LITERATURA

- [1] Gyula Mester, Szilveszter Pletl, Gizella Pajor, Djuro Basic, *Adaptive Control of Rigid-Link Flexible-Joint Robots*, Proceedings of 3th International Workshop of Advanced Motion Control, pp. 593-602, Berkeley, USA, 1994.
- [2] Gyula Mester, Szilveszter Pletl, Attila Nemes, Tibor Mester, *Structure Optimization of Fuzzy Control Systems by Multi-Population Genetic Algorithm*, Proceedings of the 6th European Congress on Intelligent Techniques and Soft Computing (EUFIT'98), Vol. 1, pp. 450-456, Verlag Mainz, Aachen, Germany, 1998.
- [3] Gyula Mester, *Cloud Robotics Model*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Croatian Interdisciplinary Society, Vol. 13, No. 1, pp. 1-8, ISSN 1334-4684, DOI: 10.7906/indecs.13.1.1, 2015.
- [4] Gyula Mester, *Obstacle Avoidance and Velocity Control of Mobile Robots*, Proceedings of the 6th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics (SISY 2008), IEEE, pp. 97-101, DOI: 10.1109/SISY.2008.4664918, Subotica, Serbia, 2008.
- [5] Aleksandar Rodic, Milos Jovanovic, Svemir Popic, Gyula Mester, *Scalable Experimental Platform for Research, Development and Testing of Networked Robotic Systems in Informationally Structured Environments*, Proceedings of the IEEE, Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI 2011), Workshop on Robotic Intelligence in Informationally Structured Space, pp. 136-143, DOI: 10.1109/RIISS.2011.5945779, Paris, France, 2011.
- [6] Josip Stepanić, Gyula Mester, Josip Kasać, *Synthetic Inertial Navigation Systems: Case Study of Determining Direction*, Proceedings of 57th ETRAN Conference, pp. RO 2.7.1-3, Zlatibor, Serbia, 2013.
- [7] Gyula Mester, Aleksandar Rodic, *Simulation of Quad-Rotor Flight Dynamics for the Analysis of Control, Spatial Navigation and Obstacle Avoidance*, Proceedings of the 3rd International Workshop on Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (IWACIII 2013), pp. 1-4, ISSN: 2185-758X, Japan, 2013.
- [8] Attila Nemes, Gyula Mester, *Unconstrained Evolutionary and Gradient Descent-Based Tuning of Fuzzy-partitions for UAV Dynamic Modeling*, FME Transactions, Vol. 45, No. 1, pp. 1-8, ISSN: 1451-2092, DOI: 10.5937/fmet1701001N, 2017.
- [9] Gyula Mester, *Rankings Scientists, Journals and Countries Using h-index*, Interdisciplinary Description of Complex Systems, Vol. 14, No. 1, pp. 1-9, ISSN: 1334-4684, DOI: 10.7906/indecs.14.1.1, 2016.
- [10] Gyula Mester, Jelena Pisarov, Endre Németh, *Óbudai Egyetem rangsorolása a Webometrics 2019-es ranglistákon*, XXXV. Jubileumi Kandó Konferencia 2019 (JKK2019), ISBN: 978-963-449-163-7, Óbuda University, Budapest, Hungary, 14.-15.11.2019.
- [11] Gyula Mester, Jelena Pisarov, Dalma Zilahy, *Magyarországi robotikai kutatók ranglistája*, XXXV. Jubileumi Kandó Konferencia 2019 (JKK2019), ISBN: 978-963-449-163-7, Óbuda University, Budapest, Hungary, 14.-15.11.2019.
- [12] Jelena Pisarov, *Experience with mBot – Wheeled Mobile Robot*, XXXV. Jubileumi Kandó Konferencia 2019 (JKK2019), ISBN: 978-963-449-163-7, Óbuda University, Budapest, Hungary, 14.-15.11.2019.
- [13] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *Programming the mBot Robot in School*, MechEdu Conference & Workshop 2019 (MechEdu 2019), pp. 1-4, Subotica Tech, Subotica, Serbia, 12.12.2019.
- [14] Jelena Pisarov, *mBot kerekeken gördülő mobil robot irányítása*, Magyar Tudomány Napja a Délvidéken 2019, Vajdasági Magyar Tudományos társaság (VMTT 2019), Újvidék (Novi Sad), Serbia, 14.12.2019.
- [15] Jelena Pisarov, Gyula Mester, *Advanced in Robotics*, VIPSI Conference 2020 (VIPSI 2020), Hotel Splendid, Bečići, Montenegro, 29.12.2019.-02.01.2020.
- [16] Hermann Maurer, Namik Delilovic, *A Critical Discussion of Some Current and Future Developments of IT*, European Conference on Software Process Improvement, pp. 3-14, Springer, Cham, 2019.
- [17] Namik Delilovic, Hermann Maurer, *A Note Concerning Feedback and Queries for Web Pages*, Journal of Universal Computer Science, Vol. 25, No. 7, pp. 733-739, 2019.
- [18] Zoltán Rajnai, Sándor Miklós, *Út a digitális kommunikációs rendszer felé*, II, Nemzetvédelmi Egyetemi Közlemények, Vol.1, No. 2, pp. 217-229, 1997.
- [19] Dániel Tokody, Attila Albini, László Ady, Zoltán Rajnai, Ferenc Pongrácz, *Safety and security through the design of autonomous intelligent vehicle systems and intelligent infrastructure in the smart city*, Interdisciplinary Description of Complex Systems: INDECS, Vol. 16, No. 3-A, pp. 384-396, DOI: 10.7906/indecs.16.3.11, 2018.