

POVEZOVANJE INDUSTRIJSKE OPREME V 5G-OMREŽJE

Miha Pipan, Niko Herakovič

Izvleček:

Implementacija 5G-tehnologije omogoča povezljivost med obstoječimi in novimi napravami v proizvodnih sistemih ter prispeva k premagovanju ključnih tehnoloških izzivov pri IT-povezovanju proizvodnih procesov. V industrijskih okoljih 5G prinaša večjo fleksibilnost in agilnost sistemov, omogoča oddaljeno spremljanje delovanja naprav, optimizacijo logističnih procesov ter uvajanje pametnega vzdrževanja. V sklopu raziskav uporabe in implementacije 5G-omrežij za industrijske aplikacije smo v laboratoriju LASIM razvili idejni protokol oz. korake za povezovanje industrijskih naprav v 5G-omrežje. Namen tega protokola je podjetjem in posameznikom, ki nimajo izkušenj na področju 5G- in sorodnih LTE-tehnologij, omogočiti enostavno preizkušanje in izvedbo delnih implementacij te napredne tehnologije.

Ključne besede:

5G, industrijska oprema, povezovanje, komunikacijski protokoli

1 Uvod

Da bi celovito razumeli potencial komunikacijske 5G-tehnologije, smo v laboratoriju LASIM izvedli vrsto testov, katerih namen je bil ugotoviti postopek vzpostavljanja povezljivosti preko 5G-omrežja in razvoj univerzalnega protokola oziroma korakov za povezovanje industrijske opreme preko tega omrežja. Idejno rešitev smo oblikovali v sodelovanju s Telekomom Slovenije, ki nam je omogočil uporabo bazne opreme in nudil strokovno svetovanje pri vzpostavitvi povezave. Pri razvoju protokola smo uporabili različno industrijsko in razvojno opremo (ki jo imamo nameščeno v demo centru pametna tovarna), vključno z industrijskimi roboti, kolaborativnimi roboti, pametnimi skladišči, pametnimi ročnimi montažnimi postajami in drugo napredno opremo, kjer vsaka od teh naprav uporablja različne komunikacijske protokole. Po uspešni vzpostavitvi povezave opreme preko različnih komunikacijskih protokolov in vmesnikov smo razvili idejni protokol, ki vključuje pet ključnih korakov za povezovanje industrijske opreme v 5G-omrežje. Ti koraki so podrobneje predstavljeni v nadaljevanju in služijo kot smernice za podjetja in posameznike, ki želijo implementirati 5G-tehnologijo v svojih industrijskih okoljih.

2 Potencial 5G-tehnologije v industriji

Procesi serijske proizvodnje so temeljnega pomena za učinkovito izdelavo različnih podsistemov in končnih izdelkov ter ponujajo velik potencial za nadaljnjo optimizacijo z uporabo 5G-tehnologije. Sodobni proizvodni sistemi in procesi se morajo nenehno prilagajati in optimizirati, da bi dosegli največjo produktivnost. Napredek 5G-tehnologije obljublja hiter in zanesljiv prenos podatkov, kar lahko bistveno poveča operativno učinkovitost [1]. Izboljšanje agilnosti sistemov ostaja ključnega pomena za doseganje teh ciljev. Čeprav 5G-tehnologija ponuja velik potencial zaradi svoje hitrosti, stabilnosti in nizke zakasnitve, njena trenutna uporaba na proizvodnih področjih še vedno ni dokončno razvita. Kljub temu stalni napredek različnih tehnologij na področju proizvodnih sistemov utira pot hitrejšim odzivom na dinamične zahteve trga in omogoča boljšo prilagodljivost proizvodnih procesov [2].

Pametno in predikativno vzdrževanje, kot je spremljanje zmogljivosti in stanja strojev v realnem času, v kombinaciji s 5G-tehnologijo omogočimo tudi kompleksnim mobilnim napravam in procesom. Čeprav celoten potencial 5G podprtega pametnega vzdrževanja še ni popolnoma izkoriščen, bodo nadaljnji napredki na tem področju pomagali preprečiti nepričakovane okvare in zmanjšati izpade opreme. Ker so obstoječa 4G- in celo 5G-omrežja še vedno prilagojena mobilnim uporabnikom, ki potrebujejo višje hitrosti prenosa kot nalaganja, bo potrebno uvajanje tehnologij za razrez oz. »ang. slicing« 5G-omrežij, da se zagotovijo enakovredna hitrost prenosa in nalaganja ter hitri odzivni časi [3].

Doc. dr. Miha Pipan, univ. dipl. inž., **prof. dr. Niko Herakovič**, univ. dipl. inž., oba Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

© Avtorji 2025. CC-BY 4.0

Za zunanje in notranje logistične procese predstavlja integracija tehnologij, kot so avtomatsko vodena vozila (AGV) in avtonomni mobilni roboti (AMR), priložnost za izkoriščanje obstoječe povezovalne infrastrukture ter pripravo na prihodnje izboljšave s 5G-tehnologijo. Z razširitvijo in zrelostjo 5G-tehnologije lahko pričakujemo izboljšanje učinkovitosti tovarnega prometa. Numerični testi, izvedeni za nadzor AGV-jev ali AMR-jev v realnem času z uporabo zasebnih 5G-omrežij, so pokazali, da so potrebne nadaljnje študije o stroškovni učinkovitosti uvedbe 5G-tehnologije. Poleg tega je potrebno primerjati to tehnologijo z Wi-Fi, da se omogoči celovita ocena [4].

Skladiščne operacije, zlasti tiste, ki temeljijo na sledenju izdelkom v realnem času, bodo z razvojem 5G-tehnologije pridobile pomembne koristi. Čeprav se široka uvedba rešitev za nadzor zalog, ki temeljijo na 5G, še vedno razvija, obstoječi razvoj nakazuje velik potencial za izboljšave. Pregled literature opisuje različne perspektivne aplikacije 5G-tehnologije v notranji in zunanji logistiki, ki ponujajo številne priložnosti za izboljšanje materialnih in informacijskih tokov ter povečanje učinkovitosti, inteligentnosti in trajnosti logističnih ter dobavnih verig. Kljub temu industrijska uporaba 5G-tehnologije v logističnem sektorju ostaja omejena [5].

Vodenje delavcev v realnem času in sledenje mobilnim delovnim procesom je trenutno omejeno zaradi težav z industrijskim Wi-Fi in LTE-omrežjem,

vendar stalen napredek v rešitvah povezljivosti s 5G-tehnologijo obeta povečanje učinkovitosti in natančnosti proizvodnih procesov [6].

Stabilnost in hitrost povezljivosti, ki ju zagotavlja 5G-tehnologija, postajata vse pomembnejši za poslovne operacije. Čeprav izzivi pri doseganju celovite pokritosti in zanesljivosti ostajajo, se pričakuje, da bodo stalna prizadevanja za razširitev in izboljšanje 5G-infrastrukture prispevala k povečanju konkurenčnosti in agilnosti na trgu. Trenutno je večina raziskovalnih prizadevanj v začetnih fazah, zato so za doseganje naprednih ciljev potrebne nadaljnje raziskave in predvsem razvoj 5G omrežne bazne opreme. Možne prihodnje raziskovalne usmeritve vključujejo: (1) razvoj operativnih mehanizmov digitalnega dvojčka v proizvodnji, (2) metode za upravljanje in analizo masovnih podatkov ter (3) integrirano uporabo robnega in oblachnega računalništva v proizvodnji, podprto s 5G-tehnologijo [7].

3 Uporabljena oprema za postavitve protokola

Z namenom postavitve protokola za vzpostavitev povezave s 5G-omrežjem smo uporabili 5G-omrežje, vgrajeno v demo center pametna tovarna (DCPT). DCPT vključuje več proizvodnih sistemov, v katerih so nameščeni lokalni krmilniki oziroma vozlišča za nadzor proizvodnje (vozlišče 1–8, robot 1,

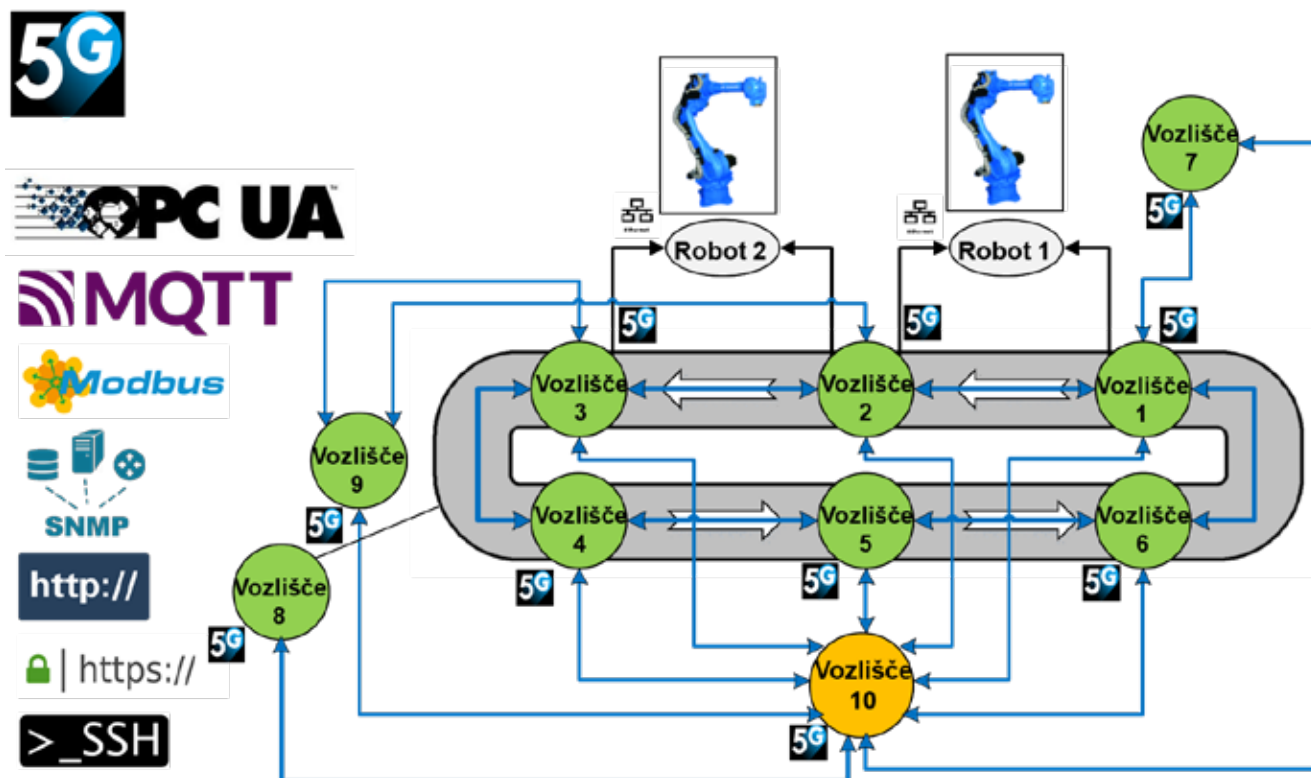


Figure 1: Prikaz IT-povezljivosti naprav (vozlišča) in uporabljeni komunikacijski protokoli v demo centru pametna tovarna

robot 2 in kolaborativni robot). Ta vozlišča so povezana z digitalnim dvojčkom preko različnih omrežij (LAN, WiFi, 5G), kar omogoča komunikacijo med lokalnim in globalnim digitalnim dvojčkom (vozlišče 0). Po vzpostavitvi lokalnega 5G-omrežja se posameznim podsistemom (vozliščem) omogoči komunikacija preko omrežij LAN, Wi-Fi ali 5G (slika 1). Vsako proizvodno vozlišče deluje kot IIoT-naprava, opremljena z lokalnimi digitalnimi agenti za komunikacijo, zbiranje podatkov, sprejemanje odločitev in nadzor nad proizvodnimi viri.

Za namen testiranja združljivosti različnih proizvodnih podsistemov DCPT z vidika industrijskih in raziskovalnih potreb in postavitev protokola vzpostavitve povezljivosti smo izbrali podsisteme, ki uporabljajo različne komunikacijske protokole in trenutno komunicirajo preko omrežja LAN. 5G-omrežje nam služi kot testna platforma, kjer smo preverili ključne lastnosti in potrdili korake razvitega protokola in tudi druge lastnosti 5G-omrežja, kot so hitrost nalaganja in prenosa podatkov, zakasnitev, stabilnost signala ter druge parametre, ki vplivajo na učinkovitost delovanja [8]. Omrežje deluje v nesamostojnem načinu (NSA), kar pomeni, da uporablja 4G-omrežje za povezovanje naprav, medtem ko 5G-omrežje zagotavlja prenos podatkov. V demo centru je nameščena naslednja oprema bazne postaje (nastavljena na kanal N78, tj. v frekvenčnem pasu 3,5 GHz):

- ▶ radijski sistem ERICSSON RAN 6507,
- ▶ omrežna celica ERICSSON 5G,
- ▶ omrežna celica ERICSSON 4G.

Za izvedbo povezovanja industrijskih in raziskovalnih sistemov s 5G omrežjem smo najprej analizirali komunikacijske protokole in vrata, ki jih uporablja vsaka posamezna naprava. Pregled izbranih naprav, njihovih komunikacijskih protokolov in povezav je prikazan v *tabeli 1*.

Način, kako doseči povezljivost posameznih podsistemov preko 5G-omrežja, se je določil glede na to, preko katerega vmesnika ima naprava omogočeno komunikacijo (LAN- ali USB-povezavo). Za povezovanje smo testirali možnost uporabe treh 5G-mode-

mov, na koncu pa uporabili dva tipa 5G-modemov, pri čemer so bili vsi modemi konfigurirani tako, da so imeli vsi statične IP-naslove v 5G-omrežju, ki so med seboj dosegljivi. Uporabljena sta bila naslednja dva modela 5G-modemov:

- ▶ SIMCOM SIM8200EA-M2 5G USB-modul: uporabljen zgolj v testni fazi in ne kasneje,
- ▶ Teltonika Networks TRB500: povezuje se neposredno prek LAN-vrat industrijskih podsistemov,
- ▶ QUECTEL RMU500-EK: omogoča povezavo prek USB-vmesnika.

V primerih, ko je izbrani proizvodni podsistem omogočal samo LAN-povezavo, smo uporabili modem TRB500, in sicer za industrijska robota HP6 in HP20 ter za kolaborativni robot Panda. Oba modema podpirata nesamostojni način delovanja (5G NSA), ki je trenutno implementiran v DCPT. V primerih, ko je podsistem podpiral USB-povezavo, smo uporabili modem RMU500-EK, saj ta ne zahteva dodatnih nastavitev, kot so »ang. port forwarding« ali odpravljanje komunikacijskih napak.

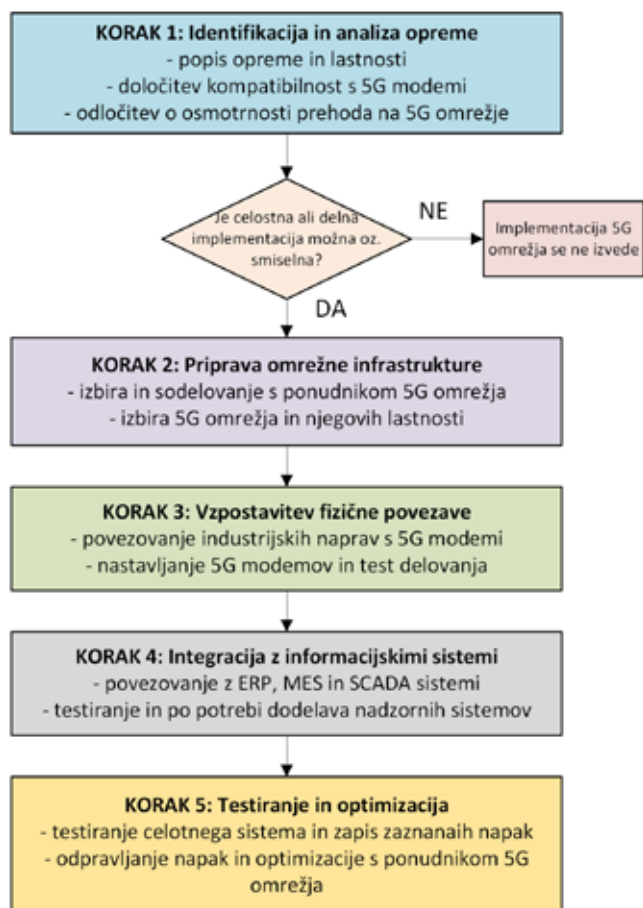
Po potrditvi delovanja vseh naprav/vozlišč smo izvedli 5 zagonov celotnega proizvodnega sistema in potrdili njegovo delovanje. Glede na ugotovitve načina povezovanja vseh sistemov smo tako lahko postavili idejni protokol za vzpostavitev povezave industrijske opreme preko 5G-omrežja.

4 Koraki oz. protokol za vzpostavitev povezljivosti preko 5G-omrežja

Na osnovi našega dela in težav v sklopu povezovanja opreme v 5G-omrežje smo tako razvili idejni protokol, ki vključuje pet ključnih korakov za učinkovito povezovanje industrijske opreme v 5G-omrežje. Ti koraki so podrobneje predstavljeni v nadaljevanju in služijo kot smernice za podjetja in posameznike, ki želijo implementirati 5G-tehnologijo v svojih industrijskih okoljih. Med posameznimi koraki implementacije postane tudi jasno, ali je implementacija možna ali ne (Slika 2).

Tabela 1: Izbrani sistemi in njihov način komunikacije

Ime	Povezljivost	Komunikacijski protokoli
Industrijski robot HP20 [9]	LAN	http (80), AUI (3501), SNMP (161 and 162), ssh (22)
Industrijski robot HP6 [9]	LAN	http (80), AUI (3501), SNMP (161 and 162), ssh (22)
Kolaborativni robot Panda [10]	LAN	Modbus (502), https (8080)
Pametno skladišče	LAN / USB	OPC UA (4840), MQTT (1883)
Pametno ročno montažno mesto	LAN / USB	OPC UA (4840), https (8080)
Digitalni dvojček	LAN / USB	OPC UA (4840), Modbus (502), https (8080), ssh (20)
Ostali proizvodni moduli	LAN / USB	OPC UA (4840), https (8080)



Slika 2 : Koraki idejnega protokola implementacije 5G-opreme v industrijsko okolje

Predlagani koraki za vzpostavitev povezljivosti med industrijsko opremo preko 5G-omrežja so naslednji:

KORAK 1: Identifikacija in analiza opreme

Prvi korak vključuje popis in analizo industrijske opreme, ki jo želimo povezati v 5G-omrežje. To vključuje industrijske robote, pametne naprave, montažne postaje, kamere, obdelovane stroje in drugo poljubno opremo, ki omogoča komunikacijo preko LAN, USB, RS232 ali sorodnih žičnih vmesnikov. Za vsako industrijsko napravo je potrebno določiti komunikacijske protokole, ki jih uporablja (npr. OPC UA, MQTT, Modbus, FTP). Posebno pozornost je treba nameniti združljivosti naprav s 5G-modemi. Naprave, ki uporabljajo samo LAN-vmesnik, zahtevajo drugačen pristop kot tiste, ki omogočajo USB, RS232 ali drugo povezavo. Možne težave v tem koraku vključujejo nezdržljivost protokolov, manjkajoče gonilnike in zastarelo strojno opremo. V tem koraku tudi določimo možnost in smiselnost prehoda povezljivosti naprav na 5G-omrežje.

KORAK 2: Priprava omrežne infrastrukture

Sledi vzpostavitev sodelovanja s ponudnikom 5G-omrežja, ki je ključna za dobavo in pravilno nastavitve omrežja (podjetja in posamezniki sami zaradi

zakonskih omejitev ne morejo postaviti svojega 5G-omrežja, če nimajo dovoljenja od agencije AKOS za uporabo frekvenc). Pomembno je izbrati ustrezen frekvenčni pas, ki ga podpira operater in dovoljuje Agencija za komunikacijska omrežja in storitve (AKOS). Na primer: v Sloveniji se frekvenca 3,5 GHz pogosto uporablja za industrijske aplikacije. Dodatno je potrebno zagotoviti ustrezno konfiguracijo APN (Access Point Name), ki omogoča napravam dostop do želenih storitev. Nastavitve omrežja morajo biti prilagojene specifičnim potrebam aplikacij, kot so razmerje med hitrostjo pritočnih in odtočnih podatkov, odzivnost, zakasnitev in stabilnost povezave. To vključuje tudi prilagoditve QoS (kakovost storitve), da se zagotovi prednost kritičnim aplikacijam. Operater mora omogočiti dodatne funkcionalnosti, kot so razrez omrežja za ločevanje različnih vrst prometa, kar je ključno za zagotovitev ustreznih zmogljivosti za različne aplikacije v istem omrežju. Možne težave v tem koraku vključujejo neustrezne nastavitve frekvence, omejeno razpoložljivost pasovne širine ali zakasnitve, ki niso skladne z zahtevami industrijskega okolja.

KORAK 3: Vzpostavitev fizične povezave

Sledi fizična povezava naprav z izbranimi 5G-modemi in vzpostavitev povezave s 5G-omrežjem. Za naprave z LAN-vmesnikom priporočamo uporabo modemov, kot je Teltonika TRB500, medtem ko USB-vmesnik omogoča uporabo modemov, kot je Quectel RMU500-EK. V modemu je potrebno namestiti SIM-kartice in jih aktivirati, pravilno nastaviti ter celoten modem ustrezno konfigurirati. Na primer: TRB500 zahteva nastavitve »ang. bridged-mode« za neposredno povezavo, medtem ko RMU500-EK omogoča avtomatsko konfiguracijo po namestitvi gonilnikov. Preizkus povezave se lahko izvede s preprostim orodjem, kot je ping za preverjanje odzivnosti naprave v omrežju.

KORAK 4: Integracija z informacijskimi sistemi

Ko so naprave povezane, je treba vzpostaviti komunikacijo z ERP, MES ali drugimi informacijskimi sistemi. To vključuje sinhronizacijo podatkov in prilagoditev protokolov za zagotavljanje brezhibne komunikacije. Priporočljivo je uporabljanje standardizirane protokole, kot so OPC UA za komunikacijo v realnem času ali MQTT za lahkotno in zanesljivo komunikacijo pri IoT-napravah. Možne težave vključujejo zakasnitve pri sinhronizaciji in konflikt med različnimi komunikacijskimi standardi, ki jih je treba rešiti s prilagoditvami na nivoju konfiguracije.

KORAK 5: Testiranje in optimizacija

V tem koraku izvedemo meritve ključnih parametrov, kot so hitrost prenosa podatkov, zakasnitve in stabilnost signala. To omogoča prepoznavanje ozkih grl in optimizacijo nastavitve. Pomembno je izvajati stresne teste, ki simulirajo realne proizvodne pogoje, da preverimo, ali sistem deluje zanesljivo tudi pod obremenitvijo. Na podlagi rezultatov se lahko priladi

godijo QoS-parametri, kot so prioritete nastavitve za določene naprave ali procesne zahteve.

Ti koraki predstavljajo celovit protokol za uspešno implementacijo 5G-tehnologije v industrijskih procesih z osredotočenostjo na zanesljivost, interoperabilnost in doseganje zelenih karakteristik omrežja.

5 Zaključek

V okviru raziskovalnega dela smo razvili idejni protokol za vzpostavitev povezlivosti industrijske opreme z uporabo 5G-omrežja, ki je prilagojen potrebam industrije, vendar hkrati dovolj univerzalen, da je uporaben tudi za posameznike in manjša podjetja. Protokol obsega jasno opredeljene korake, ki omogočajo prehod na 5G-tehnologijo na način, ki minimizira tehnične in operativne izzive ter zagotavlja prilagodljivost za različna industrijska okolja. Na podlagi pridobljenih rezultatov in povratnih informacij iz praktične uporabe je jasno, da ima razviti protokol potencial za dodatne izboljšave. V prihodnje bo razvoj usmerjen v njegovo nadgradnjo na podlagi novih raziskav ter specifičnih povratnih informacij iz industrije z namenom zagotoviti še večjo učinkovitost in uporabnost. Nadaljnje raziskave bodo vključile optimizacijo za različne scenarije uporabe, integracijo z naprednimi digitalnimi tehnologijami in prilagoditve za prihodnje standarde 5G ter naslednjih generacij komunikacijskih omrežij. S tem pristopom želimo omogočiti dolgoročno implementacijo, ki bo podpirala razvoj pametne proizvodnje in širše uporabe naprednih komunikacijskih tehnologij.

Viri

- [1] Lagorio A. et al., 5G in Logistics 4.0: potential applications and challenges, *Procedia* 120 (2023), 774-779.
- [2] Chettri L., Bera R.: A Comprehensive Survey on Internet of Things (IoT) Toward 5G Wireless Systems, *IEEE Internet of Things Journal* January 2020, pg.: 16-32.
- [3] Tsourdinis T., Chatzistefanidis I., Makris N. et al.: Service-aware real-time slicing for virtualized beyond 5G networks, *Computer Networks* no. 247, 2024.
- [4] Boshoffa M., Schusterb D., Christa L.: Evaluation of 5G Edge and Cloud Computing for Data Processing in Visual Referencing of Mobile Robot Manipulators, *Procedia CIRP* 120 (2023), 774-779.
- [5] Lagorio A., Ciminia C., Pintoa R., Cavalieria S.: 5G in Logistics 4.0: potential applications and challenges, *Procedia Computer Science* 217 (2023), 650-659.
- [6] Huang M., Liu A., Xiong N. N., Vasilakos D. A.: Towards intelligent and trustworthy task assignments for 5G-enabled industrial communication systems, *Digital Communications and Networks*, 2023.
- [7] Chenga, J., Chena W., Taoa, F., Linb C.: Industrial IoT in 5G environment towards smart manufacturing, *Journal of Industrial Information Integration*, Volume 10, June 2018, pg. 10-19.
- [8] Gustavo P. Cainelli, Lisa Underberg: Performance testing of a 5G campus network in real-world propagation conditions from the application's point of view, *IFAC-PapersOnLine*, Volume 56, Issue 2, 2023.
- [9] NX100 Maintenance Manual (https://info.ammc.com/hubfs/Partner/Documents/Yaskawa_Motoman_Robots/NX100_Maintenance_Manual_2520150133-1CD.pdf).
- [10] Franka Emika robot's instruction handbook (<https://www.generationrobots.com/media/franka-emika-robot-handbook.pdf>).

Zahvala za sofinanciranje

Delo je bilo finančno podprto v okviru Javne agencije za raziskovalno in inovacijsko dejavnost RS - ARIS, Raziskovalni program P2-0248 - Inovativni proizvodni sistemi in procesi, raziskovalni projekt J2-4470 - Raziskave zanesljivosti in učinkovitosti robnega računalništva v pametni tovarni z uporabo 5G-tehnologije. Delo je financirala Evropska unija, projekt 101087348 - Krepitev zmogljivosti za odličnost slovenskih in hrvaških inovacijskih ekosistemov za podporo digitalnemu in zelenemu prehodu pomorskih regij ter projekt 101058693 - Trajnostni prehod v agilno in zeleno podjetje.

Acknowledgments

The work was financially supported in the framework of the Slovenian Research and Innovation Agency -ARIS, Research Programme P2-0248 - Innovative manufacturing systems and processes, research project J2-4470 - Research on the reliability and efficiency of edge computing in a smart factory using 5G technologies. The work was funded by the European Union, project 101087348 - Strengthening the capacity for excellence of Slovenian and Croatian innovation ecosystems to support the digital and green transitions of maritime regions and project 101058693 - Sustainable Transition to the Agile and Green Enterprise.

Connecting Industrial Equipment to a 5G Network

Abstract:

The introduction of 5G technology has started a transformative leap in connectivity, enabling seamless integration between existing and new devices in industrial environments. This connectivity solves some technological challenges of linking IT systems with manufacturing processes and offers greater flexibility, agility and efficiency. In industrial applications, 5G facilitates the remote monitoring of equipment, the optimization of logistical processes and the implementation of predictive maintenance, making it a cornerstone of smart manufacturing. In our research work, conducted at the LASIM laboratory of the Faculty of Mechanical Engineering at the University of Ljubljana, we have developed a conceptual protocol for connecting industrial plants to 5G networks. The protocol is tailored to the needs of industry, but can also be used by individuals and small businesses with no prior experience of 5G or related LTE technologies. It outlines a step-by-step approach that enables efficient testing and partial implementation of 5G solutions in various industrial environments.

The protocol has been built and validated through testing with various industrial systems, including robotic arms, collaborative robots, smart warehouses and digital twins. These systems use a variety of communication protocols and require a flexible solution to ensure compatibility and reliability. The protocol developed comprises five key steps: Identification and analysis of devices, preparation of network infrastructure, establishment of physical connections, integration with information systems, and system testing and optimization. Results show that this protocol can effectively facilitate the integration of industrial devices into 5G networks and ensure stable and efficient operation under real-world conditions. However, the wider adoption and application of the protocol depends on continuous refinement and adaptation to new industrial requirements and feedback.

Future research will focus on improving the robustness and scalability of the protocol for different use cases, incorporating advanced digital technologies such as edge computing and AI-powered optimization, and adapting it to upcoming 5G and 6G standards. In this way, we aim to create a comprehensive and future-proof framework that supports the transition to smarter, more connected industrial ecosystems.

Keywords:

5G, industrial equipment, connectivity, communication protocols

RAZVIT IN IZDELAN V SLOVENIJI

YASKAWA

GP20

GLAVNE PREDNOSTI

- Vitka in robustna zasnova
- Uporaba v različnih robotskih aplikacijah
- 20 kg nosilnosti
- Velik polmer dosega: 1.802 mm
- Hiter / visoki pospeški in pojemki
- Enostaven zagon, uporaba in vzdrževanje

YASKAWA Slovenija d.o.o. www.yaskawa.si



Controlled by
YRC1000