

IloT v oblaku za optimizacijo delovanja strojev brez večjih začetnih investicij

Marjan Kaligaro, Jure Habjan

Metronik d.o.o., Ljubljana, Slovenija
marjan.kaligaro@metronik.si, jure.habjan@metronik.si

V vse bolj tehnološko zahtevnem in konkurenčnem poslovnem okolju številna industrijska podjetja iščejo skrite rezerve za izboljšanje učinkovitosti poslovanja. Eno od takšnih področij je zagotavljanje visoke razpoložljivosti strojev, saj rezultati kažejo, da lahko s tem produktivnost povečamo tudi do nekaj deset odstotkov. Stroji so pri svojem obratovanju izpostavljeni stalnim obremenitvam, obrabi in staranju, kar vpliva na njihovo delovanje in povzroča okvare. Redno vzdrževanje in odzivanje na okvare sicer rešita del težav, a še zdaleč ne vseh. Za doseganje bistvenih izboljšav v razpoložljivosti, ki po eni strani ustvarjajo večjo dodano vrednost strojev za industrijska podjetja, po drugi strani pa prinašajo več finančnih in nefinančnih pozitivnih učinkov za proizvajalce strojev, je potrebno sodelovanje obeh strani (tako uporabnika stroja kot njegovega proizvajalca). Z vzpostavitvijo ustrezne platforme za pridobivanje, hrambo ter obdelavo operativnih podatkov lahko zagotavljamo omenjeno visoko razpoložljivost ter pravočasen odziv na težave.

Ključne besede:

IloT, Industrija 4.0

edge naprave

enovit dostop do procesnih podatkov

legacy sistemi in podatki

digitalizacija

1 Uvod

V praksi se je prva pojavila tehnologija IoT, za njo pa je sledila še tehnologija IIoT. Pomembno je poudariti, da v nasprotju s precej razširjenim mnenjem pri omenjenih tehnologijah ne gre samo za senzorje, temveč za celoten sistem, od zajema podatkov v geografsko razpršenih sistemih do njihovega centralnega shranjevanja in pretvorbe v uporabne informacije za različne namene.

IoT, kar prevajamo kot internet stvari, srečujemo na različnih področjih in predvsem za široko uporabo. Najbolj znane so na primer aplikacije za pametna mesta, v prometu, pri oskrbi z energijo, v stanovanjskih zgradbah in podobno. IIoT kot industrijski internet stvari pa je namenjen industriji za spremljanje in izboljševanje industrijskih procesov.

Poenostavljeno povedano je IIoT v industriji prenos podatkov med stroji in nadzornimi delavci, ki spremljajo, kako delujejo posamezni stoji in celoten obrat. Če velike količine takšnih podatkov shranjujemo in obdelujemo z ustreznimi orodji, pa lahko pridobimo ogromno koristnih informacij, ki podjetjem pomagajo pri izboljšavah in sprejemanju raznih odločitev. Najbolj značilne koristi uporabe IIoT v industriji so na primer povečanje produktivnosti, zmanjšanje porabe energije, pametno vzdrževanje strojev, preden pride do okvar in zastojev, možnost nadzora proizvodnje na daljavo, kar je bilo še posebej aktualno v času koronavirusa in podobno.

IIoT360 je modularna oblachna rešitev, ki je namenjena strojogradnikom, industrijskim podjetjem ter njihovim kupcem za spremljanje in optimizacijo delovanja. Kot nakazuje že ime, temelji na tehnologiji IIoT in s svojimi moduli zagotavlja celovito podporo vpogledu v delovanje strojev in izboljšanju njihovega delovanja (360).

Proizvajalci imajo možnost centraliziranega spremljanja delovanja svojih strojev različnih proizvodnih podjetjih oziroma lokacijah, kjer ti obratujejo. Tako pridobijo veliko uporabnih podatkov, na podlagi katerih lahko uporabnikom svetujejo, kako lahko povečajo njihovo razpoložljivost ter posledično produktivnost in znižajo stroške izpadov proizvodnje zaradi okvar. Tako svojim kupcem ponudijo storitve z večjo dodano vrednostjo, kot je zgolj dobava, servis in vzdrževanje strojev. Hkrati pa pridobijo ključne informacije za optimizacijo strojev ter razvojne rešitve, s katerimi povečujejo konkurenčnost in ugled svojih blagovnih znamk.

Uporabniki strojev pridobijo predvsem večjo izkoriščenost strojev ter nižje stroške zaradi manj zastojev proizvodnje in cenejšega vzdrževanja strojev. Prav tako pomembne pa so tudi informacije, ki jim pomagajo pri odločanju o nakupih strojev in investicijah v proizvodnji nasploh.

2 Poglavitni izzivi proizvajalcev strojev

Današnje industrijsko okolje se sooča z izzivom hitrega pospeševanja poslovanja in uvajanja sprememb. Skoraj polovice podjetij, ki so danes uvrščena na seznam Fortune 500, leta 2000 na njem še ni bilo.

Tradicionalne proizvajalce vse bolj izpodrivajo inovatorji, ki svoje poslovne priložnosti in rast gradijo na digitalnih tehnologijah. To se pogosto odraža tudi v cenovnem pritisku, kar proizvajalce spodbuja k iskanju novih virov dodane vrednosti za kupce.

Pri proizvajalcih strojev to pomeni, da svoje proizvode vse pogosteje nadgrajujejo z digitalnimi storitvami. Razvoj digitalnih orodij, ki so temelj za nove storitve (ter optimizacijo obstoječih procesov), pa je zamuden in drag ter terja zaposlitev specializiranega kadra, kar majhnim in srednje velikim proizvajalcem še otežuje konkurenčnost.

Za preskok pri izboljšanju svojega poslovnega modela in posledično dvig konkurenčnosti morajo proizvajalci strojev najti ustrezno digitalno rešitev za premagovanje izzivov, ki danes to onemogočajo:

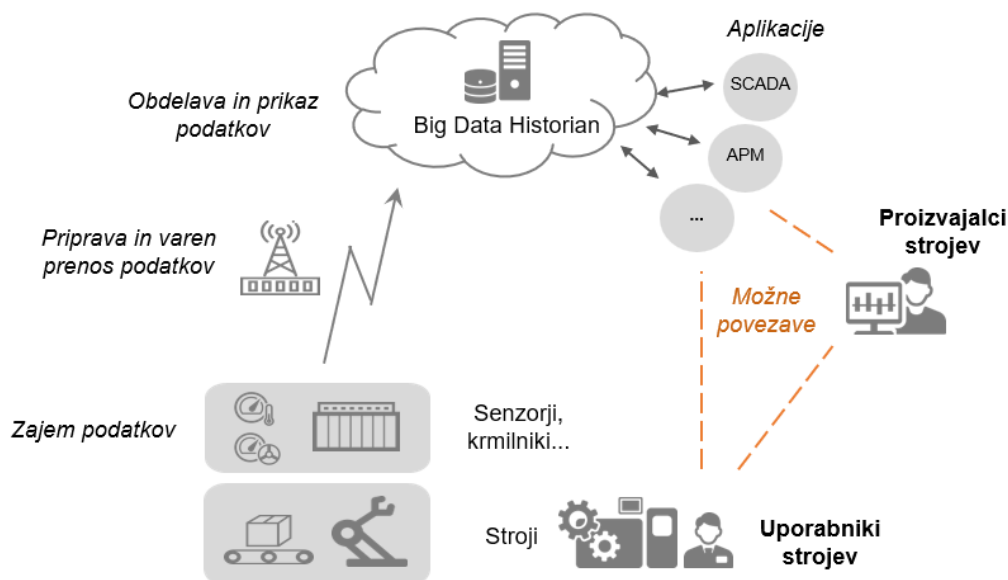
- pomanjkljiv vpogled v delovanje strojev v realnem času ter otežene analize zgodovinskih podatkov za doseganje izboljšav,
- razpršenost podatkov zaradi lokalnih zapisov o delovanju strojev (npr. dnevnik izpadov in okvar, obratovalni podatki),
- dolgi odzivni časi pri kompleksnejših zastojih (obveščanje, identifikacija in odprava napake),

- oteženo in drago zagotavljanje kakovostnega vzdrževanja,
- pomanjkljive informacije za razvoj inovacij in novih generacij strojev,
- pomanjkanje dodatnih storitev oziroma razvoj poslovnih modelov za povečanje prihodkov in razlikovanje od konkurence (npr. svetovanje za optimalno uporabo, prediktivno vzdrževanje, najemni modeli).

3 Arhitektura platforme

Za vzpostavitev platforme, ki omogoča realizacijo funkcionalnosti, ki rešujejo zgoraj navedene težave je potrebno vzpostaviti naslednje komponente (slika 1):

- Edge naprava, ki se vgradi kot del samega stroja in zagotavlja zajem procesnih podatkov, začasno hrambo teh (v primeru nedostopnosti oblačne infrastrukture) ter njihovo posredovanje
- prenosni kanal, ki omogoča varen prenos podatkov
- centralno platformo, ki skrbi za hrambo podatkov ter implementira nabor API-jev za nadaljnjo obdelavo podatkov



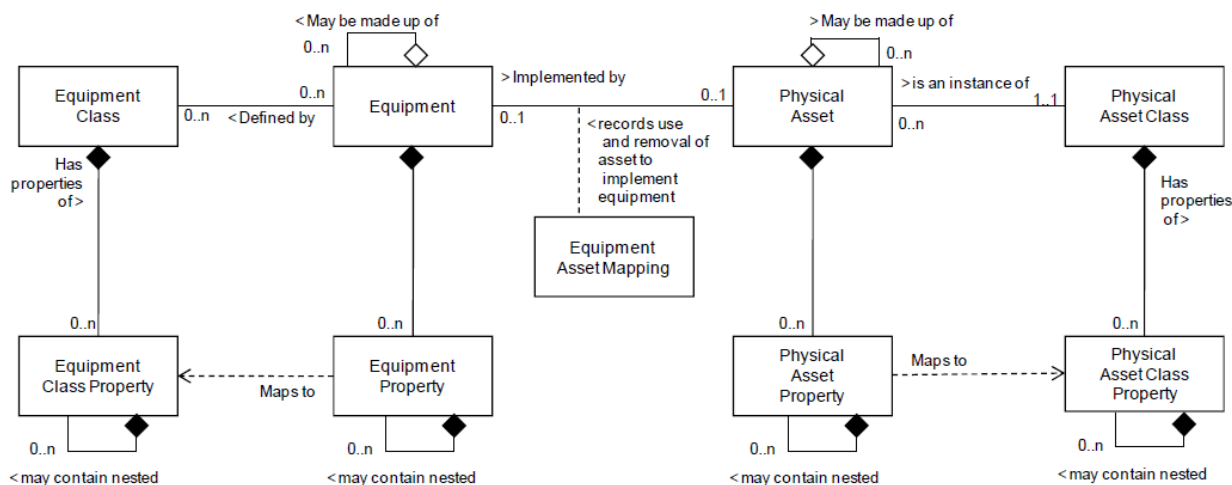
Slika 1: Idejna zasnova platforme.

3.1 Aplikativni vidik platforme

Kot Edge napravo lahko pojmuje vsak kos strojne opreme, ki se umešča med zunanjim omrežjem ter notranjim omrežjem (oz. strojem) in skrbi za kontroliran pretok podatkov. Z vidika funkcionalnosti platforme gre za pglavitni kos strojne opreme, ki mora (v odvisnosti od dejanskega projekta) zagotavljati nabor funkcionalnosti:

- Zmožnost hrambe procesnih podatkov določeno časovno obdobje pri čemur je potrebno upoštevati tako količino podatkov, ki se zbirajo kot maksimalno retenzijo teh
- Komunikacijski vmesniki (npr. tako LAN, WiFi kot 4G/5G vmesnik)
- Možnost priklopa zunanjih anten
- Količina digitalnih ter analognih priključkov
- Temperaturni razpon delovanja
- Odpornost na tresljaje

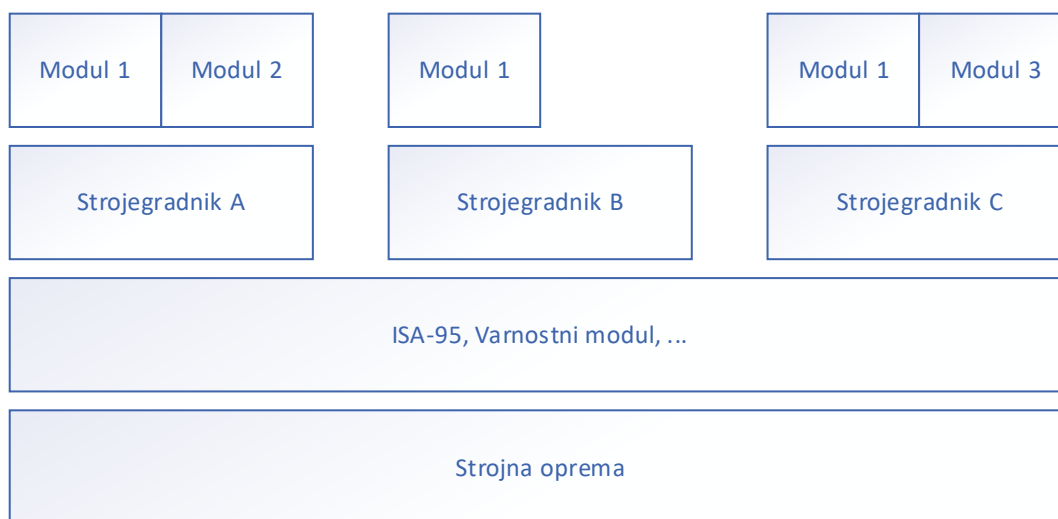
V sami IIoT360 platformi je kot osnovna funkcionalnost za obvladovanje podatkov zagotovljena implementacija ISA-95 modela (slika 3), ki omogoča strojograditeljem pripravo digitalnega dvojčka okolja.



Slika 3: Standardni podatkovni model (izsek)

Vir: [7].

Centralna komponenta platforme temelji na multitenant pristopu (slika 4), kjer zagotavljamo enovito postavitev aplikacijskih komponent, ki so skupne vsem strojegradnikom z upoštevanjem pravic dostopa do podatkov ter funkcionalnosti, ki jih ima zakupljen posamezni strojegradnik.



Slika 4: Ločevanje strojegradnikov ter funkcionalnih modulov v platformi

4 Uporabniški vidik platforme

Z zagotovitvijo prenosa ter hrambe (surovih) podatkov se širok nabor možnosti njihove nadaljnje obdelave ter vizualizacije, kar omogočamo na dva načina:

- Dostop preko REST API vmesnika za potrebe integracije s 3rd party aplikacijami, kot so npr. ticketing sistemi pri strojegraditeljih (slika 5),
- Uporaba namenske uporabniške aplikacije, ki omogoča t.i. whitelabeling ter kustomizacijo nabora funkcionalnosti (slika 6).

The image shows a REST API explorer interface. On the left, a tree view lists various API endpoints under the 'Metronik.Core.EDM' folder. The 'v2' subfolder is expanded, showing several endpoints with their HTTP methods (GET, POST) and paths. On the right, the details for the 'Metronik.Core.EDM' endpoint are displayed, including a 'FILTER DEFINITION' section with a JSON schema for the filter parameter, an 'Example' section with a sample query string, and a note that the endpoint is currently implemented in a GET request.

```

Metronik.Core.Account - TESTS
Metronik.Core.Auth
Metronik.Core.Auth - TESTS
Metronik.Core.CalcEngine
Metronik.Core.CalcEngine - TESTS
Metronik.Core.CDR
Metronik.Core.CDR - TESTS
Metronik.Core.DataStorage
Metronik.Core.DataStorage - TESTS
Metronik.Core.Diag
Metronik.Core.Diag - TESTS
Metronik.Core.EDM
  > Auth
  > EDM
  > Equipments
    > v2
      GET Equipments/Hierarchy/CODE?
      GET Equipment/CODE?
      GET Equipment filter
      GET Equipments/CODE?/Hierarchy
      GET Equipments/CODE/Events/CODE?
      GET Equipments/CODE/Events/ byClass
      GET Equipments/CODE/PhysicalAssets/CODE?
      GET Equipments/CODE/Measurements/CODE?
      POST Equipments/CODE/Measurements
      POST Equipments/Measurements
      GET Equipments/CODE/Measurements/ byClass
      GET Equipments/Measurements/ byClass
    
```

Metronik.Core.EDM

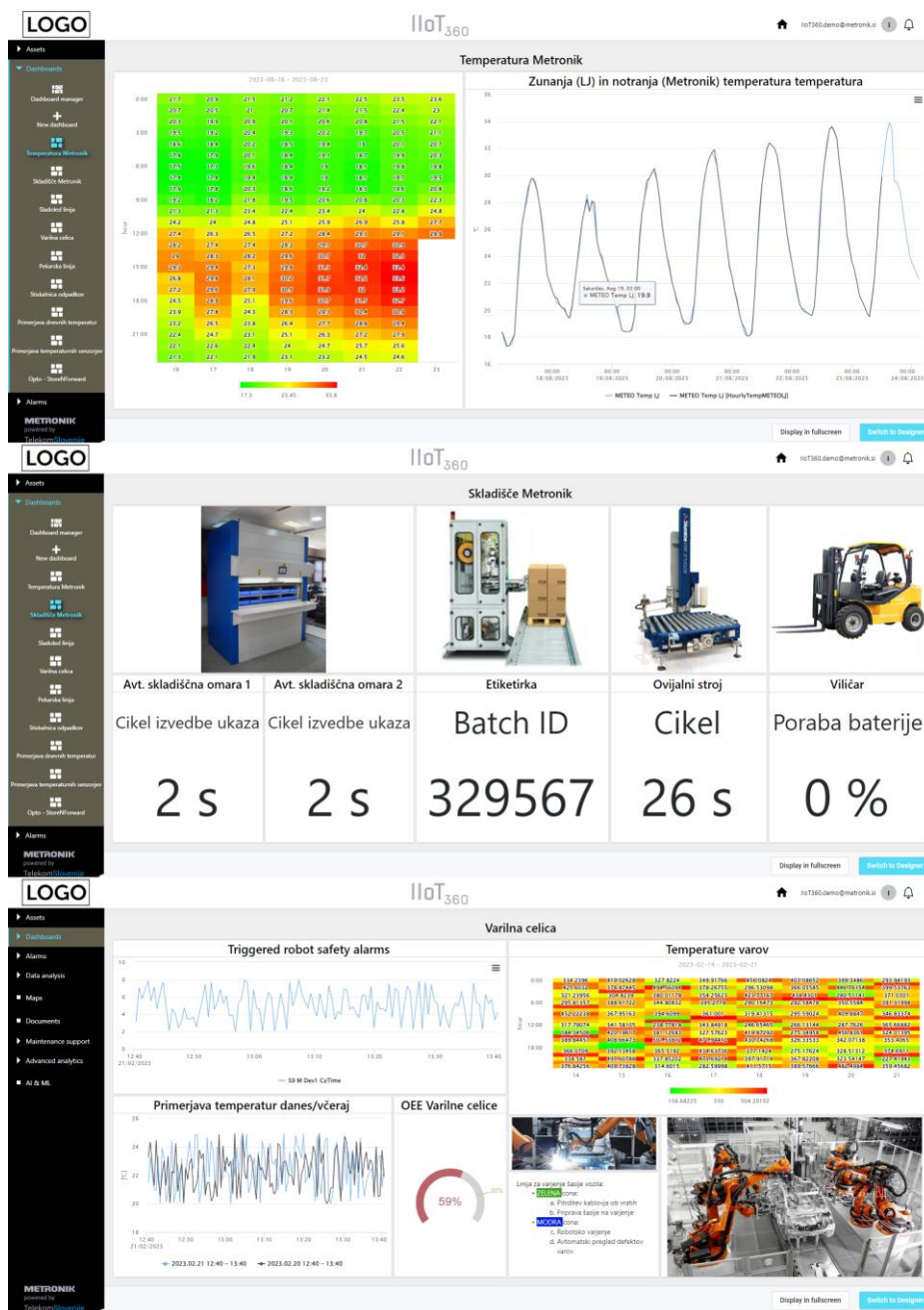
FILTER DEFINITION:

```

filter={filter_string}
filter_string:
  {field_search[, field_seach]}
field_seach:
  field_name::search_type::search_text
allowed field_name: code, name
allowed seach_type: equal, notEqual, contains, startsWith, endsWith, lessThan, greaterThan
Example:
?filter=code::contains::BLI,name::endsWith::9504
?page=1&size=6&record_status_codes=
[NEW,ACTIVE]&filter=code::startsWith::Blister_UHL9504__9504
currently implemented in: GET /api/v1/equipments?...
    
```

[View complete documentation →](#)

Slika 5: Nabor REST API-jev za dostop do podatkov.



Slika 6: Primeri nadzornih plošč.

Sama uporabniška aplikacije je v nadaljevanju razdeljena v module, ki jih lahko posamezni strojogradnik naroči na nivoju posameznega stroja:

- **Osnovni (Core)**

Zagotavlja osnovne pogoje, ki so potrebni za ustrezno delovanje sistema in je predpogoj za nadgradnjo funkcionalnosti platforme z ostalimi moduli.

Zagotavlja programsko rešitev za:

- zajem podatkov s strojev na strukturiran način, njihovo pripravo in prenos v oblak Telekoma Slovenije preko internetne povezave ali mobilnega omrežja
- upravljanje sredstev (npr. strojev), upravljanje uporabnikov in pravic ter upravljanje Edge naprav
- kontekstualizacijo podatkov in ustrezno shranjevanje v oblaku z možnostjo nadaljnje obdelave oziroma izvoza podatkov v tretje sisteme

- **Delovanje strojev (Operational Monitoring)**

Omogoča ustrezno obdelavo zbranih podatkov o stroju ter njihovo vizualizacijo za pomoč pri obvladovanju delovanja strojev.

Zagotavlja programsko rešitev za:

- spremljanje statusa strojev, geolokacije strojev
- vizualizacijo podatkov in izračun KPI-jev (ki si jih lahko končni uporabnik nastavi po svojih potrebah)
- prilagodljivo obveščanje o dogodkih na stroju in nepravilnem delovanju (nadzorne plošče, SMS, e-pošta)
- izvajanje analiz učinkovitosti strojev in faktorjev izgub
- zgodovinski pregled podatkov
- prikaz uporabniške dokumentacije po strojih (uporabniška navodila, navodila za delo...)
- priprava poročil o delovanju strojev

- **Podpora vzdrževanju (Maintenance Support)**

Modul omogoča lažji nadzor nad izvajanjem vzdrževalnih aktivnosti.

Zagotavlja programsko rešitev za:

- odpiranje in zapiranje zahtevkov, KanBan, merjenje učinkovitosti vzdrževalskih aktivnosti
- alarmiranje vzdrževalcev (SMS, e-pošta)
- prikaz vzdrževalske dokumentacije po strojih (tehnična dokumentacija, navodila za vzdrževanje...)
- pregled sestavnih delov naprav in njihove zgodovine (menjave, okvare...)
- pripravo poročil o vzdrževanju

- **Napredna analitika (Advanced Analytics)**

Omogoča napredno obdelavo zbranih podatkov in posledično boljše izkoriščanje podatkov.

Zagotavlja programsko rešitev za:

- izdelavo prilagodljivih poročil (Custom Reporting)
- primerjavo obratovanja iste vrste strojev na različnih lokacijah (Similar Asset Charting)
- hitro raziskovanje in odpravljanje vzrokov okvar z bazo znanja (Root Cause Analysis)

5 Zaključek

IIoT platforma je večplasten sistem ki omogoča kontrolirano pripravo, upravljanje in digitalizacijo naprav povezanih v okviru sistema IoT. Zasnovana je tako, da poveže strojno opremo različnih proizvajalcev in tehnologij v oblak s pomočjo fleksibilnih komunikacijskih kanalov in visoko varnostnih mehanizmov. Zbirka pripravljenih funkcionalnosti omogoča pospešen razvoj aplikacij za povezane naprave brez skrbi o medsebojni nekompatibilnosti tehnologij in proizvajalcev.

Taka platforma se lahko gleda kot na vmesni sloj, ki skrbi za varno in enolično povezavo oddaljenih naprav z uporabniškimi aplikacijami, ter omogoča upravljanje vseh interakcij med njima. Drugi aspekt IoT platforme je digitalizacija strojne opreme, kjer služi kot »cloud enabler«, saj omogoči standardiziran dostop do podatkov vseh povezanih naprav kot osnovo razvoja različnih poslovno informacijskih aplikacij.

Nadaljnji razvoj bo platformo razširil z uporabo naprednih tehnoloških storitev umetne inteligence, ki uporabniku omogočijo avtomatiziranje procesov oziroma izboljšanje uporabniške izkušnje. Razvojne smernice so:

Napredno strojno učenje. Pridobivanje znanj o assetu na podlagi preteklih dogodkov in uporabniških izkušenj. Na podlagi pridobljenih podatkov se išče vzorce obnašanja sistema in predvidi prihajajoče dogodke.

Digitalni dvojček. Replikacija fizične naprave v digitalno obliko. Pri tem se naredi dvojček z vsemi njenimi opisnimi, funkcionalnimi in procesnimi lastnostmi.

Obogatena resničnost (Augmented reality). Prikaz informacij asseta in navideznih predmetov v realnem času se preko mobilne naprave doda na avdio/vizualno stanje realnega okolja.

Literatura

- [1] Metronik d.o.o. (2017 – 2023). MxWeb 4.0 razvoj (interno gradivo). Ljubljana: Metronik d.o.o.
- [2] Metronik d.o.o. (2018 – 2023). Unified Data Gateway Architecture (interno gradivo). Ljubljana: Metronik d.o.o.
- [3] Metronik d.o.o. (2018 – 2023). Funkcijska specifikacija (interno gradivo). Ljubljana: Metronik d.o.o.
- [4] Haile, N., & Altmann, J. (2016). Value creation in software service platforms. *Future Generation Computer Systems*, 55, 495–509.
- [5] Hustad, E., & De Lange, C. (2014). Service-oriented architecture projects in practice: A study of a shared document service implementation. *Procedia Technology*, 16(2014), 684–693.
- [6] Antikainen, J., & Pekkola, S. (2009). Factors influencing the alignment of SOA development with business objectives. *Proceedings of the 7th European Conference on Information Systems (ECIS 2009)* (str. 2579–2590). Verona: ECIS Standing Committee.
- [7] Bell, M. (2008). *Service-Oriented Modeling (SOA): Service Analysis, Design, and Architecture*. Hoboken: Wiley & Sons.
- [8] ANSI/ISA-95.00.02-2010 (IEC 62264-2 Mod), *Enterprise-Control System Integration – Part 2: Object Model Attributes*