

Predlog implementacije komunikacionih i kontrolnih metoda u konceptu Industrije 4.0

Zdravko Gotovac, Marjan Urekar, *Member, IEEE*

Apstrakt—U ovom radu upoznaćemo se sa dizajniranjem i implementacijom komunikacionih i kontrolnih metoda korišćenjem široko rasprostranjenih tehnologija. Čitava ideja predstavlja logičan iskorak u uključivanje Industrije 4.0 u proizvodni proces, kao i indirektno unaprijeđivanje uređaja i radnog okruženja koji su realni dio proizvodnog procesa.

Ključne reči—Industrija 4.0, IoT, senzorski sistem, baze podataka, proces proizvodnje

I. UVOD

Da bi se bolje shvatio rad u cjelini, prvo je neophodno, ili poželjno, shvatiti zbog čega se implementira u proces proizvodnje različite funkcionalnosti koje pružaju protokoli definisani unutar Industrije 4.0 [1]?

Odgovor na jedno ovakvo pitanje je dosta kompleksan, i da bi mogli da bi se mogao pružiti zadovoljavajući odgovor na njega neophodno je kritički sagledati potencijalne dobre, i loše osobine koje pruža Industrija 4.0 i IoT [2]. Pored toga potrebno je i idejno definisati one djelove procesa proizvodnje koje imaju potencijal da budu unaprijeđeni.

Kako se sve više insistira na kontroli i nadgledanju radnog prostora, jedan od očiglednih načina za unaprijeđenje tih radnih uslova je nadgledanje temperature, vlažnosti, vazdušnog pritiska unutar radnog prostora. Najjednostavniji način implementacije bio bi upotreba pametnih telefona koji na sebi sadrže mnoštvo senzora, kao i čipove koji omogućavaju međusobnu komunikaciju, i vezu sa internetom.

Pored toga osposobljavanje djelova unutar procesa proizvodnje za međusobnu komunikaciju upotrebom uređaja koji se ne koriste direktno unutar procesa proizvodnje predstavljalo bi izvestan napredak za one uređaje koji ne posjeduju moderne protokole za komunikaciju.

II. PROBLEMI INDUSTRIJE 4.0 PRILIKOM IMPLEMENTACIJE U PROCES PROIZVODNJE

Prije nego što bi i počeli bilo kakvu raspravu o implementaciji Industrije 4.0, trebalo bi skrenuti pažnju na probleme, i potencijalne grerške koje se javljaju tokom njene implementacije. Čitava priča o umrežavanju sistema proizvodnje zvuči sjajno, ali kao i bilo šta drugo, ona nije bez mana.

Prilikom prikupljanja ogromnih količina podataka može da dođe do zasićenja sistema, što može predstavljati ogroman

Zdravko Gotovac – Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Srbija (e-mail: zdravko.gotovac@uns.ac.rs).

Marjan Urekar – Fakultet Tehničkih Nauka, Novi Sad, Srbija (e-mail: urekarm@uns.ac.rs).

problem. Postavlja se pitanje da li su svi primljeni i obrađeni podaci potrebni, odnosno čemu bi oni služili? Kako razdvojiti podatke krucijalne za funkcionisanje sistema od „digitalne buke“ koju bi predstavljali beznačajni podaci?

Naravno postoji i velika opasnost ugrožavanja lične privatnosti i slobode preuzimanjem i obradom podataka. Da li bi zaista postojala potreba da šef radnika unutar fabrike barata informacijama o njihovom dnevnom unosu kalorija, ili možda krvnom pritisku? Čemu služi informacija o istoriji pretraživanja interneta jednog radnika? Za takve podatke sigurno postoje lica i kompanije koje bi platile da dođu do njih, da bih ih koristila za marketinške ili neke još manje etičke svrhe.

Naravno kako je pitanje bezbjednosti ličnih podataka trenutno aktuelna tema na globalnom nivou [3], potrebno je postaviti određena ograničenja na implementaciju idejnih rješenja. Zadatak zaštite ličnih podataka, uprkos tome što je značajan, nije jedini na koji treba obratiti pažnju, isto tako potrebno je smanjiti proizvodnju i upotrebu novih uređaja koji bi se koristili samo u svrhe komunikacije, jer bi u slučaju njihovog zastarijevanja predstavljali elektronski otpad.

Ideja bi bila upotreba aplikacije, napisane za više mobilnih platformi, koja bi korisniku pružala mogućnost odobravanja i autentikacije prilikom odabira podataka koje želi da djeli i unosi u sistem. Slični protokoli, naravno opštije prirode već bivaju implementirani u novim verzijama opše dostupnih mobilnih platformi.

Implementacije Industrije 4.0 unutar procesa proizvodnje trebalo bi ograničiti samo na djelove koji bi bili bitni unutar samog procesa proizvodnje.

III. IMPLEMENTACIJA INDUSTRIJE 4.0

A. Indirektno umrežavanje sistema proizvodnje

Jedna od najbitnijih osobina koju ljudska bića posjeduju, i osobina koja je omogućila napredak čovječanstva je mogućnost komunikacije. I danas čovjek, po prirodi komunikativno biće pokušava da unaprijed načine razmjene podataka, informacija i ideja. Počevši od razmjene kamenih ploča na kojima su urezani pa sve virtuelnih online konferencija način razmene podataka postaje sve sofisticiraniji.

Takav način razmišljanja trebalo bi primjeniti i unutar proizvodnog procesa koristeći se protokolima Industrije 4.0. zašto ne omogućiti mašinama da komuniciraju međusobno?

Zagušenje proizvodnog procesa tokom proizvodnje su česte pojave koje dovode do redova čekanja i zbog asinhronizacije čitavog procesa proizvodnje stvaraju dodatne probleme i dodatna zagušenja proizvodnje.

Šta ako bi diskretni dijelovi unutar sistema posedovali komunikacione linije koje bi omogućavale automatskoj kontroli da slobodno modulišu brzinu proizvodnje unutar sistema. Naravno trebalo bi postaviti kao nominalnu brzinu onu koja bi odgovarala kapacitetima same proizvodne linije, pa u zavisnosti od ispunjenosti tih kapaciteta davati umanjenu brzinu u odnosu na onu nominalnu. Tako bi se otklonile i greške nastale ljudskim faktorom, odnosno potencijalnim nedostatkom krucijalnog osoblja koje se nalazi na određenim delovima proizvodne linije.

Pored kontrole same proizvodnje u sistem bi trebalo uvesti i monitoring na nivou mašine. Šta ako jedna od mašina na djelu proizvodne linije nije u nominalnom režimu rada? Kako to može uticati na ostatak proizvodnje unutar proizvodne linije? Pretpostavimo da se čitav sistem proizvodnje nalazi na sistemu za napajanje koji je jedinstven za fabriku, i pretpostavimo da jedna od mašina nije u nominalnom stanju rada. To bi značilo za mašinske strojeve da u slučaju povećanja struje u odnosu na nominalnu, dolazilo bi do pregrijavanja sistema napajanja. Ukoliko bi sistem napajanja posedovao ograničenja, bilo da su to ograničenja u vidu snage koju on može da da, ograničenja u vidu struje ili termalna ograničenja, ona bi svejedno uticala na krajnje funkcionisanje sistema. Zbog jedne mašine koja nije u nominalnom režimu čitav sistem bi mogao da se zaustavi, ili još gore, oštetiti. To bi mogli da spriječimo očitavanjem parametara te mašine, njene temperature, struje koju preuzima iz sistema, napona na njenim priključcima, kao i potencijalnim djelovima električnih kola koja se u njoj nalaze, a koja ne bi funkcionisala na ispravan način.

Informacije prikupljene na ovaj način davale bi određeni dio slike o stanju sistema proizvodnje, ali ta bi slika bila potpunija ukoliko bi se uvela dodatna linija za prikupljanje informacija, čiji bi potencijalni izvor bili radnici koji se nalaze unutar sistema proizvodnje.

Danas rijetko ko ne posjeduje pametni mobilni telefon, a uzimajući u obzir nivo napretka te tehnologije, trebalo bi je upotrebiti na nabolje moguće načine.

Jedan pametni telefon sadrži nekoliko senzorskih sistema, čija bi očitavanja mogla da posluže razumjevanju trenutnog stanja sistema, kao i predviđanju njegovog budućeg funkcionisanja. Senzori temperature, mikrofoni koji se mogu koristiti kao senzori zvučnog intenziteta i frekvencijskog odziva, barometri i sl [4]. Iskorišteni na pravi način produžili bi potencijalni radni vijek mašina koje se koriste u sistemu proizvodnje, a isto tako bi unaprijedili i radno okruženje za radnike.

Šta ako mašina radi unutar prostorija koje nisu adekvatno klimatizovane, da li će to dovesti do prestanka njenog rada? Ukoliko vazdušni pritisak nije odgovarajućeg nivoa, da li će to usporiti radnike unutar procesa proizvodnje? Da li bi se mikrofoni mobilnog telefona mogao iskoristiti za praćenje zvukova koji su indikatori potencijalnih problema unutar sistema proizvodnje? Na ova i slična pitanja potrebno je odgovoriti implementacijom odgovarajućeg sistema za nadgledanje procesa proizvodnje.

Zamislimo situaciju, unutar proizvodnog pogona posjedujemo mašinu relativno velikih dimenzija, tako da je neophodno da na njoj radi više radnika. U slučaju da svako od

njih posjeduje pametni telefon, mogao bi da instalira aplikaciju koja bi mjerila temperaturu i odzive određenih frekvencijskih spektara, i na osnovu tih informacija pružala informacije o stanju mašine, kako radnicima, lokalno na njihovim pametnim uređajima, tako i glavom računaru slanjem podatka na glavni server. Ako bi se desio neki kvar zbog kog bi mašina isпустиła zvuk koji nije unutar spektra koji može da čuje ljudsko uho, aplikacija bi obavjestila radnika o potencijalnoj opasnosti koja se tu javlja. Ako bi se mašina na jednom od svojih djelova zagrijavala dovoljno sporo radnik možda to ne bi mogao da primjeti, ali aplikacija bi bilježila podatke tokom vremena pa bi postojali grafici na kojima bi se jasno moglo vidjeti da jedan od djelova sistema ne funkcioniše na ispravan način.

Pored toga, na osnovu mrežnih tačaka preko kojih se povezuje aplikacija, mogla bi se pružiti informacija o trenutnoj lokaciji radnika unutar fabrike, što bi značajno popravilo bezbjednosni status tog radnika u slučaju da dođe do kvara unutar sistema proizvodnje koji je opasan po njegov život. Na sličan način bi se mogao primjeniti i algoritam koji će pokazati da li radnik ispunjava zadatke za koje je zadužen.

B. Modularni sistem proizvodnje

Naravno modernizaciju proizvodnog sistema koristeći se definisanim protokolima i pravilima Industrije 4.0 trebalo bi iskoristiti na različite načine, i jedna od ideja je izmjena samog sistema proizvodnje.

Podaci koji se prikupljaju ne moraju biti iskorišteni samo za organizaciju radnika, nego i mašina kojima oni upravljaju. Pretpostavimo da se u fabrici proizvode automobili, i na jednom djelu proizvodne trake se proizvode motori, odnosno platforme koje se ugrađuju u automobile, u drugom djelu šasije automobila, trećem vrata, četvrtom bi se obavljalo farbanje određenih djelova automobila, petom ugradnja neophodne elektronike i enterijera, i u finalnom bi se postavljali točkovi na automobile.

Da li je isti nivo prioriteta za radnom snagom u svim procesima? Naravno da nije, točkove je na kraju najlakše postaviti, i to zahtjeva najmanje vremena, ali da li je isti slučaj sa proizvodnjom motora? Šta ako se javi greška u procesu proizvodnje motora, odnosno platforme? Ne bi bilo smisla obustavljati ostale djelove procesa ukoliko se u njima ne nalazi greška, bar ne dok se ne otkloni greška u procesu proizvodnje platforme. Radnici bi i dalje mogli da nastave sa proizvodnjom šasija i njihovim farbanjem, dok bi se ugradnja elektronike i kompletnog enterijera automobila obustavila zbog potencijalnih problema. Znači li to da se može indefinitivno nastaviti sa proizvodnjom šasija za automobile? Naravno da ne, uvijek postoje određena logistička ograničenja, od kojih bi jedno od najbitnijih bilo skladištenje finaliziranih šasija.

Algoritmi za obradu podataka, odnosno algoritmi za mašinsko učenje bi se mogli uključiti u sistem proizvodnje [5], gde bi uzimajući u obzir prirodu kvarova koji bi se nalazili unutar diskretnih sistema proizvodnje preuzimali ulogu organizacije i raspoređivanja zadataka u preostalim delovima sistema.

C. Izbacivanje faktora nesigurnosti unutar procesa proizvodnje

Jedan od glavnih faktora koji unose nesigurnost u čitav sistem proizvodnje su ljudi koji se nalaze unutar tog sistema, počevši od radnika koji obavljaju osnovne poslove unutar čitavog sistema, pa sve do onih koji se nalaze na najvišim upravnim pozicijama. Te faktore je neophodno ograničiti i svesti na minimum, da bi se povećao nivo optimizacije čitavog proizvodnog sistema.

Programi koji bi pratili efikasnost radnika, grupa, kao i onih koji upravljaju grupama bi doveli do smanjenja grešaka koje nastaju kada iste te zadatke obavljaju odgovorni ljudi koji daju subjektivna mišljenja i ocjene. Naravno to ne bi značilo da je potrebno zanemariti te subjektivne ocjene, naprotiv, svi obrađeni podaci bi se koristili da suplementiraju pravljenju radnog kartona koji bi ocjenjivao radnike.

Možda se problem nije javio zbog toga što radnik ne izvršava radne zadatke na zadovoljavajući način, nego zbog toga što su mu dati zadaci koji nisu u skladu sa opisom i prikladnom obukom posla kojim se bavi. Isto tako se može javiti problem prevelikog opterećenja radnika, ili korištenja neadekvatnih alata na koje je ograničen. To upućuje na grešku koja se javila od strane uprave koja nije izvršila pravilu raspodjelu radnih zadataka na dostupne resurse.

Greške takve prirode bi mogle da se smanje obradom razmjenjenih podataka, od strane radnika upravi, i obrnuto, pri čemu bi se pravile jasne kategorije koje bi razvrstavale nivo prioriteta određenim priloženim informacijama.

IV. ZAKLJUČAK

Na osnovu priloženog može da se vidi da je implementacija "pametnog proizvodnog sistema" realno ostvariva mogućnost.

Naravno, prije svega, prilikom implementacije jednog takvog sistema moralo bi da se vodi računa o bezbednosti informacija koje bi mogle da ugroze lica koja imaju vlasništvo nad bitnim privatnim informacijama.

Sem toga potrebno je implementirati akvizicioni sistem koji

bi na pogodan način selektovao i čuvao odabrane podatke, jer bi to bio prvi korak ka pravljenju robusnog sistema koji bi omogućio prelaz iz prethodno uspostavljenih industrijskih standarda u one koje traži Industrija 4.0.

I ono što je najbitnije je da posmatranjem čitave problematike iz ugla upotrebe široko dostupnih tehnologija omogućilo bi ostvarivost finansijski i logistički pristupačnog rješenja. Tako da bi i implementacija od strane kompanija doživjela veću rasprostranjenost.

LITERATURA

- [1] "Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0." i-Scoop <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>. [accessed Jun. 12, 2021]
- [2] "internet of things" [IoT Agenda] <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>. [accessed Jun. 12, 2021]
- [3] "Case Law Digest 2021: Transfers of personal data to third countries" [EUROPEAN DATA PROTECTION SUPERVISOR] https://edps.europa.eu/data-protection/our-work/our-work-by-type/court-cases_en. [accessed Jun. 15, 2021]
- [4] "ARDUINO SCIENCE JOURNAL" [Arduino] <https://www.arduino.cc/education/science-journal>. [accessed Jun. 16, 2021]
- [5] Ndeye Lo, Jean-Marie Flaus, Olivier Adrot. Review of Machine Learning Approaches In Fault Diagnosis applied to IoT System. ICCAD 2019 - 3rd International Conference on Control, Automation and Diagnosis, Jul 2019, Grenoble, France. ffl0.1109/ICCAD46983.2019.9037949ff. fflhal-02344344

ABSTRACT

This paper introduces the design and implementation of the communication and control methods, alongside the use of widely available technologies. The idea represents a logical step forward in the incorporation of Industry 4.0 in manufacturing process, as well as indirect improvement of production appliances and work environment, which are part of real world manufacturing process.

Implementation of communication and control methods in concept of Industry 4.0

Zdravko Gotovac, Marjan Urekar