



Program GOSTOP

GRADNIKI, ORODJA IN SISTEMI
ZA TOVARNE PRIHODNOSTI



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI SKLAD ZA
REGIONALNI RAZVOJ



Program GOSTOP

GRADNIKI, ORODJA IN SISTEMI
ZA TOVARNE PRIHODNOSTI

Ljubljana, Slovenija, 2020



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



EVROPSKA UNIJA
EVROPSKI SKLAD ZA
REGIONALNI RAZVOJ

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

658.5:005.41(082)

PROGRAM GOSTOP : gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti / [glavni urednik Giovanni Godena ; slikovno gradivo arhiv programa GOSTOP, arhiv partnerjev programa GOSTOP]. - Ljubljana : Institut »Jožef Stefan«, 2020

ISBN 978-961-264-187-0
1. Godena, Giovanni
COBISS.SI-ID 26584579

Publikacija: Program GOSTOP - Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti

Izdajatelj in založnik: Institut »Jožef Stefan«

Glavni urednik: dr. Giovanni Godena

Uredniški odbor: Danijela Zeljković Anžiček mag. posl. ved, dr. Vladimir Jovan, prof. dr. Stanko Strmčnik, doc. dr. Igor Kovač

Grafična zasnova, oblikovanje in tisk: MARIDEA, komunikacijske in marketinške storitve

Slikovno gradivo: arhiv Programa GOSTOP, arhiv partnerjev Programa GOSTOP

Število izvodov: 200

Cena: brezplačno

Ljubljana, september 2020

Publikacija je nastala v sklopu Programa GOSTOP - Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti. Izvedbo Programa so sofinancirali Evropska Unija iz Evropskega sklada za regionalni razvoj, Republika Slovenija, Ministrstvo za izobraževanje, znanost, kulturo in šport ter slovenska industrija. Vsebina publikacije je izključno v odgovornosti avtorjev.

© Institut »Jožef Stefan«



KAZALO

PREDGOVOR

Uvodna beseda	6
Program GOSTOP	8
Rezultati	10

TEHNOLOGIJE VODENJA

Platforma večagentnega odločanja na podlagi IIoT senzorjev	14
Komunikacijski agent za prenos podatkov v prostorsko porazdeljenih sistemih	16
ME-RTU - daljinska telemetrična naprava s podporo LTE omrežja	18
Diagnostični sistemi za končno kontrolo elektromotorjev	20
Diagnostični sistem za končno kontrolo pogonskega sklopa za električno kolo	22
SMARTS – platforma za načrtovanje pametnih senzorjev	24
Orodje za analizo vplivov proizvodnih parametrov na končno kakovost izdelkov	26
Sustainable System Platform	28
MES modul za analizo in optimizacijo proizvodnje	30
Sinapro.IIoT – pametna platforma za Smart MES	32
IoT senzorji na osnovi vizualno-glasovne tehnologije	34
Hiter in zanesljiv varnostni sistem strojev	36

ORODJARSTVO

Pametna orodja za tlačno litje in brizganje plastike	40
Integrirani vmesnik za akustični nadzor procesa brizganja in tlačnega litja	42
Programska oprema za napovedovanje življenjske dobe toplih delov orodij za tlačno litje	44
Napredne trde prevleke za zaščito močno obremenjenih zgoščevalnih trnov livarskega orodja	46
IIoT modul - analiza brizgalnih strojev	48
Smart MES – Tool Management	50
Digitalna sledljivost izdelka	52
Digitalizacija postopkov na proizvodni liniji	54

ROBOTIKA

Demonstracija koncepta distribuiranih sistemov (Edge Computing)	58
Demonstracija digitalnih agentov za samodejno optimiranje proizvodnega procesa	60
Pametno ročno montažno mesto z vključitvijo kolaborativnega robota	62
Arhitekturni model pametne tovarne LASFA	64
Vpeljava digitalnega dvojčka v proizvodne sisteme	66

Demonstracijski center Pametna tovarna	68
Demonstracija inteligentnega planiranja proizvodnje	70
Uporabniku prilagojena nadzorna plošča za prikaz ključnih kazalnikov uspešnosti procesa	72
Adaptivna robotska celica	74
Inteligentni pogonski sklop s spremljanjem delovanja motorja	76
MOTOSense platforma za prilagodljivo krmiljenje robotske obdelave z lasersko triangulacijo	78
Modularna programska platforma za optično kontrolo izdelkov	80
Programska platforma za vodnje robotskih manipulatorjev brez namenskega programiranja	82

FOTONIKA

Subnanosekundni MOPA laserski sistem	86
Aleksandritni laser z ILOOP skenirnim sistemom	88
Prototip laserskega transfernega tiska	90
Prototip kvazi CW (QCW) laserja za laserski transferni tisk pri visokih hitrostih	92
Pametni YAG sistem	94

PARTNERJI

Partnerji programa	96
--------------------	----



UVODNA BESEDA

Pred vami se nahaja brošura, ki predstavlja končne rezultate do sedaj največjega programa na področju Tovarn prihodnosti v Sloveniji. Program »Gradniki, orodja in sistemi za tovarne prihodnosti - GOSTOP« je bil financiran s strani Evropske unije, Evropskega sklada za regionalni razvoj, Republike Slovenije, Ministrstva za izobraževanje, znanost in šport (MIZŠ) in slovenske industrije. Je odličen primer dobre prakse povezovanja raziskovalno-razvojnih organizacij in industrije na tehnološki stopnji zrelosti TRL 3-6.

Kot enega ključnih dosežkov programa GOSTOP je potrebno posebej izpostaviti vzporedni nastanek številnih novih raziskovalnih skupin, predvsem v industrijskem okolju. Omenjene skupine so z dodatnimi finančnimi vložki v povezavi z raziskovalnimi partnerji uspešno pridobivale nove domače in mednarodne projekte. Na ta način so se ustvarjali dodatni viri, ki so še dodatno pospešili vlaganja v raziskovalno-razvojne projekte in omogočili dodaten prenos znanj in dosežkov programa na področje raziskovalne in industrijske komercializacije. S programom smo v Sloveniji vzpostavili in podprli inovativno okolje med prepoznavnimi akterji ter s tem ustvarili prepletanje ključnih omogočitvenih tehnologij (horizontalnih mrež z znanji), z vertikalnimi vrednostnimi verigami (s pripadajočimi trgi) na področju tovarn prihodnosti,

kar je povzeto tudi v citatu mednarodnega presojevalca na desni strani. Omeniti moramo tudi, da so bila področja povezav s horizontalnimi mrežami nanotehnologije, plazemeske tehnologije in sodobnih proizvodnih tehnologij za materiale zaradi omejenih sredstev v dosedanjih razpisih s strani države v okviru S4 (TRL 3-6) zaenkrat zapostavljena in s tem prikrajšana. Zato pričakujemo, da se bo v naslednji perspektivi tudi ta področja ustrezno vključilo.

Za vrhunske izdelke ali storitve potrebujemo vrhunske raziskovalne kompetence, zmogljivosti in znatna vlaganja, ki jih je (primer izkušnje programa GOSTOP), nujno potrebno podpreti s strani države s poudarkom na kontinuiteti, kar zelo pogrešamo. Seveda so za uspeh takih programov potrebne odlične osnove v temeljnih raziskavah (TRL 1-3) s pripadajočo sodobno raziskovalno opremo. Kot logično nadaljevanje programov bi morale časovno usklajeno slediti aktivnosti v obliki projektov komercializacije (TRL 6-9). Zato program budno spremlja in podpira Strateško razvojno-inovacijsko partnerstvo SRIP Tovarne prihodnosti (ToP). Izkušnje in rezultati programa GOSTOP bodo nedvomno pozitivno prispevali k nadaljnjemu izvajanju aktivnosti znotraj SRIP ToP v smeri nadaljevanja programa S4, kot tudi za nadaljnje preoblikovanje ter prodor slovenske industrije z novimi izdelki, storitvami in tehnologijami na področje tovarn prihodnosti.

Z brošuro želimo rezultate predstaviti široki strokovni javnosti in s tem vzpodbuditi nadaljnje komercialne in raziskovalne povezave z vsemi akterji tako na domačem kot tudi na mednarodnem nivoju. S tem želimo zgodbo programa GOSTOP nadgraditi povsod tam kjer se izkazujejo priložnosti in potrebe po nadaljevanju ali vzpostavljanju novih povezav, aktivnosti in prepletanj tudi v prihodnje.

doc. dr. Igor Kovač
koordinater Programa
GOSTOP, Institut »Jožef
Stefan«



Povzetek mednarodnega presojevalca

“ Čestitke koordinatorju in celotnemu osebju GOSTOP-a za dosežke in odlično predstavljeno izvedbo programa! Končno priporočilo je lahko le: nadaljevati na ta način in poskušati še izboljšati komunikacijo z javnostmi, da bodo davkoplačevalci dobili informacijo o dobri porabi javnega denarja v korist družbe. Da bi razdelano tehnologijo razširili tudi na srednja in mala podjetja, je treba z vladno podporo ustanoviti pilotno linijo na ključ in podjetje, ki bo tržilo slovensko znanje, pridobljeno s Programom GOSTOP. ”

Vir: www.gov.si/assets/ministrstva/MIZS/Dokumenti/ZNANOST/Strukturci/GOSTOP-Report.pdf

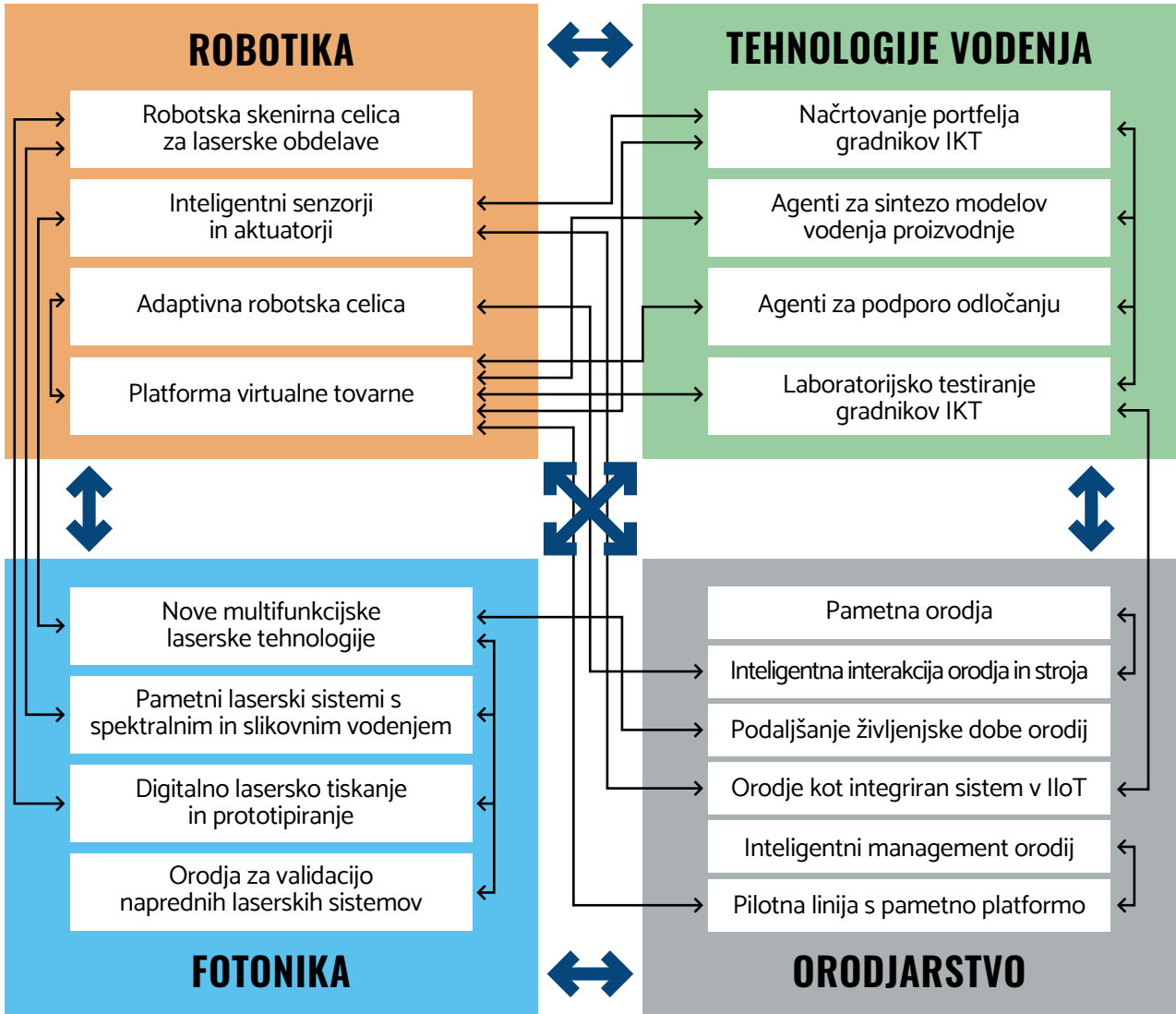
Program GOSTOP

V tri in pol letnem programu, s pričetkom novembra 2016, je sodelovalo 19 partnerjev iz trinajstih slovenskih podjetij in šestih raziskovalnih organizacij, navedenih v tabeli spodaj. Partnerji so sodelovali v množici medsebojno prepletenih projektov. Celotna vrednost programa je znašala skoraj 9,4 miliona EUR. Program je koordiniral Institut »Jožef Stefan«.

Upoštevajoč slovensko strategijo pametne specializacije - S4 in strategijo razvoja koncepta pametnih

tovarn, smo izvajali aktivnosti po stebrih na področjih tehnologije vodenja, orodjarstva, robotike in fotonike, kot je prikazano na sliki desno, ki ilustrira strukturo programa z vsebinskimi aktivnostmi. To so področja, na katerih je Slovenija s programom GOSTOP povečala in nadgradila obstoječa znanja, kapacitete, kompetence in inovacijski potencial, in s tem okrepila svojo prepoznavnost in pozicioniranje na globalnih trgih.

VRSTA PARTNERJA	NAZIV ORGANIZACIJE PARTNERJA
RAZISKOVALNO RAZVOJNE ORGANIZACIJE	Institut "Jožef Stefan" (koordinator)
	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko
	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
	Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko
	Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
	TECOS - Razvojni center orodjarstva Slovenije
PODIJETJA	Kolektor Group
	INEA
	METRONIK
	HIDRIA ROTOMATIKA
	YASKAWA Slovenija
	PODKRIŽNIK
	NELA razvojni center
	COSYLAB
	L-TEK
	ŠPICA INTERNATIONAL
	OPTOTEK
	LPKF
	FOTONA



REZULTATI

Končni rezultati programa so v brošuri predstavljeni po posameznih stebrih. Skupno je predstavljenih 38 tehnoloških dosežkov, ki v celoti odsevajo okvir zastavljenih ciljev iz predhodno pripravljene vloge. Rezultati so izvedeni v skladu s programom glede na zahtevane tehnološke stopnje. Predstavljena je uspešnost prenosa novih znanj iz raziskovalnega okolja v industrijsko prakso ter ponazorjen učinek, ki ga pričakujemo od nadaljnje faze komercializacije. Pri nekaterih aktivnostih je bila zahtevana demonstracijska oziroma prototipna faza celo presežena, saj so podjetja samostojno glede na potrebe trga pospešila fazo komercializacije.

Rezultate programa smo v predloženi brošuri namenoma predstavili na tržni način s komercialnim

naslovom. Po kratkem splošnem opisu so pri vsakem rezultatu opisani namen, funkcija, inovativnost, učinek in področje uporabe. Rezultati programa so plod dela večih sodelujočih partnerjev, ki so tudi naštet. Pri vsakem rezultatu so navedeni kontaktni podatki, kjer lahko pridobite podrobnejše informacije.

Predstavljeni tehnološki dosežki so sicer osrednji, ne pa tudi edini rezultat programa GOSTOP. Da so ti rezultati nastali in da bodo v prihodnosti zaživel kot produkti oziroma storitve na trgu, je bila potrebna še vrsta spremljajočih aktivnosti, ki so rezultirale v dodatnih dosežkih. Nekatere najbolj zanimive prikazuje slika na desni strani.



17
patentov



40
inovacij



48
izvedenih tržnih in
promocijskih akcij



225
objav v revijah in
na konferencah
ter mentorstev



96
organizacij konferenc,
delavnic, panelov



62
prijav novih domačih in
mednarodnih projektov

TEHNOLOGIJE VODENJA





PLATFORMA VEČAGENTNEGA ODLOČANJA NA PODLAGI IIoT SENZORJEV

Večagentni sistem s porazdeljenim krmiljenjem na osnovi pametnih senzorskih in aktuatorskih elementov zagotavlja večjo robustnost in odpornost na motnje industrijskih IIoT sistemov. Porazdeljeno krmiljenje je demonstrirano na primeru industrijskega sistema za stisnjen zrak, krmiljenega s pametnimi IIoT senzorji in ventili.

Namen

Vzdrževanje ustreznega tlaka v industrijskih sistemih za stisnjen zrak, kjer je v omrežje povezanih več porabnikov in dobaviteljev stisnjenega zraka, je običajno realizirano s preprostim histereznim krmiljenjem posameznih elementov. Razviti večagentni sistem pa bo omogočil bolj natančno porazdeljeno krmiljenje in s tem optimizacijo delovanja celotnega sistema.

Funkcija

Razviti krmilni sistem omogoča, da se krmilne funkcije aktuatorskih elementov prilagajajo glede na topologijo omrežja stisnjenega zraka kar povečuje odzivnost na morebitne motnje v delovanju sistema.

Inovativnost

Razviti večagentni sistem za krmiljenje je enostaven za implementacijo, odziven na spremembe konfiguracije in motnje, hkrati pa omogoča bolj optimalno delovanje celotnega sistema od histereznega krmiljenja. Za adaptivnost sistema so uporabljene metode spodbujevalnega učenja, ki omogočajo, da optimizacija krmiljenja sistema poteka vzporedno z delovanjem sistema v realnosti ali v simulaciji, brez potrebe po ročnih spremembah nastavitev krmilnih funkcij.

Učinki

Razviti programski gradniki za krmiljenje aktuatorskih elementov v sistemu za stisnjen zrak v primerjavi s

klasičnimi pristopi izboljšujejo robustnost krmiljenja v primeru motenj v sistemu in krmiljenje hitreje prilagodi na spremembe v konfiguraciji sistema ali okoliščinah delovanja.

Področja uporabe

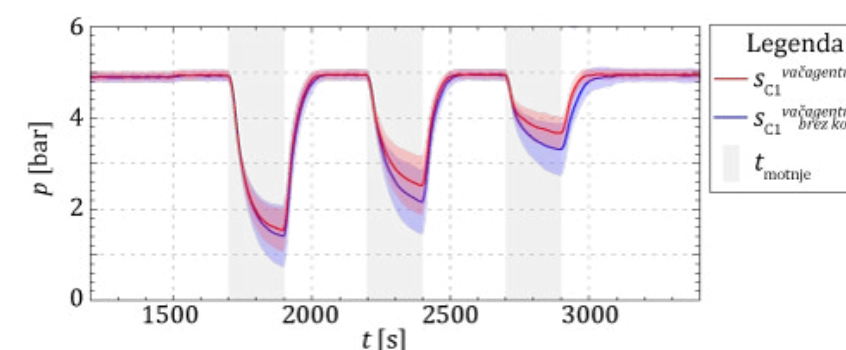
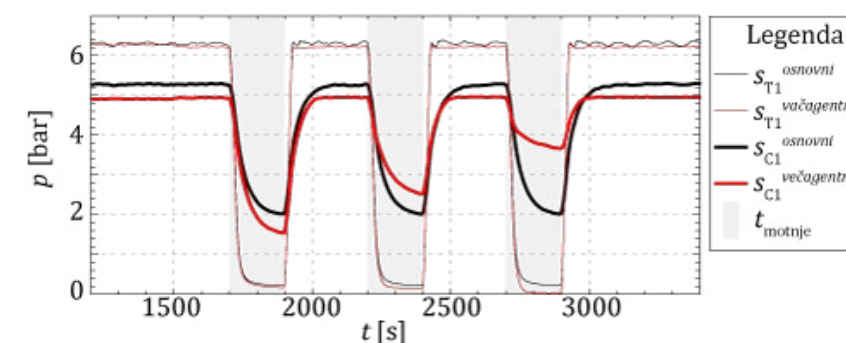
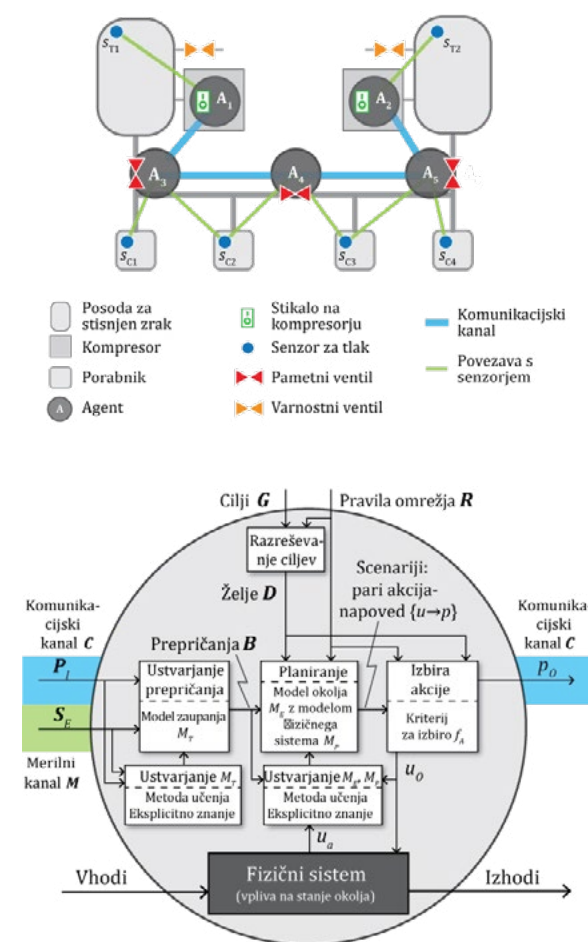
Krmiljenje industrijskih sistemov, podprtih z IIoT, krmiljenje industrijskih sistemov za stisnjen zrak.

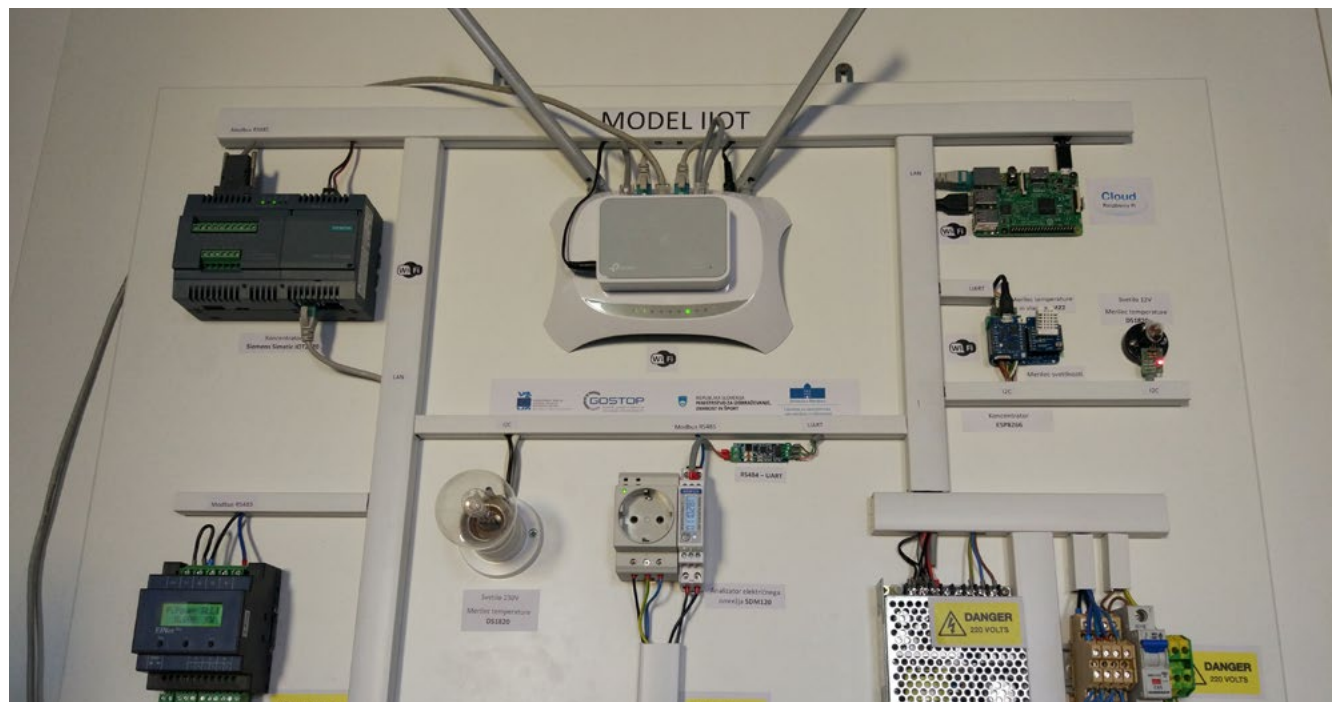
Sodelujoči partnerji

- L-Tek d.o.o. (www.l-tek.com)
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, LAKOS (fs.uni-lj.si)

Več informacij

- Matej Slapšak (matej.slapsak@l-tek.com)
- Rok Vrabič (rok.vrabic@fs.uni-lj.si)





KOMUNIKACIJSKI AGENT ZA PRENOS PODATKOV V PROSTORSKO PORAZDELJENIH SISTEMIH

Komunikacijski agent omogoča zajem podatkov iz oddaljenih podatkovnih virov, pošiljanje podatkov v »Big Data« center ter prikaz podatkov v spletnih aplikacijah in aplikacijah na mobilnih napravah.

Namen

Naloga komunikacijskega agenta je zbirati procesne podatke iz energetskih in komunalnih objektov, proizvodnih obratov in drugih procesov.

V okviru projekta smo zasnovali laboratorijski demonstracijski model za testiranje telemetrijskih naprav in sistemov IIoT, ki omogoča oddaljeni dostop do laboratorijskih procesov, izvajanje vaj in eksperimentov, izvedbo demonstracijskih projektov in preizkušanje novih tehnologij.

Razvili smo tri telemetrijske naprave za zajem podatkov na osnovi platform:

- Raspberry Pi
- SIEMENS SIMATIC IOT2040
- GEMALTO EHS6T

Za vse platforme smo razvili in testirali sistemsko in aplikativno programsko opremo.

Funkcija

Razviti komunikacijski agenti omogočajo:

- prenos podatkov v podatkovni center (procesni historian), ki mora biti primeren za uporabo v »Big Data« sistemih ali v okviru storitev v oblaku
- avtomatični zajem podatkov iz merilnih naprav (energetskega sistema), ki so povezane na MBUS (ali Modbus) vodilo
- pošiljanje podatkov v podatkovni center po različnih komunikacijskih tehnologijah ob minimalni porabi pasovne širine prenosa podatkov
- v primeru nedosegljivosti podatkovnega centra

- mora komunikacijski agent merjene podatke arhivirati lokalno. Po ponovni vzpostavitvi povezave se arhivirani podatki samodejno prenesejo v podatkovni center (z originalno časovno značko), iz lokalnega arhiva pa se zbrisejo
- varen in zanesljiv prenos podatkov

Inovativnost

Na novo razviti sistem telemetrije s komunikacijskimi agenti je odprt, prilagodljiv in cenovno dostopen. Omogoča implementacijo različnih komunikacijskih protokolov.

Učinki

V okviru projekta smo razvile module (GEMALTO) uporabili na realnem energetskega objektu za odčitavanje procesnih podatkov in pošiljanje le-teh v podatkovni center v (lokalnem) oblaku podjetja Metronik. Razviti sistem omogoča tudi prikaz podatkov v spletnih aplikacijah (npr. v okviru energetskega managementa).

Razviti moduli so že v uporabi in v prodajni ponudbi podjetja Metronik d.o.o.

Področja uporabe

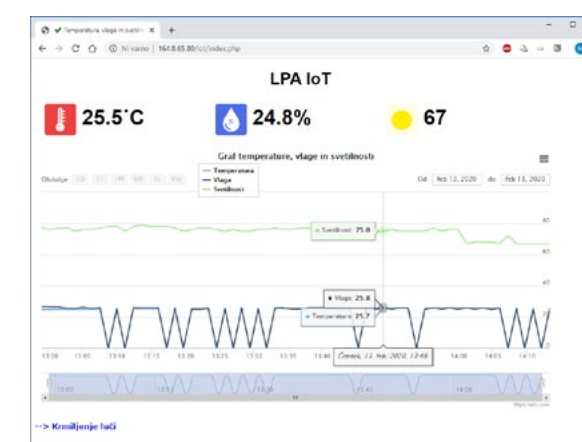
Zbrane podatke iz razvitih modulov lahko uporabimo v okviru naprednih analitičnih orodij za alarmiranje, obveščanje in optimiranje na komunalnih objektih, v energetiki, v poslovnih in stanovanjskih objektih ter ostali infrastrukturi.

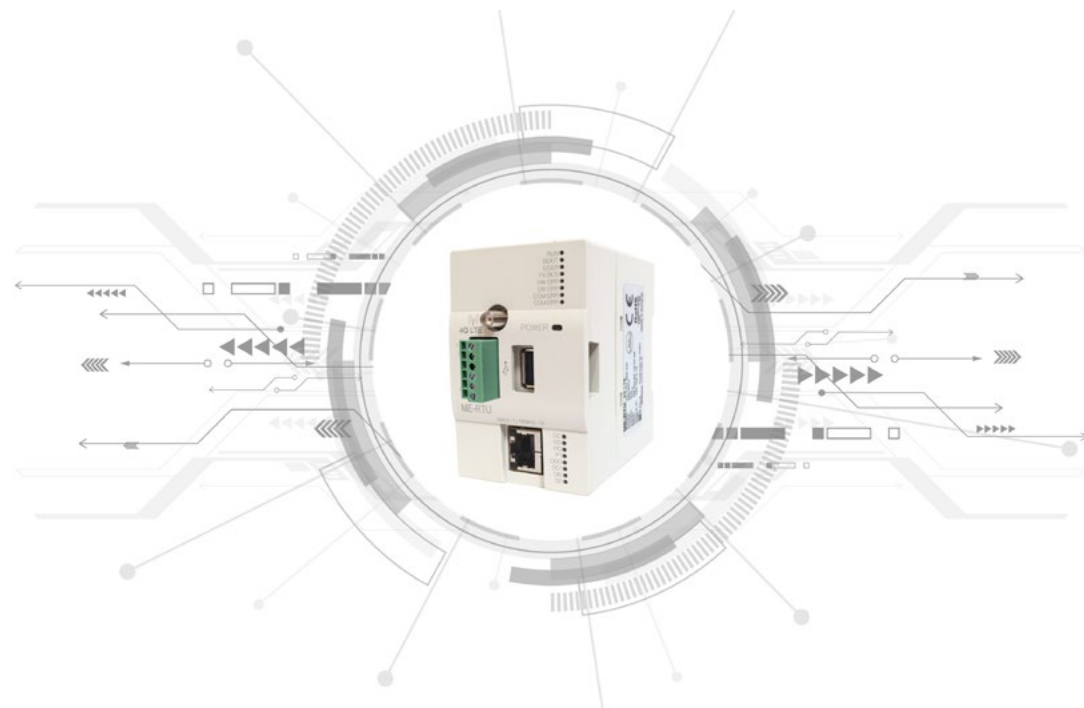
Sodelujoči partnerji

- Metronik d.o.o. (www.metronik.si)
- Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko, Laboratorij za procesno avtomatizacijo (au.feri.um.si/lpa)

Več informacij

- Aljaž Stare (aljaz.stare@metronik.si)





ME-RTU

Daljinska telemetrična naprava s podporo LTE omrežja.

Namen

Pri nadzoru in vodenju oddaljenih sistemov s slabo komunikacijsko infrastrukturo je potrebno vpeljati nove komunikacijske poti. Mobilno omrežje ponuja, tudi v neposeljenih območjih, razmeroma dobro pokritost s signalom. Pri povezovanju naprav različnih proizvajalcev je umestno uporabljati standardizirane komunikacijske protokole. Za zavarovanje komunikacijske poti pred vdori napadalcev, pa je nujna uporaba ustrezne kriptografske tehnologije.

Funkcija

Enota ima vgrajen 4G modem, ki zagotavlja komunikacijsko povezavo med nadzornim centrom in oddaljenim sistemom. Uporabnik lahko priključi tudi radijski modem preko USB vhoda, uporabljeni protokoli pa omogočajo povezljivost med napravami in

sistemi različnih proizvajalcev. Enota ME-RTU je del sistema smartRTU, ki vključuje tudi krmilnik in druge komunikacijske naprave.

Inovativnost

Enota združuje različne funkcije naprav, kot so RTU enote in mobilni modemi v eni napravi in je hkrati povezana z industrijskimi krmilniki. Pri pošiljanju informacij se uporablja tehnologija, ki zagotavlja zaščito bistvenih podatkov pred morebitnimi napadi. Majhna poraba pa omogoča napajanje s fotovoltaičnimi celicami ali z vetrno turbino.

Učinki

10 % manjša poraba energije zaradi učinkovitejšega nadzora, 15 % manj zastojev na oddaljenih napravah

in 20 % zmanjšanje stroškov upravljanja zaradi oddaljenega nadzora.

Področja uporabe

Nadzor in upravljanje oddaljenih sistemov: vodovodi, plinovodi in naftovodi, transformatorske postaje, preklopne postaje, cestni predori in čistilne naprave.

Sodelujoči partnerji

- INEA d.o.o. (www.inea.si)
- Institut »Jožef Stefan« (www.ijs.si)
- Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko (feri.um.si)

Več informacij

- INEA d.o.o. (info@inea.si)



FUNKCIJA	SPECIFIKACIJA	DODATNE INFORMACIJE
KOMUNIKACIJSKI KANALI	Mobilna omrežja: LTE, UMTS/HSPA+ in GSM/GPRS/EDGE	• Preko vgrajenega oddajnika in sprejemnika • SMA konektor za anteno • SIM kartica s podatkovnim prenosom/ APN od lokalnega operaterja, ki jo zagotovi uporabnik
	Ethernet (10/100 Mbps)	RJ45 konektor, npr. skupen WAN (IEEE 802.3), xDSL (ITU G.992.x) ali PLC (Power Line Communication) WAN (IEEE 1901)
	Serijska povezava	Preko USB in serijskega konverterja na zunanji radio, PSTN ali satelitski modem
KOMUNIKACIJSKI PROTOKOLI (NADZORNI CENTER)	DNP3 (IEEE 1815) IEC 60870-5-101 IEC 60870-5-104	Level 2 Slave Slave Slave
KOMUNIKACIJSKI PROTOKOLI (PROCESNA STRAN)	IEC 60870-5-104 IEC 61850	Prehod večkratni master, posamezni slave Prehod večkratni klient, posamezni slave IEC 6087-5-104
SINHRONIZACIJA S ČASOM	SNTP (ali DNP3 / IEC 60870-5 protokol)	Možnost izbire SNTP server (GPS, GLONASS, Radio clock sourced) ali preko DNP3 ali IEC 60870 protokolov
SHRANJEVANJE IN POSREDOVANJE PODATKOV	Da	• Ko je motena komunikacija s SCADO, RTU sprejema in hrani podatke lokalno, in jih pošlje, ko se povezava ponovno vzpostavi • Uporabniško nastavljen pomnilnik



DIAGNOSTIČNI SISTEMI ZA KONČNO KONTROLO ELEKTROMOTORJEV

Razviti sistemi zagotavljajo popolno končno kontrolo kvalitete elektromotorjev za sesalnike in pralne stroje.

Namen

Ob vse večji globalni konkurenci in zahtevah po doseganju stoddotne kvalitete, diagnostični sistemi za končno kontrolo kakovosti izdelkov postajajo nujnost v vsakem proizvodnem procesu.

V zadnjih letih podjetja nadgrajujejo proizvodne linije z možnostmi fleksibilne proizvodnje različnih elektromotorjev in hitre menjave med njimi. Sistem končne kontrole mora slediti temu trendu in omogočati tovrstno prilagodljivost, tako v smislu same izvedbe testa, kot tudi klasificiranja rezultatov in ovrednotenja s specifičnimi mejnimi vrednostmi.

Funkcija

Diagnostika različnih elektromotorjev, preprosta

menjava tipa izdelka, programiranje testnih in delovnih parametrov.

Glavna funkcija razvitih sistemov končne kontrole je izvajanje 100 % kontrole kvalitete za več različnih tipov elektromotorjev. Sistem mora z visoko zanesljivostjo zaznati in prepoznati potencialne napake proizvedenega izdelka in morebitna odstopanja od nazivnih karakteristik, ki izvirajo bodisi iz njegovih elektronskih, električnih ali mehanskih sestavnih delov. Pri tem pa mora omogočati preprosto menjavo tipa izdelka.

Inovativnost

Inovativnost se pri razvoju tovrstnih prilagodljivih diagnostičnih sistemih izkazuje na več področjih. Najprej pri polavtomatskem oziroma avtomatskem prijema-

nju izdelkov. Nadalje pa pri proceduri doseganja delovnih pogojev in nazadnje pri vrednotenju merjenih rezultatov, oboje na podlagi parametrov pridobljenih iz podatkovne baze oziroma MES sistema. Ob tem so izbrane rešitve, ki zmanjšujejo čas trajanja postopka in povečujejo ponovljivost rezultatov.

Učinki

Z razvojem takih multi-izdelčnih diagnostičnih sistemov omogočamo zagotavljanje 100 % kontrole kvalitete izdelkov ob povečani učinkovitosti, ki jo narekuje visoka konkurenca na globalnih trgih.

Področja uporabe

Trenutno področje uporabe je proizvodnja električnih motorjev za sesalnike in belo tehniko.

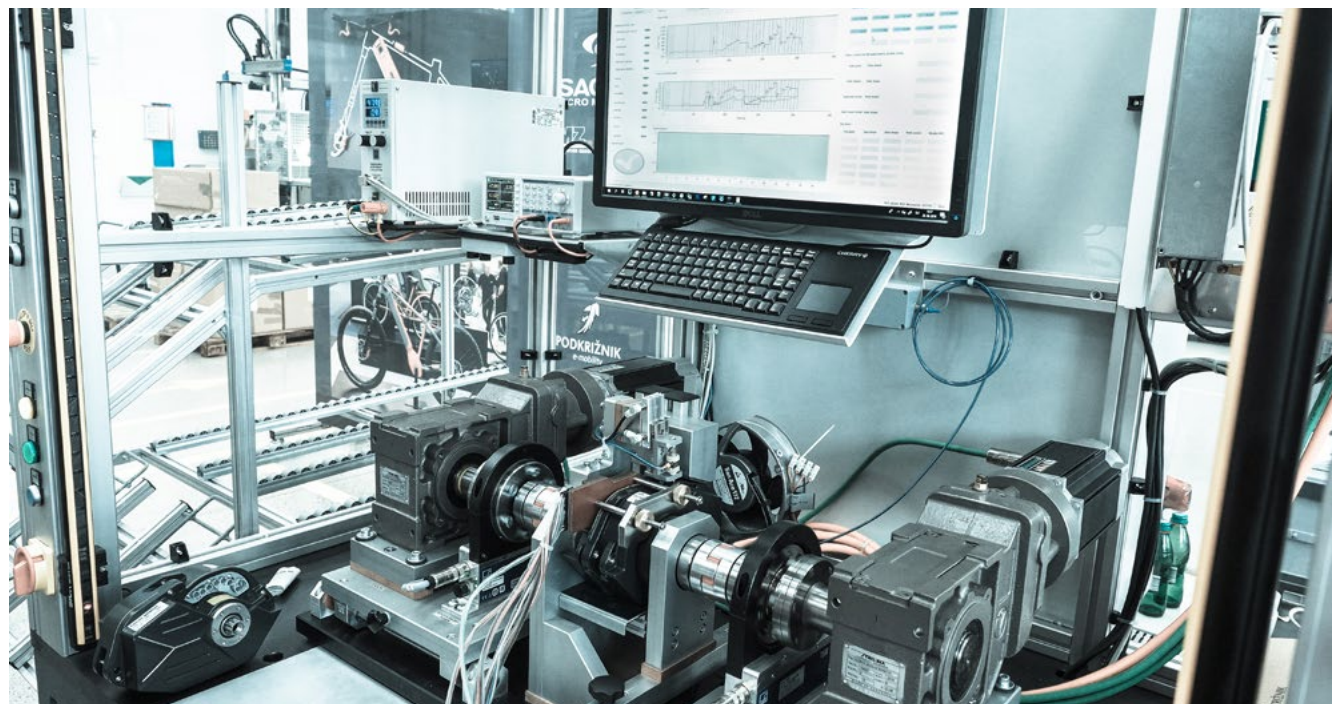
Sodelujoči partnerji

- Institut "Jožef Stefan" - Odsek za sisteme in vodenje (dsc.ijs.si)
- Nela d.o.o. (www.nela.si)

Več informacij

- dr. Gregor Dolanc (gregor.dolanc@ijs.si)





DIAGNOSTIČNI SISTEM ZA KONČNO KONTROLO POGONKEGA SKLOPA ZA ELEKTRIČNO KOLO

Razviti sistem omogoča popolno končno kontrolo kakovosti pogonov za e-kolesa.

Namen

V zadnjih letih se slovenska podjetja usmerjajo v proizvodnjo kompleksnejših izdelkov z višjo dodano vrednostjo. Le-ti predstavljajo tehnološki izziv tudi s stališča zagotavljanja kakovosti končnega izdelka in proizvodnje brez izmeta. Ob končni kontroli pogonskega sklopa za e-kolo je potrebno zagotoviti brezhibno delovanje, tako za posamezne sklope (motor, reduktor, senzorje in elektroniko), kot tudi za izdelek kot celoto. Njegovo delovanje je zato potrebno preizkusiti v celotnem razponu načrtovanih obremenitev, kar zahteva izvedbo ponovljenih sklopov meritev v številnih delovnih točkah.

Funkcija

Glavna funkcija sistema končne kontrole pogonskega

sklopa za e-kolo je zaznati in prepoznati potencialne napake proizvedenega izdelka in morebitna odstopanja od nazivnih karakteristik, ki izvirajo bodisi iz njegovih elektronskih, električnih ali mehanskih sestavnih delov. Pri tem pa sta izjemnega pomena zanesljivost in ponovljivost izvedenih meritev. Pogoja za to sta zagotavljanje konstantnih delovnih pogojev in s tem povezano izločanje zunanjih vplivov (kot so npr. vibracije, električne motnje). Zadostimo jima z mehansko konstrukcijo, vgrajeno električno in elektronsko opremo ter ustrezno izvedeno diagnostično aplikacijo.

Inovativnost

Inovativnost se pri razvoju industrijskih diagnostičnih sistemov izkazuje na več področjih. Najprej pri samem zajemu meritev z evidentiranjem trenutnih delovnih pogojev ter zapisom meritev v podatkovno bazo.

Nadalje pri identifikaciji in uglaševanju značilk za detekcijo in lokalizacijo konkretnih proizvodnih napak iz vibracijskih, električnih ali drugih signalov. Dodatno se inovativnost izkazuje tudi pri konstrukcijskih rešitvah, ki povečujejo izločanje motenj iz okolice in omogočajo ergonomsko rokovanje.

Učinki

Z razvojem zadnjih generacij diagnostičnih sistemov omogočimo zagotavljanje 100 % kontrole kakovosti izdelkov tudi pri kompleksnejših elektromehanskih sklopih. Z manjšimi modifikacijami je mogoče področje uporabe razširiti na širok spekter tovrstnih produktov.

Področja uporabe

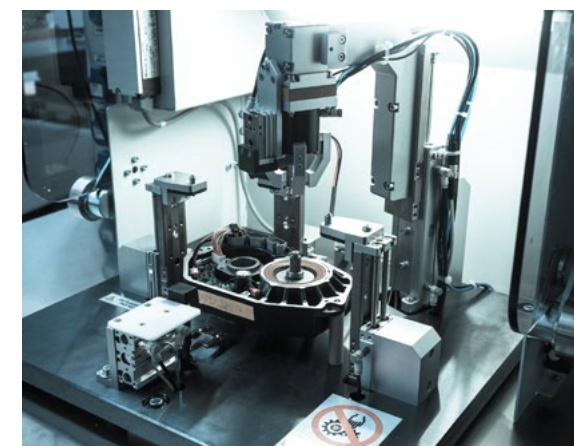
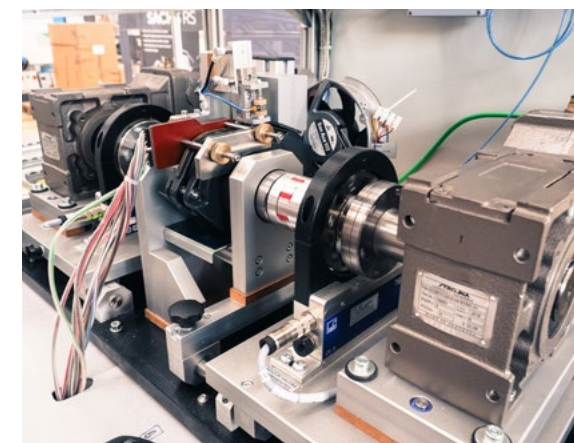
Trenutno področje uporabe je proizvodnja električnih motorjev za sesalnike in klimate, ter električnih pogonov za e-kolesa tipa Pedelec.

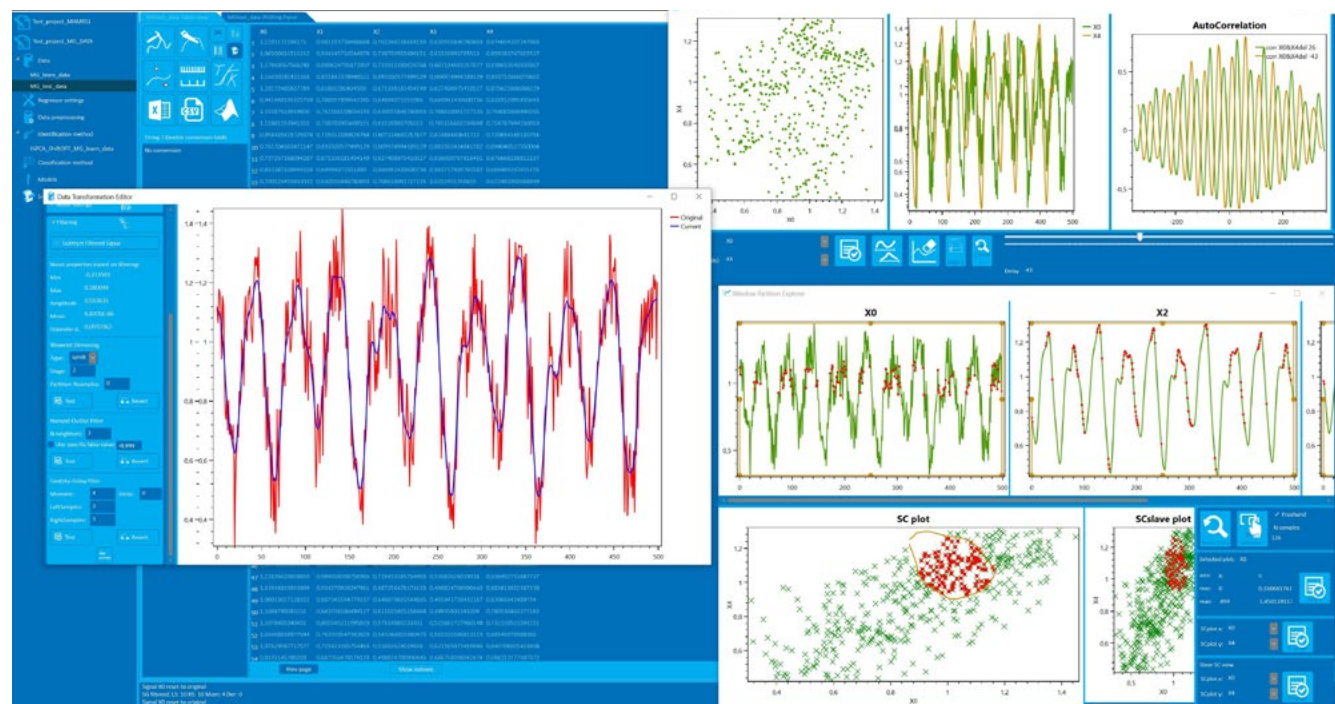
Sodelujoči partnerji

- Institut "Jožef Stefan" - Odsek za sisteme in vodenje (dsc.ijs.si)
- Nela d.o.o. (www.nela.si)
- Podkrižnik d.o.o. (www.podkriznik.si)

Več informacij

- dr. Gregor Dolanc (gregor.dolanc@ijs.si)





SMARTS – PLATFORMA ZA NAČRTOVANJE PAMETNIH SENZORJEV

Za učinkovito vodenje procesov potrebujemo vrsto podatkov, od katerih so nekateri direktno merljivi, drugi pa ne in jih ocenjujemo s soft ali pametnimi senzorji. Razvita platforma omogoča pridobivanje dodatnih informacij o trenutnem stanju procesa na osnovi merljivih podatkov in ustreznega modela – digitalnega dvojčka procesa.

Namen

Sodobni industrijski sistemi so tipično zelo kompleksni in zgrajeni iz različnih dinamičnih procesov. Pogosto obratujejo v različnih obratovalnih pogojih in pod spremenljivimi zunanji vplivi. Pri tem inteligentne in napredne metode spremljanja procesov, ki temeljijo na toku podatkov, igrajo pomembno vlogo pri zaznavanju in diagnostiki napak. Namen projekta je bil razvoj platforme za načrtovanje pametnih senzorjev za odkrivanje nepravilnosti v delovanju procesov, kjer smo kot vzorčni proces izbrali sistem HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning). Iz realnega sistema HVAC smo pridobili veliko količino podatkov za modeliranje in simulacijo in z razvito platformo izdelali digitalni dvojček procesa HVAC.

Funkcija

Z uporabo razvitega digitalnega dvojčka vzorčnega procesa HVAC in realnih podatkov o delovanju procesa je možno učinkovito zaznavanje različnih napak in odstopanj v delovanju sistema. Uporaba digitalnega dvojčka omogoča tudi analizo energetske učinkovitosti sistemov HVAC in identifikacijo vzrokov za nepravilno delovanje posameznih komponent sistema HVAC.

Inovativnost

Razvoj digitalnega dvojčka izbranega procesa in implementacija samorazvijajoče se inteligentne metode na osnovi realnih podatkov omogočajo zaznava-

nje in diagnostiko napak v procesu. Razvita metoda sproti prilagaja parametre razvitih lokalnih modelov digitalnega dvojčka na osnovi toka realnih podatkov iz procesa.

Učinki

Hitro in pravočasno zaznavanje različnih napak na procesih prispeva k učinkovitejšemu delovanju celotnega sistema. Na ta način zmanjšamo stroške obratovanja ter omogočimo prediktivno vzdrževanje opreme.

Področja uporabe

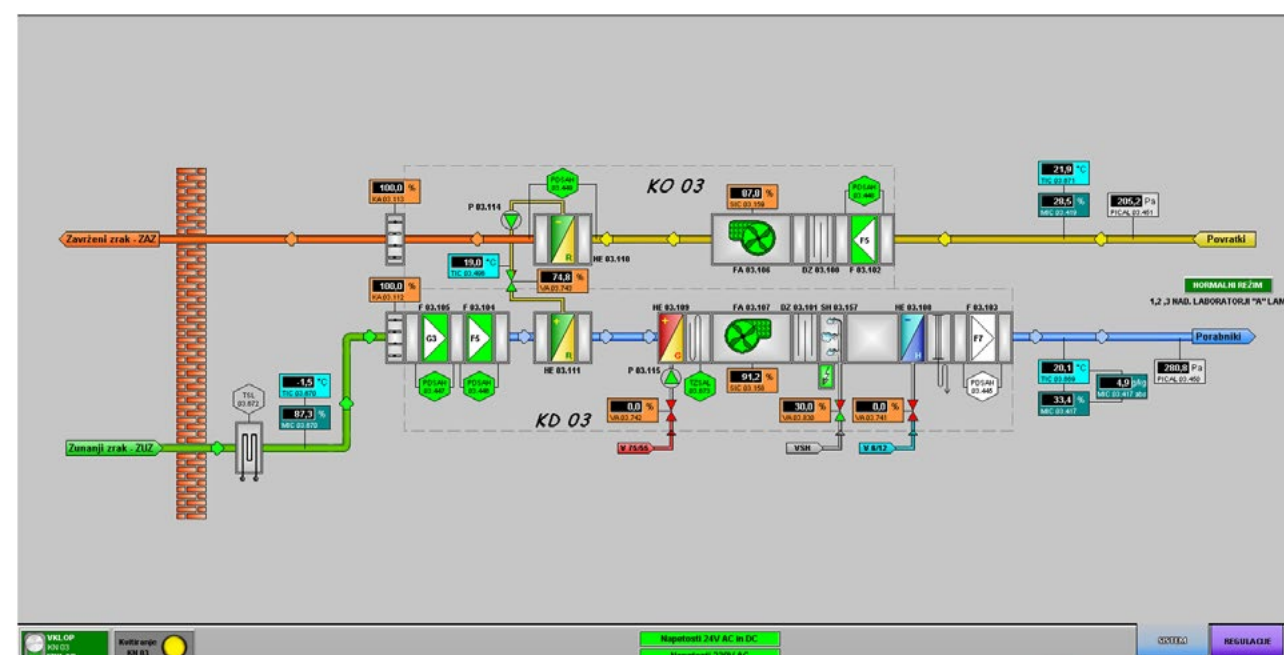
Klimatizacija, procesna industrija. Razvita platforma se preizkuša v realnem okolju v okviru portala upravljanja z energijo, ki se vzpostavlja na strežniku v podjetju METRONIK, možna je uporaba tudi v različnih procesnih industrijah.

Sodelujoči partnerji

- Metronik d.o.o. (www.metronik.si)
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za avtomatiko in kibernetiko (msc.fe.uni-lj.si/Avtomatika.asp)

Več informacij

- Aljaž Stare (aljaz.stare@metronik.si)





ORODJE ZA ANALIZO VPLIVOV PROIZVODNIH PARAMETROV NA KONČNO KAKOVOST IZDELKOV

Procesne variacije imajo pogosto nepričakovane vplive na končno kakovost izdelkov. Orodje omogoča identifikacijo tistih proizvodnih parametrov, ki najpomembneje vplivajo na končno kakovost izdelkov, kar omogoča boljše razumevanje procesa in dolgoročno zmanjševanje izmeta.

Namen

Variabilnost surovin in izvajanja proizvodnih operacij lahko povzročijo nepričakovana odstopanja kakovosti končnih izdelkov. Zaradi kompleksnosti in velikega nabora možnih vzrokov ni vedno mogoče vnaprej racionalno predvideti in ovrednotiti vseh vplivov na končno kakovost izdelka. Digitalizacija proizvodnih procesov danes odpira možnost zagotavljanja celovite sledljivosti proizvodnje, od vhodnih surovin, proizvodnih virov in izvedenih operacij do končne kontrole izdelkov. Sistematična analiza takšnih digitalnih sledi izdelkov lahko pomaga odkriti in razumeti vplive in vzroke za deviacijo končne kakovosti izdelkov. Vse to pa lahko dolgoročno vodi do boljšega upravljanja kakovosti izdelkov in približevanja konceptu proizvodnje brez napak.

Funkcija

Razvito programsko orodje omogoča izvedbo analize proizvodnih vplivov na kakovost izdelkov, saj na enem mestu združuje osnovne funkcije, ki so potrebne za hitro analizo preteklih proizvodnih podatkov. Orodje preko spletnega vmesnika omogoča sistematičen pregled in izbor analiziranih podatkov, izvedbo analize in interpretacijo vpliva posameznih proizvodnih spremenljivk ter identifikacijo modelov, s katerimi je mogoče preveriti scenarije »kaj-če« in predvideti končno kakovost izdelkov še pred zaključkom vseh proizvodnih operacij.

Inovativnost

Razvito orodje poenostavlja potrebne korake za sistematično analizo proizvodnih podatkov, ki lahko vplivajo na končno kakovost izdelka. Temelji tudi na integraciji analitičnih spletnih storitev, kar omogoča hitro prilagoditev in nove funkcionalne razširitve glede na specifične potrebe končnih uporabnikov.

Učinki

Vpeljava sistematičnega pristopa podatkovne analize vzrokov za deviacijo kakovosti izdelkov vodi v boljše razumevanje in obvladovanje proizvodnega procesa in posledično v izboljšanje kakovosti izdelkov, kot tudi zmanjšanje stopnje izmeta.

Področja uporabe

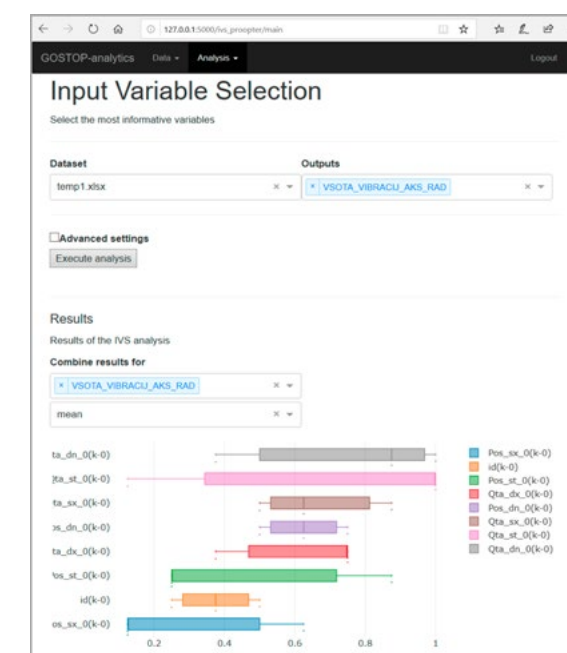
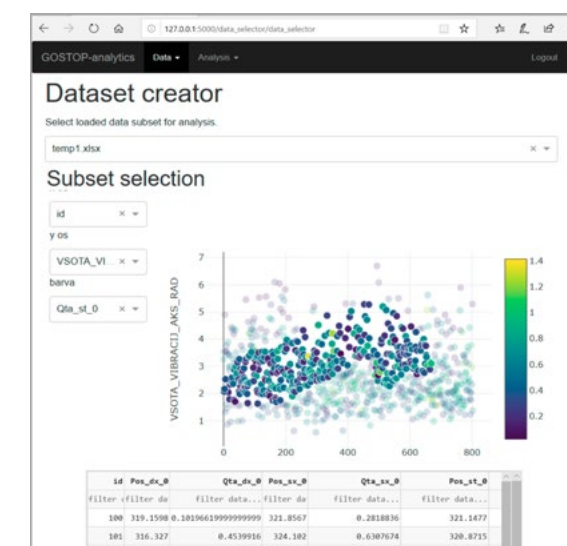
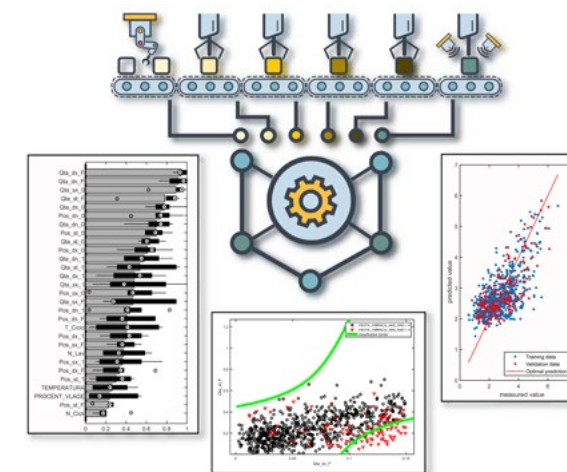
Orodje se lahko uporablja za splošno analizo vplivov na končno kakovost izdelkov, uporabljeno pa je bilo pri analizi vpliva delovanja balansirnega stroja na končno kakovost elektromotorjev na demonstracijski proizvodni liniji ML-14 v Nela d.o.o.

Sodelujoči partnerji

- Nela d.o.o. (www.nela.si)
- Institut "Jožef Stefan" - Odsek za sisteme in vodenje (dsc.ijs.si)

Več informacij

- Andrej Biček (andrej.bicek@domel.com)
- Miha Glavan (miha.glavan@ijs.si)





SUSTAINABLE SYSTEM PLATFORM

Trajnostna sistemska platforma za industrijsko avtomatizacijo in proizvodno informatizacijo.

Namen

Trajnostna sistemska platforma je programska oprema namenjena predvsem tovarnam, kjer kot podporni servis kontinuirano spremlja delovanje nameščenih aplikacij in strojne opreme, ugotavlja neobičajne situacije ter preko sistema alarmov opozarja na potencialne težave še predno lahko prerastejo v kritične situacije kot so npr. nepravilno delovanje aplikacij ali zastoji pri delovanju strojev.

Funkcija

Trajnostna sistemska platforma je zasnovana tako, da se jo lahko umesti v različna okolja, kjer omogoča proaktivno vidljivost potencialnih težav, ki se lahko pojavijo pri delovanju aplikacij v tem okolju. Platforma vsebuje:

- **inteligentno nadzorno orodje** – Nadzor delovanja aplikacij in »zdravja« sistema za pomoč pri

vzdrževanju, ki ga izvaja IT služba, vzdrževalci ali služba za avtomatizacijo. Rešitev omogoča hitrejšo odzivanje na spremenjene pogoje za opozarjanje in dejavnike okolja ter izvajanje učinkovitejših korektivnih ukrepov

- **integriran dokumentacijski sistem** – Centraliziran dokumentacijski sistem omogoča izdelavo dokumentacije, ki vključuje najnovejšo podrobnosti o vključenih integriranih sistemih v vašem produkcijskem okolju na različnih ravneh

Trajnostna sistemska platforma spremlja več delov proizvodnega informacijskega sistema in njihove glavne lastnosti:

- industrijsko sistemsko platformo: izvajanje, redundanca/samodejni preklopi
- IO povezljivost: stanje povezav, stanja IO strežnikov
- zbiranje podatkov: stanje strežnikov za zbiranje podatkov, zdravo stanje podatkovnih baz

- MES: stanje servisov, učinkovitost delovanja podatkovnih baz, dogodki napak in/ali opozoril
- strežnike SQL: interna učinkovitost strežnikov, zdravo stanje, upravljanje plana za vzdrževanje
- sistem za poročila: odkrivanje počasnih poizvedb in druge napake
- strojno opremo/operacijski sistem: CPU, pomnilnik, dnevniki dogodkov, števec zmogljivosti

Platforma spremlja tudi vse spremembe sistema, kot so konfiguriranje in spremljanje sprememb različnih podsistemov, vključenih v produkcijsko okolje.

Inovativnost

- Povečanje razpoložljivosti sistema ter povečanje dohodka in prihodka v podjetju z:
 - zgodnjim odkrivanjem vzrokov za težave
 - hitrimi odzivnimi časi pri reševanju težav na podlagi natančno določene napake
- Povečanje učinkovitosti človeških IT virov z:
 - avtomatiziranim sistemskim upravljanjem
 - zmanjšanjem obsega visoko prioritetenih zahtev
 - poenostavitvijo diagnostičnega procesa z natančnim podajanjem opozoril v kontekstu
- Samodejno odkrivanje in odpravljanje napak s:
 - fleksibilnim konfiguriranjem pogojev potencialnih napak in možnih korektivnih ukrepov za njihovo odpravljanje
 - možnostjo prilagajanja in integracije z drugimi sistemi, ki vključujejo svoje servise za sledenje zdravega stanja ter primerne ročne ali avtomatske korektivne ukrepe

Učinki

Do 30 % nižji stroški vzdrževanja in dodatnega šolanja. Pravočasno odkrivanje potencialnih težav zmanjša neželene zastoji in kritične napake.

Področja uporabe

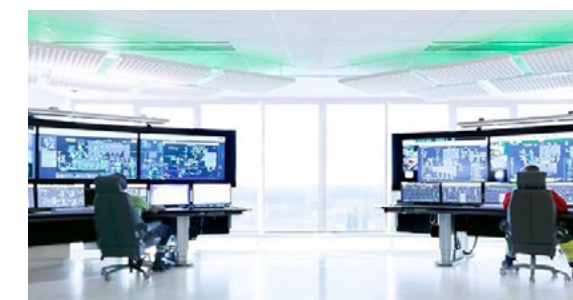
Produkcijska okolja v industrijski avtomatizaciji in proizvodni informatizaciji ter optimizaciji proizvodnih procesov.

Sodelujoči partnerji

- INEA d.o.o (www.inea.si)
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko (www.fe.uni-lj.si)

Več informacij

- INEA d.o.o (info@inea.si)





MES MODUL ZA ANALIZO IN OPTIMIZACIJO PROIZVODNJE

Modul MES omogoča IIoT platformi dodatno funkcionalnost za upravljanje proizvodnje s točnimi informacijami v realnem času, pomembnimi za sprejemanje pravih odločitev.

Namen

Industrijski internet stvari (IIoT) je pomemben del digitalne transformacije v kontekstu industrije 4.0. Sinapro.IIoT Analytics je zmogljiva enostavna rešitev za proizvodno analitiko, ki vam bo pomagala izboljšati operativno učinkovitost, optimizirati vašo produktivnost, izboljšati natančnost dobave, povečati prihodke in pridobiti konkurenčno prednost pred tekmeci. Sinapro.IIoT Analytics bo vašemu osebju omogočil preprost dostop do dejanskih informacij o operativni uspešnosti, ključnih kazalcih uspešnosti - KPI in še več.

Funkcija

- pregled OEE - prikaz vrednosti OEE, razpoložljivosti, učinkovitosti in kakovosti
- analiza razpoložljivosti - neposreden in enostaven dostop do podatkov o razpoložljivosti za

stroje, linije, ekipe, izmene ...

- analiza zastojev
- analiza izdelkov in delovnih nalogov
- analiza kakovosti
- analiza hitrosti delovanja
- poročilo o strojih in linijah
- podatki o razpoložljivosti in podatki o delovnem nalogu
- analiza stroškov - lahko si ogledate stroške zastojev, izmeta ...
- analiza vzdrževanja
- ...

Inovativnost

Za razvito rešitev je značilna preprosta izvedba in uporabniku prijazno okolje. Vključevanje najnovejših informacijske tehnologije (Cloud, CEP, NonSQL podatkovne baze, uravnoteženje obremenitev, komunikacija z

industrijskimi standardi, AR, varnost ...) omogoča maksimalen učinek pri vsakodnevni uporabi v industriji.

Učinki

- popoln nadzor nad proizvodnjo - zagotavlja informacije o proizvodnji v realnem času, ki so na voljo za vse ravni organizacije in vgrajena orodja za analizo
- izboljšanje produktivnosti - omogoča nenehno izboljševanje, kar ima za posledico večjo učinkovitost in produktivnost
- povečana in varna proizvodnja - olajša načrtovanje natančne dobave in dviguje skupno produktivnost
- izboljšanje kakovosti - analiza podatkov o zastojih in motnjah, povezanih s kakovostjo na stroju ali izdelku, ki neposredno vplivajo na OEE
- zagotovitev enostavnega dostopa do zanesljivih podatkov, potrebnih za odločanje o izboljšavah in spremembah proizvodnega toka
- hitra donosnost naložbe

Področja uporabe

Sinapro.IIoT Analytics je sestavni del koncepta tovarn prihodnosti in temeljni element Industrije 4.0 ter vpeljuje digitalne preobrazbe procesov v proizvodnji. Sloni na mednarodno potrjeni arhitekturi tovarn prihodnosti Industrija 4.0 RAMI 4.0 (IEC 62890, IEC 62264, IEC 61512 ...).

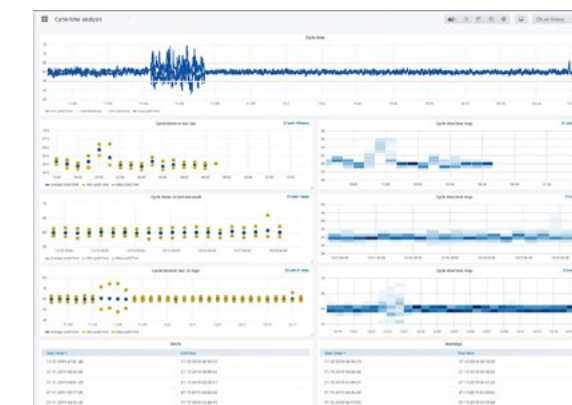
Visoka stopnja integracije v različne informacijske sisteme omogoča uporabo Sinapro.IIoT Analytics v različnih tipih proizvodnje.

Sodelujoči partnerji

- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektor.com)
- Institut "Jožef Stefan" - Odsek za sisteme in vodenje (dsc.ijs.si)

Več informacij

- Klemen Mehle (klemen.mehle@kolektor.com)



Sinapro.IIoT



Sinapro.IIoT – PAMETNA PLATFORMA ZA Smart MES

Industrijski Internet stvari (IIoT) je ključni element koncepta pametnih tovarn v Industriji 4.0.

Namen

Industrijski internet stvari (IIoT) je pomemben del digitalne transformacije na poti k industriji 4.0. Sinapro.IIoT vam pomaga pri integraciji industrijskih IoT naprav, senzorjev, naprav in strojev na enotno platformo za zbiranje, obdelavo in prikaz podatkov. Moduli Sinapro.IIoT analizirajo avtomatsko zajete podatke o dogodkih v proizvodnji, stanjih strojev, linij in prikazujejo rezultate na uporabniško prijazen način, kar omogoča učinkovitejše vodenje proizvodnje. Vgrajene funkcionalnosti avtomatizirane analize, strojnega učenja in umezne inteligence (AI) omogočajo modulom, da uporabijo zajete podatke za predvidevanje vzdrževanja, napoved zastojev in ozkih grl v proizvodnji, večjo izkoriščenost strojev ter za druge prednosti pametne tovarne.

Funkcija

Skladno z arhitekturo pametne tovarne v Industriji 4.0 Sinapro.IIoT platforma zajema:

- zajem in vizualizacijo podatkov z naprav, senzorjev, strojev, aplikacij, procesov ...
- realno časovno analizo podatkov tudi s pomočjo tehnologij strojnega učenja, AI ...
- mobilni dostop do podatkov in analiz preko računalnikov, tablic, telefonov ...
- integracijo z obstoječimi in novimi sistemi
- vgrajeni mehanizem podatkovne in informacijske varnosti
- storitev IIoT v oblaku ali na lokaciji

Inovativnost

Za razvito rešitev je značilna preprosta izvedba in uporabniku prijazno okolje. Vključevanje najnovejše informacijske tehnologije (Cloud, CEP, NonSQL podat-

kovne baze, uravnoteženje obremenitev, komunikacija z industrijskimi standardi, AR, varnost ...) omogoča maksimalen učinek pri vsakodnevni uporabi v industriji.

Učinki

Omogoča optimizacijo na vseh nivojih, in sicer:

- povečanje produktivnosti za 5-8 %
- izboljšanje izkoristka, zmanjšanje stroškov izmeta in predelav za 15-25 %
- znižanje stroškov garancij zaradi napak za 10-20 %
- izboljšanje izkoriščenosti sredstev / donosnosti naložbe za 3-5 %
- zmanjšanje časa za uvedbo novih delavcev ali prekvalificiranih delavcev
- izboljšanje fleksibilnosti in zadovoljstva delovne sile
- večjo operativno učinkovitost in avtomatsko sledljivost
- zmanjšanje stroškov za doseganje skladnosti z zahtevami in standardi

Področja uporabe

Sinapro.IIoT platforma je sestavni del koncepta tovarn prihodnosti in temeljni element Industrije 4.0 ter vpeljuje digitalne preobrazbe procesov v proizvodnji. Sloni na mednarodno potrjeni arhitekturi tovarn prihodnosti Industrija 4.0 RAMI 4.0 (IEC 62890, IEC 62264, IEC 61512 ...) in podpira vrsto standardov kot so ISA95, MESA, CEP ...

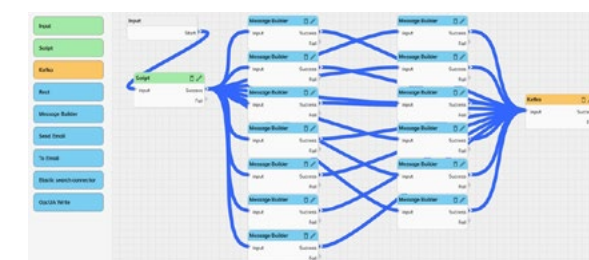
Visoka stopnja integracije v različne informacijske sisteme omogoča uporabo Sinapro.IIoT platforme v različnih tipih proizvodnje.

Sodelujoči partnerji

- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektor.com)
- Institut "Jožef Stefan" - Odsek za sisteme in vodenje (dsc.ijs.si)

Več informacij

- Klemen Mehle (klemen.mehle@kolektor.com)





IoT SENZORJI NA OSNOVI VIZUALNO-GLASOVNE TEHNOLOGIJE

Rešitve za hitrejša in enostavnejša delo skladiščnikov z uporabo IoT senzorjev

Namen

Delo skladiščnikov je zaradi nepraktičnosti obstoječih komercialnih produktov, ki se uporabljajo za komisioniranje, lahko zelo neučinkovito. Cilj projekta je bil izboljšati podporo delu skladiščnika v večjih skladiščih, ki jo lahko dosežemo z uvedbo novih tehnologij (pametna očala, govorna komunikacija, umetni vid). Raziskali smo možnosti uporabe najnovejših IoT senzorjev in razvili ustrezne aplikacije za bolj učinkovito komisioniranje ter tudi preverili vpliv uporabe takih rešitev na uporabnikovo počutje in zdravje.

Funkcija

V sklopu projekta so bili razviti in preskušeni štirje moduli:

- vodenje po skladišču z glasovnimi in tekstovnimi ukazi
- prepoznavanje prevzetih objektov
- branje več črtnih kod hkrati
- glasovni pomočnik za oskrbovanje delovnih mest

Inovativnost

Rešitev je edinstvena v tem, da omogoča predvsem brezročno delo skladiščnikov, saj sloni na tehnologijah sodobnih vmesnikov človek- stroj.

Učinki

Rešitev omogoča lažje, hitrejša in bolj učinkovito delo skladiščnikov pri komisioniranju.

Področja uporabe

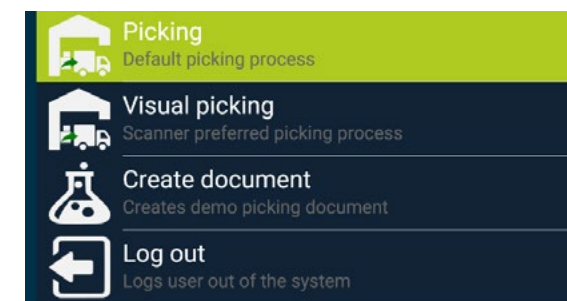
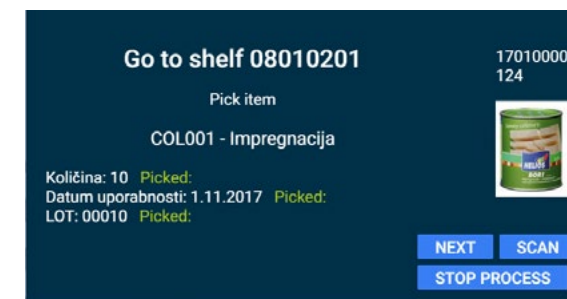
V sodobnih skladiščih, delujočih po paradigmi Industrije 4.0.

Sodelujoči partnerji

- Špica International d.o.o. (www.spica.si)
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko (luks.fe.uni-lj.si)
- Univerza v Mariboru, Fakulteta za logistiko (fl.um.si)

Več informacij

- Luka Vidmar (luka.vidmar@spica.com)





HITER IN ZANESLJIV VARNOSTNI SISTEM STROJEV

Hiter, fleksibilen in zanesljiv varnostni sistem strojev (VSS) je varnostni mehanizem, ki služi za preprečevanje škode, ki bi jo lahko stroj ob odpovedi povzročil okolici, uporabnikom, ali samemu sebi, kar je še posebej pomembno pri strojih, ki operirajo pri visokih energijah.

Namen

Večina strojev v vsakodnevni uporabi ima varnostni sistem strojev (VSS). Tako avtomobili, pralni stroji, dvigala in mikrovalovne pečice, kot tudi stroji na področju velikih fizikalno-raziskovalnih infrastruktur, ki pogosto operirajo z zelo visokimi energijami.

Funkcija

Izbira arhitekture VSS in njenih elektronskih komponent lahko močno vpliva na raven zanesljivosti celotne naprave na področju velikih fizikalno-raziskovalnih infrastruktur. Obstaja neke vrste »yin in yang«, dvojnost nasprotujočih in dopolnjujočih se načel v zvezi z arhitekturo sistema blokad - VSS lahko zaščiti razpoložljivost tako, da prepreči poškodbe opreme

za pospeševalnike. Na drugi strani pa lahko VSS moti zmanjšuje razpoložljivost sistema zaradi lastnih napak in okvar.

Inovativnost

Hiter VSS, ki smo ga razvili, ima preizkušeno strojno platformo in uporablja močne, na sevanje odporne FPGA komponente, ki temeljijo na »non-volatile flash« tehnologiji. Omogoča tudi redundanco napajanja, strojne opreme in logičnih operacij. Sistem je prosto nastavljen v skladu z industrijskimi standardi in podpira odprtokodno programsko integracijo EPICS. Posebno pozornost smo namenili uporabniškim zahtevam, pri čemer je najbolj kritičen hiter odzivni čas (OČ) $\leq 5 \mu s$ za primer okvare v ključnih delih pospeševalnika. Dosegli smo tako kratek kot tudi deter-

minističen lokalni OČ zaklepanja, ki znaša manj kot 400ns. Globalni OČ sistema blokade pa je manjši od 700 ns (z dvema VSS enotama, povezanimi z optičnim kablom dolžine 0,5 m).

Učinki

Velike fizikalno-raziskovalne infrastrukture, kot so pospeševalniki, se med seboj zelo razlikujejo po velikosti, stroških in zahtevnosti, kar pomeni, da je v nekaterih primerih VSS le majhen del sistema, v nekaterih drugih pa lahko predstavlja skoraj celoten sistem. Na podlagi številnih pogovorov s proizvajalci pospeševalnikov po vsem svetu smo ugotovili, da potrebe večine trga ne moremo zagotoviti s komercialno dosegljivo opremo. Zato smo zasnovali zanesljivo programsko in strojno konfiguracijo, ki je funkcionalno posebej prilagojena uporabnikom VSS.

Področja uporabe

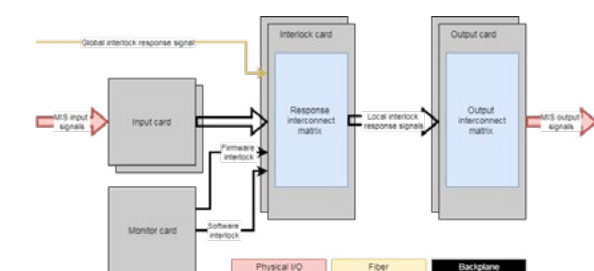
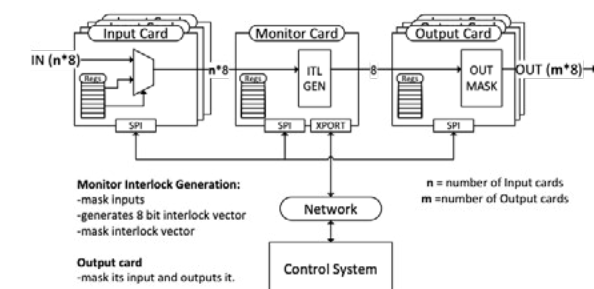
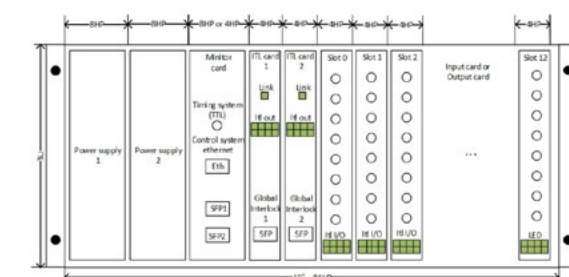
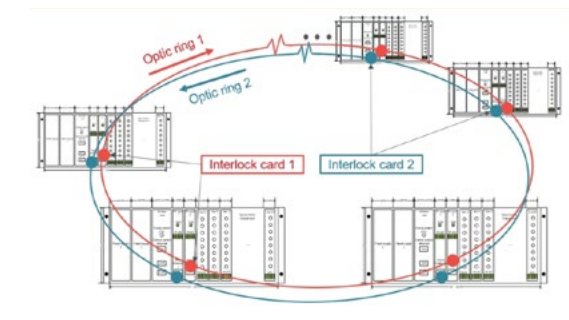
Hitra platforma VSS, ki jo je zasnoval Cosylab in jo izdeluje SINAP, je samostojen, popolnoma razširljiv ter prilagodljiv sistem. Rešitev predstavlja visokotehnološko industrijsko rešitev, ki zajema vse običajne funkcionalnosti VSS s hitrostjo, fleksibilnostjo, zanesljivostjo, razpoložljivostjo, odločnostjo in z doslednim odzivom, ki jih sodobni objekti velike fizikalno-raziskovalne infrastrukture potrebujejo za robustno zaščito strojev.

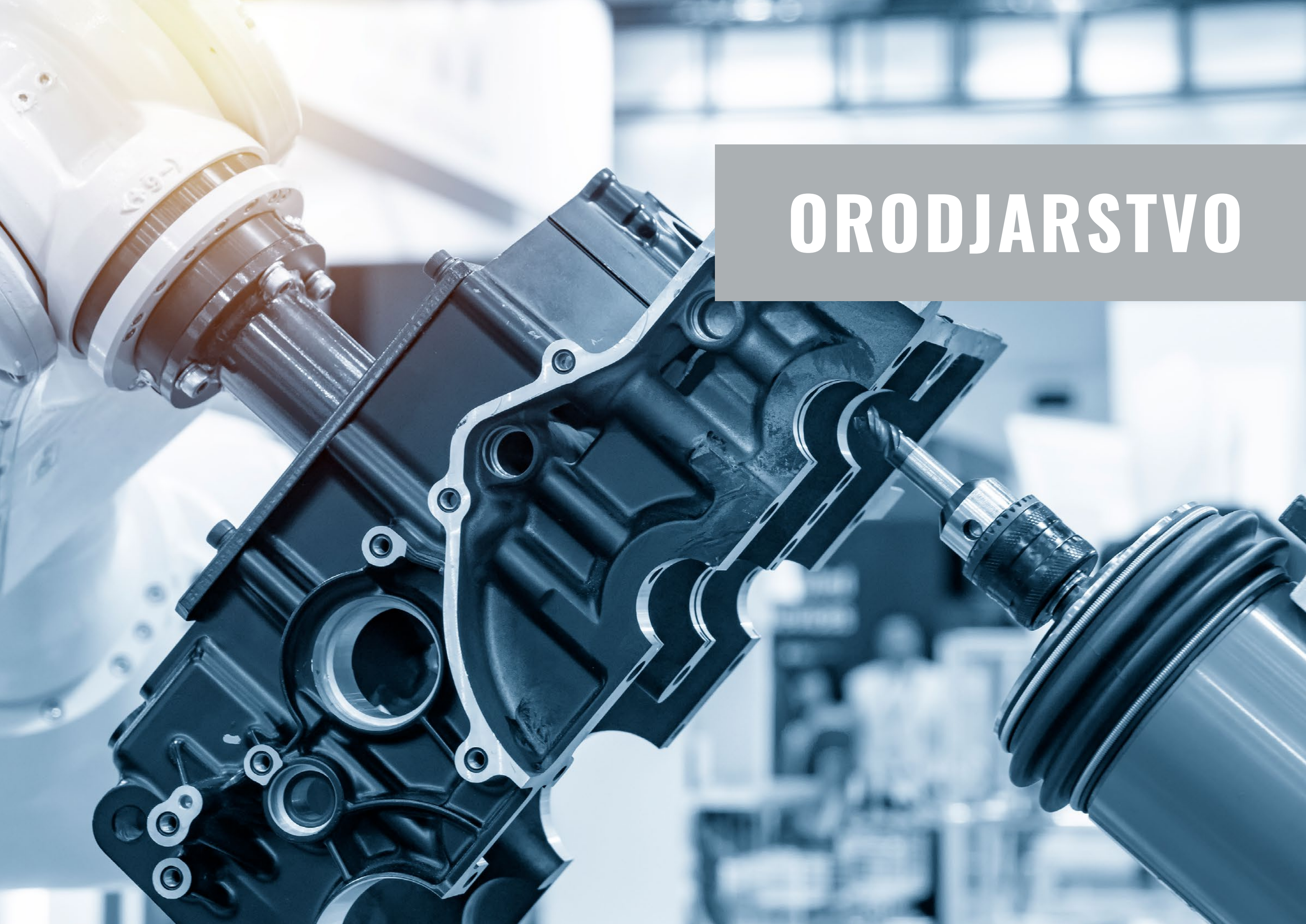
Sodelujoči partnerji

- Cosylab, d.d., Laboratorij za kontrolne sisteme (www.cosylab.com)
- Univerza v Mariboru, Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko (feri.um.si)
- SINAP, Shanghai Institute of Applied Physics, Kitajska akademija znanosti (english.sinap.cas.cn)

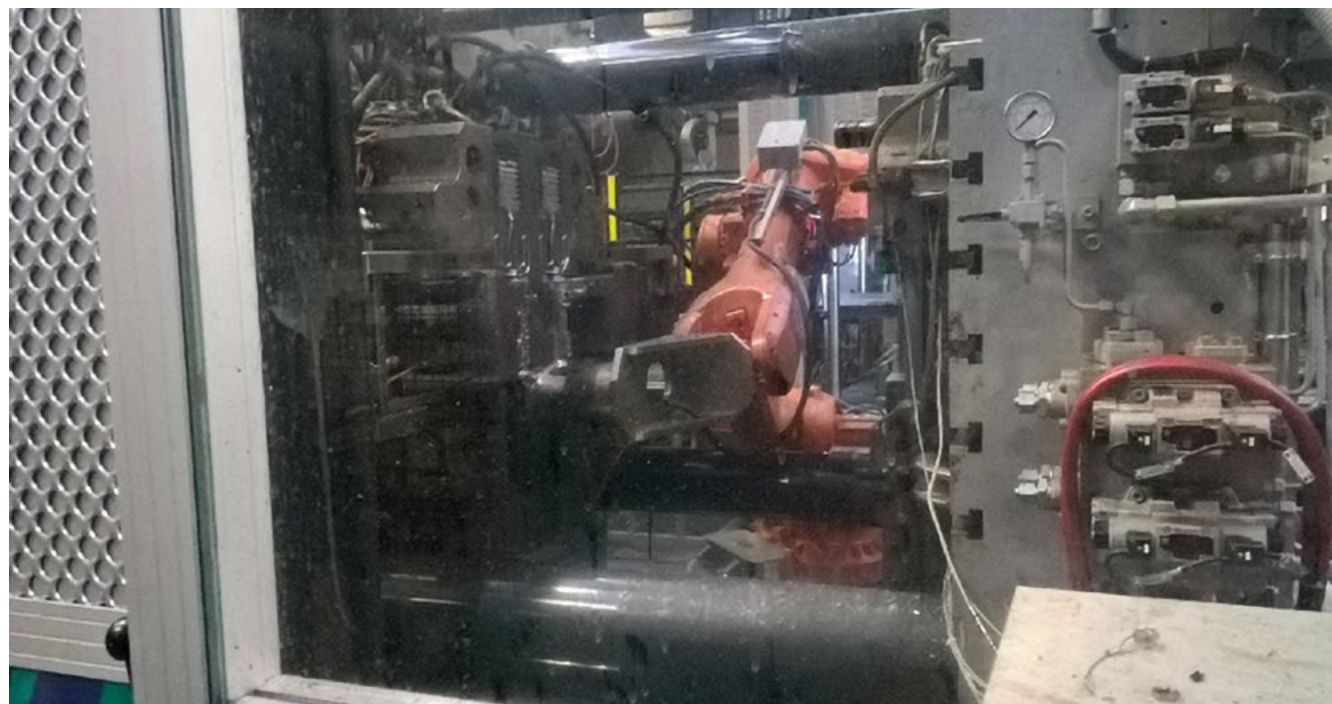
Več informacij

- Cosylab, d.d., Laboratorij za kontrolne sisteme (info@cosylab.com)



A close-up photograph of an industrial robotic arm with a yellow and white body, equipped with a precision drill bit. The arm is positioned over a large, dark, complex metal casting, likely an engine block, which features various ports and structural reinforcements. The background is a blurred industrial setting with large windows, suggesting a factory environment. The overall color palette is dominated by cool blues and greys, with a warm yellow highlight on the robot's arm.

ORODJARSTVO



PAMETNA ORODJA ZA TLAČNO LITJE IN BRIZGANJE PLASTIKE

Industrija 4.0 vse bolj prodira v proizvodna procesa livarstva in brizganja polimerov. Skladno s tem pametna orodja za tlačno litje in brizganje plastike, opremljena s senzorji in aktuatorji, omogočajo boljši nadzor, dodatno optimizirano delovanje ter boljše razumevanje procesa litja aluminija in brizganja plastike, s čimer posledično izboljšamo kakovost produkta.

Namen

Vpeljava pametnih mehatronskih orodij v proces tlačnega litja aluminija in brizganja plastike dviga učinkovitost proizvodnega procesa in kakovost izdelka. Zmanjševanje izmeta, nadzor in optimizacija proizvodnih procesov je cilj vseh podjetij. Z vpeljavo sistemov senzorike in aktuatorjev, zbiranja velikih količin podatkov in njihovo analizo je možno to doseči v veliko krajšem časovnem obdobju.

Funkcija

Stroji za litje in brizganje plastike nam omogočajo pregled nad mnogimi procesnimi vrednostmi, vezanimi

na delovanje stroja, vendar o dejanskem dogajanju v samem orodju lahko sklepamo le posredno. Vpeljava koncepta pametnih orodij v industrijo tlačnega litja in brizganja plastike ter vgradnja senzorskih sistemov omogočata bolj podroben vpogled v dogajanje v samih orodjih. Na osnovi spremljanja določenih izbranih parametrov (npr. temperatura orodja in tlak brizganja), lahko v realnem času spremljamo dogajanje v orodju in s pridobljenimi podatki preko namenskih algoritmov optimiziramo proces in zmanjšujemo izmet.

Inovativnost

Vgradnja namenskih senzorjev in aktuatorjev neposredno v orodje je novost, ki omogoča spremljanje

procesa brizganja in litja v realnem času. Navedena novost omogoča nove vpoglede in pridobivanje novih znanj o procesih brizganja in litja. Z zbiranjem podatkov in analizo je potencialov za zmanjšanje izmeta in bolj optimalno delovanje ogromno.

Učinki

Spremljanje dogajanja v realnem času je prednost, ki nam omogoča veliko hitrejšo odpravljanje napak in možnosti optimizacije procesa. Z uporabo teh podatkov in njihovo analitično primerjavo s kakovostjo izdelanih kosov je prav tako omogočeno zmanjšanje izmeta in porabe energije ter povečanje produktivnosti proizvodnje.

Področja uporabe

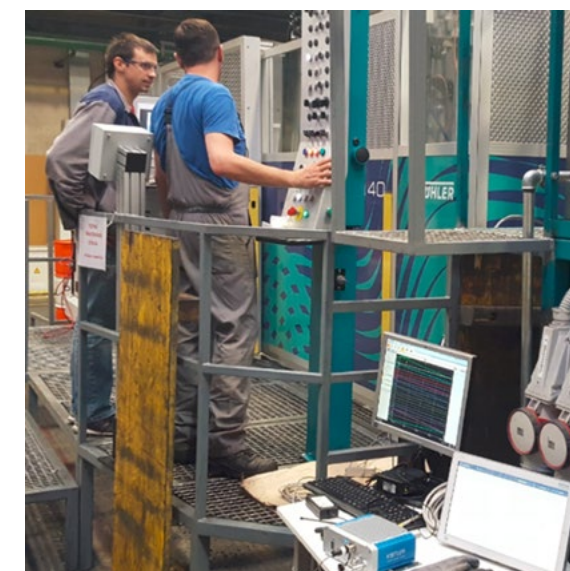
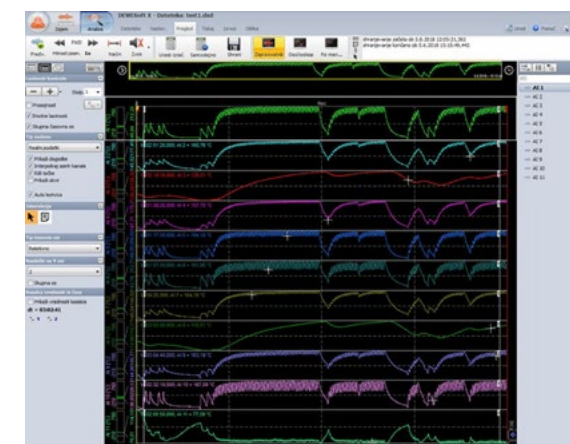
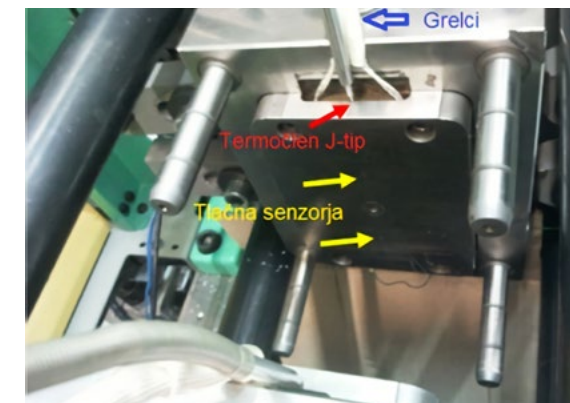
Proizvodna industrija (visokotlačno litje, brizganje plastike).

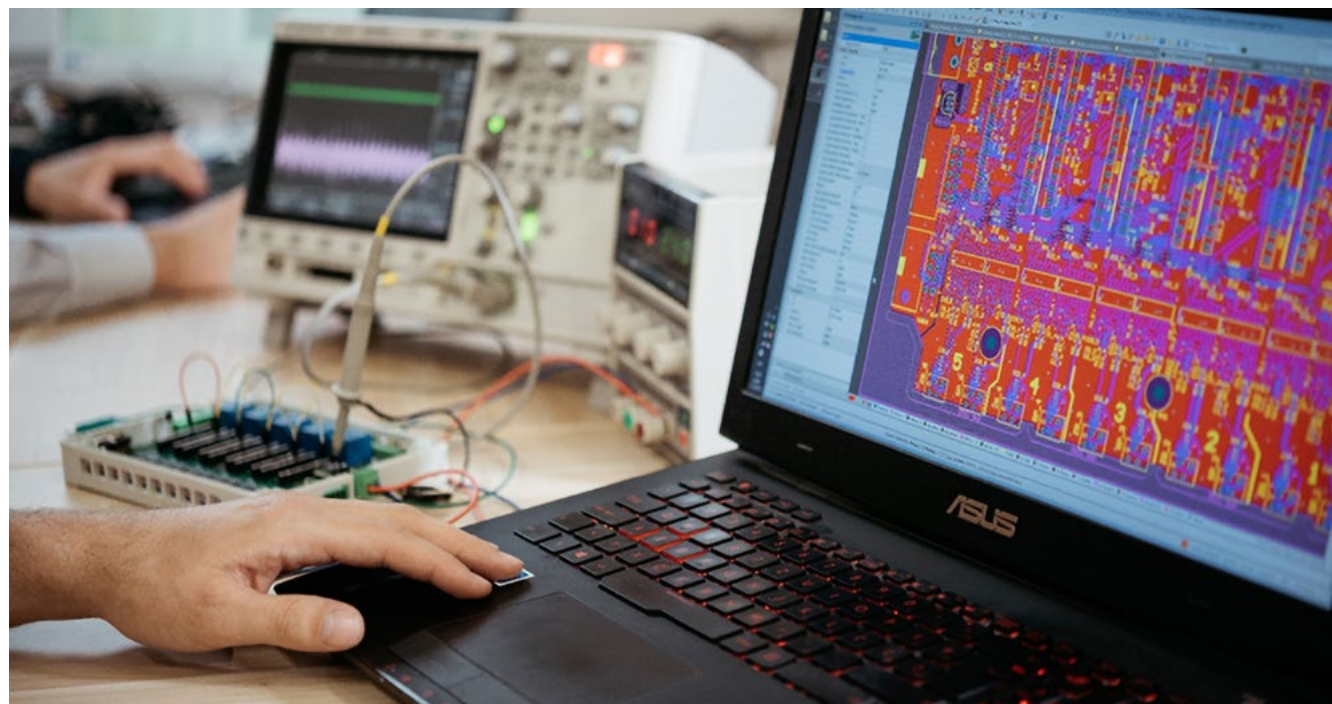
Sodelujoči partnerji

- NELA d.o.o. (www.nela.si)
- HIDRIA d.o.o. PE Alutec (www.hidria.com)
- L-Tek d.o.o. (www.l-tek.com)
- TECOS - Razvojni center orodjarstva Slovenije (www.tecos.si)
- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektor.com)

Več informacij

- dr. Dragan Kusić (dragan.kusic@tecos.si)





INTEGRIRANI VMESNIK ZA AKUSTIČNI NADZOR PROCESA BRIZGANJA IN TLAČNEGA LITJA

Razvili smo integrirani vmesnik za akustični nadzor procesa brizganja in tlačnega litja. Uspešno smo postavili ustrezne arhitekture za prenos proizvodnih podatkov iz brizgalnega stroja ter senzorskih podatkov do oblaka, kjer lahko v realnem času enostavno prikažemo dejanske proizvodne podatke v skladu s smernicami Industrije 4.0.

Namen

Proizvajalci plastičnih in kovinskih izdelkov se veliko ukvarjajo z doseganjem in zagotavljanjem kakovosti brizganih izdelkov, ki nastanejo v orodju. Razvita rešitev je namenjena sprotnemu spremljanju delovanja procesa brizganja in tlačnega litja, s katero je mogoče v realnem času oceniti kakovost brizganega kosa in tako s povratno zanko izboljšati celotni proces brizganja.

Funkcija

Raziskano je bilo področje brizganja plastike in tlačnega litja, pri čemer je bil poudarek na robustni upo-

ravnosti in odpravljanju težav, ki se vsakodnevno pojavljajo v procesu brizganja in tlačnega litja. Razvit je bil integrirani vmesnik z ustreznimi algoritmi, ki omogočajo akustični nadzor procesa brizganja in tlačnega litja, s katerimi lažje v realnem času spremljamo in odpravljamo ugotovljene napake v proizvodnji s ciljem sprotnega spremljanja kakovosti proizvedenih izdelkov in dvigovanja produktivnosti obeh procesov.

S pomočjo uporabe najsodobnejše tehnologije sveta industrijskega interneta stvari (IIoT) omogočamo zajemanje občutljivih akustičnih in drugih proizvodnih podatkov, procesiranje in obdelavo le-teh na edge-u, predstavitev in pošiljanje preko različnih komunikacijskih protokolov (MQTT, OPC-UA ...) v Cloud za nadaljnjo analizo in prikaz.

Inovativnost

Razvita akustična rešitev je novost na področju brizganja in tlačnega litja, kjer smo v realnem času zagotovili dejanski vpogled v stanje posameznih proizvodnih sekvenc. Samodejno je mogoče prepoznati različna stanja orodja, kakovosti brizganega kosa, izmeta, itd.

Učinki

Nov sistem omogoča uporabniku - procesnemu operaterju v realnem času enoznačen in enostaven pregled nad proizvodnimi operacijami in dejanskim stanjem orodja. Princip edge procesiranja omogoča izboljšanje kakovosti proizvedenih kosov in s tem posledično dvig produktivnosti ter ekonomičnosti proizvodnje.

Področja uporabe

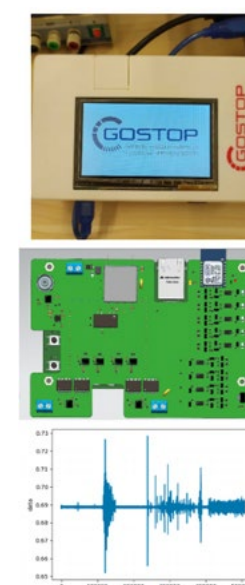
Brizganje plastike, tlačno litje.

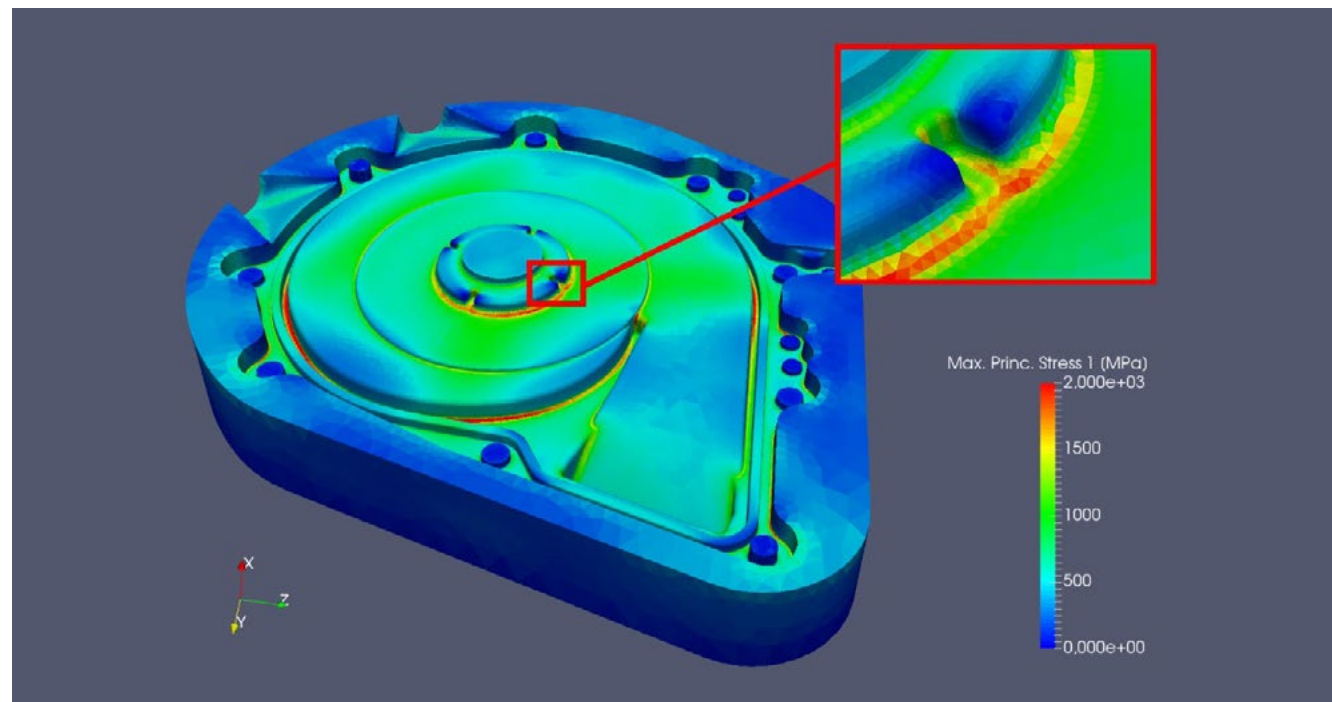
Sodelujoči partnerji

- TECOS - Razvojni center orodjarstva Slovenije (www.tecos.si)
- L-Tek d.o.o. (www.l-tek.com)
- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektor.com)

Več informacij

- dr. Dragan Kusić (dragan.kusic@tecos.si)





PROGRAMSKA OPREMA ZA NAPOVEDOVANJE ŽIVLJENJSKE DOBE TOPLIH DELOV ORODIJ ZA TLAČNO LITJE

Orodja za tlačno litje so izpostavljena visokim termičnim in mehanskim obremenitvam. Termične utrujenostne razpoke zaradi termičnega cikliranja lahko skrajšajo življenjsko dobo orodja. Razvita programska oprema za napovedovanje življenjske dobe toplih delov orodij za tlačno litje nam omogoča vpogled v nastanek toplotnih razpok in možnosti izboljšave v fazi razvoja ulitka.

Namen

Pri zagotavljanju kakovosti ulitka kupci zahtevajo določeno vrednost površinskih odstopanj, ki jih proizvajalec ne sme preseči. Vendar se tekom življenjske dobe orodja na ulitkih pojavljajo toplotne razpoke, ki jih je potrebno naknadno ročno ali robotsko odstraniti, kar povzroča dodatne stroške. Zato se v fazi razvoja posveča pozornost na omilitev oz. če je možno, odpravljanje toplotnih razpok.

Funkcija

Za klasificiranje poškodb, predvsem toplotnih razpok, na toplih delih orodij za tlačno litje so bili razviti na-

menski algoritmi in programska oprema. Razvita programska oprema za napovedovanje življenjske dobe toplih delov orodij predvidi področja na orodju, kjer lahko začnejo nastajati toplotne razpoke. Razvojna ekipa lahko pridobljene podatke iz simulacije uporabi kot osnovo za optimizacijo že v fazi načrtovanja.

Inovativnost

Novo razvita programska oprema je zasnovana kot nekakšen dodatek k komercialnemu paketu MAGMASOFT, saj je za izračun življenjske dobe potreben predhoden izračun temperaturnih polj na toplih delih med celotnim ciklom tlačnega litja. Z razvitimi namenski algoritmi nam nova programska oprema

omogoča podrobnejši vpogled v nastanek toplotnih razpok, kar omogoča optimizacijo konstrukcije orodja ter prihranke pri njegovem vzdrževanju.

Učinki

Nova programska oprema omogoča boljši vpogled v področja nastajanja toplotnih razpok in njihov vzrok. S pridobljenimi rezultati simulacije lahko v fazi razvoja optimiziramo kritična področja s pomočjo naprednih konstrukcijskih rešitev (segmentacija, 3D tiskanje kovin), prav tako pa ga lahko uporabimo v fazi pogajanja s kupci. Ocenjujemo, da z uporabo razvitega programa lahko pričakujemo prihrankov za 10 % predvidenih sredstev za vzdrževanje orodij. Prav tako se pričakuje prihrankov zaradi zmanjšanja obsega ročnega čiščenja toplotnih razpok.

Področja uporabe

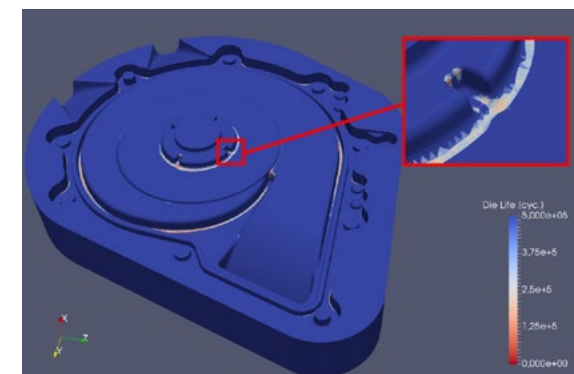
Proizvodna industrija (predvsem visokotlačno litje).

Sodelujoči partnerji

- TECOS - Razvojni center orodjarstva Slovenije (www.tecos.si)
- NELA d.o.o. (www.nela.si)

Več informacij

- Tadej Hohnjec (tadej.hohnjec@hidria.com)





NAPREDNE TRDE PREVLEKE ZA ZAŠČITO MOČNO OBREMENJENIH ZGOŠČEVALNIH TRNOV LIVARKEGA ORODJA

Lokalni zgoščevalci pri procesu tlačnega litja so pod velikimi termičnimi in mehanskimi obremenitvami. Z nanosom naprednih trdih prevlek na izpostavljene predele se izboljša delovanje in življenjska doba strojnih elementov.

Namen

Zgoščevalni trn je dodaten element livarskega orodja, ki se uporablja za lokalno reduciranje poroznosti v ulitku. Z dodatnim stiskanjem predelov, ki imajo večjo maso, preprečujemo lokalno izgubo volumna zaradi skrčka pri ohlajanju in razpršitev mikro plinske poroznosti. Zgoščevalni trni prodirajo v talino, ko je ta še v testastem stanju in so pod velikimi obremenitvami. To povzroča obrabo in posledično odpoved, ter s tem povezane zastoje v proizvodnji in višje stroške vzdrževanja.

Funkcija

Pri uporabi velikih dolgih jeder se v industriji tlačnega litja že dlje časa uporablja različne prevleke, predvsem z namenom preprečevanja adhezije aluminija. Vendar do sedaj ni bilo za namen zaščite površin zgoščevalnih trnov, ki so izpostavljeni kaotičnim razmeram v livni votlini, ustreznih rešitev, podprtih z raziskavami in preizkusi. Z oplaščenjem manjših elementov se pričakuje povišanje adhezijske in abrazivne odpornosti, izboljšanje trdnostnih lastnosti in podaljšanje življenjske dobe elementov orodja. Razvita tehnološka novost je zaradi zelo nizkih stroškov nanosa prevlek in opisanih pozitivnih učinkov zelo privlačna.

Inovativnost

Glede na zahteve poslovnih partnerjev so bile identificirane in raziskane posebne prilagoditve načinov oplemenitenja orodij z naprednimi prevlekami, ki temeljijo na fizikalnih postopkih nanašanja tankih plasti, kot sta naprševanje in naparevanje. Obenem so bile stestirane obrabe tovrstnih prevlek z ustreznimi analitičnimi tehnikami za raziskave sestave in strukture kakor tudi makro/mikro/nano-trdote, adhezije in koeficienta trenja.

Učinki

Oplaščenje močno obremenjenih zgoščevalnih trnov livarskega orodja ugodno vpliva na življenjsko dobo, zmanjšanje adhezije in abrazije in na izboljšanje drsnih lastnosti. Posledično je tudi manj zastoj v proizvodnji, kar omogoča višjo produktivnost in prihranke.

Področja uporabe

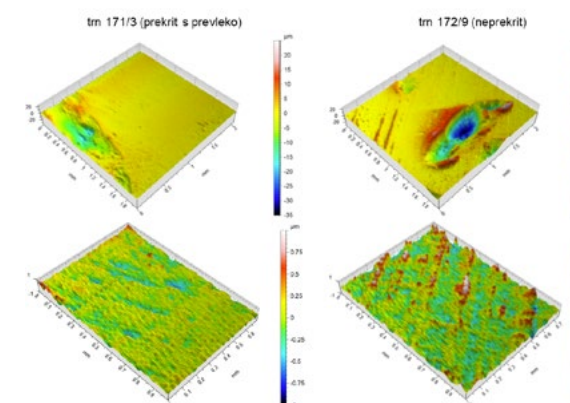
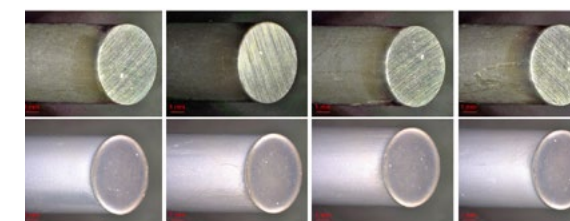
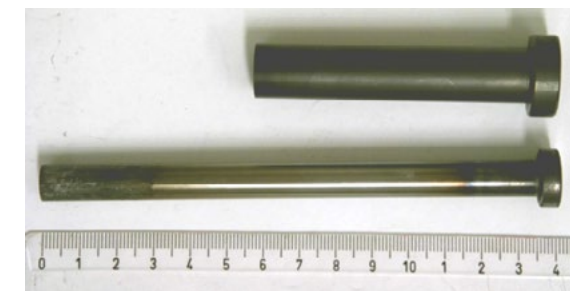
Proizvodna industrija (visokotlačno litje).

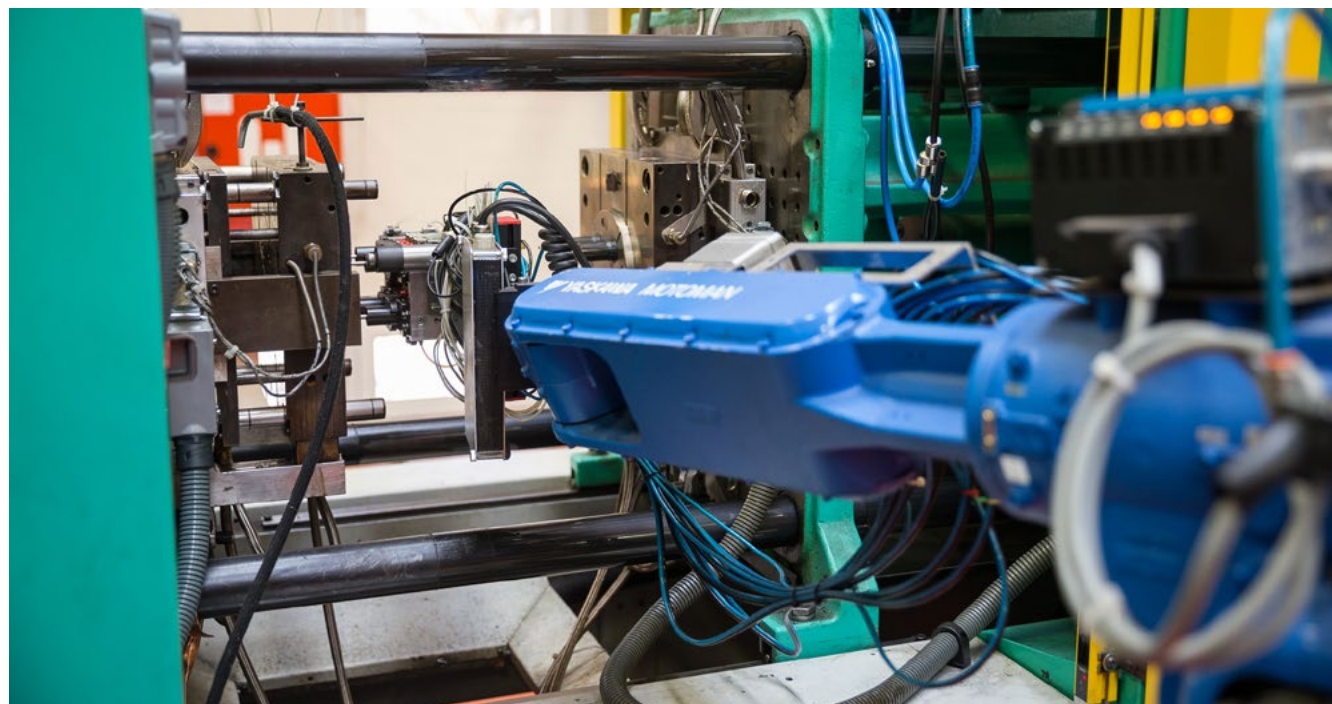
Sodelujoči partnerji

- NELA d.o.o. (www.nela.si)
- HIDRIA d.o.o. PE Alutec (www.hidria.com)
- Institut »Jožef Stefan« (www.ijs.si)

Več informacij

- izr. prof. dr. Miha Čekada (miha.cekada@ijs.si)





IloT MODUL - ANALIZA BRIZGALNIH STROJEV

Modul Analiza brizgalnih strojev omogoča IloT platformi dodatno funkcionalnost spremljanja delovanja in stanja orodij na brizgalnih strojih.

Namen

Modul Analiza brizgalnih strojev je eden od pomembnih gradnikov platforme Sinapro.IloT, ki omogoča in podpira digitalno transformacijo v Industry 4.0 in je namenjen za:

- spremljanje, nadzor in upravljanje z orodji na brizgalnih strojih
- spremljanje nastavitev in delovanja brizgalnih strojev
- spremljanje tlakov brizganja in drugih parametrov v realnem času
- analizo zajetih podatkov za izboljšanje kvalitete izdelkov

Funkcija

IloT modul Analiza brizgalnih strojev s svojimi funkci-

jami zagotavlja hiter, uporabniško enostaven vpogled v delovanja brizgalnih strojev in pripadajočih orodij. Z napredno analizo podatkov omogoča ugotavljanje vzrokov za odstopanje kvalitete kot tudi najverjetnejše razloge za nastala odstopanja.

Inovativnost

Modul Analiza brizgalnih strojev dopolnjuje nabor modulov na platformi Sinapro.IloT in podpira spremljanje delovanja orodij na brizgalnih strojih. Modularna zasnova omogoča prilagajanje željam naročnika in podpira digitalizacijo procesov. Sloni na mednarodno potrjeni arhitekturi tovarn prihodnosti Industrija 4.0 RAMI 4.0 (IEC 62890, IEC 62264, IEC 61512 ...) in podpira vrsto standardov, kot so MIMOSA, ISA95, MESA, CEP ...

Učinki

Nekateri učinki v proizvodnji:

- izboljšuje upravljanje z orodji: celovit, centraliziran in digitaliziran nadzor orodij
- omogoča zbiranje informacij o delovanju orodja za izboljšanje planiranja vzdrževalnih posegov
- zajeti parametri na nivoju milisekund omogočajo podrobno analizo posameznih faz brizganja
- izboljšuje kakovost izdelkov – sledenje parametrov orodja omogoča on line nastavitev parametrov brizgalnega stroja

Področja uporabe

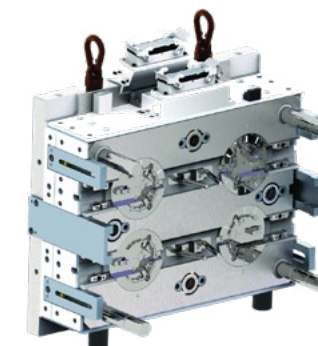
Modul Analiza brizgalnih strojev je sestavni del koncepta tovarn prihodnosti, je eden od gradnikov Industrije 4.0 in eden od pogojev za izvedbo digitalne preobrazbe procesov v proizvodnji. Uporaben je v vseh proizvodnih okoljih, kjer v proizvodnih procesih uporabljajo brizgalne stroje.

Sodelujoči partnerji

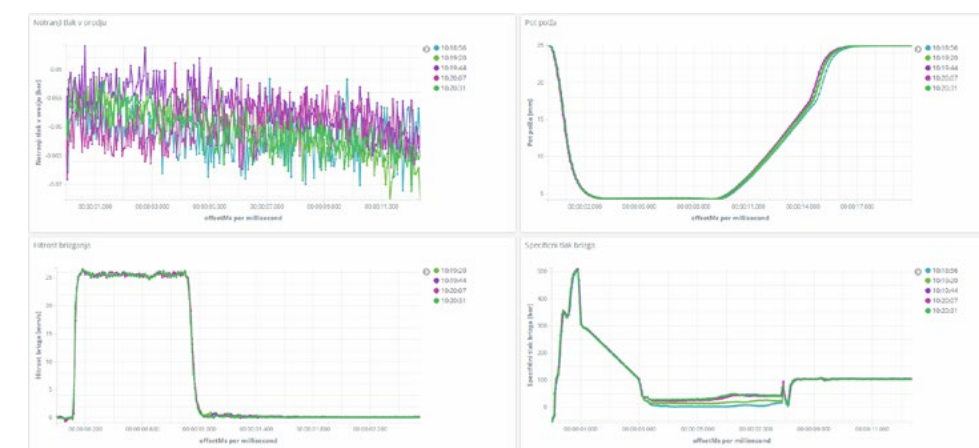
- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektor.com)
- TECOS - Razvojni center orodjarstva Slovenije (www.tecos.si)

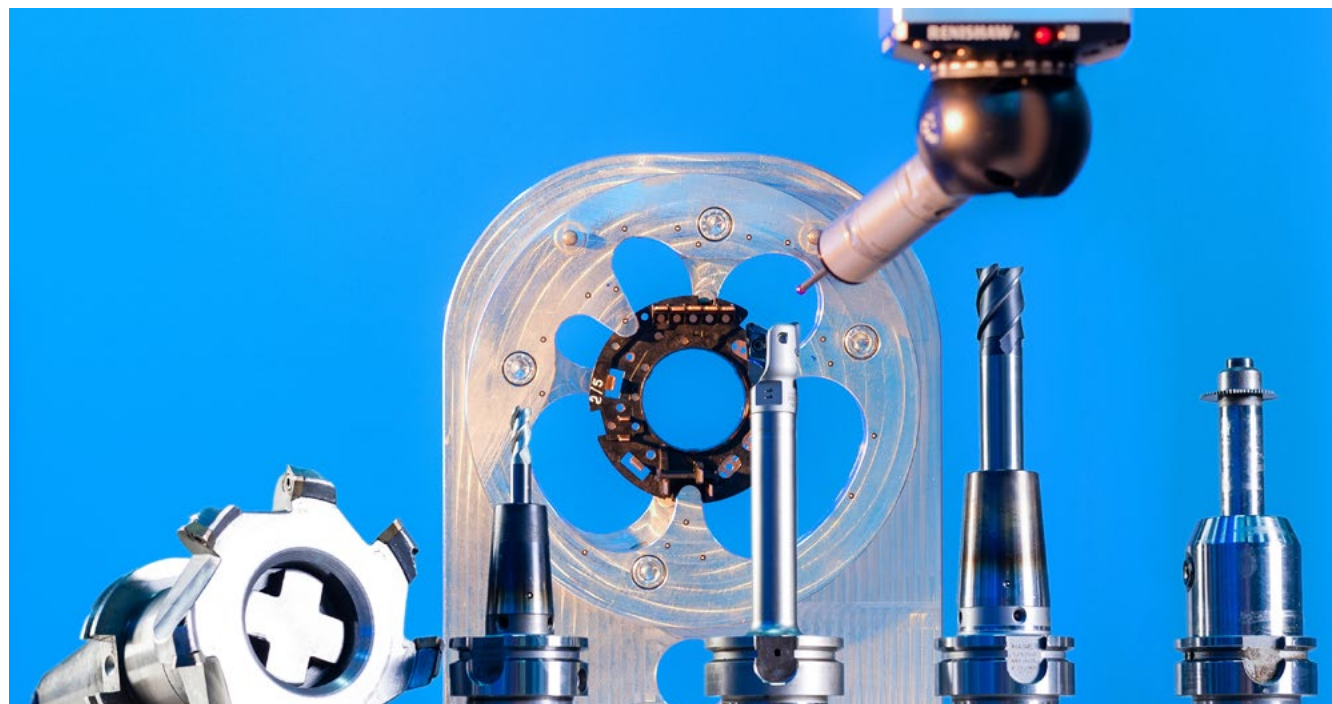
Več informacij

- Klemen Mehle (klemen.mehle@kolektor.com)



Sinapro.IloT





Smart MES – TOOL MANAGEMENT

Smart MES modul Tool Management omogoča IIoT platformi dodatno funkcionalnost spremljanja stanja orodij skozi celoten življenjski cikel.

Namen

Modul Tool Management ali »Inteligentni management orodij« je eden od pomembnih gradnikov platforme Sinapro.IIoT, ki omogoča in podpira digitalno transformacijo v Industry 4.0 in je namenjen predvsem za:

- spremljanje, nadzor in upravljanje z orodji
- spremljanje zgodovine in življenjske dobe orodij
- spremljanje uporabe in obrabe orodij
- spremljanje stanja orodij na skladišču in v proizvodnji

Funkcija

Skladno z arhitekturo pametne tovarne v Industriji 4.0 modul Tool Management zajema naslednje štiri osnovne sklope funkcij:

- centralni register orodij
- upravljanje operativnih nalog orodij
- upravljanje vzdrževanja orodij
- upravljanje kvalitete in zmogljivosti orodij

Centralni register orodij je temeljna funkcionalnost, ostalo pa se dodaja glede na potrebe, strateške odločitve in stanje obstoječih proizvodnih informacijskih sistemov.

Inovativnost

Modul Tool Management dopolnjuje nabor modulov na platformi Sinapro.IIoT in podpira spremljanje orodja skozi celoten življenjski cikel. Modularna zasnova omogoča prilagajanje željam naročnika in podpira digitalizacijo procesov. Sloni na mednarodno potrjeni arhitekturi tovarn prihodnosti Industrija 4.0 RAMI 4.0

(IEC 62890, IEC 62264, IEC 61512 ...) in podpira vrsto standardov, kot so MIMOSA, ISA95, MESA, CEP ...

Učinki

Nekateri učinki v proizvodnji:

- izboljšuje upravljanje z orodji: celovit, centraliziran, digitaliziran nadzor orodij
- informacije o orodju so uporabne za izboljšanje načrtovanja proizvodnje
- omogoča učinkovito sledenje orodju v proizvodnji
- omogoča vidnost orodja - vsakdo lahko vidi, kje so orodja in v kakšnem stanju so
- omogoča sledenje, kateri izdelki so bili izdelani s posameznim orodjem
- izboljšuje kakovost – sledenje meritvam orodja, spremljanje degradacije orodja, spremljanje kakovosti izdelkov in na podlagi tega boljše odločitve o tem, kdaj in kako vzdrževati orodja

Področja uporabe

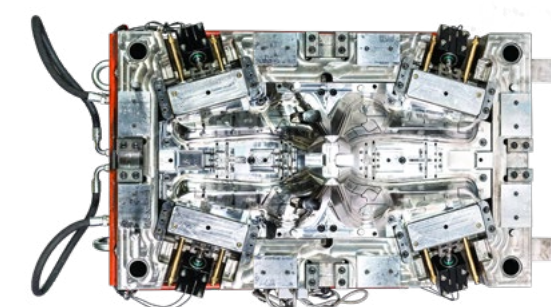
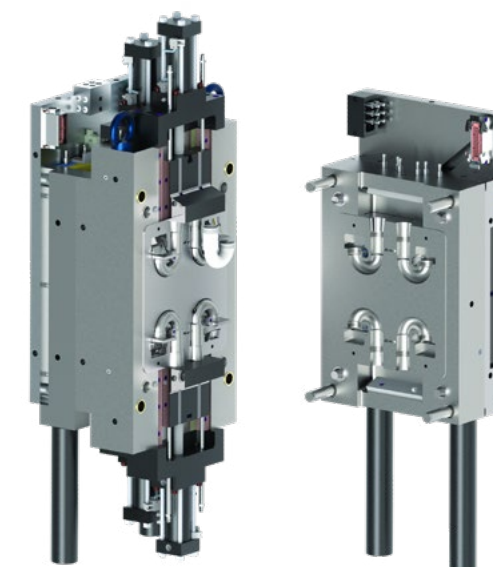
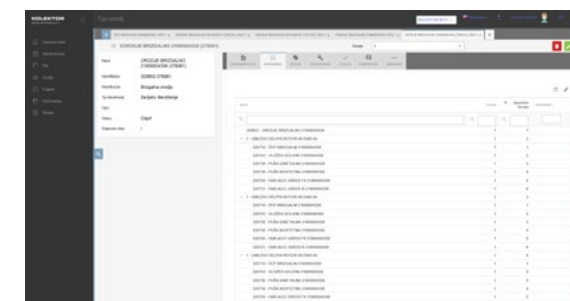
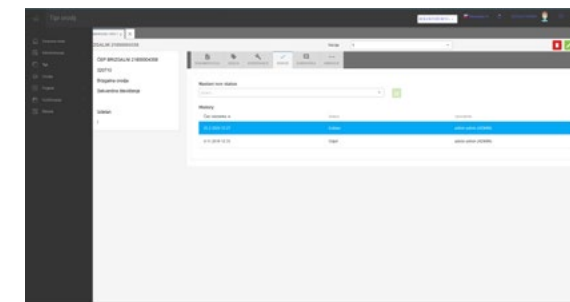
Modul Tool Management je sestavni del koncepta tovarn prihodnosti in eden od gradnikov Industrije 4.0. ter vpeljuje digitalne preobrazbe procesov v proizvodnji. Uporaben je v vseh proizvodnih okoljih, kjer v proizvodnih procesih uporabljajo izmenljive dele strojev ali/in samostojna orodja.

Sodelujoči partnerji

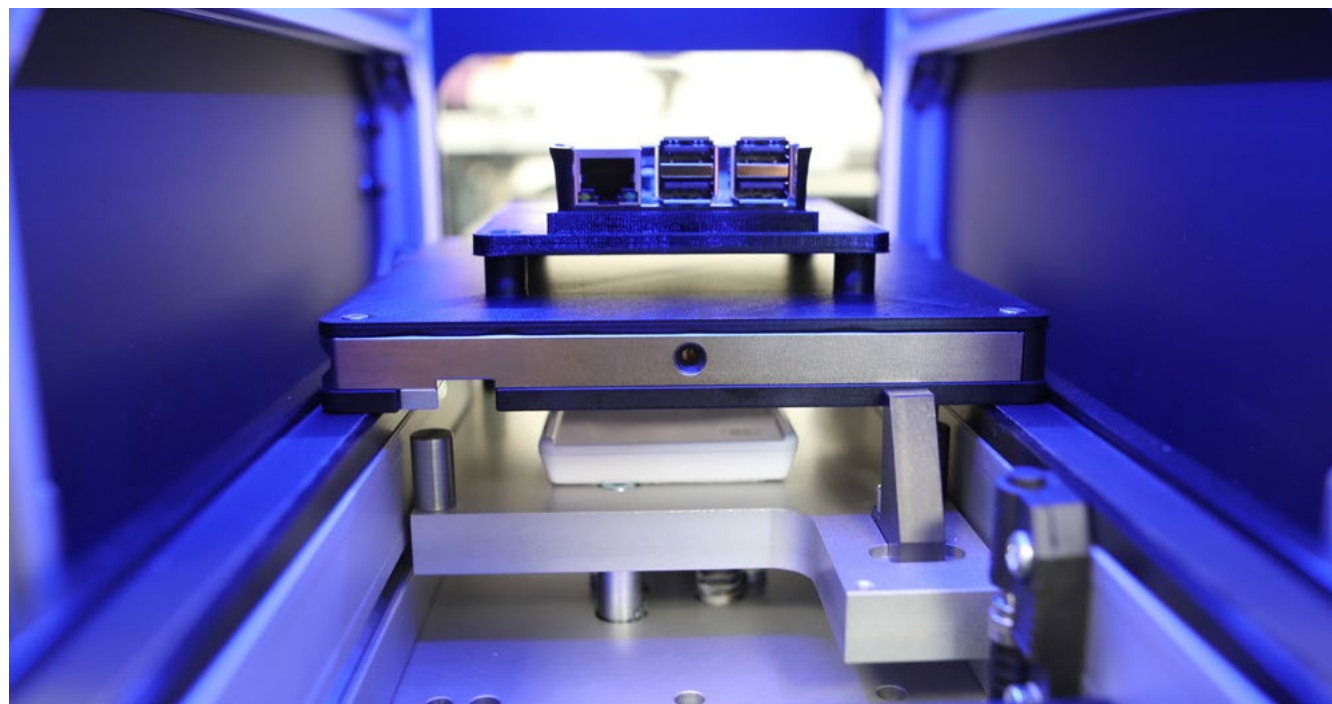
- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektor.com)
- TECOS - Razvojni center orodjarstva Slovenije (www.tecos.si)

Več informacij

- Klemen Mehle (klemen.mehle@kolektor.com)



Sinapro.IIoT



DIGITALNA SLEDLJIVOST IZDELKA

Digitalna sledljivost predstavlja inovativno rešitev sledenju izdelka skozi celoten življenjski cikel. Takšno tehnologijo sledenja se uporabi za izdelke, ki so premajhni za namestitev RFID kode, naročnik ne dovoli namestitve BAR ali RFID kod ali pa so izdelki neprimernih oblik.

Namen

Namen digitalne sledljivosti je 100 % sledljivost izdelkom, pri katerih do sedaj znanega sledenja ni mogoče uporabiti. Sledenje je izvedeno s pomočjo digitalnega dvojčka realnega proizvodnega sistema. Virtualni proizvodni sistem mora biti popolna kopija realnega sistema in le v tem primeru je mogoča digitalna sledljivost. Poleg zgoraj naštetega je namen tudi zmanjšati količine izmeta.

Funkcija

Digitalni dvojček, ki je osnova za digitalno sledenje, je načrtovan po principu »event-driven«, kar pomeni, da

dogodki sprožijo simulacijo. Za ta namen je potrebno na proizvodni liniji postaviti prožilce na različnih lokacijah realnega sistema. Digitalni dvojček ne simulira dogodkov vnaprej, ampak simulira vse dogodke, ki so se izvedli za nazaj.

Inovativnost

Rešitev je inovativna, saj majhnim izdelkom (ki so premajhni za namestitev RFID kode) omogoča 100 % sledljivost med proizvodnjo, pakiranjem in kasnejšo vgradnjo. Izdelek je nosilec informacij. Poleg majhnih izdelkov je rešitev uporabna tudi za tiste kose, na katere je nemogoče oz. ni zaželeno lepljenje RFID kode.

Učinki

Učinek takšne sledljivosti se pokaže v primeru reklamacij pri izdelkih, ki jim je bilo brez te tehnologije nemogoče slediti. S tehnologijo digitalne sledljivosti za vsak proizveden izdelek vemo kdaj je bil narejen, kakšni parametri so bili nastavljeni na stroju, hitrost delovanja, različne krivulje parametrov, itd.

Področja uporabe

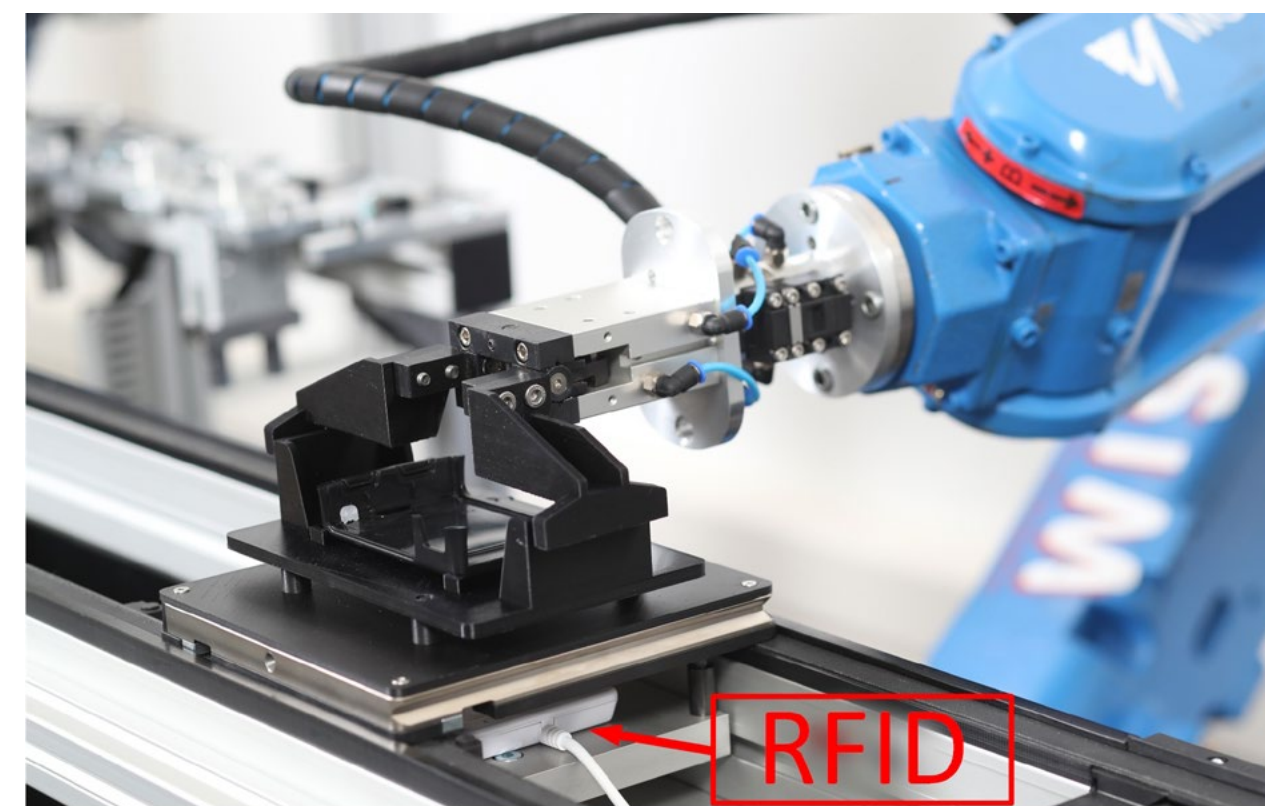
Področje uporabe je predvsem pametna proizvodnja takšnih izdelkov, ki zaradi oblike ne omogočajo namestitve RFID kod ali naročniki namestitve ne dovolijo.

Sodelujoči partnerji

- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo (fs.uni-lj.si)
- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektor.com)

Več informacij

- Matevž Resman (matevz.resman@fs.uni-lj.si)
- dr. Hugo Zupan (hugo.zupan@fs.uni-lj.si)
- prof. dr. Niko Herakovič (niko.herakovic@fs.uni-lj.si)





DIGITALIZACIJA POSTOPKOV NA PROIZVODNI LINIJI

Obogatena resničnost je ena izmed ključnih omogočitvenih tehnologij Industrije 4.0. Digitalizacija znanja zmanjšuje čas in trud, ki je potreben za ustvarjanje navodil in postopkov za nemoten ter uspešen prenos znanja v proizvodnih podjetjih.

Namen

Kreiranje digitalnih delovnih navodil za hiter in enostaven zajem znanja, video oddaljena pomoč v realnem času preko pametnih naprav in vizualizacija postopkov.

Funkcija

Digitalizacija temelji na platformi REWO za zajem informacij oz. digitalizacijo in prenos znanja v proizvodnih podjetjih preko kreiranja video navodil in predvsem njihovega hitrega urejanja. Omogoča tudi spremljanje postopkov in odpravo napak na daljavo s pametnimi napravami preko oddaljenega vodenja v realnem času (dvostranska avdio/video komunikacija).

Inovativnost

Z digitalizacijo znanja in postopkov (digitalno arhiviranje znanja) smo uvedli novo paradigmo na področju zajema informacij v proizvodnem okolju, ki za razliko od klasičnih pisnih navodil temelji na bolj univerzalnem pristopu zajema in prikaza informacij preko videa. Uporaba aplikacije je uporabniku prijazna saj temelji na uporabi »drag and drop« tekstovnih navodil in grafičnih ikon/elementov. Kreirana navodila omogočajo razdelitev postopkov na posamezne izvedbene korake, ki zaposlenim olajšajo učenje ter spremljanje analitike uporabe digitalnih navodil.

Učinki

Skrajšan čas uvajanja zaposlenih, lažji prenos informacij v digitalni oz. vizualni (video) obliki in krajši čas njihove priprave ter standardizacija dela in procesov. Odprava napak na daljavo omogoča hitrejši in cenejši odziv zaposlenih na oddaljenih lokacijah.

Področja uporabe

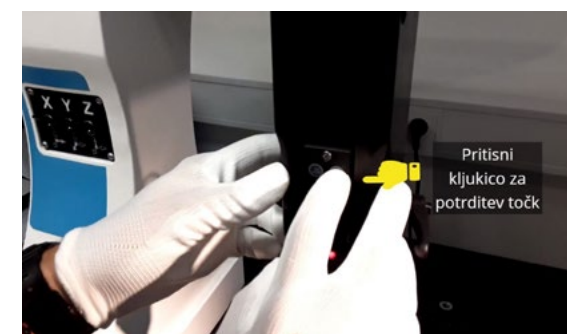
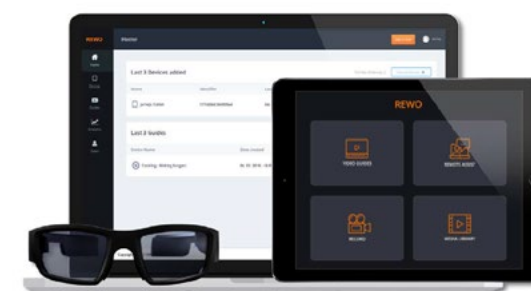
Priprava digitalnih navodil za delo, usposabljanje zaposlenih, zagotavljanje kakovosti – dokumentacija in standardizacija postopkov ter podpora pri izvajanju ali odpravi napak na daljavo.

Sodelujoči partnerji

- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektor.com) v povezavi s podjetjem VIAR d.o.o. (www.viar.si), platforma REWO.

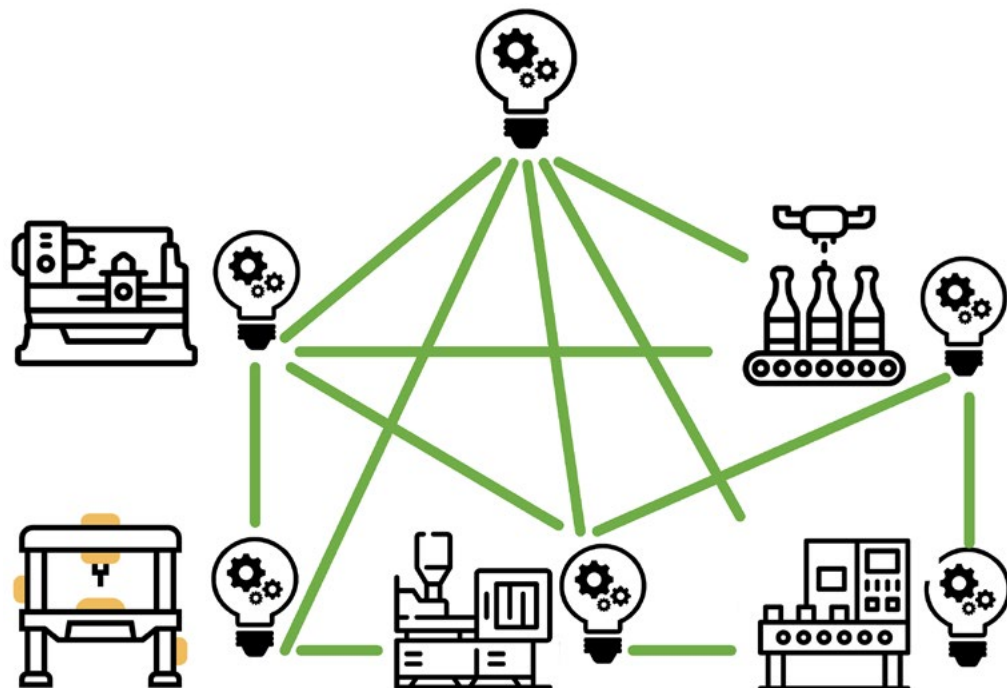
Več informacij

- Nejc Lisac (nejc.lisac@kolektor.com)
- Aleš Gajšek (ales.gajsek@kolektor.com)





ROBOTIKA



DEMONSTRACIJA KONCEPTA DISTRIBUIRANIH SISTEMOV (EDGE COMPUTING)

Koncept distribuiranih sistemov (Edge Computing) predstavlja informacijsko platformo demonstracijskega centra pametne tovarne in omogoča lokalno krmiljenje in optimizacijo ter reševanje zapletov, kakor tudi shranjevanje podatkov samo na mesto, kjer je to potrebno, s čimer se skrajša odzivni čas celotnega sistema ter poveča njegovo fleksibilnost. Demonstracija je izvedena v okviru platforme demonstracijskega centra pametne tovarne Lasim na Fakulteti za strojništvo Univerze v Ljubljani.

Namen

Namen demonstracije koncepta distribuiranih sistemov je na realnem sistemu prikazati fleksibilne in agilne možnosti delovanja pametne tovarne, ki so predvsem uporabne za mala in srednja podjetja (SME).

Funkcija

Koncept distribuiranih sistemov temelji na več medsebojno povezanih vozliščih, kjer vsako posamezno vozlišče zajema lokalne podatke in na njihovi podlagi sprejema lokalne odločitve. S tem dosežemo distribucijo krmiljenja na lokacije izvajanja proizvodnega pro-

cesa. Vsako vozlišče ima definirano blokovno strukturo in s tem omogoča povezavo s procesom, ki ga krmili (lokalni I/O) in tudi povezavo z ostalimi vozlišči.

Podsistemi distribuiranega sistema zajemajo lokalne podatke iz senzorjev (prisotnost palete, čas trajanja lokalnega procesa itd.), od globalnega digitalnega dvojčka pa prejmejo podatke o lokalnem procesu (zaporedje naročil, potrebne operacije itd.). Distribuirani podsistemi oz. vozlišča omogočajo na lokalnem nivoju sprejemanje odločitev z lokalnimi digitalnimi dvojčki in digitalnimi agenti ter izvajanje optimizacije lokacijsko omejenih proizvodnih nalog, preverjanje kakovosti in reševanje napak. To pomeni, da pošiljajo lokalna vozlišča v centralno vozlišče zgolj podatke,

potrebne za optimizacijo globalnega procesa. Med vozlišči pa pošiljajo podatke, ki jih zahtevajo druga vozlišča. Med vozlišči je zato vzpostavljeno komunikacijsko omrežje na osnovi protokola OPC UA, ki omogoča povezljivost različnih krmilnikov (različnih platform) med seboj, poleg tega pa zagotavlja varnost, kriptiranje podatkov in overitev medsebojno povezanih elementov.

Inovativnost

Rešitev je inovativna, saj distribuirana vozlišča (Edge Computing) omogočajo splošno povezljivost oz. funkcionalnost in krajše odzivne čase, saj se sprejemanje odločitev, optimizacija lokalnih procesov, preverjanje kakovosti ter reševanje napak izvajajo lokalno brez komunikacijskih zamud in potreb po zelo zmogljivi procesorski moči. Vozlišča lahko komunicirajo drugo z drugim z namenom delitve nalog ter z digitalnim dvojčkom, z namenom optimizacije globalnega proizvodnega procesa. Vozlišča so zgrajena po principu »Plug and Produce«, kar omogoča modularno grajenje proizvodnih sistemov in s tem avtomatično povezavo vozlišča v proizvodno mrežo.

Učinki

Učinki koncepta distribuiranih sistemov se kažejo v večji fleksibilnosti proizvodnega procesa, krajših odzivnih časih posameznih podsistemov, zmanjšanih zamudah v komunikaciji med podsistemi, v bolj agilnem reševanju nastalih težav v proizvodnem procesu ter v manjši procesorski moči.

Področja uporabe

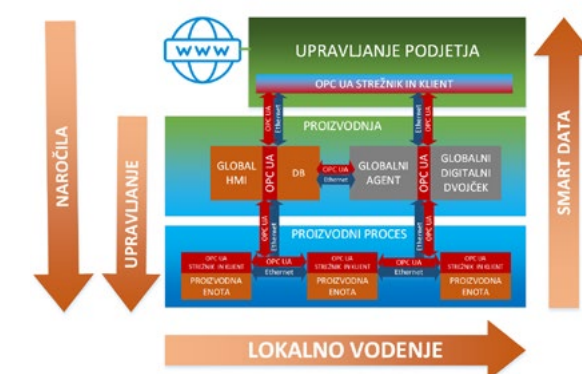
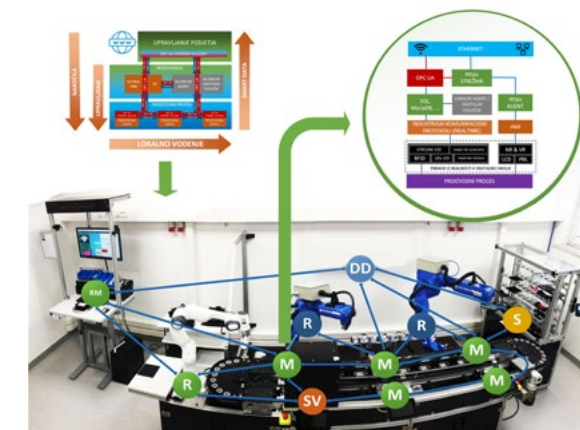
Avtomatizacija proizvodnje, planiranje proizvodnje, pametne tovarne.

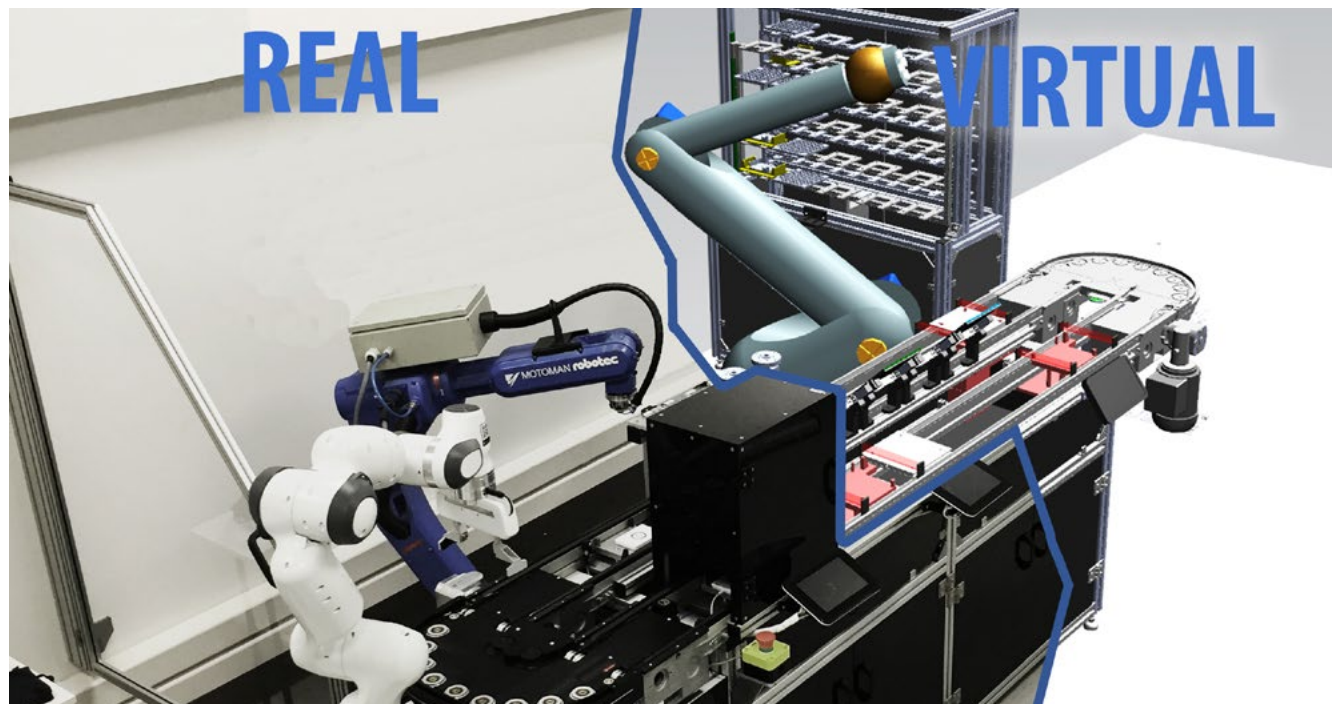
Sodelujoči partnerji

- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo (fs.uni-lj.si)

Več informacij

- Jernej Protner (jernej.protner@fs.uni-lj.si)
- dr. Miha Pipan (miha.pipan@fs.uni-lj.si)
- prof. dr. Niko Herakovič (niko.herakovic@fs.uni-lj.si)





DEMONSTRACIJA DIGITALNIH AGENTOV ZA SAMODEJNO OPTIMIRANJE PROIZVODNEGA PROCESA

Digitalni agenti omogočajo popolnoma samodejno sprejemanje hitrih in pametnih odločitev v kombinaciji z digitalnim dvojčkom. Njihova naloga je iz digitalnega dvojčka dobiti vhodne podatke in na podlagi teh ponuditi hitro oziroma najboljšo rešitev ter avtonomno odločitev za najbolj optimalno nadaljevanje izvajanja proizvodnega procesa. Digitalni agenti na ta način dopolnijo in nadgradijo digitalnega dvojčka (pri sprejemanju odločitev nadomestijo človeka), po drugi strani pa pohitrijo delovanje digitalnih dvojčkov.

Namen

Povečanje konkurenčnosti podjetij je v veliki meri odvisno od učinkovitosti proizvodnih sistemov ter procesov. Njihovo učinkovitost lahko povečamo z različnimi metodami optimizacije, predvsem z vidika zmanjševanja stroškov, skrajševanja pretočnih časov, dobavnih terminov, povečanja izkoriščenosti opreme itd. Ena najbolj učinkovitih metod optimiranja takšnih sistemov je optimiranje s sprotno simulacijo. V ta namen smo razvili inovativni ekspertni sistem in metodologijo sprotne simulacije, kjer smo digitalni dvojček nadgradili z digitalnimi agenti. S tem smo omogočili stalni nadzor in sprotno optimiranje realnega proi-

zvodnega sistema in procesa brez potrebe po sodelovanju človeka v odločitvenih procesih.

Funkcija

Vsak digitalni agent ima svojo nalogo oz. funkcijo. Naloga posameznega digitalnega agenta je, da takoj, ko od digitalnega dvojčka dobi zahtevo za rešitev problema, hitro in samodejno poišče rešitev in odločitev (s končno rešitvijo) pošlje nazaj v digitalnega dvojčka. Digitalni agenti torej komunicirajo neposredno z digitalnim dvojčkom, lahko pa tudi medsebojno in s tem še pospešijo proces sprejemanja odločitev ter

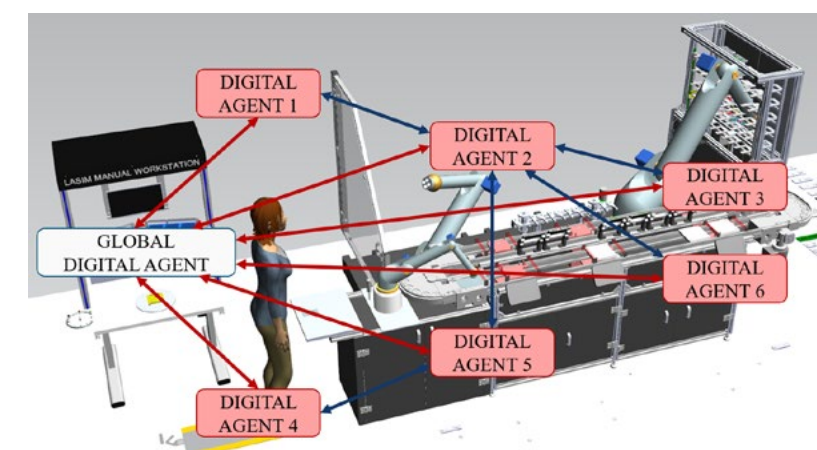
posledično delovanje samega digitalnega dvojčka. Digitalni agenti delujejo popolnoma neodvisno drug od drugega, obenem pa so povezani med seboj preko globalnega digitalnega agenta. Glavna naloga globalnega digitalnega agenta je, da uskladi pravilno zaporedje delovanja vseh ostalih digitalnih agentov.

Inovativnost

Osnovna ideja pristopa je bil razvoj ekspertnega sistema digitalnega dvojčka in digitalnih agentov, ki smo ga povezali z realnim proizvodnim sistemom preko oblaka. Na ta način dobi ekspertni sistem vse vhodne podatke o proizvodnem sistemu in želenih naročilih (proizvodni plan). Ekspertni sistem nato določi optimalen proizvodni plan in ga preko oblaka pošlje nazaj v realni proizvodni sistem, kjer se začne njegovo izvajanje. Ekspertni sistem preverja tudi vpliv motenj, ki se pojavljajo v realnem sistemu, in če je potrebno, prilagodi proizvodni plan tako, da odpravi vpliv motenj ali motnjo samo in ponovno pošlje preko oblaka podatke v realni sistem – vse to v realnem času.

Učinki

Z uporabo in razvojem digitalnih agentov v povezavi z digitalnimi dvojčki smo izboljšali delovanje realnih proizvodnih sistemov do 40 %.



Področja uporabe

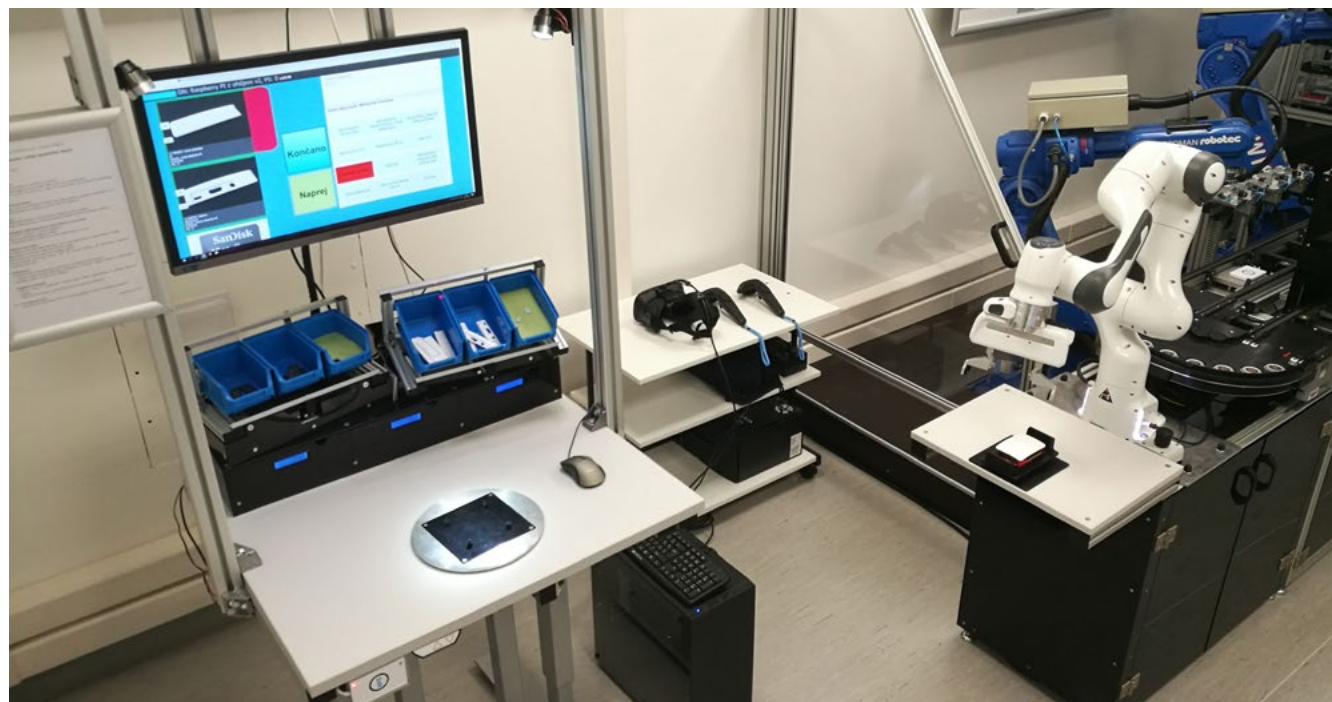
Z izdelavo digitalnega ekspertnega sistema in z njegovo nadaljnjo uporabo je postavljena metodologija in izdelano programsko orodje, ki omogoča podjetjem dinamično planiranje in usmerjanje proizvodnih aktivnosti, skrajševanje pretočnih časov, dobavnih terminov, povečanje celotne izkoriščenosti opreme itd. Vse to pomeni, da podjetja s tem zmanjšajo potrate in povečajo konkurenčnost ter dobiček.

Sodelujoči partnerji

- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo (fs.uni-lj.si)
- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektor.com)

Več informacij

- prof. dr. Niko Herakovič (niko.herakovic@fs.uni-lj.si)
- dr. Hugo Zupan (hugo.zupan@fs.uni-lj.si)



PAMETNO ROČNO MONTAŽNO MESTO Z VKLJUČITVIJO KOLABORATIVNEGA ROBOTA

Pametno ročno montažno mesto, opremljeno s tehnologijami Industrije 4.0, v sodelovanju s kolaborativnim robotom predstavlja povezavo med ročnim in avtomatiziranim proizvodnim procesom s poudarkom na varnosti, ergonomiji in dvigu produktivnosti posameznega delavca.

Namen

Namen pametnega ročnega delovnega mesta v sodelovanju s kolaborativnim robotom je prilagoditi delovno okolje posameznemu delavcu s pametnimi tehnologijami kot so vizualizacija, digitalizacija navodil (v LASIM-u razviti LPM sistem), preprečevanje napak (Poka Yoke), pametne osvetlitve in podajanje sestavnih delov glede na strukturo izdelka. Kolaborativni robot predstavlja povezavo med avtomatiziranim in ročnim delom proizvodnje, saj pri obeh oblikah proizvodnje nadomešča delavca z namenom zagotovitve večje varnosti.

Funkcija

Na pametno ročno delovno mesto smo implementirali sistem za prikaz montažnih navodil (aplikacija za prikaz navodil, sledenje operacijam ter javljanje napak) v povezavi s pametnimi lučmi, »pick by light« pametnimi zalogovniki ter povezavo s podatkovno bazo pametne tovarne, ki vodi delavca po montažnih operacijah glede na njegovo konstitucijo in montažno strukturo izdelka. Pri sodelovanju s kolaborativnim robotom delavcu ni več potrebno segati v avtomatizirani del, kar odpravlja sicer potrebne dodatne ograde/zaveso. Pametno ročno montažno mesto torej v sodelovanju s kolaborativnim robotom zagotavlja ergonomično delovno okolje, saj se samodejno pri-

lagaja glede na posameznega delavca, kolaborativni robot pa skrbi za transport večjih in težjih sestavnih delov na montažno gnezdo.

Inovativnost

Rešitev je inovativna, saj združuje pametne tehnologije na ročnem delovnem mestu z upoštevanjem različnih vplivnih parametrov, kot so vrsta delovnega procesa, struktura izdelka in antropometrija človeka, z namenom prilagoditi delovno mesto posameznemu delavcu po principih ergonomije ter preprečiti napake med izvajanjem montažnih operacij.

Učinki

Pametno ročno montažno mesto v sodelovanju s kolaborativnim robotom vpliva na ergonomijo, večjo varnost delavcev, preprečuje napake pri izvedbi montažnih operacij in posledično vpliva na dvig produktivnosti.

Področja uporabe

Ročna montaža, sodelovanje človek-robot.

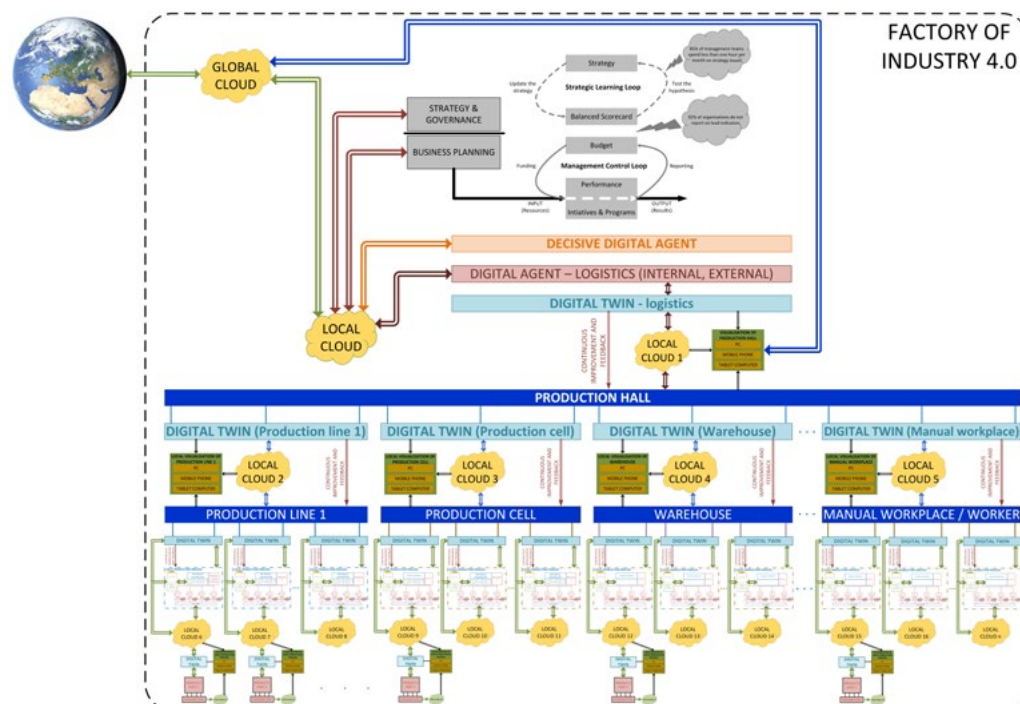
Sodelujoči partnerji

- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo (fs.uni-lj.si)

Več informacij

- Maja Turk (maja.turk@fs.uni-lj.si)
- dr. Miha Pipan (miha.pipan@fs.uni-lj.si)
- prof. dr. Niko Herakovič (niko.herakovic@fs.uni-lj.si)





ARHITEKTURNI MODEL PAMETNE TOVARNE LASFA

Arhitekturni model LASFA prikazuje gradnike pametne tovarne, povezave med njimi in tehnologije, ki omogočajo delovanje pametne tovarne. Arhitekturni model LASFA omogoča enostavnejše načrtovanje pametnih tovarn.

Namen

Obstaja veliko različnih definicij pametne tovarne. Poleg tega obstaja tudi veliko različnih arhitekturnih modelov pametne tovarne, vendar noben zelo jasno ne definira povezav med gradniki pametne tovarne in tehnologijami, ki so za nemoteno delovanje potrebne. Arhitekturni model LASFA prikazuje lokacije vključevanja konceptov umetne inteligence in prikazuje lokacije digitalnih dvojčkov z digitalnimi agenti na različnih nivojih tovarne. Digitalni dvojček predstavlja v tem primeru hrbtenico pametne tovarne.

Funkcija

Arhitekturni model LASFA uporabniku omogoča enoznačno in jasno razumevanje Industrije 4.0 in

pametnih tovarn. Znotraj tovarne so definirani nivoji pametne tovarne (od proizvodnega do poslovnega nivoja), vsak nivo pa ima svoje gradnike in značilnosti. Za arhitekturni model LASFA je značilno, da ima distribuiran sistem, kar pomeni, da so vsi sistemi povezani med seboj. Vsak podsistem ima zmožnost samoodločanja. Odzivnost sistema je s tem hitrejša.

Inovativnost

Rešitev je inovativna zaradi razumljivega in jasnega prikaza zgradbe pametne tovarne z vsemi gradniki. Za razliko od referenčnega arhitekturnega modela Industrije 4.0 (RAMI 4.0) zgradbo prikazuje v 2D. Zato je predstavljeni arhitekturni model bolj razumljiv in enostavnejši za uporabo. Inovativnost rešitve se kaže tudi v tem, da je model uporaben ne glede

na velikost tovarne in ne glede na vrsto panoge, ki se v njej izvaja.

Učinki

Učinki novo razvitega arhitekturnega modela pametne tovarne se kažejo predvsem pri enostavnejšem in hitrejšem načrtovanju pametnih tovarn. Poleg tega je načrtovanje enoznačno definirano, kar pomeni, da uporabnik ve, kaj mora storiti pri določenem nivoju načrtovanja.

Področja uporabe

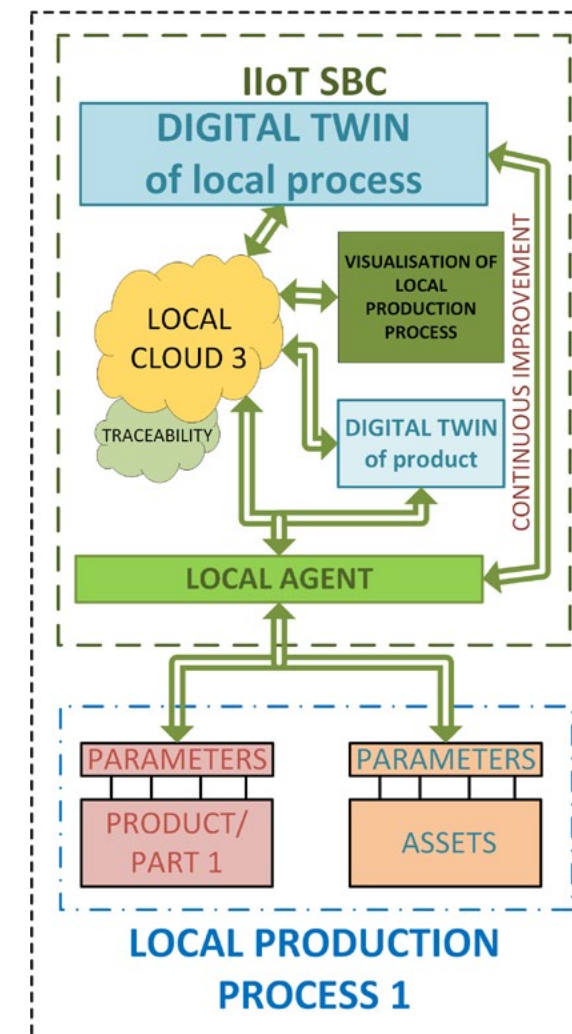
Arhitekturni model pametne tovarne LASFA se uporablja za načrtovanje pametnih tovarn za različne velikosti in različne panoge. Model je splošen in se ga med drugim lahko uporablja tudi za: avtomatizacijo proizvodnje, načrtovanje pametnih tovarn, planiranje proizvodnje, itd. Učinkovito se arhitekturni model lahko uporabi tudi pri transformaciji obstoječih tovarn v pametne tovarne in za novogradnje.

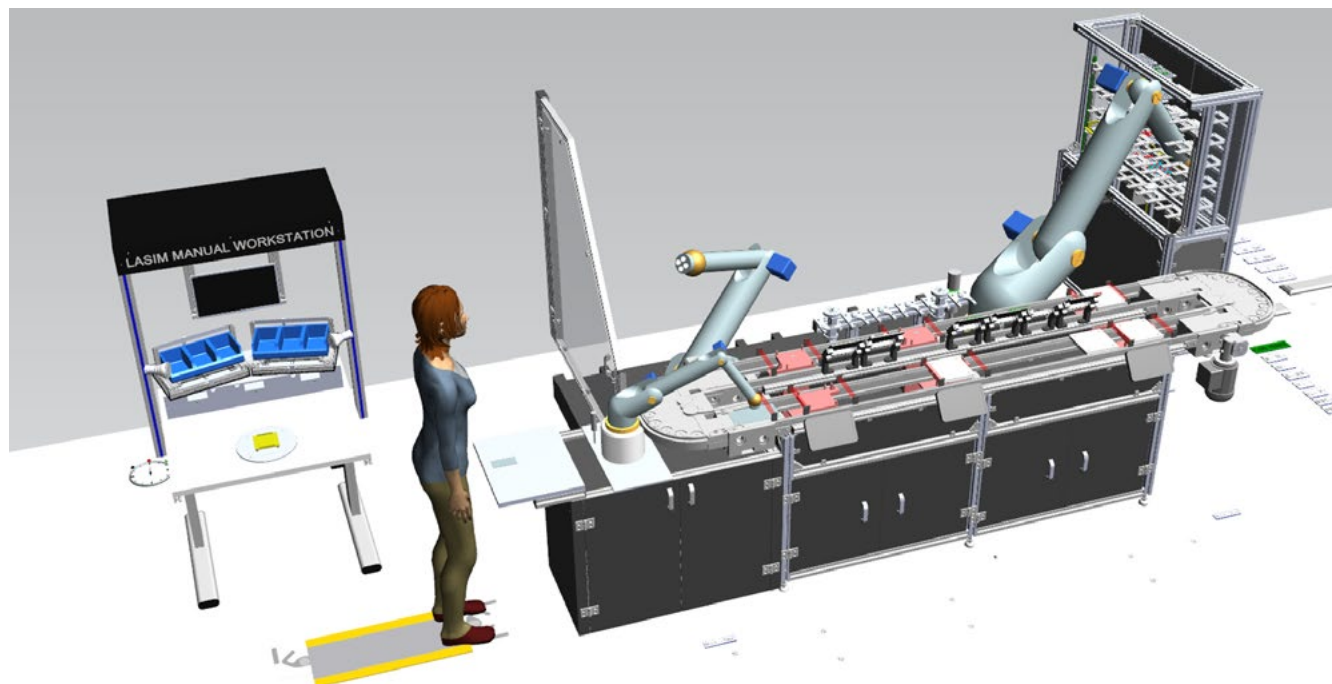
Sodelujoči partnerji

- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo (fs.uni-lj.si)

Več informacij

- Matevž Resman (matevz.resman@fs.uni-lj.si)
- dr. Hugo Zupan (hugo.zupan@fs.uni-lj.si)
- prof. dr. Niko Herakovič
(niko.herakovic@fs.uni-lj.si)





VPELJAVA DIGITALNEGA DVOJČKA V PROIZVODNE SISTEME

Digitalni dvojček predstavlja digitalno kopijo realnega sistema z vsemi detajli in se uporablja za usmerjanje in optimiranje proizvodnje, za napovedljivo proizvodnjo ter tudi za izdelavo delovnega plana. Digitalni dvojček je najboljšo orodje za izvajanje »kaj-če« scenarijev, saj lahko hitro ugotovimo, kako sprememba vhodnih podatkov, parametrov in resursov vpliva na realni sistem.

Namen

Digitalni dvojček predstavlja nadgradnjo simulacijskega modela. Pri načrtovanju simulacijskega modela proizvodnje poteka vnašanje podatkov ročno, kar hitro privede do napak. Pri uporabi digitalnega dvojčka zajem podatkov iz sistema poteka avtomatsko in s tem praktično odpravi možnosti napak. Poleg tega digitalni dvojček vrača podatke nazaj v sistem. Pri digitalnem dvojčku je komunikacija dvosmerna.

Funkcija

Razvili smo generalizirano metodologijo za zajem podatkov, ki so potrebni za izdelavo digitalnega dvojčka.

S pomočjo te metodologije lahko hitro opišemo proizvodno linijo in izdelamo digitalni dvojček samo s podatki, ki jih nujno potrebujemo.

Inovativnost

Rešitev je inovativna, saj je število podatkov za obdelavo veliko manjše, pri tem pa nova rešitev preprečuje vnos napačnih ali nepotrebnih parametrov v digitalni dvojček proizvodnje. S tem se izboljša zanesljivost in hitrost načrtovanja digitalnega dvojčka. Inovativnost se kaže tudi v samem pristopu k načrtovanju digitalnega dvojčka, saj smo razvili metodologijo za definiranje parametrov, ki so potrebni za načrtovanje digitalnih dvojčkov različnih proizvodnih sistemov.

Učinki

Razviti sistem se uporablja za planiranje in usmerjanje proizvodnje v realnem času in omogoča spreminjanje plana dela v primeru nepričakovane zaustavitve proizvodnje. Učinki se kažejo tudi pri načrtovanju pametne tovarne, saj zaradi optimalne razporeditve strojev in ostalih naprav lahko prihranimo veliko prostora in s tem povezanega denarja.

Področja uporabe

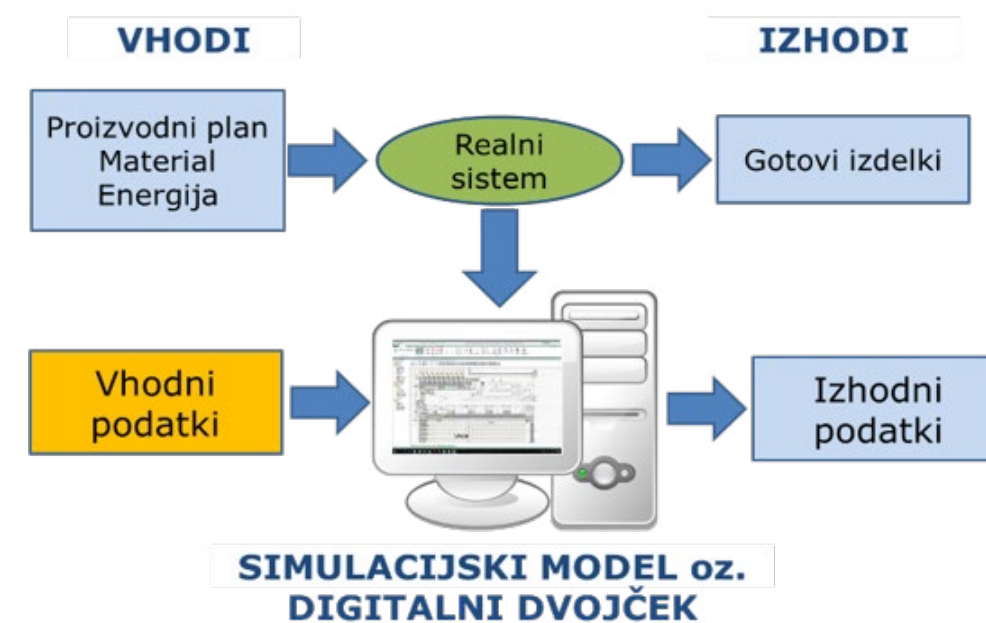
Rešitev se uporablja na vseh področjih avtomatiziranja proizvodnje, pri načrtovanju pametnih tovarn ali transformiranju tradicionalne tovarne v pametno tovarno ter za izdelavo plana proizvodnje. Uporabna je tako za velika kot tudi za mala in srednja podjetja.

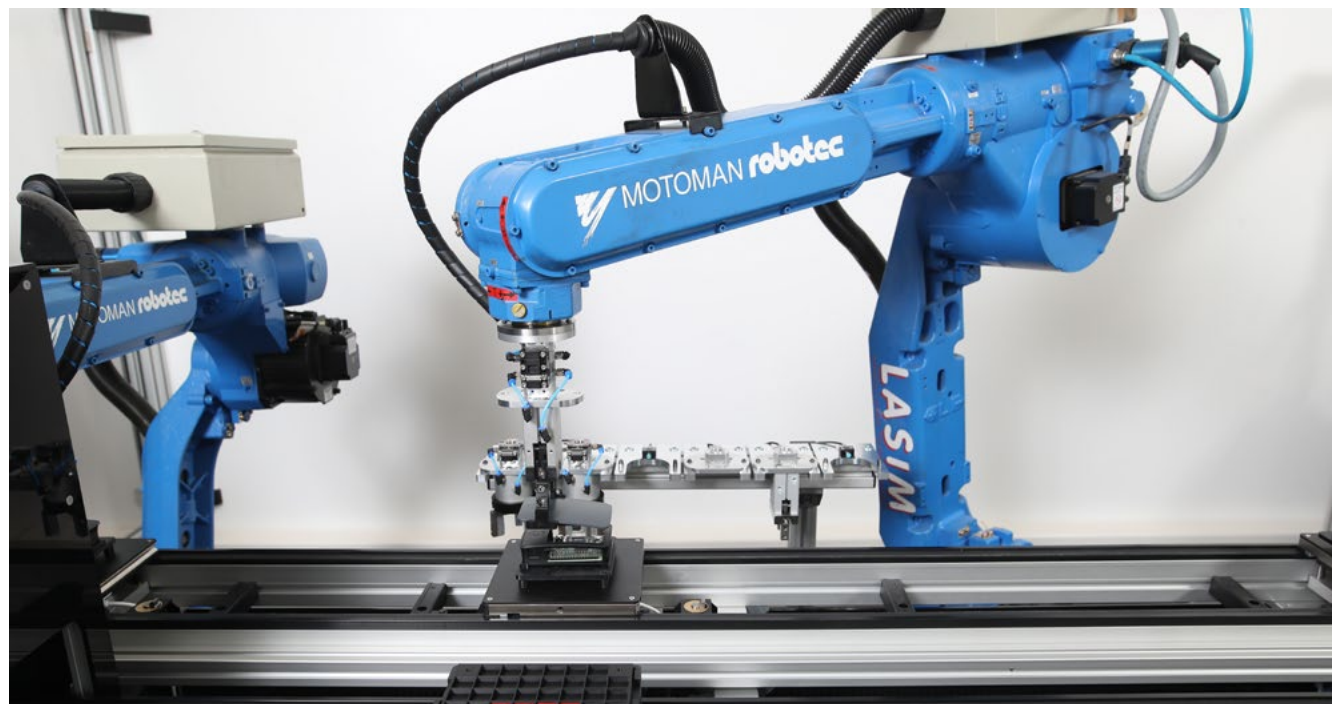
Sodelujoči partnerji

- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo (fs.uni-lj.si)
- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektor.com)

Več informacij

- Matevž Resman (matevz.resman@fs.uni-lj.si)
- dr. Hugo Zupan (hugo.zupan@fs.uni-lj.si)
- prof. dr. Niko Herakovič (niko.herakovic@fs.uni-lj.si)





DEMONSTRACIJSKI CENTER PAMETNA TOVARNA

Demonstracijski center Pametna tovarna predstavlja pametno tovarno z vsemi ključnimi tehnologijami I 4.0 in je edini v Sloveniji. Zasnovan je v skladu z arhitekturnim modelom pametne tovarne LASFA in na konceptu distribuiranih sistemov, sledljivost in osnova za komuniciranje med posameznimi gradniki pa je izvedena z RFID tehnologijo.

Namen

Demonstracijski center Pametna tovarna je namenjen v prvi vrsti raziskavam in razvoju obstoječih in novih tehnologij Industrije 4.0, izobraževanju študentov, projektnemu delu in izobraževanju ter delavnicam za industrijske partnerje.

Funkcija

Demonstracijski center Pametna tovarna omogoča popolnoma samodejno delovanje in odločanje, ter prikazuje pristope povezovanja ključnih tehnologij Industrije 4.0 (sledljivost izdelka, digitalni dvojčki z digitalnimi agenti, strojni vid, sodelovanje človeka z robotom, pametni zalogovnik, pametno ročno montažno mesto, itd.). Poleg naštetega je v demonstracijskem

centru vključeno tudi pametno ročno montažno mesto, ki ima prilagodljivo višino mize, prilagodljive zalogovnike glede na doseg rok, pick by light, prilagodljivo svetlost in kot luči.

Inovativnost

Demonstracijski center Pametna tovarna predstavlja izvirno povezovanje naprednih tehnologij med seboj. Sistemi med seboj niso povezani v centraliziran sistem, ampak tvorijo distribuiran sistem, razdeljen na več podsistemov z lastno logiko (digitalni dvojček v sodelovanju z lokalnim digitalnim agentom) in možnostjo sprejemanja lokalnih odločitev in lokalne optimizacije. Posamezni podsistemi komunicirajo medsebojno brez nenehne direktne komunikacije z enim centralnim vozliščem, kar zmanjša zamude in

težave v komunikaciji in prenosu podatkov. Tako se tudi poveča sposobnost sistema za hitro reševanje napak. Inovativno je tudi pametno ročno montažno mesto, ki ima prilagodljivo osvetlitev, avtomatsko nastavljivo višino delovnega mesta in zalogovnikov glede na spol in konstitucijo delavca.

Učinki

Učinki demonstracijskega centra pametna tovarna se kažejo v le minimalni in nujni komunikaciji s centralnim vozliščem, kar omogoča hitro in samodejno sprejemanje odločitev na lokalnem nivoju. Demonstracijski center je grajen tako, da omogoča dodajanje novih tehnologij in njihovo testiranje v laboratorijskem okolju. Učinki pametnega ročnega montažnega mesta so predvsem povečanje učinkovitosti dela ter bolj ergonomski pogoji za delavca. Zaradi vsega naštetega je rešitev zanimiva.

Področja uporabe

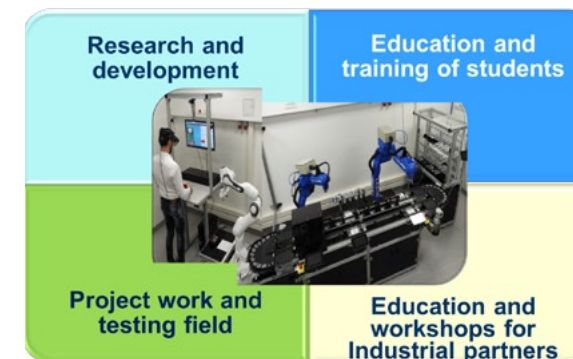
Rešitev je uporabna na vseh področjih proizvodnje in v vseh panogah, kjer želimo povečati učinkovitost proizvodnje, avtomatizacije, logistike itd. tako za velika kot tudi mala in srednja podjetja.

Sodelujoči partnerji

- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo (fs.uni-lj.si)
- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektor.com)

Več informacij

- prof. dr. Niko Herakovič (niko.herakovic@fs.uni-lj.si)
- dr. Hugo Zupan (hugo.zupan@fs.uni-lj.si)
- dr. Miha Pipan (miha.pipan@fs.uni-lj.si)
- Jernej Protner (jernej.protner@fs.uni-lj.si)





DEMONSTRACIJA INTELIGENTNEGA PLANIRANJA PROIZVODNJE

Umetna inteligenca je ena izmed ključnih omogočitenih tehnologij Industrije 4.0.

Demonstrirana programska platforma Qlector LEAP predstavlja orodje za učinkovitejše reševanje izzivov na področju celostnega usmerjanja, analiziranja in optimizacije proizvodnih ter poslovnih procesov.

Namen

Usmerjanje proizvodnje in inteligentno planiranje, napoved realizacije, predlogi ukrepov v primeru zastojev in analiza njihovega vpliva na poslovne rezultate ter napovedovanje potreb (naročila, dobavna veriga, kadri ...).

Funkcija

Vpogled v trenutno stanje v proizvodnji prek povezave na proizvodne in poslovne sisteme (ERP, MES, PLC, IoT) z omogočenim alarmiranjem ob zaznanih anomalijah v realnem času. Inteligentno planiranje omogoča enostaven vpogled v realizacijo in napoved delovnih nalogov. Med dodatne scenarije uporabe spadajo opozarjanje glede sovpadanja menjav

orodij, spremljanja zalog (napoved porabe, planiranje naročanja), napoved zamud in prostih kapacitet ter avtomatsko posodabljanje mikrop plana in obveščanje odgovornih.

Inovativnost

Za potrebe Platforme virtualne tovarne smo demonstrirali inovativen pristop k usmerjanju in spremljanju proizvodnje na osnovi umetne inteligence.

S tem smo uvedli novo paradigmo na področju planiranja proizvodnje, ki temelji na statističnem digitalnem dvojčku in modelu proizvodnih zmogljivosti.

Pomembne inovativne lastnosti platforme so tudi modularnost, avtomatsko učenje iz zgodovinskih po-

datkov in t.i. » knowledge graph« za strukturiranje podatkovnega modela proizvodnje.

Učinki

Prihranek časa vodjem in planerjem z uporabo orodja za inteligentno planiranje proizvodnje ter izboljšana napoved organizacijskih zastojev in njihovo zmanjšanje – do 3 dni vnapij in do 25-odstotno zmanjšanje na demonstracijskem primeru. Hkrati je dosežen tudi transparenten in avtomatiziran prenos informacij med planerji in proizvodnjo z pregledno vizualizacijo podatkov.

Področja uporabe

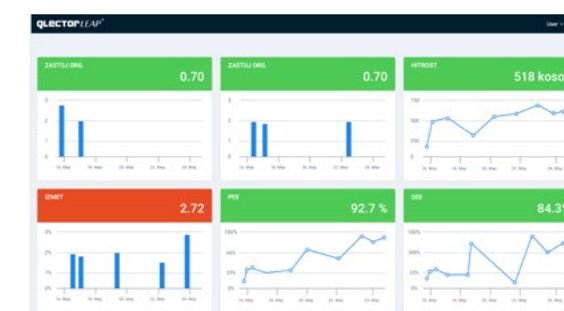
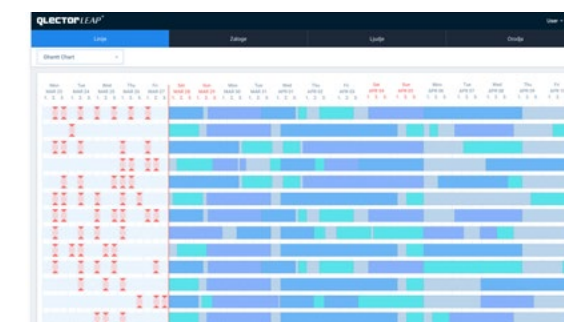
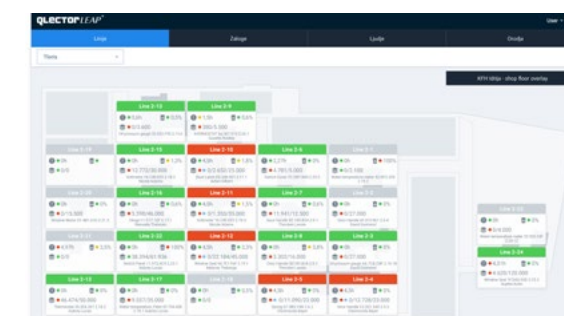
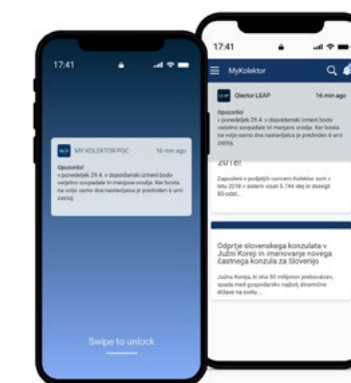
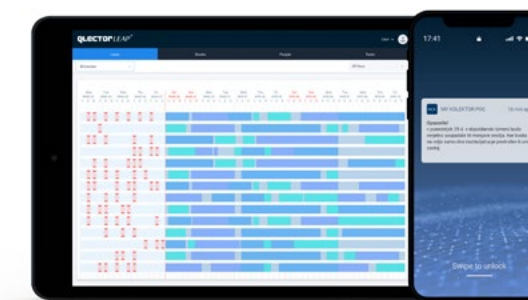
Spremljanje in usmerjanje proizvodnje v različnih industrijskih panogah, kjer se podjetja srečujejo z velikimi zalogami, dolgimi proizvodnimi časi in dolgimi dobavnimi roki vhodnega materiala, nenatančnimi napovedmi povpraševanja, izzivom planiranja na osnovi normativov, neučinkovitim prenosom informacij ...

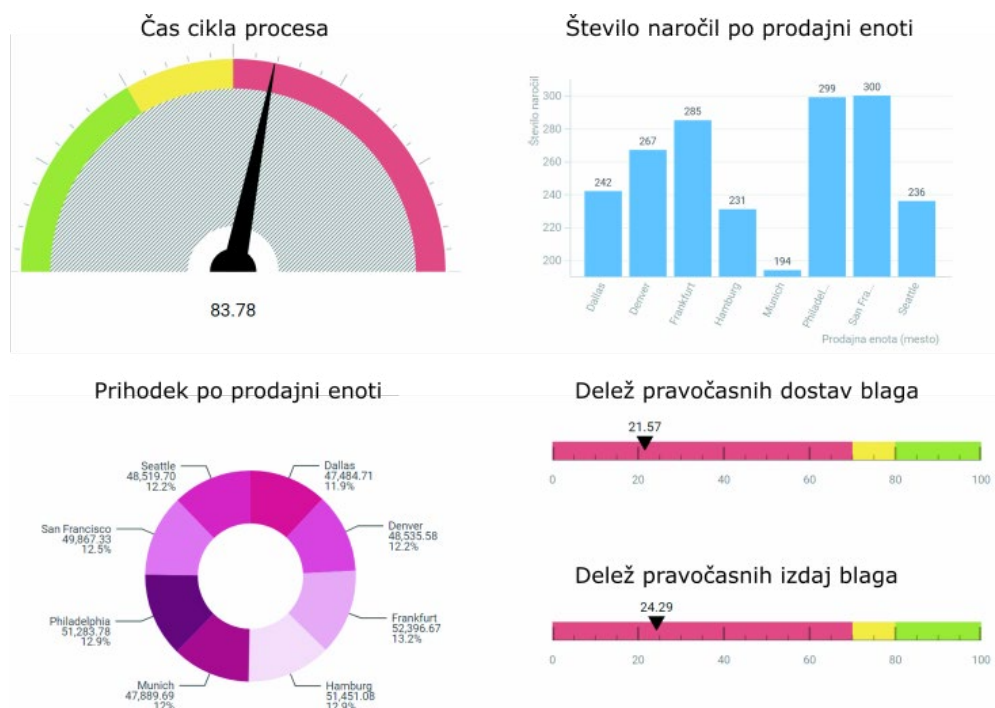
Sodelujoči partnerji

- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektor.com) v povezavi s podjetjem Qlector d.o.o. (www.qlector.com)

Več informacij

- Nejc Lisac (nejc.lisac@kolektor.com)
- Aleš Gajšek (ales.gajsek@kolektor.com)





UPORABNIKU PRILAGOJENA NADZORNA PLOŠČA ZA PRIKAZ KLJUČNIH KAZALNIKOV USPEŠNOSTI PROCESA

Ključne informacije v pravi obliki, ob pravem času, na pravem mestu!

Namen

Vodstvo podjetja in njihovi skrbniki procesov sprejemajo odločitve glede na razpoložljive informacije ter pretekle izkušnje. Ključne informacije o procesu se pogosto nahajajo v različnih informacijskih sistemih, ki med seboj niso povezani. Dostopanje do informacij in njihova obdelava v obliko primerno za uporabnika pa je lahko dolgotrajna in podvržena napakam. Zaradi tega je smiselna implementacija krovnega orodja, s katerim posredujemo posamezniku prilagojene ključne informacije v skoraj realnem času na enostaven, razumljiv in dostopen način, s čimer bistveno izboljšamo poslovanje podjetja.

Funkcija

Implementirana so bila orodja ARIS platforme za procesno rudarjenje, ki končnemu uporabniku prikazu-

jejo ključne informacije o poteku izvajanja procesa, rezultatih in okolju v katerem se proces izvaja. Sistem potrebne podatke pridobiva iz informacijskih sistemov, kot je npr. SAP. Poleg kazalnikov uspešnosti, sistem sprotno opravlja in prikazuje prednastavljene analize ter procesne tokove, ki še dodatno izboljšajo razumevanje podanih informacij. Dodatno sistem omogoča avtomatično iskanje ključnih vzrokov za prikazane rezultate procesov.

Inovativnost

Implementiran sistem uporablja najmodernejšo tehnologijo rudarjenja procesov, ki se od predhodnih metod razlikuje v tem, da je postopek v večji meri avtonomen, omogoča spremljanje procesov preko več informacijskih sistemov, lahko poteka v skoraj realnem času ter omogoča uporabo rezultatov za načrtovanje izboljšanih procesov. Tak sistem

omogoča enostavno vključevanje orodij umetne inteligence (AI) in je še posebej uporaben pri podpori spremenljivim procesom kot je npr. robotsko podprta rekonfiguracija.

Učinki

Uporabniki sistema imajo dostop do ključnih informacij o učinkovitosti procesa zbranih na enem mestu. Sistem jim omogoča lažje in boljše odločanje, ki temelji na informacijah in velik prihranek časa.

Področja uporabe

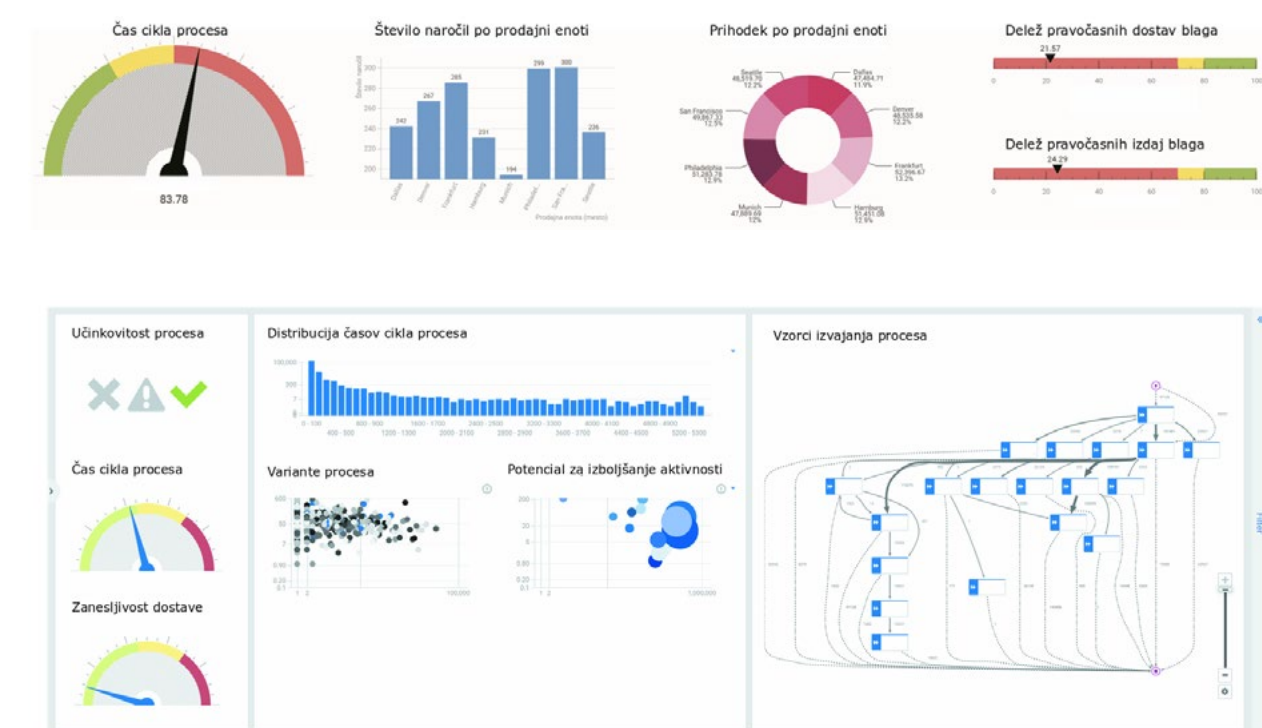
Sistem smo preizkušali na realnih vzorcih v sodelovanju s podjetjem KOLEKTOR GROUP d.o.o., lahko pa se uporablja v vseh podjetjih, ki imajo svoje delovanje podprto z informacijskimi sistemi.

Sodelujoči partnerji

- Institut "Jožef Stefan" - Odsek za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko (www.ijs.si)
- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektor.com)

Več informacij

- Jaka Jereb (jaka.jereb@ijs.si)





ADAPTIVNA ROBOTSKA CELICA

Modularen pristop k avtomatizaciji statističnih procesnih meritev.

Namen

Za zagotavljanje ustrezne kakovosti izdelkov je potrebno dosledno ter redno preverjati razne parametre merencev v tekoči proizvodnji. Poleg same kontrole kakovosti je ključna tudi optimalnost procesa izdelave. Na podlagi neustreznih dimenzij merencev je direktno ali posredno mogoče sklepati na težave v proizvodnji, kot npr. iztrošenost rezkalnih nožev, neustrezno nastavljene brizgalne stroje in drugo. Trenutni sistem procesne kontrole temelji večinoma na ročnih meritvah operaterjev z velikim naborom merilnikov in merilnih postopkov.

Funkcija

Robotska celica omogoča avtomatizacijo statističnih procesnih meritev. Z avtomatizacijo meritev je mogoče zmanjšati oziroma skoraj izničiti vpliv operaterja. Prav tako se je zmanjšal nabor merilnih sistemov ter

merilnih postopkov na štiri merilna mesta. Trenutna konfiguracija vključuje pomembne komponente Industrije 4.0, saj omogoča množico dimenzijskih meritev na različnih produktih, poleg tega je modularna in tudi rekonfigurabilna.

Inovativnost

Modularna zasnova omogoča poljubno postavitve posameznih podenot glede na osrednjo mizo z robotom, vse to glede na nabor zahtevanih meritev. Naloge robota so določene modularno ter glede na lokalni koordinatni sistem podenot/miz. Zaradi velikih dimenzijskih in oblikovnih raznolikosti je bil razvit sistem za samostojno izmenjavo prstov. Ti so načrtani za optimalno prijemanje posameznih oblikovno in dimenzijsko različnih izdelkov. Neuporabljeni prsti, zlati kosi in ležišča so pred vplivi okolice, kot so svetloba, prah, vlaga, spravljani v zalogovniku v središču mize.

Učinki

Sistem na podlagi izbranega števila vzorcev, vzetih iz proizvodnega procesa, sledi planu kontrole preko definicij zapisanih v operacijskih listih. Izmerjene vrednosti se direktno beležijo lokalno. Vrednosti so dostopne višjim uporabnikom ter storitvam v podatkovnem oblaku. Večja odstopanja ter postopen odmik merilnih podatkov od nominalne vrednosti so dober indikator za nadaljnje odločitve o potrebnih spremembah v nastavitvah samega procesa (obdelovalni stroji, brizgalni stroji, drugo) in odločitve na nivoju upravljanja.

Področja uporabe

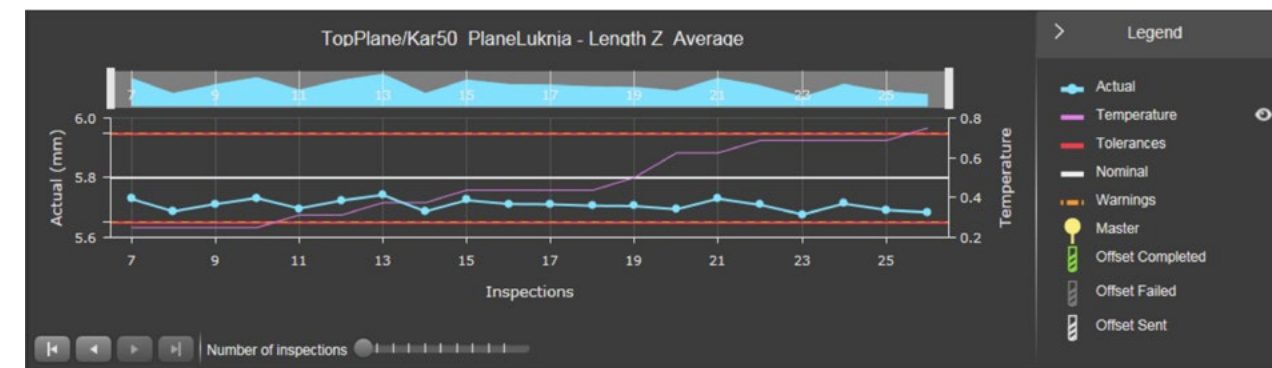
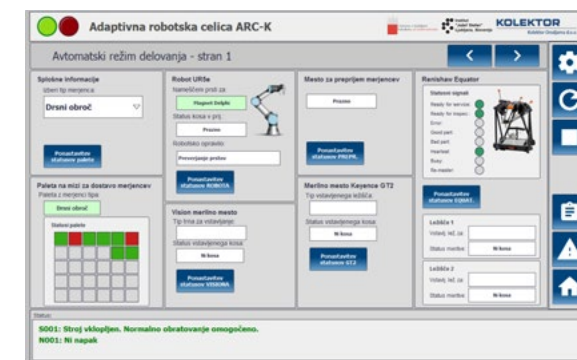
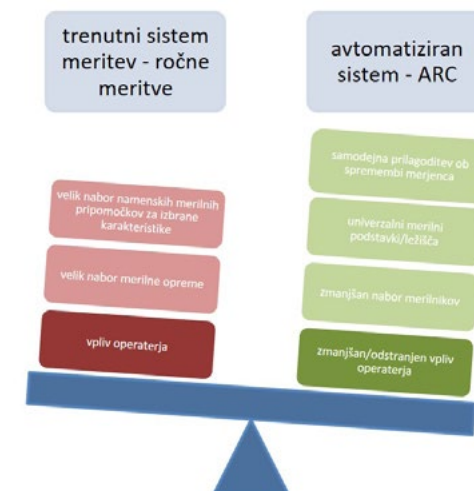
Proizvodni procesi, statistična procesna kontrola (Statistical Process Control - SPC).

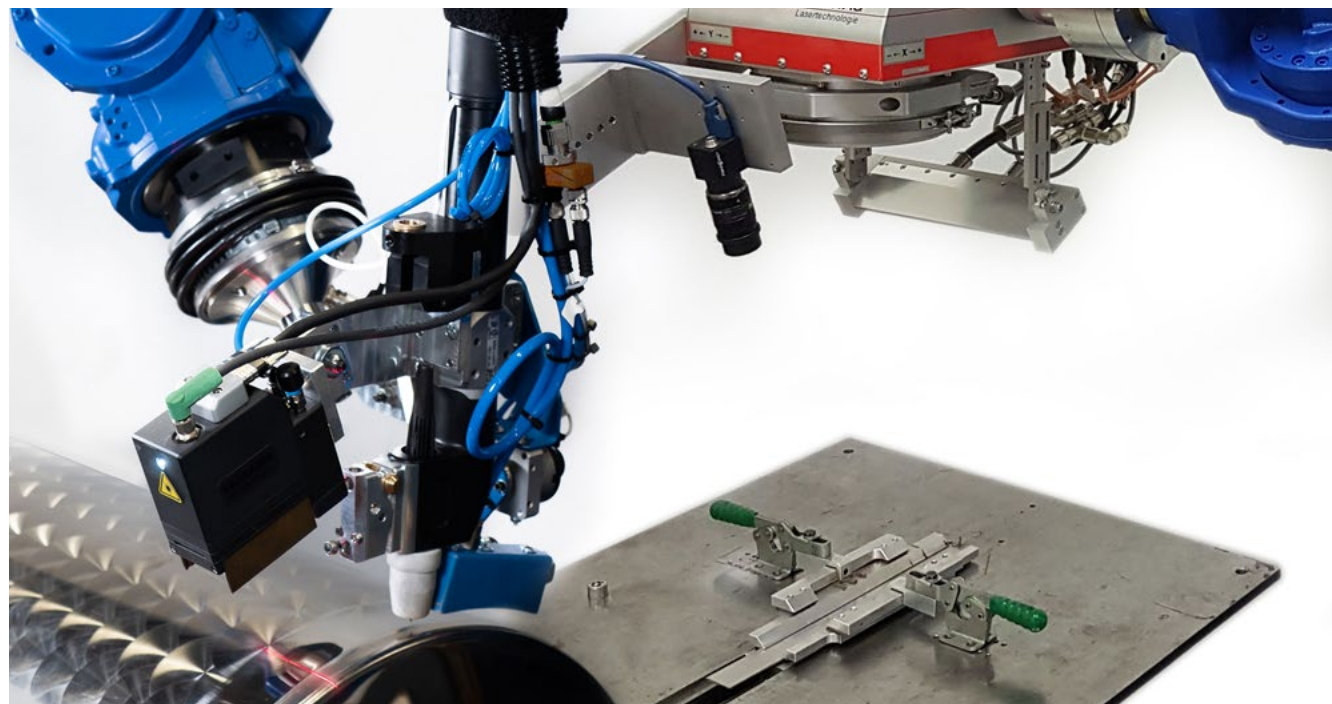
Sodelujoči partnerji

- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektor.com)
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko (www.robotlab.si)
- Institut "Jožef Stefan" (www.ijs.si)

Več informacij

- Robert Čerin (robert.cerin@kolektor.com)
- Marko Munih (marko.munih@fe.uni-lj.si)





MOTOSense PLATFORMA ZA PRILAGODLJIVO KRMILJENJE ROBOTSKJE OBDELAVE Z LASERSKO TRIANGULACIJO

Razviti laserski sistem omogoča natančno in fleksibilno kontrolo robotske obdelave, zato je tehnologija primerna za proizvodnjo manjših serij in prilagojenih izdelkov.

Namen

Pri maloserijski proizvodnji in proizvodnji, ki je prilagojena kupcu, predstavlja pomembno omejitev pri uvajanju robotiziranih sistemov časovno potratno in premalo natančno programiranje robotske obdelovalne poti. Poseben izziv predstavlja robotizirana laserska obdelava maloserijskih kosov, kjer zahtevana natančnost presega zmogljivost vizualnega programiranja. Zaradi vse tanjših pločevinastih polizdelkov se povečujejo zahteve po kompleksnih in dragih vpenjalnih pripravah.

Funkcija

MOTOSense platforma omogoča izmero 3D oblike obdelovanca pred obdelavo, sprotno korigiranje trajektorije in drugih parametrov med obdelavo ter nadzor oblike po obdelavi. S tem je omogočena popolna prilagoditev na vsak posamezni obdelovanec.

Inovativnost

Inovativnost se izraža v uporabi laserske trinagulacijske povratne zanke za sproten nadzor oblike obdelovanca. Razviti sistem predstavlja novost na

svetovnem trgu na področjih obdelav maloserijskih produktov kompleksnih 3D oblik. Rešitev je zaščitena z mednarodnim patentom, ki je tik pred podelitvijo (WO2017017054 A1).

Učinki

Razvita tehnologija omogoča 100 % nadzor kakovosti procesa.

Področja uporabe

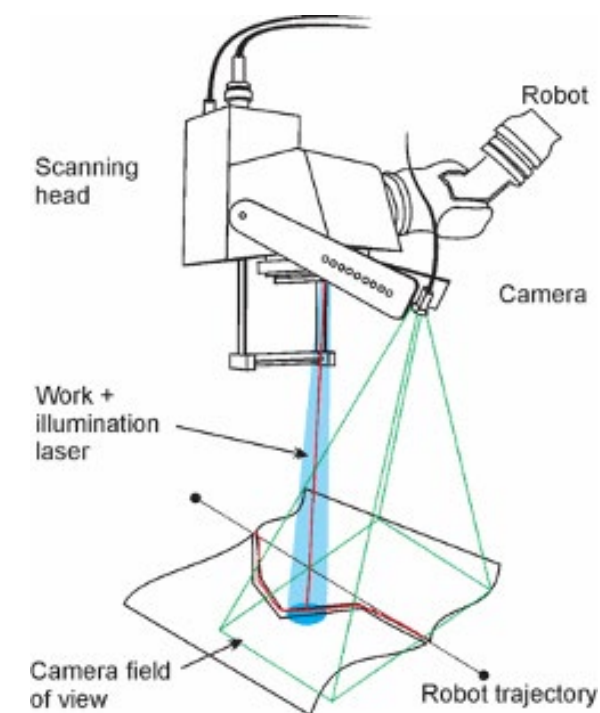
Robotizirano varjenje, laserske obdelave, brušenje, raziglanje.

Sodelujoči partnerji

- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo (fs.uni-lj.si)
- YASKAWA Slovenija d.o.o. (www.yaskawa.si)

Več informacij

- Erih Arko (erih.arko@yaskawa.eu.com)





MODULARNA PROGRAMSKA PLATFORMA ZA OPTIČNO KONTROLO IZDELKOV

Strojni vid je ena izmed ključnih omogočitvenih tehnologij Industrije 4.0. Razvita programska platforma predstavlja orodje za učinkovitejše reševanje izzivov na področju avtomatizacije procesov zagotavljanja kakovosti.

Namen

Za avtomatsko, brezkontaktno, optično kontrolo kakovosti izdelkov, polizdelkov in surovin.

Funkcija

Programska platforma vsebuje komponente za zajem eno ali več modalnih slikovnih podatkov in metode za njihovo vrednotenje. Metode so primerne za detekcijo napak na površinah polizdelkov in izdelkov. Omogoča tudi spremljanje kakovosti proizvodnih procesov.

Inovativnost

Razvili smo napredne metode za detekcijo napak, ki temeljijo na pristopih globokega učenja. S tem smo uvedli novo paradigmo na področju strojnega vida, ki temelji na bolj splošnem reševanju problemov s podatki in vodenim globokim učenjem. Sposobnost metod na izbranih vzorcih je boljša od znanih state-of-the-art rešitev. Uporabne so tako na homogenih kot nehomogenih, strukturiranih površinah, kar je nemogoče doseči s konvencionalnimi metodami strojnega vida. Pomembni lastnosti platforme sta tudi modularnost in fleksibilnost.

Učinki

Programska platforma predstavlja integralni del programskih rešitev v strojih za optično kontrolo, ki jih proizvaja Kolektor.

Področja uporabe

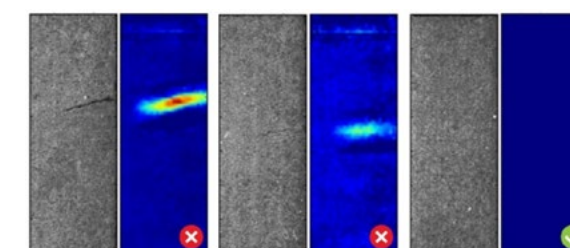
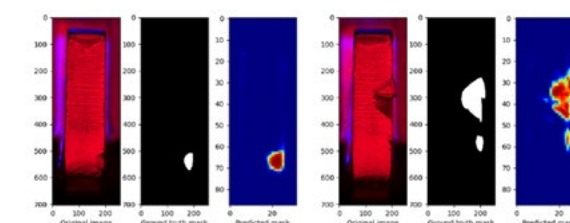
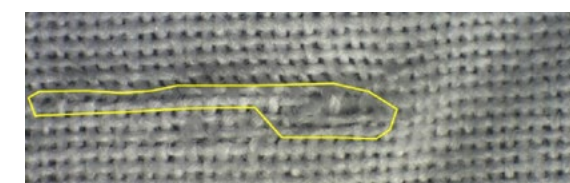
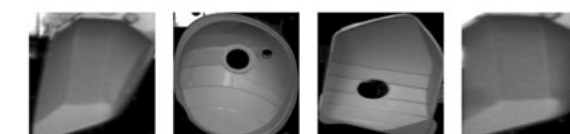
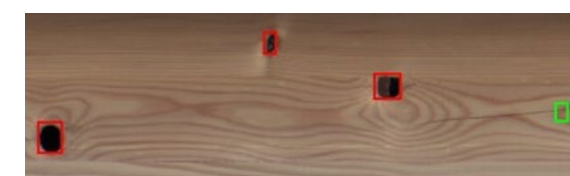
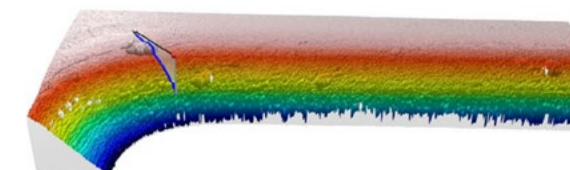
Optična kontrola kakovosti in spremljanje procesov v različnih industrijskih panogah. Avtomatizacija procesov, odprava nekvalificiranih delovnih mest, ponovljivo objektivno odločanje, v neprekinjenem režimu delovanja tudi v okolju, ki je za človeka zelo obremenjujoče.

Sodelujoči partnerji

- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektorvision.com)
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Laboratorij za umetne vizualne spoznavne sistema (www.fri.uni-lj.si)
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za strojno inteligenco (www.fe.uni-lj.si)

Več informacij

- Jure Skvarč (jure.skvarc@kolektor.com)





PROGRAMSKA PLATFORMA ZA VODENJE ROBOTSKIH MANIPULATORJEV BREZ NAMENSKEGA PROGRAMIRANJA

Razvita programska platforma omogoča uporabniku hitrejšo integracijo robotskih manipulatorjev, hitro programiranje in visoko fleksibilnost robotskih manipulacij za zvezno in točkovno kontrolo kakovosti izdelkov.

Namen

Klasično programiranje robotov za kontrolo kakovosti izdelkov je dolgotrajen postopek, ki ga običajno izvajajo usposobljeni operaterji. Vsaka nadaljnja sprememba robotske naloge je zato zamudna in draga. Razvita platforma poenostavi ter s tem pohitri proces integracije v industrijsko okolje.

Funkcija

Ročno programiranje robotskih poti zahteva določitev točk, prehodov med njimi in časovnega poteka gibanja. V okolju, ki smo ga razvili, operater izbere točke pregledovanja na CAD izrisu izdelka, iz česar sistem samodejno generira želeno pot pregledova-

nja in s pomočjo optimizacijskega algoritma določi najprimernejši časovni potek gibanja robota. Primer-na je za integracijo z večjimi industrijskimi roboti, kot tudi s sodelujočimi roboti v deljenem delovnem prostoru s človekom.

Inovativnost

Razviti sistem uporablja napredne algoritme za načrtovanje robotskih poti in metode strojnega učenja za adaptacijo hitrosti izvedbe robotskih gibanj. Omogočeno je pokrivanje variacij tipa manipuliranega izdelka in/ali aplikacije, kot tudi mikro in makro lastnosti izdelka. Z implementacijo se zmanjša čas potreben za izvedbo kontrole kakovosti, ter posledično kapaciteta proizvodnje.

Učinki

Programska platforma predstavlja integralni del programskih rešitev pri implementaciji robotskih manipulatorjev v industrijskem okolju ter v strojih za kontrolo kakovosti, ki jih proizvaja Kolektor.

Področja uporabe

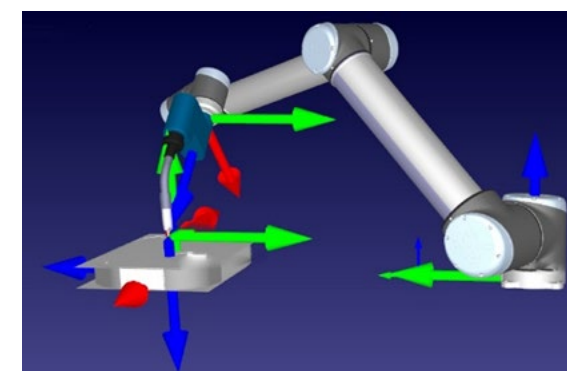
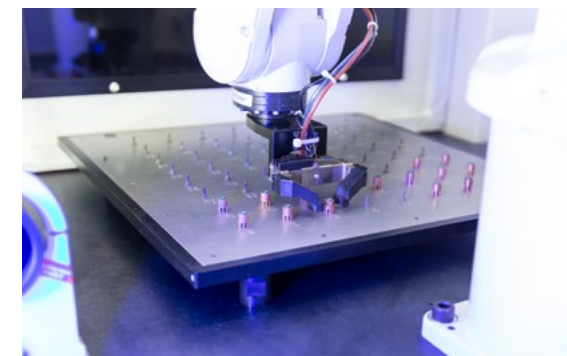
Kontrola kakovosti v industrijskem okolju, vodenje procesov za zajem slikovnih informacij s sistemi strojnega vida, vodenje robotskih manipulatorjev v povratni zanki z optično kontrolo v različnih industrijskih panogah.

Sodelujoči partnerji

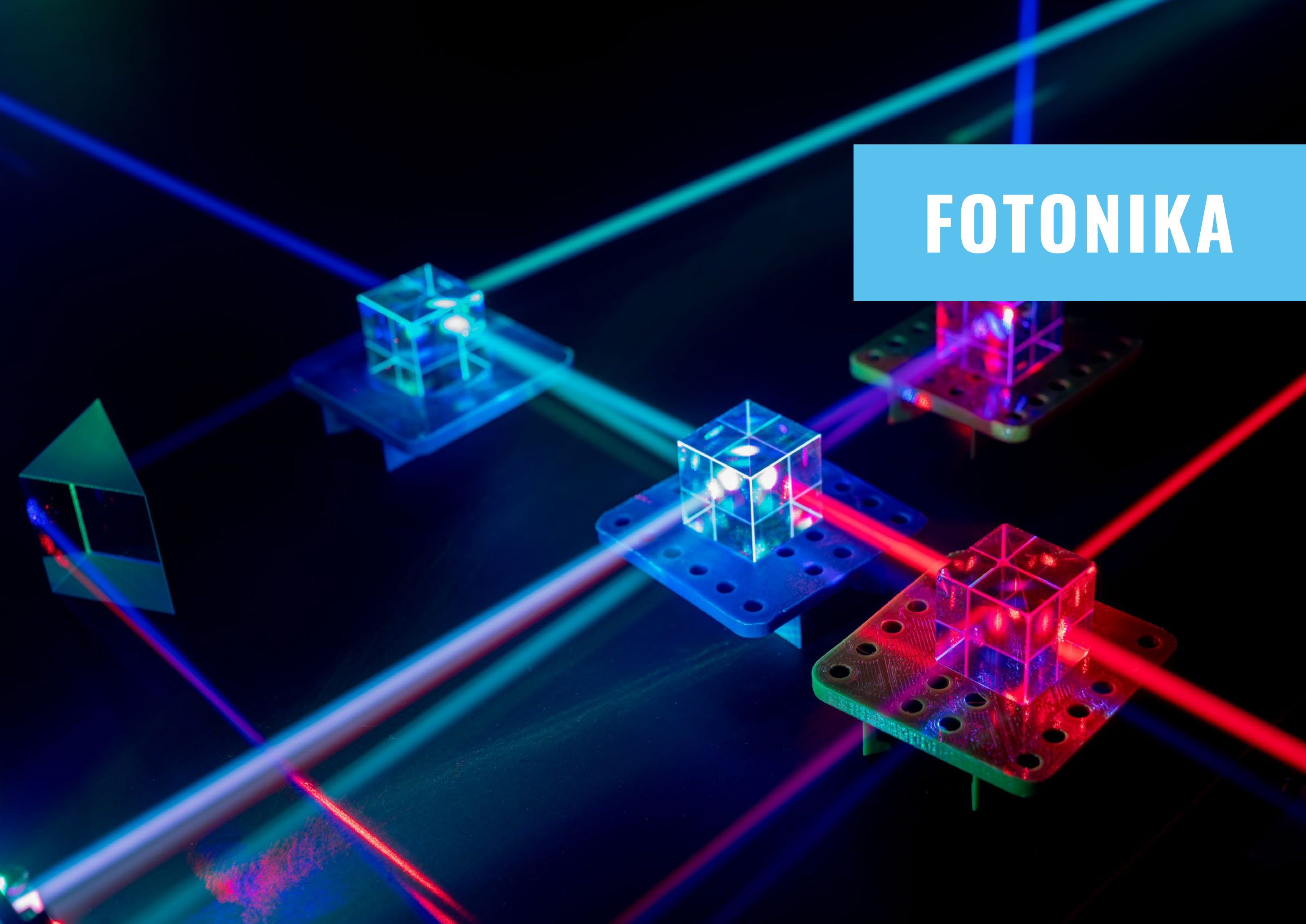
- KOLEKTOR GROUP d.o.o. (www.kolektorvision.com)
- Institut "Jožef Stefan" - Odsek za avtomatiko, biokibernetiko in robotiko (www.ijs.si)
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za elektrotehniko, Laboratorij za strojno inteligenco (www.fe.uni-lj.si)

Več informacij

- Jure Skvarč (jure.skvarc@kolektor.com)



FOTONIKA





SUBNANOSEKUNDNI MOPA LASERSKI SISTEM

Subnanosekundni MOPA laserski sistem generira laserske sunke z visoko vršno močjo in je izvrsten za odstranjevanje pigmentnih lezij in pomlajevanje kože.

Namen

Razvoj zanesljivega sub-nanosekundnega laserskega izvora z izjemno visoko vršno močjo sunka, ki deluje pri valovni dolžini 1064 nm ter pripadajočih delov naprave (npr. aplikatorjev, grafičnega vmesnika ipd.), ki omogočijo učinkovito in hkrati enostavno obdelavo pigmentnih lezij.

Funkcija

Raziskan in razvit je bil sub-nanosekundni laserski sistem MOPA. Laserski izvor je zasnovan z glavnim oscilatorjem (MO - Master Oscillator), ki proizvede kratek nizkoenergijski laserski sunek. Energija se ojači v zaporednem ojačevalniku (PA - Power Amplifier).

Inovativnost

Novo razviti laser odlikuje izjemna vršna moč laserskega sunka, ki je najvišja med vsemi podobnimi napravami na trgu. Z inovativnim dizajnom optične poti je kljub izjemni vršni moči zagotovljeno dolgotrajno delovanje naprave brez poškodb notranjih optičnih komponent. Laser odlikujeta posebni družini aplikatorjev, ki s pomočjo DOE (Diffractive Optical Element) tehnologije zagotavljajo popolnoma enakomerno zapolnjen profil delovnega svetlobnega žarka v primeru polno-zapolnjenih profilov oziroma izjemno enakomerno vršno moč posameznih točk v frakcionalnih profilih. Za laser je bil razvit zelo napreden, a hkrati za uporabo enostaven grafični vmesnik. Laserska naprava je najmanjša na trgu. Velikost, ki je posledica inovativnega dizajna sestavnih delov, predstavlja prednost na ključnih trgih.

Vse lastnosti naredijo namenske tretmaje izredno učinkovite, prijetne in enostavne za uporabnike.

Učinki

Subnanosekundni sunek ima izjemno visoko vršno moč sunka. Ta znaša 2.7 GW, kar je približno osemkrat več od moči enako namenskih nanosekundnih laserjev. Z izjemno vršno močjo je preko fotoakustičnega efekta možno bolj učinkovito odstranjevati raznovrstne pigmentne lezije v koži. Odstranjevanje se lahko dodatno pospeši z aplikacijo dvostopenjskega protokola FracTat, pri katerem kožo s frakcionalnimi aplikatorji najprej mikroporiramo, nato pa jo obdelamo še z aplikatorji, ki generirajo zapolnjen delovni profil svetlobnega žarka. Laser je primeren za obdelavo pigmentnih lezij in pomlajevalne tretmaje.

Področja uporabe

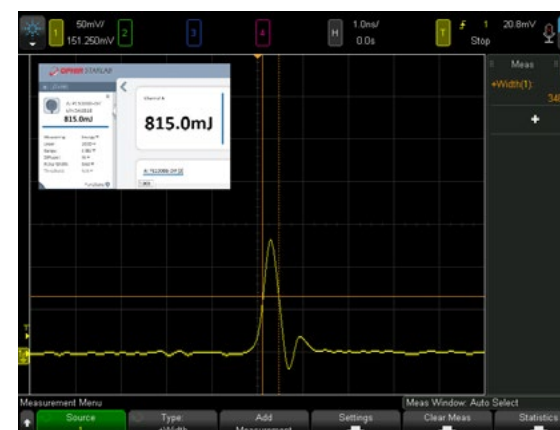
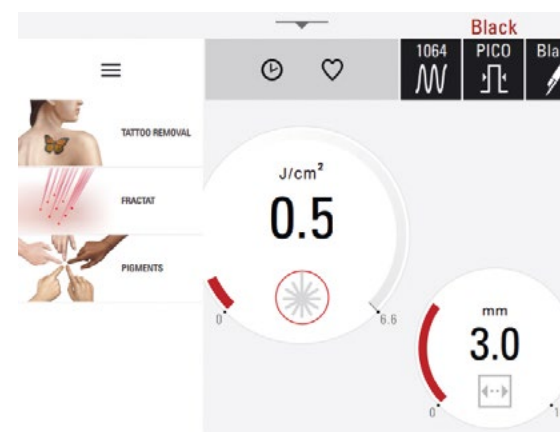
Laserska naprava se uporablja v lepotni in pomlajevalni industriji.

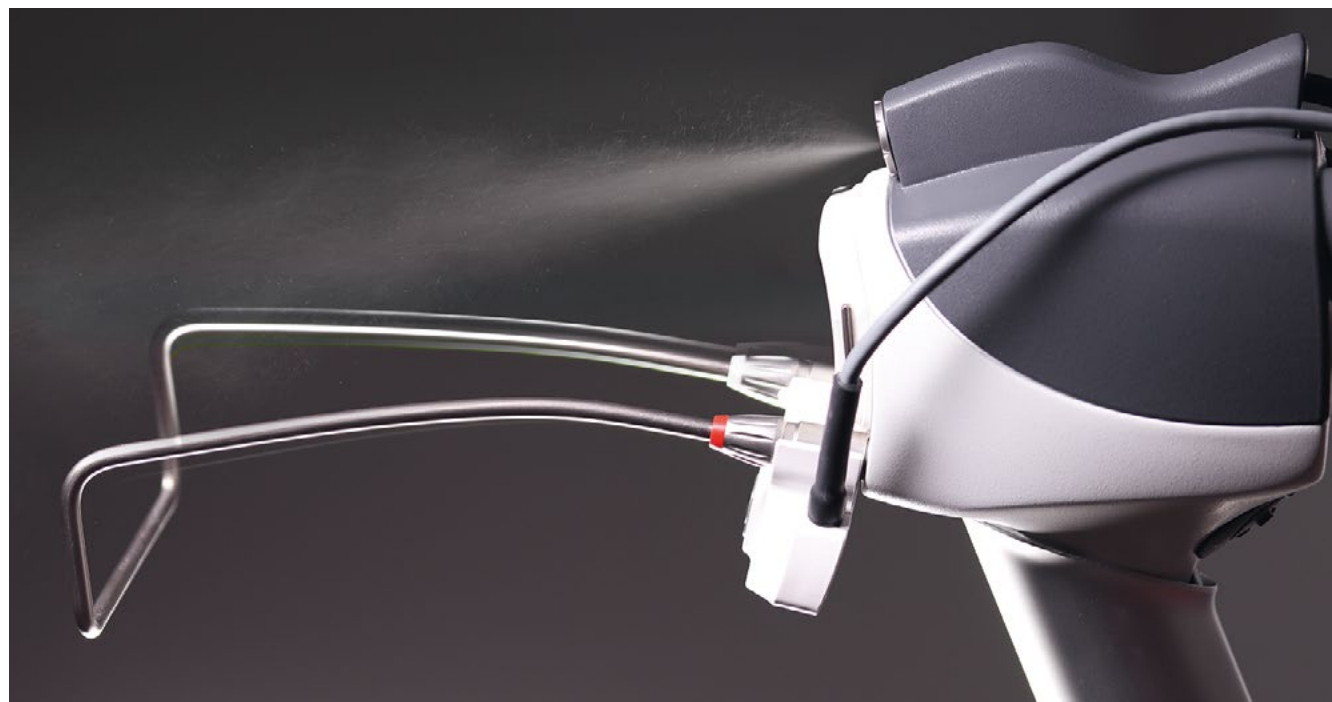
Sodelujoči partnerji

- Fotona d.o.o. (www.fotona.com)
- Institut »Jožef Stefan« (www.ijs.si)
- Optotek d.o.o. (www.optotek-medical.com)
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo (fs.uni-lj.si)
- LPKF d.o.o. (www.lpkf.com)
- Nela d.o.o. (www.nela.si)

Več informacij

- Dejan Škrabelj (dejan.skrabelj@fotona.com)





ALEKSANDRITNI LASER Z ILOOP SKENIRNIM SISTEMOM

Razviti sistem omogoča natančne in učinkovite medicinske dermatološke posege na osnovi integracije inovativnih optičnih in senzorskih rešitev.

Namen

Večina laserskih medicinskih posegov temelji na termičnem vzburjanju ciljnega tkiva, zato je izjemno pomembna nadzorovana absorpcija laserske svetlobe v ciljnem tkivu. Pri tovrstnih posegih je potrebno enakomerno in hitro osvetliti velike predele človeškega telesa. Zagotoviti je potrebno učinkovit poseg, da se zmanjša število ponovitev in časovna potratnost. Po drugi strani pa je potrebno skrbeti, da ne pride do prekomernega segrevanja tkiva in posledičnih poškodb.

Funkcija

Razviti laserski sistem vsebuje aleksandritni izvor valovne dolžine, ki se med posegi optimalno absorbi-

ra v ciljnem tkivu. Lasersko svetlobo se do površine kože usmerja s skenirno glavo, ki pokriva območje velikosti 84x84 mm ter ima vgrajene sisteme za sočasno hlajenje površine tkiva ter za spremljanje njegove temperature. S tem je možno nadzorovano segrevati podkožje, pri čemer ostaja površinska temperatura konstantna.

Inovativnost

Razviti sistem je edinstven v svetovnem merilu, saj omogoča bistveno boljši nadzor laserskega posega v primerjavi z obstoječimi sistemi. Laserska skenirna glava ima integrirana dva inovativna sistema za aktivno hlajenje kože ter temperaturni nadzor.

Učinki

Izboljšana učinkovitost laserskih dermatoloških posegov.

Področja uporabe

Laserski medicinski posegi, dermatologija, estetska medicina.

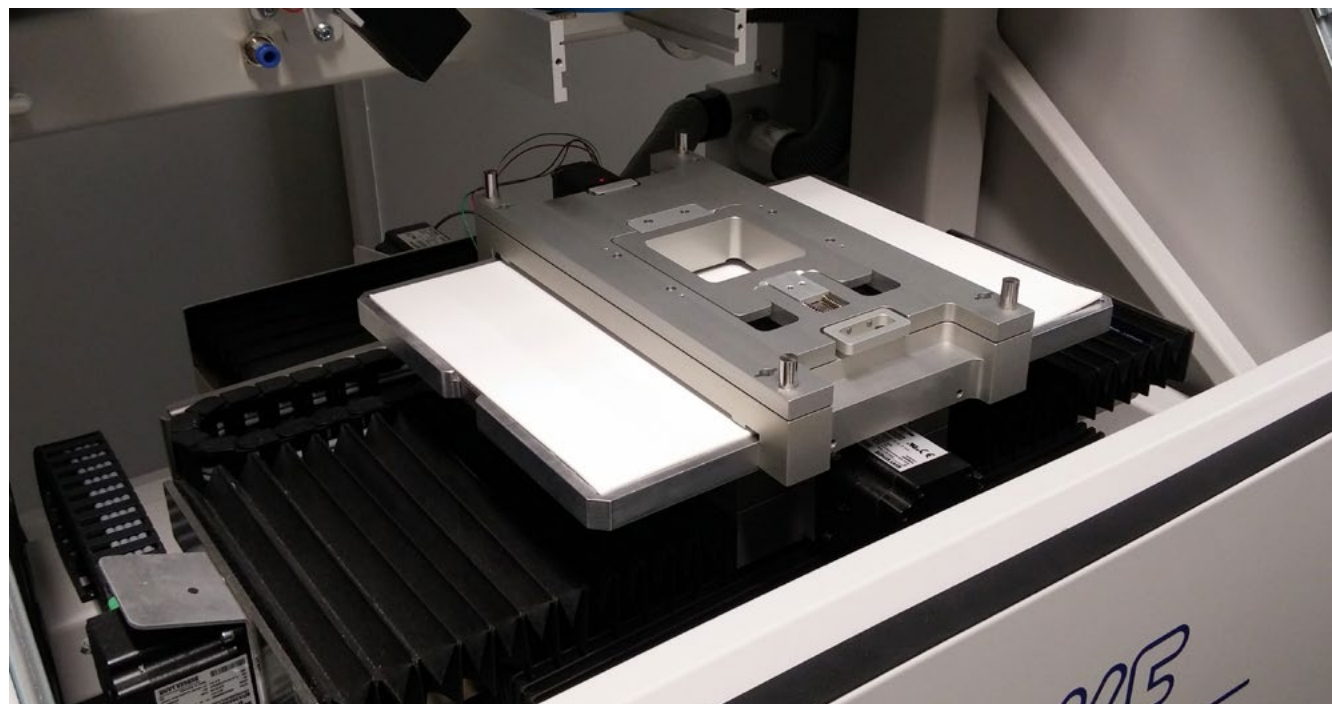
Sodelujoči partnerji

- Fotona d.o.o. (www.fotona.com)
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za lasersko tehniko (fs.uni-lj.si)
- Optotek d.o.o. (www.optotek-medical.com)
- LPKF d.o.o. (www.lpkf.com)

Več informacij

- Nejc Lukač (nejc.lukac@fotona.com)





PROTOTIP LASERSKEGA TRANSFERNEGA TISKA

Razviti modul za laserski transferni tisk omogoča prenos poljubnih geometrij visoko viskoznih past in črnih brez uporabe dodatnih orodij.

Namen

Tiskanje črnih in visoko viskoznih past je v industriji trenutno v večini izvedeno s postopkom sitotiska. Ta postopek zahteva uporabo šablon z definirano končno geometrijo vzorca. Šablone so drage z vidika izdelave in skladiščenja, hkrati pa ne omogočajo prilagajanja geometrije v primeru sprememb tiskanega vzorca. Z uporabo postopka laserskega transfernega tiska [LTT] je bil raziskan prenos visoko-viskoznih past in črnih poljubnih geometrij na različne materiale prejemnika.

Funkcija

Raziskovano je bilo področje laserskega transfernega tiska, kjer se z uporabo laserske svetlobe material donorja prenese s strani nosilca donorja na površino

prejemnika. V prvem delu raziskav je bila analizirana interakcija laserske svetlobe različnih valovnih dolžin (355 nm, 532 nm in 1064 nm) z različnimi materiali donorja (črnilo za vetrobranska stekla, srebrne paste, srebro-paladijeve paste, bakrene paste). Rezultati raziskav so služili kot vhodne zahteve za razvoj prototipnega modula, ki podpira laserski transferni tisk na družini sistemov LPKF ProtoLaser. V sodelovanju s podjetjem LPKF SolarQuipment in Fakultete za strojništvo Univerze v Ljubljani so bile opravljene nadaljnje raziskave implementacije LTT postopka v industrijsko okolje.

Inovativnost

Laserski transferni tisk je prvi postopek, ki omogoča digitalen način tiska visoko-viskoznih past in črnih. Z LTT modulom je bila dokazana sposobnost tiska raz-

ličnih past in črnih, kjer končna geometrija ni omejena z geometrijo šablone ampak je poljubno nastavljiva z digitalnimi podatki. Omogočen je tudi »mokra« način prenosa, ki odpravlja fazo sušenja v postopku in s tem skrajša in poenostavi postopek tiska različnih materialov donorja na istem vzorcu.

Učinki

Postopek laserskega transfernega tiska omogoča prilagodljiv prenos visoko viskoznih past in črnih na material prejemnika brez uporabe dodatnih orodij. Na ta način je odpravljena rigidnost obstoječih postopkov in prihranjeni stroški nakupa in skladiščenja šablon.

Področja uporabe

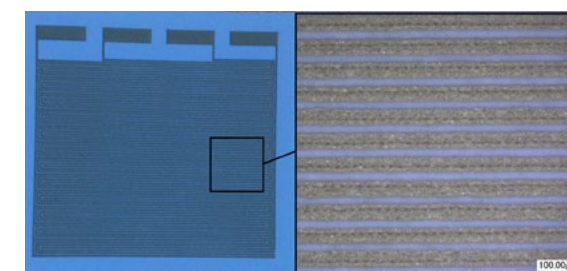
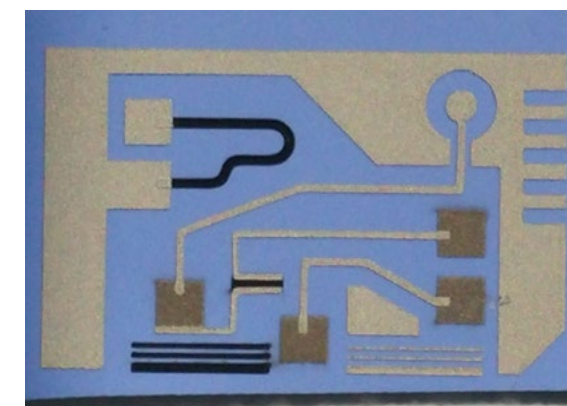
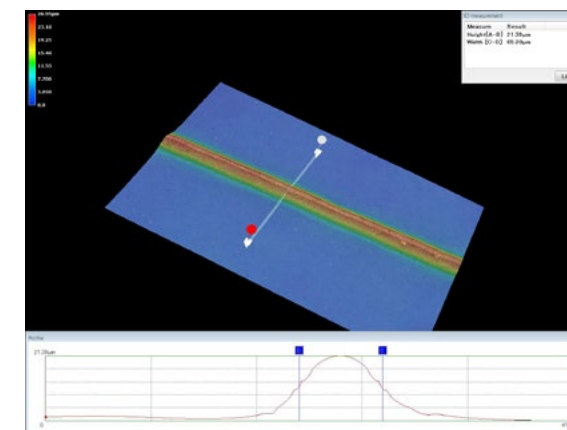
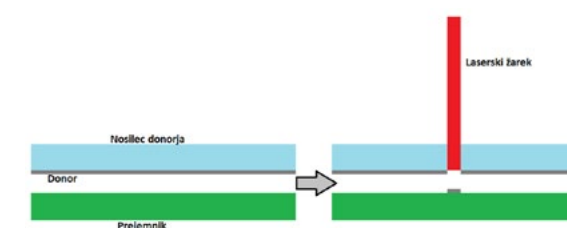
Elektroindustrija, avtoindustrija.

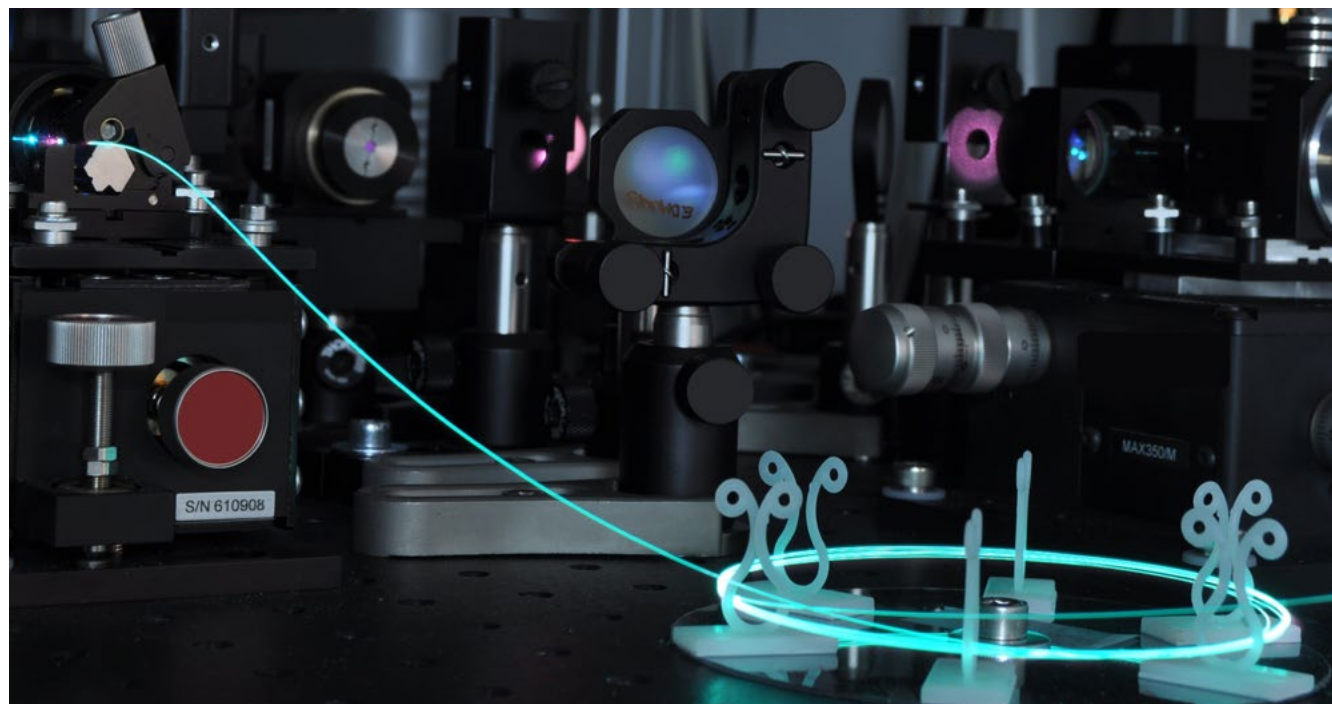
Sodelujoči partnerji

- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo (fs.uni-lj.si)
- LPKF SolarQuipment (www.lpkf.com)

Več informacij

- Jernej Marzel (jernej.marzel@lpkf.com)





PROTOTIP KVAZI CW (QCW) LASERJA ZA LASERSKI TRANSFERNI TISK PRI VISOKIH HITROSTIH

Za hitro in natančno lasersko transferno tiskanje potrebujemo laserski izvor velike moči, ki omogoča poljubno modulacijo laserske svetlobe na izhodu v širokem frekvenčnem območju. Razviti prototip omogoča bistveno hitrejšo delovanje glede na obstoječe sisteme.

Namen

Namen projekta je bil razvoj kvazi CW (QCW) laserja za laserski transferni tisk visokih hitrostih. Industrija danes potrebuje prilagodljiva laserska orodja s katerimi lahko zagotovi hitro in natančno procesiranje. Za aplikacijo laserskega transfernega tiska, ki poteka na veliki površini in zahteva veliko natančnost, tako potrebujemo laserski izvor velike moči, ki omogoča generacijo poljubnih laserskih pulzov v širokem dinamičnem območju.

Funkcija

Razviti kvazi CW laser omogoča hitro modulacijo izhodne moči z uporabo dodatnega (jalovega) vira la-

serske svetlobe, ki se skupaj s primarnim virom ojačuje v več-stopenjskem vlakenskem ojačevalniku. S hitrim preklapljanjem med obema viroma na vhodu in filtraciji zelene (primarne) svetlobe na izhodu iz laserja je možno doseči hitro modulacijo moči brez prehodnih pojavov.

Inovativnost

Glavna pomanjkljivost obstoječih laserskih sistemov je, da zahtevajo kompromis med izhodno močjo in modulacijsko frekvenco, torej ne omogočajo nadaljnjih povečanj hitrosti tiska. Razviti prototip laserja temelji na tehnologiji optičnih vlaken. Posledično je prototip kompakten in energijsko učinkovit. Visoko frekvenco modulacije realizira z vpeljavo dveh vzbu-

jevalnih virov, ki omogočata stabilizacijo ojačenja znotraj ojačevalne verige in s tem stabilnost celotnega sistema. Koncept omogoča nadaljnje povečanje tako izhodne moči, kot modulacijske frekvence in s tem hitrosti tiskanja.

Učinki

Razviti laserski sistem glede na obstoječe rešitve omogoča laserski transferni tisk pri večjih hitrostih.

Področja uporabe

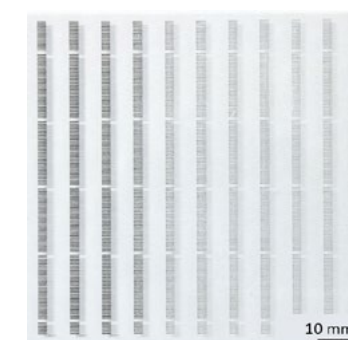
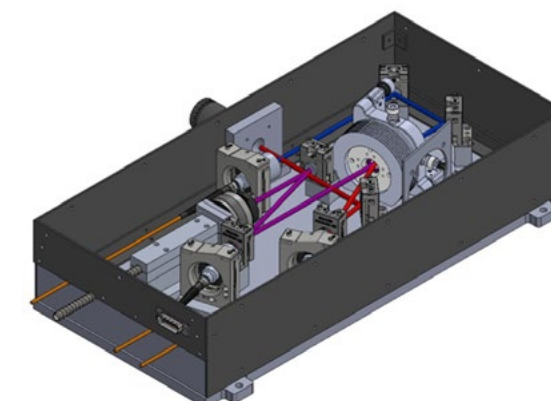
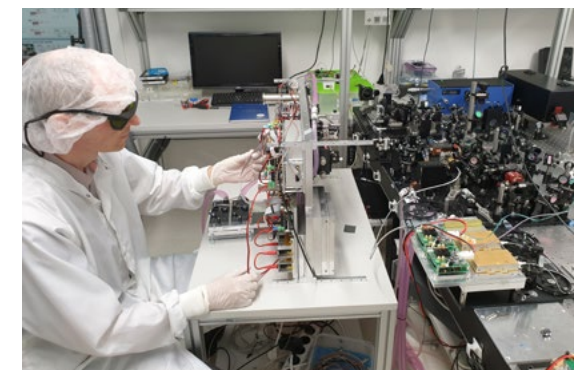
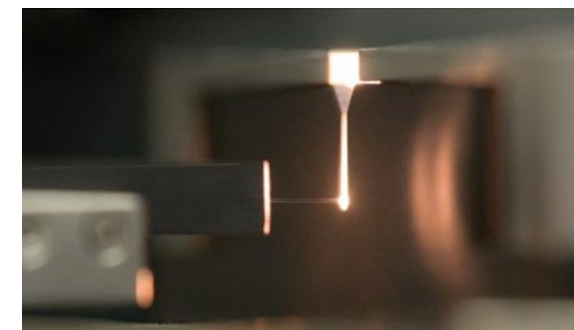
Razviti sistem je uporaben na številnih področjih laserskega transfernega tiska (kot npr. prenos pigmentnih in prevodnih barvil na steklo v avtomobilski industriji).

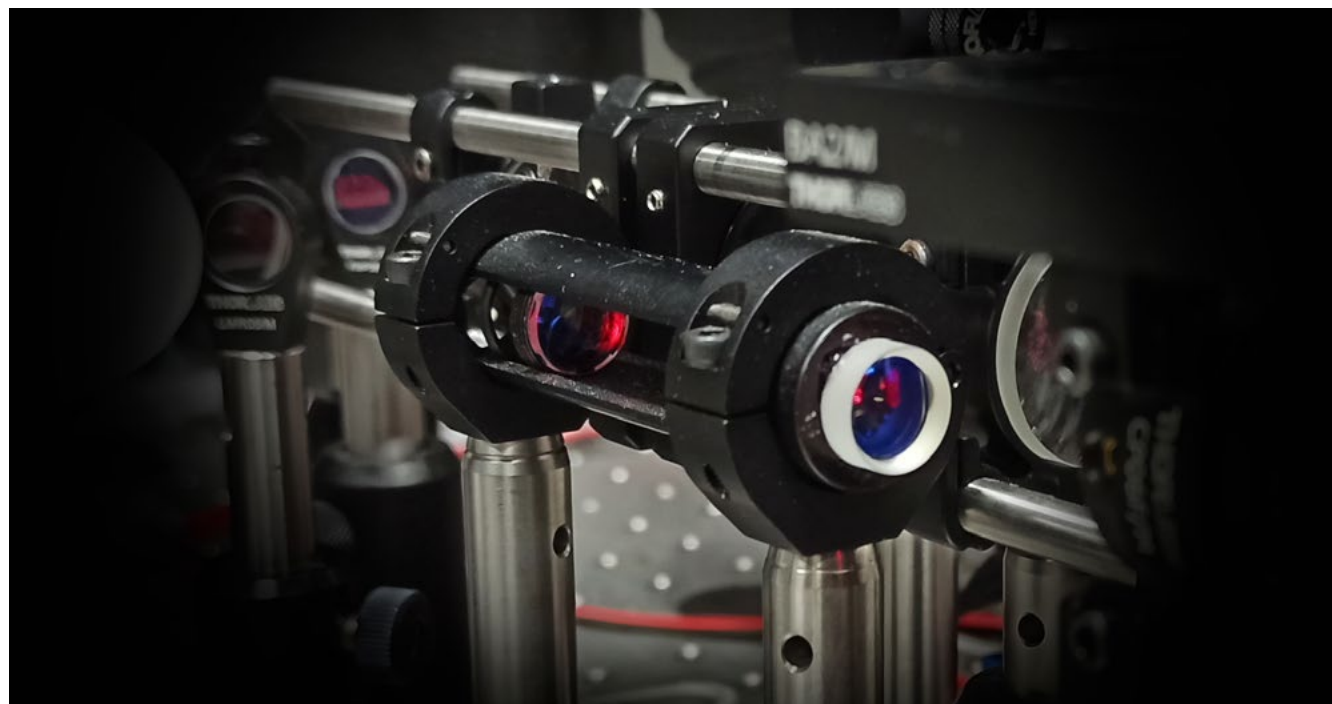
Sodelujoči partnerji

- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Laboratorij za fotoniko in laserske sisteme FOLAS (fs.uni-lj.si)
- LPKF Laser & Electronics d.o.o (www.lpkf.com)

Več informacij

- Rok Petkovšek (rok.petkovsek@fs.uni-lj.si)





PAMETNI YAG SISTEM

Nadgradnja tradicionalnega sistema za YAG kapsulotomijo omogoča varnejšo operacijo zamotnitve lečne ovojnice s pomočjo kontrole položaja fokusa laserskega snopa.

Namen

Sistemi za YAG kapsulotomijo so namenjeni laserskemu odstranjevanju zatemnjenih delov lečne ovojnice, ki je pogost zaplet po operaciji sive mreže. Pri tem tradicionalni sistemi ne omogočajo učinkovitega nadzora nad položajem fokusa, zaradi česar lahko pride do poškodb vstavljenih umetnih lečk. Nadgrajen sistem odpravlja to pomanjkljivost z inovativnim sistemom nadzora fokusa.

Funkcija

Raziskan in razvit je bil nov optični sistem, ki omogoča nadzor položaja oz. odmika fokusa glede na lečno ovojnico. S pomočjo hitrega in zelo občutljivega detekcijskega sistema nadgradnja ponuja varnejšo operacijo na dveh nivojih :

- v načinu omejevanja laserskih sunkov, ki so izven prednastavljene ravnine (npr. preblizu leče)
- v načinu avtomatskega fokusiranja na prednastavljeno ravnino

Operater še vedno proži laser neodvisno, sistem pa le nadzira položaj fokusa.

Inovativnost

Novo razviti optični sistem odlikuje velika pozicijska ločljivost do 20 mikrometrov in hitra odzivnost na milisekundni ravni. Optični sistem zahteva minimalne spremembe v obstoječih YAG sistemih, pa še te niso povezane z glavnim terapevtskim delom niti z dostavljeno dozo svetlobe v oko, zaradi česar ne zahtevajo dodatnih kompliciranih kliničnih testiranj. Dodatno nadgrajeni sistem omogoča tudi napredno filtriranje različnih odbliskov, ki sicer motijo operatorja med operacijo.

Učinki

Pri uporabi so oftalmologi izpostavili obe že omenjeni funkcionalnosti nove nadgradnje YAG sistemov in sicer tako nadzor nad fokusom, ki lahko prepreči poškodbe lečk pri nenadnih premikih bolnika, kot tudi avtomatsko kontinuirano fokusiranje laserja, ki bi lahko precej povečal učinkovitost zdravljenja. Obenem pa so izpostavili tudi dejstvo, da sistem omogoča tudi analizo samega procesa proženja glede na ustreznosti položajev fokusa, na podlagi česar bi se v prihodnje dalo še izboljšati predvsem programsko podporo taki strojni rešitvi.

Področja uporabe

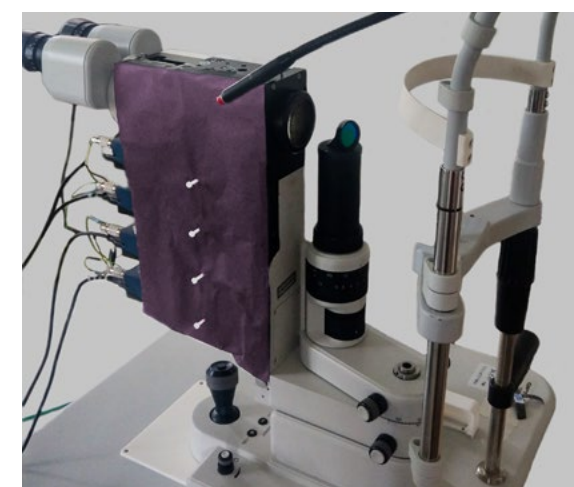
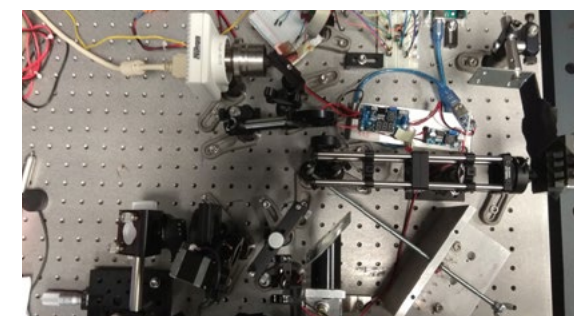
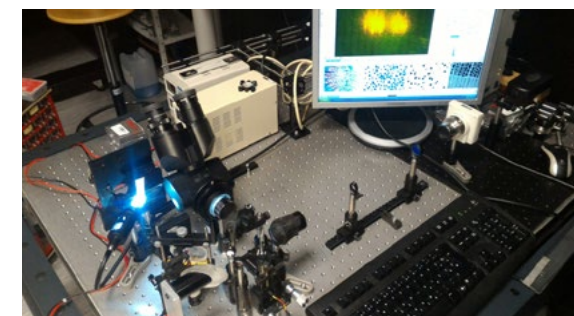
Laserski sistem se uporablja kot nadgradnja v oftalmoloških sistemih za YAG kapsulotomijo.

Sodelujoči partnerji

- Institut »Jožef Stefan« (www.ijs.si)
- Optotek d.o.o. (www.optotek-medical.com)
- Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo (fs.uni-lj.si)

Več informacij

- Rok Podlipec (rok.podlipec@ijs.si)



PARTNERJI

RAZISKOVALNO RAZVOJNE ORGANIZACIJE



www.ijs.si



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za elektrotehniko

www.fe.uni-lj.si



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za strojništvo

www.fs.uni-lj.si



Univerza v Ljubljani
Fakulteta za računalništvo
in informatiko

www.fri.uni-lj.si



Univerza v Mariboru
Fakulteta za elektrotehniko,
računalništvo in informatiko

feri.um.si



TECOS - RAZVOJNI CENTER
ORODJARSTVA SLOVENIJE

www.tecos.si

PODJETJA



www.kolektor.com



www.inea.si



www.metronik.si



www.hidria.com



www.yaskawa.si



www.podkriznik.si



www.nela.si



www.cosylab.com



www.l-tek.com



www.spica.si



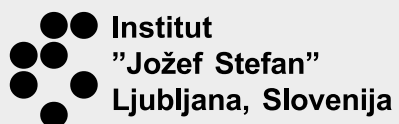
www.optotek-medical.com



www.lpkf.com



www.fotona.com



Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenija
www.ijs.si