

Povečanje učinkovitosti proizvodnih procesov s Plant Simulation in strojnim vidom

Miha Pipan, Hugo Zupan, Andrej Kos, Miha Debevec, Niko Herakovič
Laboratorij za strego, montažo in pnevmatiko, Fakulteta za strojništvo, Univerza v Ljubljani

POVZETEK

V prispevku sta predstavljena dva pristopa za povečanje učinkovitosti proizvodnih procesov. Kot prvo je predstavljena tehnika modeliranja in simulacije proizvodnih sistemov in procesov v uveljavljenem računalniškem orodju. V drugem primeru pa je predstavljena učinkovita aplikacija nadziranja kakovosti sestavnih delov na izhodu stroja za brizganje plastike v dejanskem proizvodnem procesu, kjer je prepoznavanje izvedeno s strojnim vidom.

1. UVOD

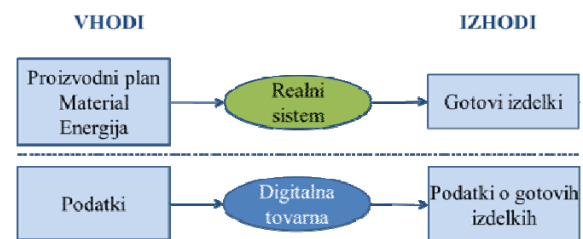
Če želi podjetje ostati konkurenčno, mora stalno povečevati učinkovitost. V povprečju podjetja v razvitih državah povečujejo učinkovitost 1 - 2 % na leto. Vsi pristopi večanja konkurenčnosti niso učinkoviti. Ker si podjetje ne more privoščiti letne izgube, mora izbirati preverjene pristope, kot je npr. vnaprejšnja simulacija proizvodnih procesov in učinkovite rešitve s strojnim vidom. Področje računalniške simulacije in strojnega vida je dobro raziskano in praksa je pokazala, da se takšen pristop v industriji učinkovito uporablja na področju večanja konkurenčnosti.

Računalniška simulacija nam nudi tudi obsežen izbor orodij za analizo, kot so analiza ozkih grl, statistike in nazoren prikaz z grafi, preko katerih ovrednotimo različne scenarije v proizvodnji.

2. SIMULACIJA DISKRETNIH DOGODKOV

V simulaciji diskretnih dogodkov se preslika realni proizvodni sistem in proces v virtualno okolje, modelira in postavi se digitalna tovarna. Rezultati simulacije proizvodne celice v virtualni tovarni nudijo podatke, ki so uporabni za hitre, zanesljive in pametne odločitve v zgodnjih fazah načrtovanja proizvodnje ter v fazi optimiranja oz. nenehnih izboljšav. Bistvena prednost

uporabe simulacije z diskretnimi dogodki je, da se ne porablja realnega materiala, energije in sredstev, ampak samo podatke (Slika 1). Tako se lahko različne variante poteka proizvodnje oz. proizvodnih planov preizkuša vnaprej in išče optimalno rešitev. Simulacija diskretnih dogodkov je tudi najboljše orodje za izvajanje različnih »kaj-če« scenarijev.



Slika 1. Osnovni princip digitalne tovarne

Pri našem raziskovalnem delu izdelave modelov in izvajanja simulacije se uporablja programski paket Tecnomatix Plant Simulation, katerega uporabljamo že dobro desetletje in pol.

2.1. Tecnomatix Plant Simulation

Program predstavlja vodilno programsko rešitev za modeliranje in simulacijo, ki temelji na teoriji diskretnih dogodkov in je objektno orientiran.

Lastnosti programa:

- omogoča izdelavo objektno usmerjenega modela s hierarhično strukturo,

- ima odprto arhitekturo z več standardnimi vmesniki,
- omogoča prilagajanje knjižnice in objektov,
- vgrajene optimizacijske vmesnike poganja genetski algoritem,
- omogoča samodejno analizo rezultatov simulacije,
- omogoča 2D ali 3D pogled, itd.

Prednosti uporabe simulacije:

- do 6 odstotkov prihranka pri začetnih investicijah,
- povečanje obstoječe storilnosti proizvodnega sistema za več kot 20 odstotkov,
- zmanjšanje investicij v proizvodni sistem za več kot 20 odstotkov,
- optimizacija porabe virov in ponovne uporabe le-teh,
- zmanjšanje zalog tudi do 60 odstotkov in
- zmanjšanje pretočnega časa tudi do 60 odstotkov.

2.2. Primeri modeliranja in simulacije

Pri gradnji modelov proizvodnih sistemov so modeli zasnovali tako, da je omogočena uporaba vhodnih podatkov dejanske proizvodnje. Modeli popisujejo vse bistvene značilnosti proizvodnega sistema. Podatki, ki jih poda digitalna tovarna, so uporabljeni kot osnova pri odkrivanju potrat, ozkih grl, optimiranju in odkrivanju novih lastnosti procesa, ki jih še ne poznamo.

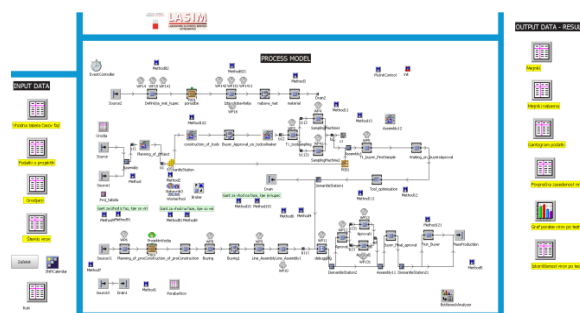
Vsi razviti modeli so parametrični, kar omogoča preverjanje različnih scenarijev in rezultatov simulacije v kratkem času. Modeli so zgrajeni po željah strank, so do uporabnika prijazni in grajeni modularno, kar omogoča potencialno dogradnjo ali nadgradnjo modelov.

Med petnajstletnim obdobjem uporabe tega orodja smo v Laboratoriju LASIM pridobili veliko izkušenj. Razvijali smo modele proizvodnih procesov (unikatna, maloserijska, velikoserijska proizvodnja), skladiščnega poslovanja, primerjave različnih

proizvodnih strategij (push, pull), razporejanja naročil, iskanja optimalnega layouta, itd.

V simulacijske modele vgrajujemo tudi napredne algoritme, ki omogočajo naprednejše optimiranje sistemov in procesov in so plod lastnih raziskav.

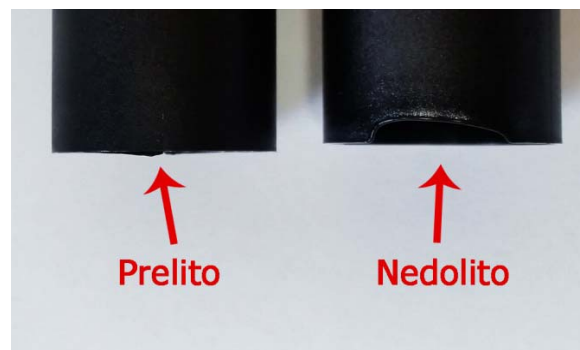
Ena od bistvenih prednosti simulacije diskretnih dogodkov je ta, da je tematika lahko poljubna. Kot primer modela je na Sliki 2 prikazan model, ki je namenjen podpori razvrščanja projektov po časovni osi, pri tem pa so kot omejitve upoštevana razpoložljiva sredstva.



Slika 2. Računalniški model, ki je bil razvit za potrebe planiranja projektov.

3. ZAZNAVANJE NAPAK BRIZGANIH TULCEV

V laboratoriju LASIM smo za podjetje Polycom d.o.o. izdelali napravo za preverjanje kakovosti izdelkov s strojnim vidom. Napake na brizganih tulcih so lahko nedolitje ali prelitje plastične mase (Slika 3).



Slika 3: Napake na brizganih tulcih

Naprava zaznava napake nedolitosti in prelitosti tulcev iz umetne mase. Napake se zaznavajo s štirimi kamerami, s katerimi

avtomatično zaznamo napake na robu tulca iz umetne mase (Slika 4).

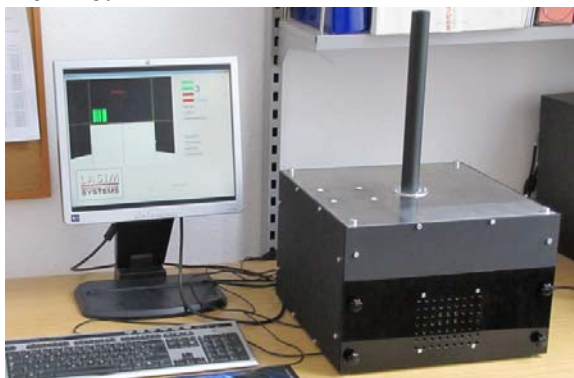
Naprava za zaznavo napak brizganja dolgih tulcev:

- Napake se zaznava s štirimi Basler kamerami in Beckhoff CX krmilnikom (procesor i7).
- LED osvetlitev
- Programska oprema razvita v laboratoriju LASIM
- Spreminjanje tolerance dobrih/slabilh kosov
- Avtomatično prilagajanje na različne premere in dolžine tulcev
- Priključek za sinhronizacijo z robotsko roko
- Resolucija zaznave napak 0,06 mm



Slika 4: Zaznavanje napak na tulcih s štirimi kamerami.

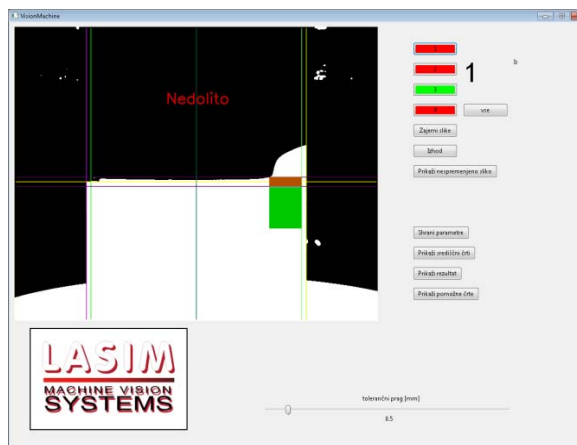
Naprava je sestavljena iz ohišja (Slika 5) v katerem so štiri kamere, osvetlitev, napajanje in po višini ročno nastavljiva pozicionirna mizica. Na mizico je navpično pritrjen kovinski čep bele barve, na katerega se pozicionira tulec iz črne umetne mase, ki ga merimo.



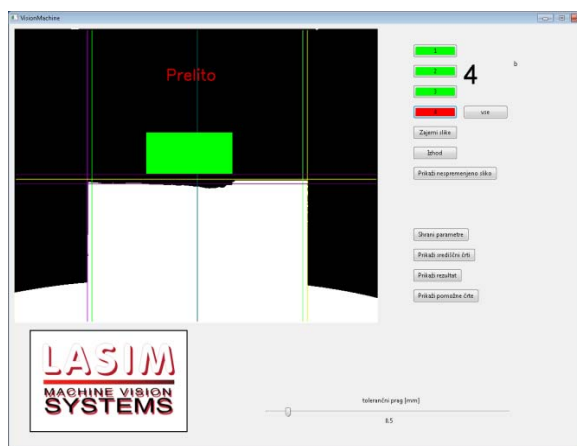
Slika 5: Testiranje naprave za zaznavanje napak dolitosti/nedolitosti na brizganih tulcih.

3.1 Napake, ki jih zaznava merilna naprava

Nedolit rob tulca je prikazan na sliki 6. Prelit rob tulca je prikazan na sliki 7. Grafični vmesnik omogoča spremljanje delovanja naprave in spreminjanje tolerančnega praga zaznavanja napak. Robotska roka odloži tulec v napravo. Naprava omogoča komunikacijo z robotom za manipulacijo tulcev. Preko 24V vhodno/izhodnega modula sporoči rezultat opravljene meritve. Glede na to, ali je tulec prelit, nedolit ali ustrezen, robot tulec odstrani z naprave in ga odloži na ustrezno mesto.



Slika 6: Primer nedolitega roba tulca, prikaz slike prve kamere.

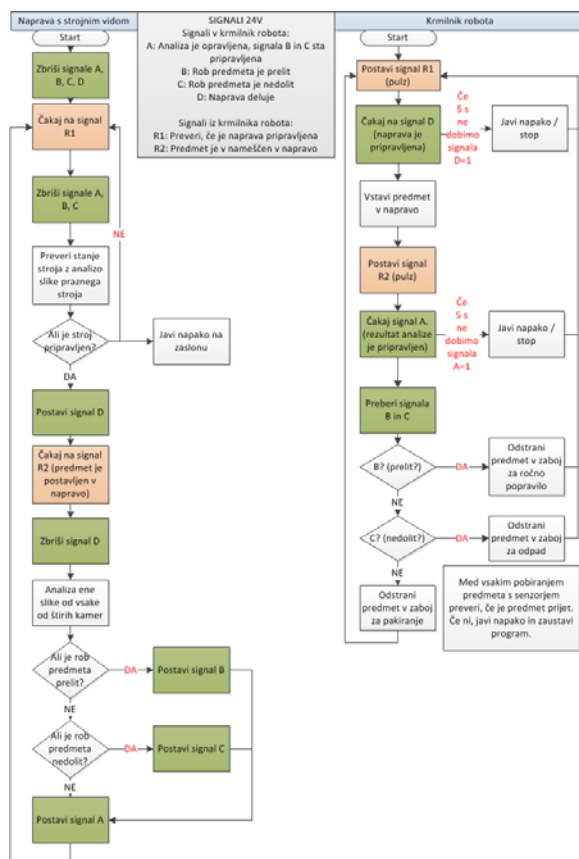


Slika 7: Primer prelitega roba tulca, prikaz slike prve kamere.

3.2 Komunikacija z robotsko roko

Naprava omogoča komunikacijo z robotom, ki lahko vstavlja tulce iz umetne mase v napravo, da se jih izmeri, po končani meritvi

pa jih odstrani na ustrezno mesto, glede na to, ali je predmet ustrezen ali ne. Naprava robotu signalizira, kdaj je meritev končana (signal A = 1) in ali je rob predmeta ustrezen (B = 0, C = 0), prelit (B = 1) ali nedolit (C = 1). Robot mora najprej poslati signal (R1), da naprava preveri, če je pripravljena, da se lahko v napravo vstavi tulec, naprava pa potem pošlje signal, da je pripravljena, (D = 1). Robot nato vstavi tulec v napravo. Naprava čaka na signal od robota (R2), kdaj naj se meritev začne. Ta signal mora robot poslati, ko je tulec vstavljen v napravo. Blokovna shema programa naprave in komunikacijskih signalov je prikazana na sliki 8.



Slika 8: Blokovna shema programa in komunikacijskih signalov

Napravo smo uspešno preizkusili s testno serijo tulcev, ki smo jih ročno vstavljali v napravo. Nato smo napravo namestili v proizvodno linijo. Testno obdobje naprave je bilo 1 mesec v dveh izmenah. Naprava je ves čas delovala brez napak in pravilno ločila vse tulce glede na zaznane napake.

4. ZAKLJUČEK

Uporaba simulacije na praktičnih primerih v industrijskem okolju je pokazala, da je ta tehnika zelo uporabna za prepoznavanje proizvodnih parametrov, predvsem v kompleksnih primerih. Za prihodnje upamo, da bo ta tehnika našla svojo uporabo tudi na drugih področjih.

Prav tako je nepogrešljivo zaznavanje napak s strojnimi vidom v proizvodnji, kjer se zahteva 100% kontrola kakovosti. Z implementacijo inovativnih pristopov in uporabo pametnih algoritmov za prilagajanje različnim vrstam izdelkov ter zaznavanje napak, dosežemo 100% kontrolo brez vpliva na proizvodne čase in takte. V prihodnosti bomo še naprej stremeli k nenehnemu izboljšanju proizvodnje na vseh področjih.

5. VIRI

- [1] Debevec M., Črep G.: Optimiranje zalog polizdelkov za hladilnike preko računalniškega modela in simulacije diskretnih dogodkov, Ventil, Letnik 19, Številka 1, 2013.
- [2] Savarese A. B.: Manufacturing Engineering; Nova Science Publishers, Inc., New York, ZDA, 2011.
- [3] eM-Plant: Reference Manual; Tecnomatix Technologies GmbH & Co. KG, 1998.
- [4] eM-Plant: Objects Manual; Tecnomatix Technologies GmbH & Co. KG, 1998.