

Uspešne senzorske rešitve za avtomatizacijo proizvodnje in logistike

Božidar ZAJC

■ 1 Uvod

Kot eden od vodilnih svetovnih proizvajalcev na področju industrijskih senzorjev z več kot šestdesetletnimi izkušnjami ima Sick verjetno najobsežnejšo zbirko izdelkov in tehnologij in je tudi vodilni na področju inovacij. S svojimi izdelki uspešno podpira tri pomembna področja avtomatizacije:

- avtomatizacijo v industriji s senzorji za zaznavanje, štetje, razvrščanje in pozicioniranje predmetov ter z varnostnimi senzorji, varnostno programsko opremo in servisom;
- avtomatizacijo v logistiki, ki vključuje avtomatsko identifikacijo optičnih in RFID-kod za razvrščanje in nadzor ter laserske merilne sisteme za merjenje volumna, pozicije in obrisa;
- avtomatizacijo procesov s celovitimi sistemi za analizo plinov, meritve prašnih delcev in merjenje pretoka plinov.

V svojem programu imajo vrsto naprednih tehničnih rešitev na področju standardnih in naprednih industrijskih senzorjev, ki se uspešno uveljavljajo v praksi.

■ 2 Razdelitev senzorjev

Za avtomatizacijo v industriji so bili razviti in se v praksi uspešno uporabljajo številni senzorji (tabela 1).

Posebno skupino senzorjev predstavljajo industrijski varnostni sistemi:

Božidar Zajc, univ. dipl. inž.,
Sick, d. o. o., Ljubljana

Tabela 1. Različni tipi senzorjev

Standardni industrijski senzorji	Napredni industrijski senzorji	Dajalniki impulzov (enkoderji)
<ul style="list-style-type: none"> • induktivni senzorji • kapacitivni senzorji • magnetni senzorji • magnetni cilindrični senzorji • svetlobna tipala • refleksne svetlobne zapore • enosmerne svetlobne zapore 	<ul style="list-style-type: none"> • ultrazvočni senzorji • kontrastni senzorji • barvni senzorji • luminiscenčni senzorji • viličasti senzorji • svetlobne mreže za avtomatizacijo • detektorji in merilniki razdalje • naprave za prenos podatkov • strojni vid (industrijske kamere) 	<ul style="list-style-type: none"> • sistemi za krmiljenje motorjev • absolutni in inkrementalni dajalniki • potezni dajalniki • absolutni brezkontaktni merilniki • absolutni pozicionirni pogoni

- varnostni laserski skenerji,
- varnostne svetlobne zavese in mreže,
- varnostni sistemi na osnovi kamere,
- enosmerne varnostne svetlobne zapore,
- varnostna stikala z ločenim aktivatorjem,
- varnostna končna stikala,
- stikala z zaklepanjem,
- brezkontaktna varnostna stikala,
- varnostni releji,
- varnostni krmilniki,
- omrežne varnostne rešitve,
- safexpert ekspertna varnostna programska oprema.

Za avtomatizacijo v logistiki pa se uporabljata dve skupini senzorjev:

- sistemi za avtomatsko identifikacijo – stacionarni bralniki in sistemi za branje črtne kode, "omni" sistemi in visokozmogljivi sistemi s kamerami, bralniki dvodimenzionalne črtne kode, ročni bralniki, RFID;
- laserska merilna tehnologija na osnovi laserskih skenerjev.

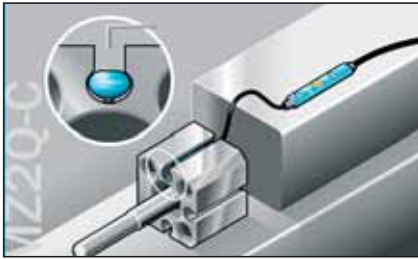
■ 3 Napredne rešitve pri magnetnih cilindričnih senzorjih

Prvi magnetni cilindrični senzorji so uporabljali reed releje, ki so zaznali prisotnost magneta v batu cilindra in se kot enostavne in cenovno ugodne rešitve še vedno uporabljajo, le da so oblike ohišij posodobljene in omogočajo enostavnejšo montažo.

Prav enostavna in zanesljiva pritrditev in nastavitev se je izkazala za veliko prednost pri cilindričnih senzorjih. Predvsem pri cilindričnih senzorjih za T-utor se pojavlja veliko različnih načinov pritrdjevanja, ki so se bolj ali



Slika 1. Pritrditev senzorja MZ2Q-T



Slika 2. Pritrditev senzora MZ2Q-C

manj uspešno izkazali v praksi. Pri Sicku so se poleg standardne rešitve uveljavili predvsem senzori, ki se potisnejo v utor »od zgoraj« in nato zasukajo in pritrldijo. Na slikah 1 in 2 vidimo nekaj primerov pritrlditve. V vseh primerih gre za kompakten senzor in enostaven postopek pritrlditve, ki pa hkrati zagotavlja, da ostane senzor tudi v primeru vibracij in po daljšem času delovanja na svojem mestu, hkrati pa sta sam senzor in tudi del priključnega kabla ob senzoru skrita v utoru cilindra in tako tudi mehansko zaščiten.

Poleg mehanskih prednosti pa prihaja do novih rešitev tudi v samem elektronskem vezju, ko senzor ni le bolj občutljiv in natančen, kot so bili reed senzori, ampak elektronsko vezje omogoča tudi nastavitve in zaznavanje dveh položajev bata, s čimer lahko nadomestimo dva senzora. Še korak naprej pa predstavlja senzor, ki poleg tega omogoča tudi daljinsko nastavitve dveh točk in spremljanje delovanja s pomočjo IO link povezave, ki bo podrobneje predstavljena v nadaljevanju. Na slikah 1 in 2 vidimo senzora z možnostjo nastavitve dveh delovnih točk MZ2Q za T- in C-utor.

Novost pa je magnetni pozicionirni senzor (MPS), ki z analognim izhodom omogoča natančno zaznavanje



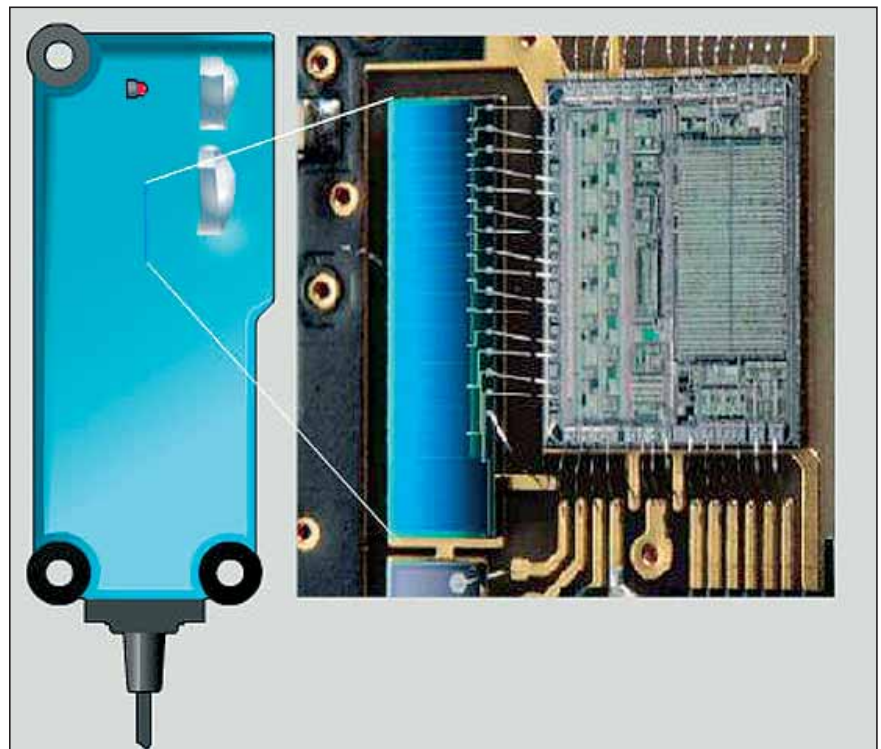
Slika 3. Magnetni pozicionirni senzor z analognim izhodom

položaja bata v cilindru, pri tem pa ohranja prej omenjene prednosti glede majhnih dimenzij, enostavne in zanesljive pritrlditve in možnosti enostavne nastavitve začetne in končne točke merjenja (slika 3).

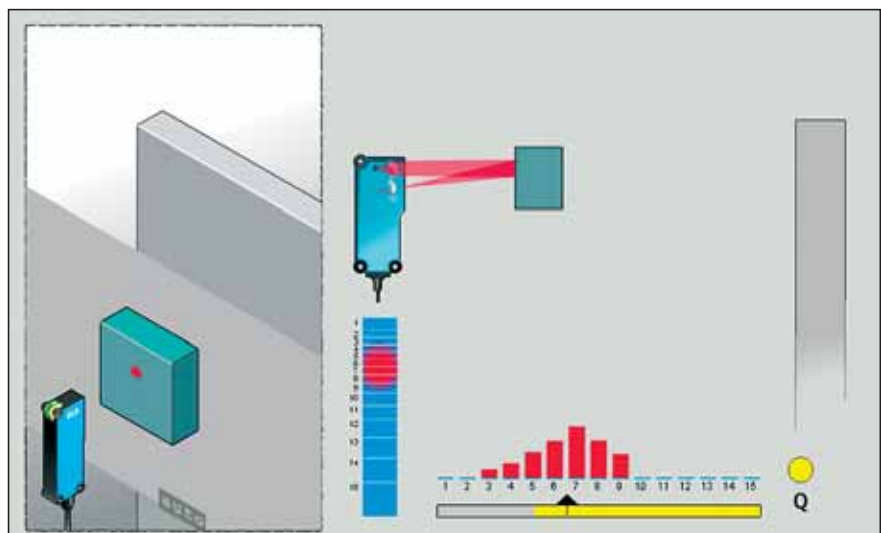
■ 4 Napredne rešitve pri tretji generaciji fotoelektričnih senzorjev

Tretja generacija fotoelektričnih senzorjev postavlja nove standarde na področju točnosti in lastnosti delovanja.

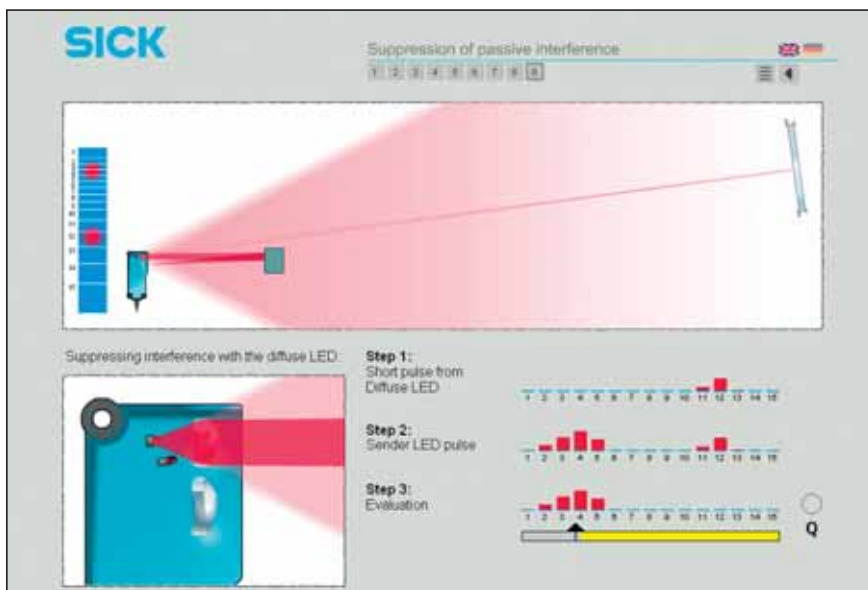
Pri tretji generaciji fotoelektričnih senzorjev, ki jo Sick postopoma uvaja v posamezne družine senzorjev, so najbolj napredne rešitve vgrajene v svetlobna tipala s posebnim ASIC (application-specific integrated circuit) vezjem in senzorskim poljem (slika 4). S tem senzorskim poljem je prvič omogočena precizna elektronska nastavitve razdalje z doslej nedosegljivo točnostjo, in to brez mehanskih elementov za nastavitve, kar je bilo do sedaj nujno (slika 5). Nastavitve delovne točke je tako možna hitro in bolj precizno, pa naj bo to v varianti



Slika 4. Vezje ASIC pri seriji WT18-3



Slika 5. Elektronska nastavitve razdalje



Slika 6. Izločanje motnje zaradi odboja svetlobe iz ozadja

z vrtljivim gumbom ali pa z eno ali dvema »teach-in« tipkama z dodatno fino nastavitvijo.

Reševanje zahtevnih aplikacij v avtomatizaciji zahteva zmožnost delovanja pri velikih hitrostih procesov in visoko zanesljivost tudi v izredno zahtevnih pogojih delovanja. Tako je bila dodatno izboljšana neobčutljivost na svetlobne motnje iz okolice (slika 6) kot tudi na medsebojne interferenčne motnje. Tudi ohišja so optimizirana, odprtine za montažo so ojačene ali pa tudi dodane nove, signalne LED so vidne iz vseh smeri, ravna optika pa omogoča lažje čiščenje. Poleg mehanske trdnosti je izboljšana tudi odpornost na visokofrekvenčne vibracije, predvsem pa je izboljšana odpornost na elektromagnetne in pasivne izvore interferenčnih motenj.

Pri novi generaciji je veliko pozornosti namenjene tudi kompatibilnosti s predhodnimi serijami, tako da so nove serije električno in mehansko kompatibilne s prejšnjimi, kar omogoča enostavno nadgradnjo oziroma zamenjavo.

Poleg širšega temperaturnega obsega delovanja in nasploh večje robustnosti ohišja (IP69K, Ecolab testi) pa se pri nekaterih najnovejših tipalih uporablja tudi tako imenovana Pin-Point LED-tehnologija, ki omogoča pri svetlobnih tipalih z vidno rdečo

svetlobo in zelo ozkim svetlobnim snopom doseganje dometov, ki so bili do sedaj možni le z infrardečimi senzorji, kjer pa je svetlobni snop precej širši, predvsem pa ni viden, kar otežuje nastavitve.

Poleg vsega omenjenega pa omogoča nova tehnologija tudi I/O-povezavo teh senzorjev in s tem dvosmerno komunikacijo s senzorjem.

■ 5 I/O-Link - od nadzornega nivoja do senzorja in nazaj

Leta 2006 je bil na Sickovo pobudo osnovan tehnološki trend – I/O-Link odprti standard, ki so ga podpirali

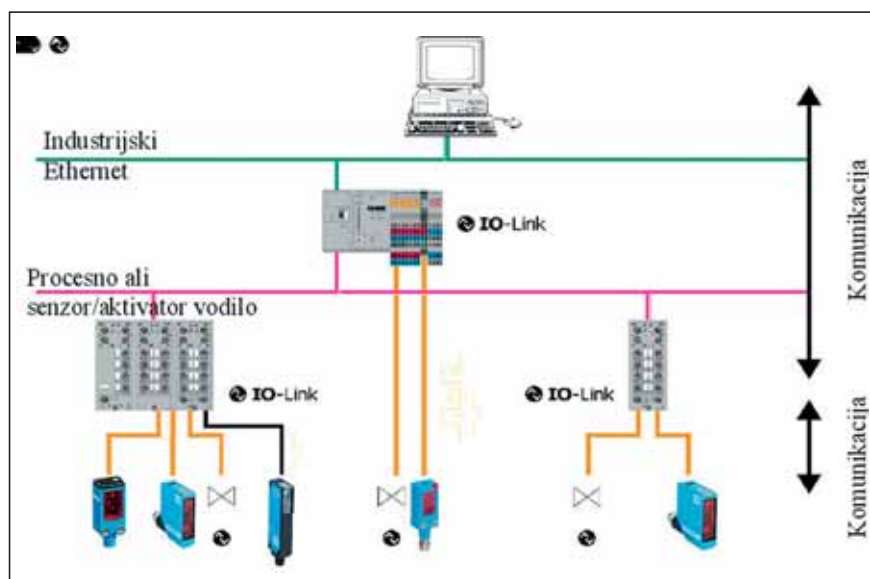
številni proizvajalci senzorjev in ga je GEC (German Electrotechnical Commission) predlagala IEC (International Electrotechnical Commission) za standardizacijo.

Najpomembnejše prednosti, ki jih ponuja I/O-Link, so povečana razpoložljivost proizvodne linije, obsežna zmožnost diagnosticiranja na daljavo, avtomatsko dokumentiranje in možnost vrednotenja kompletnih strojev, kar je še posebej pomembno za kemijsko in farmacevtsko industrijo.

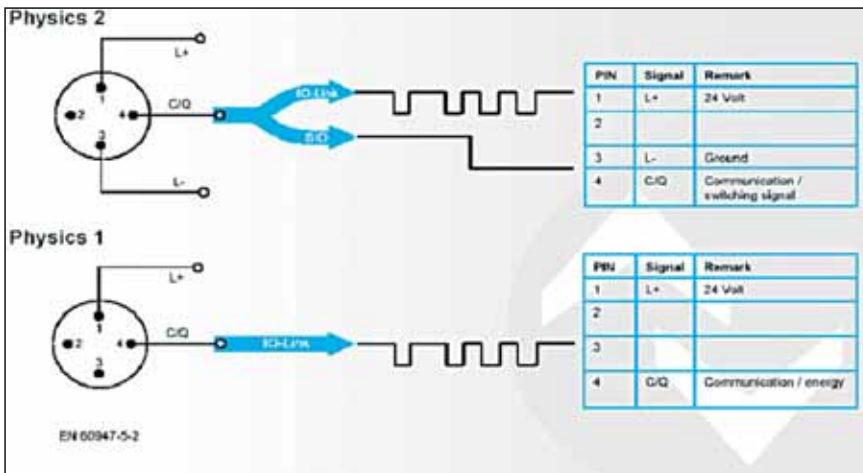
Prava vrednost nove omrežne tehnologije je v sposobnosti dodajanja ali izboljšanja dostopa do informacij v končnih napravah. S tehnologijo I/O-Link je bila prinesena inteligenca v enostavne naprave.

Senzorji I/O-Link se lahko povežejo na standardna vodila (npr. Profibus) preko modula za povezavo, ki omogoča zaznavanje, komunikacijo in priklic informacije o stanju s kontrolne plošče stroja ali pa z oddaljenega nadzornega mesta (slika 7).

Senzorje I/O-Link lahko brez modula uporabljamo kot standardne senzorje, poleg tega pa lahko na modul I/O-Link povežemo tudi standardne senzorje, ki pa prenašajo na modul in naprej na vodilo le standardni izhod (povezavo signalov I/O-Link vidimo na sliki 8).



Slika 7. Povezava senzorjev I/O-Link



Slika 8. I/O-Link pri trožilni in dvožilni povezavi

Do sedaj pasivni funkcijski elementi bodo tako postali aktivni udeleženci v dialogu s kontrolnim nivojem, ki lahko poleg preklopnih signalov avtonomno sporočajo napake in pošiljajo informacije o stanju.

6 INSPECTOR - inteligenen vizualni senzor za kontrolo z enostavnim načinom uporabe

Inspector je kompakten, uporabniku prijazen in natančen dvodimenzionalni vizualni senzor z vgrajeno osvetlitvijo, vgrajenimi algoritmi za vrednotenje slik ter vmesnikom Ethernet, ki je bil prvič predstavljen na industrijskem sejmu v Hannoveru aprila lani. Inspector lahko pregleda izdelke v katerikoli poziciji ali orientaciji in v realnem času zanesljivo določi, ali izdelek zadovoljuje danim kriterijem.

Inspector lahko uporabimo v različnih panogah industrije. Zaradi robustnega in zanesljivega dizajna je idealen za delo v najtežjih razmerah, kot so na primer v avtomobilski industriji. Inspector uporablja inteligentne in hitre algoritme, ki mu omogočajo, da lahko sledi tudi največjim hitrostim katerekoli proizvodne linije v pakirni industriji.

Inspector je zmogljiv kot kamera in enostaven za uporabo kot standardni fotoelektrični senzor. Senzor ima svoj izvor svetlobe, ki je lahko izvedena na dva različna načina: v standardni obliki z osvetlitvijo v krogu okoli optike ali z



Slika 9. Inspector: primer uporabe v prehranski industriji

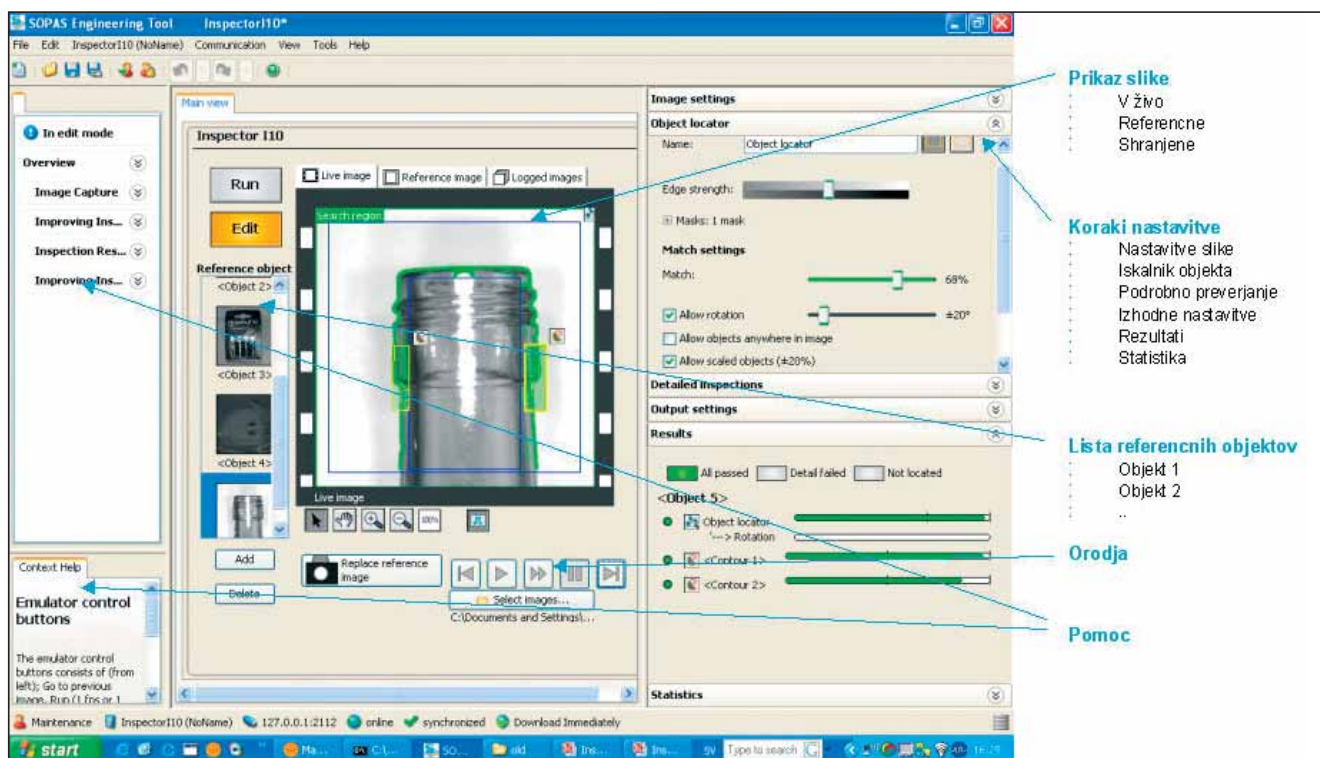
osvetlitvijo v kupoli s tako imenovano »dome light« osvetlitvijo (slika 10) – vse skupaj je integrirano v kovinsko ohišje z IP67. Kupolasta osvetlitev ima prednost, ko delamo s predmeti, ki imajo zelo bleščečo in odsevno površino. Ta omogoča zelo robustno sliko, kar je ključ pri reševanju aplikacij s kamerami. Z drugimi vizualnimi senzorji na trgu je to možno samo v kombinaciji z dovršenimi in dragimi zunanji viri svetlobe.

Inspector ponuja več načinov nastavljanja – od enostavnega »teach-in« signala na sponki do nastavljanja s pomočjo PC-programa, ki pa je tudi preprost za uporabo. Nastavljanje s »teach-in« signalom je zadovoljivo pri zelo enostavnih aplikacijah za prepoznavanje obrisov. Nastavljanje parametrov preko računalnika pa ponuja mnogo več opcij – vendar tudi v tem primeru program omogoča nastavitve Inspectorja le v nekaj korakih. Kdor pa želi doseči maksimalni učinek, lahko za doseganje optimalnih rezultatov nastavi posebne parametre za fine nastavitve. Napreden PC-vmesnik (slika 11) ponuja poleg preprostosti tudi opazovanje, branje statistike, snemanje slike in testiranje na slikah za popoln nadzor proizvodnje.

Za pregledovanje z Inspectorjem ni potrebno, da so predmeti vseskozi enako orientirani. Ne glede na po-



Slika 10. Inspector: standardna in kupolasta verzija



Prikaz slike
 V živo
 Referenčne
 Shranjene

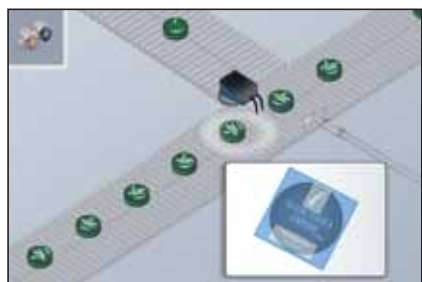
Koraki nastavitve
 Nastavitve slike
 Iskalnik objekta
 Podrobno preverjanje
 Izhodne nastavitve
 Rezultati
 Statistika

Lista referenčnih objektov
 Objekt 1
 Objekt 2
 ..

Orodja

Pomoc

Slika 11. Program za nastavitve parametrov



Slika 12. Preverjanje tiska

ložaj in orientacijo predmeta algoritmi v programu senzorja ovrednotijo obris, robne točke ali število sivih točk za vsak predmet posebej v času nekaj milisekund. Prav tako ni potrebe po signalu za proženje – takoj ko predmet pride v vidno polje, se slika predmeta zajame. Hitro ovrednotenje zajete slike predmeta omogoča kontrolo tudi pri zelo velikih hitrostih procesov, kot so: kontrola nalepk, tiska in končnih procesov pri pakiranju in polnjenju pijač.

Osnovna področja uporabe so prehrambna in avtomobilska industrija, pomembna pa so tudi farmacevtska in kozmetična industrija, elektronska industrija in pakiranje.

Inspector je idealen za preverjanje etiket. Istočasno lahko preverja npr.

prisotnost podatkovne kode in loga (slika 12). Glede na napreden iskalni algoritem najde podrobnosti ne glede na orientacijo in pri velikih hitrostih. Dodatna prednost je tudi visoka hitrost vmesnika Ethernet, ki omogoča popoln nadzor celotne proizvodnje preko omrežja.

Uporaba Inspectorja za preverjanje tipa krogličnega ležaja je prikazana na sliki 13. Inspector z lahkoto razlikuje med različnimi oznakami, utori in velikostmi krogličnih ležajev. Inspectorjev spomin lahko shrani do 16 različnih referenčnih objektov, ki so potem izbrani s pomočjo 4 vhodov. Glavna prednost Inspectorja pri tem tipu aplikacij je unikatno integrirana kupolasta osvetlitev, ki premaguje težavnosti visoko odsevnih kovinskih površin.



Slika 13. Preverjanje tipa krogličnega ležaja

7 Zaključek

Standardni industrijski senzori postajajo z razvojem novih tehnologij vse bolj zmogljivi, hkrati pa tudi vse bolj enostavni za uporabo. Po drugi strani pa se v aplikacijah, kjer so bili še pred nedavnimi potrebni zmogljivi sistemi industrijskega vida, danes uporabljajo vizualni senzori, ki se, čeprav gre za industrijske kamere, po načinu uporabe in tudi po velikosti in robustnosti približujejo naprednejšim standardnim senzorjem. Za oboje pa velja, da se kaže vse večja potreba po povezovanju preko standardnih podatkovnih vodil.

Literatura

- [1] Grad, Škerlj, Vitorovič, *Veliki angleško-slovenski slovar*, DZS 1997.
- [2] Požnel, *Trojezični elektrotehniški slovar*, TZS 1999.
- [3] *Priročni slovar tujk*, CZ 2005.
- [4] Revija *Avtomatika*, 82/2008.
- [5] SICKinsight, 2/2007.
- [6] SICKinsight, 1/2008.
- [7] SICKinsight, *Packaging* 2008.
- [8] Machine Vision Products, *A new Dimension in Vision*, Sick/IVP, 4/2008.