



Povzetek projekta Po kreativni poti do znanja 2017 – 2020, 1. odpiranje, za namen objave in predstavitve na spletni strani sklada

1. Polni naslov projekta:

Razvoj sistema strojnega vida za optimizacijo proizvodnega procesa

- **V katero področje na prvi klasifikacijski ravni KLASIUS-P se uvršča projekt glede na vsebinsko zasnovano (neustrezno področje izbrišite):**

5 - Tehnika, proizvodne tehnologije in gradbeništvo

2. V sodelovanju z:

- **Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru**
- **PLASTIKA SKAZA d.o.o.**

3. Besedilo:

- **Opredelite problem, ki se je razreševal tekom izvajanja projekta**

V svetu nenehnih sprememb in industriji, kjer se dnevno pojavljajo nove tehnologije, ima strojni vid pomembno vlogo. Strojni vid predstavlja ključno tehnologijo Industrije 4.0. V okviru projekta se je razvijal sistem strojnega vida za uporabo v industriji plastike. Namen projekta je bil razviti sistem strojnega vida za optimizacijo proizvodnje oz. zmanjševanje stroškov končne kontrole in reklamacij v proizvodnji plastike. Glavni problem, ki se je reševal v okviru projekta, je brezkontaktno optično ugotavljanje nepravilnosti na transparentnih izdelkih iz plastike. V proizvodnem procesu brizganja plastičnih izdelkov pogosto pride do neželenih vizualnih napak na izdelkih. Poseben problem predstavljajo transparentni izdelki, kjer že vsaka zelo majhna napaka precej vpliva na videz in funkcijo izdelka. Zahteven kupec želi popolne izdelke in zavrne tiste, na katerih so prisotne nepravilnosti. V podjetjih kontrolo izdelkov še vedno pogosto opravljajo delavci (z vizualnim pregledom), ki pa so zaradi monotonosti dela lahko precej nezanesljivi, takšno dela pa je za delavca tudi naporno. V kolikor se morebitne napake na plastičnih izdelkih ne prepoznajo, to pomeni reklamacije s strani kupca. Prav tako je zelo pomembno, da se napake ugotovijo zgodaj v proizvodnem procesu in se proizvodni proces s tem izdelkom ne nadaljuje, posledično pa se na takšen način zmanjša količina izmeta.

- **Opišite potek reševanja problema oz. kratek povzetek projekta**

V okviru projekta se je razvilo in testiralo več različnih rešitev za vzpostavitev sistema strojnega vida. Opravljena so bila testiranja različnih industrijskih kamer v kombinaciji z različnimi objektivami, preizkušeni pa so bili tudi različni viri svetlobe. V ta namen se je izdelalo testno laboratorijsko okolje, ki omogoča zajemanje slik pri različnih načinih osvetlitve (spredaj, zadaj, pod kotom itd.). Tako je bil izbran najprimernejši način osvetlitve objekta, ki ga želimo z uporabo strojnega vida kontrolirati. Med testiranjem so se ustvarile različne slike napak na izdelku, ki so se nato analizirale. S končno analizo je bila izbrana tudi najboljša oprema, s katero se je lahko nadaljeval proces zajemanja slik in razvijanje ustreznega algoritma.

Testiralo se je več različnih algoritmov, skladno s posameznim algoritmom pa se je prilagodila tudi strojna oprema (kamera in objektiv), za doseganje natančnejših rezultatov. Testiranja različnih algoritmov se je izvajalo v programskem paketu National Instruments - Ni Vision Builder, v Cognex Vision Pro ter v Pythonu. Rezultati testiranj so bili tedensko predstavljeni na skupnih sestankih, na katerih se je vedno preverilo tudi, če vse aktivnosti potekajo po zastavljenem terminskem planu.

Končni izbrana rešitev uporablja za prepoznavo napak umetno inteligenco, natančneje globoko učenje in je med testiranji sistema dosegala 100 % natančnost zaznavanja napak na transparentnih izdelkih. Glavna prednost razvite rešitve, ki temelji na uporabi metode umetne inteligence je, da je takšen sistem precej neodvisen od vpliva zunanje svetlobe oz. drugih motenj, kar pomeni dodatno fleksibilnost v proizvodnem okolju.

V nadaljevanju so navedene aktivnosti, ki so se izvajale na projektu.

Analiza problema:

V samem začetku izvajanja projekta se je opravila analiza problema ter izbor možnih rešitev in konceptov, ki so se predstavili podjetju. Na podlagi tega smo skupaj s predstavniki podjetja določili smernice za izvajanje projekta.

Izdelava terminskega plana:

Terminski plan je bil osnova za koordinacijo izvajanja del na projektu. Na vseh rednih sestankih se je preverjal in ustrezno korigiral skladu z opravljenimi deli.

Testiranja različnih virov osvetlitev v laboratoriju:

Učinkovitost sistemov strojnega vida je zelo odvisna od primerne osvetlitve. Ključni problem prepoznavanja napak je dovolj velik kontrast oz. razlika med dobrim delom izdelka in napako. V ta namen smo v okviru projekta razvili laboratorijsko okolje, ki omogoča simulacijo različnih načinov osvetlitve izdelka (različne valovne dolžine svetlobe kot tudi različne postavitve izvora svetlobe glede na opazovani izdelek), ki ga kontroliramo. Ugotovljeno je bilo, da je smiselno uporabiti: belo svetlobo, LED izvor svetlobe, »osvetlitev od zada«.

Testiranja različnih industrijskih kamer v laboratoriju:

Primerjale in testirale so se različne industrijske kamere, s katerimi so bile ustvarjene že prve slike napak na izdelkih. Teoretični parametri kamere so se najprej preračunali, nato pa smo v laboratorijskem okolju to še praktično preizkusili in določili zahteve strojne opreme.

Testiranja algoritmov strojnega vida:

Razvili in testirali smo različne algoritme strojnega vida, in sicer rešitev z uporabo pragovne metode, rešitev na podlagi barvnega histograma, rešitev z uporabo funkcije »line inspection« ter rešitev z uporabo globokega učenja. Ugotovljeno je bilo, da imata najboljše razmerje med učinkovitostjo zaznavanja napak in hitrostjo procesiranja rešitvi z uporabo pragovne metode in globokega učenja.

Konstruiranje nosilca:

Pri izvedbi konstrukcije se je sistem idejno zasnovali tako, da so bile zajete vse zahteve, ki so se pojavile pri načrtovanju ostalih komponent sistema. Ugotovili smo, da bo potrebno konstrukcijo prilagoditi tako, da bo hkrati preprečevala vdor zunanje svetlobe. Konstrukcijo sistema smo razvili v CAD okolju za računalniško podprto konstruiranje.

Razvoj računalniške simulacije:

V virtualnem okolju smo razvili simulacijo, ki omogoča analizo uporabe razvitega sistema strojnega vida na proizvodni liniji v podjetju. Na podlagi rezultatov simulacije se lahko predstavniki podjetja lažje odločijo za integracijo rešitve v njihov proizvodnji proces.

Razvoj komunikacije z industrijskim robotom:

Izbrani so bili komunikacijski protokol, način povezave z robotom ABB in potrebna oprema za integracijo sistema na proizvodno linijo, kar bo lahko podjetje uporabilo v primeru, da se bodo v prihodnosti odločili za integracijo na obstoječo proizvodnjo linijo.

Kalkulacija ekonomske upravičenosti:

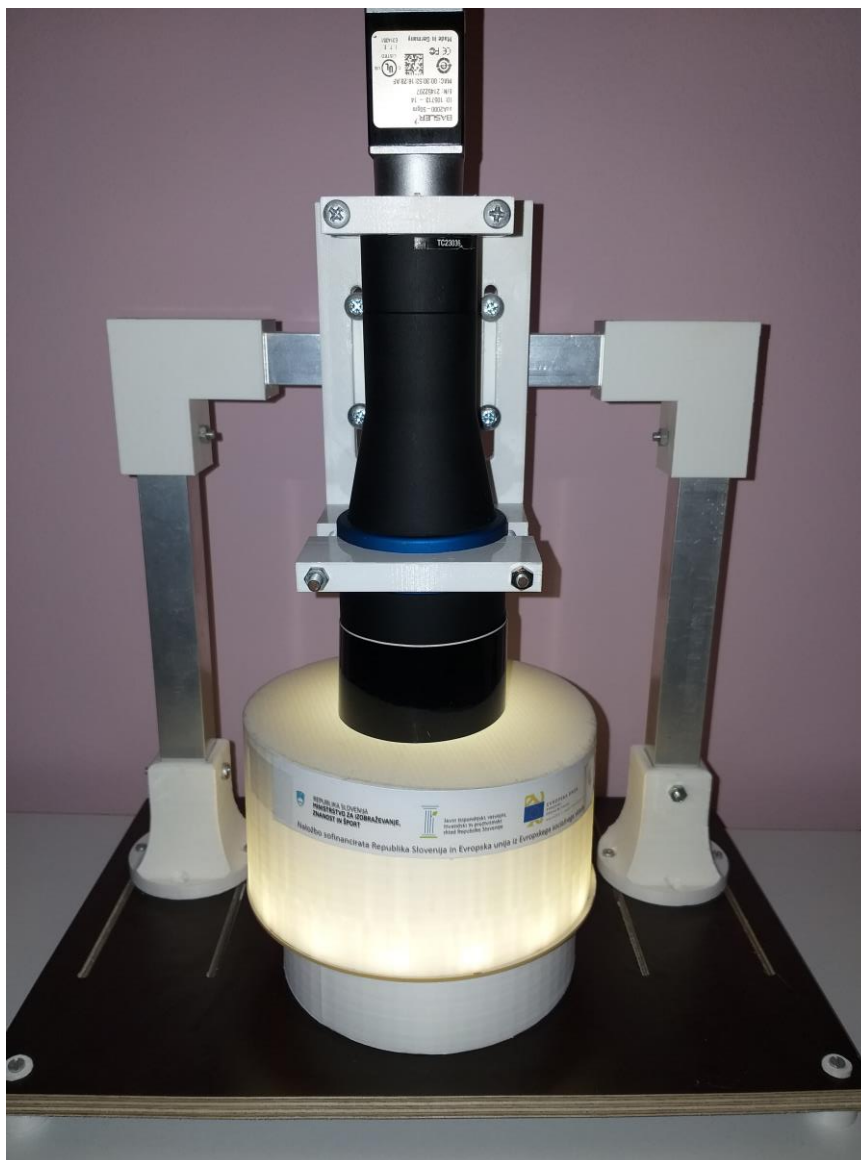
Na podlagi testne opreme, izračuna trenutnega izmeta in pregleda konkurence, se je izvedel preračun ekonomske upravičenosti investicije v sistem strojnega vida na obstoječi proizvodni liniji. Ti podatki bodo za podjetje bistveni, ko se bodo odločali o uporabi sistema v proizvodnji.

- Navedite in opišite rezultate projekta ter njihov doprinos k družbeni koristnosti

Izdelano je bilo testno laboratorijsko okolje, ki omogoča zajemanje slik pri različnih načinih osvetlitve in uporabo različnih industrijskih kamer. Prav tako je v razvitem testnem okolju mogoče simulirati osvetlitev izdelkov z različnimi valovnimi dolžinami ter različnimi načini postavitve glede na opazovani izdelek. S pomočjo testnega laboratorijskega okolja se je izbrala ustrezna kamera in sistem za osvetlitev. Narejene so bile testne slike izdelkov in na podlagi tega testirani razviti algoritmi. Najboljše rezultate zaznavanja napak na izdelkih sta dosegla dva pristopa, in sicer uporaba pragovne metode ter uporaba globokega učenja. Uporaba teh dveh rešitev je doprinesla zelo natančno prepoznavo ali je izdelek kvaliteten, ali pa so na njem prisotne napake. Zasnoval se je tudi CAD model namenskega nosilca za industrijsko kamero in vir osvetlitve, ki hkrati služi preprečevanju vdoru zunanje svetlobe. Na podlagi 3D modela proizvodnega prostora, se je izdelala tudi računalniška simulacija uporabe sistema strojnega vida na obstoječi proizvodnji liniji. S pomočjo simulacije se je lahko primerjal in usklajeval čas potreben za procesiranje napak na izdelkih, ter čas giba robota. Izvedla se je tudi kalkulacija ekonomske upravičenosti investicije v sistem strojnega vida na obstoječi proizvodni liniji.

Takšen sistem bo izboljšal učinkovitost proizvodnega procesa, saj bo podjetje imelo manj reklamacij, hkrati pa se bo zaradi zgodnjega odkrivanja nepravilnosti in takojšnjega izločanja takšnih izdelkov iz nadaljnjega proizvodnega procesa, zmanjšal izmet v industriji plastike. Manj izmeta plastike pomeni manjšo obremenitev okolja, saj se odpadna plastika le redko reciklira v celoti. To dejstvo vsekakor predstavlja pomembno korist za družbo. Z avtomatiziranim postopkom zaznavanja prisotnosti napak in pravočasnega izločanja nepravilnih izdelkov iz proizvodnega procesa, se bo zmanjšala tudi poraba energije, kar tudi predstavlja pomembno družbeno korist. Prav tako se bodo z uporabo strojnega vida uknila monotona ter naporna delovna mesta v proizvodnji.

4. Priloge:



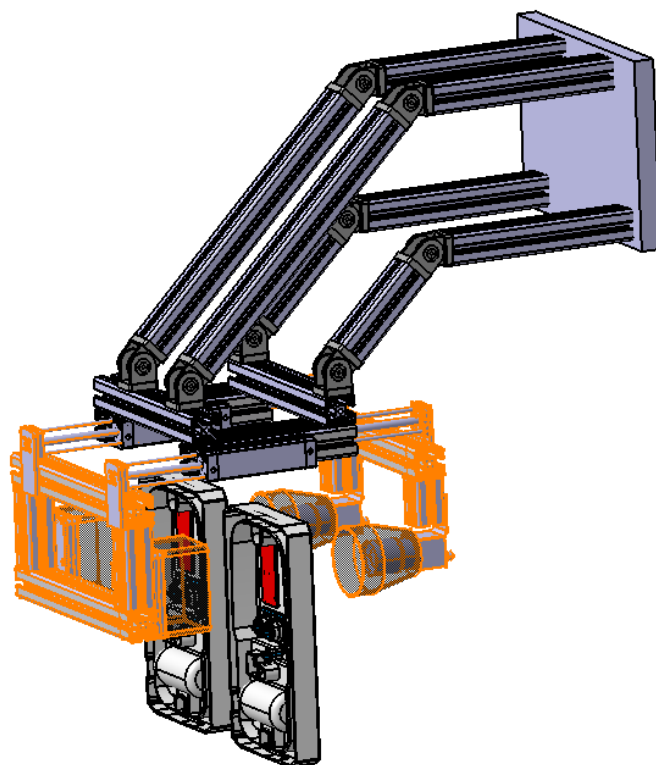
Slika 1: Laboratorijski sistem strojnega vida za ugotavljanje nepravilnosti na izdelkih iz transparentne plastike



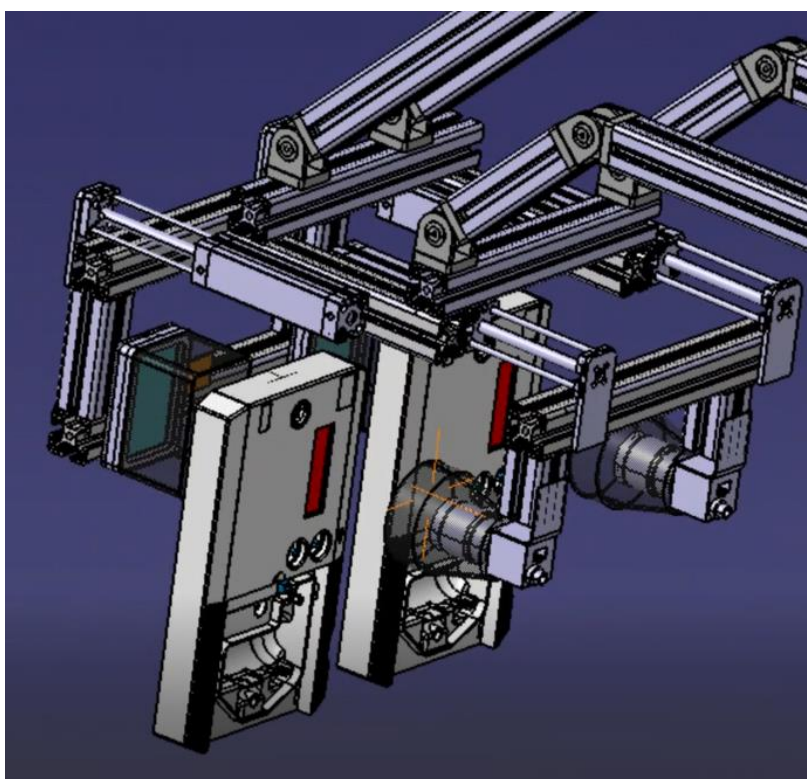
Slika 2: Ekipa PKP projekta pri izvajanju projektних aktivnosti v podjetju PLASTIKA SKAZA d.o.o. v Velenju



Slika 3: Študenti med delom v laboratoriju na Fakulteti za strojništvo UM



Slika 4: CAD model konstrukcije za namestitev sistema strojnega vida na proizvodno linijo



Slika 5: Razvita računalniška simulacija delovanja sistema strojnega vida na proizvodnji liniji