

# Razvoj koncepta sistema za geometrijsko kontrolo kakovosti EAGLE

Anton Petrič<sup>1</sup>, Hidajet Kurbegović<sup>1</sup>, Tomaž Savšek<sup>2</sup>

<sup>1</sup>TPV AUTOMOTIVE d.o.o., <sup>2</sup>Fakulteta za industrijski inženiring Novo mesto

## Povzetek

V okviru projekta EAGLE razvijamo demonstracijski prototip naprednega 3D senzorskega sistema, ki omogoča frekvenčno vizualno kontrolo geometrije kompleksnih kovinskih predmetov. Kontrola se izvaja z uporabo inovativnih 3D postopkov strojnega vida. Prototip validiramo in demonstriramo v simuliranem operativnem okolju.

Na podlagi razvojnih izhodišč pri zasnovi koncepta novega merilnega sistema rešujemo izzive s svetlobnimi odsevi indirektno osvetljenih delov predmetov zaradi odbojev svetlobe ter težave z računsko zahtevnostjo in posledično visoko kompleksnostjo merilnih postopkov. Posebno pozornost posvečamo detekciji detajlov na merjencu, ponovljivosti vpenjanja merjencev ter ustreznim postopkom osvetljevanja opazovanega področja za zagotavljanje pravilnega zajema slikovnih podatkov. Raziskujemo priložnosti za vključitev sistema EAGLE ter razvitih merilnih postopkov v koncept pametne tovarne. V prispevku bomo predstavili tudi zasnovo sistema EAGLE, ki smo ga postavili v digitaliziran industrijsko okolje v obliki digitalnega dvojčka.

## Vloga osvetlitve na merilno metodo

Na kakovost slike pri optičnem pregledu kovinskih izdelkov močno vplivajo osvetlitev in pozicioniranje predmetov. V okviru projekta EAGLE smo izvedli meritve učinka osvetlitve na kakovost slike. Zlasti smo preizkusili kakovost slike v različnih pogojih: v temnem prostoru, v svetlem in pod LED osvetlitvijo različnih intenzivnosti. Preizkuse smo izvedli na primerih tipičnih površinskih napak na vzorcih, ki imajo preprosto geometrijo. Slika 1 prikazuje primer enostavnega cevnega izdelka s tipičnimi napakami na površini. Slika 2 prikazuje primere tipičnih napak, posnetih v različnih svetlobnih pogojih.



Slika 1: Vzorci kovinskih izdelkov s tipičnimi površinskimi napakami.



Slika 2: Povečava optičnih napak pod različnimi svetlobnimi pogoji.

V nadaljevanju raziskave smo meritve razširili tudi na geometrijsko kompleksnejše izdelke, pri katerih se je pokazal pomen ustrezne postavitve merjenca ter kot projicirane svetlobe.

## Razvoj kataloga napak

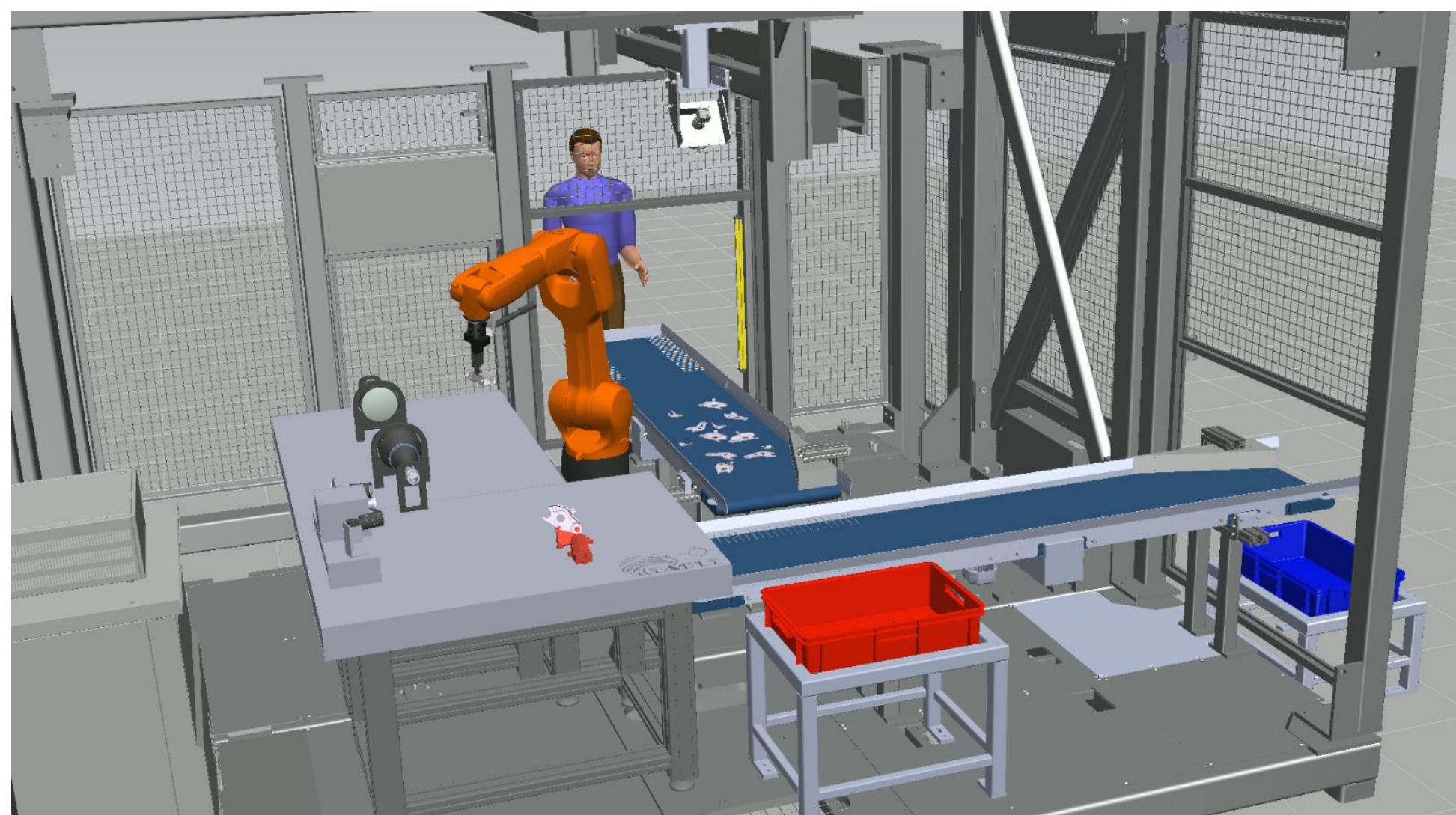
Sodobni robotsko vodeni 3D optični merilnik lahko samodejno opravi pregled merjenca z veliko stopnjo natančnosti in produktivnosti tudi na zapletenih površinah, pri čemer pa je treba upoštevati določene omejitve. Avtomatiziran kontrolni sistem se mora biti sposoben učiti, kateri izdelki so primerni in kateri niso ustrežni. Vsled tega smo razvili katalog tipičnih napak, ki se lahko pojavijo na izdelkih. To pomaga pri prepoznavanju območij z napako, njihovo lokalizacijo in tudi razvrščanje glede na vrsto napak.

Izdelki iz kovine, ki so predmet naših raziskav, se običajno lakirajo. Pogosto se dogaja, da površinske napake „izstopijo“ šele po lakiranju, napake pa so lahko tudi posledica tehnoloških težav pri lakiranju. V sled tega smo posebno pozornost posvetili lakiranim vzorcem. Analizirali smo vzorce različnih tipičnih oblik (npr. ploščati izdelki iz pločevine, ovalni izdelki iz cevi in kombinacija različnih oblik). Izločili smo tipične napake, ki se pojavijo na površinah vzorcev ter raziskovali metode, s katerimi bomo merilni sistem EAGLE „učili“ iskati te in podobne napake. Na podlagi tega smo izdelali katalog napak, ki predstavlja učno bazo za merilni sistem EAGLE.

## Digitalni dvojček sistema EAGLE

Na podlagi izvedenih študij za postavitve sistema EAGLE v industrijsko okolje, smo v namenskem orodju za modeliranje in simulacijo proizvodnih procesov zasnovali digitalni dvojček ob naslednjih razvojnih predpostavkah (glej tudi sliko 3):

- izdelki prihajajo po tekočem traku,
- sistem za pobiranje izdelkov v raztresenem stanju prepozna in locira izdelke na traku,
- robot z magnetnim prijemalom pobere izdelek s tekočega traku in ga postavi v namenski podstavek,
- robot z mehanskim prijemalom pobere izdelek iz podstavka in ga prenese v senzorski sistem EAGLE, kjer se izvedejo geometrijske meritve in meritve površine,
- ustrezen izdelek se odloži na trak, neustrezen pa v „rdeč“ zaboj.



Slika 3: Digitalni dvojček sistema EAGLE v industrijskem okolju.

## Zahvala

Raziskovalno delo delno financira Evropska unija iz evropskega sklada za regionalni razvoj v okviru Operativnega programa Naložbe za rast in delovna mesta za programsko obdobje 2014 do 2020, po pogodbi št. C3330-18-952007 (EAGLE).