

AVTOMATIZIRANA VIZUALNA KONTROLA MAGNETOV

Blaž Pongrac, Danijel Šipoš, Dušan Gleich

**Laboratorij za obdelavo signalov in daljinska vodenja
Fakulteta za elektrotehniko, računalništvo in informatiko
E-pošta: blaz.pongrac1@um.si
URL: <http://feri.um.si>**

Luka Ažman

**Magneti Ljubljana, d.d.
E-pošta: luka.azman@magneti.si
URL: <http://www.magneti.si>**

POVZETEK: *Predlagana je bila rešitev avtomatizirane vizualne kontrole magnetov enega tipa. Kontrola se izvaja z merjenjem več parametrov: dolžine in premere magneta, eliptičnosti in okrušenosti magneta. Prve tri merimo z upragovanjem, okrušenost magneta pa s pomočjo Prewitt-ove metode za detekcijo robov.*

1. UVOD

Magneti Ljubljana d.d. se ukvarja s proizvodnjo magnetov in magnetnih sistemov. Proizvodnja magnetov je sestavljena iz več postopkov: izdelava magneta, brušenje magneta, kontrola, magnetizacija in pakiranje. V prvih dveh postopkih je magnet zaradi samih postopkov in manipulacije podvržen mehanskim poškodbam. Iz tega razloga je potrebno pred magnetizacijo preveriti dimenzijsko ustreznost magneta in morebitne poškodbe ter neustrezne magnetne izločiti iz nadaljnje obdelave.

Trenutni postopek kontrole opravlja človek. Preverjanje dimenzij magneta je kvantitativno dobro definirano. Za to se uporabljajo preverjena orodja (mikrometer), sam postopek pa ima relativno majhen merilni pogrešek. Vizualna kontrola zajema preverjanje eliptičnosti magneta, konusne oblike in okruškov magneta. Problem trenutne vizualne kontrole je zagotoviti kvantitativno merilo kvalitete, saj lahko več kontrolorjev različno oceni določen magnet (ocena je subjektivna). Z vpeljavo avtomatiziranega postopka kontrole s pomočjo strojnega vida lahko pohitrimo in pocenimo postopek vizualne kontrole, prav tako pa lahko v veliki meri odpravimo subjektivnost končne ocene.

Predlagana rešitev uporablja tehnologijo strojnega vida. Ta se vedno pogosteje uporablja za namene vizualne kontrole, ne glede na panogo ali tip proizvodnje. Omogoča nam kreiranje kvantitativnega merila kakovosti izdelka, ki temelji na vnaprej določeni vzorčni

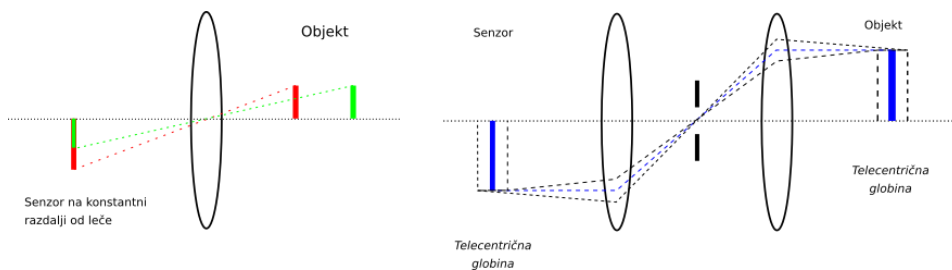
množici. Gre tudi za hitre sisteme, ki lahko več meritev opravijo v veliko krajšem času, kot lahko to storijo kontrolorji.

Sama rešitev je prilagojena točno določenemu tipu magneta, vendar je tehnologija lahko univerzalna oz. je prilagodljiva drugim tipom. Potrebno je kreirati novo vzorčno množico in preko nje nov kvantitativni kriterij kvalitete.

2. PROBLEM VIZUALNE KONTROLE MAGNETOV

Postopek avtomatizirane vizualne kontrole je prilagojen za valjčne magnete. Poteka v treh stopnjah oz. postajah. V prvi stopnji se preverja plašč magneta, v drugi in tretji pa obe čelni ploskvi. Preverjanje plašča magneta poteka s pomočjo vrtenja le-tega in zajemanja petih fotografij površine plašča. S tem je zagotovljeno zajemanje celotne površine plašča, saj je pri petih fotografijah zagotovljeno delno prekrivanje. Iz fotografij plašča se določijo dolžina magneta in okrušitve. Druga in tretja postaja preverita prednjo in zadnjo čelno ploskev. Določijo se premer magneta in eliptičnost, iz teh dveh pa posredno tudi konusna oblika, ter okrušitve.

Vsaka postaja ima po dve kameri, vsaka kamera zajame sivinsko fotografijo z dvema magnetoma (avtomat ima štiri linije za kontrolo magnetov). Uporabljena je čelna osvetlitev s pomočjo LED, ki delujejo v režimu bliskavice. Pri zajemu fotografij se pojavi več različnih pogreškov: pogrešek zaradi gretja kamere, pogrešek leče in odstopanje globinske ostrine. Vsi ti pa negativno vplivajo na merjenje dimenzij magneta. Te probleme rešujejo telecentrične leče.

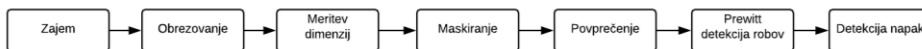


Slika 1: Primerjava navadne in telecentrične leče

Slika 1 prikazuje primerjavo med delovanjem navadne leče in uporabljene bilateralne telecentrične leče, kot je to predstavljeno v [1]. Navadna leča preslika objekt na senzor z različno globinsko ostrino – če je objekt bližje leči, je tudi večji. Pri bilateralni telecentrični leči pa sta uporabljeni dve leči in zaslonka, s pomočjo katerih se ustvari telecentrični globini na strani objekta in senzorju. Iz slike 1 vidimo, da je v območju telecentrične globine globinska ostrina enaka, kar pa odpravi večino težav pri merjenju dimenzij na 2D fotografiji. Zagotoviti je potrebno, da se magnet vedno nahaja znotraj območja telecentrične globine.

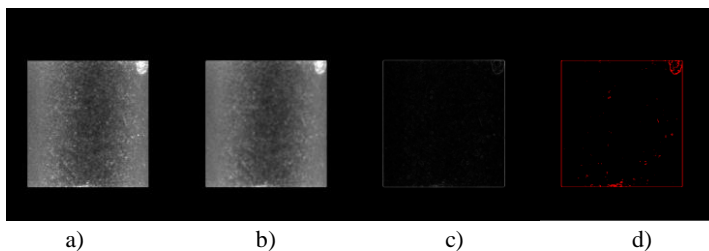
2.1 Predlagana rešitev

Izdelana sta bila dva ločena algoritma, ki se pa po svoji zasnovi ne razlikujeta. Oba temeljita na detekciji robov s pomočjo Prewitt-ovega operatorja. Slika 2 prikazuje splošno blokovno shemo.

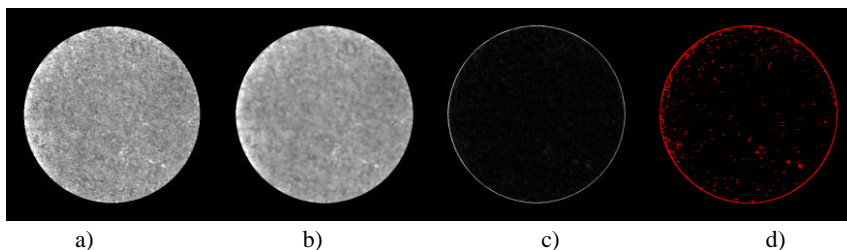


Slika 2: Blokovna shema algoritma

Po zajemu fotografije je potrebno le to obrezati, saj se z eno kamero zajema fotografija dveh magnetov. Na tako pripravljene fotografije se izvede meritev dimenzij, na podlagi teh pa s pomočjo maskiranja izločimo ozadje iz nadaljnje obdelave. Preden določimo robove na magnetu, fotografijo le tega povprečimo. Prewitt-ov gradientni operator, ki predstavlja magnitudo gradienta, je določljiv s konvolucijskima maskama, predstavljenima v [2], kateri pa ne vnašata poudarke na slikovne točke v okolici središča maske. Zato je ta algoritem detekcije robov način, kako se izognemo računanju gradienta v okolici slikovne točke. Odzive detekcije robov s Prewitt-ovim operatorjem prikazujeta sliki 3 in 4. Detektirani robovi se nato upragujejo, s pomočjo merjenja površine napake pa se le-ta določi. Mejna vrednost napake je določena s pomočjo vzorčne množice. Vzorčno množico so pripravili izkušeni kontrolorji magnetov.

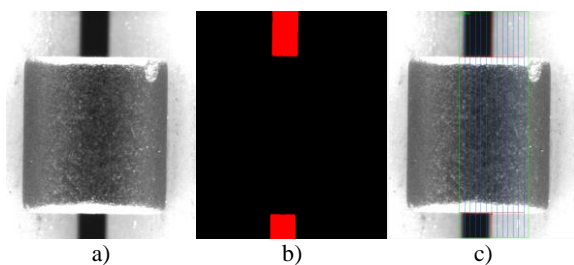


Slika 3: Detekcija napak na plašču: a) obrezana slika, b) povprečenje, c) Prewitt detekcija robov, d) upragovanje najbolj očitnih robov



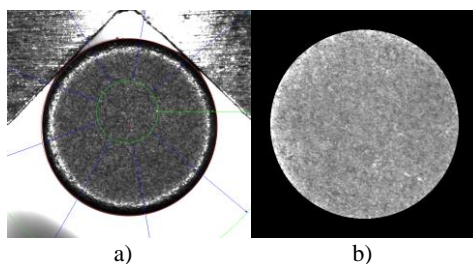
Slika 4: Detekcija napak na čelni plošči: a) obrezana slika, b) povprečenje, c) Prewitt detekcija robov, d) upragovanje najbolj očitnih robov

Algoritma se razlikujeta le v detekciji položaja magneta in v določevanju dimenzij. Za določitev položaja magneta pri preverjanju plašča se uporablja upragovanje. S tem se določi središče mase zajetih temnih področij, ki se nahajajo nad in pod magnetom ter so posledica razmika med valjčki, ki vrtijo magnete, ter zgornji in spodnji rob magneta. S temi dimenzijami se določuje področje izreza. Posamezne stopnje algoritma prikazuje slika 5. Dolžino magneta določujemo s pomočjo upragovanja. Po večih vertikalnih premicah algoritem določuje prestop praga in smer prestopa praga vrednosti slikovnih točke. Na ta način algoritem določi dve premici, ki pomenita zgornji in spodnji rob magneta, in oddaljenost med njima. S pomočjo kalibracije pa se nato izračuna dolžina, odstopanje od želene dolžine, iz slednjega pa se določi napaka v dolžini.



Slika 5: Določevanje izreza in dimenzij na plašču: a) obrezana slika, b) iskanje središča magneta z iskanjem središča mase reže, c) merjenje dolžine

Položaj magneta pri preverjanju čelne plošče se določi z detekcijo kroga na fotografiji. S tem se določi center kroga, premer kroga in odklon premera kroga. Podobno kot merjenje dolžine, tudi detekcija robov kroga poteka tako, da merimo vrednosti slikovnih točk in po prestopu praga v zeleni smeri določimo oddaljenost roba od središča območja iskanja. Po določitvi pragovnih točk na robu kroga, se nato izračunata center kroga in premer. Oba se uporabita za izrez kroga in nadaljnjo procesiranje. Določitev izreza kroga je prikazana na sliki 6.

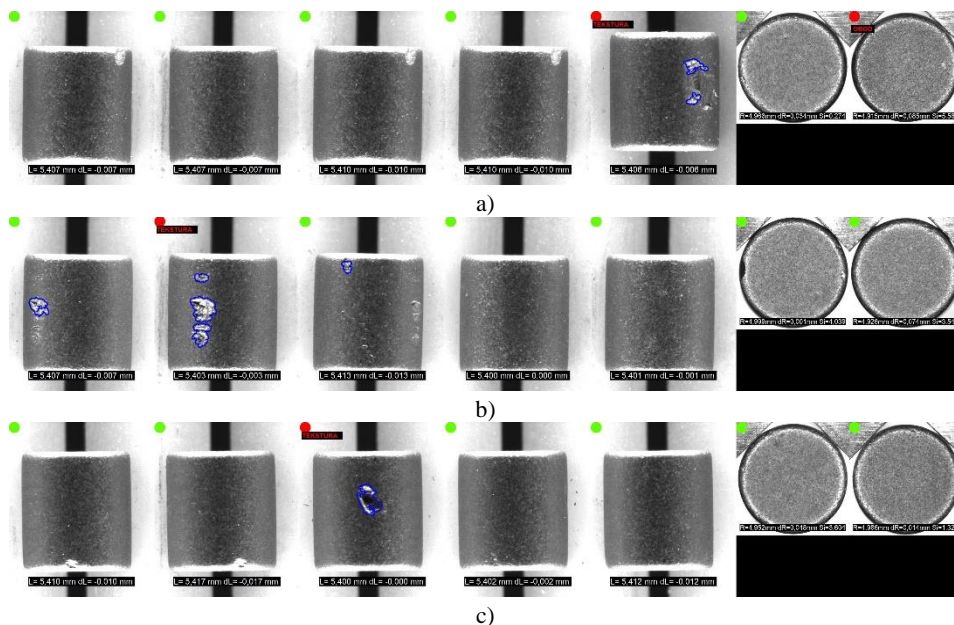


Slika 6: Detekcija kroga: a) upragovanje roba po daljicah b) izrez

Konusna oblika magneta se detektira posredno s pomočjo prevelikega odstopanja premera, ne glede na čelno ploskev. Eliptičnost pa se določi s pomočjo najmanjšega kvadratičnega pogreška oz. odklona premera. Detektiran in v fotografijo vrisan krog ima

idealno obliko. Algoritem detekcije kroga po vrisu le-tega preveri odstopanja idealne oblike od dejanskih točk, nato pa izračuna minimalni kvadratični pogrešek. Ker je maksimalni odklon premera magneta poznan, je mejna vrednost izmerjenega odklona določljiva.

Na sliki 7 je prikazano nekaj primerov rezultatov. Na končni sliko je izrisanih vseh pet fotografij plašča in obe čelni plosči. Na vsaki fotografiji pa je izpisana dimenzija in njeno odstopanje od želene vrednosti.



Slika 7: Primeri rezultatov

3. ZAKLJUČEK

Načrtovano je, da bi predlagana rešitev avtomatizirane vizualne kontrole magnetov pohitrila in pocenila postopek kontrole, hkrati pa bi dvignila nivo kvalitete končnih izdelkov. Predlagan algoritem je načrtovan tako, da je univerzalen in robusten, čeprav je v samem postopku več spremenljivk (vsak magnet ima lahko različen položaj v trenutnem času, npr. pri vrtenju magnetov na prvi postaji pride do premikov magneta – položaj magneta moramo detektirati). Po prvih testih se je izkazalo, da lahko v samem algoritmu pride do nekaterih težav. Največ težav se lahko pojavi z osvetlitvijo in umazanijo, ki jo sami magneti vnašajo v sistem (zapacajo se lahko vrtljivi valčki, leče, itd.). Kljub temu se je algoritem izkazal za robustnega na testnem vzorcu.

LITERATURA

1. B. Pan, L. Yu, D. Wu (2013), High-Accuracy 2D Digital Image Correlation Measurements with Bilateral Telecentric Lenses: Error Analysis and Experimental Verification, *Experimental Mechanics* (2013) 53, Society for Experimental Mechanics, str. 1719-1733
2. G.T. Shrivakshan, C. Chandrasekar, A Comparison of various Edge Detection Techniques used in Image Processing, *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, Vol. 9, Issue 5 (2012), *IJCSI International Journal of Computer Science Issues*, str. 269-276