

IZDELAVA ADAPTIVNEGA ALGORITMA ZA ZAZNAVANJE NAPAK S STROJNIM VIDOM NA PLETENICI

Miha PIPAN, Andrej KOS, Niko HERAKOVIČ
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo

POVZETEK

V tem članku smo opisali razvoj adaptivnega algoritma, ki s pomočjo osnovnih orodji za transformacijo in analizo slik omogoča analizo napak na pletenici. Pletenice so različnih dimenzij, opleti pa imajo različne gostote pletenja in so različnih barv. Algoritem je sestavljen iz treh sklopov. Prvi sklop vsebuje matematični algoritem za avtomatsko prilagoditev na različne vrste pletenic. Drugi sklop opravi analizo gostote opleta cevi ter opravi kalibracijo sistema za zaznavanje in javljanje napak. Zadnji del predstavlja analiza cevi med njeno izdelavo in ustavitvev stroja za opletanje ob zaznavi napake na pletenici. Razviti sistem strojnega vida za adaptivni nadzor je bil uspešno preizkušen in je pripravljen za izvajanje v industrijskih aplikacijah.

1. UVOD

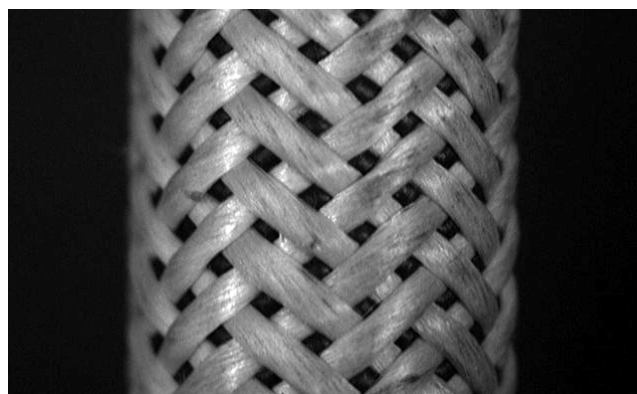
Analiza napak na pletenici je kritičnega pomena pri izdelavi visokotlačnih cevi. Cevi se izdelava z navijanjem opleta na jedro in kasnejšim gumiranjem. Jedro se nato izvleče in s tem je izdelava visokotlačne cevi končana. Zaradi visokega tlaka v ceveh na opletu ne sme biti nobenih napak, saj bi v nasprotnem primeru lahko prišlo do preboja plašča in poškodbe stroja in ljudi.

Na sliki 1 so prikazani opleti različnih dimenzij, gostot in barv.



Slika 1: Različne vrste opletov za analizo napak.

Da se izniči vpliv različnih barv opleta smo za osvetlitev uporabili IR svetlobo. S tem smo dosegli dober kontrast med vlakni in jedrom. Oplet brez napak pod IR svetlobo je prikazan na sliki 2.

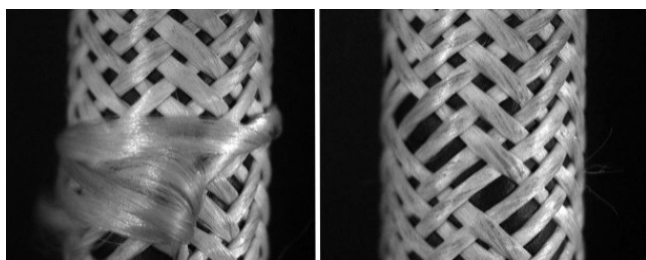


Slika 2: Oplet pod IR svetlobo brez napak.

Napake med proizvodnim procesom se pojavijo, ko se vlakna zaradi trenja zagostijo med seboj ali v pletilni del naprave za opletanje. Ko se pojavi napaka, se le ta nadaljuje, dokler se proizvodni proces ne ustavi in sistem ponovno nastavi. Napaka se lahko pojavi v dveh oblikah in sicer:

- vozeli ali ohlapne niti
- manjkajoča vlakna.

Na sliki 3 sta prikazani obe vrsti napak, ki sta vidni iz vseh smeri, tako da je napake mogoče odkriti samo z eno kamero.

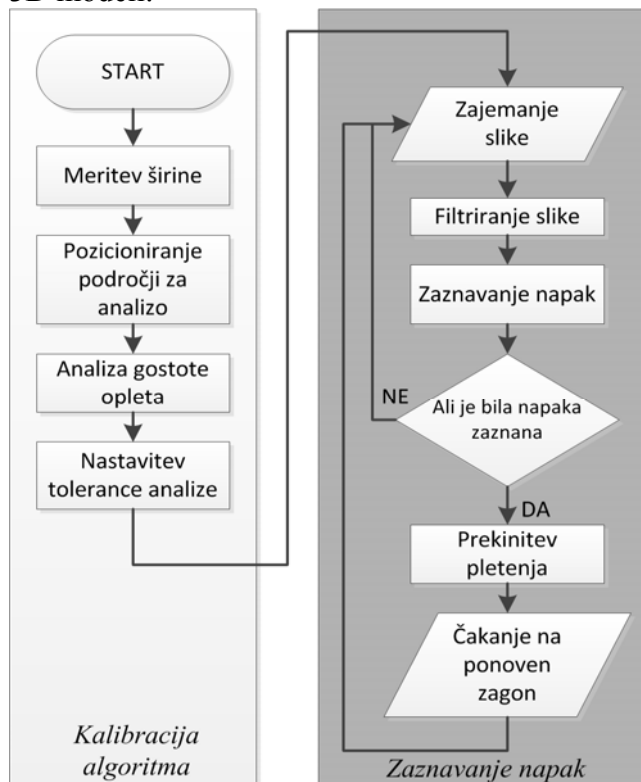


Slika 3: Obe vrsti napak, ki se pojavljajo na pletenici.

Ko pride do napake, je treba stroj za opletanje ustaviti in ponastaviti, drugače so napake prisotne skozi celoten oplet.

2. ALGORITEM

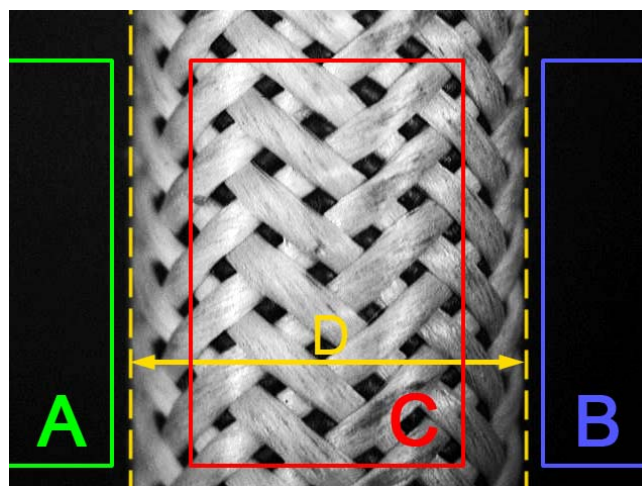
Sistemi za analizo s strojnimi vidom, v primerjavi z biološkimi sistemi, niso fleksibilni in so skoraj vedno prilagojeni specifični nalogi [6]. Obstajajo različni pristopi za zaznavanje napak na vrveh, jeklenih pletenicah in tekstilu [7, 8, 9, 10, 11]. Metode odkrivanja napak bazirajo na statističnih analizah, uporabi matematičnih modelov za primerjavo slik in primerjavo slik s 3D modeli.



Slika 4: Blokovna shema algoritma za zaznavo napak.

Algoritem smo razvili z uporabo programskega orodja Matlab. Kamera za zajem slik med pletenjem je pozicionirana tako, da cev poteka navpično na sliko kamere. Slika 4 prikazuje strukturo algoritma, ki analizira površino opleta.

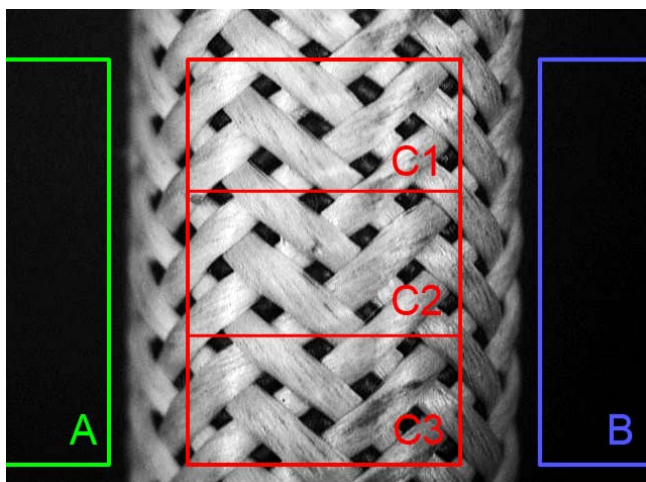
Sliko po zajetju najprej filtriramo in pretvorimo v binarno sliko. Z analizo premera objekta (D) postavimo tri območja, katera bomo analizirali. Območje C zajema osrednji del pletenice, medtem ko sta območja A in B pozicionirana na levi in na desni strani pletenice (slika 5).



Slika 5: Tri območja (C, A, B) so pozicionirana glede na premer pletenice D.

Srednje področje se uporablja za odkrivanje manjkajočih vlaken. Levo in desno področje (A in B) se uporabita za odkrivanje vozlov, ki se formirajo na površini pletenice.

Preden začnemo izvajati analizo napak je potrebno preveriti, da ni prisotnih napak že med kalibriranjem osrednjega področja C. Razmerje belih in temnih točk v srednjem območju se primerja z območji C1, C2 in C3 (Slika 6). V kolikor so napake prisotne v začetni fazi, je potrebno napake odpraviti.

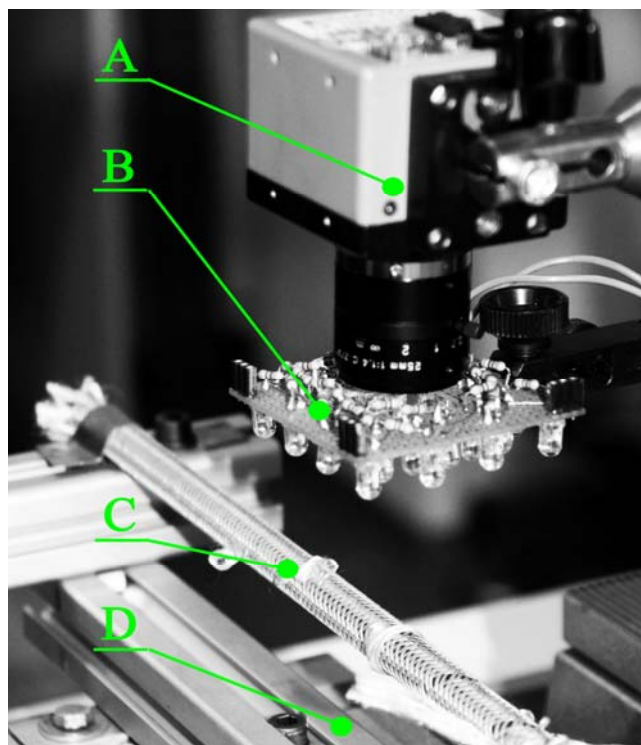


Slika 6: Odkrivanje napak na pletenici s primerjavo območji C1, C2 in C3 pred kalibracijo.

Nato določimo meje tolerance za zaznavanje napak z merjenjem vzorca in z upoštevanjem minimalne, maksimalne in povprečnega razmerja med svetlimi in temnimi točkami. Napake zaznavamo s statistično metodo, kjer povprečne jakosti svetlosti področij vsake regije primerjamo z vnaprej določenimi kalibriranimi vrednostmi. Napaka se zazna takrat, kadar je razlika med izmerjeno jakostjo svetlosti (svetlobne intenzitete izbranega področja) in gostote vzorčenega med inicializacijo večja od praga tolerance.

3. TESTNI SISTEM

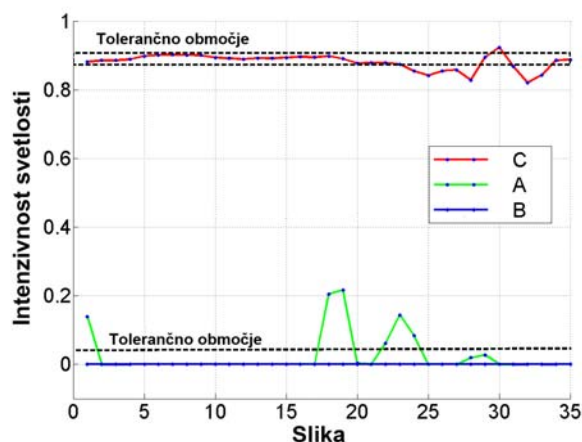
Za testiranje razvitega algoritma strojnega vida smo zgradili preizkuševališče (Slika 9) z linearnim pnevmatskim pogonom, ki je pletenico premikal z enako hitrostjo, kot je v proizvodnem procesu. Za zajem slik smo uporabili kamero z ločljivostjo 640x480 pik in brez IR filtra. Da bi dosegli najboljši kontrast med črnim jedrom in različnimi barvami opleta smo uporabili IR LED svetlobni vir. Celotna naprava je bila postavljena v črno komoro, ki je preprečila vpliv zunanjih virov svetlobe.



Slika 7: Testni sistem, ki je sestavljen iz CCD kamere (A), IR LED svetlobnega vira (b), vzorca za analizo (C) in pnevmatskega linearnega aktuatorja (D).

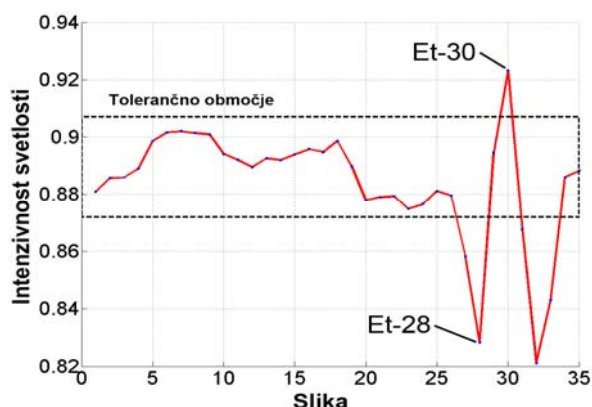
4. REZULTATI

Testi so bili opravljeni z zajemanjem 35 zaporednih slik testiranih cevi. Izračun ustreznega tolerančnega praga smo izvedli z uporabo cevi brez napak. Stopnje svetlosti za vsa 3 področja so prikazane na grafu na sliki 8.

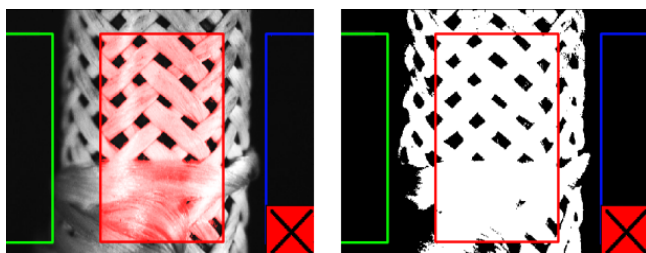


Slika 8: Graf intenzivnosti svetlosti na treh področjih med testiranjem algoritma.

V območju B ni bilo zaznanih napak, saj stopnja intenzivnosti ostaja 0 pri vseh zajetih slikah. Na območjih C in A je bilo odkritih več napak. Na sliki 9 je graf z dvema zaznanima napakama (ET-28 in Et-30) Zaznana napaka je prikazana na sliki 10.

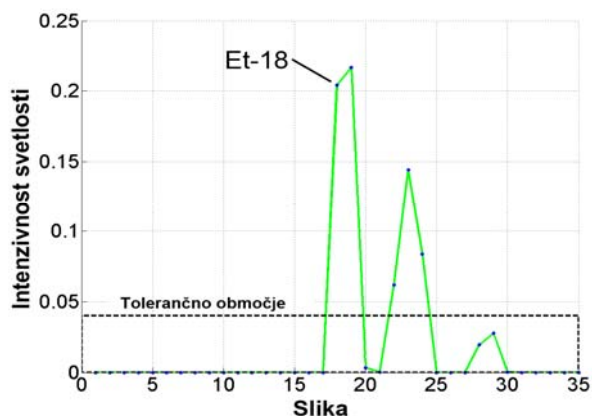


Slika 9: Spremembe svetlosti v ET-28 in ET-30.

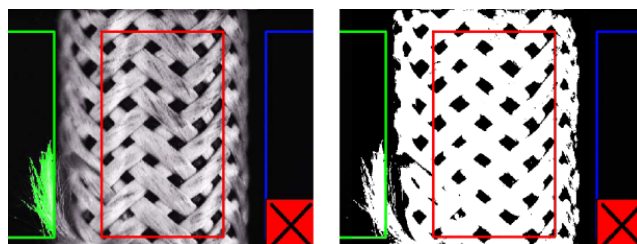


Slika 10: Zaznan vozle na površini (slika levo) in slika za izračun intenzivnosti na desni.

Odkrivanje napak v območju A in B je enostavnejše, saj se napaka zazna, ko stopnja svetlosti preseže vrednost 0. Na sliki 11 je graf intenzivnosti območja A z zaznano napako Et-18. Napaka je prikazana na sliki 12.



Slika 11: Spremembe v jakosti svetlobe na območju A in zaznana napaka Et-18.



Slika 12: Vozel na površini v območju A (leva slika) in prag slike za izračun intenzivnosti na desni strani.

5. ZAKLJUČEK

Testiranje adaptivnega algoritma za odkrivanje napak z analizo svetlosti treh področij je bilo uspešno. Algoritem se je avtomatično prilagodi na različne dimenzije in gostote pletenja. Prav tako so bile zaznane vse napake pri testiranju algoritma. Z uporabo tega prilagodljivega algoritma v kombinaciji s CCD kamero in krmilnikom lahko zmanjšamo izgube v proizvodnji, saj se pletenje ustavi takoj, ko pride do napake.

Literatura

- [1] Herakovic, N.: Computer and Machine Vision in Robot-based Assembly. *Strojniški vesnik – Journal of Mechanical Engineering* 53, 2007, str. 858-873
- [2] Chetverikov, D.: Structural defects: general approach and application to textile inspection. *Proceedings of 15th International Conference on Pattern Recognition*, Barcelona, Sept. 03.-07. 2000
- [3] Bakker, T., et al.: A vision based row detection system for sugar beet. *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 60, Issue 1, January 2008, str. 87-95
- [4] Li, D., et al.: Classification of foreign fibers in cotton lint using machine vision and multi-class support vector machine. *Computers and Electronics in Agriculture*, Volume 74, Issue 2, November 2010, str. 274-279
- [5] Xie, X.: Goon, B.: A Review of Recent Advances in Surface Defect Detection using Texture analysis Techniques. *Electronic Letters on Computer Vision and Image Analysis* 7(3), 2008, str. 1-22
- [6] Iivarinen, J.: An adaptive texture and shape based defect classification. *Proceedings of Fourteenth International Conference on (Volume:1)*, Brisbane, Aug 16-20 1998