

Zaznavanje površinskih napak na optičnih napravah s pomočjo mikroskopije v temnem polju

Yingjie Yin – De Xu – Zhengtao Zhang* – Mingran Bai – Feng Zhang – Xian Tao – Xingang Wang

Kitajska akademija znanosti, Institut za avtomatizacijo, Raziskovalno središče za natančne meritve in krmiljenje, Kitajska

Optične naprave so pomemben del ojačevalnika moči in končnega optičnega sestava pri laserskih sistemih za inercialno zadrževanje plazme (ICF). Točkovne in linijske napake na površini optičnih naprav močno vplivajo na učinkovitost laserskih sistemov za ICF in članek predstavlja predlog metode za zaznavanje površinskih napak na optičnih napravah. Na tej podlagi je bil tudi zasnovan in zgrajen sistem za zaznavanje napak na površini optičnih naprav.

Gibanje vrstične kamere po načrtovani poti je upravljano z visokonatančno motorizirano linearno in vertikalno mizico. Vrstična kamera zajame vrsto posnetkov, narejenih z mikroskopijo v temnem polju. Prekrivanje sosednjih posnetkov, narejenih z mikroskopijo v temnem polju, je mogoče opisati s posebno transformacijo. Podan je predlog algoritma za zlaganje posnetkov na osnovi SIFT, ki daje transformacijsko matriko prekrivanja dveh sosednjih posnetkov v temnem polju. S predlaganim algoritmom zlaganja posnetkov so bili izluščeni ujemajoči pari točk značilnosti SIFT na področjih zanimanja sosednjih posnetkov v temnem polju. Najboljša množica ujemajočih parov točk značilnosti SIFT je bila pridobljena z algoritmi vzporednih grozdov. Transformacijska matrika dveh posnetkov je bila izračunana s to množico parov točk z najboljšim ujemanjem in z matriko so bili nato sestavljeni sosednji posnetki v temnem polju. Svetlost slikovnih točk na mestu napak na posnetkih v temnem polju je bistveno večja od svetlosti ozadja, zato so bili s tehniko mejne segmentacije vzorčevanja segmentirani posnetki, združeni z algoritmom za sestavljanje posnetkov.

Napake na površini optičnih naprav se delijo na točkovne in linijske napake. Opisati jih je mogoče s šestimi glavnimi značilnostmi: površina napake, površina pravokotnika, ki obdaja napako, dolžina obrisa napake, razmerje med dolžino obrisa in površino napake, razmerje med površino napake in površino pravokotnika, ki obdaja napako, ter razmerje stranic pravokotnika, ki obdaja napako. Za učinkovito identifikacijo vrst napak so bili primerjani štiri kandidati za klasifikatorje: linearna diskriminantna funkcija (LDF), metoda podpornih vektorjev (SVM), metoda k najbližjih sosedov (KNN) in metoda radialne bazne funkcije (RBF).

Pri 15 sestavljenih slikah je bila največja absolutna napaka vodoravnega odmika prekrivanj sosednjih posnetkov v temnem polju 3 slikovne točke in največja absolutna napaka navpičnega odmika 2 slikovni točki; izhodiščna situacija je bila ugotovljena z ročno analizo. Natančnost klasifikatorja LDF je 92,7 %, klasifikatorja SVM 86,7 %, klasifikatorja KNN 86,0 % in omrežja RBF 81,0 %. Natančnost klasifikatorja LDF presega natančnost ostalih klasifikatorjev, zato je najprimernejši za razvrščanje napak, ki jih predstavlja šestrazsežnostni vektor značilnosti.

Članek predstavlja novo metodo zaznavanja napak na površini optičnih naprav. Transformacija med prekritji sosednjih posnetkov, narejenih z mikroskopijo v temnem polju, je posledica načina snemanja in gibanja vrstičnega fotoaparata. Predlagan je algoritem zlaganja slik na podlagi značilnosti SIFT za sestavljanje sosednjih posnetkov v temnem polju, ki jih zajame vrstična kamera. Za segmentacijo sestavljenih posnetkov v temnem polju z ozirom na njihove lastnosti je bila uporabljena tehnika mejne segmentacije vzorčevanja. Klasifikator LDF je najprimernejši za razvrščanje napak, ki jih predstavlja predlagani šestrazsežnostni vektor značilnosti.

Rezultati eksperimentov kažejo, da je predlagana metoda primerna za učinkovito zaznavanje napak na optičnih napravah.

Ključne besede: SIFT, LDF, algoritem grozdov, segmentacija posnetka, zlaganje posnetkov, snemanje v temnem polju, optične naprave