

Ročni optični sistem za merjenje topografije kože z uporabo Fourierjevo transformacijske profilometrije

Jernej Laloš* – Marko Mrak – Urban Pavlovčič – Matija Jezeršek
Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

V članku je predstavljena nova ročna optična naprava, ki uporablja Fourierjevo transformacijsko profilometrijo z belo svetlobo za merjenje topografije kože.

V medicini in kozmetiki se pojavlja potreba po natančnem, hitrem, enostavnem in široko uporabnem sistemu za tridimenzionalno *in-vivo* merjenje površine kože. Taka optična naprava bi dajala natančne in konsistentne informacije o topografiji in barvi kože, pri čemer bi bilo brezdotično in neinvazivno merjenje globine njena najpomembnejša novost.

Najbolj praktične in zato tudi najbolj razširjene metode za *in-vivo* analizo površine kože spadajo v kategorijo tako imenovanih projekcijskih površinskih topografij – ena izmed takih merskih metod je Fourierjevo transformacijska profilometrija. Pri tej metodi se na merjeno površino projicira droben črtast vzorec, nato se posname sliko te projekcije, naposled pa se z ustreznim računalniškim programom posneto sliko obdela.

Posneta slika je sestavljena iz množice merskih točk in se interpretira kot množica vrstic, pri čemer vsaka vrstica predstavlja signal intenzitete svetlobe, ki je moduliran v fazi in amplitudi, in ima neko prostorsko nosilno frekvenco. Signal iz vsake vrstice se razvije v Fourierjevo vrsto, prostorsko Fourierjevo transformira, filtrira okoli nosilne frekvence ter inverzno Fourierjevo transformira v prečiščen kompleksni signal. V argumentu tega signala se skriva fazni zamik, ki vsebuje informacijo o globinskem položaju merskih točk. Informacijo o ravninskem položaju merskih točk pa se enostavno prebere iz njihovih položajev na sliki. Tridimenzionalna oblika površja se tako rekonstruira iz ene same slike.

Naprava je bila razvita predvsem za natančno in objektivno ocenjevanje izgleda površine kože pred različnimi laserskimi terapijami ter po njih. V iskanju enostavne, dostopne in cenovne ugodne zasnove je bila ta naprava povečini razvita in sestavljena iz tržno dostopnih produktov. Tako temelji na digitalnem zrcalnorefleksnem (DSLR) fotoaparatu Nikon D90 z vgrajeno bliskavico kot izvorom svetlobe. Fotoaparat dopolnjuje optični sistem s projektorjem, ki projicira Ronchijev črtni vzorec na merjeno površino, in objektivom, ki preslika sliko vzorca na senzor fotoaparata.

Meritve z novo napravo so bile izvedene na petih vzorcih (ki so skupno pripadali trem ljudem) kože na obrazu – pred lasersko terapijo kože in po njej. Smisel te terapije je glajenje kože; njeni učinki na hrapavost vzorcev pa so bili eksperimentalno merjeni in ocenjevani. Ker je koža polprosojna in nehomogena, je bil na vzorce nanešen kožni puder, ki je bistveno izboljšal njene optične lastnosti za tako meritve.

Topografija kože je v tej analizi opisana s štirimi parametri hrapavosti površine: s povprečnim absolutnim odstopanjem R_a , s povprečnim kvadratnim odstopanjem R_q , z asimetričnostjo R_{sk} in s sploščenostjo R_{ku} . Za njihovo določitev je bilo najprej potrebno izračunati idealizirano referenčno površino kože, ki je povsem gladka.

Izračunani parametri hrapavosti površine kože so pokazali, da ima večina vzorcev povprečno absolutno odstopanje R_a med 45 μm in 80 μm ter povprečno kvadratno odstopanje R_q med 55 μm in 110 μm . Parametri tudi kažejo, da imajo vzorci kože večinoma nizke vrhove in globoke vdolbine ($R_{sk} < 0$) ter da so ti vrhovi in vdolbine relativno koničasti ($R_{ku} > 0$).

Kar se tiče laserske terapije in njenih učinkov na hrapavost površine kože, je jasno razvidno, da imajo vzorci po terapiji izrazito manjše vrednosti parametrov R_a in R_q kot pred njo. To nakazuje, da ima laserska terapija želen učinek in resnično zmanjšuje hrapavost kože. Pri primerjavi ostalih dveh parametrov, R_{sk} in R_{ku} , pa se ne more povedati nič gotovega.

Rezultati so tako pokazali zmožnosti in predvsem uporabnost razvitega optičnega sistema za merjenje topografije kože.

Ključne besede: Fourierjevo transformacijska profilometrija, optična triangulacija, topografija kože, parametri hrapavosti površine