

Tri-dimenzionalni merilnik stopal z lasersko rotacijsko merilno glavo

Boštjan Novak¹ – Aleš Babnik² – Janez Možina² – Matija Jezeršek^{2,*}

¹Alpina d.o.o., Slovenija

²Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo, Slovenija

Slabo prileganje obutve k stopalu je eden glavnih razlogov za bolečine v stopalih ter bolezni in poškodbe stopal. Ustrezne 3-dimezionalne meritve stopala zato omogočajo pridobivanje podatkov za izdelavo ustreznih oblik standardne obutve, prilagajanje obutve obliki stopala individualnega uporabnika, oblikovanje boljšega prileganja obutve pri masovni proizvodnji in določanje kupcu najbolj prilegajočega modela v posamezni trgovini. Slabosti obstoječih sistemov so predvsem v visoki ceni in njihovi kompleksnosti. Zato se večinoma uporabljajo le v raziskovalne in medicinske namene. V članku predstavljamo inovativni merilnik stopal, posebej razvit za merjenje stopal v prodajalnah z obutvijo in specializiranih zdravstvenih ambulantah. Merilnik odlikuje nizka cena izdelave, konstrukcija omogoča visoko stopnjo mobilnosti, poenostavljen in pospešen je postopek merjenja.

Razviti merilnik stopal deluje na principu laserske večlinijske triangulacije. Najpomembnejši sestavni del merilnika je merilna glava, ki sestoji iz treh laserskih linijskih projektorjev in dveh kamer, ki sta simetrično postavljeni na vsako stran laserskih projektorjev. Merilna glava, ki je nameščena na merilno roko, se med izvedbo meritve zavrti okrog centra merilne plošče, na kateri stoji merjena oseba in s tem izmeri celotno obliko obeh stopal. Z uporabo dveh kamer in treh laserskih ravnin smo preprečili nastanek senčenja oz. zastiranja, ki se pojavi na notranjih straneh posameznega stopala, ko nasprotno stopalo bodisi zastre pogled posamezne kamere, bodisi prepreči popolno lasersko osvetlitev. Čas merjenja obeh stopal je 10 sekund.

Po končani meritvi se izvede 3-D rekonstrukcija stopal in izmera osnovnih dimenzij, kot so dolžina in maksimalna širina, višina in obseg v sprednjem predelu stopala. Posebej razvit algoritem za izračun prileganja obutve stopalu omogoča individualno svetovanje kupcu, kateri model se najbolje prilega izmerjenemu stopalu.

Evaluacijo merilnika smo opravili z izvedbo treh vrst meritev. V prvem primeru smo izvedli 10 meritev levega in desnega plastičnega stopala, v drugem primeru smo izvedli 10 meritev stopal ene osebe, medtem ko smo v zadnjem primeru izvedli primerjavo rezultatov meritev 40 različnih stopal (20 različnih oseb) po klasični metodi in z merilnikom glede na standard ISO 20685.

Rezultati analiz testnih meritev so pokazali, da je standardni odklon meritev dolžine, širine in obsega plastičnih stopal manjši od 0,6 mm, medtem ko je standardni odklon meritev živih stopal do 60% večji. Razlog je povezan z deformacijo stopala, ki se pojavlja tekom različnih obremenitev med posamezno meritvijo. Primerjava meritev po klasični metodi in s 3-D merilnikom pokaže, da so dimenzije po klasični metodi sistematično manjše za približno 1,5 mm zaradi dotičnega načina merjenja.

Možnost dodatne nadgradnje sistema vidimo predvsem v uvedbi meritve podplatne površine skupaj z merjenjem pritiskov stopala na podlago. Na osnovi tako pridobljenih podatkov bi lahko izdelovali tudi prilagojene notranjike oz. steljke.

Ključne besede: 3D meritve stopala, večlinijska laserska triangulacija, dimenzije stopala, prileganje obutve