

Doprinos vlakana vizualnoj percepciji hrapavosti tkanina

Doc.dr.sc. **Elena Tomovska**, dipl.ing.
Prof.dr.sc. **Koleta Zafirova**, dipl.ing.
Sveučilište Sv. Ćirila i Metoda, Tehnološko-metalurški fakultet
Skopje, Makedonija
e-mail: koleta@tmf.ukim.edu.mk
Prispjelo 1.11.2012.

UDK 677.017:677.016.673.22
Izvorni znanstveni rad

Hrapavost je mjera teksture površine tkanina, koja nikad nije savršeno glatka. Općenito, ovisi o karakteristikama vlakana, finoći pređe, broju uvoja na pređi i strukturi tkanine (gustoći tkanine u smjeru osnove i potke te vezu tkanine). Tekstura kao složeniji spoj osjeta opipa i vida, može se istraživati bilo mehaničkim metodama, putem sile trenja ili optičkim metodama. Svrha ovoga istraživanja je odrediti do kojeg stupnja finoća vlakana utječe na vizualnu percepciju teksture tkanina, kod subjektivne ocjene i upotrebom analize slike tkanina. Ispitivanje je pokazalo da hrapavost tkanina raste s porastom finoće upotrijebljenih vlakana, a može se utvrditi korištenjem osjetljivih optičkih metoda, dok oči nisu u stanju uočiti ovu razliku.

Ključne riječi: vizualna percepcija, hrapavost tkanina, tekstura tkanina, finoća vlakana

1. Uvod

Hrapavost je mjera teksture površine tkanina, koja nikad nije savršeno glatka. Tekstura varira između fine i grube, a može se kvantificirati putem vertikalne devijacije površine. Općenito, ovisi o karakteristikama vlakana, finoći pređe, broju uvoja na pređi i strukturi tkanine (gustoći tkanine u smjeru osnove i potke te vezu tkanine).

Kod kupnje odjeće važan čimbenik odluke o izboru je stil, boja i tekstura odjevnog predmeta. Za stil i boju dovoljan je osjet vida, dok se tekstura ocjenjuje osjetom vida i opipa. Boja je precizno definirana sustavima boja, tako da se i na različitim medijima (tkanina, print, monitor) može točno simulirati. S druge strane, tekstura kao složeniji spoj dvaju osjeta, može se istraživati primjenom mehaničkih

metodama, istraživanjem sila trenja ili optičkim metodama.

J.O. Ajayi [1] je na temelju karakterizacije otpora koji tkanina pruža kretanju po površini ocjenjivao hrapavost tkanina, pri čemu glađe tkanine pokazuju manji koeficijent trenja. Za ocjenu ponašanja tkanina tijekom proizvodnje, kao i kod upotrebe koristi se ukupna vrijednost opipa (THV), mjerena KES-F sustavom. Hrapavost tkanine je značajan čimbenik (THV-u) kod Kawabate. KES-F sustav također koristi mehaničku metodu za mjerenje hrapavosti, određivanjem koeficijenta trenja i na temelju geometrijske hrapavosti površine.

Doživljaj teksture tkanine ovisi i o njenim optičkim svojstvima. Već su se daleke 1917. god. istraživala optička svojstva tkanina [2]. H. Kobsa i sur. izradili su model za predviđanje

optičkih svojstava tkanina prema upotrijebljenom filamentu [3], a zatim su B. Rubin i sur. izradili model i za multifilamente [4]. Utvrdili su da za dobivanje određene dubine i tona obojenja količina potrebnog bojila recipročno ovisi o kvadratnom korijenu finoće filameta. J. Bae [5] je proučavao miješanje boja (bojila) i varijacije u izgledu boje u ovisnosti o karakteristikama površine kod tiska. Mnoga istraživanja su posvećena modeliranju i vizualizaciji tekstila u 3D okruženju [6, 7].

Istraživanja glede taktalnog i vizualnog ocjenjivanja hrapavosti dala su zanimljive rezultate. Dva neovisna istraživanja (S. Guest i C. Spence [8], E. Tomovska i K. Zafirova [9]), potvrđuju da vizualni i taktalni podražaji u seriji ispitivanja hrapavosti djeluju kao neovisni izvori informacija.

Zaključili su da kombinacija osjeta vida i dodira, umjesto da poboljša ocjenu hrapavosti, dijeli pažnju ocjenjivača. Prema tome, vid i opip osiguravaju jednaku informaciju sustavu percepcije. Ovi se rezultati mogu objasniti razvojem taktilne memorije. S vremenom i iskustvom osjeti vida i opipa međusobno se približuju tako da nema potrebe dodirnuti poznatu površinu da bi se prepoznao osjećaj opipa. Analiza slike je objektivna metoda koja se isključivo koristi za definiranje površinskih svojstava tkanina. Najčešće se primjenjuje kod kontrole kvalitete, za identifikaciju grešaka na tkanini [10], ali se također koristi za prepoznavanje prepletaja i u drugim istraživanjima, kao npr. neravnornosti [11]. Također, analiza slike je pogodna za proučavanje hrapavosti kao parametra površine tkanina. Između ostalog, optičkom metodom M. Akdun i sur. [12] istraživali su ovisnost hrapavosti tkanina i duljinskoj masi vlakana, pri čemu su zaključili da je najmanja hrapavost kod tkanina od vlakana najmanje duljinske mase. Svrha ovog istraživanja je odrediti kako finoća vlakana, odnosno duljinska masa utječe na vizualnu percepciju teksture tkanina, kod subjektivne ocjene kao i upotrebom analize slike tkanina.

2. Eksperimentalni dio

2.1. Uzorci tkanina

Za ispitivanje je izrađeno, odnosno otkano devet uzoraka tkanina. Tkanje je provedeno u jednakim uvjetima te na istom tkalačkom stroju, sa svrhom dobivanja tkanina sa što manjom varijacijom svojstava, koja mogu nastati podešavanjem stroja. Svi ulazni parametri projektiranja tkanina, bili su konstantni, samo je varirana finoća upotrijebljenih vlakana. Kao sirovina korištena su 100 % akrilna vlasasta vlakna finoće 2,2 dtex, 3,3 dtex i 5 dtex. Od njih je ispredena pređa projektirane finoće $T_f=25 \times 2 \text{ tex}$ i uvojitosti $T_m=530 \text{ m}^{-1}$, koja je upotrijebljena za osnovu i potku tkanih

uzoraka. Uzorci su istkani u 3/1 kepernom vezu. Također, uzorci tkanina izrađeni su u tri različite gustoće u smjeru potke.

2.2. Rezultati ispitivanja parametara vlakana, pređe i tkanina

Finoća vlakana je određivana titrajnom metodom na Lenzing Vibrosco-pu na uzorku od 25 vlakana, (DIN 53812/2). Rezultati ispitivanja s njihovim standardnim devijacijama prikazani su u tab.1. Finoća pređe je određivana metodom vitice, (MKS F.S2.050), dok je uvojitost određivana na torziometru (MKS F.S2.021). Rezultati ispitivanja i vrijednosti njihovih standardnih devijacija prikazani su u tab.2.

Od dobivenih pređa izrađene su tkanine sa tri projektirane gustoće tkanina u smjeru potke, 17, 15 i 13 cm^{-1} . Gustoća tkanine u smjeru osnove podešena je na 23 cm^{-1} . Dobiveni strukturni parametri tkanina, gustoća u smjeru osnove (g_o) i potke (g_p), utkanje po potki (U_p), kao i površinska masa i debljina tkanina prikazani su u tab.3.

2.3. Subjektivno i objektivno mjerenje teksture tkanina

Kod provođenja subjektivne ocjene, set uzoraka je ocjenjivalo pet ocjenjivača, koji su ocjenjivali hrapavost tkanina. Svaki uzorak iz seta od tri uzorka, jednakih gustoća u smjeru potke, uspoređivan je s ostala dva uzorka. Dodijeljene su ocjene: (0) – za uzorak koji je glađi od uzorka u

setu, (1) - za uzorak hrapaviji od uzorka u setu, te (1/2) za uzorak jednak ili sličan po hrapavosti uzorku u setu. Zatim je provedeno još jedno subjektivno ocjenjivanje u kojem je svaki uzorak uspoređivan s ostalima uzorcima u setu od 9 uzoraka, i ocjenjivan na prethodno opisani način.

Za objektivno mjerenje teksture tkanina upotrijebljena je analiza slike površine uzoraka. Za provođenje ove analize primijenjen je instrument za dobivanje slike sa standardnom rasvjetom, i PC s adekvatnim softverom za procesiranje i analizu slike.

Ispitivani uzorci tkanina skeniranjem na uređaju Epson Stylus SX115 pretvoreni su u elektronski oblik. Rezolucija kod skeniranja bila je 1200x1200 dpi, a dobivene slike uzoraka prikazane su na sl.1.

Analiza slike provedena je pomoću softvera Adobe Photoshop. Da bi se izbjegao utjecaj boje, slike su konvertirane u akromatske (izrađene su slike u sivoj skali).

Jedan od podataka generiranih Photoshopom je postotak crnog (K %), koji predstavlja vrijednost sive skale slike uzorka u cjelini. Na temelju ovog podatka može se uspoređivati sadržaj crnog u slikama uzoraka, odnosno definirati koji su uzorci svjetliji, a koji tamniji.

Sve vrijednosti u Photoshopu mjerenje su u pikselima, tako da se mjerenjem vrijednosti K dobiva jednaki broj vrijednosti glede piksela u određenoj slici. S obzirom na to da je u ovom radu potrebno mjerenje sive skale po cijeloj površini uzorka, od-

Tab.1 Finoća vlakana

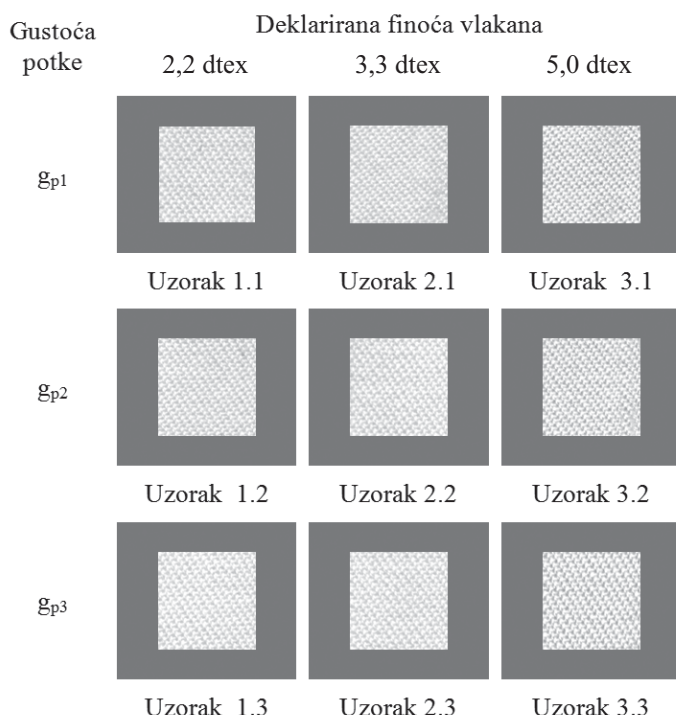
Deklarirana finoća vlakana (dtex)	2,2	3,3	5,0
Izmjerena finoća (dtex)	2,25	3,39	5,00
Standardna devijacija (dtex)	±0,18	±0,43	±0,28

Tab.2 Parametari projektirane pređe $T_f=25 \times 2 \text{ tex}$

Deklarirana finoća vlakana (dtex)	2,2	3,3	5,0
Finoća pređe (tex)	24,78x2	25,54	25,82
Standardna devijacija (dtex)	±0,45	±0,48	±0,28
Uvojitost (m^{-1})	542,00	539,00	539,00
Stan. devijacija uvojitosti (m^{-1})	±36,00	±35,00	±45,00

Tab.3 Parametri tkanina

Finoća vlakna	2,2 dtex			3,3 dtex			5,0 dtex		
Param. tkanina (oznaka uzoraka)	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3
g_o (cm ⁻¹)	23,0	23,0	23,0	23,5	23,0	23,0	22,5	23,0	22,5
g_p (cm ⁻¹)	17,5	16,0	14,0	18,0	16,5	14,5	17,0	16,0	14,5
U_p (%)	6,0	5,3	4,0	6,6	4,6	4,0	6,0	4,0	3,3
m (g/m ²)	207	196	187	227	210	203	218	207	197
D (mm)	0,65	0,64	0,63	0,74	0,67	0,71	0,77	0,76	0,76



Sl.1 Skenirani uzorci tkanina

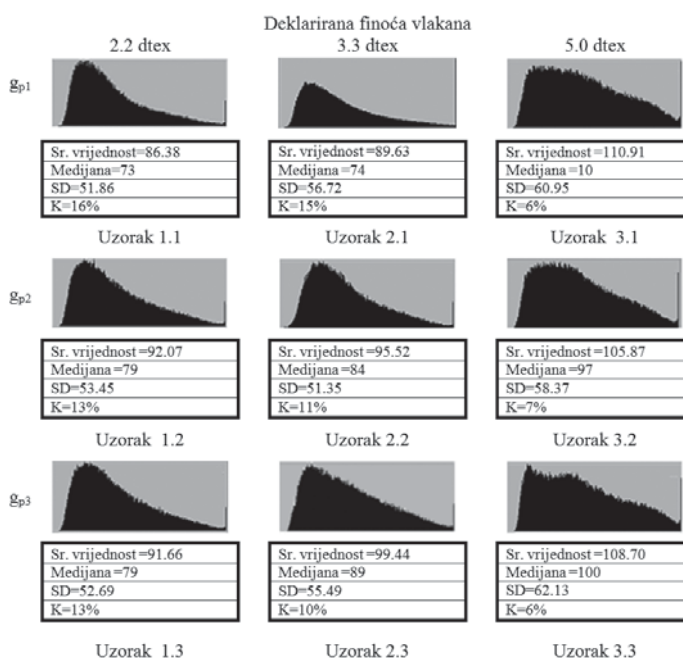
nosno prosječna vrijednost K za sve piksele, korišten je filtar *Blur average*. Ova opcija daje srednju ili prosječnu boju određene slike, tj. provodi miješanje boja u slici do dobivanja jedne nijanse.

Također su izrađeni histogrami u svojoj skali, sl.2, koji daju distribuciju piksela u jednoj slici na temelju grupiranja piksela na svakoj razini intenziteta sivoće. Histogrami u svojoj skali daju informaciju o mjeri različitih nijansi sivog i distribuciji piksela u svjetlim i tamnim sivim nijansama. Siva skala je postavljena na x-osi histograma, a počinje od crnog (0) do bijelog (255). Na y-osi je postavljen broj piksela u jednoj nijansi sivog. S histograma se također očitava srednja vrijednost, standardna devijacija, medijana, ukupni broj piksela i specifični

podaci za svaku točku histograma: razina (intenzitet boje u određenoj točki), broj (broj piksela na određenoj razini) i postotak (kumulativni broj piksela na određenoj razini).

3. Rasprava

Kod izrade uzoraka vodilo se računa da ulazni parametri budu što ravnomjerniji. Iz tab.1 je vidljivo da je najveće odstupanje od deklarirane finoće kod vlakana finoće 3,3 dtex, a najmanje za vlakna finoće 5 dtex, dok su odstupanja od projektirane finoće pređe i uovitosti minimalna, tab.2. Preliminarna vizualna subjektivna ocjena hrapavosti na realnim tkaninama je pokazala da ocjenjivači uopće nisu bili u stanju razlikovati uzorke glede hrapavosti. Ocjena (1/2) je prevladavala kod svih uzoraka. Također, i na skeniranim uzorcima na sl.1 ocjenjivači nisu bili u stanju uočiti razliku.



Sl.2 Histogrami dobiveni analizom slika uzoraka

Valja naglasiti da su ocjenjivači imali iskustva s tekstilom. I pored tri provedena subjektivna ocjenjivanja uzoraka nisu dobiveni rezultati na temelju kojih bi se uzorci gradirali. To dovodi do zaključka da gledanjem nije moguće razaznati razliku u hrapavosti ispitivanih uzoraka.

Analiziranjem hrapavosti tkanina u ovisnosti o vlaknima koja su upotrijebljena za oblikovanje pređe, hrapavost će biti rezultat dlakavosti pređe i njene neravnomjernosti. Kod pređa dobivenih prstenastim predenjem dlakavost ovisi o broju vlakana u pređi, a određuje se brojem stršećih vlakana na duljini od jednog metra pređe. Veći broj vlakana u poprečnom presjeku (finija vlakna) povećava broj vlakana u dužnom metru pređe, a time i broj stršećih krajeva vlakana.

Za razliku od subjektivnog ocjenjivanja, navedena ovisnost se može pratiti pomoću histograma dobivenih analizom slika uzoraka, prikazanim na sl.2. Različitost u obliku krivulja je rezultat različitog intenziteta svjetlosti na površini uzoraka. Budući da su svi drugi parametri konstantni, razlika je rezultat različite duljinske mase (finoće) vlakana u tkanini. Krivulje histograma za uzorke sa manjom duljinskom masom vlakana (1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2 i 2.3) su međusobno sličnije s izraženim pikom, dok uzorci 3.1, 3.2 i 3.3 pokazuju krivulje sa neizraženim pikom. Svi uzorci tkanina imaju hrapavu površinu tako da difuzno reflektiraju svjetlost koja pada na njih. Što je pik na histogramu izraženiji, to pokazuje da je tkanina glada, odnosno manje hrapava, jer pokazuje kontrast između svjetlosti i sjenke. Suprotan slučaj, bez izraženog pika, pokazuje hrapaviju tkaninu. Kontrastna vrijednost crnog (K) u slici tkanine smanjuje se sa $K=16$ za uzorak 1.1 koji je najgladi, na $K=6$ za uzorak 3.1 koji je najhrapaviji u nizu, u skladu s povećanjem duljinske mase vlakana.

S povećanjem duljinske mase vlakana (uzorci 1.1, 2.1 i 3.1), dolazi do povećanja prosječnog intenziteta svjetlosti sa 86.38 za tkanine izrađene od vlakna finoće 2,2 dtex na 110 za tkanine izrađene od vlakna finoće 5 dtex. Ista je zakonitost vidljiva i kod drugih dviju serija tkanina izrađenih u različitim gustoćama tkanine u smjeru potke.

Na izgled histograma utječe i gustoća tkanine u smjeru potke. Tkanine veće gustoće imaju izraženiji pik ili gladu površinu. Smanjenjem gustoće tkanine u smjeru potke (uzorci 1.1, 1.2 i 1.3), dolazi do povećanja prosječnog intenziteta svjetlosti sa 86,38 za tkanine sa $g_p=17,5 \text{ cm}^{-1}$, na 91,66 za tkanine sa $g_p=14 \text{ cm}^{-1}$.

4. Zaključak

Na osnovi subjektivnog ocjenjivanja, ovo istraživanje pokazuje da se vidom ne postiže dobro prepoznavanje promjene svojstva hrapavosti tkanine u ovisnosti o finoći upotrijebljenih vlakana u pređi. To znači da kupci određenog proizvoda neće moći uočiti razliku na tkanini, izrađene s jednakim ulaznim parametrima od vlakana manje ili veće finoće. To se odnosi kako na kupnju u trgovini tako i e-kupnju.

S druge strane, objektivnom optičkom metodom, odnosno, upotrebom analize slike vidljive su razlike u hrapavosti tkanine s promjenom finoće vlakana upotrijebljene pređe u tkanini. Hrapavost raste sa povećanjem duljinske mase, odnosno smanjenjem finoće vlakana. Također se povećanjem gustoće tkanine u smjeru potke povećava glatkoća tkanine. Poznavanje ovih svojstava važno je za proizvođače tkanina jer to svojstvo utječe na refleksiju svjetlosti od tkanine, a time i na vizualnu percepciju kako boje, tako i dorade tkanine.

Literatura:

[1] Ajayi J.O.: Fabric smoothness, friction and handle, *Textile Res. J.* 62 (1992) 1, 87-93

- [2] ...: Reflection of Light by Textiles, *Posselt's Textile Journal* 20 (1917) 6, 111-113
- [3] Kobsa H. et al.: Using Optical Ray Tracing to Explain the Reduced Dye Yield of Microdenier Yarns, *Textile Res. J.* 63 (1993) 8, 475-479
- [4] Rubin B., H. Kobsa, S. Shearer: Modeling the Dependence of Fabric Reflectance on Denier per Filament, *Textile Res. J.* 64 (1994) 11, 685 -689
- [5] Bae J.: Color in Ink-Jet Printing: Influence of Structural and Optical Characteristic of Textiles, (2007) PhD Thesis, North Carolina State University, USA
- [6] Voloboy A. et al.: Simulation and Rendering Algorithms for Optically Complex Materials by the Example of Fabrics, *Programming and Computer Software* 36 (2010) 4, 237-246
- [7] Huang G. et al.: Feel the Fabric: An Audio-Haptic Interface, *Proceedings Eurographics/SIGGRAPH Symposium on Computer Animation* (2003) 52-61
- [8] Guest S., C. Spence: What role does multisensory integration play in visuotactile perception of texture?, *International Journal of Psychophysiology* 50 (2003) 63-80
- [9] Tomovska E., K. Zafirova: The Contribution of weave to visual perception of fabric texture, *Tekstil* 59 (2010.) 9, 379-387
- [10] Abouelela A. et al.: Automated vision system for localizing structural defects in textile fabrics, *Pattern Recognition Letters* 26 (2005) 1435-1443
- [11] Milasius R., V. Milasius: Investigation of Unevenness of Some Fabric Cross-Section Parameters, *Fibres & Textiles in Eastern Europe*, July/Sep. (2002) 47-49
- [12] Akgun M., B. Becerir, H.R. Alpay: The effect of fabric constructional parameters on percentage reflectance and surface roughness of polyester fabrics, *Textile Res. J.* 82 (2012) 7, 700-707

SUMMARY

Contribution of fibres to the visual perception of fabric roughness

E. Tomovska, K. Zafirova

Roughness is a measure of the surface texture of fabrics, which is never ideally smooth. In general, it depends upon fibre properties, yarn count, yarn twist, and fabric structure (weft and warp density, as well as fabric design). Texture as a complex of sight and handle can be investigated by either mechanical methods, through friction or optical methods. The aim of this research is to determine the degree to which fibre count influences the visual perception, firstly by subjective evaluation and then by image analysis. The research showed that optical methods are sensitive enough to distinguish the increase of fabric roughness coming from increased fibre count, while human eyes are unable to make a distinction.

Key words: visual perception, fabric roughness, fabric texture, fibre count

University Kiril i Metodij, Faculty of Technology and Metallurgy

Skopje, Macedonia

e-mail: koleta@tmf.ukim.edu.mk

Received November 1, 2012

Beitrag der Faser zur visuellen Wahrnehmung von Gewebe-Rauheit

Rauheit ist ein Maß der Oberflächenbeschaffenheit der Gewebe, die nie ideal glatt sind. Im Allgemeinen hängt sie von Fasereigenschaften, Garnfeinheit, Garndrehung und Gewebestruktur ab (Kett- und Schussdichte sowie Gewebeentwurf). Die Textur als ein Komplex des Aussehens und Griffs kann entweder durch mechanische Methoden, durch Reibung oder durch optische Methoden untersucht werden. Das Ziel dieser Forschung ist, den Grad zu bestimmen, bis zu welchem die Faserfeinheit die Wahrnehmung der Gewebetextur durch die subjektive Einschätzung und dann durch die Bildanalyse des Gewebes beeinflusst. Die Forschung hat gezeigt, dass optische Methoden empfindlich genug sind, um die Zunahme der Geweberauheit zu unterscheiden, die von der vergrößerten Faserfeinheit kommt, während unsere Augen unfähig sind, eine Unterscheidung zu machen.