

MESURA AUTOMÀTICA I MANUAL DEL FACTOR DE COBERTURA D'UN TEIXIT MITJANÇANT PROCESSAT DIGITAL DE LA IMATGE

Montserrat Tàpias⁽¹⁾ Miquel Ralló⁽²⁾ Jaume Escofet⁽¹⁾

⁽¹⁾Departament d'Òptica i Optometria. UPC.

⁽²⁾Departament de Matemàtica Aplicada III. UPC

ABSTRACT

Es defineix el factor de cobertura d'un teixit com la relació entre l'àrea coberta pels fils respecte de l'àrea total del teixit. En aquest treball es presenten dos nous mètodes de mesura del factor de cobertura basats en la llinarització automàtica i manual d'una imatge digital d'un teixit. Els resultats obtinguts pels dos mètodes coincideixen amb un alt grau de fiabilitat.

1. INTRODUCCIÓ

El factor de cobertura d'un teixit (FC), es la relació entre l'àrea coberta pels fils respecte de l'àrea total del teixit. El confort, la permeabilitat així com la protecció contra la radiació ultraviolada són qualitats directament relacionades amb el FC. Fins fa pocs anys el FC s'ha calculat a partir de fórmules empíriques basades en la geometria dels fils, el tipus de lligament, el patró de repetició, el diàmetre del fils i d'altres paràmetres difícils de quantificar [1]. El valor del FC obtingut d'aquesta manera depèn, òbviament, de la fórmula utilitzada i els resultats obtinguts són difícilment comparables entre ells.

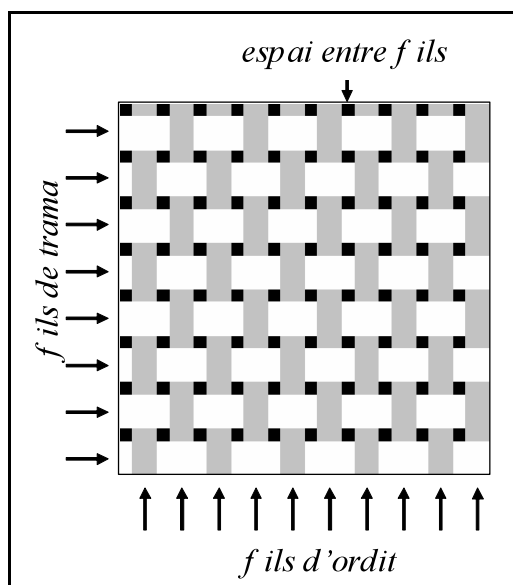


Figura 1. Esquema d'un teixit

Una mètode senzill de mesura del FC es pot realitzar mitjançant el processament digital d'una imatge del teixit. En aquest sentit Castellar et al. [2] van determinar el FC a partir de la mesura manual de l'àrea que

hi havia en l'espai entre els fils (forats) del teixit en una imatge digital captada a través d'una càmera adaptada a un microscopi. Altres autors han utilitzat mètodes de llinarització per mesurar el FC. L'objectiu de les tècniques de llinarització és segmentar l'àrea coberta pels fils de l'àrea corresponent a l'espai entre els fils. En aquesta línia Kang et al. [3] i Abou-llana et al. [4] van il·luminar la mostra de teixit per transmissió i després de llinaritzar van obtenir el FC en una imatge binaritzada. La diferència entre els dos mètodes descrits està en la determinació del valor llindar, en el primer cas aquest és el valor promig del suport on reposa el teixit mentre que en el segon cas el valor llindar era el valor de màxima intensitat dels píxels corresponents a les fibres del teixit.

Les petites dimensions de l'espai entre fils respecte del gruix dels fils fa que la determinació del valor llindar sigui crític ja que petites variacions en la determinació del valor llindar poden afectar de manera considerable en el valor del FC.

En aquest treball es presenten dos nous mètodes de mesura del FC d'un teixit a partir de la llinarització de la seva imatge digital. En el primer mètode, a diferència dels dos mètodes citats anteriorment, el valor llindar es determina de forma automàtica per cada teixit estudiat. El valor llindar s'obté en aplicar una lleugera modificació del mètode dels mínims quadrats.

El segon mètode de mesura és manual. En aquest cas, un observador determina visualment el valor llindar que millor separa l'espai entre fils de la resta del teixit. La coincidència entre els valors llindar i els FC

obtinguts pels observadors i els obtinguts per mètode automàtic ha estat molt elevada.

Ambdós mètodes de mesura poden ser implementats de forma senzilla en qualsevol laboratori tèxtil d'anàlisi.

2. PROCEDIMENT

La figura 2 mostra el dispositiu experimental de captació de la imatge. Consisteix en una càmera CCD (Olympus Camedia C-3030 Zoom) adaptada a un microscopi (Olympus CX 40) de 4x d'augment. La mostra del teixit és il·luminada per transmissió i s'obté una imatge en color (24 bits) de 1536x2048 píxels de mida que equival a un camp de 3x3 mm.

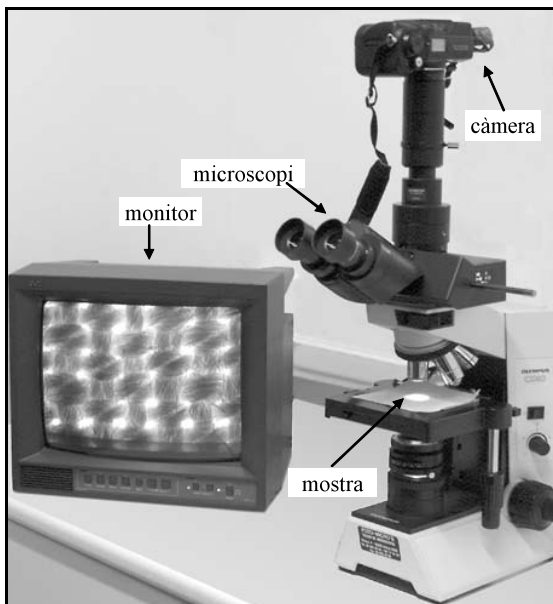


Figura 2. Dispositiu de captació

La figura 3 mostra imatges de 3 teixits diferents, obtingudes amb el dispositiu de la figura 2, on, degut al seu alt de cobertura, s'observa que la major part la seva àrea està coberta pels fils. A causa de la il·luminació per transmissió els fils apareixen foscos i l'espai entre fils clar. Per obtenir una mesura fiable del FC cal determinar amb molta cura el valor llindar. Només d'aquesta manera quedaran ben classificats els píxels que corresponen als fils i els que corresponen a l'espai entre fils.

Per tal de simular el comportament no lineal entre el nivell de gris del monitor i la luminància equivalent, s'ha aplicat una LUT quadràtica i un reescalatge entre els nivells de gris entre 0 i 255 a totes les imatges a

processar. Aquest procés és una bona aproximació al que fan els monitors dels ordinadors sobre les imatges que ens mostren. D'aquesta manera es disminueix el contrast a les parts fosques de la imatge i es separen més els píxels foscos dels clars.

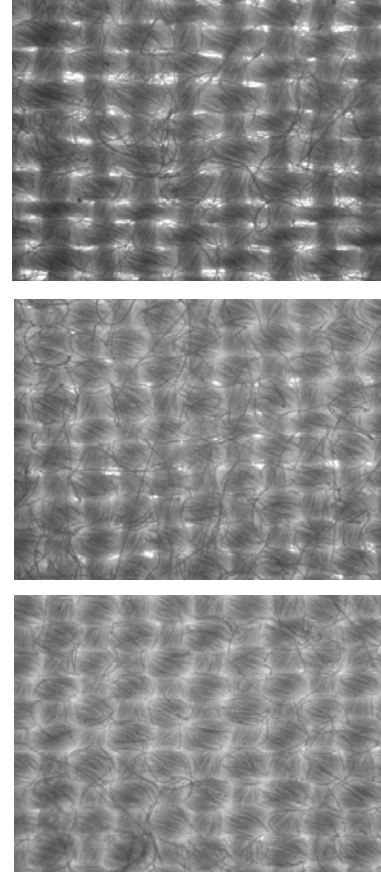


Figura 3. Algunes imatges analitzades

Per determinar el valor llindar de forma automàtica es treballa amb una imatge en nivells de gris (8 bits). L'algorisme per trobar aquest valor es basa en el fet de que la màxima intensitat de la imatge representa la intensitat dels píxels pertanyents als espais entre fils. La intensitat promig de l'àrea ocupada pels fils està relacionada amb la il·luminació i l'exposició, i ha de ser valorada a partir dels píxels restants. Així, per cada nivell de gris $L \in [0, 255]$, s'avalua la suma dels residus al quadrat (SSQ) pertanyents als píxels dels fils i als píxels dels forats de la següent manera:

$$SSQ = \sum_{i_p \leq L} (i_p - m(L))^2 + \sum_{i_p > L} (i_p - M)^2$$

On i_p es el nivell de gris del píxel, $m(L)$ és el valor promig dels píxels amb nivell de gris més petit o igual que L i M és el nivell de gris

màxim de la imatge. El primer terme del costat dret de la fórmula fa referència a la suma dels residus al quadrat corresponent a l'àrea coberta pels fils. El segon terme s'estén a tots els píxels amb intensitats més grans que L i fa referència a la suma de residus al quadrat corresponent a l'àrea dels espais entre els fils. El llindar òptim és aquell que minimitza SSQ . D'aquesta manera s'obté un algorisme de llindarització que és robust a les variacions d'il·luminació i del temps d'exposició, els quals augmenten en el cas de mostres molt tupides (amb un alt valor del FC). Tal com es pot veure en la figura 3 el valor promig, en nivells de gris, dels píxels que corresponen a l'àrea coberta pels fils augmenta en augmentar el seu FC. Així doncs, quan el valor del FC és proper a 1 l'aplicació de mètodes standar de llindarització no funciona.

Un cop es té la imatge binaritzada, el FC es calcula com el quocient entre el nombre de píxels corresponents als fils i el nombre total de píxels de la imatge.

$$FC = \frac{\text{nombre de píxels corresponents als fils}}{\text{nombre total de píxels}}$$

En el cas del segon mètode de mesura, un conjunt de 20 observadors han determinat de forma manual el valor llindar per calcular posteriorment el valor del FC. Per realitzar aquest treball es presenta a l'observador una imatge original i al costat una d'igual a la que se li aplica el llindar visual. A la figura 4 es pot apreciar l'aspecte de l'aplicació dissenyada. La imatge de baix és la que, mitjançant el desplaçament del cursor, és susceptible de ser llindaritzada. A la imatge de baix surten acolorits en magenta els píxels que el seu nivell de gris està per sobre del llindar escollit visualment. L'observador valida la mesura en el moment en que els forats magenta de la imatge de baix tenen visualment les mateixes característiques que els forats blancs de la imatge de dalt o de referència.

Per cada mostra es va calcular el FC_v com:

$$FC_v = \frac{\text{nombre de píxels amb nivell de gris} \leq \text{llindar}}{\text{nombre total de píxels}}$$

Els observadors van realitzar les seves valoracions de totes les imatges de les

mostres de roba. Finalment, per a cada mostra, es va calcular el FC promig de les 20 valoracions. En aquest cas s'ha realitzat un promig per poder comparar ambdós mètodes, però en el cas d'un observador entrenat n'hi hauria prou amb una sola mesura.

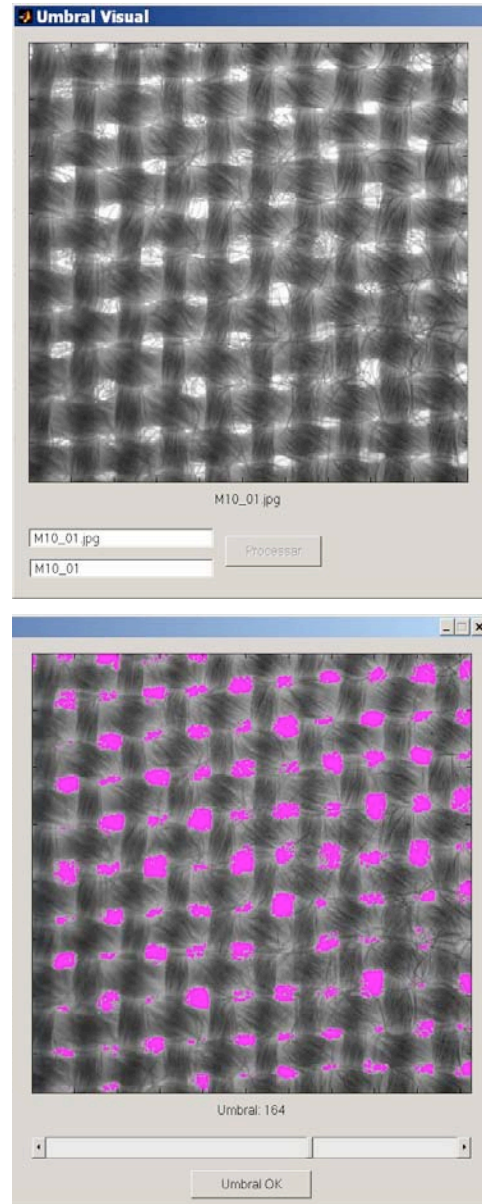


Figura 4. Aspecte de l'aplicació emprada per a la determinació visual del llindar.

3. RESULTATS

El mètode proposat ha estat aplicat a 3 conjunts de mostres parametritzades, amb diferents tipus de fibres: cotó, modal (M1) i modal tractat (M2), teixides amb lligament de plana amb diferents densitats lineals i gruixos de fils. En total són 27 mostres per cada tipus de fibra o 81 mostres en total. La

taula 1 mostra les característiques d'aquestes mostres.

Especificacions de les mostres				
Fibra	Número títol (tex)		Fils/cm	
	Ordit	Trama	Ordit	Trama
Cotó	14,20,25	14,20,25	38	23,25,27
M1	14,20,25	14,20,25	38	23,25,27
M2	14,20,29	14,20,29	38	23,25,27

Taula 1. Especificacions de manufactura dels teixits mesurats.

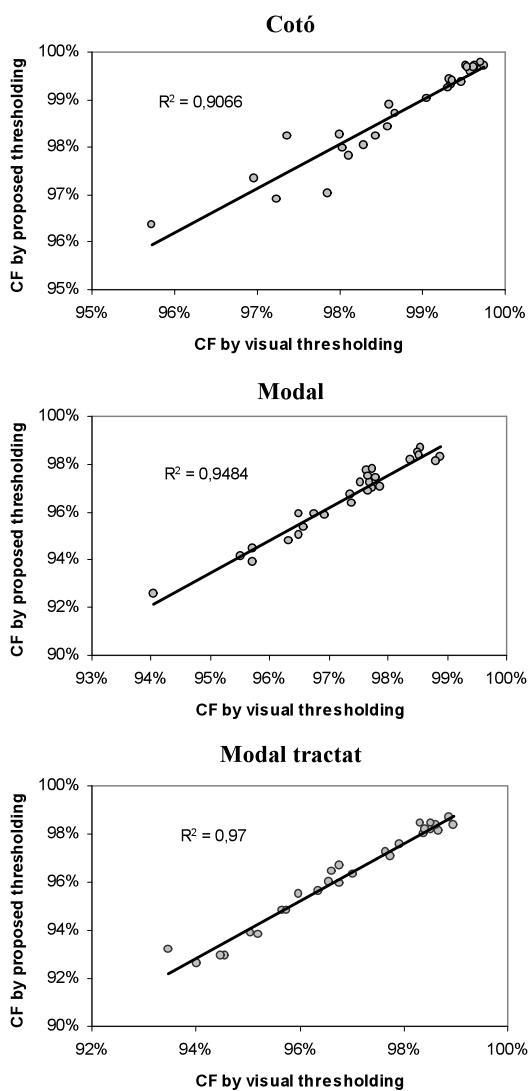


Figura 5. Rectes de regressió entre els valors obtinguts per segmentació automàtica i els valors mesurats manualment pels observadors.

La figura 4 mostra la correlació entre els valors de cobertura obtinguts pel mètode de segmentació automàtica i pel mètode de la mesura manual efectuada pels observadors. Tant la correlació com la coincidència dels dos mètodes de mesura és molt alta en el cas

del cotó. En canvi amb les altres fibres s'observa que quan el valor del FC és baix, el mètode visual tendeix a donar valors una mica superiors al que proporciona el mètode automàtic.

4. CONCLUSIONS

S'ha desenvolupat un mètode automàtic de mesura del FC en teixits mitjançant processat digital de la imatge. La mesura del FC s'ha realitzat mitjançant un algorisme de binarització basat en el mètode de mínims quadrat.

S'ha implementat també un mètode manual de mesura del valor del FC a partir de la comparació de dues imatges que apareixen en una pantalla de l'ordinador.

Ambdós mètodes han estat aplicats a un conjunt de mostres de plana parametritzades.

El valor del FC obtingut amb el mètode proposat presenta una alta correlació amb l'obtingut per un conjunt d'observadors visuals. Per altra part el valor del FC obtingut amb el mètode proposat presenta millor coincidència amb l'obtingut pel conjunt d'observadors visuals pel cas del cotó que per altres fibres.

Ambdós mètodes només han estat aplicats a teixits amb lligament de plana, però són aplicable a teixits amb qualsevol tipus de lligament.

5. AGRAÏMENTS

A la professora Ascensió Riva de l'INTEXTER per la cessió de les mostres parametritzades. Al Dr. Jordi Morató del Departament d'Òptica i Optometria, per la cessió del sistema de captura de les imatges. Al MCYT (Projecte DPI2006-05479).

Referències

- [1] V. Galcerán. Tecnología del Tejido. Terrassa. 1961.
- [2] M.D. Castellar, A.M. Manich, J. Carvalho, A. Barella, Boletín Intexter. UPC. 11, 1997.
- [3] T.I. Kang, S.H. Choi, S.M. Kim, K.W. Oh, Textile Res. J. 71(3), 261-270. 2001.
- [4] Abou-llana, S. Youssef, C. Pastore, Y. Gowayed, Textile Res. J. 73(6), 635-540, 2003.