



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2014 00826

(22) Data de depozit: 05/11/2014

(41) Data publicării cererii:
30/06/2016 BOPI nr. 6/2016

(71) Solicitant:
• MIRA TELECOM S.R.L.,
STR. NICOLAE GRIGORESCU NR. 13,
OTOPENI, IF, RO

(72) Inventatori:
• MIU ANDREEA OABA, STR. PRUNARU
NR. 1, BL. 9, SC. C, AP. 85, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;

• CIOBANU SILVIU,
BD. CONSTANTIN BRÂNCOVEANU
NR. 114, BL. M1/1, SC. 5, AP. 207,
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;
• BADEA ELENA, BD. TINERETULUI
NR. 51, BL. 64, SC. 1, ET. 4, AP. 34,
SECTOR 1, BUCUREȘTI, B, RO;
• MIU LUCREȚIA, STR. PRUNARU NR. 1,
BL. 9, SC. C, ET. 4, AP. 85, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO

(54) **PROCEDEU AUTOMAT DE EVALUARE A GRADULUI DE
DETERIORARE A ARTEFACTELOR ȘI A OBIECTELOR
ISTORICE ȘI ARHEOLOGICE DIN PIELE ȘI PERGAMENT**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu automat de evaluare a gradului de deteriorare a artefactelor și a obiectelor istorice și arheologice, din piele și pergament. Procedeul conform invenției folosește un algoritm de detecție a mișcării, care evaluează deteriorarea prin aplicarea unui protocol bazat pe valoarea de temperatură (T_{initial}) la care se observă prima contracție individuală a unei fibre de collagen, și pe valoarea de temperatură (T_s) la care se observă prima contracție simultană și continuă a masei de fibre de collagen analizate, prin parcurgerea următorilor pași: se selectează imaginile consecutive ale mișcării de contracție a probei de analizat, salvate

la interval de o secundă, se aplică algoritmul de detecție, bazat pe estimarea $\Sigma-\Delta$ a fundalului, pentru detecția mișcării pe secvența de imagini selectată, se realizează graficul mișcării fibrelor de collagen în funcție de numărul de pixeli detectați ca fiind deplasați față de imaginea anterioară, pentru fiecare imagine din secvență, se identifică imaginile în care se observă valorile de temperatură (T_{initial} și T_s) de interes, pe baza cărora se pune diagnosticul privind gradul de deteriorare.

Revendicări: 1



PROCEDEU AUTOMAT DE EVALUARE A TEMPERATURII DE CONTRACȚIE A ARTEFACTELOR ȘI A OBIECTELOR ISTORICE ȘI ARHEOLOGICE DIN PIELE SI PERGAMENT

DESCRIERE

Invenția se referă la un procedeu automat de evaluare a temperaturii de contracție (T_s) a fibrelor de colagen din materiale colagenice de patrimoniu. Determinarea temperaturii de contracție a fibrelor de colagen reprezintă una dintre metodele analitice de diagnostic utilizate pe scară largă pentru caracterizarea și evaluarea gradului de deteriorare a artefactelor și a obiectelor istorice și arheologice din piele și pergament. Alte tehnici precum calorimetria cu scanare diferențială (DSC) și analiza termică dinamică (DMA) care furnizează în mod indirect acest parametru au fost și continuă să fie frecvent folosite și în acest domeniu, dar care necesită personal înalt calificat [1-3]. Metoda care măsoară în mod direct temperatura de contracție a fibrelor de colagen din obiecte/artefacte ce aparțin patrimoniului cultural și artistic (PCA) a fost elaborată de Larsen *et al.* [4-6] pe baza metodei standard ISO 3380:2002 (IULTCS¹/IUP 16) "Leather - Physical and mechanical tests - Determination of shrinkage temperature up to 100 °C" [7] pentru determinarea temperaturii de contracție a pieilor industriale într-un interval de temperatură inferior temperaturii de 100 °C. Această metodă numită "Micro Hot Table Method" (abreviat metoda MHT), bazată pe utilizarea combinată a microscopiei optice și a analizei termice, are ca particularitate capacitatea de a utiliza micro-probe (10-15 fibre de colagen). Această particularitate a metodei, adică o cantitate foarte mică de probă de 0,1-0,5 mg fibre de piele-pergament este esențială pentru a putea fi asimiliată și aplicată în laboratoarele de investigare, conservare și restaurare deoarece obiectele din PCA sunt unice și prețioase și nu pot fi supuse investigațiilor invazive (metode ce utilizează cantități mari de probă, nespecifice domeniului PCA). Transferul din laboratoarele științifice dotate cu echipamente precum DSC și DMA către unități cu profil de PCA este îngreunat/inadecvat din cauza condițiilor de siguranță sofisticate, scumpe și a polițelor de asigurare necesare. Prin urmare, metoda MHT este un instrument simplu și necostisitor, pentru a cărui utilizare este necesar un timp redus de instruire (o zi), prețios pentru orice laborator de conservare și restaurare.

În prezent, determinarea temperaturii de contracție se realizează utilizând un echipament simplu constituit din următoarele componente: computer, cameră video, stereomicroscop și placă de încălzire dotată cu procesor central pentru controlul temperaturii. Modelul comercial cel mai frecvent utilizat este Mettler FP82 Hot Stage cu procesorul central Mettler FP90 furnizat de Mettler Toledo. Combinând "microscopia optică" și "analiza termică" este posibilă observarea mișcării de contracție a fibrelor de colagen dispersate în mediu apos pe măsura creșterii temperaturii, fapt care permite corelarea caracteristicilor acestor mișcări cu valori bine definite ale temperaturii. Activitatea de contracție, definită ca o deformare longitudinală bruscă și ireversibilă a

1

¹ International Union of Leather Technologists and Chemical Societies (IULTCS)



fibrelor de colagen, se observă într-un interval distinct de temperatură care depinde de o serie de factori precum:

- (i) natura colagenului: specia animalului, vârsta animalului, țesutul analizat (piele, tendon, cartilaj), zona topografică din care s-a prelevat proba (es. în cazul pieilor crude și a produselor finite, al pergamentului și pieilor tăbăcite, zonele anatomice cu proprietăți mecanice și fizico-chimice distincte sunt: crupon, poale, gât, șira spinării)
- (ii) procedeul de fabricare: pergamentul se comportă diferit față de pielea tăbăcită, iar pielea tăbăcită se comportă diferit în funcție de tipul tăbăcirii (anume tăbăcire vegetală, tăbăcire cu grăsimi, tăbăcire cu alaun sau argăsure, tăbăcire minerală cu săruri bazice de crom)
- (iii) gradul și tipul de deteriorare al obiectului.

Contrația fibrelor de colagen este, din punct de vedere al fenomenului molecular care o determină, manifestarea macroscopică a denaturării termice a moleculelor de colagen. Cu alte cuvinte, temperatura de contracție reprezintă o măsură a stabilității hidrotermice a colagenului, așadar o măsură a cantității și a calității forțelor care mențin structura tridimensională și structura ierarhică a matricei fibroase a colagenului. În consecință, valoarea T_s , în ciuda faptului că temperatura este un parametru extensiv, se corelează foarte bine cu nivelul de deteriorare al materialelor și obiectelor colagenice din PCA [8]. Studii recente au stabilit protocoale analitice pentru clasificarea pergamentelor și pieilor istorice tăbăcite vegetal în 4 sau 5 categorii de deteriorare (Tabele 1-3)[9-10].

Tabel 1: Descrierea categoriilor de deteriorare pe baza rezultatelor examinării vizuale și microscopice a fibrelor de colagen

Categoria de deteriorare	Evaluarea vizuală generală	Evaluare microscopice	
		Pergament	Piele tabacită vegetal
1. Nedeteriorat	Aspect uniform, stat de conservare bun pe toată suprafața	Fără modificări vizibile sau cu modificări foarte mici	Fibre coerente
2. Deteriorare minoră	Aspect în mare parte uniform, stat de conservare bun cu doar câteva zone care prezintă semne de deteriorare (fizică, biologică sau chimică) vizibilă minora	Modificări minore (es. contracția câtorva fibre de colagen la temperatura camerei)	Fibre coerente și fibre cu ușor aspect pulverulent (tip powdery). Numărul de fibre coerente este mai mare decât cel al fibrelor tip powdery.
3. Deteriorare	Deteriorare uniformă, progresivă pe o mare	Modificări (es. contracția unor fibre	Fibre coerente și fibre cu aspect pulverulent



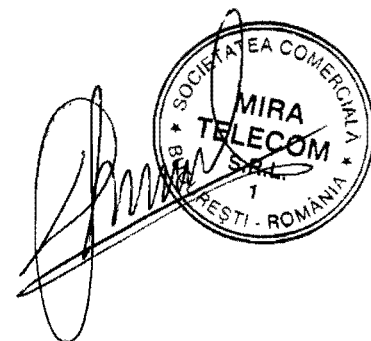
medie	parte din suprafață sau pe câteva zone minore care prezintă deteriorare (chimică, biologică, fizică) gravă	sau/și gelatinizarea la temperatura camerei)	(powdery) în procent egal.
4. Deteriorare majoră	Deteriorare uniformă pe cea mai mare parte a suprafeței sau multiple zone minore prezentând deteriorare (chimică, biologică, fizică) gravă	Modificări majore (es. "topirea" parțială sau totală a fibrelor)	Fibre puțin coerente și fibre cu aspect pulverulent (powdery) predominante.
			Fibrele au pierdut complet coerența și se prezintă sub forma de fragmente cu aspect de con de pin.

Tabel 2: Protocolul MHT pentru clasificarea pergamentelor istorice în 4 categorii de deteriorare. $T_{initial}$ este temperatura la care se observă prima mișcare de contracție a unei singure fibre de collagen; T_s este temperatura de contracție, valoare la care mișcarea de contracție se manifestă simultan și continuu în toată masa de fibre.

Categoria de deteriorare	$T_{initial} / ^\circ C$	$T_s / ^\circ C$
1.	$> 45 ^\circ C$	$> 50 ^\circ C$
2.	$> 40 ^\circ C$ și $\leq 45 ^\circ C$	$> 45 ^\circ C$ și $\leq 50 ^\circ C$
3.	$> 35 ^\circ C$ și $\leq 40 ^\circ C$	$> 40 ^\circ C$ și $\leq 45 ^\circ C$
4.	$\leq 35 ^\circ C$	$\leq 40 ^\circ C$

Tabel 3: Protocolul MHT pentru clasificarea pieilor istorice tăbăcite vegetal în 4 categorii de deteriorare

Categoria de deteriorare	$T_s / ^\circ C$
1.	$> 70 ^\circ C$ și $\leq 90 ^\circ C$
2.	$> 60 ^\circ C$ și $\leq 70 ^\circ C$



3.	$> 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ și $\leq 60 \text{ }^{\circ}\text{C}$
4.	$> 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ și $\leq 50 \text{ }^{\circ}\text{C}$
5.	$< 40 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Determinarea experimentală a temperaturii de contracție utilizând metoda MHT

O probă de aproximativ 0.1 mg fibre prelevată din partea de *corium* a pergamentului (partea dinspre carne) se așează pe o lamă concavă de microscop și se umectează cu apă demineralizată timp de 10-15 minute. Dacă pergamentul a fost tratat cu uleiuri, grăsimi sau ceruri, acestea trebuie îndepărtate în prealabil prin spălarea fibrelor în acetonă. Proba bine umectată se separă cu ajutorul unui ac cu vârf foarte subțire. Operația se realizează plasând lama cu proba pe măsura stereomicroscopului și folosind o mărire de 40X. Eventualele bule de aer se elimină cu acul, iar un număr de aproximativ 10 fibre bine separate se dispersează pe lamelă în câmpul vizual al operatorului. Fibrele sunt apoi acoperite complet cu apă demineralizată și cu o lamelă de microscop. Proba acoperită este introdusă în fanta de măsurare a plăcuței de încălzire, iar plăcuța de încălzire se așează pe măsura microscopului astfel încât în câmpul vizual să fie vizibilă “fereastra de observare” a plăcuței încălzite, așadar proba de analizat. Plăcuța de încălzire este încălzită cu o viteză de $2 \text{ }^{\circ}\text{C}/\text{minut}$. Imaginile observate prin intermediul stereomicroscopului sunt înregistrate cu ajutorul videocamerei și vizualizate pe ecranul computerului simultan cu valoarea reală a temperaturii. Operatorul poate observa activitatea de contracție direct, prin intermediul obiectivului microscopului, sau pe ecranul computerului.

Contracția fibrelor este definită precum o succesiune de intervale de temperatură în care fibrele manifestă mișcări de contracție specifice:

$T_{\text{initial}} - A1 - B1 - C(T_s) - B2 - A2 - T_{\text{final}}$ (contracție completă)

Operatorul, în baza experienței, decide cum să atribuie temperaturile pentru cele trei intervale principale, A, B și C.

Intervalul A1/A2 – fibrele manifestă o activitate individuală, distinctă de contracție

Intervalul B1/B2 - activitatea de contracție într-o fibră (uneori mai multe) este urmată imediat de contracția unei alte fibre

Intervalul C - activitate de contracție simultană și continuă în toată masa fibroasă

T_{initial} – temperatura la care se observă prima contracție individuală a unei fibre de collagen

T_s - temperatura la care se observă prima contracție simultană și continuă a masei de fibre

T_{final} – temperatura la care contracția este completă, adică nu se mai înregistrează nici un fel de mișcare.

Dezavantajele principale ale metodei MHT

1. Rezultatele depind în mare măsură de o serie de factori subiectivi greu de controlat precum: experiența și abilitatea operatorului; acuitatea vizuală și stările emoționale ale acestuia. Subiectivismul măsurătorii face imposibilă compararea datelor obținute de operatori diferiți în laboratoare diferite.

2. Durata determinării este extinsă de necesitatea vizionării filmului de contracție de minim 2-3 ori pentru stabilirea cu precizie a intervalelor și a temperaturii de contracție. O determinare care necesită un consum ridicat de resurse (în acest caz de personal), nu poate fi introdusă în protocolul diagnostic de rutină al obiectelor/artefactelor colagenice din PAC.

Determinarea experimentală a temperaturii de contracție utilizând metoda automată MHT

Metoda automată MHT presupune următorii pași suplimentari:

- Selectarea imaginilor sau a filmului de contracție de analizat
- Aplicarea unui algoritm pentru detecția mișcării pe secvența de imagini selecționată

Algoritmul pentru detecția mișcării identifică în mod automat temperatura inițială $T_{initial}$ și temperatura de contracție T_s și afișează rezultatele determinării. Pentru citirea automată a temperaturii salvate pe imagine se folosește *Tesseract*, un software OCR (Optical Character Recognition) dezvoltat de Google.

Pentru detecția mișcării fibrelor de colagen s-a folosit algoritmul de detecție bazat pe estimarea $\Sigma-\Delta$ a fundalului [11]. Aceasta este o procesare temporală care oferă detecție la nivel de pixel. Pasul următor constă în identificarea imaginilor în care sunt prezente $T_{initial}$ și T_s . După estimarea mișcării la nivel de pixel pentru fiecare imagine și medierea mișcării se obține un grafic de tipul ilustrat în Figura 1. Aceasta reprezintă graficul de mișcare a fibrelor de colagen în funcție de numărul de pixeli detectați ca fiind deplasați față de imaginea anterioară pentru fiecare imagine din secvență. Graficul a fost filtrat pentru reducerea zgomotului cu un filtru median [12].

În urma testelor realizate pentru determinarea T_s și $T_{initial}$ aplicând atât metoda MHT în versiunea clasică cât și metoda automată MHT, precum și metoda calorimetrică (DSC) pentru măsurarea T_s , s-a observat că temperatura T_s corespunde maximului mișcării (numărul maxim de pixeli în mișcare), iar $T_{initial}$ corespunde primei mișcări înregistrate de mai mult de 10 pixeli simultan.

Câteva exemple sunt prezentate pentru a ilustra funcționarea algoritmului ales. Operatorul care a stabilit valorile T_s și $T_{initial}$ a fost instruit în laboratorul profesorului René Larsen din cadrul School of Conservation, Royal Danish Academy of Fine Art, Copenhagen, și dispune de o lungă experiență în domeniu.

Avantajele metodei automate MHT

1. Rezultatele obținute sunt mult mai fiabile prin eliminarea subiectivismului determinării, deci a tuturor variabilelor precum nivelul experienței și al acuității vizuale, influența stărilor de oboseală, etc.
2. Eroarea absolută medie corespunzătoare temperaturii de contracție T_s aproximată prin utilizarea filtrului $\Sigma-\Delta$ este de 1.8 °C, inferioară erorii acceptate (2 °C) în cazul analizei tradiționale (vizuale) [13].
3. Rezultatele se obțin în mod rapid și automat, în timp ce metoda clasică necesită vizionarea secvenței de imagini de 2-3 ori.

4. Rezultatele obținute în laboratoare diferite se pot compara.
5. Metoda poate fi folosită și de către persoane fără multă experiență. Durata instruirii unui operator se reduce la 2 zile. Această facilitate de utilizare (*user-friendly*) a metodei automate face posibilă utilizarea analizei activității de contracție în muzee, arhive și biblioteci care nu au specialiști investigatori.
6. Metoda automată devine compatibilă cu un test de rutină ce poate fi folosit atât pentru diagnosticarea cât și pentru monitorizarea artefactelor.

Se dau în continuare două exemple de realizare a invenției:

Exemplul 1

Etapa I: S-a prelevat o probă de fibre de colagen dintr-un document vechi pe pergament (Cabinetul domnitorului Petru Rareș) din colecția Muzeului Bucovinei. Fibrele de colagen au fost încălzite cu 2°C/minut, conform metodei MHT.

Etapa II: S-a aplicat procedeul automat de evaluare a gradului de deteriorare, rezultând $T_{\text{initial}} = 44.4^{\circ}\text{C}$, iar $T_s = 57.4^{\circ}\text{C}$. Pergamentul este clasificat în categoria 1 – nedegradat (Tabel 4)

Exemplul 2

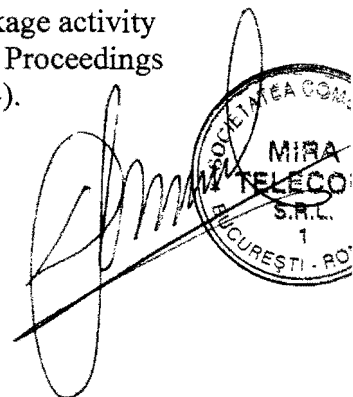
Etapa I: S-a prelevat o probă de fibre de colagen din coperta din piele a cărții religioase Apostol (1683), din patrimoniul Muzeului Municipiului București. Fibrele de colagen au fost încălzite cu 2°C/minut, conform metodei MHT.

Etapa II: S-a aplicat procedeul automat de evaluare a gradului de deteriorare, rezultând $T_s = 66^{\circ}\text{C}$. Pielea istorică este clasificată în categoria 2 – deteriorare minoră (Tabel 4)



Referințe bibliografice

- [1] C. Chahine, Changes in hydrothermal stability of leather and parchment with deterioration: a DSC study, *Thermochim. Acta* 2000; 365: 101–110.
- [2] M. Odlyha, N. S. Cohen, G.M. Foster, A. Aliev, E. Verdonck, D. Grandy, Dynamic mechanical analysis (DMA), ¹³C solid state NMR and micro-thermomechanical studies of historical parchment, *J. Therm. Anal. Cal.* 2003; 71: 939–950.
- [3] P. Budrugaec, L. Miu, The suitability of DSC method for damage assessment and certification of historical leathers and parchments. *J. Cult. Heritage* 2008; 9:146-153.
- [4] R. Larsen, M. Vest, K. Nielsen, Determination of hydrothermal stability (shrinkage temperature) of historical leather by the micro hot table technique, *J. Soc. Leath.Tech. Ch.* 1993; 77: 151-156.
- [5] R. Larsen, D.V. Poulsen, M. Vest, The hydrothermal stability (shrinkage activity) of parchment measured by the micro hot table method (MHT). In: R. Larsen Ed., *Microanalysis of Parchment*, Archetype Publications, London, 2002, p. 55-62.
- [6] L.H. Rasmussen, R. Larsen, A Simple micro-method for the determination of the shrinkage temperature of leathers, parchments and skins, *Zeitschrift für Kunsttechnologie und Konservierung* 2002; 2: 252-256.
- [7] J.M.V. Williams, IULTCS (IUP) Test methods. *J. Soc. Leath. Tech. Ch.* 2000; 84:359-362.
- [8] E. Badea, V.P. Sommer Dorte, K. Mühlen Axelsson, G. Della Gatta, R. Larsen, Standardised methods for damage ranking in parchment: from microscopic evaluation to collagen denaturation assessment, *e-Preservation Science* 2012; 9: 97-109.
- [9] R. Larsen, D.V. Poulsen, K. Minddal, N. Dahlstrøm, N. Fazlic, Damage of parchment fibres on the microscopic level detected by the micro hot table (MHT) method. In: R. Larsen Ed., *Improved Damage Assessment of Parchment (IDAP). Collection and Sharing of Knowledge (Research Report No 18)*, EU-Directorate-General for Research, Luxembourg, 2007, p.69–72.
- [10] R. Larsen, D.V. Poulsen Sommer, K. Mühlen Axelsson, Scientific approach in conservation and restoration of leather and parchments objects in archives and libraries. In: P. Engel Ed. *New Approaches to Book and Paper Conservation-Restoration*, Verlag Berger, Horn/Wien, 2011, p.239-258.
- [11] A. Manzanera J. C. Richefeu, A robust and computationally efficient motion detection algorithm based on Σ - Δ - background estimation. In: *Indian Conference on Computer Vision, Graphics and Image Processing*, Kolkata, India, 2004, p.46–51.
- [12] <http://www.miv.ro/ro/documentatie/pi/Pilab07.pdf>
- [13] O. A. Miu, E. Badea, S. Ciobanu, Automatic detection of collagen shrinkage activity in historical parchment documents and leather objects using Σ - Δ filtering. In: *Proceedings Book of ICAMS 2014, Certex, Bucharest, 2014 (in print, due by 25 Oct 2014)*.



**PROCEDEU AUTOMAT DE EVALUARE A GRADULUI DE DETERIORARE
A ARTEFACTELOR ȘI A OBIECTELOR ISTORICE ȘI ARHEOLOGICE DIN
PIELE ȘI PERGAMENT**

REVENDICĂRI

Procedeu automat de evaluare a gradului de deteriorare a artefactelor și a obiectelor istorice și arheologice din piele și pergament caracterizat prin aceea că prin intermediul unui algoritm de detecție a mișcării, și anume filtrul Σ - Δ evaluează deteriorarea prin aplicarea unui protocol bazat pe valorile $T_{initial}$ și T_s a fibrelor de colagen analizate, cu următorii pași de realizare: 1. Selectarea cu ajutorul butonului Browse a directorului care conține imaginile consecutive ale mișcării de contracție ale probei de analizat salvate la interval de 1 secunda. 2. Aplicarea algoritmului de detecție bazat pe estimarea Σ - Δ a fundalului pentru detecția mișcării pe secvența de imagini selecționată. 3. Realizarea graficului de mișcare a fibrelor de colagen (Figura 1) în funcție de numărul de pixeli detectați ca fiind deplasați față de imaginea anterioară pentru fiecare imagine din secvență. 4. Identificarea imaginilor în care se manifesta $T_{initial}$ – temperatura la care se observă prima contracție individuală a unei fibre de colagen, și T_s - temperatura la care se observă prima contracție simultană și continuă a masei de fibre. 5. Afișarea rezultatelor determinării, adică a valorilor $T_{initial}$ și T_s , precum și a diagnosticului bazat pe aplicarea protocoalelor analitice pentru clasificarea pergamentelor și pieilor istorice tăbăcite vegetal.