

Color and Multispectral Texture Image Analysis. Models, Features and Applications

Susținerea tezei de abilitare

Mihai Ivanovici

Departamentul Electronică și Calculatoare
Facultatea de Inginerie Electrică și Știința Calculatoarelor
Universitatea Transilvania din Brașov

18 ianuarie 2016

Cuvânt înainte

Motto:

**Dacă strategia ta este pe un an, atunci plantează orez; dacă
strategia ta este pe zece ani, atunci plantează un copac;
dacă strategia ta este pe o sută de ani, atunci educă copii.
[Confucius]**

Planul de dezvoltare a carierei științifice / universitare este inspirat de paradigmele oferite de profesorii pe care am avut onoarea și plăcerea să-i cunosc de-a lungul studiilor și carierei mele, cărora le datorez, în mare parte, ceea ce sunt și gândesc.

În mod special aș dori să subliniez contribuția esențială la formarea mea personală și profesională a mentorului meu, regretatul prof. dr. ing. Vasile Buzuloiu, de la Universitatea Politehnica din București.

Țelul propus

Țelul pe care mi l-am propus în 2005 este de a crea la Brașov un *laborator de cercetare* în domeniul electronicii și imagisticii și realizarea unei platforme hardware pentru imagistică multispectrală.

În 2012, am promis domnului prof. G. Toacșe că, de dragul domniei sale, va fi o încercare de a renaște filiala ITC Brașov de altă dată.

Abilitarea pentru conducerea de doctorate nu este un țel în sine, este doar o *unealtă*.

Genealogia științifică



Genealogia științifică

- ▶ Prof. Alexandru SPĂTARU obține titlul de doctor în baza tratatului intitulat *Teoria Transmisiunii Informației*, vol. 1 Semnale și perturbații, publicat la Editura Tehnică în 1966;
 - ▶ Prof. Vasile BUZULOIU susține în 1980 la Institutul Politehnic București teza de doctorat intitulată *Studiul unor metode statistice de detecție a semnalelor slabe*;
 - ▶ Mihai IVANOVICI susține în 26 ianuarie 2006 la Universitatea Politehnica din București teza de doctorat intitulată *Emularea degradării calității în rețelele de calculatoare – o perspectivă asupra măsurării performanței aplicațiilor folosind FPGA-uri*. Cercetările au fost efectuate la CERN, Geneva.
 - ▶ Teza de abilitare continuă pe direcții noi cercetările inițiate de domnii profesori Spătaru și Buzuloiu

Planul prezentării

- ▶ Trecere în revistă a realizărilor și a planurilor de viitor
 - ▶ Cărți
 - ▶ Articole de referință
 - ▶ Teze co-îndrumate
 - ▶ Proiecte și contracte de cercetare
 - ▶ Recunoașterea activității științifice
- ▶ Contextul actual 2015 - 2016
 - ▶ Institutul CDI al Universității Transilvania din Brașov
 - ▶ Colaborarea RO-CERN / IFIN Măgurele
 - ▶ Comitetul Tehnic CIE¹ TC 8-14
- ▶ Teza de abilitare
 - ▶ Prezentarea tezei de abilitare
 - ▶ Subiecte pentru cercetări viitoare / teze de doctorat
- ▶ Concluzie

¹Comitet International d'Eclairage

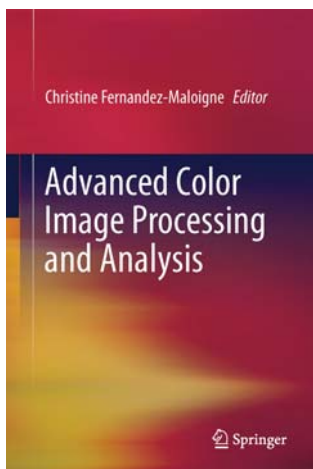
Cărți și capitole de carte



Teza de abilitare

M. Ivanovici,
*Color and Multispectral Texture
Image Analysis - Models, Features
and Applications*
Editura Universității Transilvania din
Brașov, 2015

Cărți și capitole de carte



Colaborare RO-FR-DE

M. Ivanovici, N. Richard, D. Paulus,
cap. 8 "Color Image Segmentation",
*Advanced Color Image Processing
and Analysis*
ed. Christine Fernandez-Maloigne
Springer, New York, 2012

Cărți și capitole de carte



R. Andonie, A. Cațaron, H. Gâlmeanu, **M. Ivanovici**, L. Sasu
Algoritmi și Structuri de Date pentru Imagistică și Bioinformatică. Note de curs
Editura Universității Transilvania din Brașov, 2013

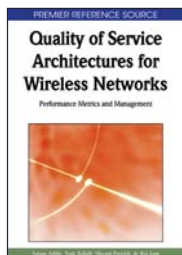


R. Andonie, A. Cațaron, Z. Gaspar, H. Gâlmeanu, **M. Ivanovici**, I. Lorentz, L. Sasu
Algoritmi și Structuri de Date. Aplicații în Imagistică și Bioinformatică
Editura Universității Transilvania din Brașov, 2012

Cărți și capitole de carte



M. Ivanovici,
Computer Network Emulation for Quality of Experience Assessment
Editura Universității Transilvania din Brașov, 2015



M. Ivanovici, R. Beuran
cap. 14, Correlating Quality of Experience and Quality of Service for Network Applications
Quality of Service Architectures for Wireless Networks: Performance Metrics and Management
Ed. S. Adibi, T. Tofigh, S. Parekh, R. Jain
IGI Global, S.U.A., 2010

Cărți și capitole de carte



C. Z. Kertesz, **L. M. Ivanovici**
Procesarea digitală a semnalelor. Îndrumar de laborator
Editura Universității Transilvania din Brașov,
2009



L. M. Ivanovici
Procesarea imaginilor. Îndrumar de laborator
Editura Universității Transilvania din Brașov,
2006

Cărți și capitole de carte în lucru

- ▶ **M. Ivanovici**, *Color and Multispectral Texture Image Analysis*, ediția a 2-a
- ▶ **M. Ivanovici**, *Carte de colorat și pseudo-colorat. Aplicații de imagistică*
- ▶ **M. Ivanovici**, A. Căliman, R. Coliban, *Exerciții și probleme de prelucrarea semnalelor*. Suport seminar și laborator
- ▶ **M. Ivanovici**, *Exerciții de prelucrarea și analiza imaginilor*. Suport de curs și laborator

Articole de revistă indexate ISI

- ▶ A. Căliman, **M. Ivanovici**, N. Richard, *Probabilistic Mathematical Morphology for Greyscale, Color and Multivariate Images*, [Pattern Recognition](#) (FI = 2.58), 2014
- ▶ **M. Ivanovici**, N. Richard, *Colour Fractal Dimension of Colour Fractal Images*, [IEEE Transactions on Image Processing](#) (FI = 3.11), 2011
- ▶ **M. Ivanovici**, N. Richard, C. Fernandez-Maloigne, *Towards Video Quality Metrics based on Colour Fractal Geometry*, [Hindawi EURASIP Journal of Image and Video Processing](#) (FI = 0.66), 2010
- ▶ S.M. Batraneanu, A. Al-Shabibi, M.D. Ciobotaru, **M. Ivanovici**, L. Leahu, B. Martin, S.N. Stancu, *Operational Model of the ATLAS TDAQ Network*, [IEEE Transactions on Nuclear Science](#) (FI = 1.45), 2008

Articole de revistă ISI în curs de publicare

- ▶ articol acceptat la [Journal on Instrumentation](#) (FI = 1.39) intitulat *The Read Out Controller for the ATLAS New Small Wheel*, autori: **R. Coliban**, S. Popa, T. Tulbure, D. Nicula, M. Ivanovici, S. Martoiu, L. Levinson și J. Vermeulen; va apărea în primăvara 2016;
- ▶ articol acceptat cu modificări la revista [IET Image Processing](#), (FI = 0.75) intitulat *Improved probabilistic pseudo-morphology for noise reduction in color images*, autori: **R. Coliban**, M. Ivanovici, N. Richard.

Articole de revistă ISI în curs de elaborare

- ▶ **R. Coliban**, M. Ivanovici, *Color and Multispectral Image Segmentation by Connected Components*, [IEEE Transactions on Image Processing / Pattern Recognition](#)
- ▶ **M. Ivanovici**, N. Richard, *The Spatio-Chromatic Complexity of Color and Multispectral Texture Images*, [IEEE Transactions on Image Processing / Pattern Recognition](#)

Teze de doctorat co-îndrumate și colaborări

- ▶ dr. ing. Alexandru Căliman, *Caracterizarea texturilor color pentru segmentarea imaginilor de psoriazis*, conducător științific: prof. G. Toacșe, susținută public în noiembrie 2013 (titlul confirmat);
- ▶ drd. ing. Radu Coliban, *Prelucrarea și analiza imaginilor medicale*, conducător științific: prof. I. Szekely, program doctoral în curs de derulare;

Teze de doctorat co-îndrumate și colaborări

- ▶ dr. ing. Audrey Ledoux, *Vers des traitements morphologiques couleur et spectraux valides au sens perceptuel et physique : méthodes et critères de sélection*, conducător științific: prof. Christine Fernandez-Maloigne, conf. Noël Richard, susținută public în decembrie 2013 (titlul confirmat);
- ▶ dr. ing. Simona Banu, *Sistem expert de evaluare a severității leziunilor de psoriazis*, conducător științific: prof. G. Toacșe, susținută public în noiembrie 2013 (titlul confirmat);
- ▶ dr. ing. Gabriel Danciu, *Contribuții la dezvoltarea metodelor de procesare a imaginilor de la camere digitale cu informație de distanță*, conducător științific: prof. I. Szekely, susținută public în decembrie 2014 (titlul confirmat).

Responsabil / director de proiect

- ▶ *IEEE SPS Summer School on Intensive Program on Computer Vision (IPCV 2014)*, competiție SPS seasonal schools, finanțator: IEEE, contract nr. 5860/21.05.2014
- ▶ *Experimentul ATLAS de la LHC*, PNII CAPACITATI Modulul III, ROMANIA-CERN, contract nr. 7/03.01.2012, Bugetul de Stat – Autoritatea Națională pentru Cercetare Științifică, responsabil partener P5, 2014-2015
- ▶ *Tehnici de Analiză, Modelare și Simulare pentru Imagistică, Bioinformatică și Sisteme Complexe*, Responsabil P2 (adjunct manager proiect), contract POS-DRU/86/1.2/S/61756, 2010 - 2013
- ▶ *Studii Avansate în Prelucrarea și Analiza Imaginilor (SAPAI)*, PN-II-ID-SSA-2012-2-016, finanțator: UEFISCDI, contract nr. 9/3.08.2012

Atragere fonduri pentru cercetare


Am contribuit la scrierea unei propuneri de proiect și la implementarea a 2 proiecte POSDRU ale Școlii Doctorale Interdisciplinare a Universității Transilvania din Brașov:

- ▶ Burse doctorale pentru cercetarea de excelență, coordonator: UTBV, POSDRU/159/1.5/S/134378, Responsabil grup țintă, 2014-2015
- ▶ Creșterea atractivității și performanței programelor de formare doctorală și postdoctorală pentru cercetători în științe ingineresti - ATTRACTING, coordonator: UPT, POSDRU/159/1.5/S/137070, Asistent implementare proiect la partener, 2014-2015

Atragere fonduri pentru cercetare

Propuneri în curs de evaluare / în lucru:

- ▶ propunere HORIZON 2020 de tip FET-OPEN intitulată

COMET  (*COmplexity METrology for the future electronic eyes*) depusă în 29 septembrie 2015 (Universitatea din Poitiers și Institutul ARMINES - MINES ParisTech(FR), Universitatea Transilvania din Brașov (RO), Universitatea din Milano (IT)); propunere în curs de evaluare;

- ▶ propunere de înființare a unui centru de competențe în tehnologii spațiale în cadrul programului STAR² al Agenției Spațiale Române (ROSA³); propunere în lucru;

²Space Technology and Advanced Research.

³Romanian Space Agency.

Recunoașterea activității științifice

Google Scholar h-index = 8

Mihai Ivanovici
Assistant professor at Transilvania University of Brasov, Romania
Image Processing and Analysis
Verified email at unitbv.ro - Homepage
My profile is public

Citation indices

	All	Since 2011
Citations	240	151
h-index	8	6
i10-index	7	5

Publications:

Title	Cited by	Year
Fractal dimension of color fractal images M Ivanovici, N Richard Image Processing, IEEE Transactions on 20 (1), 227-235	37	2011
Network Quality of Service Measurement System for Application Requirements Evaluation PT R. Beuran, M. Ivanovici, B. Dobinson, N. Davies International Symposium on Performance E, 380-387	35 *	2003
User-perceived quality assessment for VoIP applications R. Beuran, M. Ivanovici	19	2004
Probabilistic pseudo-morphology for grayscale and color images A. Calăman, M. Ivanovici, N. Richard Pattern Recognition 47 (2), 721-735	15	2014

Co-authors: Catalin Meirosu, Hana Decean, Dietrich Paulus, Romanca Mihai, Daniela Florea, Laurentiu Nedelcu, Audrey Jedoux, Bogdan Budescu, Razvan Andonie

Recunoașterea activității științifice

Web of Science h-index = 3

WEB OF SCIENCE™ THOMSON REUTERS™

Citation Report: 20
(From All Databases)
You searched for: **AUTHOR:** (ivanovici m) ...More
This report reflects citations to source items indexed within All Databases.

Published Items in Each Year

Year	Count
2004	1
2005	1
2006	1
2007	1
2008	2
2009	4
2010	3
2011	2
2012	1
2013	1
2014	3

Citations in Each Year

Year	Count
2009	1
2010	4
2011	3
2012	3
2013	4
2014	3
2015	9
2016	0

Results found: 20
Sum of Times Cited [?]: 28
Sum of Times Cited without self-citations [?]: 22
Citing Articles [?]: 25
Citing Articles without self-citations [?]: 21
Average Citations per Item [?]: 1.40
h-index [?]: 3

Year	2012	2013	2014	2015	2016	Total	Average Citations per Year
1. Fractal Dimension of Color Fractal Images	3	4	3	10	0	28	3.50
2. Probabilistic pseudo-morphology for grayscale and color images	3	4	2	4	0	15	2.50
	0	0	0	5	0	5	1.67

Contextul 2015

- ▶ **iunie** 2015: Universitatea Transilvania din Braşov a devenit oficial instituție colaboratoare la experimentul ATLAS de la LHC⁴, CERN⁵, Geneva, Elveția
- ▶ **iulie** 2015: Aprobarea și demararea Comitetului Tehnic TC 8-14 în cadrul Diviziei 8 *Image Technology* a CIE⁶ intitulat *Specification of Spatio-Chromatic Complexity*, propus împreună cu Noël Richard de la laboratorul de cercetare XLIM-SIC, Université de Poitiers, Franța.
- ▶ **octombrie** 2015: Confirmarea ca director al centrului de cercetare C13 intitulat *Sisteme Electronice Încorporate și Comunicații Avansate* din cadrul Institutului CDI al Universității Transilvania din Braşov

⁴Large Hadron Collider.

⁵Organizația Europeană pentru Cercetări Nucleare.

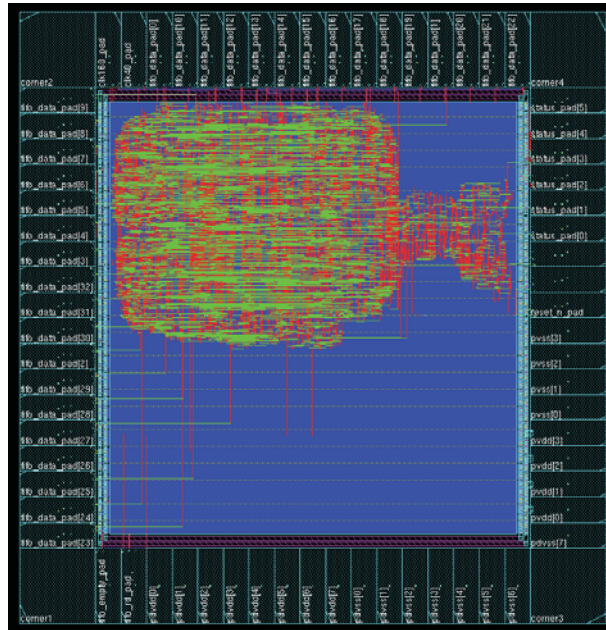
⁶Comisia Internațională de Iluminare.

Contextul C13 - Institut CDI

Obiective:

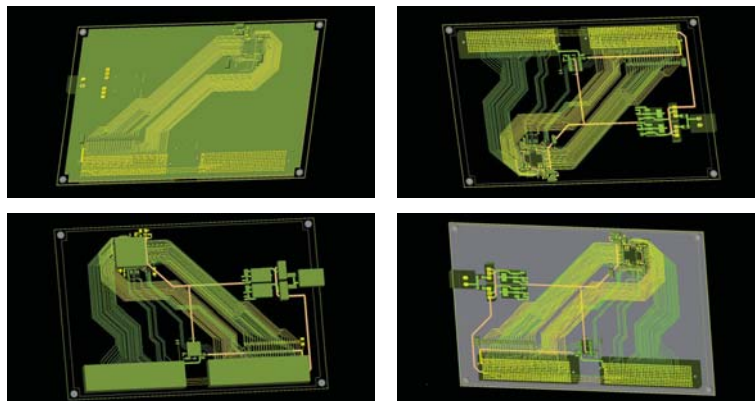
- ▶ Valorificarea infrastructurii existente în cadrul Institutului CDI
- ▶ Atragerea de fonduri pentru finanțarea cercetărilor din cadrul centrului C13
- ▶ Creșterea reputației științifice a centrului C13, atât la nivel național cât și internațional
 - ▶ Valorificarea rezultatelor cercetărilor prin publicarea de lucrări științifice în reviste internaționale cu factor de impact mare
- ▶ Fructificarea colaborărilor existente și realizarea de noi legături cu laboratoare și institute de cercetare din țară și străinătate, în vederea creării unei rețele de excelență, adecvată și obligatorie în vederea accesării de fonduri naționale sau europene.

Sinteză ROC (layout VMM core)



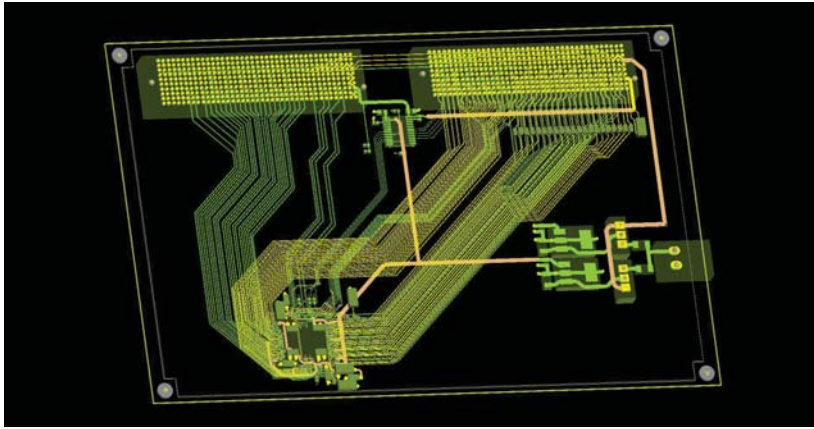
PCB ASIC ART

PCB pentru o placă de testare pentru prototip ASIC (ART)



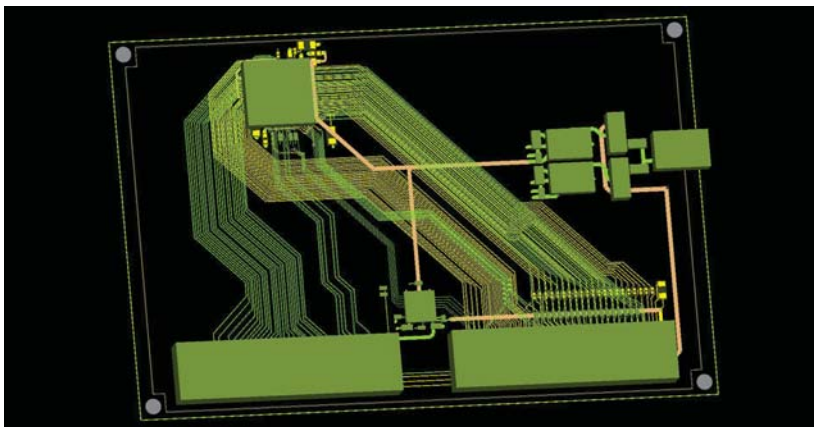
Echipa: stud. Mihai Groza, ș.l. dr. ing. Marius Carp,
conf. dr. ing. Gheorghe Pană

PCB ASIC ART (detaliu)



Dificultăți: complexitate mare (> 400 pini), ASIC neîncapsulat (wire bonding cu distanță între pad-uri $1\mu m < \text{dim. standard}$)

PCB ASIC ART (detaliu)



ASIC cu 2 rânduri de pini, PCB 4 straturi

Contextul CIE TC 8-14

- ▶ Comitetul Tehnic TC 8-14, Divizia 8 *Image Technology* a CIE⁷ intitulat *Specification of Spatio-Chromatic Complexity* a fost propus împreună cu Noël Richard de la laboratorul de cercetare XLIM-SIC, Université de Poitiers, Franța
- ▶ Obiectivul: producerea un raport cu privire la definițiile existente ale noțiunii de complexitate, în special în ceea ce privește texturile color neuniforme și de a combina aceste definiții în vederea obținerii unei definiții unitare care să includă, într-o formă generică și vectorială, atât variațiile spațiale cât și cromatice ale texturii
- ▶ De asemenea, se dorește elaborarea unor etaloane, atât sub formă de imagini digitale color, cât și sub formă fizică, ce vor permite măsurarea complexității texturilor color neuniforme;

⁷Comisia Internațională de Iluminare.

Teza de abilitare

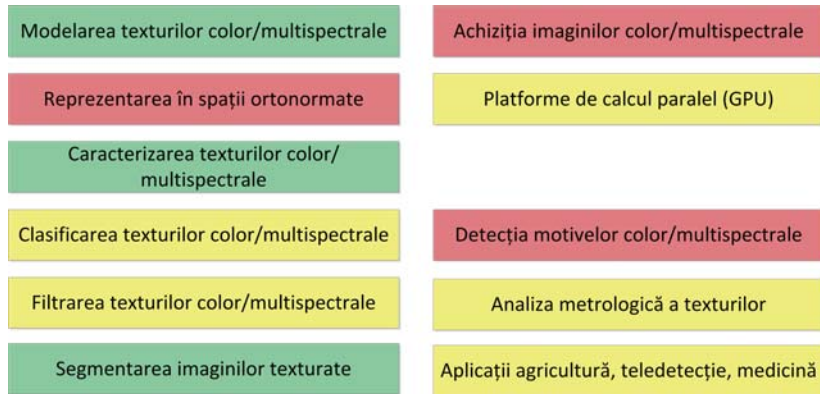
Titlu: Color and Multispectral Texture Image Analysis. Models, Features and Applications

Structurată în 5 capitole:

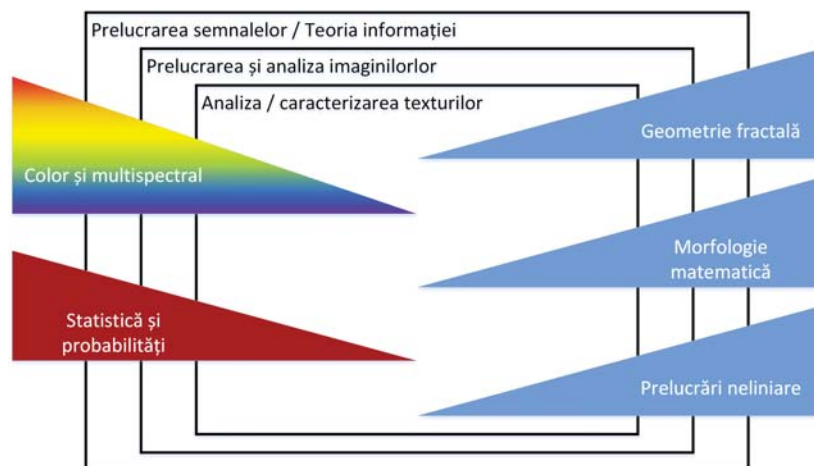
- ▶ Cap. 1. Introducere despre texturi color și multispectrale
- ▶ Cap. 2. Modele fractale
- ▶ Cap. 3. Trăsături fractale
- ▶ Cap. 4. Trăsături morfologice
- ▶ Cap. 5. Aplicații

Se bazează pe cercetările efectuate în cadrul a 2 teze de doctorat, publicații precedente dar și rezultate noi și materiale nepublicate anterior.

Teza de abilitare - încadrare în planurile de viitor



Originalitate și context



Cap. 1. Introducere

- ▶ definiția unei texturi (M. Petrou)
- ▶ taxonomia texturilor (e.g. regulate, cvasi-regulate sau neregulate)



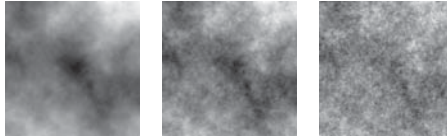
- ▶ clasificarea tehnicilor de caracterizare a texturilor (geometrice, statistice, bazate pe modele sau metode de prelucrarea semnalelor)
- ▶ enumerarea bazelor de date disponibile cu imagini reprezentând texturi (Outex, VisTex, ș.a.)

Cap. 1. Introducere

- ▶ punctul nostru de vedere: complexitatea unei texturi (CIE Division 8 Image Technology TC 8-14 Spatio-Chromatic Complexity)
- ▶ definiții existente: dimensiunea fractală, complexitatea Kolmogorov, entropia ș.a.m.d.
- ▶ particularități ale extinderii modelelor și metodelor existente la spații \mathbb{R}^n (imaginile color și multispectrale nu sunt obiecte într-un spațiu Euclidian n-dimensional)
- ▶ metodele de analiză/caracterizare a texturilor trebuie să țină cont de natura semnalului

Cap. 2. Modele fractale

- ▶ introducere geometrie fractală
- ▶ modele fractale stocastice
 - ▶ zgomot Brownian fracționat
 - ▶ modelele existente până în 2011 permiteau doar generarea de imagini în tonuri de gri



- ▶ extinderea la color
- ▶ propunerea unui generator vectorial
- ▶ funcții Weierstrass și zgomot Perlin

Cap. 2. Modele fractale

Extinderea metodei *random midpoint displacement* de generare de imagini fractale, de la nivele de gri la domeniul color⁸



Coordonatele color (RGB) sunt independente.

⁸M. Ivanovici, N. Richard, Fractal Dimension of Color Fractal Images, IEEE Transactions on Image Processing, January 2011, <http://dx.doi.org/10.1109/TIP.2010.2059032>

Cap. 2. Modele fractale

Demonstrarea validității modelului color (calculul varianței incrementelor vectoriale):

$$\sigma_i^2 = \overline{\left(\sqrt{\sum_{k=r,g,b} (X_k(t_1, t_2) - X_k(s_1, s_2))^2} \right)^2}$$

$$\sigma_i^2 = \overline{[X_r(t_1, t_2) - X_r(s_1, s_2)]^2 + [X_g(t_1, t_2) - X_g(s_1, s_2)]^2 + \dots + [X_b(t_1, t_2) - X_b(s_1, s_2)]^2}$$

$$\sigma_i^2 = \overline{[X_r(t_1, t_2) - X_r(s_1, s_2)]^2} + \overline{[X_g(t_1, t_2) - X_g(s_1, s_2)]^2} + \overline{[X_b(t_1, t_2) - X_b(s_1, s_2)]^2}$$

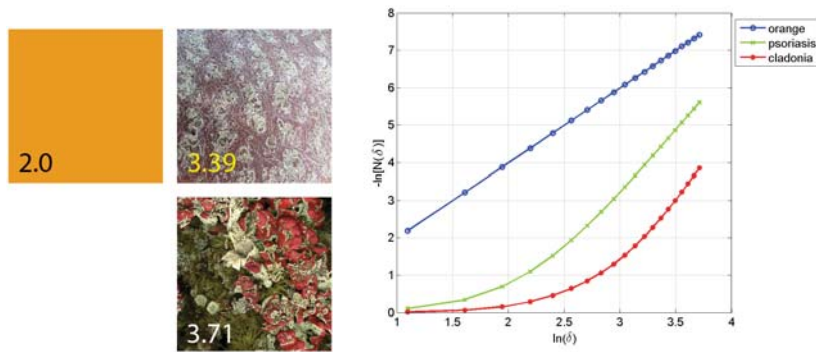
$$\sigma_i^2 \propto 3 \cdot \left(\sum_{i=1}^2 (t_i - s_i)^2 \right)^H \propto \left(\sum_{i=1}^2 (t_i - s_i)^2 \right)^H \quad \square$$

Cap. 3. Trăsături fractale

- ▶ dimensiunea fractală (incl. dim. Hausdorff)
- ▶ estimarea dimensiunii fractale
 - ▶ dimensiunea *box-counting*
 - ▶ box-counting probabilist
 - ▶ dimensiunea de corelație
 - ▶ metoda *covering blanket*
- ▶ lacunaritatea
- ▶ limitările tehnicilor curente de estimare a dimensiunii fractale
- ▶ o abordare echivalentă de estimare

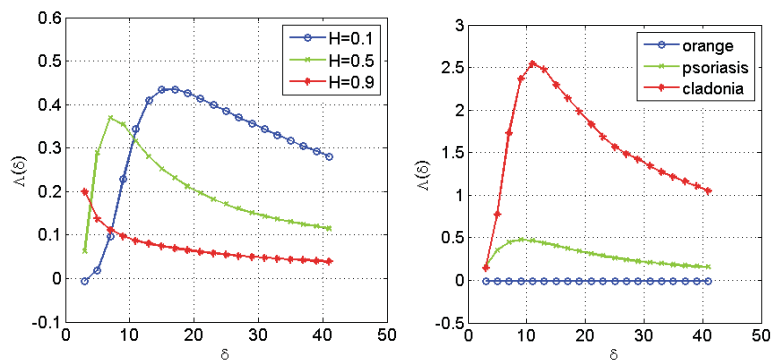
Cap. 3. Trăsături fractale

Texturi naturale și curbele $N(\delta)$ de evoluție a măsurii - dimensiunea fractală se estimează ca panta dreptei de regresie prin punctele curbei



Cap. 3. Trăsături fractale

Extinderea lacunarității la domeniul color⁹



⁹M. Ivanovici, N. Richard, The lacunarity of colour fractal images, 16th IEEE International Conference on Image Processing, 2009, <http://dx.doi.org/10.1109/ICIP.2009.5414394>

Cap. 4. Trăsături morfologice

- ▶ morfologie matematică pentru imagini binare
- ▶ morfologie matematică pentru imagini în tonuri de gri
- ▶ aplicații în extragerea de trăsături (granulometrie și covarianță morfologică)
- ▶ morfologie matematică pentru imagini color
- ▶ pseudo-morfologii pentru imagini color
 - ▶ pseudo-morfologie probabilistă
 - ▶ pseudo-morfologie bazată pe distanța maximă
- ▶ metoda *covering blanket* - o abordare pseudo-morfologică
- ▶ granulometrie (sau spectru de motive) imagini color
- ▶ covarianță morfologică pentru imagini color

Cap. 4. Trăsături morfologice

Pseudo-morfologie probabilistică (PPM) pentru imagini în nivele de gri și color pe baza statisticii locale a semnalului¹⁰

Operația de pseudo-erodare morfologică:

$$[\varepsilon_g(f)](x) = \bigwedge_{z \in \mathcal{D}_g} f(x+z) \triangleq \mu_\xi - k\sigma_\xi, \quad \forall x \in \mathcal{D}_f$$

Operația de pseudo-dilatare morfologică:

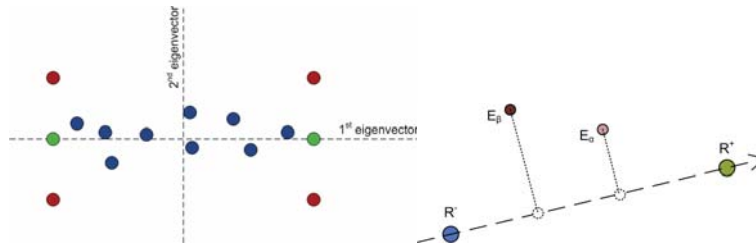
$$[\delta_g(f)](x) = \bigvee_{z \in \mathcal{D}_g} f(x-z) \triangleq \mu_\xi + k\sigma_\xi, \quad \forall x \in \mathcal{D}_f$$

Valoarea parametrului k permite reglarea comportamentului *mai liniar* sau *mai neliniar* al operatorilor.

¹⁰A. Căliman, M. Ivanovici, N. Richard, Probabilistic pseudo-morphology for grayscale and color images, Pattern Recognition, ISSN 0031-3203, February 2014, <http://dx.doi.org/10.1016/j.patcog.2013.08.021>

Cap. 4. Trăsături morfologice

PPM color: realizează o analiză a componentelor principale, înainte de utilizarea inegalității lui Cebîșev, apoi o ordonare a pseudo-extremelor mulțimii de vectori (culori) în funcție de culori de referință (convergență)



Cap. 4. Trăsături morfologice

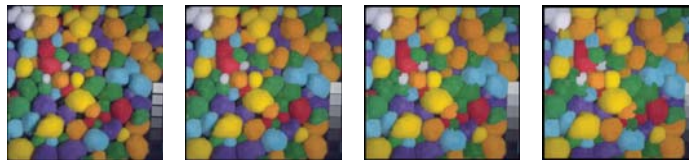
Pseudo-erodări (stânga) și pseudo-dilatări (dreapta) ale imaginii color Miro (centru) utilizând un element structurant de dimensiune 11×11 și două valori ale parametrului k :



Cap. 4. Trăsături morfologice

Pseudo-morfologie bazată de distanța maximă a valorilor vectoriale ale pixelilor dintr-o vecinătate și etichetarea extremelor¹¹

$$\{\mathbf{e}_a, \mathbf{e}_b\} = \arg \max_{f(i), f(j)} d(f(i), f(j)), \forall i, j \in \mathcal{D}_f \cap \mathcal{D}_g$$



Dilatări cu ES de diverse dimensiuni (3×3 , 5×5 , 7×7 , 9×9)

¹¹R. Coliban, M. Ivanovici, Color and Multispectral Texture Characterization Using Pseudo-Morphological Tools, IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), Paris, France, October 27-30, 2014, <http://dx.doi.org/10.1109/ICIP.2014.7025126>

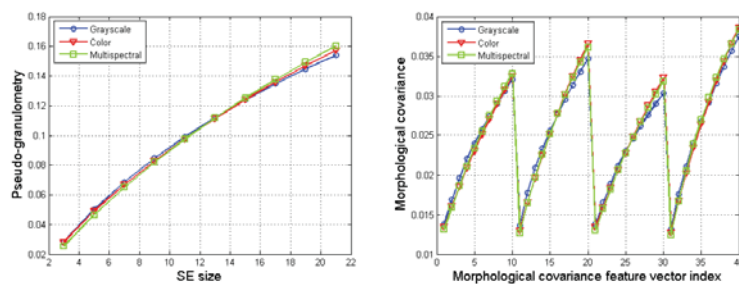
Cap. 4. Trăsături morfologice

Pseudo-erodarea și pseudo-dilatarea:

$$[\varepsilon_g(f)](k) = \min_{\ell} \{\mathbf{e}_a, \mathbf{e}_b\} \quad \forall k \in \mathcal{D}_f$$

$$[\delta_g(f)](k) = \max_{\ell} \{\mathbf{e}_a, \mathbf{e}_b\} \quad \forall k \in \mathcal{D}_f$$

Granulometrie și covarianță morfologică (comparație tonuri-gri/color/multispectral și validare a abordării)



Cap. 5. Aplicații

- ▶ segmentarea imaginilor¹²
- ▶ tehnica *watershed* de segmentare
- ▶ contururi active
- ▶ segmentarea bazată pe extragerea de trăsături
- ▶ clasificarea texturilor color
- ▶ discuție

¹²M. Ivanovici, N. Richard, D. Paulus, Color Image Segmentation, in Advanced Color Image Processing and Analysis, ed. Christine Fernandez-Maloigne, Springer New York, 2013, ISBN 978-1-4419-6190-7, <http://www.springer.com/us/book/9781441961891>

Cap. 5. Aplicații

Contur activ: $c(s) = [x(s), y(s)]$, cu $s \in [0, 1]$ care minimizează o funcțională energetică:

$$\varepsilon(c) = \varepsilon_{\text{int}}(c) + \varepsilon_{\text{ext}}(c) = \int_0^1 [E_{\text{int}}(c(s)) + E_{\text{ext}}(c(s))] ds$$

Exemplu de segmentare utilizând metoda proprie de contururi active: inițial, intermediare și final:



Cap. 5. Aplicații

Model de difuzie pentru imagini color (energia externă a conturului activ) bazat pe momentul statistic de ordinul unu al integralei de corelație calculate pe distanțe CIE ΔE între culori:

$$E_{\text{ext}}(x, y)|_{n \times n} = \frac{2}{n^2(n^2 - 1)} \sum_{i=1}^{n^2} \sum_{j=i+1}^{n^2} \Delta E(v_i, v_j)$$

Pseudo-imagini de difuzie pentru diverse dimensiuni de vecinătate:
 9×9 , 25×25 și 45×45 pixeli:



Cap. 5. Aplicații

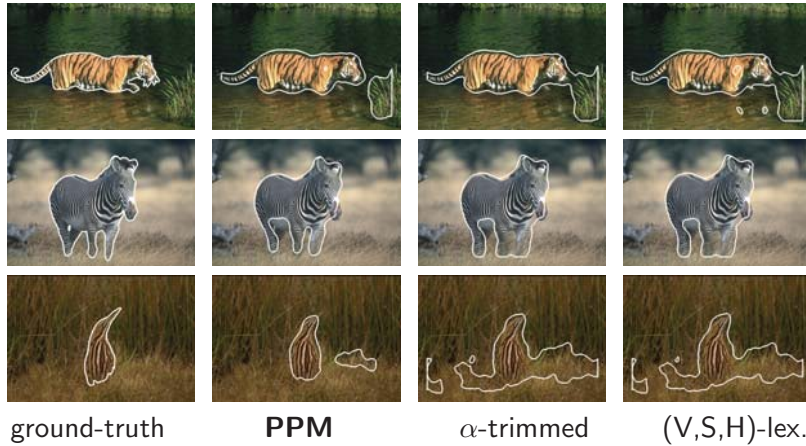
Segmentare imagini în tonuri de gri bazată pe extragerea de trăsături locale (granulometrie și covarianță morfologică) și discriminarea prin clasificarea acestora:



Ipoteza de lucru: 2 texturi de complexitate diferită prezente în imagine (obiect și fundal).

Cap. 5. Aplicații

Trăsături morfologice locale bazate pe PPM (vector volume diferență între anvelopele superioară și inferioară ale semnalului).
Comparație cu alte (pseudo) morfologii.



Importanța subiectului tezei

Aplicații ale analizei texturilor color și multispectrale:

- ▶ aplicații medicale - analiza gradului de severitate al unei leziuni sau tumori
- ▶ aplicații în agricultură - analiza stării de vegetație a culturilor
- ▶ aplicații în industrie - analiza calității suprafețelor materialelor
- ▶ aplicații în teledetecție - analiza (segmentarea) imaginilor satelitare
- ▶ aplicații în cosmetologie
- ▶ aplicații în microscopie
- ▶ aplicații în cadrul standardelor de compresie video MPEG (evaluare calitate semnal video)

Contribuții originale

- ▶ extinderea la domeniul imaginilor color a modelului *midpoint displacement* (D. Saupe) de generare de imagini fractale, precum și a altor modele fractale existente, cum ar fi zgomotul Perlin și funcția lui Weierstrass;
- ▶ extinderea la domeniul imaginilor color a expresiei lacunarității definite de R. Voss;
- ▶ extinderea la domeniul imaginilor color a metodelor *box-counting* probabilistă (R. Voss) și *covering blanket* (S. Peleg) de estimare a dimensiunii fractale;
- ▶ extinderea la domeniul imaginilor color a definiției dimensiunii fractale de corelație (P. Grassberger);
- ▶ propunerea unei pseudo-morfologii pentru imagini color și multispectrale bazată pe analiza componentelor principale și inegalitatea lui Cebîșev;

Contribuții originale (cont.)

- ▶ propunerea unei pseudo-morfologii pentru imagini color și multispectrale bazată pe distanța maximă și etichetarea pseudo-extremelor;
- ▶ propunerea unor definiții noi pentru funcțiile de granulometrie și covarianță morfologică (P. Soille) bazate pe operatorii pseudo-morfologici propuși;
- ▶ definirea unui nou cadru de segmentare a imaginilor utilizând contururi active (D. Terzopoulos) și un nou model de difuzie pentru contururi active pentru imagini color bazat pe momentul statistic de ordinul unu al integralei de corelație;
- ▶ definirea unor trăsături texturale locale noi bazate pe calculul volumului dintre anvelopele pseudo-morfologice ale semnalului.

Subiecte de teze de doctorat (septembrie 2016)

- ▶ Metode de analiză neliniară pentru texturi / imagini color și multispectrale
 - ▶ Modelarea texturilor color și multispectrale (modele fractale, motive Moiré)
 - ▶ Definirea și estimarea Complexității Spațio-Cromatică
 - ▶ Aproximarea analizei componentelor principale (proiectarea unui algoritm paralelizabil)
 - ▶ Definirea și utilizarea de pseudo-morfologii matematice pentru imagini color și multispectrale
- ▶ Sisteme electronice pentru achiziția de date de la experimentul ATLAS (CERN)
- ▶ Prelucrarea, analiza și vizualizarea datelor de la experimentul ATLAS (incl. data mining, tehnici Big Data)

(în loc de) Concluzie

- ▶ **Obținerea abilitării îmi va oferi șansa de realizare a planurilor de cercetare și implicit a celui de dezvoltare a carierei universitare;**
- ▶ **Activitatea mea de cercetare științifică desfășurată până în prezent constituie o garanție a îndeplinirii obiectivelor propuse.**

Vă mulțumesc frumos pentru atenție!