

4.6 Lipirea (concatenarea) Imaginilor (The Stitching of Images)

O problemă tot mai întâlnită este cea de concatenare a imaginilor. Pentru aceasta, este propus un algoritm genetic. Acesta va utiliza rezultatele prelucrărilor imaginilor inițiale și va da ca rezultat imaginea rezultată prin lipirea lor.

4.6.1 Problema concatenării

Ceea ce ne propunem, este de a construi o imagine panoramică plecând de la imaginile parțiale.

Putem avea:

- Un vector de n imagini (I_1, I_2, \dots, I_n), care pot fi concatenate, oricare două vecine conținând o zonă comună sau chiar
- O matrice de $m \times n$ imagini ($I_{11}, I_{12}, \dots, I_{mn}$).

Anumite imagini care chiar dacă au fost luate chiar în condiții apropiate (de timp și spațiu, condiții de iluminare, etc.) nu se “potrivesc” foarte bine, ceea ce ne conduce la ideea preprocesării lor (vezi exemplul din Figura 104 unde este necesară o egalizare a luminozității și cel din Figura 105 unde este necesară o modificare a culorilor nenaturale metalice apărute).



Figura 104 – Egalizarea luminozității

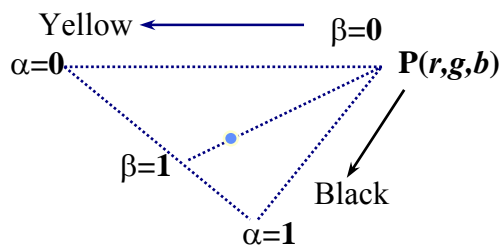


Figura 105– Modificarea culorilor nedorite

Grafica 3D+

O primă problemă care trebuie rezolvată este aceea de a determina liniile de *cusătură* (vezi Figura 106). Aceasta se rezumă la o problemă de optim și constă în a determina unde se potrivesc cel mai bine cele două tăieturi posibile din zona de suprapunere. Înainte de suprapunere, este binevenită în multe situații și o rotație a cel puțin unei imagini. De asemenea, în general este de preferat și o scalare, apoi potrivirea pe verticală.

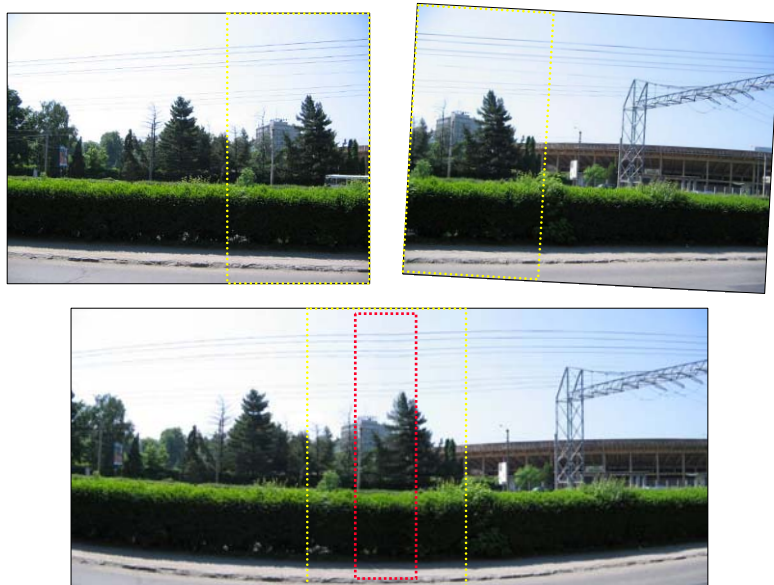


Figura 106 – Zone suprapuse la concatenare

O altă problemă pe care trebuie să o rezolvăm este de a decide cum obținem o singură zonă comună din cele două (cum se suprapun, sau cum le mixăm).

4.6.2 Determinarea tăieturii

Cusătura aleasă (optimă) va fi cea pentru care distanța dintre două tăieturi este minimă. Această distanță se poate calcula ca suma valorilor absolute a diferențelor de culoare.

Cresterea Realismului Imaginilor

Lipirea celor două imagini I_1, I_2 este realizată prin *suprapunerea* imaginii I_2 peste I_1 după rotația cu unghiul β , scalarea cu factorul fs a imaginii drepte și translația (verticală cu Δy și orizontală cu Δx).

O operație de *lipire* $L(\beta, \Delta x, \Delta y, fs)$ este definită (vezi Figura 107) astfel:

- $R(\beta)$, rotație cu unghi β ,
- $C_1(\Delta x)$, tăietura imaginii din stânga (I_1),
- $T(\Delta y)$ translația pe verticală a imaginii din dreapta (I_2),
- $S(fs)$, scalarea imaginii din dreapta (I_2) (vezi Figura 107).

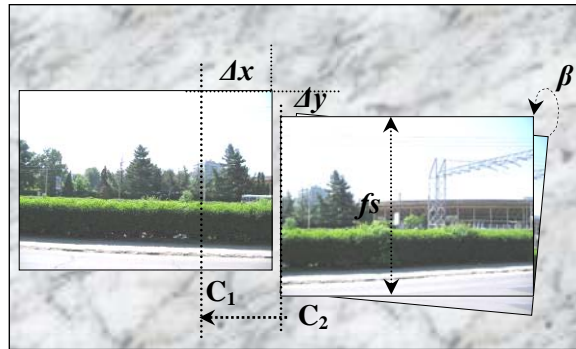


Figura 107 – Potrivirea imaginilor

Lipirea optimă este cea pentru care distanța $\delta(C_1, C_2, \Delta y)$ este minimă. *Tăietura* C_1 este precizată de Δx , de aceea notăm cu $C1_{\Delta x}$ vectorul valorilor culorilor $(L^1_{n1-\Delta x, i})_{i=1, m_1}$. *Tăietura* C_2 este precizată prin unghiul de rotație β , factorul de scalare fs , deci notăm cu $C2_{fs}^\beta$ vectorul valorilor culorilor $(L^2_{k, i})_{i=1, m_2}$ obținut după rotația și scalarea imaginii drepte (I_2). Am considerat *tăietura* C_2 a imaginii din dreapta (I_2) fixată (coloana k) din partea stângă. Distanța dintre două *tăieturi* C_1 și C_2 o definim astfel:

$$\delta(C1_{\Delta x}, C2_{fs}^\beta, \Delta y) = \sum_{i \in I} |L^1_{ij} - L^2_{i-\Delta y, k}|$$

unde $I = [1, m_1] \cap [\Delta y, m_2 + \Delta y]$,

m_r este înălțimea imaginii r , și

L^r_{ij} reprezintă culoarea pixelului ij din imaginea r .

4.6.3 Algoritmul genetic utilizat

O soluție posibilă (un candidat) codifică parametrii lipirii β , Δx , Δy , și fs . Un cromozom X (o soluție) este reprezentat printr-un vector cu cinci componente reale X :

$$X = (\beta, \Delta x, \Delta y, fs,).$$

Evaluarea unui cromozom este dată de funcția de *fitness* *eval* definită utilizând distanța δ :

$$eval(X) = \delta(C1, C2, \Delta y)$$

unde $C1$ corespunde tăieturii Δx , $C2$ corespunde rotației β , scalării fs și translației Δy .

Populația inițială este generată aleator, împărțind spațiul de căutare.

Operatorii utilizați sunt cei uzuali (recombinare și de mutație):

$$rec(X, Y) = \alpha X + (1-\alpha)Y,$$

unde $\alpha \in [0, 1]$,

$$mut(X) = X + \sigma \cdot N(0, 1).$$

Din populația curentă se aleg aleator doi indivizi pentru recombinare, iar fiul, care suferă o mutație, înlocuiește cel mai slab individ. Soluția este dată de cel mai bun individ obținut pe parcursul procesului de căutare după N iterații, unde N este un parametru predefinit.

5 Concluzii

Această carte, în format electronic deocamdată, urmează să fie corectată și tipărită în viitorul apropiat.

Ne cerem scuze pentru greșelile apărute și sperăm că într-o ediție viitoare să le reducem.

Sperăm că vă vor fi de folos cele prezentate și vă dorim succes în realizarea aplicațiilor de acest gen.

6 Bibliografie

1. Gerald J.F. Banon, Junior Barrera, Ulisses M. Braga-Neto (Eds.), *Mathematical Morphology and its Applications to Signal and Image Processing*, proceedings of the 8th international symposium on mathematical morphology (ISMM'07), ISBN 978-85-17-00032-4 (2007)
2. - Patrick Baudisch, Desney Tan, Drew Steedly, Eric Rudolph Matt Uyttendaele, Chris Pal, and Richard Szeliski, *Panoramic viewfinder: providing a real-time preview to help users avoid flaws in panoramic pictures*, in *OZCHI 2005*, Canberra, Australia, November 2005.
3. - V. Cioban, V. Prejmerean, *3D Images Simulation through Stereograms*, Research Seminars, Seminar on Computer Science, Preprint no.2, 1966, pp.75-78;
4. Mary L. Comer and Edward J. Delp, *Morphological operations for color image processing*, J. Electron. Imaging, Vol. 8, 279 (1999); DOI:10.1117/1.482677
5. Mary L. Comer and Edward J. Delp, *Morphological operations for color image processing*, Purdue University, Video and Image Processing Laboratory, School of Electrical Engineering, West Lafayette, Indiana, J. Electron. Imaging, Vol. 8, 279 (1999); DOI:10.1117/1.482677.
6. B. Culic, D. Dudea, V. Prejmerean, H. Colosi, C. Culic, and C.I. Alb, *The use of digital camera in natural tooth color selection J Dent Research 86 (Spec Iss B) 405 CED – ID of IADR, 2007, (www.dentalresearch.org) -IADR-CED & ID meeting, -, 2007, P. 66-70*
7. - D. Dogaru , *Metode noi în proiectare, Elemente de grafică 3-D*, Editura Științifică și Enciclopedică, Bucuresti 1988.
8. E. R. Dougherty and J. Astola (1994): *Introduction to Non-linear Image Processing*, SPIE, Bellingham, Washington.

Cresterea Realismului Imaginilor

9. Edward R. Dougherty, *An Introduction to Morphological Image Processing* by, ISBN 0-8194-0845-X (1992)
10. D. Dudea, B. Culic, V. Prejmorean, Sabina Neamtu și alții: *Experimental Study on coloring effect of extrinsic factors upon dental structures performed by two instrumental methods*, Revista medico chirurgicala a Societatii de Medici si Naturalisti din Iasi, vol 112, nr.1 supliment nr.1, pag. 50-53, 2008.
11. - J.D. Foley, A.V. Dam, *Fundamentals of Interactive Computer Graphics*, Addison Wesley, London, 1982.
12. O. Ghiran, V. Prejmorean, *Pandemic Simulation – Displaying Large Images*, Annual Revue SC IPA SA CIFATT Sucursala Cluj, Cluj-Napoca, Aug. 2008
13. R. C. Gonzalez and R. E. Woods (1992): *Digital Image Processing*, Addison-Wesley, New York.
14. R. M. Haralick and L. G. Shapiro (1992): *Computer and Robot Vision*, Addison-Wesley, New York.
15. R. M. Haralick, S. R. Sternberg and X. Zhuang *Image Analysis Using Mathematical Morphology*", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 9 (4): 532-550, (1987).
16. H. J. A. M. Heijmans *Morphological Image Operators*, Academic Press, New York (1994).
17. Henk J.A.M. Heijmans and Jos B.T.M. Roerdink (Eds.), *Mathematical Morphology and its Applications to Image and Signal Processing*, , proceedings of the 4th international symposium on mathematical morphology (ISMM'98), ISBN 0-7923-5133-9 (1998).
18. A.K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice-Hall, London, 1989.
19. - A. A. Kisman, *Random Dot Stereograms*, Kinsman Physics P.O.Box 22682, Rochester, N.Y., 1462-2682, ISBN 0-9630142-1-8;

20. L. Koskinen, J. Astola and Y. Neuvo, *Soft Morphological Filters*", Proceedings of SPIE Symposium on Image Algebra and Morphological Image Processing, 262-270 (1991).
21. P. Kuosmanen and J. Astola, *Soft Morphological Filtering*, *Journal of Mathematical Imaging and Vision*, 5 (3): 231-262 (1995).
22. Anat Levin, Assaf Zomet, Shmuel Peleg and Yair Weiss, *Seamless Image Stitching in the Gradient Domain*, Proc. of the European Conference on Computer Vision (ECCV), Prague, May 2004.
23. Gerasimos Louverdis and Ioannis Andreadis, *Soft Morphological Color Image Processing: A Fuzzy Approach Morphological Granulometries for Color Images*, 11th IEEE Mediterranean Conference on Automation & Control, Rhodes, Greece, pp. 1-5 (2003).
24. P. Maragos, R. W. Schafer and M. A. Butt, eds., (1996): *Mathematical Morphology and its Applications to Image and Signal Processing*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht-Boston-London.
25. G. Matheron (1975): *Random Sets and Integral Geometry*, Wiley, New York.
26. S. Nedevski, *Prelucrarea Imaginilor și Recunoașterea Formelor*, Editura Albastră, Cluj-Napoca, 1998.
27. - T. Pavlidis, *Algorithms for Graphics and Image Processing*, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 1982.
28. I. Pitas and A. N. Venetsanopoulos (1990): *Nonlinear Digital Filters: Principles and Applications*, Kluwer Academic Publishers, Boston, Massachusetts, U.S.A
29. -V. Prejmerean, *Grafică pe calculator și prelucrări de imagini*, Universitatea de Nord Baia-Mare, Facultatea de Științe, Baia Mare, 2000;
30. V. Prejmerean, S. Motogna, V. Cioban, *Corp Modelling using Formal Languages*, *Studia*, 3, 1992, pp. 111-116.

Cresterea Realismului Imaginilor

31. V. Prejmerean, *Modelling Stereograms by Matrix Grammars*, Research Seminars, Seminar on Computer Science, Preprint no.2, 1997, pp.173-178;
32. V. Prejmerean, S. Motogna, V. Cioban, *Generating fractals of regular form by picture languages*, Studia, 3, 1993, pp.103-108.
33. V. Prejmerean, V. Cioban, *3D Images-simulation through stereograms*, Preprint, no.2, 1996, pp. 75-78.
34. V. Prejmerean, S. Motogna, *Tree grammars and tree description grammars*, Studia, Vol.II, 1997, no.1, pp. 47-56.
35. V. Prejmerean, *Using II-languages in Image Processing*, Preprint no. 2, 1998, pp. 73-82.
36. V. Prejmerean, S. Motogna, V. Cioban, *Picture Approximation*, Studia, Vol.XLIII, 1998, no. 2, pp. 43-55.
37. V. Prejmerean, S. Motogna, *Character Recognition Using Morphological Transformations*, Studia, Vol.XLVI, 2001, no.1, pp. 87-100.
38. V. Prejmerean, S. Motogna, *The curves encoding*, Studia, Vol.XLVII, 2002, no.1, pp. 57-70, în colaborare cu Simona Motogna
39. V. Prejmerean, S. Motogna, V. Cioban, *Spatial View of 3D Objects using Stereograms* Studia, Vol.XLVIII, 2003, no.2, pp. 73-82, în colaborare cu Simona Motogna și V.Cioban
40. V. Prejmerean, *The Stitching of Images*, International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics - AQTR 2006, tome II, pp. 386-391.
41. V. Prejmerean, S. Motogna, V. Cioban, *Using II-words in Picture Description*, Proceedings of the PAMM conf. PC - 126 /God, vol. BAC - XC -B / 1999, pp. 103-.
42. V. Prejmerean, M.Frentiu, V.Cioban, O. Ghiran, *The Map Building for Pandemic Simulation*, Proceedings of 2008 International Conference on

- Automation, Quality and Testing, Robotics - AQTR 2008 Theta 16th edition 22nd - 25th May, Cluj-Napoca, Romania, Tome III, pp.100-105.
43. V. Prejmerean, M. Frentiu, V. Cioban, O. Ghiran, *Graphical Representation of the Pandemic Spreading*, conferinta ISI, Conference on Complexity and Intelligence of the Artificial and Natural Complex Systems. Medical Applications of the Complex Systems. Biomedical Computing CANS 2008, Editura Universitatii Petru Maior Targu Mures, Editor: Petru Maior University Press, 13 978-0-7695-2818-2, , 2008, P. 226-229.
44. V. Prejmerean, O. Ghiran, M. Frentiu, V. Cioban, *Decision Support System for Minimizing Carbon Footprint (Impact on Global Warming)*, conferinta ISI, International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics - AQTR 2010, IEEE, Editor: IEEE Catalog Number: CFP10AQT-PRT, 978-1-4244-6722-8, 2010, P. 445-449.
45. V. Prejmerean, V. Cioban, *The Merging of Images*, Proceedings of the Symposium *Colocviul Academic Clujean de INFORMATICA*, pp.109-114, Cluj-Napoca, Oct. 2005
46. V. Prejmerean, V. Cioban, *The Curves and Surfaces Recognition*, Proceedings of the Symposium *Colocviul Academic Clujean de INFORMATICA*, Cluj-Napoca, iunie 2006, pp.21-26
47. V. Prejmerean, O. Ghiran, M. Frentiu, V. Cioban, *The Calibration of a Graphical Pandemic Simulation Model*, Proceedings of the National Conference Zilele Academice Clujene - ZAC 2008 – Computer Science Section, Cluj-Napoca, June 4, 2008 pp.88-96.
48. V. Prejmerean, O. Ghiran, M. Frentiu, V. Cioban, *Visualization of the Carbon Footprint Evolution*, ZAC2010 (Zilele Academice Clujene 2010) Computer Science Section The National Conference Babes-Bolyai University, Cluj-Napoca, Romania, Proceedings of the Symposium *Colocviul Academic Clujean de INFORMATICA*, Editor: Babes-Bolyai University of Cluj-Napoca, 2010, P. 37-43.

Cresterea Realismului Imaginilor

49. C. C. Pu and F. Y. Shih *Threshold Decomposition of Grey-Scale Soft Morphology into Binary Soft Morphology*, *CVGIP-Graphical Models and Image Processing*, 57 (6): 522-526 (1995).
50. Christian Ronse, Laurent Najman, and Etienne Decencière (Eds.), *Mathematical Morphology: 40 Years On*, ISBN-10: 1-4020-3442-3 (2005)
51. J. Serra, *Image Analysis and Mathematical Morphology*, Academic Press, London (1982).
52. J. Serra and P. Soille (Eds.), *Mathematical Morphology and Its Applications to Image Processing*, proceedings of the 2nd international symposium on mathematical morphology (ISMM'93), ISBN 0-7923-3093-5 (1994)
53. J. Serra and Ph. Salembier (Eds.), *Mathematical Morphology and its Application to Signal Processing*, proceedings of the 1st international symposium on mathematical morphology (ISMM'93), ISBN 84-7653-271-7 (1993)
54. Jean Serra, *Image Analysis and Mathematical Morphology*, ISBN 0126372403 (1982)
55. H.-Y. Shum and R. Szeliski. *Construction of panoramic mosaics with global and local alignment*, in *International Journal of Computer Vision*, 36(2):101-130, February 2000. Erratum published July 2002, 48(2), pp.151-152.
56. Laura Silaghi-Dumitrescu, ... , VasilePrejmerean, și alții , *Influence of the resin composition upon the discoloration of some experimental dental composites* (ESB2007, Brighton: 21st European Conference on Biomaterials, 9th-13th september - Poster presentations Ceramics & Composites II -CCP16 - <http://www.esb2007.org.uk/files/>), 11.09.2007
57. Pierre Soille, *Morphological Image Analysis; Principles and Applications* ISBN 3540-65671-5 (1999)
58. R. Szeliski and H.-Y. Shum, *Creating full view panoramic image mosaics and texture-mapped models*, SIGGRAPH 1997, pp.251-258.

59. R. Szeliski, *Image alignment and stitching*, in N. Paragios et al., editors, *Handbook of Mathematical Models in Computer Vision*, Springer, 2005 pp.273-292.
60. Jia, J., Tang, C.K., *Eliminating Structure and Intensity Misalignment in Image Stitching*, ICCV05(II: 1651-1658)
61. H. Valean, V. Prejmerean, A. Pop, O. Ghiran, *Map Based Simulation of Pandemic Influenza Virus Spreading*, - CAINE-2008: ISCA 21st International Conference on Computer Applications in Industry and Engineering November 12-14, 2008, Honolulu, Hawaii, USA.
62. A. Vlaicu, *Prelucrarea digitală a imaginilor*, Editura Albastră, Cluj-Napoca, 1997.
63. A. Watt, *3D Computer Graphics*, Addison-Wesley, Great Britain, 1993.
64. Assaf Zomet, Anat Levin, Shmuel Peleg, and Yair Weiss, *Seamless Image Stitching by Minimizing False Edges* IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 15, No. 4, 2006, pp. 969-977.

Cresterea Realismului Imaginilor

Resurse Web

65. Michael Stokes (Hewlett-Packard), Matthew Anderson (Microsoft), Srinivasan Chandrasekar (Microsoft), Ricardo Motta (Hewlett-Packard) - *A Standard Default Color Space for the Internet - sRGB* :
<http://www.w3.org/Graphics/Color/sRGB.html>
66. A review of RGB color spaces:
<http://www.babelcolor.com/download/A%20review%20of%20RGB%20color%20spaces.pdf>
67. COLOR MANAGEMENT: COLOR SPACE CONVERSION:
<http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/color-space-conversion.htm>
68. Color Spaces :
<http://developer.apple.com/documentation/Mac/ACI/ACI-48.html>
69. Introduction to Color Spaces:
http://www.drycreekphoto.com/Learn/color_spaces.htm
70. Color Spaces : <http://www.couleur.org/index.php?page=transformations>
71. The Color Space Conversions Applet :
http://www.cs.rit.edu/~ncs/color/a_spaces.html
72. [Online course on mathematical morphology](#), by Jean Serra (in English, French, and Spanish)
73. [Center of Mathematical Morphology](#), Paris School of Mines
74. Georges Matheron and Jean Serra, [History of Mathematical Morphology](#)
75. [Morphology Digest, a newsletter on mathematical morphology](#), by Pierre Soille
76. Alan Peters, [Lectures on Image Processing: A collection of 18 lectures in pdf format from Vanderbilt University. Lectures 16-18 are on Mathematical Morphology](#)

Grafica 3D+

77. Robyn Owens, [Mathematical Morphology; from Computer Vision lectures](#)
78. Fulguro Documentation, [Free SIMD Optimized Image processing library](#)
79. [FILTERS : a free open source image processing library](#)
80. Renaud Dardenne, Marc Van Droogenbroeck , *libmorpho Documentation*, [Fast morphological erosions, dilations, openings, and closings](#)