

**Dorin Mircea POPOVICI (coord.)**

**Constantin POPA**

**Aurelian NICOLA**

**Eugen PETAC**

---

**MEDII VIRTUALE MULTIMODALE DISTRIBUITE**

**Volumul IV**

**Dorin Mircea POPOVICI (coord.)**

**Constantin POPA**

**Aurelian NICOLA**

**Eugen PETAC**

**MEDII VIRTUALE  
MULTIMODALE DISTRIBUITE  
Volumul IV**



**Editura UNIVERSITARIA**  
Craiova, 2015



**Editura PRO UNIVERSITARIA**  
București, 2015

**Referenți științifici:**

**Prof. univ. dr. ing. Antonya CSABA**

*Universitatea Transilvania din Brașov*

**Prof. univ. dr. ing. Dorian GORGAN**

*Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca*

Copyright © 2015 Editura Universitaria

Copyright © 2015 Editura Pro Universitaria

Toate drepturile sunt rezervate Editurii Universitaria  
și Editurii Pro Universitaria.

Nicio parte din acest volum nu poate fi copiată fără acordul scris al  
editorilor.

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României**

**Medii virtuale multimodale distribuite / Dorin Mircea Popovici (coord.). –**

Craiova : Universitaria ; București : Pro Universitaria, 2014-  
vol.

ISBN 978-606-26-0049-5

**Vol. 4 / Constantin Popa, Aurelian Nicola, Eugen Petac. - 2015. -**  
Bibliogr. - ISBN 978-606-14-0917-4 ; ISBN 978-606-26-0281-9

I. Popovici, Dorin Mircea (coord.)

II. Popa, Constantin

III. Nicola, Aurelian

IV. Petac, Eugen

004.946

---

---

# Capitolul 1

---

---

## În loc de cuvânt înainte

În ultimele două decenii, sistemele de realitate virtuală au depășit stadiul de simulatoare utilizate într-o arie restrânsă de domenii, devenind sisteme preponderent imersive și interactive ce ating domenii din cele mai diverse (educație, teleoperare, divertisment, etc). Dacă la început accentul se punea în special pe realismul imaginilor generate și pe animarea în tip real a acestora, acum, grație dezvoltărilor tehnologice, problema care se pune este aceea de a popula mediile simulate cu așa numiții ”agenți”, ce conduc la creșterea sentimentului de ”as if” al utilizatorului unui astfel de mediu. Pentru aceasta, sunt vizate o serie de dimensiuni ale experienței virtuale, cum sunt cele vizuale, audio sau haptice<sup>1</sup>, dar și cele de ordin contextual (credibilitate), social (organizare) și chiar emoțional (psihologic).

Având în permanență ca element central utilizatorul, eforturile actuale se concentrează în direcția obținerii unei arhitecturi comportamentale adecvate ce asigură credibilitatea agenților în contextul mediului virtual. În acest sens, plasarea agenților în mediul virtual, autonomia, reactivitatea, proactivitatea, sociabilitatea, credibilitatea și inteligența acestora sunt aspectele cel mai des vizate.

Acesta este motivul pentru care, seria de patru volume intitulată ”Medii virtuale multimodale distribuite” propune cititorilor săi trei perspective asupra mediilor virtuale: structurală, evolutiv-comportamentală și distributivă.

---

<sup>1</sup> retur tactil și de forță

Prin urmare, în abordarea structurală a acestor medii prezentăm suportul teoretic și practic al metodelor, tehnologiilor și tehnicilor de modelare structurală a mediilor virtuale prin introducerea în algoritmică aplicațiilor distribuite, dezvoltarea aplicațiilor software, inteligența artificială, realitate virtuală și augmentată, analiza datelor și modelare stocastică, procesarea automată a limbajelor naturale susținută de WEB semantic și sisteme inteligente.

În perspectiva comportamentală, considerăm centrale atât noțiunea de agent virtual cât și cea de utilizator al mediului, tratând astfel de o manieră unificată aspecte comportamentale ale acestor "actori" activi; interacțiunile dintre ei, pe de o parte, și dintre "actori" și mediul virtual, pe de altă parte, ambele definitorii pentru evoluția mediului virtual. Aici vom ridica probleme legate de modele și framework-uri de proiectare, interfețe om-mașină multimodale, sisteme și tehnici multimedia, sisteme multiagent, modelare și simulare comportamentală, toate având aplicabilitate directă sau indirectă în sisteme de virtual tutoring, eventual prin interfețe omniprezente.

Pentru a asigura longevitatea mediului virtual astfel obținut, considerăm esențială deschiderea acestuia către o largă comunitate de utilizatori prin distribuția sa. Atingerea și importanța acestui aspect este demonstrată prin intervenții despre sisteme avansate de baze de date, arhitecturi pentru sisteme informatice autonome, rețele și sisteme distribuite și chiar optimizarea acestor sisteme distribuite.

Lucrarea se adresează studenților masteranzi ai Facultății de Matematică și Informatică din cadrul Universității Ovidius din Constanța, programul de master "Medii Virtuale Multimodale Distribuite" din domeniul Informatică și dorește să constituie un îndrumar în pregătirea tinerilor în direcția tehnologiilor mileniului III, i.e. perfecționarea cititorului prin oferirea reperelor necesare pentru conceperea, proiectarea și dezvoltarea mediilor virtuale distribuite multimodale cu aplicabilitate directă în domenii de activitate precum educație, formare profesională, edutainment, cercetare, industrie și nu numai.

Întreg materialul este prevăzut a fi publicat sub forma a patru volume, corespunzătoare semestrelor universitare ale celor doi ani de studii masterale, câte un volum pe semestru. În primele trei volume au fost abordate problematicile caracteristice dezvoltării aplicațiilor software, realității virtuale și augmentate, inteligenței artificiale, algoritmicii aplicațiilor distribuite și arhitecturilor sistemelor informatice autonome, sistemelor avansate de BD, modelelor și framework-urilor de proiectare, interfețelor om-mașină multimodale, sistemelor multimedia, analizei morfologice a imaginilor color, sistemelor multi-agenți, WEB-ului semantic, ontologiilor și a

elementelor de procesare automată a limbajului natural.

Volumul de față, Volumul IV, conține contribuții atât în domeniile sistemelor avansate de reconstrucția imaginilor (Capitolul 2), în completarea cursului de *Sisteme avansate de analiza, reconstrucția și prelucrarea imaginilor*, cât și al modelelor comportamentale aplicabile în timp real (Capitolul 3) și al rețelelor și sistemelor distribuite (Capitolul 4), fiecare capitol fiind însoțit de bibliografia aferentă. Lucrarea se încheie printr-o anexă corespunzătoare capitolului 3.

Mulțumim studenților care au susținut ideea seriei celor patru volume și au ajutat la realizarea acestui volum (în ordine alfabetică): Alexandra-Nicoleta Bahacencu, Emanuela Bran, Alexandru Cristian Corleancă, Andrada David, Alina Daniela Gheorghe și Anata-Flavia Ionescu. Mulțumirile noastre se îndreaptă și spre conducerea Universității Ovidius din Constanța și a Facultății de Matematică și Informatică, pentru susținerea financiară atât de necesară concretizării proiectului.

Nu în ultimul rând, dorim să mulțumim tuturor colegilor, contributory în prezentul volum, având convingerea că în edițiile viitoare vom regăsi contribuțiile întregului colectiv implicat în programul de master ”Medii Virtuale Multimodale Distribuite”.

Materialul extins se află la dispoziția studenților masteranzi ai Universității Ovidius din Constanța pe avizierul WEB al Facultății de Matematică și Informatică<sup>2</sup>. De asemenea, informații suplimentare puteți găsi pe pagina Laboratorului de Cercetare în Realitate Virtuală și Augmentată - CeRVA<sup>3</sup>.

---

<sup>2</sup> <http://math.univ-ovidius.ro>

<sup>3</sup> <http://www.cerva.ro>

---

---

# Capitolul 2

---

---

## Sisteme avansate de reconstrucția imaginilor

Constantin Popa, Aurelian Nicola

### 2.1 Modelul matematic al problemei reconstrucției imaginilor

#### 2.1.1 Considerații istorice

**Notă.** Comentariile și considerațiile din această secțiune sunt preluate din lucrarea [4] care conține și alte detalii interesante legate de tematica cursului.

*Cum se pot vizualiza diferitele secțiuni ale corpului uman în absența oricărei operații? Cum se poate vizualiza structura internă a unui obiect tridimensional opac, fără a se interveni în interiorul acestuia? Aceasta este fascinantă problemă a tomografiei computerizate care a provocat știința în ultimele decenii ale secolului nostru.*

*Tomografia computerizată permite vizualizarea cu claritate a secțiunilor oricărui corp, cu ajutorul calculatorului. Dacă se cunosc suficient de multe secțiuni ale unui obiect tridimensional, perpendiculare pe o anumită direcție, atunci supra-punându-le se poate reconstitui întregul obiect. Acesta este motivul pentru care*

*problema de mai sus se mai numește problema reconstrucției obiectelor tridimensionale din proiecțiile lor.*

*De la descoperirea razelor X, de către Röntgen, în 1895, urmată în 1896 de sesizarea fenomenului de radioactivitate, de către Becquerel, radiațiile X și gamma s-au folosit intens în medicină; primele în special pentru diagnosticare, celelalte pentru tratarea cancerului. Totuși, încă de la început, datorită neclarității imaginilor radiografice obținute, au existat mai multe încercări de perfecționare a metodei convenționale de vizualizare, concretizate în realizarea unor aparate bazate pe principii noi, avansate.*

*În anul 1955, fizicianul A.M. Cormack, de origine sud-africană, trebuind să supravegheze administrarea izotopilor radioactivi la un spital din Cape Town, a observat, printre altele, că tratamentul cu radiații X se făcea la acea dată presupunându-se că acestea sunt absorbite în mod egal de orice parte mică a corpului. Deci, dacă trebuia distrusă o tumoră, aparatul Röntgen se rotea în jurul acesteia, emițând pentru fiecare poziție un fascicul de o aceeași intensitate. Pentru Cormack era evident că o astfel de supoziție era falsă; coeficientul de absorbție a radiațiilor X variază în corp de la punct la punct. Astfel, savantul a început să se gândească la un mod mai eficient de planificare a dozelor de radiații X folosite în diferite tratamente; pentru aceasta era suficient să cunoască distribuția coeficientului de absorbție în secțiunile corpului.*

*Deși inițial Cormack își propunea să perfecționeze tratamentul cu radiații, în curând el și-a dat seama că însăși determinarea distribuției absorbției în diferite plane ale corpului este foarte utilă pentru diagnosticare.*

*Gândindu-se la această problemă, Cormack reușește să o rezolve, publicând rezultatele în două articole, în 1963 și 1964; nu numai că era expus algoritmul de reconstrucție, dar erau prezentate și experimente realizate în mod practic. Esența tomografiei computerizate este conținută în contribuția lui Cormack, care de fapt reprezintă o metodologie mult mai generală de reconstrucție a imaginilor, metodologie care poate fi folosită în industrie, astronomie și microscopie electronică. Rezultatele savantului au fost primite cu o "profundă tăcere", după cum se exprimă el însuși; totuși, cineva de la Biroul de Cercetare a Avalanșelor din Elveția intuia posibilitatea folosirii metodei pentru determinarea distribuției densității zăpezii și deci a prevestirii avalanșelor.*

*Primul aparat comercial capabil să reconstruiască cu claritate secțiunile capului omenesc - primul tomograf computerizat - a fost realizat în 1972 de inginerul*



britanic Godfrey Newbold Hounsfield și se baza pe un algoritm iterativ. Aparatul necesita aproximativ 10 minute (5 minute pentru culegerea datelor și încă 5 pentru prelucrarea acestora), pentru obținerea unei singure imagini, prezentată ca o matrice cu 80 linii și 80 coloane (în limbaj actual o rezoluție de  $80 \times 80$  de pixeli); erau folosite 180 de proiecții, fiecare conținând 160 de raze X paralele.

Pentru contribuția lor deosebită în acest nou domeniu al științei, A. M. Cormack și G.N. Hounsfield au fost distinși, în anul 1979, cu prestigiosul Premiu Nobel pentru fiziologie și medicină. "Nu este o exagerare să afirmăm că nici o altă metodă de diagnosticare, bazată pe folosirea razelor X, nu a dus într-o perioadă de timp atât de scurtă, la progrese atât de remarcabile, în cercetări și într-o multitudine de aplicații." (Institutul Regal Medico-Chirurgical din Stockolm, care selecționează laureații).

Matematica joacă un rol esențial în tomografia computerizată; problema matematică aflată la baza tomografiei computerizate, și anume aflarea unei funcții de două variabile atunci când se cunosc proiecțiile sale, adică integralele curbilinii de prima speță pe toate dreptele din plan, a fost complet rezolvată încă din anul 1917 de marele matematician austriac Johann Radon (1877-1956). Din păcate, articolul lui Radon a rămas necunoscut lumii științifice până în jurul anilor 1970; acest savant nu era la curent cu preocupările cercurilor medicale din acea vreme, iar medicii, la rândul lor, nu puteau fi receptivi față de o problemă cu o formulare atât de abstractă, cu atât mai mult cu cât Radon nu a intuit perspectivele deschise de rezolvarea acesteia. În onoarea sa, astăzi, un anumit domeniu al matematicii se numește teoria transformatei Radon.

## 2.1.2 Modelul matematic continuu

Cel mai simplu model matematic (unidimensional), legat de reducerea intensității unui fascicol (monoenergetic) de raze X la trecerea printr-un obstacol este legea lui Lambert, ilustrată în Figura 2.1.

Considerăm acum cazul doi dimensional și fie  $f(x, y)$  = coeficientul de absorbție a razelor X în punctul  $(x, y)$  dintr-un domeniu plan  $D$ . Legea lui Lambert generalizată se obține aplicând Legea lui Lambert descrisă în Figura 2.1 în contextul mai general din Figura 2.2. Se presupune că  $f(x, y) = 0$ , în afara lui  $D$ .

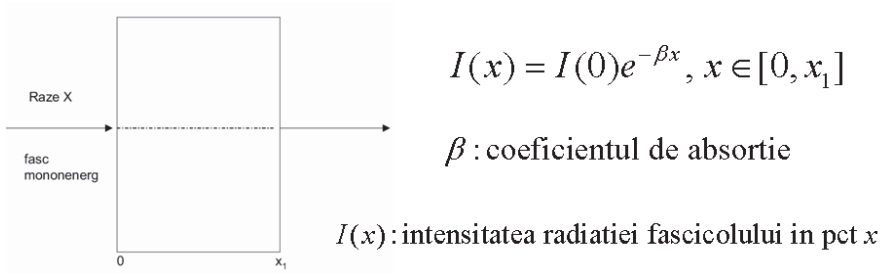


Figura 2.1 : Legea lui Lambert

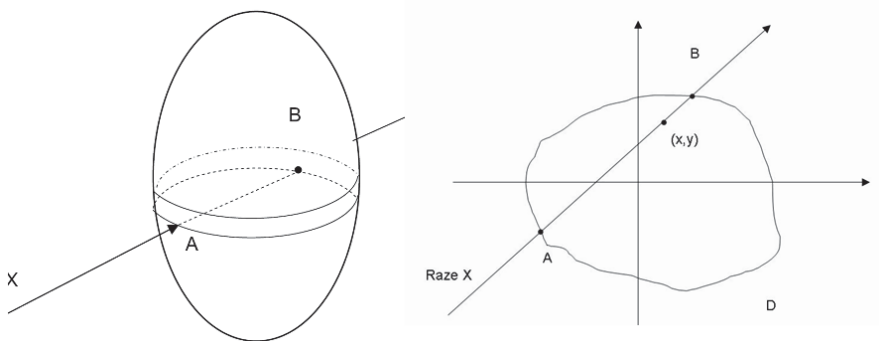


Figura 2.2 : Coeficientul de absorbtie - cazul 2D.

Legea lui Lambert generalizată

$$I(x) = I(0) \cdot e^{-bx}$$

$$\ln(I(x)) - \ln(I(0)) = -bx$$

$$\ln(I(M_{i-1})) - \ln(I(M_i)) = bM_{i-1}M_i$$

$$\ln(I(M_{i-1})) - \ln(I(M_i)) = f(M_i)M_{i-1}M_i(*)$$

În (\*) s-a presupus că  $f$  este constantă pe segmentul  $M_{i-1}M_i$ .

Aplicăm (\*) pentru  $i = 0, 1, \dots, N$  (vezi figura) și sumăm; după reducerea termenilor se obține:

$$\ln(I(M_0)) - \ln(I(M_N)) = \sum_{i=1}^N f(M_i)M_{i-1}M_i.$$