

# Model de realitate virtuală integrat în sisteme informatice geografice

**Dârdală Marian**

Academia de Studii Economice  
București, Piața Romană, nr 6  
dardala@ase.ro

**Reveiu Adriana**

Academia de Studii Economice  
București, Piața Romană, nr 6  
reveiua@ase.ro

**Furtună Titus Felix**

Academia de Studii Economice  
București, Piața Romană, nr 6  
titus@ase.ro

## REZUMAT

Articolul își propune să prezinte o arhitectură software de implementare a unui model de realitate virtuală în cadrul sistemelor informatice geografice (GIS). Datele spațiale oferă o perspectivă schematică a realității, de aceea se impune a folosi și date raster pentru a da mai mult realism arealului geografic studiat. Folosirea imaginilor drept fundal pentru zona geografică studiată reprezintă o modalitate simplă de a reflecta mai exact realitatea din teren. Imaginile satelitare, ortofotoplanurile sunt câteva surse de astfel de date raster care pot fi folosite în GIS. În cazul unui areal urban, modelele de realitate virtuală imersivă sunt printre cele mai adecvate în a prezenta fidel realitatea.

## Cuvinte cheie

GIS, realitate virtuală, procesarea imaginilor.

## Clasificare ACM

H5.2. Information interfaces and presentation (e.g., HCI): Miscellaneous.

## INTRODUCERE

Problema reprezentării cât mai realiste a unui areal geografic este una dintre cele mai actuale în GIS. Astfel, au fost folosite date de tip raster în GIS pentru redarea imagistică a arealului studiat, pentru a defini modele de altitudine astfel încât utilizatorul să perceapă corect altitudinea relieful zonei, s-a dezvoltat conceptul de GIS virtual care impune prezentarea zonei analizate prin simbologie adecvate și reprezentări 3D. Pentru reprezentarea cât mai fidelă a zonelor urbane s-au dezvoltat module software care implementează modele de realitate virtuală ce permit utilizatorului să vizualizeze zona studiată ca și cum s-ar afla localizat în acel punct.

În cadrul acestui articol, ne propunem să prezentăm o soluție software de implementare a unui model de realitate virtuală imersivă ce implică procesări de imagini 2D ce induce utilizatorului o perspectivă spațială similară unui model 3D de realitate virtuală. Pentru a exemplifica soluția propusă a fost implementată o extensie ArcMap ce permite utilizarea modului de realitate virtuală în mod sincron și interactiv cu o hartă vizualizată în ArcMap.

Abordări similare se regăsesc în produse software GIS comerciale cum ar fi *Google Maps* și *Norc*. Soluția propusă este dezvoltată ca o componentă independentă ce se poate asocia aplicației ArcMap, parte integrantă a produsului software ArcGIS.

## MODELE DE REALITATE VIRTUALĂ

Realitatea virtuală se ocupă de generarea pe calculator, folosind tehnologii specifice, a unor lumi imaginare, cât mai asemănătoare lumii reale. Mediul tridimensional creat pe calculator trebuie să le permită utilizatorilor să navigheze în interiorul și să interacționeze cu mediul generat. Navigarea trebuie să ofere utilizatorului posibilitatea de a se deplasa în interiorul mediului generat și de a explora funcționalitățile scenei tridimensionale. Interacțiunea trebuie să-i ofere utilizatorului abilitatea de a selecta și manipula obiectele din cadrul scenei.

Realitatea virtuală este modalitatea clasică de utilizare a graficii în timp real, este o imagine telescopică folosită pentru a produce iluzia unei lumi tridimensionale și un sistem de urmărire a mișcărilor.

O componentă importantă a realității virtuale este simularea realității. Aspectul lumii reale cel mai adesea abordat este cel vizual. Pentru majoritatea oamenilor, văzul este simțul perceptual dominant și principalul mijloc de achiziție a informațiilor. Însă realitatea nu este limitată la ceea ce poate fi văzut, alte componente importante ale experienței noastre perceptuale fiind sunetele și simțurile tactile.

Principalul scop al realității virtuale este acela de a-i crea utilizatorului iluzia că este într-un mediu care poate fi perceput ca un loc autentic, cu suficientă interactivitate pentru a realiza acțiuni specifice, într-o manieră eficientă și confortabilă. Din punct de vedere fizic și psihologic există doi factori principali care descriu experiența utilizatorului în cadrul unui mediu de realitate virtuală: imersiunea și prezența.

**Imersiunea** este legată de configurația fizică a interfeței utilizator a aplicației de realitate virtuală. Sistemele de realitate virtuală pot fi clasificate ca fiind: total imersive - cele care folosesc un dispozitiv de urmărire, de obicei montat la nivelul capului, semiimersive - cele care folosesc ecrane de proiecție de mari dimensiuni și neimersive - denumite și sisteme de realitate virtuală de tip desktop. Clasificarea se face în funcție de măsura în care utilizatorul poate percepe lumea reală în timpul simulării.

Primele sisteme de realitate virtuală erau total imersive și foloseau diferite dispozitive de afișare montate la nivelul capului, pentru a izola utilizatorul de lumea reală, sperând că acest lucru va contribui la eficiența și credibilitatea simulării. Aceste sisteme au avut un oarecare succes dar majoritatea erau dificil de utilizat.

Sistemele semiimmersiv, precum CAVE oferă sunet și grafică 3D de înaltă rezoluție. CAVE este un spațiu de lucru de tip multiuser, înconjurat de ecrane unde este proiectată lumea reală. Imaginile sunt afișate ținând cont de poziția personajului principal.

Sistemele neimmersiv și-au câștigat popularitatea datorită costului lor scăzut, ușurinței în utilizare și în instalare. Acestea sunt denumite și sisteme de realitate virtuală de tip desktop. O combinație optimă de interactivitate, ușurință în utilizare, grafică și sunete interactive poate produce utilizatorilor un nivel înalt de interes și implicare în simulare.

**Prezența** este un concept subiectiv asociat cu psihologia utilizatorului. Prezența este o stare de apartenență la mediul virtual [1]. Prezența presupune că simulările multimodale sunt procesate de creier și sunt înțelese ca un mediu coerent în care pot fi desfășurate unele activități și interacțiuni. Prezența se obține când utilizatorul este conștient că este într-un mediu virtual.

### Reprezentarea modelelor 3D în sistemele de realitate virtuală

Cele mai importante caracteristici și cerințe specifice sistemelor de realitate virtuală care le diferențiază de alte sisteme software sunt: necesită realizarea de performanțe în timp real, concomitent se asigură un nivel acceptabil de realism și prezență; necesită modelarea înfățișării obiectelor și a proprietăților fizice ale acestora, conform cu funcționalitatea și comportamentul acestora și luarea în considerare a diferitelor stiluri și modalități de interacțiune, potrivit cu diferite activități posibile și dispozitive de intrare-ieșire. Dificultatea construirii unui sistem de realitate virtuală constă în complexitatea luării în considerare în mod simultan a mai multor scopuri și activități ale sistemului, unele dintre acestea aflate în conflict. Construirea unui sistem de realitate virtuală necesită, de obicei, realizarea următoarelor operații, într-o manieră iterativă [2]:

1. În prima fază sunt analizate cerințele experienței virtuale și întregul flux de activități și sunt schițate structurile scenelor, inclusiv momentele și condițiile de realizare a interacțiunilor. În funcție de cerințele sistemului, sunt modelate principalele obiecte virtuale. Geometriile sunt create cel mai adesea folosind instrumente de proiectare asistate de calculator, apoi comportamentul acestora este modelat folosind grafică și rutine de realitate virtuală.
2. Sunt organizate obiectele virtuale și alte elemente de calcul, pentru a forma o scenă, aceasta fiind ulterior programată pentru a fi generată și afișată la o rată rezonabilă. Dacă este cazul sunt conectați la sistem senzorii speciali de realitate virtuală și dispozitive de afișare.
3. Întregul sistem este ulterior rafinat prin analiza diferitelor interacțiuni necesare și proiectarea unor interfețe specifice pentru ele.
4. În final sunt adăugate câteva elemente care țin de prezență, în vederea îmbunătățirii experienței virtuale, cât de mult este posibil, limitarea fiind influențată de performanța sistemului de calcul.

Există mai multe soluții de reprezentare a modelelor 3D în medii de realitate virtuală. Modelele care se bazează pe poligoane sunt cele mai populare formate de reprezentare în mediile 3D, ele fiind și baza reprezentărilor hardware. Cu toate acestea este dificilă modelarea eficientă a obiectelor care conțin curbe sau suprafețe rotunjite folosind poligoane individuale. În aceste cazuri este utilă folosirea de curbe matematice și primitive pentru suprafețe precum: B-spline, NURBS și obiecte Blobby [3]. Oricum, pentru a forma obiecte complexe, acestea trebuie împachetate împreună și prelucrate la nivel local sau global, ceea ce presupune realizarea unor reprezentări și prelucrări complexe [4].

Pentru a crea reprezentări 3D cât mai reale este necesară captarea și înregistrarea unor date tridimensionale cât mai reale, folosind materiale autentice precum fotografiile și texturi pentru modelări 3D. Cele mai uzuale metode de reprezentare tridimensională sunt modelarea și vizualizarea 3D. Modelele 3D de înaltă calitate sunt esențiale pentru crearea unei vizualizări inspirate și atractive.

Cea mai eficientă și mai simplă modalitate de a afișa o secvență de realitate virtuală 3D este video în mișcare. În vederea realizării acestora se creează scenele și apoi acestea sunt animate și afișate la viteze de 24-30 cadre pe secundă.

### PROCESAREA IMAGINILOR 2D PENTRU A SIMULA REALITATEA VIRTUALĂ

Pornind de la particularitățile prezentării unui areal urban, se pot prelua imagini dintr-o locație astfel încât acestea să vizualizeze spațiul în toate cele patru puncte cardinale (*Nord, Vest, Sud și Est*) ca în figura 1.

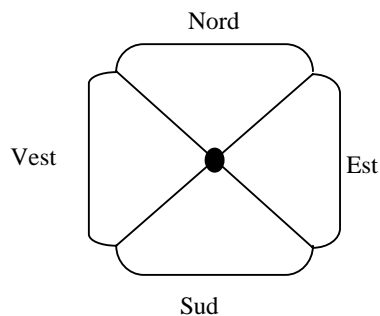


Figura 1. Preluarea imaginilor

Astfel, se creează o galerie de imagini, disjuncte, care vizualizează spațiul în jurul unui punct. Se înțelege prin imagini disjuncte, imagini care nu conțin părți comune din realitatea redată de către ele. În figura 1 se propune generarea a patru imagini câte una aferentă fiecărui punct cardinal. Aceste imagini se procesează astfel încât utilizatorul să vizualizeze, printr-un vizor, diverse combinații de pixeli ale imaginilor succesive din galerie, pentru a percepe vizual realitatea din teren ca și cum s-ar afla în locația respectivă.

Pentru implementarea lucrului cu imagini *bitmap* a fost construită clasa *image* care are ca scop modelarea comportamentului unei imagini ce face parte dintr-un grup

de imagini ce definește contextul modelului de realitate virtuală.

În cadrul acestei clase a fost inclusă clasa *hartă\_biti* pentru a permite definirea de operații ce implică procesarea hărții de biți a imaginii.

```
class imagine
{
public:
    BITMAPINFOHEADER bih;
    BITMAPFILEHEADER bfh;
    char *pb;
    long dimhb;
class harta_biti
{
public:
    int nl, nc, dim_lin;
    RGBTRIPLE *pbitmap;
    void init(int fnl, int fnc, void *fpb);
    void get_coloana(int, RGBTRIPLE *&);
}hb;
public:
    imagine(char*);
    ~imagine(void);
};
```

Se poate observa faptul că, în clasa *imagine* se află membri care corespund blocurilor de date ce corespund organizării unui fișier ce conține o imagine în format BMP (*bih* și *bfh*), adresa către harta de biți (*pb*) și dimensiunea hărții de biți (*dimhb*). Constructorul clasei *imagine* încarcă datele unei imaginii care este furnizată prin numele fișierului ce o conține. Constructorul clasei *imagine*, în cazul în care primește o imagine validă, va apela metoda *init* pentru a inițializa harta de biți a imaginii. Harta de biți este o clasă care folosește la implementarea lucrului cu matricea de pixeli a imaginii. Este important ca inițializarea să se facă la nivelul următorilor parametri: numărul de linii (*nl*), numărul de coloane (*nc*) și adresa unde se stochează harta de biți propriu-zisă (*pbitmap*). Se observă că harta de biți este definită ca un pointer la RGBTRIPLE deoarece prin intermediul acestui tip, definit pe baza structurii RGBTRIPLE, se poate accesa un pixel al unei imaginii, în reprezentare RGB, adică folosind modelul de culoare Red-Green-Blue. În acest fel, se asigură o adresare corectă a pixelilor din imagine având în vedere că se lucrează cu imagini care au aferenți 3 octeți pentru un pixel adică, 24 biți per pixel.

O altă metodă deosebit de importantă în implementarea propusă este *get\_coloana* care are ca scop obținerea coloanei de pixeli de pe poziția *k* (primul parametru al metodei) sub formă de vector de elemente RGBTRIPLE (al doilea parametru care este parametru de ieșire).

Clasa *vizor* este derivată din clasa fereastră *CWnd* a bibliotecii MFC (Microsoft Foundation Class) și realizează construirea galeriei de imagini precum și vizualizarea realității sub forma unui flux de imagini generat prin procesarea imaginilor de bază.

```
class vizor : public CWnd
{
    DECLARE_DYNAMIC(vizor)
    void set_img_init(int);
    void dr();
    void stg();
    void set_col_dr();
    void set_col_stg();
public:
    HDRAWIDB hdd;
```

```
RECT r;
BITMAPINFOHEADER bih;
CArray<imagine*, imagine*> vimg;
int nl, nc, dim_linie;
char *pbmp;
RGBTRIPLE *col_nou;
int ci, pzi, cf, pzf, nc_depl;
vizer();
virtual ~vizer();
protected:
    DECLARE_MESSAGE_MAP()
public:
    void init(int, char* []);
    void operator<<(int);
    void operator>>(int);
    afx_msg void OnPaint();
};
```

Metoda *init* construiește galeria de imagini pornind de la numărul de imagini și de la numele fișierelor care conțin imaginile propriu-zise. Obiectele de tip *imagine* se grupează într-un vector de imagini (*vimg*) iar membrul *col\_nou* definește un vector capabil să stocheze o coloană de pixeli ai unei imaginii. Astfel, o restricție impusă imaginilor din galerie se referă la faptul că ele trebuie să aibă aceeași înălțime (*Height*), lățimea (*Width*) poate fi diferită de la imagine la imagine.

Prin supraîncărcarea operatorilor << și >> se implementează deplasarea la stânga respectiv la dreapta a imaginii din vizor cu un număr precizat de coloane, de exemplu *obv<<10* înseamnă deplasarea la stânga a imaginii din obiectul vizor (*obv*) cu 10 coloane. Cele 10 coloane din partea dreaptă a imaginii vor fi completate cu primele 10 coloane a imaginii următoare din galerie. Algoritmul de generare a imaginii din vizor este de tip circular, în sensul că, după ce se termină de afișat ultima imagine, se preiau coloane din prima imagine a galeriei.

Afișarea imaginii rezultate prin procesul de generare se face pe evenimentul *WM\_PAINT* a clasei fereastră, adică prin redefinirea metodei *OnPaint()* care va apela funcția *DrawDibDraw* de afișare a imaginii bitmap.

În figura 2 se observă fereastra modului de vizualizare a imaginilor care are două butoane ce indică direcția de vizualizare; spre stânga sau spre dreapta și între cele două butoane este butonul de oprire a derulării fluxului.

Vizualizarea se face pe principiul redării unei secvențe video adică se generează un nou cadru prin efectuarea operației de deplasare, după care acesta se vizualizează în fereastră, la un anumit interval de timp. Programatorul are posibilitatea să modifice numărul de linii cu care se efectuează deplasarea imaginii astfel încât secvența va fi discretizată într-o măsură mai mică sau mai mare.

## INTEGREAREA MODULUI DE REALITATE VIRTUALĂ ÎN GIS

Modulul de realitate virtuală descris anterior are ca scop vizualizarea realității dintr-un areal urban în concordanță cu pozițiile fixe din care s-au preluat, prin fotografiere, imaginile ce descriu realitatea din teren. Astfel, este util ca aceste poziții să fie marcate pe o hartă ce descrie zona analizată. În figura 2, se observă că într-un document tip hartă au fost incluse următoarele straturi tematice:

- *Strazi*, de tip polilinie, ce indică rețeaua stradală a zonei studiate;

- *Parcuri*, de tip poligon, ce marchează parcurile din zonă;
- *Clădiri*, de tip poligon, ce marchează clădirile zonei; și
- *Foto\_pct*, de tip punct, ce indică locațiile din care s-au preluat imaginile pentru redarea realității din teren.

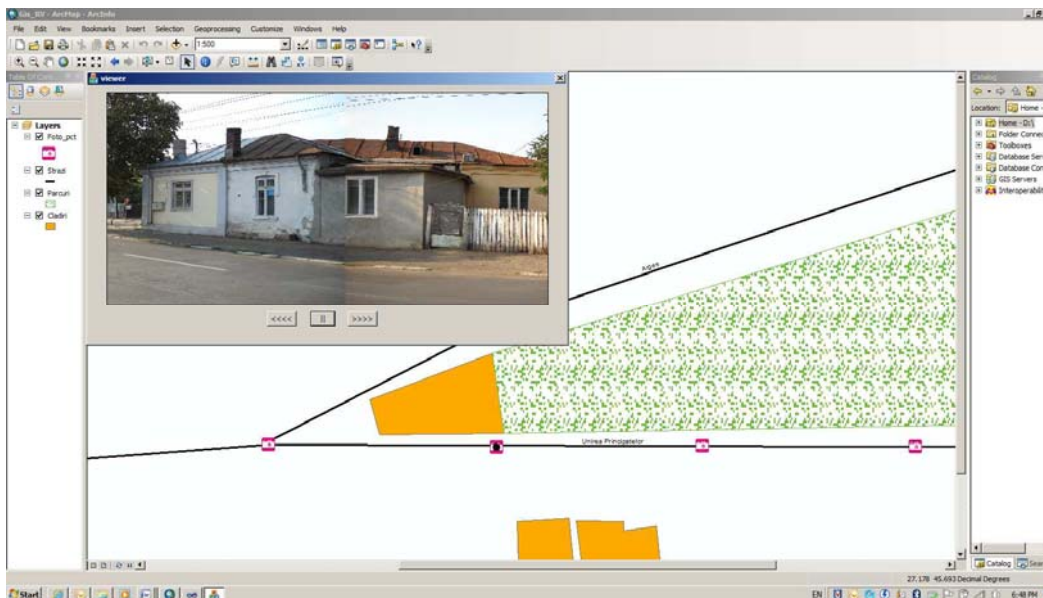


Figura 2. Integrarea modului de realitate virtuală în GIS

În cadrul bazei de date, folosită în GIS-ul construit pentru testarea modului de realitate virtuală, s-au stocat imaginile preluate din fiecare punct, astfel încât legătura dintre locație și imagini se face prin identificatorul punctului. Pe lângă identificatorul locației, imaginile mai conțin și un număr care permite construirea secvenței galeriei de imagini aferentă punctului respectiv. Selectarea unui punct din stratul tematic *Foto\_pct* va determina afișarea, în modulul de realitate virtuală, a imaginilor ce țin de locația respectivă.

## CONCLUZII

Realitatea virtuală în GIS are anumite particularități în funcție de contextul în care se utilizează. Astfel, un model implementat pornind de la o secvență de imagini 2D din realitate este foarte sugestiv pentru un areal urban deoarece sunt neesențiale detaliile cu privire la suprafața locației care este dată de suprafața carosabilă a străzii sau planul de sus a contextului reprezentat de cer. În cazul în care se doresc descrieri detaliate și a celor două planuri se poate utiliza un model construit pe un context 3D și anume un cub sau un paralelipiped iar pe fiecare față se pun, ca texturi, imagini preluate din realitate.

## CONFIRMARE

Această lucrare a fost finanțată din proiectul *Performanță și Excelență în Cercetarea Postdoctorală în Domeniul Științelor Economice din România* – contract POSDRU/1.5/S/59184.

## REFERINȚE

1. Slater, M., Wilbur, S., A framework for immersive virtual environments: Speculations on the role of presence in virtual environments, Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 1997
2. Mario, A., Gutiérrez, A., Vexo, F., Thalmann, D., Stepping into Virtual Reality, Springer-Verlag, London Limited, 2008
3. Watt, A., Watt, M., *Advanced animation and rendering techniques*, ACM Press, New York, 1991
4. Barr, A.H., *Global and local deformations of solid primitives*. In: Proceedings of the 11<sup>th</sup> annual conference on Computer graphics and interactive techniques, ACM Press, New York, 1984
5. Kim, G.J., *Designing Virtual Reality Systems*, Springer-Verlag, London Limited, 2005
6. Armaș, I., Dârdală, M., Reveiu, A., Furtună, T. F., *Spatial Modeling of Urban Environmental Vulnerability to Seismic Risk. Case Study: The Historical Center of the Bucharest Municipality – Romania*, 3rd WSEAS International Conference on Urban Rehabilitation and Sustainability (URES'10), University of Algarve, Faro, Portugal, November, 3-5, 2010, in Volume: Advances in Urban Rehabilitation and Sustainability, Published by WSEAS Press, 2010
7. Dârdală, M., Smeureanu, I., Reveiu, A., *Tehnologii multimedia*, Editura ASE, București, 2008