UNIVERSITATEA POLITEHNICĂ BUCUREŞTI

FACULTATEA DE ELECTRONICĂ TELECOMUNICATII ŞI TEHNOLOGIA INFORMATIEI

Sisteme Geografice Informaţionale (GIS)

Abduraman Adina- Esma

Specializarea ISC anul 1

Bucureşti

2009

Contents

1. INTRODUCERE 3
2. Sisteme geografice informationale. Concepte generale 4
2.1. Ce este GIS? 4
2.2. Componentele GIS 4
2.3. Avantaje şi riscuri 7
2.4. Domeniile de aplicabilitate GIS 8
3. Datele utilizate în GIS 8
3.1. Capturarea datelor 8
3.2. Recuperarea datelor digitale dintr-o imagine aflata pe suport hartie 11
3.3. Stocarea datelor 13
3.4. Interogarea datelor 15
3.5. Analiza datelor 15
3.6. Vizualizarea datelor 17
4. Arhitectura unui sistem GIS 17
4.1. Arhitectura 2-tier 18
4.2. Arhitectura 3-tier 18
5. Aplicaţii şi tendinţe în domeniu 20
5.1. Scurt istoric 20
5.2. Preocupări în domeniu 22
5.2.1. RadioGraph 8 & District 8 22
6. Concluzii 25
7. ANEXA 1 Lista de figuri 26
8. BIBLIOGRAFIE 27

1. INTRODUCERE

Pe parcursul ultimelor trei decenii, o tehnologie puternică a schimbat modul în care oamenii trăiesc şi învaţă lucruri în cartierele, localităţile şi oraşele lor. Similar multor altor tehnologii, majoritatea oamenilor nu este conştientă de sistemele geografice informaţionale şi impactul pe care acestea îl au, un impact de o anvergură echivalentă cu utilitatea lor. Chiar dacă sistemele GIS au înregistrat o creştere extraordinară în ultimii 15 ani şi sute de mii de oameni folosesc acum acestă tehnologie, foarte puţini realizează cum le este afectată indirect viaţa cotidiană de aceste sisteme informaţionale.

Pentru a demonstra acest lucru, putem analiza activitatea zilnică a unei persoane. Primul lucru pe care o persoană îl face când se trezeşte de dimineaţă este să aprindă luminile şi eventual radioul. Ambele sunt alimentate cu energie electrică de uz casnic. Orice companie furnizoare de electricitate utilizează GIS pentru a gestiona infrastructura complexă formată din zeci de mii de linii de transport şi distribuţie şi sute de mii de puncte de lucru, precum şi mii de angajaţi care asigură funcţionarea optimă a acestora.

Urmează cafeaua. Apa din care este făcută cafeaua este furnizată de un utilitar care gestionează un sistem de distribuţie a apei format din mii de kilometri de conducte pentru dirijarea fluxului de apă. Utilitarul foloseşte GIS pentru distribuţia apei, întreţinerea infrastructurii, cartografiere automată, urmărirea reţelei, analiza fluxului şi alte aspecte legate de inginerie, operaţiuni, administrare şi finanţare.

Ce merge cel mai bine la o cafea decât răsfoirea unui ziar. Lemnul care a fost sursa pentru hârtie a fost asigurat de companii care folosesc GIS în practicile de management forestier. GIS face mult mai uşor accesibilă analiza limitelor proprietăţilor, a vegetaţiei, a solului, precum şi a zonelor sensibile şi permite managerilor să ia cele mai bune decizii în urma studierii informaţiilor.

Dacă am continua, ar urma mersul cu maşina la serviciu. Acesta presupune contactul cu infrastructura de transport care este administrată cu siguranţă de un sistem GIS deoarce mai mult de 80% din informaţiile utilizate pentru a dirija traficul rutier, feroviar şi fluvial au componente spaţiale asociate. La fel şi combustibilul folosit pentru alimentarea rezervorului presupune existenţa unui sistem GIS foarte complex.

Cu alte cuvinte, fără a conştientiza, ne lovim la orice pas de sisteme informaţionale geografice, fiecare în parte specializat pentru un anumit domeniu. Prin urmare, GIS nu este nimic special. Ca orice sistem informaţional, este o acumulare organizată de date şi proceduri pentru crearea,

achiziţionarea, integrarea, transformarea, vizualizarea, analiza şi modelarea informaţiilor, care îi ajută pe oameni în luarea deciziilor.

Oamenii care iau contact cu GIS au în spate diferite domenii de activitate. Unii provin din domeniul proiectării asistate pe calculator(CAD), alţii, deşi nu au nici o legătură cu domeniul tehnic sau un domeniu legat de cartografiere, utilizează GIS doar pentru că au realizat că îi ajută să-şi îndeplinească sarcinile mult mai repede şi mai bine. Există bineînteles şi cei care au cariere în zonele de aplicaţii care pot beneficia de avantajele GIS: planificare, geografie, sănătate publică, siguranţă publică etc, precum, şi cei care dezvoltă un interes pentru GIS doar pentru că sunt la curent cu tot ce este nou şi util în domeniul tehnic.

2. Sisteme geografice informationale. Concepte generale

2.1. Ce este GIS?

GIS este acronimul în limba engleză pentru **Sisteme Informationale Geografice:** Geographic Information Systems(SUA), Geographical Information Systems(Marea Britanie,Australia,Canada), Geographical Information Science (academic).

Michael F.Goodchild, profesor la Universitatea din California, Departamentul de geografie defineşte GIS-ul ca fiind: "o formă particulară a Sistemelor Informatice aplicată datelor geografice...Un ansamblu de echipamente, programe şi proceduri proiectat pentru stocarea, administrarea, manipularea, analiza, modelarea şi vizualizarea datelor spaţiale pentru rezolvarea problemelor de planificare complexa şi administrare. "

Mai pe larg, un sistem GIS este un sistem folosit pentu modelarea informaţiei, proceselor şi structurilor, care reflectă lumea reală, inclusiv evenimentele trecute, pentru a putea inţelege, analiza şi gestiona resurse şi facilităţi. Un sistem GIS poate fi descris ca un sistem de gestiune a unei baze de date, care de regulă prezintă utilizatorului datele într-un mod interactiv grafic, care poate fi interogată şi analizată.

2.2. Componentele GIS

Figura 1 Componente GIS

GIS nu trebuie privit ca un sistem pur hardware, el este un ansamblu constituit din:

- *Persoane* - utilizatorii sistemului;
- *Aplicatii* – procesele şi programele utilizate pentru

atingerea scopurilor dorite;

- *Date* - informaţiile necesare care stau la baza aplicaţiei;
- *Software* – nucleul sistemului GIS;
- *Hardware* - componentele fizice pe care va rula sistemul.

Figura următoare trebuie interpretată ca o propoziţie, şi porneşte de la cele mai importante elemente care alcătuiesc un sistem GIS, până la cele mai puţin importante.

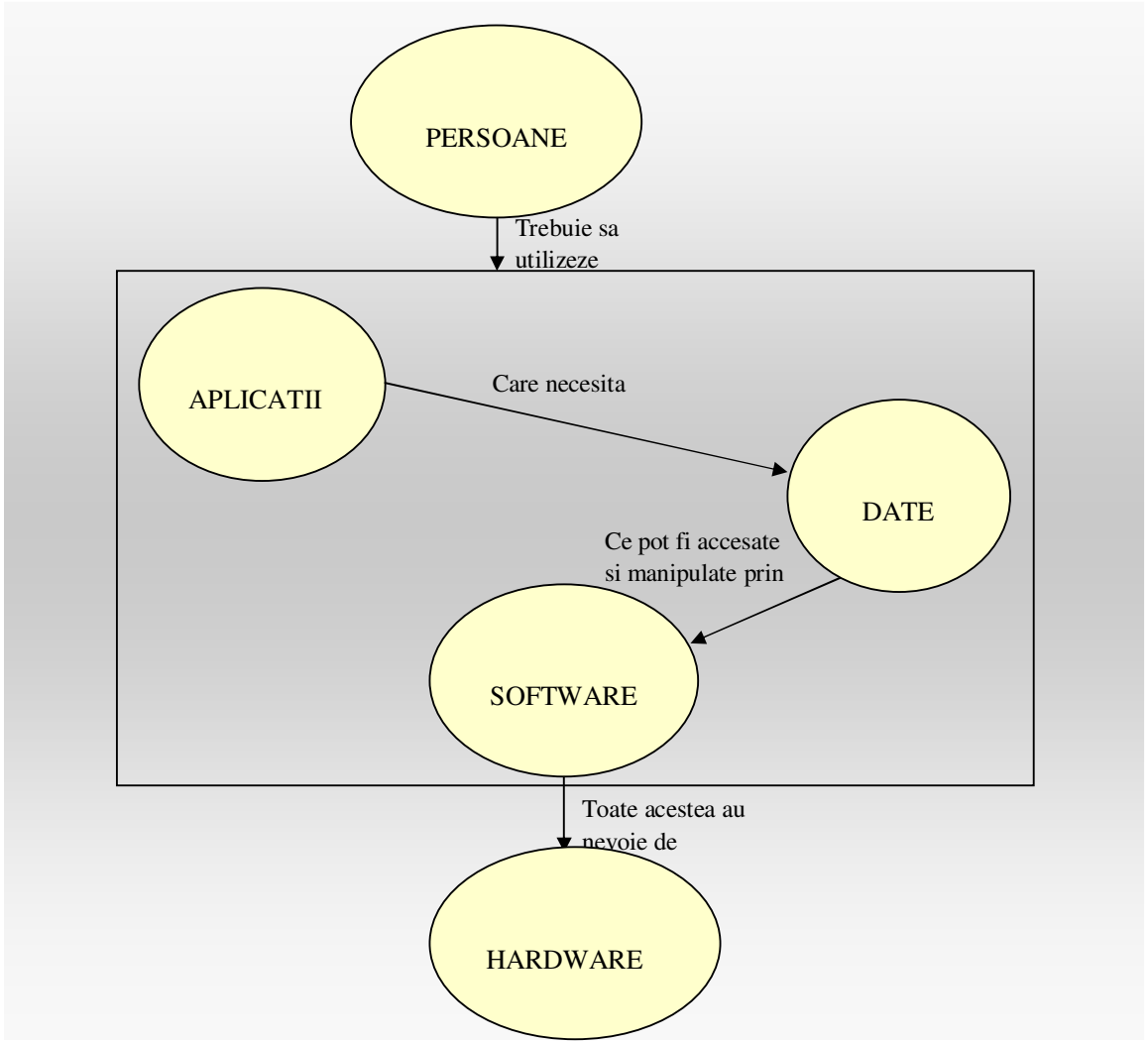


Figura 2 Ierarhia componentelor GIS

Există o dispută în legătură cu cel mai important element, anumite lucrări susţinând că principalul rol este deţinut de persoane, în timp ce alte studii pun pe primul loc datele.

Utilizatorii

Sistemele informaţionale, geografice sau nu, vin din necesitatea oamenilor în organizaţii de a răspunde la întrebări, de a-şi realiza sarcinile într-un mod cât mai simplu şi, în general de a interacţiona cu lumea şi oamenii care o alcătuiesc.

Un sistem informaţional precum GIS vine în sprijinul realizării activităţilor într-un timp mult mai scurt şi cu rezultate mult mai consistente, cu un nivel ridicat de încredere.

Designul şi implementarea unui sistem GIS începe cu oamenii şi necesităţile lor, şi se termină cu aplicaţii reale de care aceştia se folosesc în vederea atingerii scopurilor propuse. Întregul sistem există pentru a ne sprijini în realizarea sarcinile pe care le avem.

Aplicaţiile

Aplicaţtiile reprezintă următoarea treaptă în ierarhia menţionată mai sus, deoarece acestea definesc funcţionalităţile pe care trebuie să le aibă sistemul informaţional.

În diferite organizaţii oamenii au nevoie să întocmească diverse tipuri de rapoarte, să ia anumite decizii şi, în general, să aplice propriile abilităţi pentru a rezolva tot felul de probleme. Activităţile, procesele desfăşurate în vederea realizării acestora lucruri poartă denumirea de aplicaţii. Aplicaţiile iau naştere din misiunea şi obiectivele organizaţiei. În proiectarea oricărui sistem de informaţii trebuie ţinut cont de tipul de aplicaţii ce vor fi suportate de acesta.

Mai exact, aplicaţiile reprezinta modul în care sunt obţinute datele, cum sunt stocate, transformate şi analizate pentru a fi prezentate într-o formă finală la iesire. Un exemplu simplu de aplicaţie îl constitue densitatea populaţiei la nivel naţional sau monitorizarea calităţii apei.

Datele

Pentru ca aplicaţiile să funcţioneze în mod corespunzător, acestea au nevoie de date. Nu se poate construi o hartă cu potenţialul vânzarilor sau cu amplasarea geografică a clienţilor fără a deţine anumite tabele ci informaţiile necesare realizării unui astfel de rezultat. Aceste tabele se vor afla într-o bază de date (eventual mai multe), sistemul necesitând existenţa unor intrumente specializate pentru accesul, administrarea şi manipularea datelor. Tipurile de date posibile, modul de capturare, stocare şi interogare a acestora vor fi prezentate în subcapitolul următor.

Software

Când vorbim de software-ul GIS, ne referim la instrumentele utilizate pentru a stoca, analiza, şi afişa informaţiile geografice. În orice sistem GIS, datele, pe lângă reprezentarea spaţială, posedă legături către diferite atribute ce sunt stocate într-o bază de date. Majoriatatea aplicaţiilor oferă o interfaţă uşor de utilizat pentru interogarea datelor şi manipularea spaţială prin utilizarea unor instrumente precum zoom sau pan.

Pe scurt, componentele software principale ce alcătuiesc un sistem informaţional GIS sunt: un sistem de gestiune a bazelor de date, o interfaţă grafică care să permită manipularea instrumentelor, şi bineînţeles instrumentele.

Nivelul coborât pe care se află software-ul în ierarhie se datoreză faptului că aplicaţiile pot exista chiar dacă se renunţă la software, atâta timp cât datele există şi sunt aranjate într-o manieră utilă.

Hardware

GIS hardware nu este nimic altceva decât un sistem, un computer pe care să ruleze aplicaţia GIS. Pe lângă sistemul propriu-zis cu tastatură, monitor, cabluri, conexiune internet, mai pot exista componente precum: imprimante profesionale, scanere, echipamente speciale care să scaneze hărţi şi să introducă datele din hărţi în baza de date GIS.

Trio-ul din centrul Figurii.1: aplicaţii-software-date, reprezintă nucleul sistemului de informaţii. În mod ideal, acesta ar trebui să funcţioneze indiferent de oamenii care intervin in sistem (în cazul în care design-ul aplicaţiei este bine realizat) şi trebuie să fie îndeajuns de flexibil pentru a funcţiona indiferent de inovaţiile care apar la nivel hardware, chiar şi în absenţa totală a hardware-ului.

2.3. Avantaje şi riscuri

Avantajele utilizării unui GIS:

- Datele sunt mai bine organizate
- Elimină redundanţa în stocarea datelor
- Facilitatea actualizărilor
- Analize, statistici şi noi căutari mult mai uşoare
- Utilizatorii sunt mai productivi

Principalele riscuri pe care orice sistem GIS şi le asumă :

- Complexitate

- Costuri ridicate
- Modificările din teren
- Dificultăţi în formarea de personal

2.4. Domeniile de aplicabilitate GIS

Domeniile de aplicaţie ale GIS sunt nenumărate, de la sănătate, financiar-bancar, criminalistică, turism, geologie, mediu etc. Pentru o exemplificare concretă amintim aplicarea metodei GIS pentru evaluarea cazurilor de methemoglobinemie infantilă în perioada 1985-1996 prin care se identifică zonele de risc.

Un alt exemplu de aplicabilitate, de data aceasta în domeniul mediului îl constitue biologii care folosesc transmiţătoare radio şi antene satelitare pentru a trasa rutele migraţiilor de caribu şi urşi polari, pentru a susţine programul de protecţie a animalelor. Ín GIS rutele migraţiilor au fost indicate de diferite culori pentru fiecare lună timp de 21 luni. Cercetătorii au folosit apoi GIS pentru a suprapune traseele migraţiei pe harta planului de dezvoltare al exploatărilor petroliere pentru a determina posibilitatea interferenţei cu traseele animalelor.

Din punct de vedere al criminalităţii, un sistem GIS poate determina zonele cu un grad ridicat al infracţiunilor, în funcţie de situaţiile antecedente, de categoriile de oameni care traiesc în respectivele zone. Aceste estimări ajută în luarea deciziilor asupra ariilor în care ar trebui intărită securitatea şi siguranţa cetăţeanului, sau ar trebui implementate proiecte care să promoveze în rândul populaţiei necesitatea educaţiei copiilor.

3. Datele utilizate în GIS

3.1. Capturarea datelor

Captura datelor se referă la introducerea datelor în sistem. Aceasta este componenta cu cele mai mari cerinţe din punctul de vedere al resurselor de timp din cadrul unui GIS. Fiecare apariţie a obiectelor dintr-o hartã trebuie specificatã, la fel şi relaţiile spaţiale dintre ele.

Înainte de a ajunge într-un proiect GIS, datele care nu se află în format numeric, adică într-o formă recunoscută de către calculator, trebuiesc digitizate. Datele deja existente, fie pe hartie, fie pe filme PET pot fi digitizate sau scanate pentru a produce date in format interpretabil de calculator. Digitizorul produce date vectoriale pe masura ce un operator traseaza puncte, linii, poligoane ale unei harti. Scanarea unei harti in schimb, produce date de tipul raster, care pot fi transformate mai tarziu in date vectoriale cu ajutorul unor programe specializate in astfel de conversii.

Întrebarea care se cuvine aici este *˝din ce surse se culeg informaţiile, de unde anume provin datele adunate, stocate într-o bază de date GIS?˝*

Majoritatea provin din baze de date deja existente, produse de Agenţii Federale şi companii private. Datele topografice obtinute cu ajutorul unor instrumente ce au la baza geometria analitica, precum si datele obtinute cu ajutorul unui GPS pot fi introduse direct in GIS, fara a avea nevoie de modificari. Deasemenea, trasarea cu mouse-ul a unor entitati geografice pe o harta digitala existenta, duce la introducerea directa, in baza de date GIS, a unor noi coordonate.

Echipamentele care pot fi folosite in vederea achizitiei de date sunt prezentate in cele ce urmeaza:

1. Fotografiile aeriene

In prezent, fotografiile aeriene analogice sunt scanate in vederea digitizarii lor, dar cum camerele foto digitale au luat o puternica amploare, atat datorita calitatii foarte bune, cat si a pretului din ce in ce mai scazut, acest pas va fi eliminat. In ceea ce priveste fotografiile aeriene digitale, cu ajutorul unui program specializat, acestea sunt analizate si astfel sunt obtinute date digitale ce pot fi memorate.

2. Radarul subpamantean

Pentru detectarea reţelelor subterane, este necesară utilizarea radarului subpământean. Aparatul foloseşte unde de înaltă frecvenţă şi funcţionează pe principiul sondării pe bază de ecou. Ín acest proces, se analizează reflexiile impulsurilor electromagnetice emise de o antenă spre obiectul cercetat la intervale scurte de timp. La atingerea de către unde a obiectului cercetat se produc reflexii, marcate pe ecranul aparatului prin distorsiuni ale undei emise. Semnalele de reflexie sunt recepţionate de către o antenă. Şirul de reflexii dă posibilitatea de a construi o imagine ce se poate reda la faţa locului pe un monitor sau datele pot fi memorate pe un mediu de stocare pentru viitoarele prelucrări.

Prin folosirea radarului subpământean productivitatea zilnică se poate aprecia la circa 500 - 700 m / zi. Detectarea reţelelor subpământene se face prin cercetarea unor secţiuni transversale marcate pe suprafaţa străzii de studiat. Pe linia transversală se fac marcaje din 0,5 în 0,5 m pe toată lăţimea străzii. Odată identificată adâncimea minimă până la obiectul cercetat se marchează exact locul, care se înregistrează ca o coordonată de teren.

Cele mai mari colecţii de date geografice sunt imaginile luate din satelit (imagini satelitare). Acestea sunt imagini raster care pot fi scanate şi apoi transformate în imagini vectoriale folosind programme speciale de conversie.

3. Sateliti

Tehnologia **VSAT** *(Very Small Aperture Terminal)* marchează un punct de cotitură în industria sateliţilor de comunicaţii. VSAT furnizează o infrastructură de comunicaţie bazată pe transmisia prin sateliţi, oferind posibilitatea transferului de date, voce şi imagini cu flexibilitate maximă, disponibilitate imediată şi un raport performanţe/cost optim. Există mai mulţi sateliţi care acoperă bine teritoriul ţării noastre, cum ar fi satelitul ***Eutelsat II F-4*** care a fost lansat în iulie 1992 şi este localizat la 7° E.

Trebuie menţionat că firma *GEOSYSTEMS* distribuie în România imaginile satelitare ale firmei *EURIMAGE.*

4. GPS

Sistemul de poziţionare globală (GPS) este alcătuit din trei segmente:

1. *segmentul spaţial* (sateliţii);

2. *segmentul de control (United States Department of Defence);*

3. *segmentul utilizator* (oricine foloseşte un *receptor GPS* în scopuri de poziţionare).

Segmentul spaţial este alcătuit dintr-o constelaţie de 24 de sateliţi care se rotesc în jurul Pământului la o altitudine de 20.000 km. Sateliţii, dispuşi într-unul din cele 6 plane orbitale, înconjoară Pământul de două ori pe zi.

Receptorul GPS determină poziţia sa pe baza semnalelor radio primite de la mai mulţi sateliţi. Sateliţii dispun de ceasuri "de încredere", aşa că determinarea timpului făcut de semnalele radio este foarte precisă. Receptorul GPS calculează distanţa faţă de fiecare satelit pe baza timpului făcut de semnalul radio şi a vitezei luminii (viteza semnalului), apoi foloseşte aceste distanţe pentru a-şi calcula poziţia pe Pământ. Sateliţii GPS emit pe două frecvenţe diferite (având lungimile de undă de 9, respectiv 24 cm). Poziţiile acestor sateliţi se pot afla folosind sistemul de coordonate *WGS-84.* Există receptoare GPS cu o singură frecvenţă şi receptoare GPS cu două frecvenţe, cele din urmă oferind un important avantaj pentru aplicaţiile în timp real.

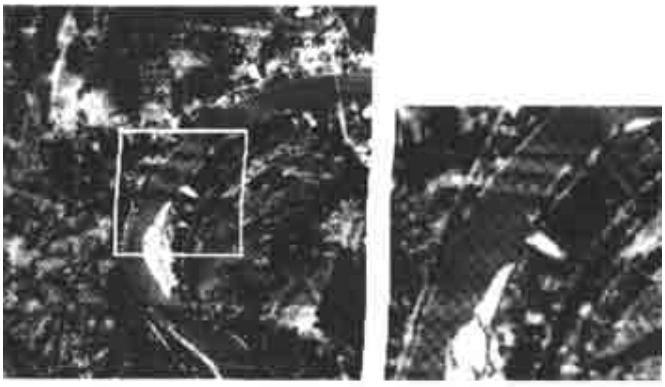
Pe lângă introducerea datelor grafice ce sunt stocate în hărţi, mai trebuie introduse şi atributele. Acestea sunt informatii aditionale despre entitatile din sistem, in cazul datelor de tip vector, cum ar fi de exemplu: numele entitatii, data la care a fost creata, sau, daca ne referim la un exemplu cat mai specific, cantitatea de precipitatii care a fost inregistrata pentru o anumita perioada a anului, sau tipul de sol care caracterizeaza entitatea respectiva, in caz ca aceasta reprezinta un teren agricol, etc. Introducerea acesor atribute se poate face manual, de la tastatură, sau se introduc din fişiere digitale existente.

Întotdeauna în GIS datele introduse trebuie să fie verificate, deoarece pot sa apară erori. Acestea pot sa apară în timpul procesului de introducere a datelor sau pot fi deja existente în datele de intrare, ducând în final la interpretări greşite ale rezultatelor. Scanerele electronice înregistrează petele de pe o hartã cu aceeaşi acurateţe cu care capturează elementele interesante de pe hartă. De exemplu, o astfel de pată poate duce la conectarea a două linii care nu ar trebui să se întâlneasca. Astfel de informaţii nedorite trebuiesc editate sau eliminate din fişierul de date. Un exemplu despre cum putem elimina informatiile nedorite este prezentat in subcapitolul urmator.

3.2. Recuperarea datelor digitale dintr-o imagine aflata pe suport hartie

Uneori, anumite organizatii au nevoie sa proceseze diverse date dintr-o imagine satelitara, insa imaginea in cauza este facuta accesibila doar in format printat pe hartie. In aceasta situatie, pentru a reproduce imaginea in format digital este nevoie de un calculator si un dispozitiv de scanare. Cu toate aceastea, datorita printarii, in imaginea tiparita vor aparea anumite texturi nedorite. Aceste texturi au un anumit spectru Fourier, si prin urmare pot fi eliminate prin utilizarea unor anumite tipuri de filtre.

Imaginea dorita este scanata cu ajutorul dispozitivului de scanare si stocata in memoria calculatorului ca o imagine digitala. Texturile nedorite vor aparea bineinteles si in imaginea digitala obtinuta in urma scanarii. Pentru exemplificare poate fi urmarita imaginea de mai jos, alaturi de o anumita portiune marita din aceasta, pentru a arata in mod clar existenta texturii.



(a) Whole printed image (b) Enlargement of some part

Figura 3 Imagine satelitara printata

Textura nedorita este distribuita pe intreaga suprafata a imaginii cu o aceeasi structura reprezentand nimic altceva decat zgomot periodic. Acesta poate fi eliminat cu ajutorul unei functii de filtrare in domeniul frecventei.

Transformata Fourier este aplicata asupra imaginii cu zgomot pentru a obtine spectrul acesteia.

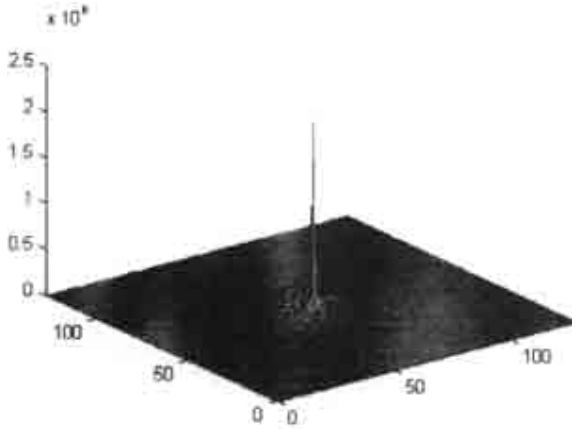


Figura 4 Spectrul obtinut in urma aplicarii transformatei Fourier

Centrul tabloului obtinut in urma tranformatei Fourier reprezinta valoarea medie a luminozitatii. Spectrul departat de centru arata procentul de crestere a componentei spatiale in frecventa. In general, spectrul texturii nedorite se va afla in zona de frecventa ridicata. Prin urmare, o functie de filtrare este aplicata in vederea eliminarii spectrului de inalta frecventa corespunzator texturii nedorite. Functie defineste anumite benzi pentru respingerea frecventelor nedorite.

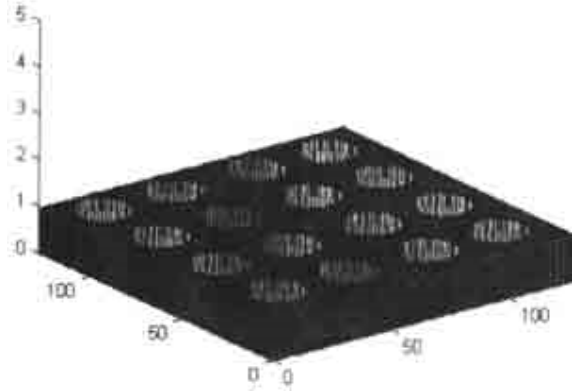


Figura 5 Functia de filtrare aplicata pentru indepartarea texturii nedorite

Imaginea finala este obtinuta prin aplicarea tranformatei Fourier inverse, imaginii spectrale obtinute in urma filtrarii. Prin urmare, imaginile digitale pot fi recuperate, plecand de la varianta lor printata.

Figura 6 Imaginea finala obtinuta in urma aplicarii Transformatei Fourier inverse

3.3. Stocarea datelor

Fiind vorba de un calculator numeric, este evident că stocarea datelor trebuie făcută sub formă de coduri numerice. După experienţe îndelungate s-a hotărât ca reprezentarea internă a unei hărţi să se facă în două sisteme: **sistemul vectorial** şi **sistemul raster.**

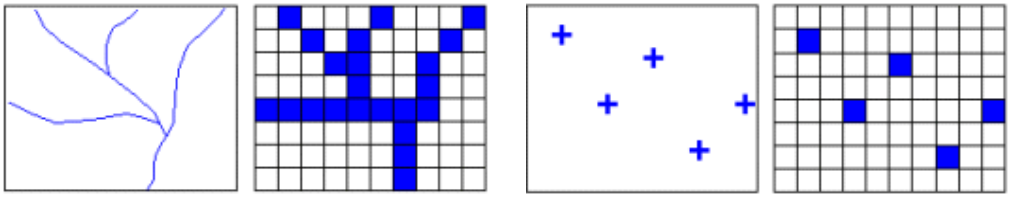


Figura 7 Vector vs. Raster

În **sistemul vector**, harta este construită din puncte şi linii, fiecare punct şi extremităţile liniilor fiind definite prin perechi de coordonate (x,y). Acestea pot forma arce, suprafeţe, volume. Sistemul vector se bazează pe trei primitive grafice (primitiva grafică este cel mai mic element reprezentabil grafic utilizat la crearea şi stocarea unei imagini vectoriale şi recunoscut ca atare de sistem):

- Punctul – folosit pentru caracteristici geografice care pot fi cel mai bine exprimate de un singur punct de referinţă. Punctele pot fi deasemenea utilizate pentru a reprezenta zone expuse la scară mică.
- Linia sau Polilinia – utilizate pentru caracteristici liniare, cum ar fi râuri, drumuri, căi ferate etc. Ca şi în cazul punctului, la scară mică poligoanele pot fi reprezentate cu ajutorul caracteristicei liniare.
- Poligonul –este utilizat pentru reprezentarea caracteristicilor digitale care acoperă o anumită zonă de pe suprafaţa pământului. Aceste caracteristici pot include lacuri, limite de parcuri,limite de oraşe, clădiri.

Fiecare dintre aceste geometrii este legată la un rând într-o bază de date care descrie atributele lor. Într-un exemplu concret, o bază de date care descrie lacuri poate conţine informaţii despre adâncimea unui lac, calitatea apei, nivelul de poluare. Aceste informaţii pot fi folosite pentru a face o hartă care să descrie un anumit atribut al setului de date. De exemplu, lacurile ar putea fi colorate în funcţie de nivelul de poluare. Diferite geometrii poate fi, de asemenea, comparate. În acest sens, GIS ar putea fi folosit pentru a identifica toate fântânile (puncte) afşate pe o rază de 1 km de un lac (poligon) cu un nivel ridicat de poluare.

Principalul avantaj al sistemului vector faţă de cel raster este faptul ca memorarea datelor este mai eficientă. În acest sistem doar coordonatele care descriu trăsăturile caracteristice ale imaginii trebuiesc codificate. Se folosesc de regula la realizarea hărţilor la scară mare.

În **sistemul raster**, imaginile sunt construite din celule numite pixeli. Pixelul este cel mai mic element de pe o suprafaţă de afişare, căruia i se poate atribui în mod independent o intensitate sau o culoare. Fiecare pixel are atribuit un număr care va fi asociat cu o culoare. O entitate geografică este alcătuită din mulţimi de pixeli. De exemplu, un lac va fi reprezentat de o succesiune de pixeli de aceeaşi culoare. Cu alte cuvinte, un sistem raster este compus din celule mici în formă pătrată sau dreptunghiulară, având suprafaţa egală cu rezoluţia sistemului.

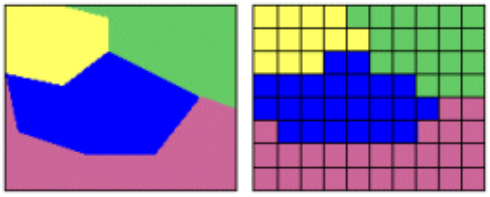


Figura 8 Vector vs. Raster

Un exemplu de imagini raster îl constitue imaginile bitmap obţinute în urma scanării planurilor de pe hârtie, sau imaginile obţinute de la sateliţii specializaţi. În timp ce imaginile digitale obţinute prin scanarea planurilor/hărţilor sau prin fotografiere au un singur tip de informaţie pentru punctele de la sol (culoarea), sateliţii pot colecta mai multe tipuri de informaţii deodată, iar aceste date sunt furnizate ca benzi (straturi) distincte într-o imagine multi-spectrală.

Principalul dezavantaj al sistemului raster comparativ cu sistemul vector îl reprezintă capacitatea de memorare mult mai mare, deoarece în acest caz fiecare pixel în parte trebuie codificat.

Sunt destul de frecvente situaţiile de proiecte GIS în care se doreşte simultan precizia informaţiei vectoriale şi sugestivitatea celei raster, respectiv suprapunerea planurilor construite în maniera clasică GIS/CAD (conţinând entităţi grafice definite geometric) peste imagini bitmap obţinute prin scanare sau prin fotogrammetrie (fotografii aeriene şi de teledetecţie satelitară). De cele mai multe ori imaginile raster constituie fundaluri de lucru pentru grafica vectorială. Acest lucru este posibil, însă nu constitue subiectul lucrării de faţă, şi prin urmare nu vom intra in detalii.

3.4. Interogarea datelor

Un sistem GIS ne permite să executăm interogări şi analize ce sunt prea costisitoare sau mari consumatoare de timp pentru studiul lumii reale, ori sunt prea dificile sau inadecvate în cazul folosirii altor tipuri de sisteme de management al datelor.

Toate pachetele de programe GIS includ operaţii pentru interogarea bazelor de date, în vederea obţinerii unui subset de date. Interogările spaţiale sunt cele mai importante, şi presupun selecţia entităţilor în funcţie de locaţie sau de relaţiile spaţiale cu celelalte entităţi. Alte tipuri de interogări foarte utile sunt interogările grafice (˝care sunt valorile atributelor acestor enităţi?˝), interogările atribut (˝unde sunt localizate entităţile cu aceste valori ale atributelor?˝) sau interogările formulate cu ajutorul limbajelor de programare (SQL) de genul: ˝care sunt terenurile cu o suprafaţă mai mare de 300 mp aflate la o distanţă mai mică de 300 m de o anumită şosea?˝ .

Toate aceste tipuri de interogări oferă GIS-ului posibilitatea de a efectua analize şi modelari ale datelor spaţiale, ceea ce îl distinge esential de celelalte tipuri de sisteme de informaţii.

3.5. Analiza datelor

Maparea datelor indică în primul rând locurile în care sunt amplasate obiectele, dar nu poate explica de ce anume sunt amplasate acolo. De exemplu, o fotografie aeriana poate arata că porumbul este în creştere în anumite regiuni, dar nu poate explica de ce în alte regiuni nu a crescut la fel de bine. Analiza GIS, pe de altă parte, poate realiza o conexiune între dezvoltarea porumbului, tipul de sol şi cantitatea de apă disponibilă prin examinarea simultană a hărţilor ce reprezintă culturile, tipurile de sol şi umiditatea acestuia pentru regiunile aflate în discuţie.

Astfel, una din caracteristicile principale ale sistemului GIS este abilitatea de a analiza relaţiile spaţiale între entităţile unei hărţi aflate în diferite straturi (nivele). Aceste relaţii poartă denumirea de *relaţii topologice* şi presupun: adiancenţă (cine e adiacent cu cine), incluziune (cine conţine şi ce anume conţine) şi proximitate (cât de aproape este o entitate geometrică de alta).

Modelarea reţelelor este un alt tip de analiză a datelor care permite rezolvarea unor probleme specifice cum ar fi: determinarea traseelor optime în operaţii de transport, colectare sau distribuţie urmărind diferite criterii (timp minim, distanţă minimă) incluzând eventual o serie de constrângeri (gabarit, capacitate portantă).Iată un exemplu de întrebare la care se poate răspunde cu ajutorul GIS-ului :˝ Daca toate fabricile din apropierea unui râu ar deversa accidental substanţe chimice, cât timp va dura până acestea vor ajunge în cantitate dăunătoare la nivelul solului? ˝.

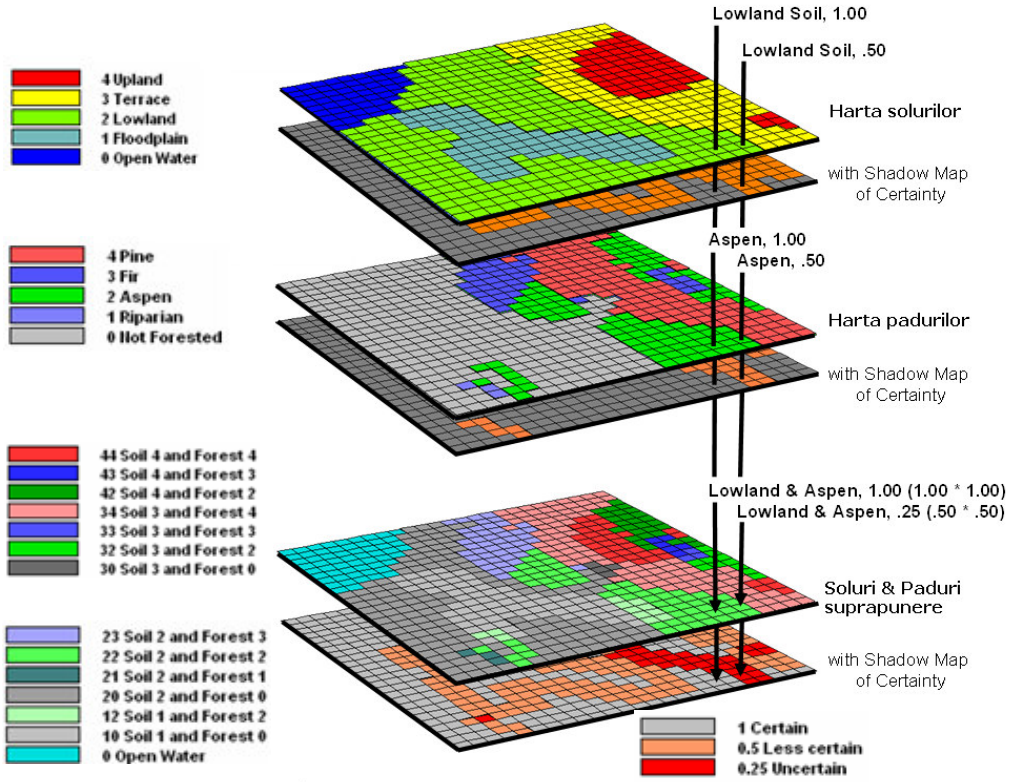


Figura 9 Map Overlay

Interpolarea datelor spaţiale presupune o combinare a mai multor date spaţiale, nivele (puncte, linii sau poligoane), generând la ieşire un nou set de date vectoriale, cu impact vizual similar cu o suprapunere a mai multor hărţi reprezentând o aceeaşi regiune. O reuniune de entităţi geometrice presupune o combinare a datelor spaţiale şi a atributelor ambelor intrări într-o singură iesire. Intersecţia defineşte zonele în care două intrări se suprapun păstrând o serie de atribute pentru fiecare entitate în parte. Pentru exemplificare se poate urmări Figura 5 care prezintă o combinare a două nivele pentru o aceeaşi regiune: nivelul solurilor şi nivelul pădurilor. De aici pot fi trase concluzii în ceea ce priveşte o viitoare împădurire a regiunii.

Statisticile GIS sunt foarte des utilizate în luarea deciziilor. De exemplu, dacă o bază de date conţine date geografice cu informaţii demografice detaliate, se pot determina câte persoane cu o anumită vârstă, venit, etnie, locuiesc într-un bloc dat, de pe o anume stradă. Aceste tipuri de statistici pot fi folosite de oamenii de ştiinţă şi de staticieni cu scopul de a caracteriza o regiune, zonă, în vederea luării unor decizii privind marketing-ul, serviciile sociale, planificare de urgenţă, etc în acea zonă.

3.6. Vizualizarea datelor

După o analiză şi o modelare completă a datelor, este necesară o reprezentare a rezultatelor într-o anumită formă pentru interpretări. Calea pe care o alegem pentru ieşirea rezultatelor depinde de mulţi factori, cum ar fi costul sau timpul consumat. Desigur, toţi aceşti factori influenţează modul în care se realizează proiectul GIS, dar poate să aibă o importanţă particulară pentru comunicarea efectivă a rezultatelor.

Afişarea rezultatelor poate fi facută pe monitor sub forma de hărţi, grafice sau rapoarte, dar şi pe hârtie cu ajutorul ploterelor şi a imprimantelor. În alte cazuri însă, datele sunt păstrate sub formă de fişiere, pentru o analiză viitoare.

GIS generează un interes din ce în ce mai mare în cele mai diverse domenii ale activităţii umane şi este utilizat de toţi cei care utilizează în activitatea lor hărţi, planuri topografice sau trebuie să ia decizii în cadrul spaţiului geografic. Un astfel de sistem este utilizat pentru producerea de planuri şi hărţi, planuri de urbanism, modul de utilizare a terenurilor, gestionarea reţelelor de utilitate publică (apa, canalizare, termoficare, electrice, telefonice, gaze, drumuri, căi ferate, linii de transport urban), localizarea amplasamentelor optime pentru noi centre medicale, de comerţ sau culturale, studiul impactului unui obiectiv (aeroport, rafinărie etc.) asupra mediului ambiant, studii privind calitatea aerului şi apei, investigarea şi remedierea locurilor cu reziduri, în comerţ (identificarea pieţelor ţintă sau menţinerea acestora în condiţii de competivitate, zonări ierarhice a pieţelor de desfacere după diverse criterii).

4. Arhitectura unui sistem GIS

Aplicatiile de tip GIS se impart in trei mari categorii: aplicatii GIS de sine statatoare (open-source sau nu), aplicatii GIS dezvoltate pentru dispozitivele mobile, si cele mai des raspandite, aplicatiile GIS Web.

Datorita evolutiei exponentiale a Internetului si a modului simplu si util in care utilizatorii pot vizualiza anumite date spatiale, pot crea harti tematice, pot face interogari si analize spatiale, indiferent de locul unde s-ar afla, Web GIS a devenit un instrument foarte raspandit care ne ajuta in viata de zi cu zi.

In general, un sistem web are o arhitectura client/server organizata pe mai multe nivele. Web GIS, la randul sau, urmeaza aceasta structura, si poate fi proiectat ca o aplicatie client/server 2 tier sau

ca o aplicatie 3-tier, in functie de cerintele si functionalitatile pe care trebuie sa le indeplineasca sistemul.

Un sistem GIS are in general trei componente principale:

- Aplicatia client – interfata utilizator ce contine tehnologii pentru renderizarea (afisarea) si manipularea hartilor
- Logica de bussiness – se refera la securitate, managementul utilizatorilor, caching, servicii web, modelul de date care urmeaza a fi furnizat aplicatiei client in vederea renderizarii, functii de acces la baza de date
- Sursa de date – in general o baza de date relationala cu soport pentru date spatiale, versionare, indexare si extensibilitate.

4.1. Arhitectura 2-tier

Arhitectura 2-tier este o arhitectura client-server in care clientul, respectiv serverul sunt doua componente diferite care comunica intre ele prin intermediul retelei care le interconecteaza. Clientul este cel care initiaza conexiunea, iar serverul este cel care asteapta cereri din partea clientului.

In cazul sistemului GIS, primele doua componete (aplicatia client si logica de bussiness), fac parte din client, iar baza de date se va afla separat, pe server. Principalul dezavantaj al acestei arhitecturi este faptul ca intreaga prelucrare va avea loc la nivelul aplicatiei client. Prin urmare utilizatorul va avea nevoie de resurse puternice de procesor si memorie. O alte problema cu care se confrunta acest tip de arhitectura este securitatea, deoarece comunicarea dintre serverul web si serverul de baze de date este realizata direct prin intermediul retelei care asigura comunicare intre client si server.

Pe de alta parte, arhitectura 2-tier ofera avantaje din punct de vedere al performantei (performanta mai buna deoarece prezinta 2 componente strans legate intre ele si nu 3), din punct de vedere al usurintei de instalare, configurare si de ce nu si mentenanta.

4.2. Arhitectura 3-tier

Modelul 3-tier este tot o arhitectura client-server in care interfata utilizator, logica de bussiness (logica functionala) si sursa de date sunt dezvoltate si administrate ca module independente. Termenul 3-tier se refera la introducerea unei componente (de obicei un server) intre client si server al carei rol difera in functie de scopul aplicatiei.

Acest tip de arhitectura, prin componenta de mijloc, izoleaza partea de client, de partea de date, prin urmare este redusa complexitatea la nivelul clientului din punct de vedere al accesului la date, si este consolidata securitatea la nivelului accesului la baza de date.

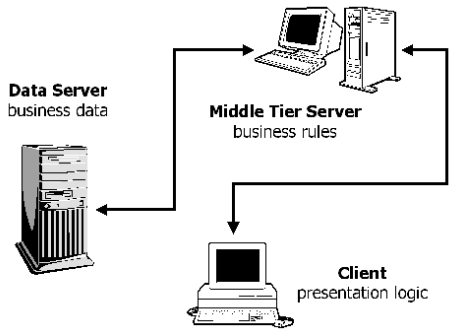


Figura 10 Arhitectura 3-tier

Intr-un sistem Web GIS, clientul contine tehnologii ce permit afisarea hartilor in browser: animation, zoom in, zoom out, pan etc.

Nivelul de mijloc este cel care controleaza functionalitatea aplicatiei prin realizarea de procesari detaliate. Acesta trebuie proiectat in asa fel incat sa suporte unor numar mare de autentificari la intrarea in sistem. O alta cerinta este raspunsul in timp real la cerintele utilizatorului. Aceasta necesita implementarea unui mecanism eficient de caching al paginilor care sa imbunatateasca performanta locala. Un alt element important este motorul de procesare, care primeste niste date (cum ar fi de exemplu numele hartii, locatia dorita, sursa de date, dimensiunea hartii), si pe baza acestora intoarce o imagine a hartii sau un alt model de date stabilit in prealabil. Rezultatul este furnizat mai departe aplicatiei client care va renderiza harta pentru vizualizare.

Baza de date va trebui sa ofere suport pentru tipuri de date complexe, cum ar fi puncte, linii, poligoane, pentru operatii asupra acestor tipuri de date, precum intersectie, diferenta, reuniune. Deasemenea, limbajul de interogare trebuie sa permita cereri atat pentru date spatiale, cat si pentru data non-spatiale. Deoarece numarul inregistrarilor intr-un sistem GIS este foarte mare, baza de date trebuie sa ofere suport pentru indexare, pentru acces paralel, in vederea obtinerii unei performante mai bune.

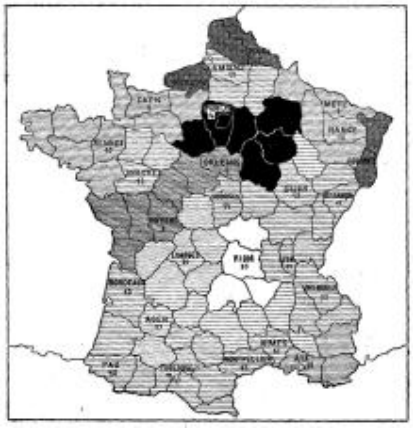
Avantajele acestui tip de arhitectura sunt evidente: usurinta cu care se poate modifica, respectiv inlocui orice modul, fara a afecta functionalitatea celorlalte; anumite reguli de securitate pot fi aplicate la nivel de server fara a se interveni in vreun fel la nivelul client; incarcarea la client este minima etc. Prin urmare, in zilele de azi, orice sistem GIS matur adopta ca si arhitectura de baza modelulu 3-tier.

5. Aplicaţii şi tendinţe în domeniu

5.1. Scurt istoric

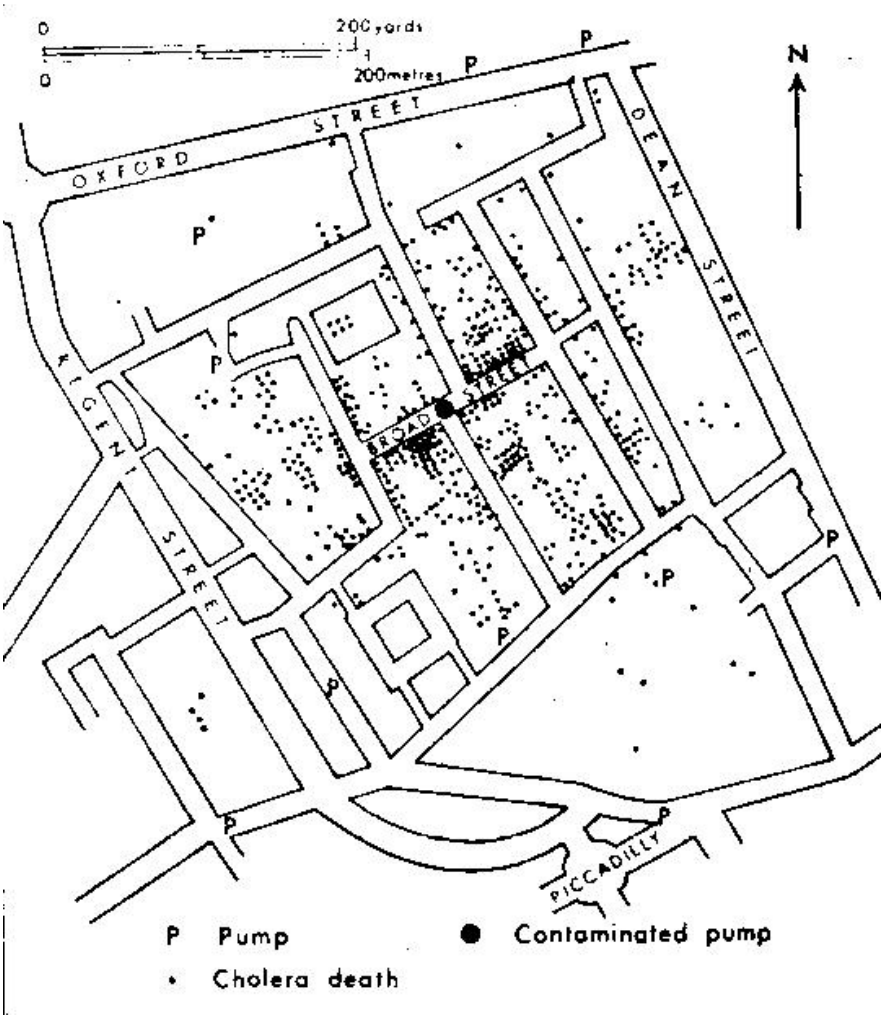
Idea de a concentra în cadrul unei hărţi diferite straturi tematice şi fenomene geografice, a existat cu mult înainte de apariţia calculatorului. Pe zidurile peşterilor aflate în apropiere de Lascaux, France, vânătorii Cro-Magnon desenau imagini ale animalelor pe care le prindeau. Asociate acestor animale au fost descoperite linii de urmărire ce sunt presupuse a reprezenta rutele de migrare. Deşi simpliste în comparatie cu noile tehnologii, aceste tipuri de înregistrări atestă arhitectura sistemelor informaţionale actuale: o imagine şi atributele asociate ei.

Harta bătăliei de la Yorktown (toamna anului 1781), creaţie a cartografului francez Louis-Alexandre Berthier, redă destul de bine traseele trupelor implicate în luptă. În anul 1819, francezul Pierre Charles Dupin a întocmit prima hartă choropletă (redarea prin umbre a suprafeţelor), ce redă distribuţia şi intensitatea analfabetismului în Franţa, aceasta reprezentând, poate, prima hartă statistică modernă.



La jumătatea secolului al XIX-lea, apare "Atlas to Accompany the Second report of the Irish Railway Commissioners", ce redă pe aceeaşi hartă date despre populaţie, migraţia acesteia precum şi date geologice şi topografice.

Un alt exemplu timpuriu de analiză geografică îl constitue harta realizată de doctorul John Snow pentru a identifica sursa contaminării cu holeră a centrului Londrei din anul 1854. Acesta a redat prin puncte locaţiile deceselor şi, în urma analizei distribuţiei a descoperit o pompă de apă drept focar de infecţie.



De-a lungul evoluţiei sale, din 1950 şi pâna astăzi, se pot distinge 3 faze importante delimitate în funcţie de aplicaţii, date şi interacţiunea dintre utilizatori şi furnizori.

În prima fază (perioada 1950 – începutul anilor 1980), tehnologia GIS a fost creată ca un instrument capabil să stocheze, organizeze şi să determine extinderea datelor existente. Pentru acest lucru a fost implementată şi definită o structură a datelor compusă din date primare (puncte, linii, suprafeţe, rastere) şi funcţii pentru importarea, editarea, recuperarea, actualizarea, interogarea datelor. Un an important în această perioadă îl constitue anul 1962 care vede primul GIS operaţional din lume realizat de Geograful Roger F. Tomlinson cu sprijinul guvernului canadian. GIS (˝Canada Geographic Information System˝) a durat până în anii 1990 şi a realizat cea mai mare bază de date a resursele terestre din Canada.

În cea de-a doua etapă (sfârşitul anilor ’80 – începutul anilor ‘90), Sistemele Geografice Informaţionale au fost forţate să evolueze spre analiză. În această fază au fost implementate funcţii şi “interfeţe grafice prietenoase” pentru a uşura interacţiunea cu utilizatorii. Utilizatorii au posibilitatea

să sorteze, selecteze, extragă, reclasifice şi să reproiecteze datele după diferite criterii geografice, topologice, statistice. Marcant pentru această perioadă este dezvoltarea primei aplicaţii cu interfaţă grafică din cadrul pachetului de programe GRASS GIS (este vorba despre GrassWare lansat de Corporaţia OSIRIS). La randul ei, ESRI lansează prima versiune a binecunoscutei aplicaţii ArcView (ajunsă în prezent la versiunea 9.3).

Începând cu sfârşitul anilor 1990, Sistemele Informaţionale Geografice intră într-o nouă eră. În această etapă, GIS-ul încearcă să devină un instrument de decizie şi manipulare a informaţiei. În anii 2000, Sistemele Informaţionale Geografice se îndreaptă către Web, devenind tot mai populare în rândul utilizatorilor de calculatoare personale indiferent de platforma utilizată. Compania ESRI începe să ofere o gamă largă de programe ce rulează pe sisteme de operare Linux, Google lansează două servicii: GoogleMaps, ce utilizează tehnologii noi pentru aplicaţiile Web-Gis (AJAX, Asynchronous JavaScript şi XML) şi GoogleEarth.

5.2. Preocupări în domeniu

5.2.1. RadioGraph 8 & District 8

Dezvoltatorii de produse software româneşti nu s-au lăsat mai prejos şi au lansat pe piaţă aplicaţii GIS autohtone. Două astfel de aplicaţii au fost dezvoltate de GFK Geomarketing şi poartă denumirea de RadioGraph 8 şi District 8.

Sectoarele economice în care pot fi folosite cele două aplicaţii sunt foarte largi: asigurări, bănci, birouri de statistică, comerţ , construcţii, electronice, farmacii, media, poliţie, protecţia mediului, publicitate, sănătate, sectorul auto, telecomunicaţii, turism, universităţi etc.

RadioGraph 8 permite vizualizarea şi analiza spaţială a datelor sub forma hărţilor digitale. Datele despre clienţi şi piaţă sunt afişate în hărţi integrate foarte uşor de accesat. Se pot identifica corelaţii şi oportunităţi prin intermediul reprezentărilor spaţiale ale informaţiilor. Datorită funcţiilor sale extinse de analiză a datelor, RegioGraph reprezintă un real sprijin în desfăşurarea activităţilor obişnuite de vânzări şi marketing.

District 8 este sistemul profesional GIS pentru planificare teritorială. Funcţiile de înaltă performanţă ale RegioGraph sunt disponibile şi la District. În plus, serviciile şi zona de acoperire a serviciilor pot fi delimitate şi optimizate în concordanţă cu specificaţiile utilizatorului, în cazul District.

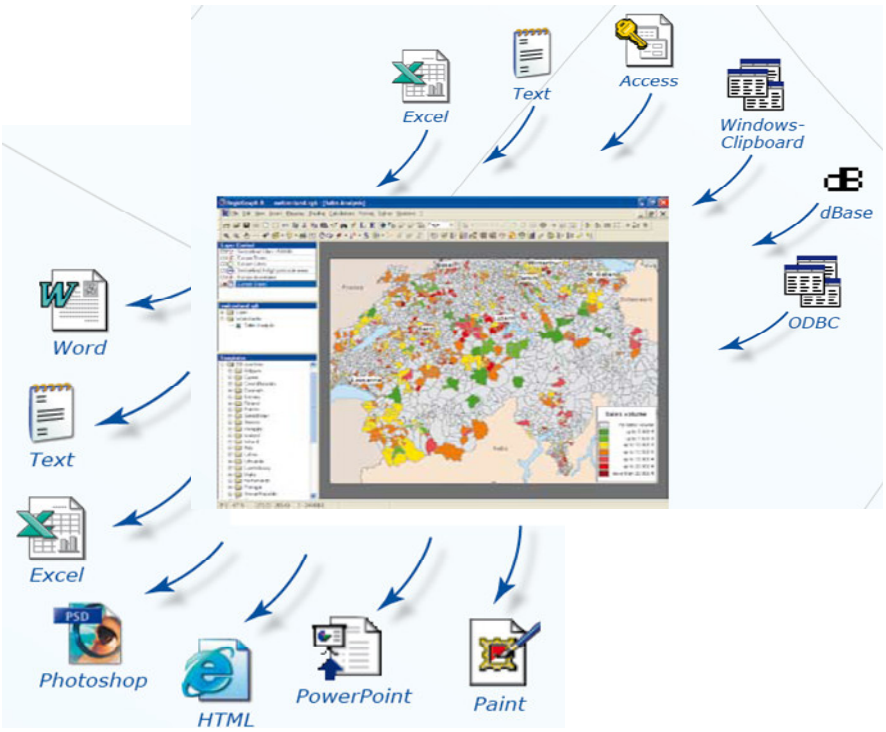


Figura 11 Importuri/Exporturi de date în RadioGraph&District

Ambele aplicaţii recunosc bazele de date din toate formatele convenţionale(Excel, Access, dBase, ASCII, Windows Clipboard sau cu ODBC), ceea ce face importul de date foarte simplu de realizat. Deasemenea, hărţile pot fi incluse în prezentări şi rapoarte prin exportarea lor în toate formatele grafice standard, sau de ce nu, pot fi prezentate direct în RegioGraph şi DISTRICT pe întregul ecran. HTML Export se poate folosi pentru a publica hărţile pe reţeaua internă sau pe internet, iar Series Print Manager pentru a printa rezultatele într-un format convenabil.

Sistemele Informatice GIS produse de GfK Geomarketing transpun datele referitoare la clienţii,piaţa şi datele corporatiste în hărţi informative uşor de înţeles şi utilizat. RadioGraph&District constituie un real sprijin în fundamentarea deciziilor de vânzări şi marketing în activitatea zilnică ce vizează evaluarea clienţilor, analiza pieţei, supervizarea vânzărilor, analiza şi planificarea teritorială.

Un exemplu de analiză îl constitue distribuţia regională a clienţilor pe hartă, identificarea principalilor clienţi pe baza vânzărilor şi a potenţialului şi eventual alocarea acestora celui mai apropiat agent de vânzări sau celui mai apropiat service. De asementea, poti fi vizualizate zonele cu cele mai înalte sau cele mai scăzute cote de piaţă. Funcţia de analiză a portofoliului poate fi

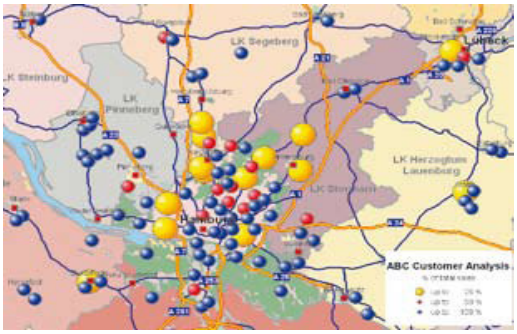
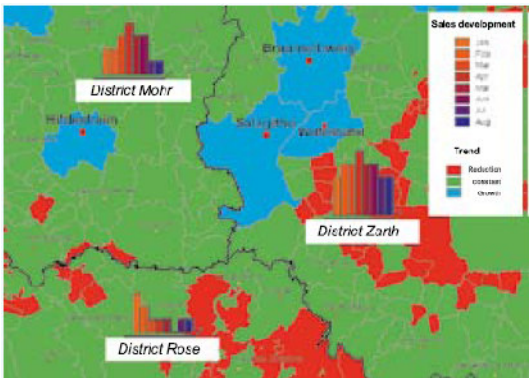


Figura 12 Analiza clienţilor în RadioGraph

utilizată pentru a stabili o relaţie directă între vânzări şi potenţialul pieţei. În funcţie de datele stocate se pot afişa în culori diferite judeţele, locaţia clienţilor sau rutele de transport.



Controlul vânzărilor este o altă funcţionalitate oferită de cele două aplicaţii în dicuţie. De exemplu, se poate examina eficienţa activităţii de teren, cât de mari sunt diferenţele între valorile estimte şi rezultatele concrete. RegioGraph afişează dezvoltările cronologice astfel încât să poată fi recunoscute tendinţele şi să fie întreprinse acţiuni de corectare la timp.

Figura 13 Controlul vânzărilor în RadioGraph

Foarte importantă este funcţia de planificare teritorială. RadioGraph permite analiza atentă a locaţiilor precum: filialele, centrele de logistică, punctele de service, în funcţie de locaţiile competitorilor, numărul de gospodării aflate în cadrul de ariei de acoperire a filialelor, structurile de populaţie, veniturile acestora, mijloacele de acces.

Editorul integrat permite crearea, procesarea sau convertirea de hărţi. Deasemenea, se pot importa hărţi din alte aplicaţii (*.mif *.shp).

Datorită limbajului de programare integrat “Visual Basic for Applications” (VBA) de la Microsoft, RegioGraph poate fi extins pentru a include propriile funcţii adiţionale. Hărţile pot fi actualizate din baza de date complet automat la intervale iar fiecare utilizator poate adăuga suplimentar propriile analize.

6. Concluzii

GIS este una dintre tehnologiile informationale care au transformat radical modul in care geografii isi realizeaza cercetarile in beneficiul societatii. Acelasi impact major l-a avut si asupra utilizatorilor de rand prin faptul ca le-a usurat intr-un mod vizibil viata de zi cu zi.

Pentru afaceri, cea mai promiţătoare direcţie de dezvoltare a aplicaţiilor GIS poate fi reprezentată de serviciile web. Deocamdată numai un număr mic de furnizori permit companiilor să realizeaze interogări spaţiale complexe prin intermediul unei interfeţe web. Astfel de furnizori pot găzdui datele spaţiale şi le pot chiar şi combina cu terţe resurse de date dacă organizaţiile doresc acest lucru.

Ca o concluzie, GIS nu este nici o componenta hardware, nici o componenta software, ci mai degraba trebuie privit ca un proces. GIS este pentru luarea deciziilor. Modul in care datele sunt introduse, stocate si analizate in cadrul unui sistem GIS trebuie sa reflecte modul in care informatiile vor fi folosite pentru un anumit tip de cercetare sau pentru o sarcina ce necesita luarea anumitor decizii. A vedea GIS-ul doar ca un sistem software sau hardware, inseamna a pierde rolul crucial pe care il poate juca intr-un proces complet de luare a deciziilor.

Încheiem cu un mesaj ce nu mai are nevoie de explicaţii suplimentare:

*"Aplicaţia **GIS**-ului este limitată numai de imaginaţia celor care o folosesc."*

(Jack Dangermond)

7. ANEXA 1 Lista de figuri

Figura 1 Componente GIS 4
Figura 2 Ierarhia componentelor GIS 5
Figura 3 Imagine satelitara printata 11
Figura 4 Spectrul obtinut in urma aplicarii transformatei Fourier 12
Figura 5 Functia de filtrare aplicata pentru indepartarea texturii nedorite 12
Figura 6 Imaginea finala obtinuta in urma aplicarii Transformatei Fourier inverse 13
Figura 7 Vector vs. Raster 13
Figura 8 Vector vs. Raster 14
Figura 9 Map Overlay 16
Figura 10 Arhitectura 3-tier 19
Figura 11 Importuri/Exporturi de date în RadioGraph&District 23
Figura 12 Analiza clienţilor în RadioGraph 23
Figura 13 Controlul vânzărilor în RadioGraph 24

8. BIBLIOGRAFIE

Aitken, S., Valentine, G. (2006), ***Approaches to Human Geography***, Editura SAGE

Schuurman, N. (2004), ***GIS: A Short Introduction***, Editura Blackwell Publishing

Imbroane, Al., More, D.(1999), ***Iniţiere în GIS şi teledetecţie*** , Presa Universitară Clujeană

Dimitriu, G (2007), ***Sisteme informatice geografice*** GIS , Editura Albastră

Gfk Geomarketing, ***RadioGraph 8 şi District 8-Ediţie premium***

Leon Florin, Biblioteca virtuala de inteligenta artificiala

http://eureka.cs.tuiasi.ro

GIS, Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system

Evoluţia Sistemelor Informaţionale Geografice (GIS),

http://earth.unibuc.ro/articole/evoluia-sistemelor-informaionale-geografice-gis

Soluţii oferite de ESRI, http://www.esri.com/

GIS in Every Walk of Life, http://www.gis.com/whatisgis/everywalk.html

A platform for Internet GIS, http://www.gisdevelopment.net/technology/gis/mi03037.htm

Digital Image Data Recovery from Printed Image,

http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1995/ps4/ps4002.asp