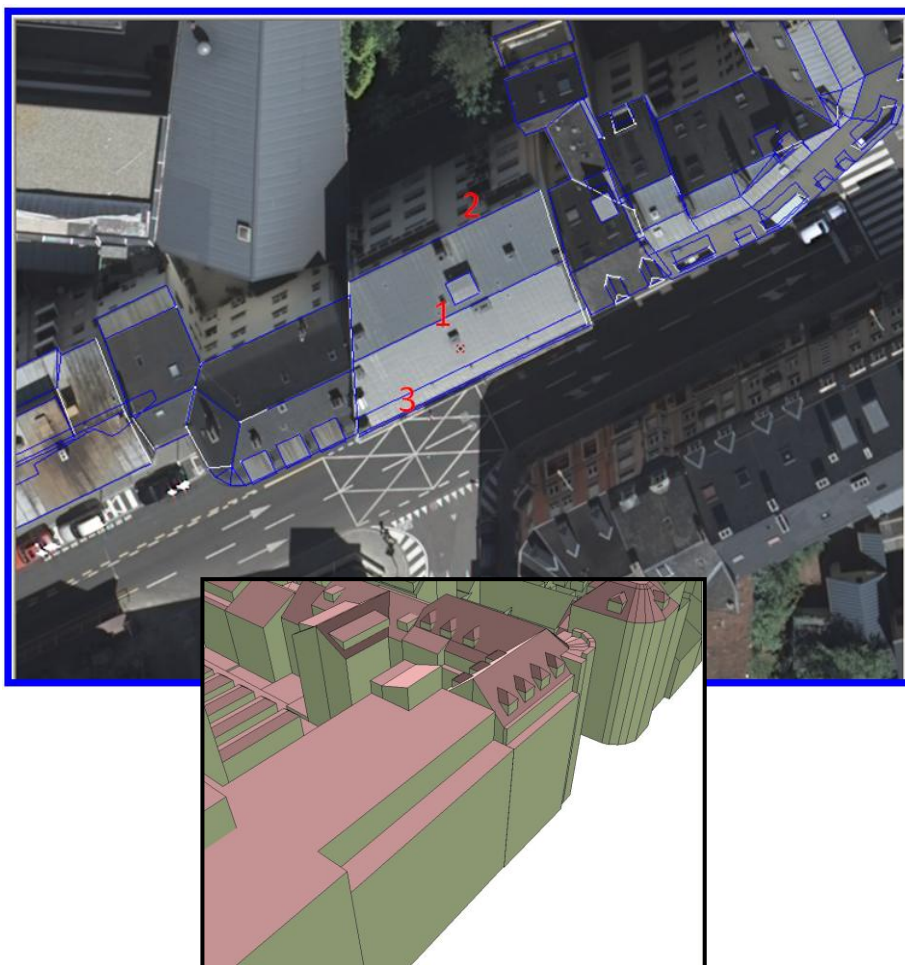


REALIZAREA MODELULUI VIRTUAL REALISTIC AL UNEI LOCALITĂȚI ÎN STANDARD CITYGML

*Activitatea 5 Elaborarea și realizarea soluției noi
pentru tehnologia „extragerea detaliilor planimetrice”*

LIVRABIL 5.1

**Descrierea operațiunilor, instrumentelor și metodelor de lucru
privind extragerea detaliilor planimetrice**



Decembrie 2013

Contents

1. Introducere	3
2. Detalii planimetrice DP.....	4
3. Descrierea instrumentelor de lucru hardware si software	5
4. Tehnici si activitati pentru extragerea detaliilor planimetrice	5

REZUMAT

LIVRABIL 5.1 Descrierea operațiunilor, instrumentelor și metodelor de lucru privind extragerea detaliilor planimetrice

Livrabilul este structurat pe șase capitole:

- Un capitol introductiv (capitolul 1) în care se descrie necesitatea modelării 3D, fluxul tehnologic al obținerii MVRL și locul activității de extragere a detaliilor planimetrice în lanțul tehnologic al generării MVRL;
- Un capitol de definiție (capitolul 2) în care se descriu caracteristicile detaliilor planimetrice esențiale pentru procesul de obținere a MVRL, modul de clasificare a acestora după diferite caracteristici geometrice și sursele de date care pot fi utilizate pentru extragerea acestora în format digital;
- Un capitol în care se descriu instrumentele și echipamentele necesare pentru extragerea detaliilor planimetrice (capitolul 3);
- Un capitol (capitolul 4) în care se descriu tehnicile și metodele de extragere a detaliilor planimetrice corespunzător tipologiei descrise în capitolul 2 cu instrumentele și echipamentele descrise în capitolul 3;
- Un capitol care descrie în detaliu operațiunile de extragere a detaliilor planimetrice și instrucțiunile de lucru pentru extragerea de detalii planimetrice corespunzător unor diferite nivele de precizie (capitolul 5);
- Un capitol care punctează procesele ce permit automatizarea tehnologiei de extragere a detaliilor planimetrice (capitolul 6)
- Un ultim capitol care prezintă fluxul tehnologic pentru extragerea detaliilor planimetrice.

Rezultatele obținute în urma activităților descrise în cele 6 capitole sunt prezentate în 6 anexe:

- Anexa 1 Lista principalelor detalii planimetrice necesare MVRL (100 de tipuri)
- Anexa 2 Rezultate în urma orientării interioare – exemple
- Anexa 3 Rezultate în urma orientării exterioare – exemple
- Anexa 4 Planuri vectoriale experimentale obținute cu DVP – exemple
- Anexa 5 Planuri vectoriale experimentale obținute cu ArcGDS – exemple
- Anexa 6 Extragerea detaliilor planimetrice în fluxul general de obținere a MVRL

1. INTRODUCERE

Modelele 3D se construiesc din linii, poligoane și puncte care urmăresc contururile obiectelor dintr-o localitate la un anumit nivel de precizie. Numim complexitatea de figuri geometrice care trebuie extrase de pe imagini pentru a reprezenta detaliile reale din teren, **Detalii Planimetrice** (DP)

În raportul tehnic se prezintă metode de extragere a detaliilor planimetrice care formează baza cartografică

de reconstrucție pentru localități cu vizualizare realistă. Un model virtual este un cadru virtual unde pot fi observate și de unde pot fi extrase informații ale spațiului modelat. Modelarea 3D poate fi realizată prin metode fotogrametrice cu o precizie bună și relativ ieftină. Localitățile sunt reconstruite în mai mulți pași:

Primul pas îl constituie achiziția imaginilor din zona localității obiectiv, urmată de prelucrarea acestora cu ajutorul unor metode fotogrametrice. Prelucrarea datelor se va face automat și semiautomat, iar procesul de extragere a informațiilor, a detaliilor planimetrice se va face manual.

O reconstrucție 3D completă servește ca o înregistrare permanentă a clădirilor de patrimoniu în locațiile lor originare. O asemenea reconstrucție poate fi folosită și pentru detectarea schimbărilor apărute asupra acestora, poate avea un conținut ridicat și cu o reprezentare realistă a obiectului modelat.

Extragerea detaliilor planimetrice se realizează în principal prin restituție stereoscopică a imaginilor fotogrametrice. Detaliile planimetrice se extrag astfel încât ele să permită reconstrucția digitală a obiectelor naturale: clădiri, drumuri, poduri, vegetație, rețele utilitare.

Toate aceste elemente concură la obținerea planului topografic digital în modul 3D care reprezintă structura de bază a MVRL. În faza de extragere a detaliilor planimetrice este inclusă și operația de verificare a topologiei, respectiv închiderea poligoanelor, existența nodurilor dangle și fuzzy, relațiile de vecinătate între poligoanele adiacente.

2. DETALII PLANIMETRICE DP

Detaliile planimetrice sunt acele informații de detaliu care descriu obiectele și formele geografice existente în teren. DP sunt formate din compunerea unor elemente geometrice simple cum ar fi linii, puncte și polilinii închise sau deschise. Poliliniile închise le vom numi poligoane. Detaliile planimetrice se descriu prin coordonate 2D sau 3D. Toate DP care sunt descrise prin coordonate 2D au automat coordonata $Z = 0$. În această situație poligoanele 2D descriu o suprafață plană și orizontală.

Detaliile planimetrice descrise prin coordonate 3D se utilizează în modelarea obiectelor descrise în spațiu virtual și poziționează obiectele exact în poziția lor reală. Această caracteristică permite combinarea obiectelor 3D descrise independent în obiecte complexe. Această proprietate este utilizată de standardul CityGML de a descrie obiectele complexe prin descrierea ierarhică a obiectelor componente cum ar fi o casă care e compusă din acoperiș și ziduri, acoperișul e compus din fațetele plane și lucarne, lucarnele din fațete, și zidurile din pereți. Pereții și fațetele sunt construite din poligoane orientate sau polilinii închise și orientate.

Într-un mod similar obiectele complexe sunt construite din obiecte simple, respectiv din linii și polilinii în care fiecare vertex e definit prin coordonatele sale: x, y, z și un identificator, un număr întreg natural: id. În mod automat orice soft care construiește astfel de linii, de regulă este vorba de o procedură de vectorizare și un soft de tip CAD, ordonează vertexii în ordinea în care aceștia au fost vectorizați și atunci, în mod implicit, liniile și poliliniile pot fi considerate linii și polilinii orientate, cu alte cuvinte au un sens. Acest aspect este extrem de important deoarece este un aspect topologic care este interpretat pentru diferite alte scopuri cum ar fi de exemplu utilizarea poliliniilor ca suport pentru semne convenționale.

Atunci când dorim să construim un model 3D al unei clădiri, a unui obiect geometric, îl construim prin desenarea fațetelor acestuia care sunt de fapt poligoane generate din polilinii închise.

Detaliile planimetrice sunt informațiile elementare care contribuie la reprezentarea sau modelarea obiectelor din lumea reală, în lumea digitală, virtuală. Astfel detaliile care se extrag de pe diferite suporturi informaționale (ortofotograme, cuple stereoscopice, planuri raster) au ca rol să reprezinte următoarele tipuri de informații (100 de tipuri sunt descrise în anexa 1):

- căi de comunicații: drumuri, căi ferate;
- rețeaua hidrografică: cursuri de apă, canale, lacuri;
- construcții: contururi de case, contururi de fațete plane din acoperiș;
- limite: limite de parcele, limite administrative vizibile (garduri);
- elemente de vegetație: șiruri de pomi,
- rețele utilitare: conducte de gaze, conducte de termoficare, linii electrice
- alte detalii liniare: șanțuri, curbe de nivel, axul imaginar al altor detalii liniare (drumuri, căi ferate), breakline-uri (linii ce reprezintă schimbări de pantă importante)

Pentru fiecare astfel de categorie de informații trebuie setat un strat (layer) informațional sau un cod general de definiție.

3. DESCRIEREA INSTRUMENTELOR DE LUCRU HARDWARE SI SOFTWARE

Prelucrările fotogrammetrice se bazează pe exploatarea cuplurilor de imagini stereoscopice. Respectiv, două imagini care au o acoperire în general de 60% trebuie să fie prelucrate și încărcate simultan într-un program de calculator care să le poată afișa pe monitor secvențial, atât de repede încât ochiul uman să nu sesizeze secvențialitatea și să aibă impresia că le vede simultan. Acesta e principiul vederii stereoscopice. Pentru a se putea realiza această secvențialitate monitoarele trebuie să aibă posibilitatea de a reda imagini cu frecvența de 120Hz.

De asemenea, imaginile fotogrammetrice de mare rezoluție care se utilizează azi frecvent în înregistrarea localităților au dimensiuni între 500Mb și 800Mb în format condensat ceea ce implică necesități de memorie pe hard considerabilă de ordinul Tb. Pentru a avea continuitate în extragerea detaliilor planimetrice, aria de lucru putând să se întindă pe mult mai multe imagini, sistemul de calcul trebuie să aibă capacitate de memorie video cât mai mare și un RAM considerabil dela 4Gb în sus ceea ce implică utilizarea sistemelor de operare pe 64biți.

Vectorizarea 3D a detaliilor planimetrice se poate face folosind două programe diferite, extensia ArcGDS pentru ArcMap și DVP. ArcGDS este o nouă extensie pentru ArcGIS creată de compania Geosoft, ce permite utilizatorilor folosirea imaginilor stereoscopice pentru achiziția, editarea și actualizarea obiectelor 3D direct în mediul GIS. DVP este un soft de vectorizare bazat pe mediul CAD

4. TEHNICI SI ACTIVITATI PENTRU EXTRAGEREA DETALIILOR PLANIMETRICE

Fotogrammetria este știința și tehnica care se ocupă cu obținerea datelor de bază sub forma fotogrammelor, recunoașterea și identificarea înregistrărilor obiectelor, determinarea formei și dimensiunilor acestora și materializarea rezultatelor sub formă analogică sau digitală. Scopul fotogrammetriei îl reprezintă determinările metrice riguroase, în plan și spațiu, asupra unui obiect oarecare, cum ar fi: suprafața Pământului și a altor corpuri cerești, un fenomen meteorologic sau morfologic, o construcție sau un element al construcției supus deformării folosind înregistrările acestora.

Înainte de a se trece la prelucrarea imaginilor, se folosesc câteva procedee pentru compunerea imaginilor digitale.

Orientarea imaginii este una dintre cele mai importante faze din fotogrammetrie, deoarece permite stereorestituția, generarea DEM și crearea de ortofoto. După ce structura topologică a proiectului de zbor a fost decis, procesul de orientare este apoi împărțit în două etape: orientarea interioară și orientarea exterioară (care include orientarea relativă și absolută).

Pentru a putea extrage eficient detaliile planimetrice din modelul stereoscopic imaginile fotografice trebuie pregătite, în sensul optimizării din punct de vedere a stocării datelor, rotite și condensate în formate cu care se lucrează mai ușor cum este de exemplu formatul piramidal.

Operațiile de extragere a informațiilor privind construcțiile se realizează prin procedulul de restituție (vectorizare 3D). Este metoda cu ajutorul căreia se generează harta digitală 3D a unui teritoriu în format vectorial care poate fi editată apoi cu softuri CAD sau GIS în vederea cartografierii automate, extrăgându-se în același timp și punctele necesare modelării 3D.

Prin proiectarea acoperișurilor, contururilor construcțiilor pe MNT se obține modelul numeric al construcției. Clădirile produc cele mai mari deformații în ortofotograme după cât sunt de înalte datorită perspectivei diferite în fiecare imagine. Din acest motiv este important să se vectorizeze acoperișurile în modul 3D și să se proiecteze pe modelul terenului pentru a se genera corpul construcției respective. Primul pas în crearea construcțiilor constă în vectorizarea acoperișurilor clădirilor din aria proiectului.

Fiecare fațetă din acoperișul fiecărui corp de clădire este vectorizat separat ca poligon. De asemenea și diferitele elemente ce pot apărea pe acoperiș au fost vectorizate într-un layer separat, tot de tip poligon. O atenție sporită a fost acordată creării de elemente corecte din punct de vedere topologic, fiecare element al acoperișurilor fiind legat de elementul vecin pentru a nu exista spații libere. Un alt aspect important în această etapă este reprezentat de necesitatea ca toate elementele unei fețe să fie coplanare. Pentru atingerea acestui deziderat, în ArcGDS s-a folosit funcția „on a plane”, funcție conform căreia, o dată selectate 3 puncte ce definesc planul, toate celelalte elemente vectorizate până la încheierea editării obiectului respectiv se află în planul delimitat de primele 3 puncte.

Analiza și pregătirea datelor pentru experimente

În vederea dezvoltării unei metodologii eficiente pentru extragerea detaliilor planimetrice, se vor executa experimente pe zone reprezentative care să acopere întreaga tipologie existentă pe piață. Astfel s-au ales două zone test, una specifică localităților din România, zona municipiului București și una specifică localităților europene, zona orașului Luxemburg.

Din fiecare oraș s-au ales trei regiuni reprezentative arhitectural, una centrală cu construcții diverse, istorice, cu acoperișuri complexe, una din zone de locuit, unde preponderant sunt case și vile și o regiune cu infrastructura de transport.

Pregătirea modelelor stereoscopice

Optimizare imagini

Pentru a putea extrage eficient detaliile planimetrice din modelul stereoscopic imaginile fotografice trebuie pregătite, în sensul optimizării din punct de vedere a stocării datelor, rotite și condensate în formate cu care se lucrează mai ușor cum este de exemplu formatul piramidal.

Rotire imagini

Aceasta se realizează în cazul în care este necesară rotirea imaginilor din benzile pare sau impare.

Transformare imagini de tip .TIF în imagini de tip .ECW

Pentru a putea lucra mai eficient cu imaginile în ArcGDS este necesar să le transformăm din .tif în .ecw. O astfel de transformare asigură utilizarea dinamică a funcției ZOOM.

Extragere informatii de orientare din fisiere tip .PAR

În cazul în care nu exista fisier de tip .opk ci doar .ori se creaza fisierele .par în dvp. Din fisierele .par rezultate pentru fiecare imagine se extrag informatiile necesare pentru crearea unui fisier de tip .txt care sa poata fi citit de programul Image Orientation.

Orientare imagini și creare proiect

Pasul final înainte de a putea incepe lucrul în ArcGDS în reprezinta crearea proiectului .gdp în programul Image Orientation.

Descrierea operațiunilor de vectorizare a acoperișurilor construcțiilor

Operațiile de extragere a informațiilor privind construcțiile se realizează prin procedulul de restituție (vectorizare 3D). Este metoda cu ajutorul căreia se generează harta digitală 3D a unui teritoriu în format vectorial care poate fi editată apoi cu softuri CAD sau GIS în vederea cartografierii automate, extrăgându-se în același timp și punctele necesare modelării 3D. Operațiunile necesare sunt descise și exemplificate în livrabilul final.

5. INSTRUCȚIUNI DE LUCRU PRIVIND EXTRAGEREA DETALIILOR PLANIMETRICE

Capitolul descrie regulile de vectorizare pentru extragerea de detalii în modul de precizie LOD1 (construcții în care nu se evidențiază forma acoperișurilor) și LOD2 (conține forma acoperișurilor).

În livrabil sunt descrise în detaliu verificările topologice și modul de corectare, editare a erorilor.

Verificarea de topologie presupune detectarea suprapunerilor (sau golurilor nepermise) între elementele vectorizate 3D. În cazul în care în urma topologiei sunt detectate asemenea erori, datele trebuie corectate (ne vom întoarce în etapa de vectorizare 3D unde vom corecta greselile- eventual vom vectoriza din nou suprafețele respective). Verificarea topologiei se poate face doar pentru o structură de date de tip geodatabase (.mdb/ .gdb) nu și pentru fisiere de tip .shp. Pentru a putea face topologia și verifica dacă există suprapuneri între suprafețe, vom crea mai întâi o structură temporară de tip geodatabase.

O altă etapă necesară este verificarea planarității, în care se face verificarea dacă toate fețele create sunt plane.

În harta digitală apar marcate cu roșu elementele care încalcă regulile de topologie. La examinarea acestora trebuie să ținem cont de situațiile în care regula de topologie este încălcată din punct de vedere tehnic dar nu și din punct de vedere al cerințelor proiectului, de exemplu obiectele de pe acoperiș care intersectează suprafața acoperișului sau poligoane complet incluse în alte poligoane. Aceste cazuri vor fi marcate dar vom alege să le ignorăm. În cazul în care găsim suprapuneri nepermise le vom examina și ne vom întoarce în etapa de vectorizare 3D pentru a le repara.

6. IDENTIFICAREA PROCESELOR CE PERMIT AUTOMATIZAREA TEHNOLOGIEI DE EXTRAGERE A DP

Pentru identificarea proceselor tehnologice ce permit automatizarea activității de extragere a detaliilor planimetrice se vor utiliza rezultatele din lucrarea de doctorat “Generarea Modelelor Virtuale pentru Localități utilizând Tehnici de Fotogrammetrie Digitală”.

Automatizarea tehnologiei de extragere se va axa pe două direcții:

a) eficientizarea operațiilor de vectorizare prin adăugarea de funcții și proceduri care să genereze automat

polilinii sau poligoane deductibile din forma construcțiilor;

b) introducerea de funcții care să asigure coplanaritatea vertexilor poligoanelor vectorizate și care să permită modificarea ușoară a orientării sensului poliliniilor

(a) Pentru acoperișurile clădirilor vor fi generate aplicații simple care să minimizeze liniile ce urmează a fi vectorizate și a mări astfel randamentul de producție. Acoperișurile sunt foarte variate mai ales în localitățile cu vechime istorică. Astfel, pentru a simplifica algoritmi, acoperișurile trebuie să fie clasificate după formă și asociate fiecărui tip de acoperiș o anumită procedură.

Un alt aspect e care va trebui să se țină seama în programele de extragere detalii planimetrice este utilizarea eficientă a puterii de calcul cu mai multe procesoare. Implementarea algoritmilor va trebui să țină seamă de executarea paralelă a procedurilor mari consumatoare de timp și memorie cum sunt operațiile de zoom, pan, autocorelație care pot ridica randamentul operatorului în mod considerabil (15, 20%).

Astfel, în concluzie, îmbunătățirea programelor de extragere detalii planimetrice se va realiza în etapele următoare de proiect în următoarele direcții:

- automatizarea vectorizării acoperișurilor prin generarea automată a unor fațete.
- suport de vectorizare a fațetelor care au puncte comune cu alte fațete (se vor implementa algoritmi de intersecție)
- utilizarea eficientă a procesoarelor (se vor utiliza sisteme de calcul cu minim 4 procesoare)

Estimăm că implementarea acestor proceduri va determina o creștere a productivității cu cel puțin 30%.

7. FLUXUL TEHNOLOGIC PENTRU EXTRAGEREA DETALIILOR PLANIMETRICE

Metodologia restituirii pentru extragerea detaliilor planimetrice de modelare a clădirilor

Scopul procesului de restituire este generarea unui model urban. Pentru a atinge o percepție corectă a modelului de clădire, este important să ne concentrăm atenția pe caracteristicile tipurilor de clădiri. Acestea sunt:

- Unghiurile drepte
- Muchiile verticale ale clădirii
- Simetria clădirii

Simetria structurii acoperișului: de exemplu, detalii ale acoperișului aranjate regulat (coșuri de fum, ferestre de mansardă (lucarne)) și orientarea corectă a acestor detalii față de acoperișul principal.

Pasii metodologiei sunt explicate în detaliu și exemplificați în livrabilul final.

Scheme logice, metodologice pentru extragerea Detaliilor Planimetrice

Unul din procesele care pot influența în mod radical procesul de vectorizare este pregătirea datelor inițiale, respectiv a imaginilor fotogrammetrice. De asemenea, odată optimizate, imaginile trebuie pregătite pentru extragerea optimă a detaliilor planimetrice. Pregătirea fotogramelor constă în orientarea acestora și ordonarea pe cuple și benzi.

Odată fotogramele orientate se poate trece la extragerea propriu-zisă a detaliilor planimetrice, respectiv a

vectorilor care modelează forma construcțiilor la diferite grade de precizie: **LOD1** se referă la vectorizarea construcțiilor fără detalierea acoperișurilor. Acest nivel de detaliere consideră pentru fiecare construcție că există o cotă medie pentru acoperiș, astfel încât suprafața construcțiilor se consideră ca fiind plane.

LOD2 presupune vectorizarea construcțiilor la un nivel de detaliu superior în care forma acoperișurilor se redau fidel așa cum apare și în realitate.

Extragerea detaliilor în format vectorial se poate executa utilizând softuri cu facilități topologice cum este ArcGDS sau softuri fără această facilitate cum este DVP.

În livrabil sunt prezentate schemele logice pentru etapele sus menționate: optimizarea imaginilor fotogrametrice, pentru pregătirea imaginilor, pentru extragerea informațiilor în format vectorial și pentru verificarea datelor vectoriale extrase.