

FOTOGRAMetriJA IN 3D GIS

mag. Vasja Bric

Geodetski zavod Slovenije, Ljubljana

Prispelo za objavo: 2.9.1994

Izвлеček

Integracija fotogrametrije in orodja GIS so opazni pri vseh večjih proizvajalcih strojne in programske fotogrametrične opreme. Čeprav smo še v dobi analitične fotogrametrije, je razvoj digitalne fotogrametrije dosegel operativnost, in pri izdelkih, kot je avtomatsko zajemanje digitalnega modela višin in digitalni ortofoto, tudi ekonomičnost. Uporaba enake strojne opreme, kot je uporabljajo GIS-i, pa omogoča integracijo digitalne fotogrametrije in GIS-ov. Integracija fotogrametrije s 3D GIS-i pa je izziv tako za fotogrametre in geoinformatike, ki jih dvodimenzionalen prostor utesnjuje. Ključne besede: digitalna fotogrametrija, Geodetski dan, intergracija, Radenci, 3D GIS, 1994

Abstract

All large photogrammetric equipment producers try to integrate photogrammetry and GIS. Though at present we are still in the analytical photogrammetry era, the development of digital photogrammetry has reached its operational level, and in products such as digital elevation model and digital orthophoto is also economical. Using the same hardware as used in GISs enables digital photogrammetry and GIS integration. The integration of photogrammetry with 3D-GIS remains a challenge for both photogrammetrists and geoinformatists who want to overcome two-dimensional space.

Keywords: digital photogrammetry, Geodetic workshop, integration, Radenci, 3D-GIS, 1994

0. UVOD

Skozi zgodovino je bilo naše okolje predstavljeno na kartah. Te so prostor skoraj svedno prikazovale v dveh dimenzijah, tretja dimenzija pa je bila predstavljena z eno ali več tehnikami prikaza reliefa terena. Le redkim, z dolgoletnimi izkušnjami branja načrtov, je bilo dano, da so lahko pri branju načrtov začutili tretjo dimenzijo. Tradicija prikazovanja prostora na kartah, pomanjkanje ustreznih podatkovnih modelov, neučinkovitost programske in strojne opreme za obdelavo množice podatkov, so glavni vzroki, da ideja 3D GIS-ov ni bolj zaživelá. Na drugi strani pa je 3D računalniška grafika napredovala od perspektive žičnih modelov prek simulacije letenja do navidezne resničnosti.

3D GIS orodja so še v razvojni fazi. Veliko je bilo narejenega v geologiji, kjer najpogosteje uporabljajo rastrski pristop, saj je zelo primeren za modeliranje geoloških teles. Zahteve po 3D GIS-ih prihajajo tudi iz potreb po upravljanju velikih

mest, kjer je treba obvladovati objekte pod, na in nad zemljinim površjem. Kolikšna je razdalja med dvema podzemnima vodoma? Koliko časa dnevno bo stanovanjski blok v senci novega nebotičnika? Kako se oblak plinov premika med stolpniciami? To so le nekatera vprašanja, na katera naj bi odgovorili uporabniki 3D GIS-ov. 3D GIS ne bo dosegel tako hitrega napredka in razširjenosti kot 2D GIS, saj je precej bolj zahteven za vzpostavitev in uporabo, veliko uporabnikov pa zadovoljujejo že 2D GIS-i. Razvoj 3D GIS-ov pa bo pripomogel k inteligentnejši integraciji tretje dimenzije v današnja orodja 2D GIS-ov (Pilouk et al. 1993).

1. FOTOGRAMetriJA

Nekateri GIS-i ponujajo med drugimi programskimi orodji za zajemanje podatkov tudi fotogrametrične postopke. To je seveda logično, če vemo, da je fotogrametrija ena od najučinkovitejših metod za zajem podatkov, vrednost podatkov v primerjavi s programsko in strojno opremo pa, po oceni trendov v svetu, v razmerju 100:10:1. Integracija GIS-ov in fotogrametrije se od programskega do programskega paketa razlikuje; od prenosljivosti formatov (DXF) do interaktivne integracije (System9, PHOCUS). Strojna oprema pri analogni in analitični fotogrametriji še vedno temelji na mehaniki in optiki. Z razvojem digitalne fotogrametrije je možnost integracije večja (Chung 1993).

1.1 Digitalna fotogrametrija

Digitalna fotogrametrija nudi nov način gradnje in obnavljanje digitalne topografske baze. Osnova temu je lahko digitalni model reliefa (DMR) in digitalni ortofoto (DOF), ki sta najekonomičnejša produkta digitalne fotogrametrije. Ponuja se primerjava med prej omenjenimi načini gradnje digitalne topografske baze (DTB) in gradnje z uporabo izdelkov digitalne fotogrametrije. Dobre strani uporabe DOF-a za gradnjo DTB-ja so: hitra izdelava DOF-a in DMR-ja, enostavno prekrivanje DOF-a z drugimi vsebinami in sloji, hitra obnova DTB-ja, možnost končnih uporabnikov za fointerpretacijo DOF-a, kontrola kvalitete in vsebine obstoječega DTB-ja, uporaba rastrskih GIS-ov za nekatere analize v prostoru, ki so bližje rastrskim podatkom (klasifikacija), cenejši strojni in programski del sistema. Nekatere pomanjkljivosti pa bi bile: natančno zajemanje 3D podatkov je mogoče samo s stereogledanjem, slabša pa je tudi fointerpretacija zaradi istega razloga. Ročno zajemanje je najbolj razširjeno in operativno, vendar razvoj vodi v avtomatizacijo, t.j. v avtomatsko prepoznavanje zgradb in drugih umetno narejenih objektov na podlagi procesiranja digitalnih slik, ekspertnih sistemov in umetne inteligence (Gruen et al. 1993, Guelch 1992).

1.2 Razvoj fotogrametrije v programsko opremo GIS-a

Fotogrametri so bili dolgo edini, ki so lahko proizvedli topografske načrte z zadovoljivo kvaliteto. Z uporabo digitalne fotogrametrične opreme pa široko znanje o teoriji fotogrametrije ni več potrebno. Dober priročnik in uporabniku prijazna programska oprema bosta v prihodnje dovolj, da bo lahko tudi operater brez fotogrametričnih izkušenj opravljal fotogrametrične meritve. Strah fotogrametrov, da bo njihova veda ostala le kot opcija v GIS-ih, je torej upravičen, seveda pa je do popolne avtomatizacije zajemanja podatkov še daleč in dela pri razvoju dovolj.

2. 3D GIS-I

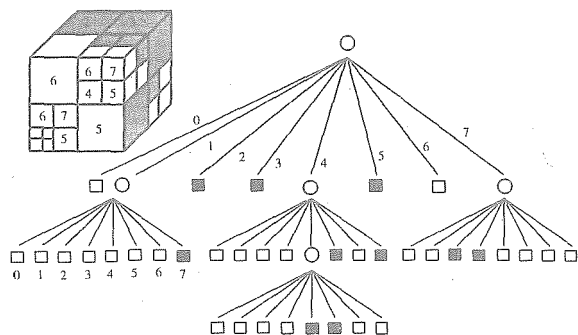
Srce vsakega podatkovne baze je podatkovni model. Podatkovna baza pa je eden od gradnikov GIS-ov, torej tudi 3D GIS-ov.

2.1 Podatkovni modeli za 3D GIS-e

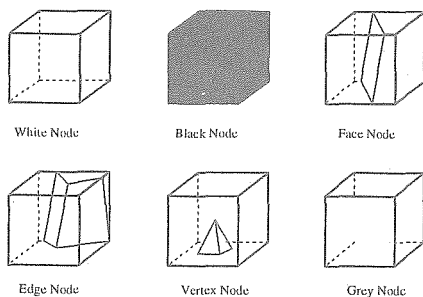
V osnovi razdelimo podatkovne modele na rastrske in vektorske in tako ločimo tudi rastrske (IDRISI, ILWIS, ER Mapper, GRASS ...) in vektorske (Arc/Info, ArcCad, System9 ...) GIS-e. Rastrski in vektorski model se ne izključujeta, pač pa glede na aplikacijo dopolnjujeta. Zato veliko programskih paketov uporablja oba modela (ILWIS). Podobno velja tudi za 3D podatkovne modele. V rastrskem modelu ploskovne elemente (piksle) zamenjujejo s prostorskimi elementi (voksli), v vektorskem pa 2D grafične elemente (točka, linija, ploskev, telo) zamenjamo s 3D. Transformacije med rastrskimi in vektorskimi 3D modeli so mogoče, vendar zahtevne, uporabljajo pa se tudi mešani modeli, ki uporabljajo prostorninske osnovne enote, omejene s 3D linijami, ploskvami in telesi.

Ponuja se uporaba podatkovnih modelov, ki jih uporabljajo v sistemih CAD in 3D računalniški grafiki. Največkrat uporabljeni so modeli, ki jih združujemo pod imenom zapolnjeno oblikovanje (Solid Modeling), katerega osnovni modeli so (Requicha 1980):

- enostavni parametri (Primitive Instancing): enostavni geometrijski objekti so definirani z nekaj parametri; npr. kocka je definirana z enim parametrom, t.j. s stranico kvadrata,
- predstavitev z mejami (Boundary representation): objekti so sestavljeni iz ploskev, te pa iz linij in točk,
- celična razgradnja (Cell Decomposition): objekti se razgradijo na geometrijsko enostavne dele,
- oktarno drevo (Octree):



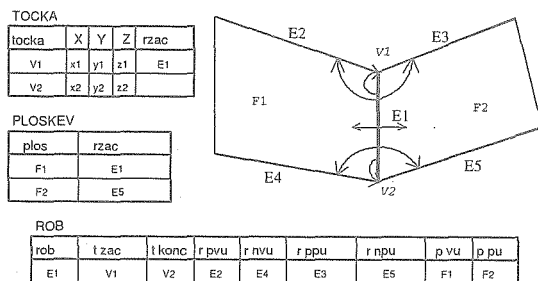
□ vozlišča vektorskega oktalnega drevesa (Vector Octree):



2.2 3D Vektorske podatkovne strukture

Predstavitev z mejami (Boundary Representation) je eden od najbolj znanih vektorskih podatkovnih modelov, ki se uporabljajo v 3D računalniški grafiki. Podatkovno strukturo ene od različic takega modela pa vidimo na naslednji sliki:

Podatkovna struktura „krilni rob“



Okrajšave pomenijo: r zac – začetni rob, plos – ploskev, t zac – začetna točka, t konc – končna točka, r pvu – rob prejšnji v smeri urinega teka, r nvu – rob naslednji v smeri urinega teka, r ppu – rob prejšnji proti smeri urinega teka, r npu – rob naslednji proti smeri urinega teka, p vu – ploskev v smeri urinega teka, p pu – ploskev proti smeri urinega teka. Pomanjkljivost podatkovne strukture „krilni rob“ za 3D GIS-e je, da ne podpira enostavnih geometrijskih elementov, kot so posamezna točka, linija in ploskev, kar pa je nujno potrebno za učinkovito modeliranje realnega prostora. Podatkovni modeli za računalniško grafiko so se razvijali predvsem v smeri hitrejše in kvalitetnejše vizualizacije zapolnjenih objektov, kar pa v 3D GIS-ih ni najbolj pomembno.

Kot alternativno podatkovnim modelom 3D računalniške grafike in 3D CAD modelom je Molenaar leta 1992 (Molenaar 1992) predlagal formalni 3D

vektorski podaktovni model (Bric 1994). Predlagani model ima tri osnovne sklope: geometrijo (točka, črta, rob, ploskev), prostorske identifikatorje (telo, površje, linija, točka) in tematske podatke. Linija je lahko krivulja ali ravna črta; ploskev je lahko kriva ali ravna; točka pa ima določeno mesto v prostoru. Predpostavka, da lahko vsako krivuljo približamo s poligonom in neravne površine z ravnimi ploskvami, nam precej poenostavi operacije z grafičnim delom baze.

3. ZAKLJUČEK

Fotogrametrija se razvija v dele programske opreme, ki jih lahko enostavno vključimo med GIS-ova orodja. Pri nekaterih 2D GIS-ih je to že delno izvedeno, pri 3D GIS-ih pa bo treba še počakati na razvoj osnovnih funkcij. Strojna oprema 3D GIS-ov bo gotovo zelo podobna današnjim boljšim fotogrametričnim digitalnim postajam z možnostjo perspektive in stereo-vizualizacije. Programska oprema bo sestavljena iz rutin za podporo fotogrametričnim procesom, objektno orientiranih podatkovnih baz, avtomatskega podsistema za zajemanje podatkov, avtomatskega podsistema za gradnjo 3D topologije in njenega obnavljanja, rutin za prostorske analize in predstavitve. Vsi podsistemi niso na voljo, in zato bo preteklo še nekaj časa, preden bo programska oprema za 3D GIS popolna.

Literatura in viri:

- Bric, V., 1993, *3D Vector Data Structures and Modelling of Simple Objects in GIS*, M.Sc. Thesis, ITC, Enschede, Nizozemska.
- Chung, S.H., 1993, *Photogrammetry: Evolving Towards GIS-software?*, EGIS 93, Genova, Italija, Vol.2, pp. 983-991.
- Gruen, A. et al., 1993, *Automation of House Extraction from Aerial and Terrestrial Images*, AUSIA, Second Inter. Colloq. of LIESMARS, Whuan, Kitajska.
- Guelch, E., 1992, *A Knowledge Based Approach to Reconstruct Buildings in Digital Aerial Imagery*, ISPRS II, pp. 410-417.
- Molenaar, M., 1992, *A Topology for 3D Vector Maps*, ITC Journal, No. 1, pp. 25-33.
- Pilouk, M. et al., 1993, *An Integrated DTM-GIS Data Structures: A Relational Approach*, Proc. AUTOCARTO 11, Technical Papers, Minneapolis, Minnesota, Združene države Amerike, pp. 278-286.
- Requicha, A.A.G., 1980, *Representation for Rigid Solids: Theory, Methods, and Systems*, Computing Surveys, Vol. 12, No. 4.

Recenzija: mag. Dalibor Radovan
dr. Radoš Šumrada