

Prispelo za objavo: 1997-06-19

Avtomatizacija v fotogrametriji

Fotogrametrija se razvija v disciplino, v kateri stopnja avtomatizacije intenzivno narašča, tako na področju zajema, obdelave, kot tudi predstavitve terenskih podatkov. S pojavom geografskih informacijskih sistemov (GIS) se je povečala potreba po avtomatiziranih postopkih, ki bi v najkrajšem času ponudili ažurne podatke. Digitalna fotogrametrija, podprta s sodobno tehnologijo in novimi metodološkimi pristopi, omogoča razvoj v smer avtomatizacije.

Napredek se že kaže v avtomatizaciji klasičnih postopkov notranje, relativne in absolutne orientacije, saj so moduli za avtomatizirano notranjo in relativno orientacijo, ter aerotriangulacijo že dostopni na tržišču (Heipke, 1997). Moduli so najpogosteje implementirani v DPWS-ju (Digital Photogrammetric Work Station), možno pa jih je vgraditi tudi v druga okolja (GIS, SWS - Scanner Work Station). Postopek absolutne orientacije je na ravni semiavtomatizacije, ki jo podpira večina DPWS-jev. Na osnovi ekranske digitalizacije točk enega posnetka se avtomatizirano določijo identične točke na drugem posnetku stereo para. Razvoj na področju tehnologije zajema podatkov narekuje spremembo metodologije ustaljenih fotogrametričnih postopkov. Klasična notranja orientacija pri digitalnih kamerah ni več potrebna, GPS (Global Positioning System) in INS (Inertial Navigation System) pa bosta verjetno izpodrinila tudi absolutno orientacijo (Heipke, 1997).

Poleg avtomatiziranega izločevanja semantične vsebine iz digitalnih slik se razvijajo tudi postopki avtomatiziranega izločevanja geometrične vsebine (Lemmens, 1996). Danes obstaja veliko število slikovnih digitalnih baz, ki vsebujejo satelitske in aeroposnetke ter digitalne ortofoto načrte in karte s pestro izbiro radiometrične in geometrične resolucije. Polnjenje slikovnih baz podatkov samo po sebi še ni dovolj. Potrebni so interpretacija, analiza in izločevanje informacij, da bodo slikovni podatki postali uporabno ovrednoteni.

Interpretacija tako velikih baz podatkov, pri čemer je človek tisti, ki interpretira vsebino slike, je zaradi vse večje naglice v pridobivanju vektorskih podatkov skoraj nemogoča. Človeški vizualni sistem je izredno izpopolnjen, zato predstavlja fotointerpretacija posnetkov in izločevanje njihove vsebine za strokovnjaka enostaven, skoraj rutinski postopek. Prehod na popolnoma avtomatizirano interpretacijo poljubne slikovne vsebine, podprto z digitalnimi sistemi, pa je celovita naloga.

Algoritmi za zaznavanje geometrične vsebine so operativno razviti na področju računalniškega vida. Zanje je značilno, da imajo vnaprej znane parametre: objekt snemanja, osvetlitev, število objektov, položaj kamere itd. Pri prehodu na

avtomatizirano obdelavo posnetkov realnega sveta, kjer obstaja visoka stopnja spremenljivosti objektov in parametrov snemanja, odpovedo sistemi računalniškega vida.

Obstoječi konvencionalni matematični modeli, ki so nastali v sredini osemdesetih in v začetku devetdesetih let za izločevanje geometrične vsebine iz digitalnih slik, se omejujejo le na specifične primere. Postopek segmentacije je pri tem zelo pomemben. Zasedimo jo v postopkih stereo ujemanja (stereo-matching), semiavtomatizirane kartografije, GIS-a in daljinskega zaznavanja - multispektralna klasifikacija. Do izboljšave algoritmov za avtomatizirano izločevanje geometrijske vsebine je možno priti ob upoštevanju slikovne strukture, ki je v digitalni sliki zastopana na štirih ravneh (Lemmens, 1996): lokalna in globalna radiometrična struktura, lokalna in globalna prostorska struktura. V bližnji prihodnosti še ne bo bistvenih izboljšav na področju operatorjev, ki omogočajo avtomatizirano izločevanje robov iz digitalne slike ob upoštevanju lokalne radiometrične in prostorske strukture. Razlog je specifičnost lokalne ravni, ki vsebuje preveč kompleksnih parametrov, ki določajo slikovne nepravilnosti, da bi jih natančno definirali. Pričakovan je intenziven razvoj robovnih operatorjev z upoštevanjem globalne prostorske strukture in specifične informacije o obliki in velikosti objekta.

Fotogrametrični podatki, bodisi izvorni ali izvedeni, predstavljajo signifikantni delež v GIS-ovi bazi podatkov. Najbolj znana izdelka digitalne fotogrametrije sta DMR (digitalni model reliefa) in DOF (digitalni ortofoto). DOF-u narašča uporabnost z razvojem avtomatiziranega izločevanja geometrične vsebine iz digitalnih slik. Z razvojem 2D-GIS-a, ki poteka v smeri 2.5D in 3D-GIS-a, pričakujemo povečano povpraševanje po 3D-fotogrametričnih podatkih.

Interdisciplinarnost fotogrametrije zasledimo tudi na drugih področjih. Nekako istočasno z nastankom digitalne fotogrametrije se je pojavil GPS, ki se je v aerofotogrametriji uporabljal za merjenje položaja kamere in terenskih točk. Integracija GPS-ja v kombinaciji z visoko preciznimi aerokamerami tem omogoča visoko gibljivost, hkrati pa zmanjšajo potrebo po visoki natančnosti izmerjenih terenskih točk (Schwarz, 1995). Študije, testi in analize so pokazale, da zahtevani položajni natančnosti in natančnosti smeri zadostijo cenovno ugodni sistemi s standardno strojno opremo. Natančnost se giblje od 0,1-0,2 stopinje v smeri in 1-2 m v položaju.

Vzporedno z uporabo GPS-ja in obdelavo digitalnih slik so se v fotogrametriji začele razvijati nove tehnike za zajem slikovnih podatkov. Razvoj CCD-kamer (Charge Coupled Device) je predvsem v bližnji slikovni fotogrametriji dosegel operativno raven. V aerofotogrametriji se uporabljajo predvsem analogni posnetki, ki so izdelani z visoko kakovostnimi aerokamerami. Te predstavljajo izpopolnjene avtomatizirane sisteme, ki v določeni konfiguraciji lahko delujejo samostojno brez operaterja (RMK TOP Aerial Survey Camera System - Zeiss, 1995). Za pretvorbo analognih posnetkov v digitalne se v fotogrametriji uporabljajo skanerji z visoko geometrično resolucijo, ki pa dosegajo tudi visoko ceno. V smislu iskanja cenejših možnosti so bile narejene kakovostne analize za aplikativnost DTP-skanerjev (DeskTop Publishing). Rezultati analiz kažejo, da je z DTP-skanerji možno ob ustrezni geometrični kalibraciji doseči natančnost od 4-7 m (Baltasavias, Waegli, 1996).

Porast avtomatizacije ob podpori intenzivnega razvoja sodobne tehnologije ter interdisciplinarne povezanosti različnih strok je očiten in omogoča:

- gospodarnost
- odpravo napak in pogrškov
- zmanjšanje časa izdelave
- povečanje natančnosti izdelkov in s tem izboljšavo njihove kakovosti
- kontrolo kakovosti
- racionalizacijo postopkov, kar najpogosteje pogojuje prehod na novo tehnologijo
- izbiro tehnologije, ki je cenovno dostopna
- enostaven način uporabe postopkov – tudi za nestrokovnjaka
- širok spekter aplikativnosti
- odprtost postopkov za njihovo nadgradnjo in izpopolnitev
- integracijo postopkov v sektorske informacijske sisteme itd.

Digitalna tehnologija prodira skoraj na vsa področja našega življenja. V fotogrametriji razvoj na področju računalništva povzroča metodološke spremembe pri reševanju klasičnih fotogrametričnih postopkov orientacije in pri izdelavi DMR-ja in DOF-a. Izdelava grafičnih izdelkov, kot so digitalne karte in načrti, privzema novo metodologijo avtomatiziranega izločevanja geometrične vsebine iz digitalnih slik. Zasedimo močno interdisciplinarno povezanost različnih strok, kar še dodatno povečuje avtomatiziranost postopkov.

Literatura:

- Heipke, C., *Automation of interior, relative and absolute orientation. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 52, 1997, str. 1-19
- Lemmens, M.J.P.M., *Structure-based edge detection. Delineation of boundaries in Aerial and Space Images. Technical University Delft, 1996*
- Baltsavias, E.P., Waegli B., *Quality analysis and calibration of DTP scanner. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. Vol. XXXI, Commission I, Working Group 5, Vienna, 1996*
- Schwarz, K.P., *Integrated airborne navigation systems fot photogrammetry. Photogrammetric Week' 95, str. 139-153*
- RMK TOP - Zeiss, *Photogrammetric Week' 95 - prospekti*

Kajla Oven
Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG, Ljubljana

Prispelo za objavo: 1997-06-18

Obisk na Deželnem uradu za geodezijo dežele Saške

V okviru 80. nemškega geodetskega dneva, ki je bil v Dresdnu od 25. do 27. septembra 1996, z naslovom Geodezija - most prek meja, je skupina geodetov iz Slovenije, v organizaciji Fakultete za gradbeništvo in geodezijo, Oddelka za geodezijo (glavni organizator prof.dr. F. Vodopivec), med drugim obiskala tudi Deželni urad za