

NOVI KOMERCIALNI VISOKORESOLUCIJSKI SATELITSKI SISTEMI

Mihaela Triglav, univ. dipl. inž. geod.*

Izvleček

*Ključne besede:
daljinsko zaznavanje,
visokoresolucijski
satelitski sistemi*

Članek prikazuje značilnosti trenutno delujočih in planiranih visokoresolucijskih satelitskih sistemov. Prikazani so njihova prostorska ločljivost, spektralni pasovi snemalnega sistema, namen idr. Med komercialnimi visokoresolucijskimi satelitskimi sistemi je kar velika izbira. Komercialni satelit z največjo prostorsko ločljivostjo (0,61 metra) je trenutno QuickBird, ki je povzročil padec cen ostalih visokoresolucijskih komercialnih satelitskih sistemov. V članku so poleg njega opisani še Spot 5, OrbView 3, Rocsat 2, Eros ter na kratko tudi Ikonos (več o njem glej v prejšnjem članku).

1. UVOD

Do nedavnega potencialni uporabniki visokoresolucijskih satelitskih sistemov s prostorsko ločljivostjo nekaj metrov in manj niso imeli izbire pri naročanju, ker jim je takšne izdelke ponujal samo Ikonos (1-metrška prostorska ločljivost na pankromatskem območju). V maju letošnjega leta (2002) pa je družba DigitalGlobe ponudila komercialnim uporabnikom še QuicBird, ki ima še boljšo prostorsko ločljivost - 0,61 metra v pankromatski tehniki. Konec tega leta pa lahko pričakujemo tudi prvi evropski visokoresolucijski satelitski sistem Spot 5 s prostorsko ločljivostjo v pankromatski tehniki 2,5 metra. Na trgu je že Eros-A1 s prostorsko ločljivostjo 1,8 metra, ki pa snema le v pankromatski tehniki. Na izstrelitev čakajo še OrbView 2, Erosi serije B in ROCSAT 2. Zadnji bo namenjen le uporabi na Tajskem, zato zdajšnjim ne bo konkurenčen.

2. SPOT 5

V februarju 1986 so izstrelili prvi satelit iz družine SPOT. Imel je prostorsko ločljivost 10 metrov v pankromatski tehniki in 20 metrov v multispektralni tehniki. Ta satelit se je že štela med visokoresolucijske satelitske sisteme. Spot 2 je bil izstreljen v januarju leta 1990, Spot 3 pa eno leto kasneje (septembra 1993). Od teh treh satelitov delujeta samo še prva dva, tretji pa je ugasnil po predvideni življenjski dobi satelita.

V marcu 1998 so izstrelili še Spot 4. Prostorska ločljivost vseh štirih satelitskih sistemov je enaka. Med sabo se razlikujejo po dodatnih možnostih snemanja. Program Spotov večinoma razvijajo in financirajo v Francoski vesoljski agenciji (Centre National d'Etudes Spatiales - CNES), pomagala pa jim je tudi Evropska skupnost in nekatere države te skupnosti. Vsak satelit nosi na krovu dva visokoresolucijska snemalna sistema HRVIR (High Resolution Visible and Infrared) (<http://spot5.cnes.fr>).

Spektralni pasovi	Spot 1, 2, 3 [μm]	Spot 4 [μm]	Spot 5 [μm]
multispektralni	0,50–0,59	0,50–0,59	0,50–0,59
	0,61–0,68	0,61–0,68	0,61–0,68
	0,79–0,89	0,79–0,89	0,79–0,89
SWIR*		1,58–1,75	1,58–1,75
pankromatski	0,51–0,73	0,61–0,68	0,51–0,73

*Tabela 1: Primerjava spektralnih pasov Spotov (<http://spotimage.fr>). * SWIR (Shortwave Infrared) je bližnje infrardeče spektralno območje.*

Na kratko bomo opisali še Spot 4, ker je zelo podoben Spotu 5. Ta satelit ima daljšo življenjsko dobo kot njegovi predhodniki (pet let in več, prejšnja življenjska doba je bila 3 leta in več). Poleg dveh snemalnih sistemov HRVIR nosi na krovu še poseben sistem za specialno snemanje vegetacije. Sistem Vegetation je sistem srednje prostorske ločljivosti 1 kilometra in s širino pasu snemanja 2250 kilometrov. Tako lahko v enem dnevu posname vso vegetacijo sveta. Sistem Vegetation snema v enakih spektralnih območjih kot sistema HRVIR ter uporablja enak referenčni sistem, zato so posnetki neposredno primerljivi. Sistem HRVIR snema pas širine 60 km, ker imamo na krovu dva sistema, lahko naenkrat pokrijeta pas širine 120 km.

V letošnjem maju pa je začel delovati že peti Spot - Spot 5. Izdelali so ga zaradi kontinuitete zagotavljanja kakovostnih visokoresolucijskih posetkov naročnikom. Na krovu ima izboljšan snemalni sistem HRVIR ter Vegetation sistem, enak tistemu na Spot 4. Prostorsko ločljivost satelita so izboljšali na 10 m v multispektralnem območju in 2,5 do 5 metrov na pankromatičnem in bližnjem infrardečem območju. To visoko ločljivost 2,5 metra dobijo s sistemom Supermode, ki simultano posname dve sliki ločljivosti 5 metrov istega območja in ju združi ter z obdelavo dobi ločljivost 2,5 metra. Na krovu imajo tudi HRS (High Resolution Stereoscopic) - visokoresolucijski stereo sistem, ki deluje v pankromatski tehniki. Ta sistem omogoča izdelavo stereoparov z nagibanjem snemalnega sistema naprej in nazaj v smeri leta satelita.

Brez oslonilnih točk na tleh, lahko doseže Spot 5 planimetrično natančnost orientacije scene v prostoru boljšo od 15 metrov. Višinska natančnost DMR-ja, ki ga tudi izdelujejo, pa je 10 metrov.

Cela družina satelitov Spot leti na višini 830 kilometrov, na sončno sinhroni orbiti. Sončno sinhrona orbita omogoča satelitu, da le-ta vedno prečka neko

območje Zemlje ob istem sončevem času in tako zagotavlja primerljive pogoje snemanja ob vseh letnih časih in na vseh območjih snemanja. Teoretično lahko s sateliti pred Spot 5 izdelamo stereoposnetke nekega območja z istočasnim snemanjem istega območja z dveh satelitov na različnih orbitah, kar nam omogočajo enake prostorske ločljivosti in spektralni pasovi satelitov.

Posnetke lahko naročamo vnaprej ali pa si jih izberemo iz množice že posnetih Spotovih posnetkov, ki jih lahko izberemo v arhivu Sirius (<http://www.spotimage.fr/home/sirius/welcome.htm>). Spot 5 nam ponuja surove posnetke, ortorektificirane posnetke in DMR.

3. QUICKBIRD

Po neuspešnem lansiranju QuickBirda 1 v novembru 2000 so v oktobru 2001 utirili v orbito QuickBird 2. To je visokoresolucijski satelitski sistem ameriške družbe DigitalGlobe. Po kalibraciji in preizkusnem roku so satelit predali v komercialno uporabo v aprilu 2002. Njegova življenjska doba je 5 let.

QuickBird lahko doseže na pankromatskem spektralnem območju ločljivost od 61 do 72 centimetrov in na multispektralnem od 2,44 do 2,88 metra. Različno ločljivost dosežemo pri različni nagnjenosti snemalne osi od nadira. Prav tako je od te nagnjenosti odvisna širina snemalnega pasu, ki je 16,5 ali 20,8 kilometra pri 25-stopinjski nagnjenosti. (<http://www.digitalglobe.com>).

Satelit leti na višini 450 km na sončno sinhroni orbiti.

Tabela 2: Spektralni pasovi QuickBirdovega snemalnega sistema. NIR je bližnji infrardeči spektralni pas. Prvi štiri multispektralni pasovi so enaki kot pri Landsatu.

Spektralni pasovi		QuickBird [μm]
multispektralni	moder	0,450–0,520
	zelen	0,520–0,600
	rdeč	0,630–0,690
NIR	NIR	0,760–0,900
pankromatski		0,450–0,900

Visokoresolucijski senzor BGIS 2000 (Ball Global Imaging Sistem) je za QuickBird izdelala družba Ball Aerospace & Technologies. Na QuickBirdu 1 je bil tak senzor s prostorsko ločljivostjo 1 metra, za QuickBird 2 pa so ločljivost še izboljšali.

BGIS 2000 je sestavljen iz dveh delov:

- BHRC 60 (Ball High Resolution Camera 60) - visokoresolucijska kamera. Sestavlja jo vrstični skener,

- BCP 2000 (Ball Commercial Platform) - nosilec snemalnega sistema, ki sistemu omogoča hitre zasuke na ciljna območja snemanja in stabilno orbito, ki jo lahko zelo natančno določimo.

Brez oslonilnih točk na tleh lahko doseže QuickBird planimetrično natančnost orientacije posnetkov v prostoru boljše od 23 metrov (<http://spaceflightnow.com>).

Posnetke lahko naročimo prek posrednikov ali neposredno na DigitalGlobe. Lahko naročamo Basic Imagery, kjer dobimo še dokaj surove posnetke, ki so popravljeni za napake senzorja, radiometrične distorzije, ostalo pa lahko določimo sami z modelom kamere, ki nam ga podajo. Že obdelani posnetki so Standard Imagery. Lahko pa dobimo tudi že orto izdelke, ki jih lahko uporabimo brez predhodne obdelave.

DigitalGlobe namerava v prihodnosti še sodelovati z Ball Aerospace & Technologies in bo v začetku leta 2006 iztretil prvi satelit M5 iz serije štirih satelitov M5, ki bodo utirjeni v orbito do konca leta 2007. Ta skupina satelitov bo imela iste karakteristike kot QuickBird in bo njegovo delo tudi nasledila.

4. ORBVIEW 3

V septembru letošnjega leta bodo Američani iztretili še OrbView 3 družbe OrbImage (<http://spaceflightnow.com/tracking/index.html>). Utirili naj bi ga na višino 470 kilometrov. Zajel pa bo pas širine 8 kilometrov. To bo satelit s podobnimi karakteristikami kot Ikonos. Pankromatska prostorska ločljivost bo 1 meter, multispektralna pa 4 metre.

Spektralni pasovi		OrbView 3 [μm]
multispektrali	moder	0,450–0,520
	zelen	0,520–0,600
	rdeč	0,625–0,695
	NIR	0,760–0,900
pankromatski		0,450–0,900

Tabela 3: Spektralni pasovi OrbView 3 snemalnega sistema. NIR je bližnji infrardeči spektralni pas.

OrbView 3 je četrti satelit s tem imenom, pred njim je bil lani neuspešno iztrejen OrbView 4. Pred njima pa sta bila še v letu 1995 izstreljen OrbView 1 s prostorsko resolucijo 10 kilometrov in v letu 1997 izstreljen OrbView 2 s prostorsko resolucijo 1 kilometra. OrbView 2 je predvsem namenjen spremljanju morskih in obmorskih območij.

5. ROCSAT 2

V letu 2003 bodo izstrelili tudi tajski visokoresolucijski satelit ROCSAT 2, ki naj bi dosegel v pankromatski tehniki 2-metrsko prostorsko ločljivost. Izstrelili naj bi ga v Ameriki. Namenjen je daljinskemu zaznavanju oceanov in zemeljskih mas na Tajskem. Njegova sončno sinhrona orbita je planirana za višino 890 kilometrov. Razvijajo ga v NSPO (National Space Program Office) na Tajskem (www.spaceandtech.com/digest/flash2001/flash2001-045.shtml).

6. EROS

Prvi mednarodni delujoči visokoresolucijski satelit iz ImageSat International (ISI) je Eros-A1. Izstreljen je bil v decembru leta 2000 in ima prostorsko ločljivost v pankromatski tehniki 1,8 metra. To je prvi satelit iz serije osmih satelitov Eros (Earth Remote Observation System); dveh iz serije A in šestih iz serije B. Izdelavo satelita Eros-A2 so prekinili, ker bodo nadaljevali s sateliti iz serije B. Prvega iz serije B - Eros B1 - naj bi utirili v orbito v letu 2003. V letih 2004 in 2005 bodo sledili še preostali štirje sateliti iz serije Eros (<http://www.imagesatintl.com>). Sateliti iz serije B bodo imeli prostorsko ločljivost v pankromatski tehniki 0,82 metra, kar jih bo postavilo ob bok QuickBirdu (http://www.satellus.se/eros/imagenet/satellites.asp#eros_b).

Na krovu satelitov je snemalni sistem, ki so ga izdelali v Izraelu in njegova tehnologija deloma temelji na tehnologiji Izraelskih vohunskih satelitov (Qfeq). Snemalni sistem ima vrstični skener - CCD (Charge Coupled Device) senzorji - v goriščni ravnini fotoaparata. Eros A1 leti na sončno sinhroni orbiti na višini 480 kilometrov. Širina posnetka Eros-A1 je 12,5 kilometra. Njegova predvidena življenjska doba je 7 let.

Satelit Eros-A1 nam ponuja samo pankromatske izdelke v spektralnem pasu 0,5-0,9 mm, ki jih lahko naročimo iz arhiva ali pa kot nova snemanja. Naročimo lahko izdelke A0 - podatki dobljeni direktno s satelita, A1 - radiometrično popravljene surovi podatki, A2 - radiometrično in geometrično popravljene podatki, lahko pa naročimo tudi detajlno obdelane podatke, kot so ortorektificirani posnetki. Lahko naročimo tudi stereo posnetke. Izdelke Eros-A1 lahko naročimo prek posrednikov ali ImageSat Central Archive System (www.imagesatintl.com).

Sateliti iz serije B bodo imeli veliko daljšo predvideno življenjsko dobo, minimalna bo kar deset let. Prav tako kot vsi ostali visokoresolucijski sateliti bodo tudi ti utirjeni na sončno sinhrono orbito nekje na višino 600

kilometrov. Na krovu bodo nosili snemalni sistem s senzorji CCD/TDI (Time Delay Integration), ki bodo omogočali snemanje pankromatskih in multispektralnih posnetkov na spektralnem pasu 0,5-0,9 mm. Širina snemalnega pasu bo predvidoma 13 kilometrov.

Velika prednost Erosovih satelitov je njihova sposobnost velikih zasukov stran od nadirja - tudi do 45 stopinj. Zato lahko ob enem preletu opravi veliko snemanj območij, prav tako pa lahko izdelava stereo posnetke nekega območja.

7. IKONOS

O Ikonosu smo veliko že povedali v prejšnjem članku, za primerjavo bomo tu zapisali samo še njegove spektralne pasove.

Spektralni pasovi		Ikonos [μm]
multispektralni	moder	0,450-0,530
	zelen	0,520- 0,610
	rdeč	0,640-0,720
	NIR	0,770-0,880
pankromatski		0,450-0,900

Tabela 4: Spektralni pasovi Ikonosa

8. ZAKLJUČEK

Izdelki opisanih visokoresolucijskih satelitov so zelo primerni za kartografsko uporabo in detajlne analize rabe prostora. Ob znižanju cen bodo postali konkurenčni cikličnim aerosnemanjem, še predvsem QuickBird, katerega prostorska ločljivost se le za 11 centimetrov razlikuje od "prostorske ločljivosti" digitalnih ortofoto načrtov, ki je 0,5 metra. Vendar pa znižanja cen QuickBirda vsaj do vzpostavitve satelitov Eros B ni pričakovati, saj zaenkrat nima konkurence. Skupino satelitov M5 razvijajo lastniki QuickBirda in jim zato ne bo konkurenčna.

Na področju visokoresolucijskih satelitov vodijo Američani z najboljšo prostorsko ločljivostjo. Ostali ponudniki takih storitev na področju visoke prostorske ločljivosti še zaostajajo za njimi.

Viri:

Internetne strani:

<http://spot5.cnes.fr>

<http://spotimage.fr>

<http://www.spotimage.fr/home/sirius/welcome.htm>

<http://www.digitalglobe.com>

<http://www.ballaerospace.com>

<http://spaceflightnow.com>

<http://spaceflightnow.com/tracking/index.html>

<http://www.spaceandtech.com/digest/flash2001/flash2001-045.shtml>

<http://www.imagesatintl.com>

http://www.satellus.se/eros/imagenet/satellites.asp#eros_b