

CENTER ZA DALJINSKO ZAZNAVANJE

Rešitve za hitro pridobivanje točnih
in zanesljivih tematskih prostorskih
podatkov za učinkovito upravljanje
z naravnim in urbanim okoljem



VESOLJE.SI



ZRC SAZU

Avtorji

dr. Žiga Kokalj; e: ziga.kokalj@zrc-sazu.si

dr. Krištof Oštir; e: kristof.ostir@space.si

dr. Tatjana Veljanovski

dr. Aleš Marsetič

mag. Andreja Švab Lenarčič

Nataša Đurić

Urša Kanjir

Klemen Čotar

Peter Pehani

Zemljo opazujemo že od 1995

Center za daljinsko zaznavanje je vodilna raziskovalna skupina za daljinsko zaznavanje v Sloveniji. Sestavlja jo devet zelo izkušenih in visoko motiviranih strokovnjakov s povprečno starostjo 35 let. Od tega je skoraj polovica žensk, pet je doktorjev znanosti in ena doktorska študentka. Skupina izvaja temeljne in aplikativne projekte, ki jih financirajo nacionalna in tuje raziskovalne agencije, Evropska vesoljska agencija, Evropska komisija, Medameriška banka za razvoj ter ministrstva, agencije, občine in podjetja.

Ukvarjamo se z izzivi samodejne registracije in ortorektifikacije satelitskih posnetkov, radiometrične predobdelave posnetkov, obdelave in prikaza lidarskih podatkov, napredne klasifikacije in zaznave sprememb, uporabe tehnik strojnega učenja in objektnega modeliranja. Poleg tega izdelujemo in statistično analiziramo prostorske spremenljivke, ki so pomembne za okoljsko modeliranje, ter raziskujemo tehnike kognitivne kartografije in modeliranja naravne in kulturne pokrajine. Razvili smo procesno verigo za samodejno obdelavo satelitskih posnetkov STORM, ki iz surovega posnetka popolno samodejno pripravi tematske izdelke, dostopne prek spleta.

V dobrih dvajsetih letih smo tehnike daljinskega zaznavanja uporabili v številnih aplikacijah, od hitrega kartiranja in opazovanja naravnih nesreč, pridobivanja sloja pokrovnosti in zaznavanja sprememb v različnih tipih pokrajin, modeliranja temperature tal in zraka, zaznavanja vodnih teles, do zagotavljanja podatkov za kmetijstvo in gozdarstvo ter modeliranja biofizikalnih parametrov. Primeri naštetih aplikacij so prikazani na naslednjih straneh.



Krištof Oštir in Žiga Kokalj

Ljubljana, Januar 2016

Samodejna obdelava satelitskih posnetkov



Uporabnost

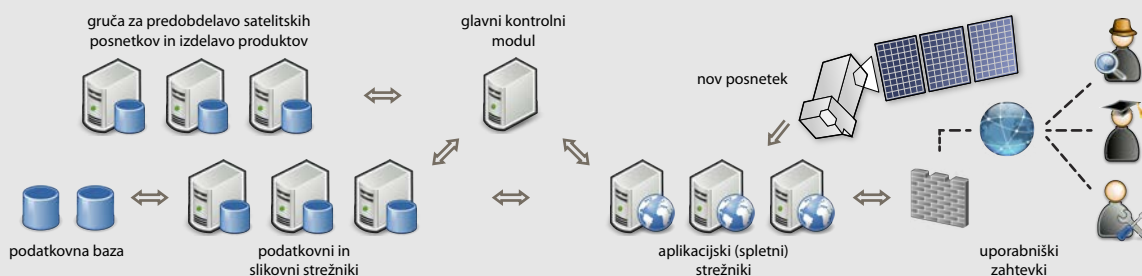
- samodejna izdelava ortoposnetkov, ki so alternativa letalskim posnetkom, iz optičnih satelitskih posnetkov srednje, visoke in zelo visoke ločljivosti
- samodejna priprava tematskih kart
- sledenje sezonskim pojavom in nenadnim spremembam

Prednosti in koristi

- bistveno večja hitrost obdelave satelitskih posnetkov
- hitra samodejna interpretacija, s čimer posnetki postanejo zanimivi za gozdarstvo, kmetijstvo, varstvo pred naravnimi nesrečami, vodarstvo, biologijo, zavarovalništvo
- avtonomnost obdelave posnetkov ter njihova vedno večja količina omogočata sprotno spremljanje kateregakoli pojava na zemeljskem površju

Želja vsakega strokovnjaka s področja daljinskega zaznavanja je, da bi bilo možno satelitske podatke obdelati samodejno. Naša *procesna veriga STORM* je prvi korak k uresničitvi te želje. Veriga popolnoma samodejno izvede vse korake, ki pripeljejo od t.i. surovega optičnega satelitskega posnetka do tematskih kart, ki so prek spleta dostopne končnemu uporabniku.

Pri tem zagotavljamo pravilen položaj satelitskega posnetka ter popravljamo atmosferske in topografske vplive, ki so posledica razlik v pogojih v času zajema. Posnetek nato interpretiramo, tako da postane preprosto berljiv za strokovnjake z različnih področij.



Samodejna obdelava optičnih satelitskih posnetkov (procesna veriga STORM) znatno izboljša dostopnost hitrih in natančnih prostorskih informacij o okolju ter je eden izmed ključnih gradnikov ostalih sistemov, kot je na primer hitro kartiranje v primeru naravnih nesreč.

Geometrični popravki

Uporabnost

- samodejna izdelava ortoposnetkov (ki so lahko alternativa letalskim posnetkom) iz optičnih satelitskih posnetkov srednje, visoke in zelo visoke ločljivosti

Prednosti in koristi

- šele po opravljenih geometričnih popravkih je možna umestitev satelitskega posnetka v izbran koordinatni sistem in prostorska primerljivost z ostalimi (prostorskimi) podatki
- samodejna obdelava (v okviru procesne verige STORM)

Surov satelitski posnetek je zaradi različnih vplivov popačen; na to vplivajo gibanje satelita, optika senzorja, višina, hitrost in usmerjenost platforme, vrtenje in ukrivljenost Zemlje ter izoblikovanost reliefa. Z geometričnimi popravki vse te vplive odpravljamo.

Če posnetek ni geometrično popravljen, je za kartiranje, interpretacijo ali analizo tako rekoč neuporaben. Nasprotno pa je vsaka celica popravljenega posnetka, t.i. ortorektificiranega posnetka, »geometrično zanesljiva«. To pomeni, da so meritve na takšnem posnetku praktično enake meritvam na zemeljskem površju.



Pomemben del samodejnega postopka geometričnih popravkov je samodejno določanje oslonilnih točk. Poteka s slikovno primerjavo na referenčne podatke o cestah (levo). Na sliki na sredini je surov posnetek območja ob Dravi, na desni pa ortorektificiran posnetek. Vidna sta zasuk in premik reliefa.

Atmosferski in topografski popravki

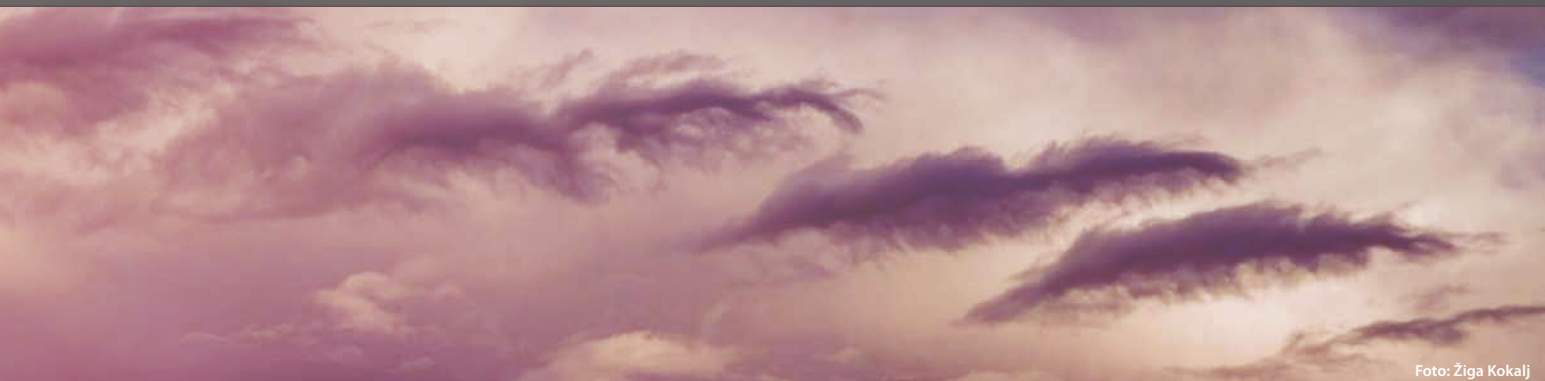


Foto: Žiga Kokalj

Uporabnost

- priprava atmosfersko in/ali topografsko popravljenih satelitskih posnetkov srednje, visoke in zelo visoke ločljivosti
- neposredna primerjava posnetkov istega ali različnih senzorjev

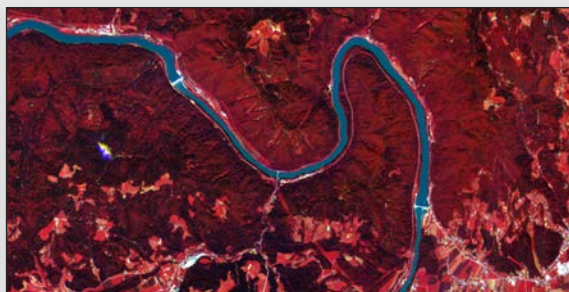
Prednosti in koristi

- mnogo boljša časovna in prostorska primerljivost posnetkov
- kakovostnejša interpretacija
- samodejna obdelava (v okviru procesne verige STORM)
- po opravljenih atmosferskih popravkih vrednosti satelitskega posnetka predstavljajo odbojnosti površja
- šele s tako popravljenimi posnetki je možno sledenje spremembam v okolju

Vrednosti, zabeležene v surovem satelitskem posnetku, niso povsem pravilne zaradi različnih vplivov, predvsem vplivov ozračja in reliefa. Vrednosti popravljamo z atmosferskimi in topografskimi popravki, ki so pomemben del t.i. predobdelave satelitskega posnetka.

Z atmosferskimi popravki skušamo odstraniti vplive ozračja. Z njimi odpravljamo meglice in sipanje svetlobe ter ugotavljamo obseg oblakov in lego njihovih senc.

S topografskimi popravki izboljšujemo razlike v osvetlitvi med osončenimi in senčnimi območji na posnetku, ki so posledica razmerja med vpadnim kotom sonca in reliefa.



S topografskimi popravki odpravljamo vpliv terena ter razlike v osvetlitvi na posnetku. Vsebinsko posnetka pridobi videz sploščenega, enakomerno obsijanega površja. Na sliki je primer posnetka RapidEye s prostorsko ločljivostjo 6,5 m, ki prikazuje območje Drave med hidroelektrarnama Ožbalt in Fala.

Spremljanje invazivnih rastlinskih vrst



Foto: Nataša Đurić

Uporabnost

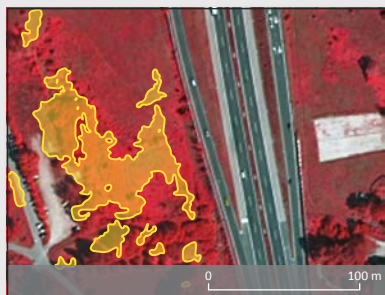
- odkrivanje rastišč tujerodnih invazivnih vrst (zlasti za odkrivanje rastišč japonskega dresnika)
- spremljanje stopnje razraščanja in prizadetosti okolja
- spremljanje učinkovitosti zatiranja

Prednosti in koristi

- visoka natančnost odkrivanja rastišč
- pomoč pri načrtovanju zatiranja
- sočasen pregled celotnega območja občine ali regije

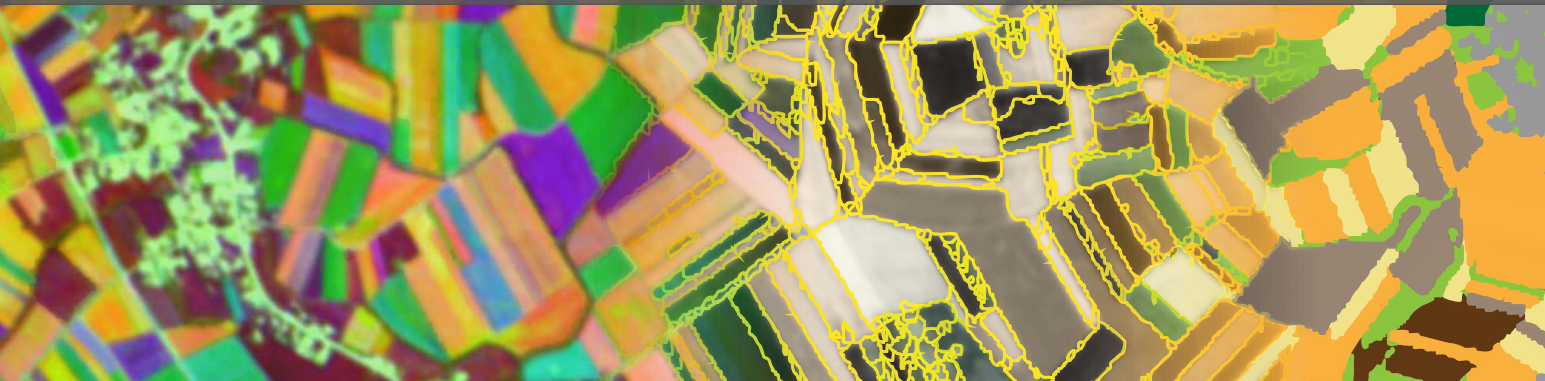
Večkrat slišimo, da je Slovenija evropsko križišče. To ima tudi slabosti, med katerimi je hitro širjenje tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst. Ena najbolj invazivnih vrst je Japonski dresnik, ki ob naših vodotokih, prometnicah in gradbiščih odlično uspeva, vse bolj pa se širi tudi na travnike in njive.

Zasnovali smo inovativno metodo kartiranja njegovih rastišč v vseh fazah razvoja; spremljamo lahko tudi razraščanje in učinkovitost (največkrat neuspešnega) zatiranja. Natančnost odkrivanja rastišč je skorajda 90 %, kar je mnogo bolje od doslej poznanih metod. Večina neodkritih rastišč je bila bodisi premajhnih, da bi jih zaznali ali pa so pod drevesnimi krošnjami.



Najdišča japonskega dresnika ob vzhodni ljubljanski obvoznici in ob Ljubljanici. Japonski dresnik se po Sloveniji hitro širi, ukrepov zatiranja in omejevanja je premalo. Enako velja tudi za druge tujerodne invazivne rastlinske vrste (kanadska zlata rozga, žlezava nedotika...).

Klasifikacija kmetijskih zemljišč



Uporabnost

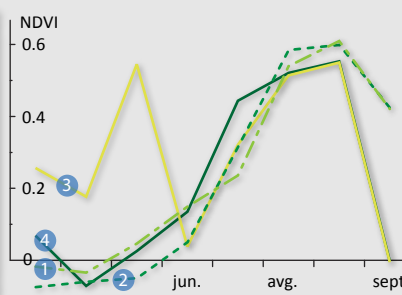
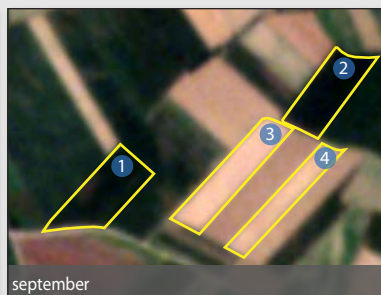
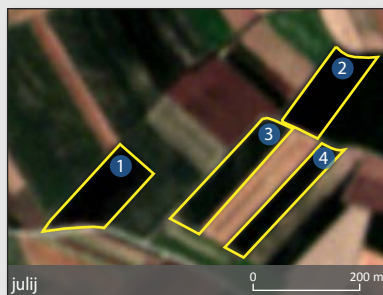
- spremljanje tipa, lokacije, površine in stresa pridelka
- pregledna, pravočasna in jasna informacija o stanju na kmetijskih zemljiščih
- usklajena in produktno usmerjena infrastruktura za opazovanje dinamike pridelkov

Prednosti in koristi

- samodejni postopki zaznave kmetijskih zemljišč
- manj ročne vektorizacije in vizualne interpretacije
- hitra obdelava večjega območja (države)
- vse-sezonski prikaz podatkov
- dodatna, časovna dimenzija podatkov
- večnivojsko delovanje, sprotno učenje, iterativno preverjanje
- napreden in robusten postopek

Daljinsko zaznavanje je v svetu že uveljavljen vir za spremljanje stanja kmetijskih zemljišč, saj priskrbi pregledne, pravočasne in jasne informacije o nekaterih bistvenih kazalnikih.

V Sloveniji se lokacija in razred pokrovnosti kmetijskih zemljišč še vedno določata z vizualno interpretacijo letalskih posnetkov. Takšen postopek je zamuden in za določitev večine vrst poljščin negotov. Zato smo zasnovali metodo za izdelavo kakovostne karte pokrovnosti iz surovih posnetkov, brez posredovanja operaterja. Pri tem so pomembna dodatna informacija podatki o fenoloških fazah rastlinja, dobljeni z uporabo časovnega niza posnetkov.



Spreminjanje rastnih lastnosti na štirih izbranih njivah. Serije satelitskih posnetkov znatno izboljšajo kakovost določitve značilk kmetijskih pridelkov.

Določanje območij neupravičene rabe



Foto: Žiga Kokalj

Uporabnost

- kontrola upravičenosti kmetijskih subvencij
- povečanje učinkovitosti analize tveganja
- usmeritev vizualne in terenske kontrole

Prednosti in koristi

- hitra kontrola večjih površin
- manj terenskih ogledov in boljša usmerjenost terenskih ogledov
- kontrola celotne populacije, ne zgolj vzorca
- določanje neupravičenih kategorij rabe, ki jih z vizualnim pregledom ne moremo preveriti

V Sloveniji se kmetijske subvencije izplačuje za enoto površine zemljišča. Ta zemljišča zato ne smejo vsebovati kategorij rabe, ki niso upravičene do subvencij (npr. zaraščanje, pozidano, gozd).

Pristojne službe kontrolo vizualne interpretacije posnetkov in terenske ogleda opravljajo na vzorcu, ki je določen naključno in z analizo tveganja za kršitev.

Tak način kontrole je zamuden in ne zajema vseh zemljišč. Zato izdelujemo postopek za samodejno identifikacijo nekaj vrst neupravičene rabe. Rezultat bo služil kot pomoč pri vizualni kontroli, v primeru zelo zanesljivih rezultatov pa tudi kot dodaten parameter pri analizi tveganja.



Območja neupravičene rabe moramo na satelitskih ali letalskih posnetkih pravilno identificirati in označiti, da so sredstva za kmetijske subvencije lahko pravilno razdeljena.

-  kmetijsko zemljišče, prijavljeno za subvencijo
-  neupravičeno prijavljeno za subvencijo

Kartiranje posledic naravnih nesreč



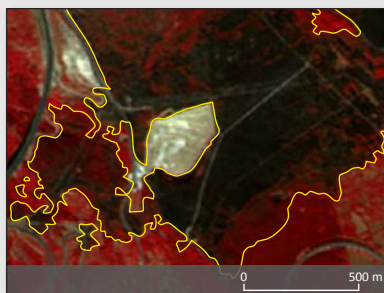
Uporabnost

- situacijske karte večjih območij
- študija dinamike zadrževanja in odtekanja vode na večjem območju
- analiza škode
- priprava načrtov za blaženje, odpravljanje in preprečevanje vplivov ekstremnih naravnih procesov

Prednosti in koristi

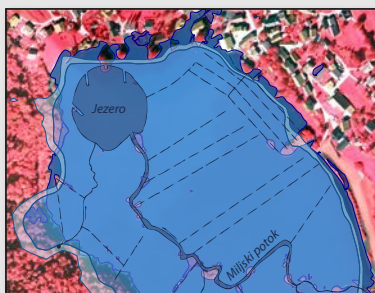
- hitra dostopnost zemljevidov
- časovne serije zemljevidov (spremljanje razvoja nesreče)
- radarski podatki so neodvisni od vremena
- z optičnimi podatki dobimo boljšo prostorsko razprostranjenost pojavov

Mednarodni program Vesolje in velike nesreče združuje največje vesoljske agencije in največje satelitske sisteme, ki v primeru velike naravne ali človeško-pogojene nesreče opazujejo (snemajo) prizadeto območje, na voljo pa dajo tudi arhivske posnetke tik pred nesrečo. Program aktivira lokalni partner – v Sloveniji je to Uprava RS za zaščito in reševanje. Pri vseh dosedanjih slovenskih aktivacijah Programa – Slovenija je sploh prva aktivirala Program takoj po njegovi vzpostavitvi jeseni 2000 – je kot lokalni partner sodeloval Center za daljinsko zaznavanje, ki je opravil kartiranje prizadetih območij in naknadne analize.



Ocena obsega požara pri Črnem Kalu na posnetku RapidEye z ločljivostjo 6,5 m (levo).

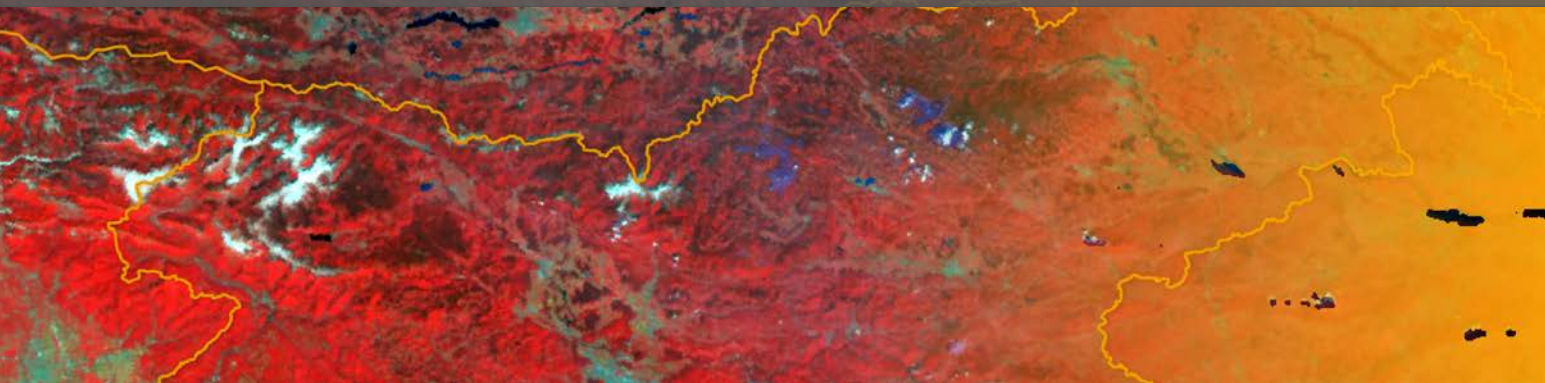
Običajni vodostaj Podpeškega jezera in stanj, kot so jih zaznali različni sistemi v večih dneh ob poplavih septembra leta 2010.



Časovna vrsta zajemov ob poplavih 2010.



Sistem za spremljanje suše



Uporabnost

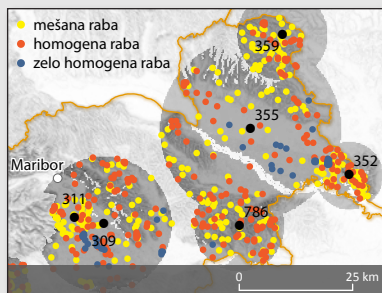
- hitro dostopne karte prostorsko sklenjenih območij sušnih razmer
- karte pojavljanja suše v preteklosti
- analiza pojavljanja suše glede na tip rastja
- načrtovanje namakalnih sistemov

Prednosti in koristi

- sistem je kalibriran za območje Slovenije
- upoštevanje večletne satelitske in meteorološke meritve ter najboljši dosegljivi drugi podatki o prostoru
- natančnost je med 65 in 93 %, glede na tip rastja
- sistem je mogoče razmeroma preprosto nadgraditi z novjšimi detektorji, ki bodo imeli večjo prostorsko, časovno in/ali spektralno ločljivost

Vzpostavljamo sistem za samodejno zaznavo stanja rastja, ki je osnova izgradnje celostnega sistema za prepoznavanje sušnih razmer. Temelji na metodah strojnega učenja, satelitskih in meteoroloških meritvah ter drugih prostorskih podatkih.

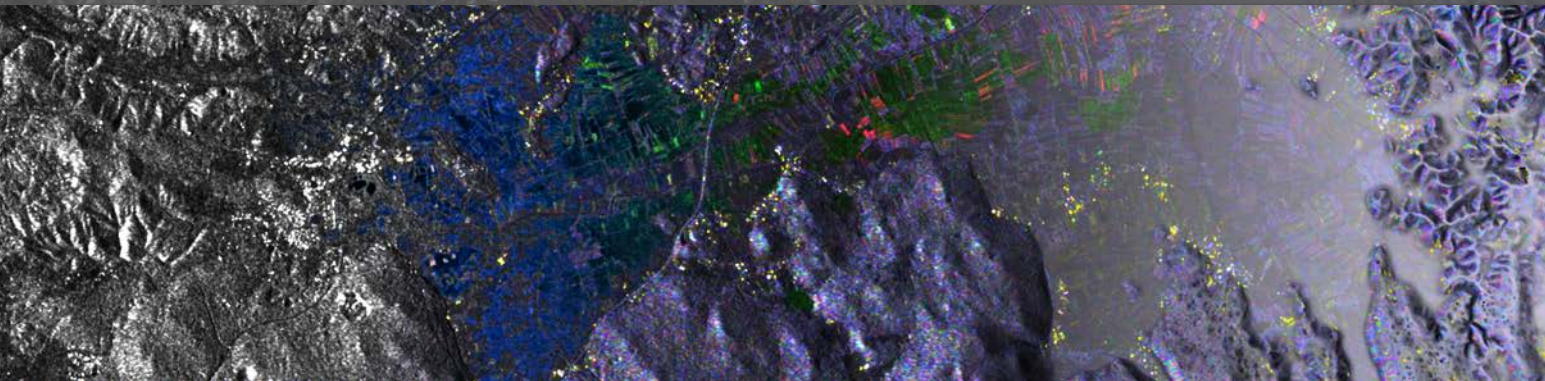
Trenutno podpiramo detektorja MODIS in MERIS, ki sta izhodišče za delo z novimi evropskimi sateliti Sentinel-2 in Sentinel-3. Rezultati so relevantni za območje Slovenije in njeno bližnjo okolico, vendar je metoda zasnovana tako, da je mogoče model preprosto kalibrirati tudi na druge regije z dostopnimi talnimi meritvami in je zlasti primerna za raznolike pokrajine.



Učne točke za kalibracijo sistema samodejne detekcije sušnih stanj (skrajno levo).

Združena slika zaznanih stanj suše v letu 2013, ko je državo prizadela katastrofalna suša (levo).

Kartiranje vodnih teles



Uporabnost

- spremljanje višine gladine in volumna voda
- preverjanje točnosti hidroloških modelov
- opazovanje poplav
- ocenjevanje poplavne ogroženosti

Prednosti in koristi

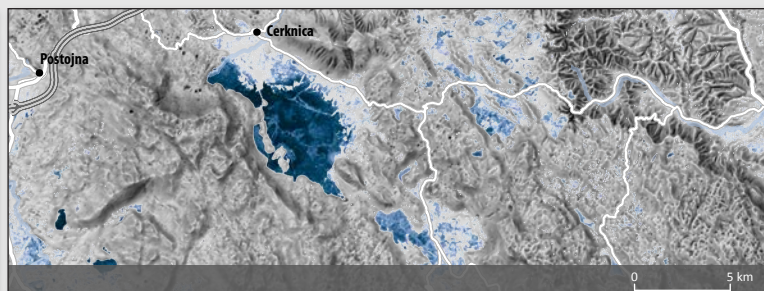
- dnevno in nočno opazovanje
- neodvisnost od vremenskih pogojev
- popolnoma samodejno delovanje
- kratek čas obdelave

Razvili smo sistem opazovanja vodnih teles z radarskimi posnetki satelita Sentinel-1. Zažene se samodejno, takoj ko so na voljo novi podatki. Algoritem zazna vodne površine in pripravi rezultate za prenos. V procesu zaznave in filtriranja z analizo okolice določimo prisotnost vode za vsak slikovni element, pri čemer uporabljamo najnatančnejši dostopen digitalni model reliefa.

Opazovanja za območje Evrope so na voljo vsakih 6 dni (ter vsakih 3 dni ko bosta operativna oba satelita), kar omogoča skoraj neprekinjeno opazovanje obsega vodnih površin in hiter odziv v primeru naravnih nesreč.



Foto: Peter Pehani



Jesensko obilno deževje je leta 2014 povzročilo katastrofalne poplave na obsežnem delu osrednje in zahodne Slovenije. Na sliki skrajno levo so vidne poplave na Planinskem polju in polomljene krošnje dreves zaradi žledoloma spomladi istega leta.

Kumulativna karta zaznanih vodnih površin za osrednjo Slovenijo med jesenskimi poplavami leta 2014 (levo).

Opazovanje gozdov



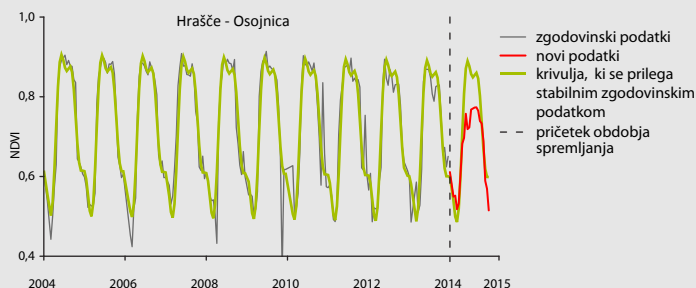
Foto: Žiga Kokalj

Uporabnost

- opazovanje gozdov na velikih območjih
- študija dinamike razvoja in procesov v gozdovih z vegetacijskimi parametri
- analiza stanja sestojev, spremljanje naravnih procesov v vegetaciji in pravočasno zaznavanje škodljivih pojavov
- spremljanje neželenih dogodkov in posledic nesreč ter ocena škode

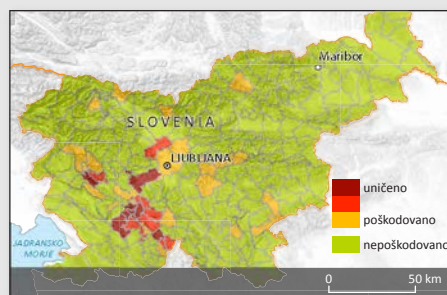
Prednosti in koristi

- hitro pridobivanje zemljevidov stanja gozdov
- časovne serije zemljevidov (spremljanje procesov)
- zgodnje (pravočasno) zaznavanje odstopanj oziroma škodljivih procesov
- vzpostavitev sistema zgodnjega opozarjanja



Satelitska opazovanja zagotavljajo zvezne kvantitativne meritve parametrov gozda in omogočajo sprotno kartiranje stanja, zaznavanje sprememb in zgodnjih trendov razvoja v gozdu. Pridobimo lahko informacije o stopnji fotosinteze, stresa, vsebnosti vlage in drugih biofizikalnih lastnostih rastlin ali ocenjujemo strukturne lastnosti gozdnih sestojev.

Satelitska opazovanja smiselno dopolnjujejo podatke terenskih pregledov pri velikopovršinskem spremljanju gozdov ali na težje dostopnih območjih. Prispevajo k razumevanju odnosov in razpoznavanju procesov v gozdnih ekosistemih, pa tudi k načrtovanju in spremljanju gozdnogospodarskih ukrepov.



Potek vegetacijskega indeksa NDVI za gozdno gospodarsko enoto (GGE) Hrašče - Osojnica (osrednja Slovenija), ki jo je pozimi 2014 prizadel žled. Vegetacijski indeks je izračunan iz podatkov MODIS za desetletno obdobje in je povprečen za območja gozda znotraj posamezne GGE (skrajno levo).

GGE, ki jih je žled leta 2014 najbolj prizadel (levo).

Mestni toplotni otok



Uporabnost

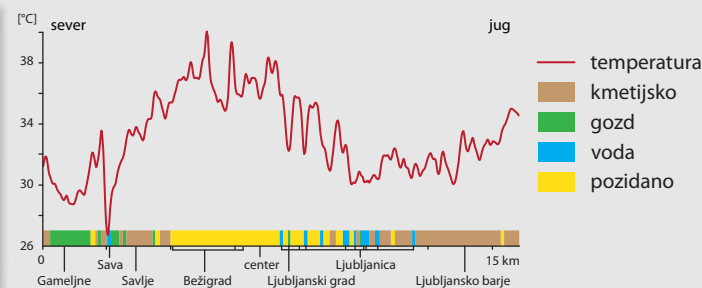
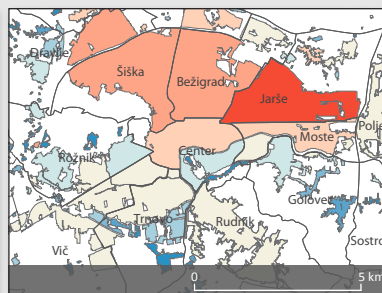
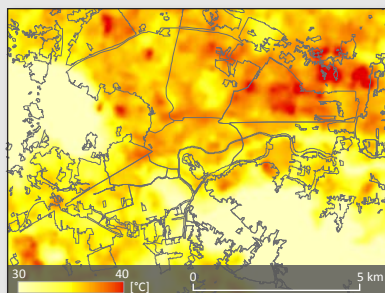
- izdelava zemljevidov vročih točk s katerimi lahko identificiramo najbolj obremenjena območja
- medletne in sezonske časovne primerjave (tudi dnevne in nekaj urne v slabši prostorski ločljivosti)
- izdelava podrobnih zemljevidov temperatur posameznih stavb iz letalskih posnetkov, s čimer omogočimo boljše načrtovanje energetskih sanacij

Prednosti in koristi

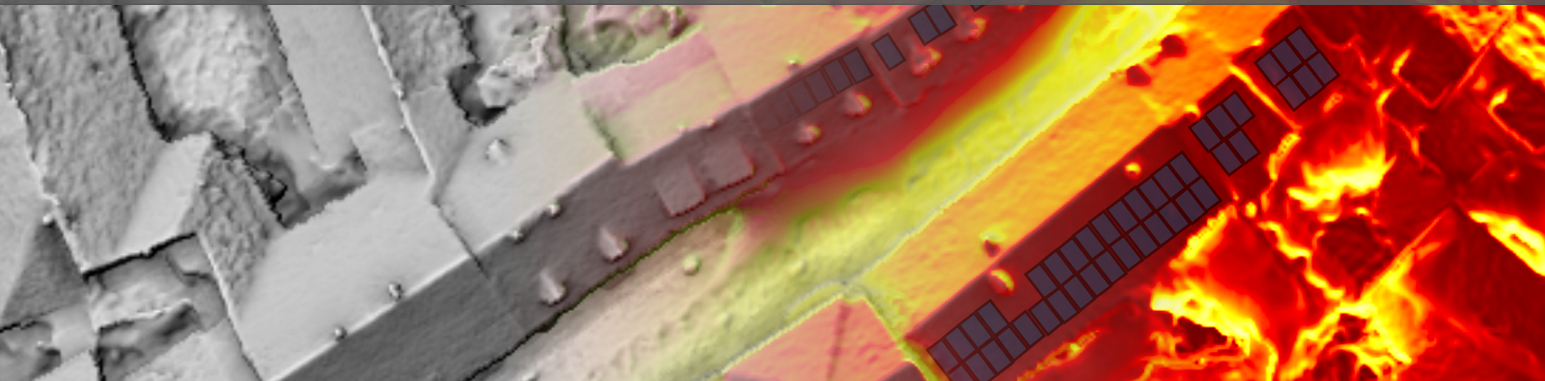
- razmeroma visoka prostorska ločljivost
- zvezna temperaturna razčlenjenost celotnega območja
- omogoča številne podrobne prostorske analize
- prilagodljivost glede na namen opazovanja

Rast povprečne temperature v mestih ima močan vpliv na ljudi, ki v njih živijo. Za ohranjanje kakovosti življenja mora učinkovito načrtovanje mestnih dejavnosti in infrastrukture zato upoštevati pojav mestnega toplotnega otoka in spremljati njegovo stanje.

Temperaturne razlike lahko opazujemo s serijo satelitskih posnetkov. Pri opazovanju Ljubljane smo ugotovili očiten toplotni otok, saj so temperature tal v mestu višje kot na podeželju, pri čemer lahko v vročih poletnih dneh razlike presegajo 10 °C. Najbolj obremenjena so območja večjih industrijskih obratov in nakupovalnih središč.



Modeliranje osončenosti



Uporabnost

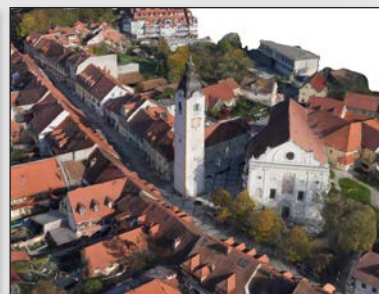
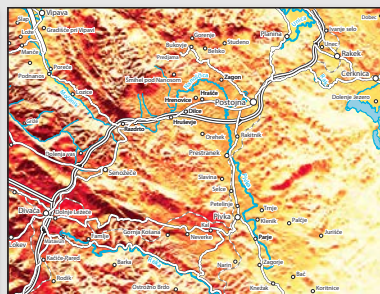
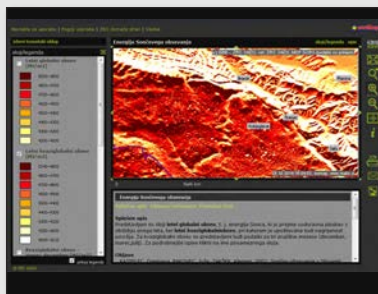
- načrtovanje postavitve sončnih elektrarn
- ugotavljanje donosnosti sončnih elektrarn
- ugotavljanje smiselnosti postavitve sprejemnikov za segrevanje sanitarne vode
- določitev optimalne usmerjenosti sprejemnikov sončne energije

Prednosti in koristi

- izjemno natančni izračuni, tako časovno, kot prostorsko
- izračuni so prilagojeni vsaki stavbi
- modeli upoštevajo rastje in druge elemente, ki vplivajo na osončenost

V Sloveniji se meritve sončne energije opravljajo le na nekaterih meteoroloških postajah. Prostorsko zvezno količino prejete sončne energije za vso Slovenijo smo zato določili z lastnimi algoritmi glede na fizikalne zakone ter detajlne podatke o reliefu in albedu. Tako smo pridobili zemljevide osončenosti po karakterističnih mesecih in za celo leto. Izračunali pa smo tudi optimalne orientacije sončnih celic za posamezne lokacije. Zemljevidi so dostopni na svetovnem spletu.

Za izjemno natančno kartiranje osončenosti uporabljamo napredne algoritme, ki temeljijo na detajlnih modelih stavb.



Zemljevidi osončenosti so dostopni na spletu. Za celo Slovenijo smo modelirali osončenost, ki jo prejme površje. Izdelujemo tudi mnogo bolj natančne modele, kjer je mogoče natančno določiti optimalno lego in usmerjenost sprejemnikov sončne energije na strehi stavbe.

Napreden pomorski nadzor



Foto: Urša Kanjir

Uporabnost

- zaznavanje in označevanje plovil
- klasifikacija plovil
- spremljanje v priobalnih in globokih vodah

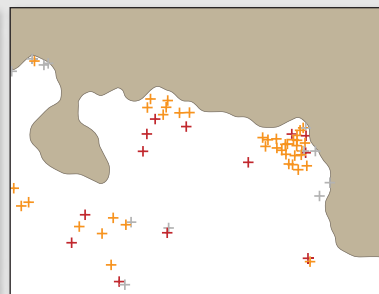
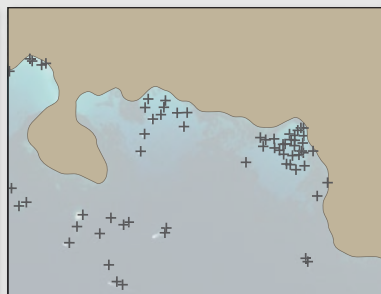
Prednosti in koristi

- učinkovita in univerzalna metoda - deluje na različnih visokoločljivih optičnih posnetkih
- uporablja tako spektralne, kot prostorske značilnosti
- uspešno zaznavanje tudi na razburkanem morju
- izjemno hitro delovanje
- bistveno skrajša čas zaznave in klasifikacije plovil v primerjavi z ročnim zajemom

Zaznavanje plovil iz daljinsko zaznanih podob predstavlja pomemben segment pri zagotavljanju varnosti pomorskega prometa, nadzoru ribolova, opazovanju in preprečevanju naftnih izlivov, pregledu nad nezakonitimi migracijami na morju in podobnim.

Razvili smo preprosto, univerzalno in učinkovito metodo zaznavanja in klasifikacije plovil, ki je zlasti uporabna, ko je treba zagotoviti rezultate v realnem času, kar še posebej velja v primeru opazovanja plovil na morju.

Natančnost zaznavanja na posnetkih različnih sistemov in v raznolikih regijah presega 80 %.



Zaznavanje in razvrščanje plovil na delu posnetka otoka Lampedusa v Italiji. Posnetek s prostorsko ločljivostjo 0,5 m. je 14. julija 2013 zajel satelit GeoEye.

- + ni plovilo
- + malo plovilo
- + srednje veliko plovilo
- + veliko plovilo

Kartiranje neformalnih naselij



Foto: Primož Kovačič

Uporabnost

- izdelava zemljevida območja, brez dolgotrajnega terenskega pregleda
- spremljanje smeri širjenja in zgoščanja neformalnih naselij
- pomoč pri izboljšavi kakovosti življenja prebivalcev

Prednosti in koristi

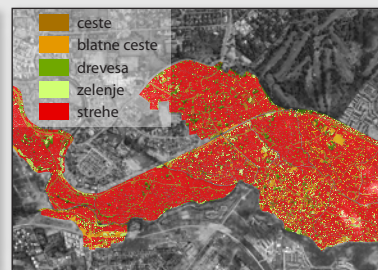
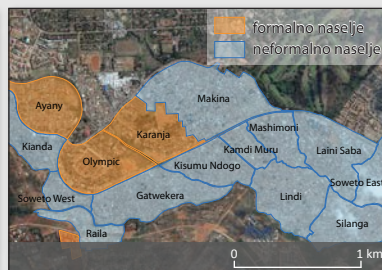
- hitro kartiranje velikega in kompleksnega območja
- spremljanje, načrtovanje in upravljanje neformalnih naselij
- določitev ocene števila prebivalcev brez cenzusa
- opazovanje rasti in/ali nastajanja neformalnih naselij

V neformalnih naseljih (t.i. slumih) so kartografske informacije, če sploh obstajajo, zaradi drastičnega in nepreglednega priseljevanja običajno redke in slabo dostopne. Učinkovito jih lahko izboljšamo ali pridobimo tudi na podlagi analize zelo visokoločljivih satelitskih posnetkov.

S posnetki različnih časovnih obdobjev lahko opazujemo in spremljamo spremembe in širitve naselja ter podamo oceno števila prebivalcev. Tako zbrane prostorske informacije lahko pomagajo pri izboljšanju infrastrukture in socialno-varstvenih storitev v neformalnih naseljih po celem svetu.



Foto: Anuša Pisanec



Kibera (Nairobi, Kenija) je eno največjih neformalnih naselij v Afriki. Na podlagi visokoločljivih posnetkov satelitov GeoEye in QuickBird smo ugotavljali prostorski razvoj med leti 2006 in 2009 ter skupaj z ekipo projekta Map Kibera podali ocene števila prebivalcev.

Opazovanje arheoloških najdišč



Uporabnost

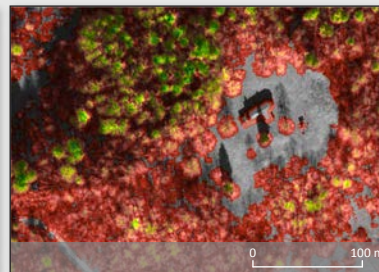
- učinkovita interpretacija podatkov laserskega skeniranja
- zaznavanje in kartiranje ter spremljanje stanja arheoloških najdišč
- lidarski podatki so uporabni tudi v številnih drugih disciplinah, od podrobnega hidrološkega modeliranja in spremljanja stanja gozdov, do modeliranja mest in izdelave topografskih zemljevidov

Prednosti in koristi

- pridobimo lahko izjemno natančne podatke izoblikovanosti reliefa in objektov na njem
- pregled je možen tudi na zelo zahtevnem, na primer strmem in zaraščenem terenu
- naenkrat je mogoče zajeti podatke velikih površin
- terensko delo je mogoče bolj ciljno usmerjati in bolje načrtovati

Zračno lasersko skeniranje (lidar) arheologiji ponuja izjemen potencial, saj poleg poglobljenega razumevanja poznanih najdišč omogoča tudi povsem nov način odkrivanja še nepoznanih. Z ustrezno obdelavo podatkov je namreč mogoče navidezno odstraniti rastje in tako dobiti izdelek, ki prikazuje antropogene objekte, tako moderne kot tiste, ki pripadajo bolj ali manj oddaljeni preteklosti, tudi pod drevesnimi krošnjami.

Osredotočamo se na razvoj in testiranje različnih tehnik in postopkov obdelave lidarskih podatkov ter pripravo ustreznih izdelkov, ki olajšujejo arheološko interpretacijo. Naša orodja (iaps.zrc-sazu.si/en/rvt) pri vsakodnevnem delu uporabljajo v številnih državah, od Kitajske do ZDA.



Na izravnanim vrhu vzpetine s cerkvijo Sv. Helene so bili odkriti rimski naselbinski sledovi. Slike prikazujejo helikopterski ortofoto posnetek, obseg najdišča z ogroženim pobočjem zaradi erozijskega žarišča ter višine dreves v okolici najdišča.

Analiza zgodovinske pokrajine



stanje 1976

stanje 1977

Uporabnost

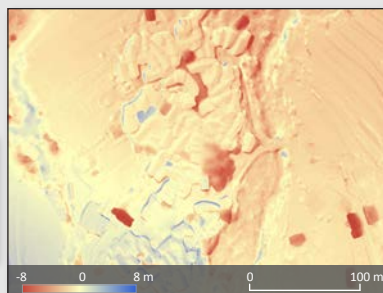
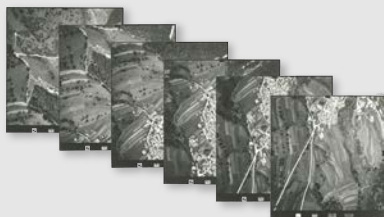
- karakterizacija in razumevanje razvoja pokrajine
- zgodovinska analiza lokacij in dogodkov
- prepoznavanje prikritih arheoloških sledov
- podlaga pri sprejemanju odločitev o prostorskem razvoju
- spremljanje sprememb v visoki prostorski natančnosti
- topografsko kartiranje

Prednosti in koristi

- obstoječ in kakovosten vir zgodovinskih prostorskih podatkov
- arhivi hranijo letalske posnetke za zadnjih 100 let
- snemanje v stereo načinu omogoča izdelavo podrobnih modelov reliefa, tudi za desetletja nazaj
- zgodovinska slika prostora, ki omogoča tudi prostorske izračune pojavov (obseg, lokacija, spreminjanje)

Letalske fotografije so pričeli zajemati iz vojaško-obveščevalnih razlogov, a njihova uporabna vrednost je kmalu preseгла ta strateški okvir.

Danes so zgodovinske letalske fotografije izvirni dokumenti časa, dogodkov in pogosto že minulega videza pokrajine. Vse bolj pomembne so tam, kjer sta predmet zanimanja preteklost in razumevanje razvoja pokrajine ter arheoloških in zgodovinskih ostankov v njej. Posebno mesto imajo pri vse več raziskavah in prinašajo odgovore na številna vprašanja arheologom, zgodovinarjem, urbanistom in naravovarstvenikom.



Serijske letalske posnetke Breginja po prvem potresu leta 1976. S posebnimi metodami obdelave slikovnih podatkov lahko pridobimo izjemno natančne modele nekdanje pokrajine, ki omogočajo metrično primerjavo zgodovinskega stanja z današnjim. Vir vseh posnetkov je Geodetska uprava RS.

CENTER ZA DALJINSKO ZAZNAVANJE

VESOLJE-SI

Aškerčeva 12
SI-1000 Ljubljana

w: space.si

e: office@space.si

ZRC SAZU

Novi trg 2
SI-1000 Ljubljana

t: 01 47 06 495

w: iaps.zrc-sazu.si

e: iaps@zrc-sazu.si

Januar 2016



www.space.si/aplikacije/brosura



Naložba v vašo prihodnost
OPERACIJO DELNO FINANCIRA EVROPSKA UNIJA
Evropski sklad za regionalni razvoj