

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

PROMETNI GEOINFORMACIJSKI SUSTAVI

2010/2011

1

Uvod u GIS

- Uvod
- GIS
- Primjene GIS-a
- Geoprostorni podaci
- GIS operacije
- GIS modeli i modeliranje

3

PROMETNI GEOINFORMACIJSKI SUSTAVI

01. UVOD U GIS

2

Uvod ...

- Geoprostorna tehnologija
 - industrija obrade geoprostornih podataka
 - prostor, Zemlja, visoka tehnologija
 - uz nanotehnologiju i biotehnologiju
 - najpoželjnija zanimanja u području
 - geoinformacijskih sustava - www.careervoyages.gov

4

Uvod ...

- GIS – Geografski informacijski sustav
 - GIS – Gea (grč.) = Zemlja
 - GIS – Informacijski = koji obradom podataka pruža informacije
 - GIS – Sustav = sa svrhom uređeni skup elemenata koji čine cjelinu
- GIS – programski/računalni sustav za obradu prostornih podataka

5

Uvod u GIS

- Uvod
- GIS
- Primjene GIS-a
- Geoprostorni podaci
- GIS operacije
- GIS modeli i modeliranje

7

Uvod

- GIS koriste:
 - kartografija
 - izrada karata, zemljovida
 - geodezija
 - izmjera zemljine površine
 - fotogrametrija
 - tehnika mjerenja pomoću koje se iz fotografskih snimaka izvodi oblik, veličina i položaj snimljenog predmeta
 - daljinsko pronicanje / daljinska istraživanja
 - prikupljanje podataka o Zemljinoj površini i objektima na Zemlji s uređaja smještenih u letjelicama (zrakoplovi, helikopteri, baloni) ili satelitima i tumačenje tako dobivenih podataka
 - prometne znanosti
 - ...

6

GIS

- Geografski informacijski sustav – GIS
 - geoinformacijski sustav / zemljopisni sustav – ZIS
 - programski/računalni sustav kojim se
 - prikupljaju
 - spremaju
 - propituju
 - raščlanjuju i
 - prikazuju
 geoprostorni podaci
 - rukovanje i obrada geoprostornih podataka razlikuje geoinformacijske od ostalih informacijskih sustava
- GIS-T – GIS za transport

8

GIS

- Geoprostorni podaci
 - zemljopisno referencirani podaci
 - opisuju mjesto i obilježja prostornih značajki
 - npr. opis ceste
 - lokacija ceste
 - » kuda prolazi cesta ili gdje je smještena
 - obilježja / atributi ceste
 - » naziv, duljina, ograničenje brzine, smjer

9

Sastavnice GIS-a ...

- Sastavnice potrebne za rad GIS-a
 - sklopovska oprema – hardware
 - računalo – stolno ili radna stanica – za obradu podataka
 - operacijski sustav – Windows, Linux, UNIX
 - video zaslon – za prikaz podataka
 - digitalizator i/ili skener za digitalizaciju i unos prostornih podataka
 - GPS i telekom uređaj – za terenski rad
 - tiskalo i crtač – za tvrde preslike prikazanih podataka

11

GIS



Primjer geoprostornih podataka za ulicu

Naziv ulice: Plominska
 Krajnja točka 1: 45°48'41.00"N, 16° 2'47.66"E
 Krajnja točka 2: 45°48'41.00"N, 16° 2'55.64"E
 Duljina: 177 m
 Ograničenje brzine: 30 km/h
 Smjer: dvosmjerna

maps.google.com

10

Sastavnice GIS-a ...

- programska oprema – software
 - programi – izvorni i izvedbeni kôd pisan u višim programskim jezicima C#, C++, Visual Basic, Python, Matlab, ...
 - korisnička sučelja – izbornici, grafički simboli, skupine kôd-a / skripte, linijske naredbe
 - namjenski programi – ESRI ArcView, AutoCAD Map, GlobalMapper, OziExplorer, ...
- ljudi
 - GIS stručnjaci određuju svrhu i ciljeve i pravdaju upotrebu GIS-a
- infrastruktura
 - materijalna, organizacijska, administrativna i kulturna okolina koja podržava GIS djelovanja
 - npr. potrebne vještine, podatkovne standarde, banke podataka, ustroj sustava

12

Kratki pregled razvoja GIS-a ...

- Od kraja 1960-tih
 - računala se koriste za spremanje i obradu zemljopisno referenciranih podataka
- Primjeri iz 1960-tih i 1979-tih godina
 - računalno kartiranje
 - 1963. – katastar zemljišta – Canada GIS (CGIS)
 - 1969 – Ian McHarg: Oblikovanje s prirodom (Design with Nature) – uvodi metodu prekrivanja (overlay) u analizu prihvatljivosti
 - uvođenje topologije mreže gradskih cesta

13

GIS programski proizvodi ...

- Popis proizvođača GIS programa
 - Autodesk Inc. (www3.autodesk.com/): Autodesk Map
 - Baylor University, Texas (grass.baylor.edu/): GRASS
 - Bentley Systems, Inc. (www2.bentley.com/): Microstation
 - Caliper Corporation (www.caliper.com/): TransCAD, Maptitude
 - Clark Labs (www.clarklabs.org/): IDRISI
 - Environmental Systems Research Institute (ESRI), Inc. (www.esri.com/): ArcGIS, ArcView 3.x
 - GlobalMapper (www.globalmapper.com) : GlobalMapper
 - Intergraph Corporation (www.intergraph.com/): MGE, GeoMedia
 - International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences, the Netherlands (www.itc.nl/ilwis/): ILWIS
 - MapInfo Corporation (www.mapinfo.com/): MapInfo
 - PCI Geomatics (www.pcigeomatics.com/): Geomatica

15

Kratki pregled razvoja GIS-a

- Dugo godina GIS je
 - bilo teško koristiti, bio je skup, geoprostorni podaci nisu bili raspoloživi
- Jači razvoj GIS-a 1990-tih pojavom
 - grafičkog korisničkog sučelja, naprednije sklopovske i programske opreme, javnih baza digitalnih geopodataka
 - knjiga, časopisa
 - programi certifikacije za rad u GIS-u (www.gisci.org)

14

GIS programski proizvodi ...

- Na tržištu GIS programa i prihoda najzastupljenije su tvrtke ESRI, Inc. i Intergraph Corp.
- ESRI programski proizvodi
 - od 1981. godine – Disk Operating System (DOS) ArcInfo
 - ArcGIS u verzijama ArcView, ArcEditor i ArcInfo
 - rade na Windows platformi, dijele aplikacije i dodatne module
 - razlika u mogućnostima obrade
 - ArcView – integracija podataka, propitivanje, prikaz i analiza
 - ArcEditor – unapređena mogućnost uređivanja podataka
 - ArcInfo – unapređene mogućnosti pretvorbe i analize podataka
 - posebne licence za pojedine proizvode

16

GIS programski proizvodi ...

- Intergraph programski proizvodi
 - GeoMedia i MGE
 - GeoMedia – stolni GIS programski paket za integraciju i vizualizaciju podataka
 - sukladan s Windows razvojnim alatima
 - Modular GIS Environment - MGE – radi u Windows i UNIX okruženju
 - niz proizvoda za obradu i analizu podataka
 - moguća selidba podataka između GeoMedia i MGE

17

GIS programski proizvodi ...

- GIS programski paketi posebne namjene
 - transportna industrija – TransCAD
- Oracle i IBM GIS proizvodi
 - Oracle Spatial – spremanje, pristup i gospodarenje geoprostornim podacima uz Oracle relacijski sustav za gospodarenje bazama podataka
 - www.oracle.com
 - IBM Spatial DataBlade – programski dodatak za spremanje lokacijski zasnovanih podataka u IBM relacijsku bazu
 - www-306.ibm.com/software/data/informix/blades/spatial

19

GIS programski proizvodi ...

- Potporni sustav za raščlambu zemljopisnih bogatstava (Geographic Resources Analysis Support System – GRASS)
 - GIS programski paket otvorenog kôda
 - dostupan na Internet-u
 - početno razvijan od strane istraživačkih laboratorija konstruktivnog inženjerstva američke vojske

18

Uvod u GIS

- Uvod
- GIS
- Primjene GIS-a
- Geoprostorni podaci
- GIS operacije
- GIS modeli i modeliranje

20

Primjene GIS-a ...

- Značajno pomagalo za gospodarenje prirodnim bogatstvima
 - planiranje korištenja zemljišta, procjena izvora opasnosti, analiza staništa biljaka i životinja, nadzor obalnih zona, gospodarenje šumama
 - u SAD Geološka uprava (program National Map – nationalmap.usgs.gov) pruža geoprostorne podatke za potrebe
 - procjene prirodnih opasnosti, utvrđivanja rizika, nacionalne sigurnosti

21

Primjene GIS-a ...

- informacije o stanovništvu i cestovnoj infrastrukturi
 - Census Bureau – On-Line Mapping Resources
 - American Fact Finder
 - » pristup podacima popisa stanovništva
 - Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing (TIGER)
 - » zemljovidi gradova, prometne mreže, hidrografija, poštanski brojevi, granice
 - www.census.gov/geo/www/maps

23

Primjene GIS-a ...

- Novije primjene GIS sustava u SAD-u
 - Informacijski sustav o incidentima
 - katalogizacija požara i podaci o aktivnim požarima (www.inciweb.org)
 - Ured za gospodarenje zemljištem
 - podaci o zemljišnim parcelama, mineralima, potraživanjima u rudarstvu (www.geocommunicator.gov/GeoComm/index.shtm)
 - Državni meteorološki servis
 - meteo podaci – procjena oborina, hidrološki podaci, radarske snimke u GIS formatima (www.weather.gov/gis), vjerojatnost brzine vjetrova i povijesni podaci o praćenju uragana (www.nhc.noaa.gov)

22

Primjene GIS-a ...

- informacije o razvoju stanogradnje – Department of Housing and Urban Development
 - podaci o okolišu, stanovništvu, ...
 - (egis.hud.gov/egis)
- podaci o kriminalitetu, analiza rasprostranjenosti u prostoru i vremenu – National Institute of Justice (www.ojp.usdoj.gov/nij/maps)
- informacije o zdravstvenim središtima – Department of Health and Human Services (datawarehouse.hrsa.gov)
- precizna poljoprivreda – lokalna primjena herbicida, pesticida i gnojiva - National Geospatial Extension Network (www.csrees.usda.gov/nea/ag_systems/in_focus/precision_if_corp.html)

24

Primjene GIS-a ...

- promet i transport
- Savezna uprava za autoceste (Federal Highway Administration - FHWA)
 - programi za planiranje transporta
 - mreža prometnica
 - www.gis.fhwa.dot.gov/gisData.asp

25

Primjene GIS-a ...

- Razvrstavanje primjena
 - interaktivno web kartiranje
 - pronalaženje lokacija na osnovi zadanih adresa
 - lokacijski zasnovane usluge
 - pokretni infokom uređaji – lociranje, praćenje, adresiranje
 - prikupljanje i pristup geopodacima na terenu
 - navigacijski sustavi
 - vođenje od izvora do odredišta, računanje optimalne rute, informacije o prometu u stvarnom vremenu, ITS

27

Primjene GIS-a ...

- Nove primjene objedinjavanjem GIS-a, Interneta, GPS-a, tehnologije bežičnog prijenosa podataka, Web usluga
 - 2005. Google Maps
 - na web-u zasnovani GIS
 - pronalaženje lokacije tražene adrese na georeferiranom zemljovidu ili satelitskoj snimci
 - usmjeravanje na zadanu adresu
 - Microsoft Virtual Earth, Yahoo! Maps
 - webGIS
 - objedinjavanje zemljovida, 3D prikaza, multimedijskih sadržaja – Google Earth
 - mogućnost ugradnje vlastitog sadržaja u zemljovid
 - 2006. grafičko korisničko sučelje
 - primjeri primjene na www.googlemapsmania.blogspot.com
 - 2007. Google My Maps – izrada vlastitih zemljovida
 - Microsoft Popfly, Yahoo! Pipes
 - on-line prihvat zahtjeva, obrada i prikaz informacija na web stranici korisnika
 - Microsoft Virtual Earth MapPoint Web Service
 - prikladan za uređivanje, dostavu i prikaz podataka, za sada neprikladan za GIS analize i modeliranje

26

Uvod u GIS

- Uvod
- GIS
- Primjene GIS-a
- Geoprostorni podaci
- GIS operacije
- GIS modeli i modeliranje

28

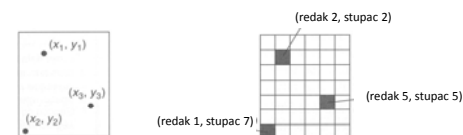
Geoprostorni podaci

- Za korištenje geoprostornih podataka u GIS-u
 - potrebno je poznavati
 - koordinatni sustav geopodataka
 - modele geoprostornih podataka

29

Modeli geoprostornih podataka ...

- Model podataka određuje prikaz prostornih značajki u GIS-u
 - vektorski i rasterski model podataka



Vektorski model podataka
– prikaz točkastih značajki
pomoću x, y koordinata točke

Rasterski model podataka
– prikaz točkastih značajki
pomoću ćelija/piksela mreže

31

Koordinatni sustav

- Koordinatni sustav
 - geoprostorni podaci su zemljopisno referencirani
 - prostorne značajke na zemljinoj površini se zadaju i određuju u odnosu na zemljopisni koordinatni sustav
 - zemljopisnom duljinom i širinom
 - za prikaz na zemljovidu koristi se na ravninu projicirani koordinatni sustav izražen x, y koordinatama
 - sustavi su povezani postupkom projiciranja
 - zemljin kuglasti oblik se preslikava u ravninu
 - koristi se veliki broj projekcija i projekcijskih koordinatnih sustava

30

Vektorski model podataka ...

- Vektorski model podataka
 - koristi točke i njihove koordinate za prikaz diskretnih značajki jasnog prostornog smještaja i granica
 - npr. tramvajska stajališta, mreža prometnica, zone naplate voznih karata javnog gradskog prijevoza
 - zavisno o strukturi podataka
 - georelacijski ili objektno zasnovani model
 - s pridruženom topologijom ili bez nje
 - jednostavan ili složeni

32

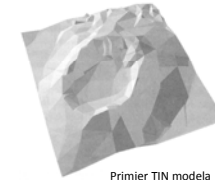
Vektorski model podataka ...

- Georelacijski model podataka
 - sprema geometriju i atribute prostornih značajki
 - odvojeno i koristi jedinstvenu oznaku značajke (ID) za njihovo povezivanje
- Objektu zasnovani model podataka
 - sprema geometriju i atribute u jedinstveni sustav
 - prostorne značajke promatra kao objekte s obilježjima / atributima i postupcima / metodama

33

Vektorski model podataka ...

- Složene značajke se izgrađuju od jednostavnih
 - točke, linije i poligona
 - primjeri složenih značajki
 - nepravilna trokutna mreža (Triangulated Irregular Network – TIN)
 - aproksimira teren skupom nepreklapajućih trokuta
 - regija
 - omogućava prostornu razdvojenost i preklapanje poligona
 - dinamička segmentacija
 - kombinira jednodimenzionalno linearno mjerilo i dvodimenzionalno projicirane koordinate



Primjer TIN modela



Primjer dinamičke segmentacije - prikaz odmorišta uz autoput koja se linearno referenciraju kao točkaste značajke na mreži autocesta

35

Vektorski model podataka ...

- Topologija
 - izražava prostorne odnose između značajki
 - npr. dvije linije se sastaju u točki, kod usmjerene linije poznate su lijeva i desna strana linije
 - osigurava cijelovitost vektorskih podataka i nužna je u pojedinim GIS analizama
 - podaci bez topologije se mogu razmijenjivati i brže se prikazuju na zaslonu računala

34

Rasterski model podataka ...

- Rasterski model podataka
 - koristi raster / rešetku / mrežu i ćelije rastera za prikaz neprekinutih značajki, npr. visina
 - vrijednost ćelije jednaka je iznosu neprekinute površine na mjestu ćelije
 - za razliku od vektorskog modela podataka čiji su se struktura i format mijenjali razvojem GIS-a, rasterski model je stalan
 - unapređuju se metode spremanja i sažimanja

36

Uvod u GIS

- Uvod
- GIS
- Primjene GIS-a
- Geoprostorni podaci
- GIS operacije
- GIS modeli i modeliranje

37

Prikupljanje podataka

- Prikupljanje podataka
 - postojeći ili novi podaci
 - postojeći podaci
 - raspoloživi na Internet-u
 - novi podaci
 - digitalizacija sa zemljovida, satelitske snimke, GPS mjerenje, terenska izmjera, ulične adrese, tekstualne datoteke s x,y koordinatama
 - digitalizirani zemljovid – uređivanje i geometrijske pretvorbe
 - » uređivanje – ispravljanje pogrešaka digitalizacije (dopuna poligona, ispravci topologije zatvaranje poligona)
 - » geometrijske pretvorbe – pretvorba digitaliziranih zemljovida u projekcijske koordinatne sustave

39

GIS operacije

- Klasifikacija GIS operacija
 - prikupljanje podataka
 - upravljanje atributima
 - prikaz podataka
 - istraživanje podataka
 - analiza podataka
 - GIS modeliranje

38

Upravljanje atributima

- Upravljanje atributima
 - atributni podaci opisuju obilježja prostorne značajke
 - unose se i uređuju digitalizacijom i uređivanjem
 - relacijski model baze podataka
 - standard za upravljanje atributnim podacima u GIS-u
 - relacijska baza podataka
 - skup tablica (relacija) - odvojeno pripremljene, održavane i uređivane
 - za potrebe pretraživanja i dohvata podataka – tablice moguće spajati ili stavljati u određeni odnos
 - jedinstvena oznaka / ključ zapisa u tablici i relacija
 - » ključ – uspostava veze između odgovarajućih redaka dvije tablice
 - » relacija – određuje način povezivanja

40

Prikaz podataka

- Prikaz podataka kartom / zemljovidom
 - karta je najprikladniji medij za prikaz prostornih podataka
 - pripremaju se za vizualizaciju i prikaz iz upita i analize baze geopodataka
 - elementi prikaza karte – naslov, podnaslov, tijelo karte, legenda, smjer sjevera, mjerilo, okvir
 - izrada karata – rutinska GIS operacija
 - sastavljanje tijela karte i ostalih elemenata
 - oblikovanje karte

41

Analiza podataka

- Razvrstavanje raščlambe / analize
 - analiza vektorskih podataka
 - analiza rasterskih podataka
 - kartiranje i analiza terena
 - vidljivost značajki
 - interpolacija prostornih podataka
 - geokodiranje i dinamička segmentacija
 - analiza puta i prijevoznih mreža

43

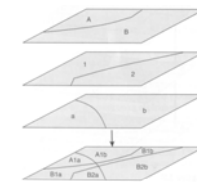
Istraživanje podataka

- Istraživanje podataka
 - prethodi analizi podataka
 - utvrđivanje načelnih smjernica u podacima, podskupovima podataka i uočavanje mogućih međusobnih odnosa između podataka
 - istovremeni dinamički prikaz karata, grafova i tablica u grafičkom korisničkom okruženju
 - interaktivna obrada i sinteza podataka
 - pristup preko prostornih ili atributnih podataka
 - razvrstavanje, udruživanje i uspoređivanje podataka

42

Analiza vektorskih podataka

- Analiza vektorskih podataka – osnovni analitički alati i obrade
 - postavljanje područja oko značajke (buffer-a), prekrivanje podataka (overlay), mjerenje udaljenosti, statistika prostora, rukovanje sa značajkama
 - postavljanje područja oko značajke – pravocrtnim mjerenjem od zadane značajke
 - prekrivanje podataka – rezultatni sloj je dobiven slaganjem geometrije i atributa značajki različitih slojeva
 - mjerenje udaljenosti – izračunava udaljenost između prostornih značajki
 - statistika prostora pronalazi prostornu zavisnost i pojave koncentracije značajki
 - rukovanje s značajkama – upravljanje i izmjena prostornih značajki

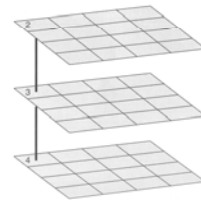


Vektorska operacija
- prekrivanje

44

Analiza rasterskih podataka

- Analiza rasterskih podataka – osnovni analitički alati i obrade
 - lokalna, susjedstva, zonalna i globalna
 - lokalna – na pojedine ćelije
 - susjedstva – na određeno susjedstvo, npr. prozor 3 x 3 piksela
 - zonalna – na skupinu ćelija istih vrijednosti ili sličnih značajki
 - globalna – na sve ćelije rastera
 - novi raster nastaje primjenom algebarskih funkcija koje stavljaju u odnos ulazne i izlazne podatke



Rasterska operacija
- lokalno usrednjavanje

45

Interpolacija prostornih podataka

- Interpolacija prostornih podataka
 - analiza mnogih prostornih pojava slična vizualizaciji i analizi terena
 - ograničeni broj točkastih uzoraka pojave
 - za izradu površine – interpolacija / umetanje vrijednosti na mjestima nepoznatih vrijednosti
 - površina trenda, Thiessen-ovi poligoni, procjena gustoće jezgre, opterećenja obrnutih udaljenosti, glađenje (spline), kriging
 - kriging – geostatistička metoda interpolacije
 - » procjena nepoznatih vrijednosti i pogreške procjene

47

Kartiranje i analiza terena

- Kartiranje i analiza terena
 - kartiranje – vizualizacija terena
 - izohipse, profili, sjenčenja, 3D prikazi
 - topografske mjere
 - nagib, aspekt, zakrivljenost površine
 - određivanje vidljivosti prostornih značajki i vododjelnice
 - vidljivost područja na površini zemlje s jednog ili više opažajkih mjesta
 - određivanje vododjelnice – izvođenje topografskih značajki
 - » npr. smjer toka vode, mreže vodotokova, granice vododjelnika za hidrogeološke analize

46

Geokodiranje i dinamička segmentacija

- Geokodiranje i dinamička segmentacija
 - geokodiranje
 - pretvorba ulične adrese i adrese raskršća u točkastu značajku na zemljovidu
 - dinamička segmentacija
 - prikaz linearno referenciranih podataka u koordinatnom sustavu
 - smještanje podataka iz izvora koji nije zadan x, y koordinatama
 - kao referenti podaci se koriste linearne značajke, npr. ulice, autoceste

48

Analiza puta i prijevoznih mreža

- Analiza puta i prijevoznih mreža
 - analiza puta
 - pronalaženje puta najmanjeg troška između ćelija
 - korištenjem matrice troška puta – određuje trošak prolaza kroz ćelije
 - analiza mreže
 - rješavanje problema najkraćeg puta između točaka topološki zadane mreže
 - analize koriste isti algoritam za rješavanje problema
 - analiza puta – rasterski zasnovana analiza – prividni put
 - analiza mreže – vektorski zasnovana – postojeća mreža

49

GIS modeli i modeliranje ...

- Model
 - pojednostavljeni prikaz pojave ili sustava
- GIS model
 - izrada modela prostora na osnovi podataka o prostoru
- Razvrstavanje GIS modela
 - binarni, indeksni, regresijski, procesni

51

Uvod u GIS

- Uvod
- GIS
- Primjene GIS-a
- Geoprostorni podaci
- GIS operacije
- GIS modeli i modeliranje

50

GIS modeli i modeliranje ...

- Binarni i indeksni modeli
 - zasnovani na vektorskoj ili rasterskoj operaciji prekrivanja
 - kombinacija geoprostornih podataka iz različitih slojeva za multikriterijsku procjenu
 - binarni model
 - upiti na izlazni sloj za odvajanje područja koja ispunjavaju kriterije od područja koja ne ispunjavaju kriterije
 - indeksni model
 - računa indeksnu vrijednost iz izlaznog sloja i rangira područja prema indeksnoj vrijednosti

52

GIS modeli i modeliranje ...

- Regresijski model
 - zasniva se na operaciji prekrivanja
 - statistička analiza između zavisnih i nezavisnih varijabli
 - predviđanje vrijednosti zavisne varijable
 - uz ispunjenje statističke signifikantnosti
- Procesni model
 - objedinjuje znanje o procesu i kvantificira proces skupom relacija i jednažbi
- GIS potpora prostornom modelaru u prikazu, upravljanju i analizi geoprostornih podataka

53