

Lekce 4 - Vektorové a rastrové systémy

1. Cíle lekce.....	1
2. Vlastnosti rastrových systémů.....	1
2.1 Zobrazování vrstev.....	1
2.1.1 Základní zobrazování.....	1
2.1.2 Další typy zobrazení.....	2
2.2 Lokální operace.....	2
2.3 Operace se sousedy.....	2
2.3.1 Filtrování.....	2
2.3.2 Sklon terénu.....	2
2.4 Operace nad buňkami.....	2
2.4.1 Vzdálenost.....	2
2.4.2 Bufferování.....	2
2.4.3 Viditelná plocha	2
2.5 Operace nad zónami (skupinami pixelů).....	3
2.6 Informace o obsahu vrstev.....	3
3. Pořizování dat.....	3
3.1 Reprezentace reality.....	3
3.2 Zdroje dat.....	3
3.2.1 Primární sběr dat.....	3
3.2.2 Sekundární zdroje dat.....	3
3.3 Chyby a přesnost.....	4
4. Vlastnosti vektorových systémů.....	4
4.1 Jednoduché zobrazování a dotazy.....	4
4.2 Reklasifikace a slučování.....	4
4.3 Topologické operace.....	4
4.4 Bufferování.....	5
5. Objekty nebo vrstvy?.....	5
5.1 Reprezentace reality pomocí vrstev.....	5
5.2 Reprezentace reality pomocí objektů.....	5
5.3 Argumenty pro přístup z pohledu vrstev.....	5
5.4 Vrstvy a objekty v různých aplikačních oblastech.....	6
6. Zkušební otázky.....	6

1. Cíle lekce

- na základě vlastností rastrových a vektorových dat porovnat vlastnosti rastrových a vektorových systémů
- provést diskusi o vlastnostech datových modelů založených na datech uložených ve vrstvách a objektově orientovaných datových modelů

2. Vlastnosti rastrových systémů

2.1 Zobrazování vrstev

2.1.1 Základní zobrazování

- nejjednodušší zobrazované hodnoty jsou celá čísla - každému celému číslu z rozsahu pixelu matice (1 byte, 2byte) se přiřadí jedna barva, pokud možno v nějaké smysluplné škále (barevnost, intenzita)
- zobrazení je doprovázeno legendou - generovanou automaticky z dat obsažených v popisu vrstvy
- různými barvami mohou být zobrazeny pouze intervaly hodnot pixelů matice (pokud je variabilita hodnot matice příliš velká)

2.1.2 Další typy zobrazení

- data se zobrazí jako povrch - třírozměrnou plochu nad maticí pixelů, povrch může mít pro každý pixel různé barevné hodnoty v závislosti na hodnotách pixelů další vrstvy
- v matici mohou být vyznačeny kontury (hranice) mezi různými plochami (metoda nalezení hranic - contours tracing)

2.2 Lokální operace

- lokálními operacemi vzniká nová vrstva z jedné nebo několika vstupních vrstev
- hodnota nového pixelu je definována hodnotou (hodnotami) odpovídajícího pixelu ve vstupní vrstvě (vstupních vrstvách), sousední nebo jiné pixely nemají na hodnotu nového pixelu vliv
- překódování - existuje pouze jedna vstupní vrstva, příklady: zařazení pixelů do tříd, zrušení mezer v hodnotách pixelů
- překrývání vrstev - nová hodnota závisí na dvou nebo více vstupních vrstvách, příklady: aritmetický průměr, nejmenší, největší hodnota, lineární kombinace vrstev, logické podmínky

2.3 Operace se sousedy

Hodnota pixelu nové vrstvy je určena sousedy pixelu ve vstupní vrstvě.

2.3.1 Filtrování

Pohyb "okna" (velikosti např. 3x3 buňky) po vstupní vrstvě

- nová hodnota buňky ve středu okna je dána váženým průměrem buněk v okně
- změna vah může vytvořit dva hlavní efekty:
 - vyhlazení (redukce lokálních detailů, rozpoznání trendů),
 - zvýraznění (zdůraznění lokálních detailů, nalezení detailů v datech)

Příklady filtrů:

A

1	1	1
1	1	1
1	1	1

B

1	1	1
1	10	1
1	1	1

C

-1	-1	-1
-1	1	-1
-1	-1	-1

- A. Vyhlazuje lokální detaily
- B. Lehce vyhlazuje lokální detaily
- C. Lehce zvýrazňuje lokální detaily

2.3.2 Sklon terénu

- jestliže hodnoty ve vrstvě reprezentují výšky, můžeme z rozdílu hodnot v sousedních pixelech spočítat sklon terénu a orientaci svahu (úhel k severu)

2.4 Operace nad buňkami

2.4.1 Vzdálenost

Výpočet vzdálenosti každé buňky od jedné nebo několika buněk - hodnota každé buňky v nové vrstvě je vzdálenost od zvolené buňky (buněk).

2.4.2 Bufferování

- vytvoření bufferu (zóny) okolo objektů
- operace vytvoření bufferu může být vizualizována rozšířením objektu do dané vzdálenosti
- výsledkem může být vrstva s hodnotami buněk {0,1,2}: 1 - originální vybraný objekt, 2 - buffer, 0 - mimo objekt a buffer
- příklady: hlukové zóny okolo silnic, bezpečnostní zóny okolo úložiště škodlivých odpadů, ochranná pásma vodních zdrojů

2.4.3 Viditelná plocha

- máme-li vrstvu výšek terénu, je možné spočítat plochu viditelnou z jednoho nebo několika bodů pohledu, výsledek je umístěn do nové vrstvy například s hodnotami buněk {0,1}

2.5 Operace nad zónami (skupinami pixelů)

- Identifikace zóny - postup: porovnání sousedních pixelů, identifikace všech oblastí, které mají stejnou hodnotu pixelů, očíslování oblastí a přiřazení každému pixelu čísla oblasti
- plocha zóny - spočítá se plocha zóny, a tato hodnota se přiřadí každému pixelu zóny (namísto čísla zóny), vytvoření tabulky číslo zóny - plocha
- obvod zóny - počet pixelů, které tvoří hranici zóny (výstup stejně jako v předcházejícím případě do nové vrstvy nebo do tabulky)
- vzdálenost od hranice zóny - měření vzdálenosti pixelu od nejbližšího hraničního pixelu (hraniční pixel je pixel, jehož alespoň jeden soused má jinou hodnotu)
- míra složitosti tvaru zóny - poměr obvodu a odmocniny z plochy zóny

2.6 Informace o obsahu vrstev

- informace o jedné vrstvě: střední hodnota, medián a další statistiky
- statistické porovnání vrstev: regrese, analýza rozptylu
- statistiky popisující zóny na vrstvě: nejmenší, největší, počet zón, průměrná plocha, rozptýlenost ploch
- součástí rastrových systémů jsou i operace zabezpečující vstup vrstev, export a import z jiných systémů, převzorkování vrstvy (změna velikosti buňky a orientace vrstvy)

3. Pořizování dat

Svět je nekonečně komplexní, uživatelé vidí svět prostřednictvím databáze. Měření a vzorky světa obsažené v databázi musí prezentovat tak úplné a přesné zobrazení světa, jak je možné: a to jak s ohledem na zobrazovaný jev, tak na čas a území.

3.1 Reprezentace reality

- obsah prostorové databáze zahrnuje:
 - digitální verze reálných objektů (například domy)
 - digitální verze umělých mapových znaků (například hranice parcel)
 - umělé objekty vytvořené za účelem uchování dat (například pixely)
- některé charakteristiky existují všude a spojitě se mění po zemském povrchu (atmosférická teplota a tlak, přírodní vegetace, půdní typy), takové charakteristiky můžeme reprezentovat několika způsoby:
 - měření v jednotlivých (vzorkovacích) bodech
 - rozdělením plochy do zón a předpokládat, že proměnná má stejnou hodnotu v celé zóně
 - nakreslením hranic, ne kterých se mění hodnota proměnné
- všechny metody vytvářejí diskrétní objekty a pouze přibližně zachycují část reálné variability
 - měření v bodech ztrácíme informace o změnách mezi body
 - zóny předpokládají, že ke změnám dochází pouze na hranicích zón

3.2 Zdroje dat

3.2.1 Primární sběr dat

- některá data v prostorové databázi jsou měřena přímo, hustota vzorkování určuje rozlišovací schopnost dat a musí být navržena tak, aby zachytila jak na časovou, tak prostorovou variabilitu sledovaného jevu
- existuje několik standardních postupů při vzorkování:
 - náhodné vzorkování
 - systematické vzorkování (podle nějakého zvoleného pravidla, např. po 1 km)
- vrstevnaté vzorkování - jsou známé frekvence výskytů některých dílčích znaků a vzorkování se tomu přizpůsobí (například má větší hustotu na pevnině než nad mořem)

3.2.2 Sekundární zdroje dat

- některá data jsou získávána z existujících map, tabulek nebo z jiných databází
- je vhodné mít k těmto datům informace o tom, jakým způsobem byla primárně získána (postupy a metody, přesnost měření), pokud takové informace k dispozici nejsou, může to vést k desinterpretacím dat, k nepravdivým očekáváním o přesnosti dat, apod.

- je proto vhodné užívat standardy při pořizování i uchovávání dat

3.3 Chyby a přesnost

- chyby jsou přeneseny do databáze, protože se vyskytují už ve vstupních zdrojích (chybně vytvořené mapy)
- chyby jsou k datům přidány během procesu pořizování a zpracování pořizovaných dat (chyby digitalizace)
- chyby se vyskytnou, když jsou data vybírána z databáze a dále zpracovávána (nesprávná klasifikace)
- často se chyby objeví až při analýzách, při kterých se zpracovává několik vrstev dat (porovnáním vrstev se objeví některý z předcházejících druhů chyb)
- existují normy a standardy přesnosti (například geodetické třídy přesnosti)

4. Vlastnosti vektorových systémů

Proti rastrovým systémům

- analytické funkce pracují s objekty, ne s buňkami
- míry (plocha, obvod) jsou počítány ze souřadnic, ne sečítáním buněk
- některé operace jsou přesnější (výpočet ploch, obvodu)
- některé operace jsou pomalejší (overlay, bufferování)
- některé operace jsou rychlejší (cesta v grafu, pokud jsou data topologická)

4.1 Jednoduché zobrazování a dotazy

- základní jednotkou je bod, zobrazit lokalizaci všech objektů lze pomocí jejich souřadnic
- hodnoty atributů a typy entit mohou být zobrazeny různou symbolií (barva, síla a typ čáry)
- využití Standard Query Language (SQL) pro konstrukci dotazů
- existují SQL rozšíření pro prostorové dotazy i rozšíření pro uložení prostorových dat

4.2 Reklasifikace a slučování

Příklad: Vytváření hranic vyšších územních celků

Vstupem je vrstva obsahující hranice obcí jako areály, výstupem má být vrstva, obsahující hranice okresů. Okresy se skládají z obcí, tento vztah je zachycen ve vstupním souboru, který pro každou obec obsahuje kód okresu, do kterého obec patří.

Postup:

- reklasifikace areálů, které reprezentují obce - každému areálu se přiřadí kód okresu, o kterého obec patří
- zrušení hranic mezi shodně reklasifikovanými areály
- vytvoření nových areálů okresů sloučením shodně reklasifikovaných areálů obcí

4.3 Topologické operace

- operace body v polygonech: existuje systém (vrstva) bodů a systém areálů, výsledkem je hodnota atributu bodu - identifikace areálu (areálů), ve kterém bod leží
- operace liniové prvky nad polygony: existuje systém liniových prvků a systém areálů, výsledkem je nový systém liniových prvků, ve kterém každý liniový prvek leží právě v jednom areálu (až na hraniční body areálů), každý nový liniový prvek nese informaci o tom, ve kterém areálu leží a ze kterého původního liniového prvku vznikl
- operace překryvy areálů: existují dva systémy areálů (diagrafy rovinného areálového grafu), které pokrývají dané území (rovinu), výsledkem operace overlay (překryvů) je nový systém areálů, který má tyto vlastnosti:
 - rozsah území, které nový systém pokrývá, je sjednocením území, která pokrývají vstupní systémy areálů
 - pokud je bod území hraničním bodem některého ze vstupních systémů areálů, pak je hraničním bodem i v novém systému areálů
 - každý areál v novém systému nese informace o tom, ze kterých areálů vstupních systémů vznikl

4.4 Bufferování

- vytváření bufferu (zóny) okolo bodu, lomené čáry, areálu ve formě nového areálového prvku
- obtížnější operace než v rastrových systémech

5. Objekty nebo vrstvy?

V minulých lekcích jsme diskutovali o rastrové nebo vektorové reprezentaci prostorových dat. Při návrhu datového modelu, ve kterém máme reprezentovat obsah map, volíme mezi:

- rastrem - rozdělení mapy do sekvencí identických, diskrétních elementů a vymezení obsahu každého tohoto elementu
- vektorem - vymezení prvků znaky existující na mapě, reprezentovat každý znak jako bod, liniový prvek nebo areál

Cílem GIS ovšem není reprezentovat obsah map, ale modelovat realitu. I když mapa je vhodným nástrojem pro reprezentaci geografické variability, způsob reprezentace obsahu mapy se může lišit od způsobu reprezentace, který požadují analytické operace v GIS.

Diskuse o reprezentaci vektor x raster je pouze částí diskuse o způsobu reprezentace reality v prostorových datových modelech. Tato kapitola se zabývá diskusí mezi reprezentací pomocí objektů nebo vrstev. Oba typy těchto reprezentací používají pro popis reality body, liniové prvky a areály, rozdíl spočívá v tom, jak obsah datového modelu reprezentuje reálný svět.

5.1 Reprezentace reality pomocí vrstev

- reálný svět je spojitý - existuje nekonečně mnoho bodů v reálném světě.
- lokalizace bodu je specifikována pomocí nějakého souřadného systému, naše schopnost určit přesnou lokalizaci je omezená - například přesností měřicího zařízení
- geografie může být popsána pomocí proměnných (půdní typ, průměrná březnová teplota, hustota obyvatelstva, každá z těchto proměnných může tvořit vrstvu - vrstva popisuje změny proměnné na povrchu Země
- datový model je navržen tak, aby poskytovala informaci o hodnotě každé proměnné v každé lokalizaci
 - reprezentace pomocí rastrů - hodnoty proměnných jsou uchovávány v buňkách
 - reprezentace pomocí polygonů - hodnoty proměnných jsou shodné uvnitř území, vymezeného polygonem
- někdy jsou používány objekty různých druhů - body, linie, areály - které existují v databázi, ale neexistují v reálném světě (hranice nebo další liniové objekty)

5.2 Reprezentace reality pomocí objektů

- lidé vidí svět jako prázdný prostor zaplněný různými typy objektů, objekty jsou užívány v komunikaci mezi lidmi
- umístění objektů se hovoří spíše jako o relacích mezi objekty (obec je blízko města) než v souřadnicích
- objekty nejsou umělé konstrukce pro popis variabilní reality (jako vrstvy), ale slouží k základnímu porozumění geografické realitě
- objekty mohou být body, linie a areály
- na jednom místě může se může nacházet libovolný počet objektů
- stejný objekt může být reprezentován různě v závislosti na měřítku
- vlastnosti objektů lze dobře popisovat v čase
- objekty mají vlastní identitu
- objekty mohou dědit vlastnosti rodičovských objektů
- objekty mohou mít zapouzdřeny operace, které s nimi lze provádět

5.3 Argumenty pro přístup z pohledu vrstev

- existují reálně objekty? (pokud ano, je nutné přesně určit umístění objektu, tedy které body patří do objektu a které ne)
- některé modely životního prostředí a fyzické geografie jsou kompatibilní s vrstvami (meteorologické snímky, půdní a vegetační typy, biodiverzita, atd.)
- gradienty (objektový pohled pracuje s diskrétními objekty, geografické změny v území jsou spojitě)

5.4 Vrstvy a objekty v různých aplikačních oblastech

- správa zdrojů - model vrstev: geografická variabilita může být popsána relativně malým počtem proměnných, reprezentace se výrazně nemění s měřítkem
- utility - model objektů: velký počet různých prvků, objekty mohou ležet na jednom místě
- doprava, hydrologie - oba modely: silnice a železnice, vodní toky mohou být dobře modelovány jako liniové objekty, často jsou potřebné plošné objekty pro analýzy (jezera, oblast hluku okolo silnice), ochranná pásma se lépe modelují jako vrstvy

6. Zkušební otázky

1. Porovnej operaci vytváření zóny – buffering – v rastrových a vektorových systémech. Pojmenuj výhody a nevýhody obou systémů při realizaci této operace.
2. V odstavci „Topologické operace“ jsou uvedeny tři typy operací. Jaké další mohou existovat. Uveď ke každému typu příklad možné aplikace v reálném GIS.
3. Uveď příklady dat, která je vhodné uchovávat ve vrstvách. Uveď příklady dat, která je vhodné uchovávat v objektech.

Připomínky a dotazy k obsahu lekce posílej, prosím, na adresu:
Rudolf Richter, richter@fi.muni.cz