

# APLIKOVANÁ GEOINFORMATIKA VIII

## Kriging, Mapová algebra



RNDr. Tomáš ŘEZŇÍK, Ph.D.

Aplikovaná geoinformatika

Laboratoř geoinformatiky a kartografie

## Kriging

- Prostorový interpolátor
- Založeno na předpokladu prostorové autokorelace existujících dat
- Prostorová struktura je podmíněna modelováním na základě semivariogramu
- Chyby jsou počítány pro každý bod – statistické testování hypotéz (Moranův index) → mohou stanovit chybu interpolace
- Podobný princip jako IDW, „jen“ vstupuje více parametrů – semivariogram, vzdálenost a prostorové uspořádání dat v okolí bodu

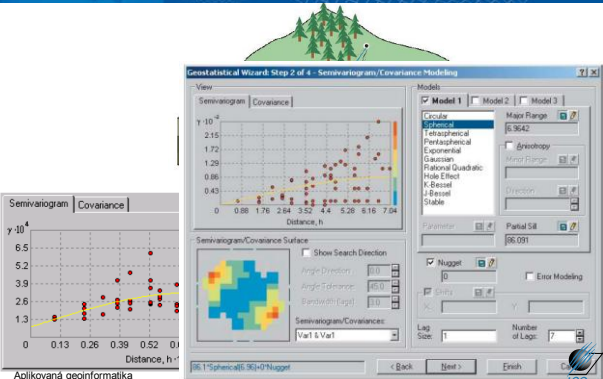
## Postup Krigování

- Explorativní – zkoumám míru podobnosti dat ve vztahu k jejich vzdálenosti (semivariogram, korelogram)
- Fitování modelu na zjištěný vztah
- Porovnání modelů
- Modelování povrchu – vlastní výsledek (obdobně jako u IDW)

## Explorativní fáze

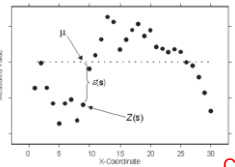


## Fitování modelu na zjištěný vztah

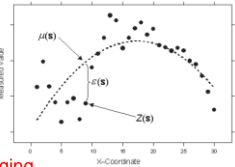


## Nejčastější typy Krigingova algoritmu

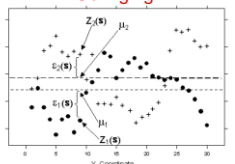
Ordinary Kriging



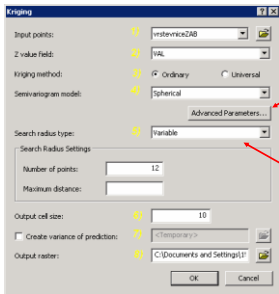
Universal Kriging



Cokriging



## Kriging v ArcGIS 9.2



Advanced parameters – krok lagování

Variable = počet bodů a maximální vzdálenost / Fixed = nastavení vzdálenosti a minimální počet bodů v této vzdálenosti

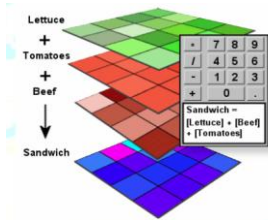
Aplikovaná geoinformatika



## MAPOVÁ ALGEBRA

## Mapová algebra

- Umožňuje kombinovat rastrové vrstvy pomocí různých matematických operací
- Používá map jako proměnných a prostorových operací jako operátorů v algebraických výrazech
- Prostředek prostorové analýzy a modelování



Aplikovaná geoinformatika



## Základní nástroje (objekty) pro manipulaci s prostorovými daty v mapové algebře

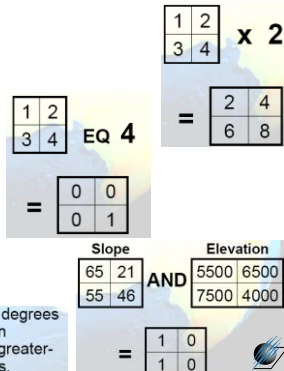
- Operátory
- Funkce
  - z hlediska matematického (aritmetické, logické, trigonometrické, logaritmické)
  - z hlediska mapové algebry – lokální, fokální, zonální, globální
- Aplicační procedury a funkce
  - analýzy vzdálenosti (euklidovská vzdálenost, nejkratší cesta, cost-distance...)
  - analýzy povrchů
  - hydrologické modelování
  - ...

Aplikovaná geoinformatika



## Typy operátorů

- Aritmetické
  - + - \* / mod (= zbytek po dělení)
  - např. převod metrů na stopy
- Relační
  - <, >, <=, >= ...
- Booleovské
  - AND, OR, XOR ...



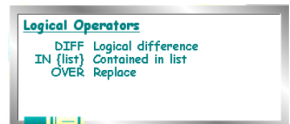
"greater-than" 45 degrees "and" that have an elevation that is "greater-than" 5000 meters.

Aplikovaná geoinformatika

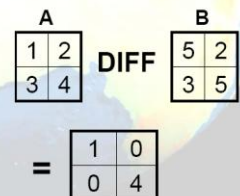


## Typy operátorů

- Logické
  - in, diff
- Kombinatorní



- A DIFF B: If a cell value in raster A and raster B are different, the cell value in raster A is returned. If the cell values are the same, the value zero is returned.
- A IN {value list}: If a cell value in raster A is in the value list, the cell value in raster A is returned. Otherwise, NoData is returned.
- A OVER B: If a cell value in raster A is not equal to zero, the cell value is raster A is returned. Otherwise, the cell value in raster B is returned.

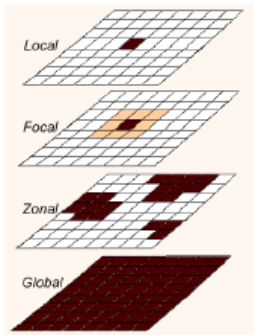


Aplikovaná geoinformatika



## Funkce z hlediska mapové algebry

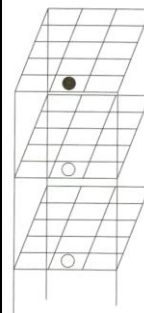
- Lokální
- Fokální
- Zonální (+blokové)
- Globální



Aplikovaná geoinformatika



## Lokální operace



Output Matrix



Input Matrix

+

Input Matrix

Lokální funkce je např. i reklasifikace

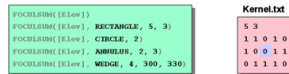
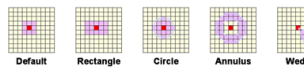
Figure 4.1 Local function. Local functions are cell-by-cell functions that compare each individual grid cell from one matrix with its corresponding grid cell in the second and all succeeding matrices.

Aplikovaná geoinformatika



## Fokální funkce

- Výstupní hodnota buňky je počítána jako určitá operace s touto buňkou a s buňkami jejího okolí
- Okolí buňky lze definovat různým způsobem



ArcGIS 9.2

Aplikovaná geoinformatika

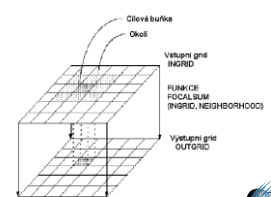


## Fokální funkce

- Problematika **okrajů rastru** (zmenšení okolí nebo replikace řádku, sloupce rastru)
- **Fokální statistika** (využití např. výšková členitost)
- **Filtrace obrazu** (konvoluce, okénko okolí vstupuje svými hodnotami do výpočtu)
  - vhodný nástroj nejen pro zpracování obrazu, ale např. i pro shlazení DEMu či výsledku interpolace

Input processing raster	Output raster
4 0 1 0 2 0 0	11 12 8 5 10 8
2 5 0 0 3 2	15 16 14 13 22 17
1 1 2 2 3 4	15 20 21 18 28 15
1 5 3 2 1 4	15 18 20 23 25 17
5 1 0 3 0	18 19 20 22 23 15
1 1 2 3 4 3	7 16 18 18 18 16

suma



Aplikovaná geoinformatika



## Statistické údaje pro fokální, zonální a blokové operace

### Types of neighborhood statistics

The following statistics can be computed within the neighborhood of each processing cell, then sent to the corresponding cell location on the output raster.

Statistic	Description
Majority	Determines the value that occurs most often in the neighborhood.
Maximum	Determines the maximum value in the neighborhood.
Mean	Computes the mean of the values in the neighborhood.
Median	Computes the median of the values in the neighborhood.
Minimum	Determines the minimum value in the neighborhood.
Minority	Determines the value that occurs least often in the neighborhood.
Range	Determines the range of values in the neighborhood.
Standard deviation	Computes the standard deviation of the values in the neighborhood.
Sum	Computes the sum of the values in the neighborhood.
Variety	Determines the number of unique values in the neighborhood.

Aplikovaná geoinformatika



## Focal Flow

- Principem funkce je, že buňky z okolí, které mají vyšší hodnotu než centrální buňka „tečou“ směrem dovnitř (od větší k menší hodnotě)
  - voda, která teče z kopce; šíření nižší koncentrace do vyšší apod.
- Výsledkem je grid, jehož buňky nesou hodnotu odpovídající tomu, kolik do nich „proudí“ buněk z okolí.

Aplikovaná geoinformatika



## Focal Flow

**The Neighborhood Function on an Individual Neighborhood**

INGRID1 = 

1	2	0
2	2	4
3	1	4

 = 

51
----

VALUE=NO DATA

**The Neighborhood Function on a Grid**

INGRID1 = 

0	1	0	3	0	
0	3	2	0	0	
4	0	3	3	4	2
0	2	3	1	4	2
0	3	4	4	0	0
0	2	0	0	0	3

 = 

3	8	14	28	0	18
133	8	0	154	54	
0	215	0	51	0	24
65	180	96	247	0	56
130	208	0	0	114	
1	0	144	182	37	32

Neighborhood cell positions

Corresponding bit position

8	7	6	5	4	3	2	1
128	64	32	16	8	4	2	1

Base 10 bit values

Expression: **FOCALFLOW(INGRID1)**

Aplikovaná geoinformatika

## Blokové funkce

Radius

5 x 5 Neighborhood

Neighborhood and block

Block function

Processing cell

Difference between Block and Focal

Block1

Circular neighborhood

Expression: **ZONALSUM(ZGRID, VALGRID)**

Aplikovaná geoinformatika

## Zonální funkce

- Výpočty se provádí v rámci definovaných zón, nikoliv v okolí
- Zóny lze definovat rastrem nebo i vektorem (polygon) – v ArcGISu.
  - zonální statistika
  - zonální geometrie
  - crosstabulation (kombinace dvou tabulek)

Aplikovaná geoinformatika

## Zonální funkce

Zóny ZGRID

Vstupní grid VALGRID

Funkce ZONALSUM (ZGRID, VALGRID)

Výstup

Expression: **ZONALSUM(ZGRID, VALGRID)**

Aplikovaná geoinformatika

## Zonální statistika

**Mean**

- The zone input must be integer.
- The data type of the output will always be floating point.

INGRID1 = 

1	1	0	0
1	2	2	
4	0	0	2
4	0	1	1

 = 

1.0	1.0	0.6	0.6
1.0	1.0	1.7	
3.0	0.6	0.6	1.7
3.0	0.6	1.0	1.0

INGRID2

VALUE=NO DATA

Expression: **ZONALMEAN(INGRID1, INGRID 2)**

- mean
- majority
- maximum
- median
- minimum
- minority
- range

Aplikovaná geoinformatika

## Zonální geometrie

**Perimeter**

- The perimeter of a zone is the sum of the lengths of the boundaries of each connected region in the zone. Both external boundaries and internal boundaries (islands) are taken into account. The length of an external or internal side is in map units, which are derived from the current cell size.
- The perimeter for a zone is assigned to each cell in the zone.
- The perimeter should be similar (with some resampling error) for the same zone regardless of the resolution of the zone raster. Variations in perimeter calculations can occur if the resolution is changed with the output cell size option.
- The perimeter is in linear map units.
- The perimeter for a zone is assigned to each cell in the zone on output.
- Zones do not have to be connected. If a zone is not connected, the perimeter for each disconnected region is added, and only one perimeter is assigned to the zone.

INGRID1 = 

1	1	0	0
1	2	2	
4	0	0	2
4	0	1	1

 = 

14.0	14.0	14.0	
14.0	8.0	8.0	
6.0	14.0	14.0	8.0
8.0	14.0	14.0	14.0

INGRID2

VALUE=NO DATA

Expression: **ZONALPERIMETER(INGRID1)**

- area
- perimeter
- thickness
- centroid

Aplikovaná geoinformatika

## Crosstabulation

• Výstupem je tabulka

• Výstup může být i histogram (Histogram by zones v ArcView 3.x)

Expression:  
TabulateArea ZoneRas VALUE ClassRas VALUE Tabarea1.dbf 1

Aplikovaná geoinformatika

## Globální funkce

- Hodnota každé buňky výsledného rastru je počítána ze všech buněk zdrojového rastru.
  - analýzy vzdálenosti – hledání optimální trasy
  - morfometrické analýzy
  - hydrologické modelování

Aplikovaná geoinformatika

## Globální funkce – ukázka

obr. 3.44 – vzdálenost od vlakových nádraží (rastrová reprezentace)

Aplikovaná geoinformatika

## Shrnutí v ArcGIS 9.2

- Raster Calculator
- Spatial Analyst Tools
  - Map Algebra
  - Math
  - Neighborhood
  - Overlay
  - Reclass
  - ...
- Model builder – sestavování algoritmů
- VB Script, Python (v ArcView AVENUE)
- V různých programových prostředcích se stejné prostorové operace jmenují různě, neexistuje jednotná terminologie

Aplikovaná geoinformatika

## Raster calculator

- Sloučený nástroj z dřívější Map Query a Map Calculator
- Umožňuje provádět jak prostorové dotazování, logické operátory (výsledkem je bitmapa 0,1)
- Umožňuje základní aritmetické operace

Aplikovaná geoinformatika

## Model builder

Aplikovaná geoinformatika

## Mapová algebra – další aplikační úlohy

- Výpočet euklidovské vzdálenosti
- Určování příslušnosti
- Cost distance, weighted distance
- Cost povrchy
- Optimální trasa
- Mapování hustoty
- ...
- Více viz. přednášky předmětu Z8102 Geostatistika