

Klasifikace objektů („Per-object“ classification)



Základní východiska

- Klasifikace založená na identifikaci jednotlivých obrazových prvků má mnohá omezení.
- Vychází z předpokladů, které již a priori vylučují úspěšnou aplikaci těchto přístupů na některé úlohy (zastavěné plochy).
- Informace uložená v obraze má často fraktální povahu – záleží na měřítku. (Části stromu – strom – les – krajinná mozaika).
- Analýza obrazu prozatím málo využívá jiných charakteristik (interpretačních znaků) než spektrálních (např. na radarová data nelze v důsledku značného podílu šumu použít klasický per-pixel přístup).

Základní východiska

- Objektový přístup – základní jednotkou pro klasifikaci není obrazový prvek (pixel), ale skupina prostorově souvisejících pixelů (field, image object primitive, ...).
- Tato skupina pixelů je vytvořena procesem **segmentace obrazu**. Jejím cílem je pospojovat pixely podobných vlastností do skupin.
- Nejsou uvažovány jen vlastnosti spektrální, ale například textura, kontext, vlastnosti související s tvarem a velikostí pixelů apod.
- Vytvoření skupin pixelů podobných vlastností umožňuje následně definovat **vztahy sousedství** mezi jednotlivými skupinami

Obecný postup objektové klasifikace obrazu

1. Spojování podobných pixelů do homogenních ploch – **segmentů**
2. **Testování** homogenity segmentů
3. Výpočet **atributů** pro každý segment
4. **Klasifikace** segmentů (objektů)

ECHO

(Extraction and Classification of Homogeneous Objects)

- Vedle spektrálních hodnot pixelů se uvažují i jejich prostorové vztahy – **spectral-spatial**.
- Při segmentaci se vyhledávají skupiny spektrálně podobných pixelů, které jsou spojovány do tzv. fields (pole)
- Pole jsou následně klasifikovány jedním z výše popsaných rozhodovacích pravidel

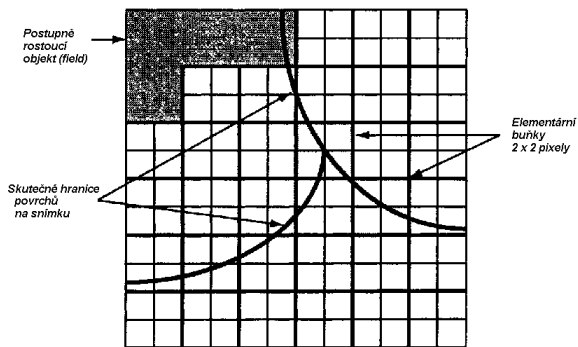
Postup spojování pixelů do polí (fields):

1. Obraz je rozdělen na skupiny pixelů zadané velikosti (2 x 2, 3 x 3 apod.) Takto vytvořené skupiny jsou následně testovány, zda tvoří skupinu homogenní či ne.
2. Do dalšího kroku postupují pouze homogenní skupiny, které tvoří „jádra“ výsledných polí.
3. Nehomogenní skupiny pixelů se rozpadají zpět na jednotlivé pixely.
4. Následně se na zárodečná jádra přibalují sousední jednotlivé pixely či skupiny pixelů a opět je testována homogenita takto se postupně zvětšujících skupin pixelů.
5. Výsledkem segmentace je obraz rozdělený do skupin homogenních pixelů.

Algoritmy pro segmentaci obrazu:

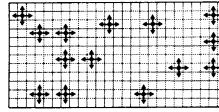
1. **„Boundary seeking“** - vyhledávání hranic. Většinou pracují s kontrastem snímku – části obrazu s největší změnou kontrastu definují polohu hranice mezi dvěma obrazovými objekty. Problémem je, že takto definované hranice v obraze často nevytvářejí uzavřené polygony
2. **„Object seeking“** – (region growing) vyhledávání objektů. Vycházejí z hodnocení interní homogenity skupiny pixelů. Vytvářejí uzavřené polygony.
 - **Konjunktivní** – začíná s několika málo pixely a postupně na ně „nabalují“ další, které vyhovují předem definovanému kritériu (homogenity, tvaru, ...)
 - **Disjunktivní** – založeny na postupném dělení celé scény

Konjunktivní způsob segmentace založený na definování objektů

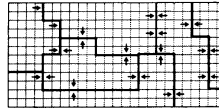


ECHO

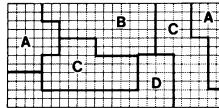
(Extraction and Classification of Homogeneous Objects)



Každý objekt je definován průměrnou hodnotou pixelů, které ho tvoří.



Jednotlivé objekty i osamocené pixely jsou klasifikovány metodou maximální pravděpodobnosti.



eCognition

objektově orientovaná klasifikace obrazu

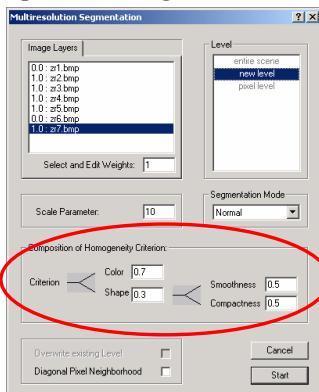
Segmentace obrazu - multiresolution segmentation

Definování základních obrazových objektů je založeno na spojování podobných pixelů.

Podobnost či homogenita je posuzována z hlediska těchto tříd informací:

- Spektrální informace
- Texturální informace
- Informace o tvaru objektů
- Informace o topologických vztazích (kontextuální)

Nastavení parametrů segmentace obrazu



Posouzení spektrální heterogenity:

$$h = \sum_c w_c \cdot \sigma_c$$

c - proměnná příznakového prostoru (např. pásmo multispektrálního obrazu)

w - váha daného atributu

σ - směrodatná odchylka pixelů daného pásma

Posouzení tvarové heterogenity:

Hladkost - Smoothness – optimalizuje hranice

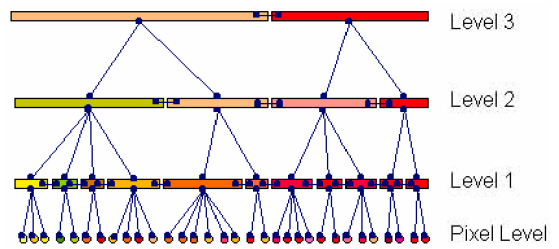
$$h = \frac{l}{\sqrt{n}}$$

Kompaktnost - Compactness – optimalizuje tvar

$$h = \frac{l}{b}$$

- l – obvod skupiny pixelů
- n- počet pixelů tvořících skupiny
- b – obvod nejmenšího pravouhelníka opsaného skupině pixelů

„Multiresolution segmentation“



Objektově orientovaná analýza obrazu pracuje s obrazovými objekty uspořádanými do **hierarchicky** uspořádaného systému vrstev. Nejnižší vrstvu tvoří vrstva jednotlivých pixelů, nejvyšší vrstvu pak celý obraz. Mezi těmito dvěma krajními úrovněmi se vytváří další úrovně právě procesem segmentace obrazu. Celá síť má jednoznačně definované **topologické** vazby.

Hierarchie podle dědičnosti (INHERITANCE)

Sub-objekty dědí vlastnosti svých rodičů (super-objektu).

Travní porosty

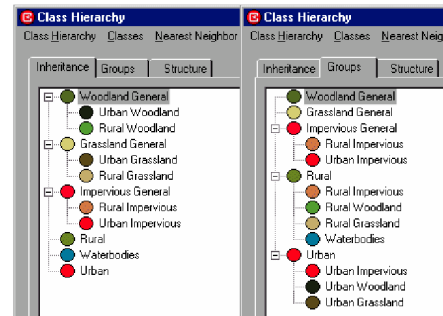
- Louky
- Parky

Zastavěná plocha

- Les ve městě
- Parky
- Bloky budov

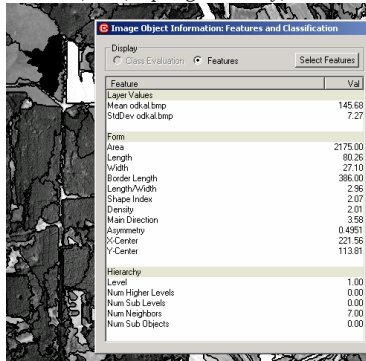
Hierarchické uspořádání klasifikačního schématu

- podle dědičnosti (inheritance)
- podle sémantiky (významu)



Atributy objektů

Každému z objektů přísluší množina atributů, které popisují spektrální vlastnosti, tvar, topologické vazby, texturní znaky, ...

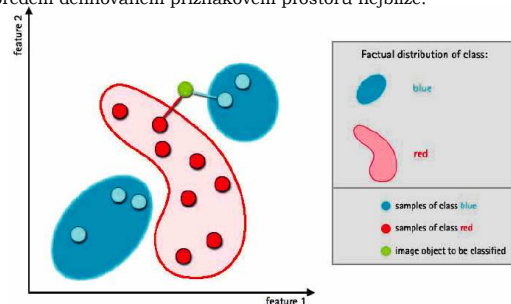


Klasifikace objektů I.

Vlastní klasifikace může být založena na **klasifikátoru nejbližšího souseda (Nearest Neighbor)**

Třénovací data tvoří vybrané objekty

Klasifikátor zařadí všechny ostatní objekty do třídy, ke které má v předem definovaném příznakovém prostoru nejbližší.



Klasifikace objektů II.

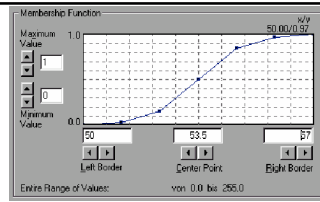
Klasifikace založená na principu **neostrých množin (fuzzy logic)**.

Prislušnost jednotlivých objektů ke každé třídě je hodnocena prostřednictvím funkce příslušnosti (membership function) pro každý z uvažovaných atributů.

Membership function normalizuje hodnoty jakéhokoliv použitého atributu (např. DN hodnot pásma obrazu 0 až 255) do hodnot 0 až 1.

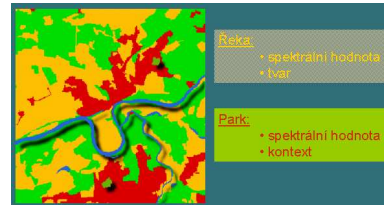
Funkce má různý průběh (např. sigmoida).

Průběh membership function definuje neostré (fuzzy) hranice a nahrazuje binární logiku (patří - nepatří).

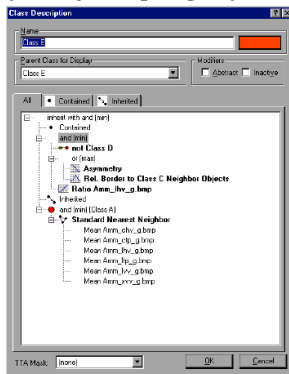


Klasifikace objektů může probíhat dvěma způsoby

- jako klasifikace **bez uvažování topologických a hierarchických vazeb** objektů
- jako klasifikace **hodnotící též topologické a hierarchické vazby** objektů v obraze
- Jednotlivé třídy již nemusí představovat land cover, ale mohou být již kategoriemi land use. To je umožněno hodnocením odlišné skupiny atributů při klasifikaci tříd – příznakový prostor může být definován různě pro různé kategorie:

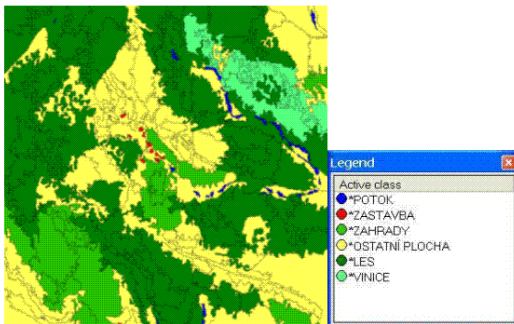
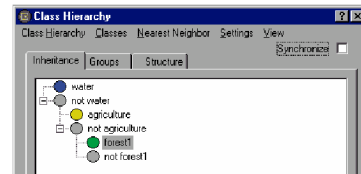


Příklad příznakového prostoru použitého pro klasifikaci využívající topologických vazeb



Klasifikační schéma ve formě binárního stromu

- daná třída je definována vždy jako negace příslušnosti k třídě jiné



Obr. 17. Výsledek klasifikace zájmového území mapy I. vojenského mapování v programu eCognition. Jednotlivé segmenty jsou znázorněny černým obrysem

Rysy klasifikace

- Objektů je výrazně méně než jednotlivých pixelů a proto je klasifikace velmi rychlá.
- Klasifikovány jsou nejprve třídy na nejvyšší hierarchické úrovni zpracování – (nejmenší měřítko) – například městské plochy, venkovské plochy, vodní objekty. Ty se klasifikují bez uvažování topologických vazeb.
- Následně je klasifikace provedena na nižší úrovni zpracování (v podrobnějším měřítku), kdy je možné využít topologických vazeb sestavených na základě klasifikace na vyšší úrovni.
- Při zařazování obrazových objektů do třídy městská zeleň je možné uvažovat vztahy těchto objektů k třídě městské plochy – např. ve formě relativní vzdálenosti k těmto plochám nebo jako vztah k nejbližšímu sousedovi.
- Hierarchicky uspořádané klasifikační schéma je možné sestavit ve formě binárního stromu, kdy daná třída je definována vždy jako negace příslušnosti k třídě jiné