

Program eCognition pro klasifikaci urbanizovaného území z družicových snímků SPOT

Veronika Berková¹

¹Katedra mapování a kartografie, Fakulta stavební, ČVUT, Thákurova 7,
166 29, Praha, ČR
veronika.berkova@fsv.cvut.cz

Abstrakt. Program eCognition se zakládá na objektově orientovaném přístupu analýzy obrazu. Obsahuje volbu vyvíjet databázi znalostí pro podrobnou klasifikaci místních vztahů a využití území. Základní rozdíl oproti postupu založenému na hodnocení pixelu je, že eCognition neklasifikuje jednotlivý pixel, ale spíše základní obrazový prvek, který je získán v předchozím kroku segmentací obrazu. Pro tento účel obsahuje eCognition víceúrovňovou segmentaci pro získání obrazových objektů. Tento program byl testován v projektu zaměřeném na detekci změn ve využití území. Pro testování byly využity družicové snímky SPOT.

Klíčová slova: eCognition, SPOT.

Abstract. eCognition for classification of urban area from SPOT imagery. eCognition is based on an object oriented approach to image analysis. It includes the option to develop knowledge bases for elaborate classification of local context and land use. The basic difference to pixel-based procedures is that eCognition does not classify single pixels, but rather image basic elements (image primitives) that are extracted in a previous image segmentation step. For this purpose eCognition includes multiresolution segmentation for image object extraction. This software was tested in project focused at change detection in land use. SPOT imagery was used for this testing.

Keywords: eCognition, SPOT.

1 Úvod

Cílem projektu je zjistit změny ve využití území v okolí dálnic České Republiky. Pozornost je věnována hlavně změnám týkajícím se urbanizace území, kdy zjištěné výsledky budou sloužit pro další studium širších vztahů mezi konstrukcí a jejím okolím z hlediska udržitelného rozvoje. Pomocí metod DPZ je možné určit, jak je území využito, co se nachází v okolí dálnic, jedná-li se o zástavbu, průmyslové objekty nebo zemědělskou půdu. Práce je zaměřena na výběr nejvhodnější metody pro zjištění změn s využitím družicových snímků SPOT.

2 Data

Pro určení změn v oblasti dálnic byla vybrána v první řadě data CORINE. Jedná se o data typu GIS, vytvořená v rámci Evropy v jednotlivých zemích se společnou hierarchií tříd. Zobrazují využití území ve dvou časových obdobích – data z počátku 90.let a z roku 2000. Dvě časové vrstvy umožňují určit změny v krajině vzniklé během tohoto období. Pro určení vlivu dálniční sítě na okolní krajinu byl zúžen výběr pouze na třídy týkající se urbanizovaného území a na pásmo 15 km kolem jednotlivých exitů dálnic, což odpovídá zhruba patnácti minutám dojezdové vzdálenosti. Nejmenší mapovou jednotkou jedné časové vrstvy dat CORINE je 25 ha, informace o menších objektech je proto vyloučena z výsledku. Tato skutečnost nás vedla k dalšímu kroku – k použití dat dálkového průzkumu Země a k podrobnější analýze. Pro zájmové oblasti zúžené pomocí analýzy dat CORINE jsme využili 21 snímků z období 1989 po současnost. Jedná se o družicové multispektrální snímky SPOT, k dispozici jsou měření ve 3 nebo 4 radiometrických pásmech s rozlišovací schopností 10m/20m.

Před samotnou klasifikací družicových snímků SPOT musely být nejprve provedeny radiometrické, atmosférické a geometrické korekce. Cílem radiometrických korekcí je upravit digitální hodnoty (DN) v obrazovém záznamu tak, aby co nejvíce odpovídaly skutečným zářivým vlastnostem objektu. Radiometrické korekce zahrnují kompenzaci sezónních vlivů a rozdílnou výšku Slunce, dále odstranění náhodných radiometrických chyb [2].

Atmosférická korekce a vliv atmosféry na naměřená data je v porovnání s radiometrickou korekcí daleko menší, ale v případě časové řady snímků a určování změn tento vliv nelze zanedbat. Jednoduchou metodou eliminace vlivu atmosféry je tzv. metoda nejtmašího pixelu.

Pro výpočet radiometrických a atmosférických korekcí družicových snímků SPOT byl použit algoritmus uvedený v [1].

$$R_{\lambda} = \frac{\pi \times D^2 \times (L_{\lambda\text{sensor}} - L_{\lambda\text{haze}})}{TAU_v \times E_{\text{sun}_{\lambda}} \times \cos(90 - \theta) \times TAU_z} \quad (1)$$

R_{λ}spektrální odrazivost na povrchu Země

Dvzdálenost Země - Slunce

$L_{\lambda\text{sensor}}$...zdánlivá spektrální zář

$L_{\lambda\text{haze}}$zář atmosféry

TAU_vprostupnost atmosféry Země - senzor

$E_{\text{sun}_{\lambda}}$ozáření difúzním zářením atmosféry

θzenitový úhel slunce

TAU_zprostupnost atmosféry Slunce - Země

Geometrické korekce se provádí v případě porovnávání časové řady snímků, aby vzájemná poloha totožných objektů v obraze si vzájemně odpovídala. Při geometrické korekci se opravují polohové chyby – zkreslení obrazu. Geometrická korekce byla provedena pro vybraná zájmová území, hlavně v okolí dálnice Praha-Lovosice, kde jsou změny od roku 1989 po současnost nejvíce patrné z důvodu výstavby této dálnice.

3 eCognition

Cílem projektu je klasifikovat změny ve využití území v okolí dálnic České Republiky za použití nástrojů DPZ automatickým způsobem. K využití programu eCognition bylo přistoupeno z důvodu neuspokojivých výsledků, získaných metodou řízené klasifikace v programu Geomatica. Problémem při klasifikaci urbanizovaného území byla nesourodá textura těchto oblastí, ta by se dala charakterizovat často jako „pepř a sůl“. Metoda řízené klasifikace je obecně založena na hodnocení jednotlivých pixelů, program eCognition přináší v této oblasti značné zlepšení, neklasifikuje jednotlivý pixel, ale spíše základní obrazový prvek. Ten je získán v předchozím kroku segmentací obrazu. Dalším problémem řízené klasifikace v programu Geomatica byla blízká spektrální odrazivost urbanizovaných území a zemědělských polí bez vegetace. Pro zlepšení této klasifikace a odlišení jednotlivých tříd bylo použito několik metod DPZ pro zvýraznění obrazu. Vypočteno bylo celkem 29 nových kanálů následujícím způsobem:

- NDVI pro dvojice časů a jejich rozdíl – celkem 3 kanály
- PCA – 3 pásma pro obě dvojice dat (ze dvou časových pásem) – celkem 6 kanálů
- PCA – 3 pásma pro obě dvojice dat (ze dvou časových pásem) a z těchto 6 kanálů PCA - 1., 2. a 3. kanál – celkem 3 kanály
- PCA – zvlášť pro každé datum a dále rozdíl mezi prvními, druhými a třetími kanály – celkem 3 kanály
- Martin Taylor transformace z PCA pro body 3 a 4 – celkem 6 kanálů
- Tasselled Cap pro každé datum - celkem 6 kanálů
- IR/R pro každé datum – celkem 2 kanály

Jako nejvhodnější metoda klasifikace obrazu vycházela se vstupními původními daty a nově vypočtenými vrstvami NDVI. Tato metoda přesto (již z uvedených důvodů) nedávala uspokojivé výsledky. Přistoupeno bylo k využití programu eCognition.

3.1 Segmentace obrazu

Segmentace rozděluje obraz na jednotlivé objekty dle našeho zájmu, kde hlavním kritériem pro velikost jednotlivých objektů je námi požadované měřítko. Jednotlivé objekty mohou být tvořeny bloky budov, naopak objekty mohou být i části města, či celá urbanizovaná území. Velikost objektů (Scale Parameter) je jedním z rozhodujících kritérií a závisí na účelu, ke kterému chceme výsledky použít, neboť volba příliš velkých či naopak příliš malých objektů může vést k nežádoucí ztrátě informace.

Segmentace vychází z následujícího kritéria: průměrná heterogenita obrazových objektů by měla být minimální. Kritéria pro výpočet heterogenity se skládají ze dvou částí: kritéria spektrální (Color heterogeneity) a kritéria prostorová (Shape heterogeneity). Vstupními parametry procesu segmentace jsou tedy hodnoty určující spektrální heterogenitu a hodnoty určující prostorovou heterogenitu. Prostorová heterogenita je zadávána pomocí kritérií kompaktnost (Compactness) a hladkost (Smoothness).

Program eCognition využívá tzv. víceúrovňovou segmentaci, vytváří hierarchickou síť objektů. Z nejnižší pixelové úrovně se shlukuje úroveň následující, určitý počet pixelů tvoří objekt, ty jsou dále slučovány do další nadřazené úrovně atd. Topologicky jsou data mezi úrovněmi čistá, tj. hranice třídy vyšší úrovně je shodná s jednou či více hranicemi tříd nižší úrovně. Segmentace v různých úrovních může vycházet z různých dat. Segmentace s nastavenými parametry se provede vždy pro celý obraz. V některých případech je však potřeba objekty v jednom obraze rozdělit podle odlišných kritérií (např. podle různé velikosti objektů). To je umožněno pomocí funkce hierarchické sítě (Image Object Hierarchy).

Hierarchie tříd je základem při klasifikaci obrazu v programu eCognition. Tvoří vstupní strukturu modelu. Pro jednotlivé třídy je možné definovat vztahy jako je dědičnost nebo sémantické vztahy. Dědičnosti tvoří vztah mezi mateřskou třídou a třídou dceřinou, kdy dceřiná třída dědí vždy vlastnosti od mateřské (např. les je mateřskou třídou pro les jehličnatý a listnatý). Sémantický vztah nám naopak umožňuje propojit odlišné objekty, které tvoří jednu skupinu (např. městská zeleň, městské vodní plochy, městské lesy).

3.2 Klasifikace obrazu

Klasifikace obrazu v programu eCognition probíhá na základě fuzzy logiky [3]. Základní myšlenkou je nahradit dvě striktně logická tvrzení "ano" a "ne" spojitým rozsahem [0 ...1], kde 0 znamená přesně "ne" a 1 znamená přesně "ano". Klasifikace využívající fuzzy logiku je jednoduchá metoda, která převádí hodnoty prvků do fuzzy hodnot mezi 0 a 1, čímž je naznačen stupeň příslušnosti do určité třídy. Převod do fuzzy hodnot umožňuje standardizaci jednotlivých jevů a jejich kombinaci i pro jejich velmi odlišný rozsah a rozměry. Tento převod je zároveň velice transparentní zvláště ve srovnání s neuronovými sítěmi. Dalším znakem pak je možnost formulovat složitý popis prvku s použitím logických operací a hierarchického popisu tříd. Každá třída klasifikačního schématu se skládá ze souboru fuzzy výrazů dovolujících vyhodnocení určitých jevů a jejich logickou operaci.

Výrazy jsou tvořeny jak klasifikátory, tak operátory užívanými v popisu tříd pomocí software eCognition. Každý fuzzy výraz přiděluje fuzzy hodnotu v rozsahu [0 ...1], což je hodnota, odpovídající stupni členství v popisované třídě, která není pravděpodobností tohoto členství. Součet hodnot členství pro jeden objekt není roven jedné.

eCognition používá dva klasifikátory - funkce členství (Membership functions) a nejbližšího souseda (Nearest neighbor) - pro převod hodnot jevů do fuzzy hodnot.

Operátory jsou zvláštní výrazy, které kombinují fuzzy hodnoty pro vytvoření nové fuzzy hodnoty, např. and (min) - "and"-operátor udělující minimální hodnotu z fuzzy hodnot, and (*) - "and"-operátor udělující součin fuzzy hodnot, or (max) - "or"-operátor udělující maximální hodnotu z fuzzy hodnot.

Výrazy a operátory je možné propojit a vytvořit hierarchický strukturovaný popis třídy. Každý operátor obsahuje soubor dalších výrazů a je současně sám výrazem. Na nejnižší úrovni této struktury jsou všechny výrazy klasifikátory.

Klasifikátor funkce členství je jednoduchou metodou pro převod libovolného rozsahu hodnot do jednotného rozsahu [0 ...1]. Hodnota v tomto rozsahu [0 ...1] je přidělena funkcí členství po vyhodnocení každého jednotlivého jevu tvořícího popis třídy. Je možné např. stanovit rozsah členství pro hodnoty 70 až 82, kde hodnotám 0 - 70 je přidělena fuzzy hodnota rovna 0, hodnotám 82 - 255 (hodnoty stupňů šedi v 8bitovém snímku) fuzzy hodnota rovna 1 a rozsah 70 - 82 bude určen definovanou křivkou členství v programu v rozsahu [0 ...1].

Klasifikátor nejbližšího souseda klasifikuje objekty v daném prostoru jevů s danými vzorky zájmových tříd. Zde je fuzzy hodnota přidělována na základě výpočtu prostorové vzdálenosti obrazového objektu a vzorového objektu v n-rozměrném prostoru jevů. Klasifikátor nejbližšího souseda lépe řeší situace, kde se vyskytuje korelace mezi objekty, neboť funkce členství vymezuje plochu výskytu na základě mezí - čili pomocí rovnoběžnostěn, narozdíl od klasifikátoru nejbližšího souseda, kde se počítá vzdálenost ke třídám, což lépe vyhoví nepravidelným tvarům těchto tříd.

4 Závěr

Program eCognition je vhodný nástroj použitelný pro data, u nichž klasifikace klasickým způsobem neposkytuje uspokojivé výsledky. Narozdíl od klasické klasifikace nevstupují do procesu jednotlivé pixely, ale obrazové prvky získané segmentací. Při klasifikaci je proto možné uvážit texturu, tvar objektu, vztah k okolním objektům a řadu dalších faktorů vstupujících do klasifikace. Pro klasifikaci urbanizovaného území z družicových snímků SPOT je nutné zkušenosti s programem eCognition dále prohloubit a najít tu nejvhodnější metodu, pomocí které bude dále možné vyhodnotit změny ve využití území v okolí dálnic České Republiky.

Reference

1. Twele, A. *Burned Area Analysis, An Evaluation of Methods for Mapping Fire Extent and Monitoring Regeneration after Forest Fires using Remotely Sensed Data*. Westfälische Wilhelms-Universität Münster, Institut für Geographie, Münster, 2003, pp. 60-66.
2. Dobrovolný, P. *Dálkový průzkum Země, digitální zpracování obrazu*. Masarykova univerzita, Brno, 1998, ISBN 80-210-1812-7.
3. Halounová, L. Zkušenosti s programem eCognition pro klasifikaci urbanizovaného území z leteckých černobílých snímků a snímků (TM). *GIS Ostrava 2002*. Ostrava 2002.