

Objektově orientovaná fuzzy klasifikace krajinného pokryvu (*land cover*) se zaměřením na zemědělskou krajinu

Lukáš Brodský¹, Tomáš Soukup¹

¹GISAT Praha, Charkovska 7
101 00, Praha 10, Česká republika
lukas.brodsky@gisat.cz

Abstrakt. Klasifikace obrazových dat dálkového průzkumu Země zaznamenala v posledních letech významný posun od přístupu *per pixel* k objektově orientované klasifikaci s možností využití fuzzy modelování. Cílem této studie bylo ověřit možnosti objektově orientované řízené fuzzy klasifikace za účelem mapování krajinného pokryvu (*land cover*) a dále několika definovaných podtříd zemědělské krajiny. Pro klasifikace byla využita multi-temporální družicová data s vysokým rozlišením. Klasifikace byla provedena pro několik časových období (1990, 1995, 2000, 2005) jako nezávislé mapování za účelem sledování změn a vývoje především zemědělské krajiny. Tento výstup pak sloužil jako podklad pro výpočet řady agro-environmentálních indikátorů.

Klíčová slova: klasifikace dat DPZ, objektově orientovaná klasifikace, krajinný kryt (*land cover*).

Abstract. The aim of the study was to test applicability of object-oriented image fuzzy analysis to map land cover with focus on agricultural landscape. The classification was done on multi-temporal satellite data with high resolution. The classification rule-base was applied independently on data of 1990, 1995, 2000 and 2005 years to monitor landscape changes in time series. This classification output was used to calculate agro-environmental indicators.

Keywords: RS data classification, object-oriented classification, land cover.

1 Úvod

Klasifikace obrazových dat dálkového průzkumu Země zaznamenala v posledních letech významný posun od přístupu *per pixel* k objektově orientované klasifikaci s možností využití fuzzy modelování. Základní myšlenka objektově orientované klasifikace (s využitím například software firmy Definiens) je zaměřena na interpretaci důležitých sémantických informací na snímcích DPZ, které nejsou reprezentovány v jediném pixelu, ale v obrazových objektech a jejich vzájemných vztazích [1]. Kromě spektrálních informací je vhodné využít i jiné informace objektů: tvarové, texturální a topologické vztahy (sousedství, vzájemná hranice, atd.). Jeden z důležitých kroků objektově-orientované klasifikace je víceúrovňová segmentace snímku. Segmenty, shluky pixelů o dané míře homogenity/heterogenity, jsou základní prvky pro vytváření klasifikační báze. Existuje celá řada segmentačních algoritmů. Úspěšně využívaný algoritmus je tzv. *Region Growing Algorithm* umožňující vytváření segmentů ve více měřítcích.

Klasifikační proces je řízen tzv. klasifikační bází, která popisuje charakteristiky výstupních tříd klasifikace pomocí například fuzzy logiky (funkcí příslušnosti a logických operátorů). Tato klasifikační báze může být sestavena jako hierarchická struktura (pravidla *if then ...*). Cílem hierarchické struktury je redukovat vysokou míru komplexnosti na snímku [2]. Tyto postupy by měly nahradit staré klasifikace *per pixel* a umožnit klasifikaci automatickou nebo poloautomatickou větších objemů dat namísto čistě vizuální interpretace.

Cílem této studie bylo ověřit možnosti objektivě orientované řízené fuzzy klasifikace za účelem mapování krajinného pokryvu (*land cover*) a dále několika definovaných podtříd zemědělské krajiny v časové řadě.

2 Materiály a metody

Pro klasifikace byla využita multi-temporální družicová data s vysokým rozlišením (Landsat 5 a 7, SPOT4 a 5, a IRS P6). Klasifikace byla provedena pro několik časových období (1990, 1995, 2000, 2005) jako nezávislé mapování za účelem sledování změn a vývoje především zemědělské krajiny. Pro každý rok byly pořízeny minimálně dva snímky z různého období umožňující odlišit několik tříd vegetace. Všechny použité ortorektifikované snímky byly *co-registrovány* do společného bodového datového modelu. Jako pomocná tématická vrstva klasifikace byla použita databáze LPIS.

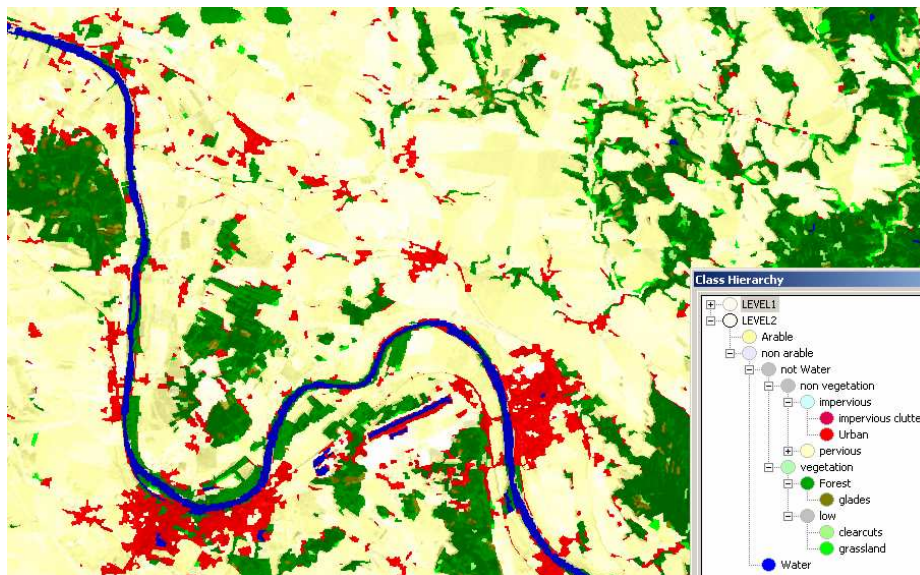
Testovaná klasifikační báze byla ověřována na třech rozdílných územích 30x30 km. Klasifikační třídy byly odvozeny ze základních tříd CORINE: 1. Zástavba a jiné umělé povrchy; 2. Zemědělské areály (děleno dále na orná půda, louky a pastviny, a trvalé kultury); 3. Lesy a 4. Voda. Zemědělské areály orné půdy byly dále děleny do podtříd: jarní obiloviny, ozimé obiloviny, pícniny (jetel a vojtěška), řepka olejná a letní plodiny. Minimální mapovací jednotka byla stanovena na 1 ha.

V průběhu vytváření klasifikační báze byla opakovaně testována přesnost klasifikace modelu. Jako statistické kritérium bylo použito indexu KIA (Cohenův Kappa index shody) a kritérium celkové přesnosti (overall accuracy). Statistický vzorek objektů pro výpočet kritéria byl získán vizuální interpretací v rozsahu od 150 do 300 objektů.

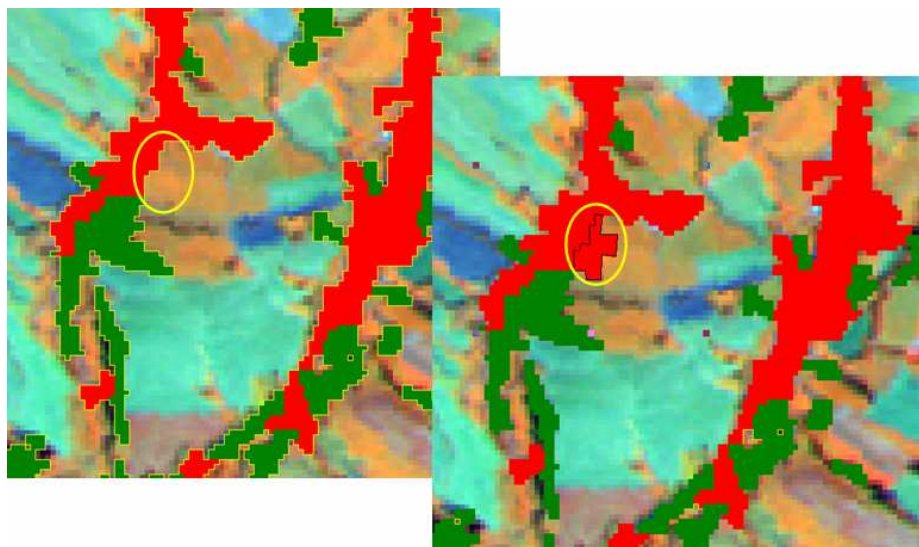
3 Výsledky a diskuse

Objektivě orientovaná klasifikace byla provedena ve dvou základních krocích: segmentace snímku a klasifikace pomocí fuzzy modelu. Fuzzy model byl vytvořen pouze v hierarchické struktuře. Komplexnost řešení problematiky vyžadovalo využití alespoň částečně sekvenčního přístupu. V prvním kroku byla klasifikována tzv. maska základních tříd pro první rok (1990), obr. 1. Postup tzv. maskování použil též například Eckert [3]. V druhém kroku byly klasifikovány změny (vývoj) základních klasifikovaných tříd v letech 1995, 2000 a 2005, obr. 2. Jednalo se především o změny zástavby a lesů. Přesnost klasifikace v této části byla nižší, proto bylo využito současně i vizuální klasifikace. V následujícím kroku byly klasifikovány podtřídy zemědělské půdy pod vytvořenou "maskou" jednotlivých let, obr. 3. V tomto kroku byla využita segmentace pouze třídy „Zemědělské areály“ a ne celého snímku. Opět byla částečně aplikována vizuální interpretace na neurčitých segmentech. V posledním kroku klasifikace byly provedeny tzv. *post*-klasifikační úpravy objektů s vyšší neurčitostí, malých ploch („pixelové objekty“) a některých liniových prvků. V této části bylo využito převážně

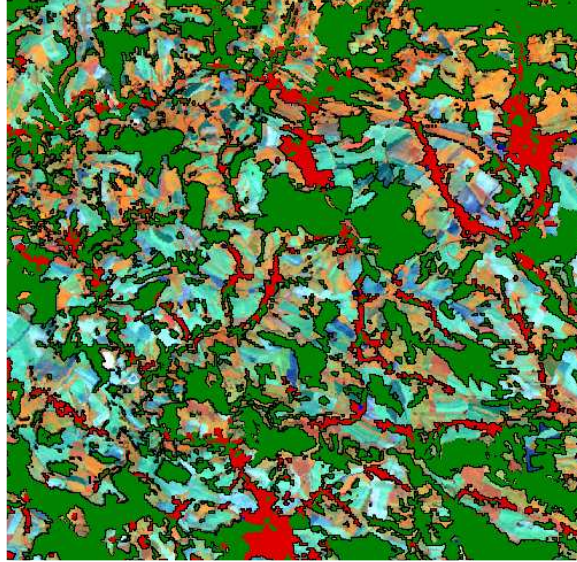
kontextuálních příznaků, obr. 4. Výsledná klasifikace, obr. 5, byla použita pro výpočet změn v krajině od roku 1990 do roku 2005.



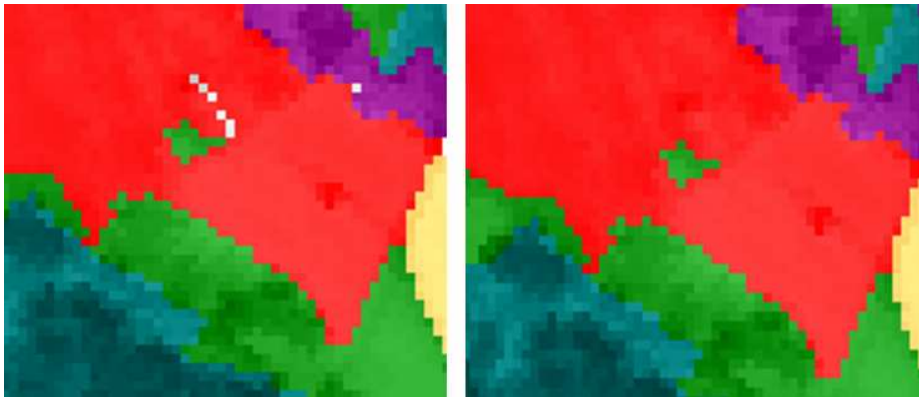
Obr. 1. Ukázka klasifikace první úrovně „masky“ zástavby (červená), zemědělské půdy (žlutá), lesů (zelená) a vody (modrá)



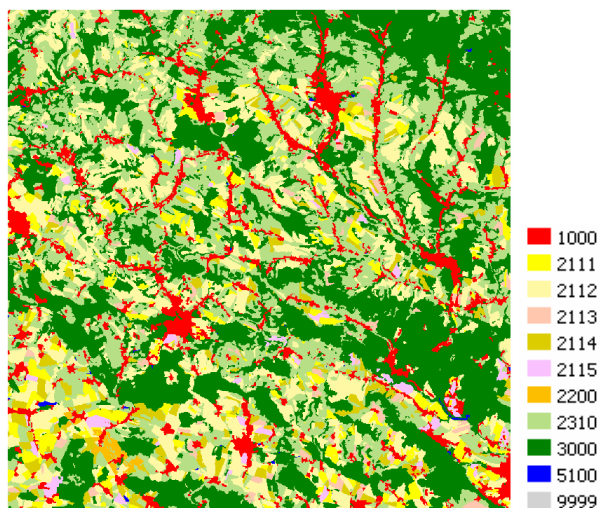
Obr. 2. Ukázka klasifikace změn zástavby



Obr. 3. Klasifikace zemědělské půdy pod „maskou“



Obr. 4. *Post*-klasifikační úpravy: příklad „čistění“ objektů s plochou nižší než minimální mapovací jednotka; vlevo před úpravou, vpravo konečný výsledek



Obr. 5. Příklad výsledné klasifikace; 1000 Zástavba; 2111 Jarní obiloviny; 2112 Ozimé obiloviny; 2113 Pícniny; 2114 Letní plodiny; 2115 Řepka olejná; 2200 Trvalé kultury; 2310 Louky a pastviny; 3000 Les; 5100 Voda

V průběhu vytváření klasifikačního modelu byla ověřována přesnost klasifikace. Jako minimální hranice přesnosti automatické klasifikace jednotlivých tříd byla stanovena hodnota 85 % (viz klasifikace CORINE). Tabulka 1 ukazuje hodnoty přesnosti klasifikace (KIA) výsledného modelu pro třídy zemědělné půdy na jednom testovacím území.

Tabulka 1. Statistické vyhodnocení přesnosti klasifikace tříd zemědělské půdy

	KIA 1990	KIA 1995	KIA 2000	KIA 2005
Jarní obiloviny	0,98	0,89	0,79	0,99
Ozimé obiloviny	0,95	0,81	0,75	0,89
Pícniny	0,76	0,83	0,62	0,81
Letní plodiny	0,83	0,95	0,94	0,98
Řepka olejná	0,99	0,84	0,92	0,91
Louky a pastviny	0,86	0,83	0,95	0,93
<i>Celková přesnost</i>	<i>0,88</i>	<i>0,89</i>	<i>0,88</i>	<i>0,94</i>

4 Závěry

Výsledky objektově orientované klasifikace byly úspěšně využity pro výpočet indikátorů změn v krajině. Celkově lze postup klasifikace považovat za polo-automatický. Klasifikování časové řady vyžadovalo vyšší míru přesnosti. Některé kroky bylo nutno doplnit o vizuální interpretaci. Plně automatický postup lze zvolit pouze v omezené míře.

Použití pouze hierarchického modelu neumožňuje řešit některé problémy. Hlavní postup byl sekvenční s využitím hierarchického modelu klasifikace jednoho úkolu. Využití kontextuálních příznaků za pomoci fuzzy logiky umožnilo velice dobře řešit problematiku obtížně zařaditelných objektů menších než minimální mapovací jednotka. Následná práce by se měla zaměřit na vytváření obecných klasifikačních bází s vlastností přenositelnosti v rámci družicových scén jednoho typu skeneru.

Poděkování

Tato studie vznikla v rámci projektu DAIFOR financovaném Flanderským ministerstvem zemědělství (Flemish Administration for Agriculture and Horticulture) ve spolupráci se Supporting Centre GIS Flanders (AGIV) a VUZE Praha. Poděkování patří též JRC – Ispra za poskytnutí části dat pro studii [4].

Reference

1. Baatz, M., Schape, A. Multiresolution Segmentation – an optimization approach for high quality multi-scale image segmentation. *Angewandte Geographische Informationsverarbeitung XII. Beiträge zum AGIT-Symposium*. Salzburg (2000).
2. Benz, U., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I., Hezenen, M. Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for GIS-ready information. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 58 (2004), 239-258.
3. Eckert, S., Kneubuehler, M. Application of hyperion data to agricultural land classification and vegetation properties estimation in Switzerland. *Proceedings of ISRPS 2004 Annual Conference, Istanbul, Turkey*.
4. European Commission, <http://agrifish.jrc.it/marspac/CwRS/default.htm>. Technical recommendations 1 (§ 5.6), REMOTE-SENSING CONTROL OF AREA-BASED SUBSIDIES, JRC – Ispra 2006, MARS Ref. JRC IPSC/G03/P/PAR/par D(2006)(5608)