

Implementace segmentace obrazu na bázi růstu oblastí do prostředí GIS GRASS

Aleš Tippner¹, Vladimír Židek²

¹Ústav geoinformačních technologií, Lesnická a dřevařská fakulta,
Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 3,
613 00, Brno, ČR
xtippne0@node.mendelu.cz

²Ústav geoinformačních technologií, Lesnická a dřevařská fakulta,
Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 3,
613 00, Brno, ČR
zidek@mendelu.cz

Abstrakt. Segmentace obrazu je základním předpokladem nových metod interpretace družicových snímků. GIS GRASS poskytuje nástroje pouze pro provedení globální segmentace obrazu. Navrhli jsme postup umožňující provést lokální segmentaci obrazu s využitím stávajících nástrojů GIS GRASS a segmentačního algoritmu na bázi růstu oblastí, který vyvíjíme v C++. Tento algoritmus dále aplikuje na výstupní segmenty operátory matematické morfologie. Naším základním cílem je vytvoření užitečného vstupu pro rozlišení základních prvků krajinného pokryvu z panchromatických družicových dat o velmi vysokém rozlišení (nebo též historických leteckých snímků).

Klíčová slova: segmentace obrazu, GIS GRASS, algoritmus

Abstract. Integration of Image Segmentation Based on Region Growing with GIS GRASS. Image segmentation is fundamental prerequisite for new satellite images interpretation methods. GIS GRASS provides segmentation tools enabling global image segmentation only. We designed procedure enabling local segmentation using existing GRASS tools and segmentation algorithm based on region growing, that we developed with C++. This algorithm applies mathematical morphology operators to output segments too. Principal aim of the project is creation of useful input for differentiation of base land cover classes in panchromatic high-resolution satellite image (or historical aerial photographs for example).

Keywords: Image segmentation, GIS GRASS, algorithm

1 Úvod

Segmentace obrazu je prvním a zároveň klíčovým prvkem v procesu objektivě orientované klasifikace družicových dat. Jde o modelování entit zemského povrchu, kde tyto entity představují souvislé části obrazového záznamu, které jsou ve zvolené charakteristice dat homogenní. Touto charakteristikou mohou být statistické veličiny popisující rozložení hodnot částí obrazového záznamu, jeho textura či jiné charakteristiky.

2 Segmentační techniky

Vlastní algoritmy vytváření segmentů obrazu se dělí do základních skupin na základě prioritní informace obrazového záznamu, která je k vytváření segmentu využita. Máme tak metody založené na vytváření hranic segmentů z charakteristických hran izolovaných pomocí vysokofrekvenčních filtrů a dále například metody založené na vytváření těchto oblastí. Druhé uvedené metody lze dále dělit na ty, jež vytvářejí segmenty postupným dělením obrazu, a naopak metody, které vytváří segmenty postupným růstem oblastí. Předmětem tohoto příspěvku je segmentace na principu vytváření oblastí metodou růstu oblastí. Přehledné pojednání o segmentačních technikách může čtenář nalézt např. v [1].

3 Segmentace obrazu se stávajícími nástroji GIS GRASS

V současné době GIS GRASS nedisponuje přímými nástroji na segmentaci obrazu. Běžnými nástroji lze provést pouze segmentaci na globální úrovni obrazu, např. provést reklasifikaci úrovní jasu do užšího počtu kategorií v procesu nazývaném prahování obrazu. Za globální segmentaci obrazu lze za jistých podmínek považovat i výsledek klasifikátoru SMAP (modul `i.smap`) kombinovaného radiometricko-geometrického klasifikátoru nasazovaného v řízených klasifikacích. Tento při rozhodování o výsledné informační třídě přihlíží též k hodnotám okolních pixelů, čímž potlačuje místní nehomogenity a výsledné oblasti jsou pak více kompaktní. I díky tomuto přístupu může být tento klasifikátor v omezené míře použitelný i na klasifikaci panchromatických dat do základních tříd krajinného pokryvu. Lepšího výsledku je dosaženo též přidáním texturové vrstvy, vytvořené na podkladě panchromatické, do příznakového prostoru.

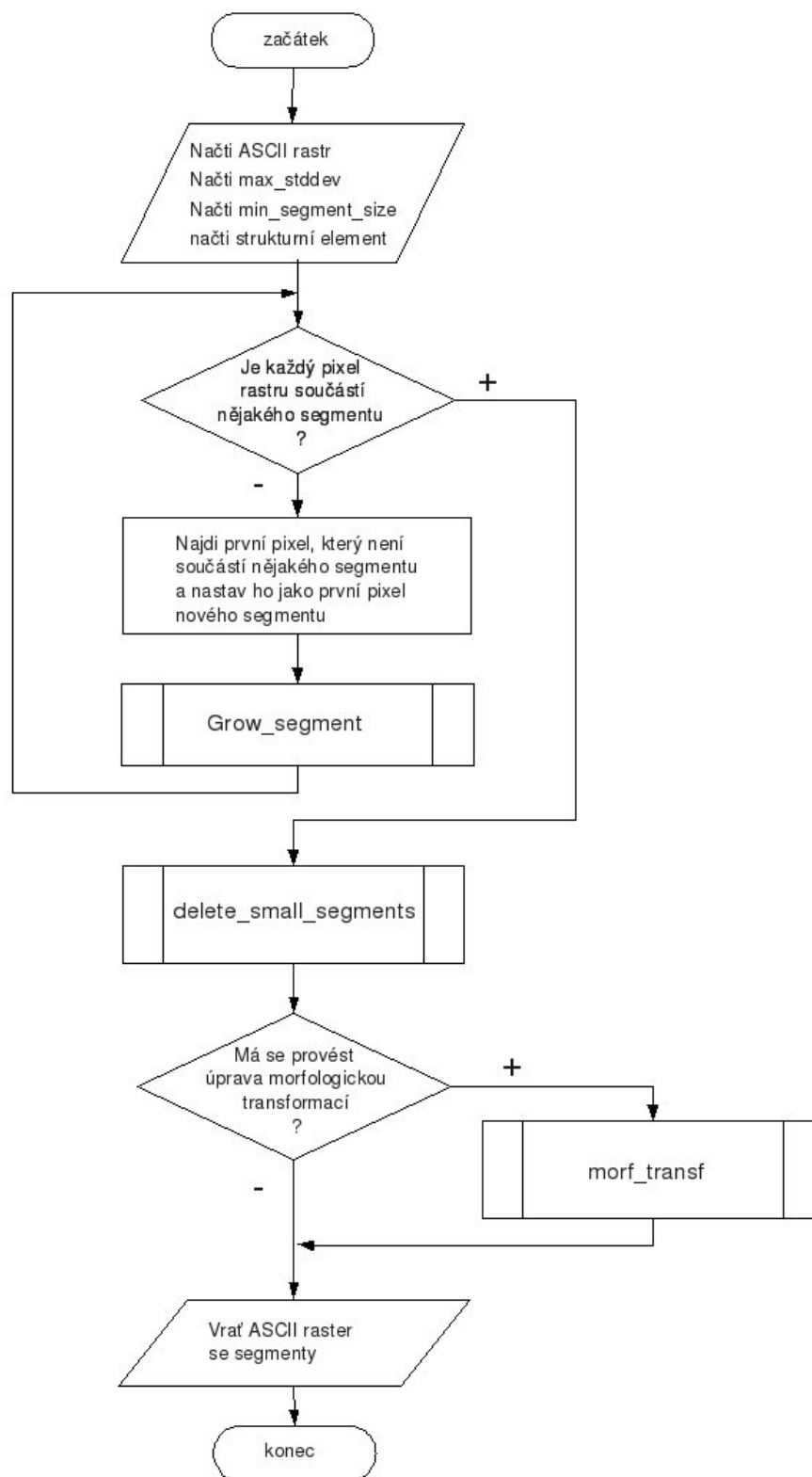
Pro přípravu dat k lokální segmentaci na bázi sledování hran v obraze v GIS GRASS připadá v úvahu vytvoření obrazu hran vysokofrekvenčním filtrem, které by mohly být vstupem algoritmu, který z těchto hran „odhadne“ průběh hranic segmentu. Pro algoritmus segmentace metodou růstu oblastí může být nápomocné předzpracování dat do shluků o stejných hodnotách (modul `r.clump`). Tyto shluky by pak mohly být spojovány na základě velikosti gradientu hodnot jejich vzájemných hran. Pro podrobné informace o GIS GRASS doporučujeme [2].

4 Realizace segmentačního algoritmu na bázi růstu oblastí

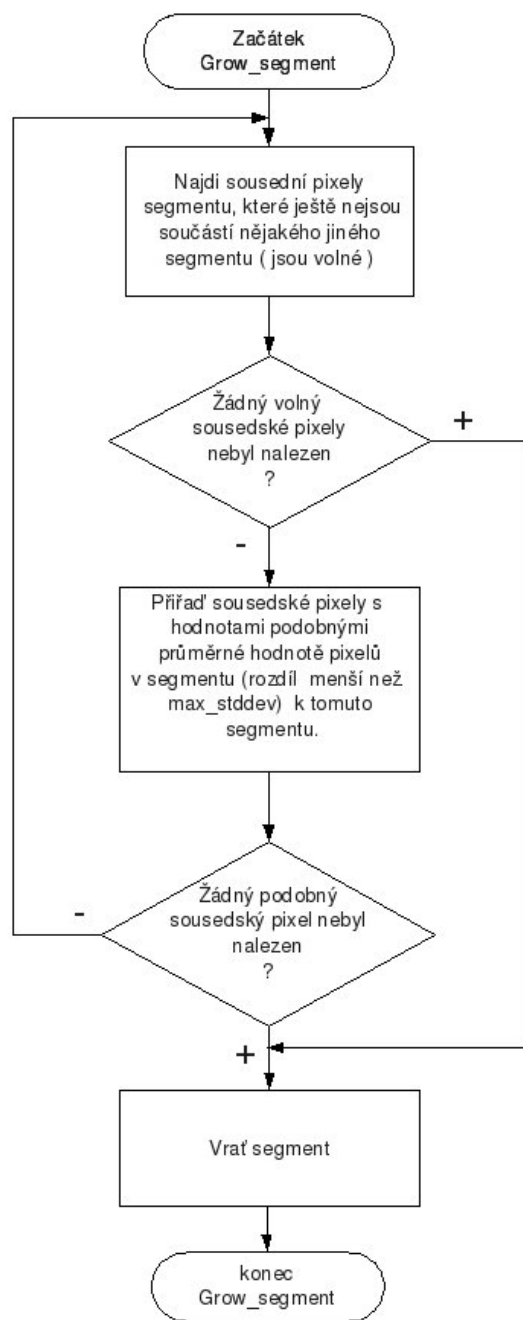
Ať již jsou nástroje GIS GRASS poskytující mezistupně k procesu segmentace obrazu jakékoli, řešení na bázi těchto mezistupňů se dle našeho názoru jeví obtížnější než vytvoření algoritmu vedoucího přímo k segmentaci obrazu. V jazyce C++, s využitím jeho standardních knihoven, jsme naprogramovali algoritmus segmentace na bázi růstu oblastí. Jeho implementace do prostředí GIS GRASS je zatím řešena prostřednictvím skriptu v jazyce BASH shell. Vše je tedy vyvíjeno pro OS GNU/Linux. Skript řeší převedení vstupních GRASS rastrových dat do ASCII rastru vhodného k načtení algoritmem a dále import výstupu algoritmu, opět rastru ASCII, zpět do prostředí GIS GRASS. Na začátku, prostřednictvím interaktivního textového rozhraní, žádá skript uživatele o zadání parametrů segmentačního algoritmu. Tato rozhodnutí musí uživatel podpořit znalostí zpracovávaných dat – statistickým rozložením hodnot v rastru a prostorovým rozlišením rastru. Samotný segmentační algoritmus provádí, dle přání uživatele, též úpravu segmentů operátory matematické morfologie, výsledek tohoto procesu je ale dále korigován stávajícími moduly GIS GRASS.

Parametry, které uživatel zadává programu, jsou název GRASS rastrové vrstvy, maximální směrodatná odchylka hodnot pixelů v segmentu, minimální velikost výsledného segmentu, případně též název textového souboru se strukturálním elementem a název výstupní rastrové vrstvy (ta je dále též konvertována na GRASS vektorovou vrstvu).

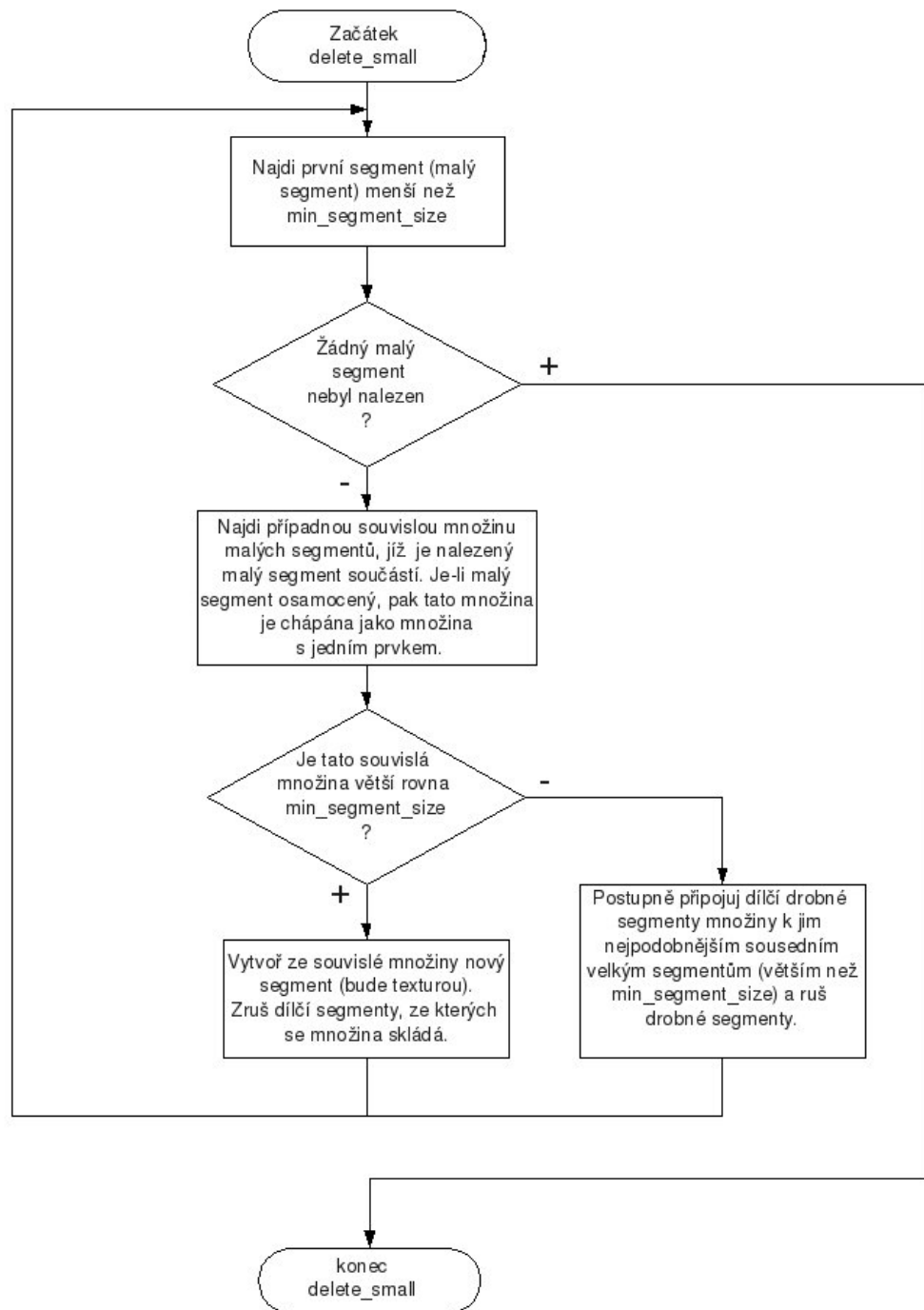
Vlastní komponenta v C++ je popsána vývojovým diagramem na obr.1, její submoduly pak na obr. 2 a 3. Algoritmus vždy nastaví počátek segmentu na první nalezený volný pixel (tzn. pixel, který ještě nebyl zařazen k nějakému segmentu) a dále volá submodul `grow_segment`, který se stará o růst segmentu do okolních volných pixelů, které “postupně rostoucímu segmentu” vyhovují z hlediska kritéria homogeneity. Po vrácení dokončeného segmentu se cyklus opakuje, dokud jsou k dispozici volné pixely. Touto procedurou je vytvořen rastr (mezistupeň), ve kterém segmenty vyhovují z hlediska kritéria maximální směrodatné odchylky segmentu. Pro tuto fázi je tedy klíčový parametr maximální směrodatné odchylky. Dále tento mezistupeň postupuje do submodulu `delete_small`. Pro něj je klíčové kritérium maximální velikosti segmentu. Zde jsou postupně odstraňovány segmenty menší než toto kritérium, přičemž se algoritmus opírá o teorii, že dostatečně velký shluk drobných segmentů je pravděpodobně segmentem s charakteristickou texturou. Drobné segmenty netvořící shluky, nebo jen malé shluky drobných segmentů jsou naopak pokládány spíše za méně informačně významné a tudíž připojovány k okolním segmentům. Důsledky těchto předpokladů jsou zmiňovány v popisu výsledků. Výsledek segmentace je pak dále možné dle přání uživatele upravit operátory matematické morfologie (vývojový diagram tohoto submodulu zde neuvádíme). Cílem aplikace této procedury by mělo být přerušení segmentů v jejich úzkých oblastech (mostech) a tedy vytvoření nových kompaktnějších segmentů a dále zjednodušení jejich tvaru. Tohoto je docíleno nejprve aplikováním transformace erozí a na její výsledek dále aplikací dilatace, a to s použitím uživatelsky definovaného strukturálního elementu.



Obr. 1. Zjednodušený vývojový diagram v pseudokódu – hlavní část programu



Obr. 2. Zjednodušený vývojový diagram v pseudokódu – podmodul `Grow_segment`



Obr. 3. Zjednodušený vývojový diagram v pseudokódu – podmodul delete_small

5 Test algoritmu – výsledky, diskuse

5.1 Popis použitých dat

Segmentace byla testována na panchromatických datech družice IKONOS pořízených 1.11. 2005 cca v 9:58 GMT, a též na panchromatických datech družice WorldView pořízených 29.5. 2008 cca v 9:53 GMT. Data jsou z okolí města Lednice. Prostorové rozlišení PAN IKONOS činí 1 m, WorldView pak 0,5 m. Data byla lineárně přeškálována do 256 úrovní jasu. Výsledné rozložení hodnot celých výřezů viz. následující přehled.

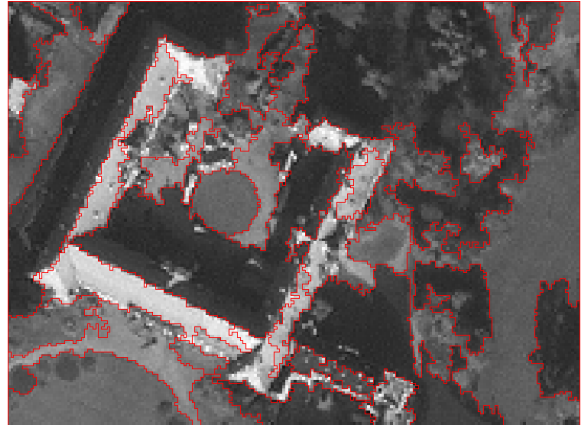
Tabulka 1. Statistické rozložení hodnot pixelů rastrů

	IKONOS PAN	WorldView PAN
Minimum	16	4
Maximum	251	255
Průměrná hodnota	70,90	129,58
Směrodat. odchylka	31,07	26,79

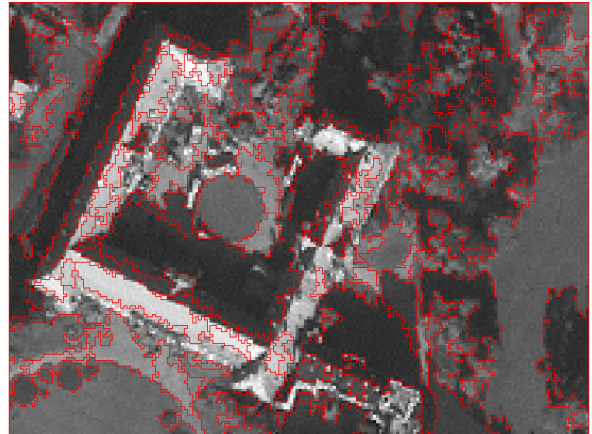
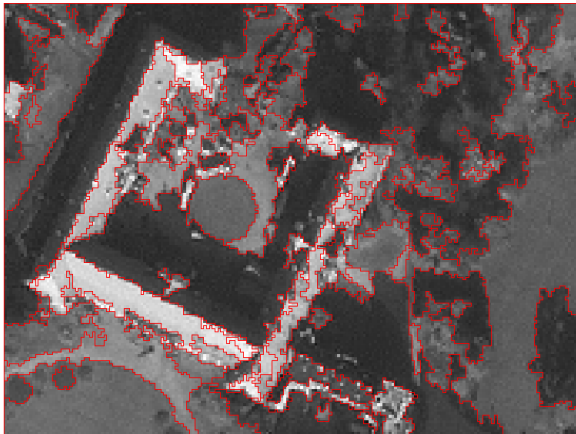
5.2 Komentář k výsledkům, diskuse (obr. 4 – 14)

Z obrázků je zřejmé, že algoritmus vyžaduje správnou volbu vstupních parametrů maximální směrodatné odchylky a minimální velikosti segmentu. To dále vyžaduje dobrou znalost rozložení hodnot v obrazových datech. Lze zjistit, že s rostoucí velikostí parametru minimální velikost segmentu dochází často k nevhodným přiřazením jinak významných entit k větším, a často i charakterem odlišným, segmentům. Toto lze sledovat zejména na obr. 5 až 7. Do budoucna je tak třeba uvažovat o zapojení více kritérií do procesu segmentace, zejména pak stanovení jejich vah. To se týká zejména vztahu mezi velikostí segmentu a jeho odlišností od segmentů okolních. Správnou volbu parametru maximální směrodatné odchylky s ohledem na cíl segmentace nejlépe dokumentuje rozdíl mezi obr. 12 a 13, kde se v prvním případě nepodařilo zachytit téměř žádné obrysy polí. Obr. 14 dále dokumentuje význam vztahu mezi absolutní velikostí entit a prostorovým rozlišením družicového snímku. Pro přesnější vymezení entit zastavěných oblastí je vhodnější větší prostorové rozlišení snímku. Úprava výsledku segmentace použitím matematické morfologie je znázorněna obrázky 8 a 9. Aplikací morfologické transformace došlo k zjednodušení tvaru a byly od sebe odděleny přemostěné části segmentů. Po aplikaci této procedury však již neplatí podmínka minimální velikosti segmentu. Rovněž tímto je nutno se v budoucnu zabývat a případně omezit toto rušení mostů zmíněnou podmínkou.

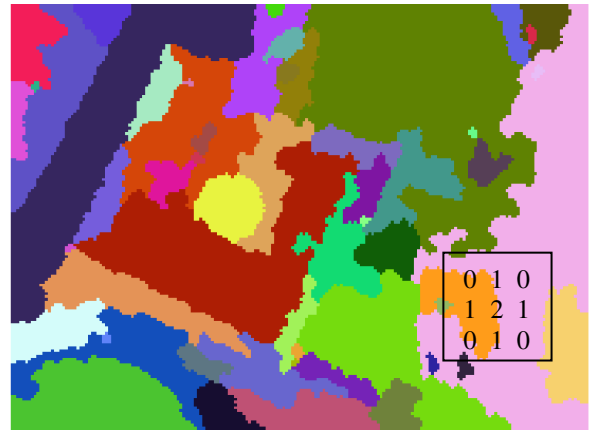
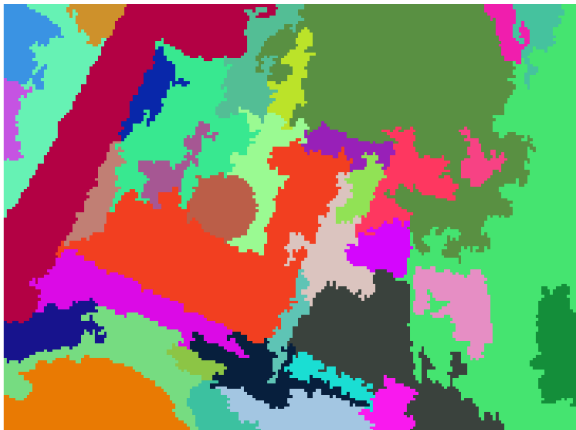
Dále uvádíme segmentace pokusných výřezů v profesionálním software DEFINIENS eCognition (obr. 15 až 17).



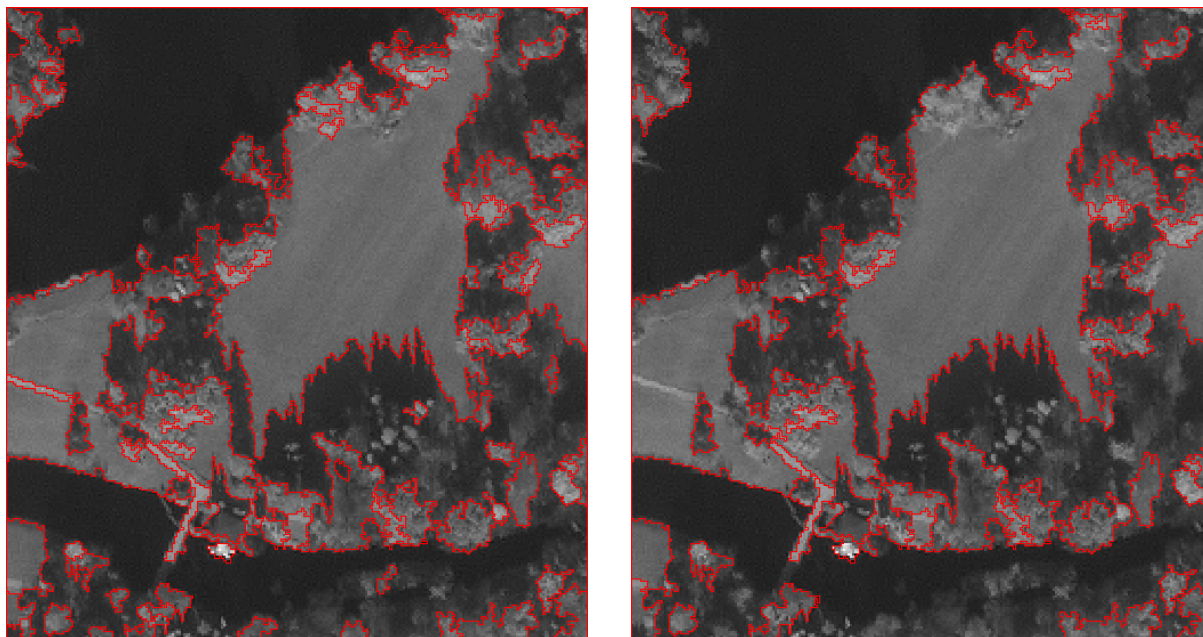
Obr. 4. a 5. Výsledek segmentace pro maximální směrodatnou odchylku 20, minimální velikost segmentu 107 pixelů a bez morfologické transformace (data IKONOS PAN 1 m)



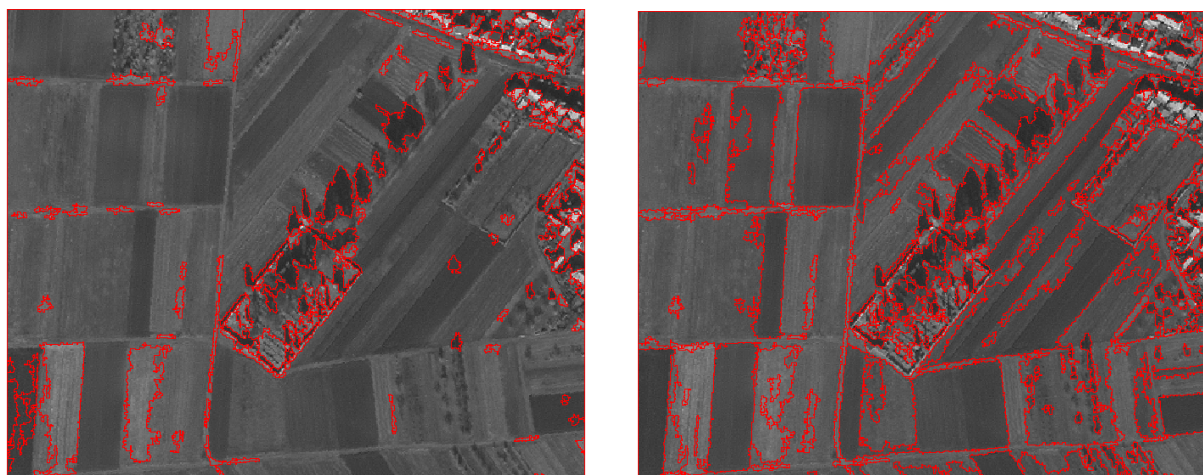
Obr. 6. a 7. Vlevo - výsledek segmentace pro maximální směrodatnou odchylku 20, minimální velikost segmentu 19 pixelů a bez morfologické transformace, vpravo - Výsledek segmentace pro maximální směrodatnou odchylku 10, minimální velikost segmentu 19 pixelů a bez morfologické transformace (data IKONOS PAN 1 m)



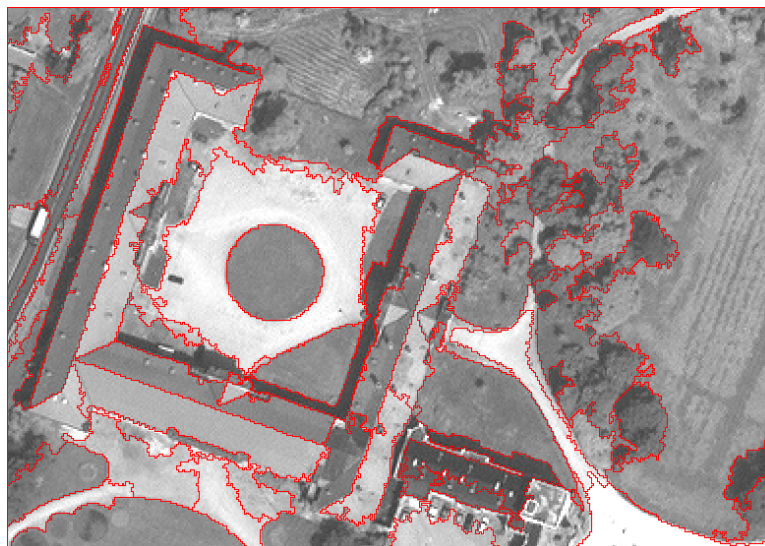
Obr. 8. a 9. Rozdíl mezi segmentacemi: vlevo - pro maximální směrodatnou odchylku 20, minimální velikost segmentu 107 pixelů a bez morfologické transformace, vpravo pro maximální směrodatnou odchylku 20, minimální velikost segmentu 107 pixelů a s morfologickou transformací strukturálním elementem viz uvnitř obrázku – 1 prvek elementu, 2 střed elementu, prvek elementu (data IKONOS PAN 1 m)



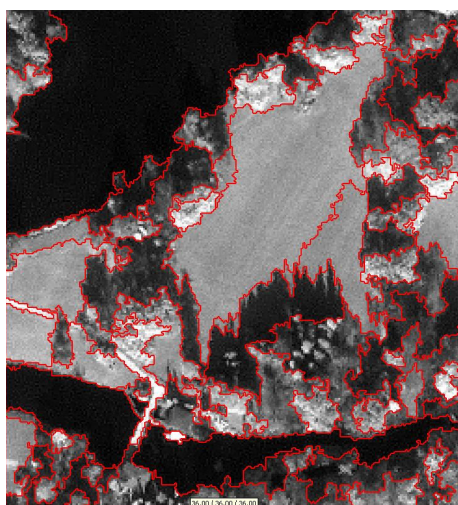
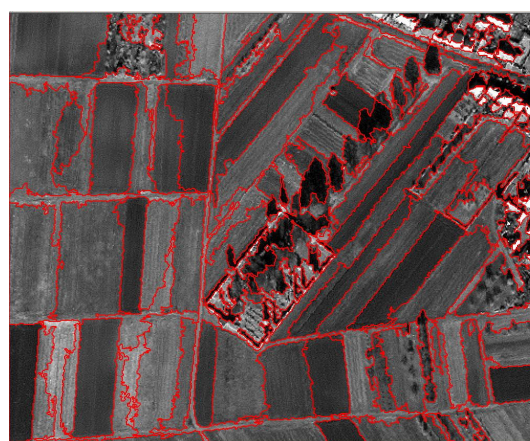
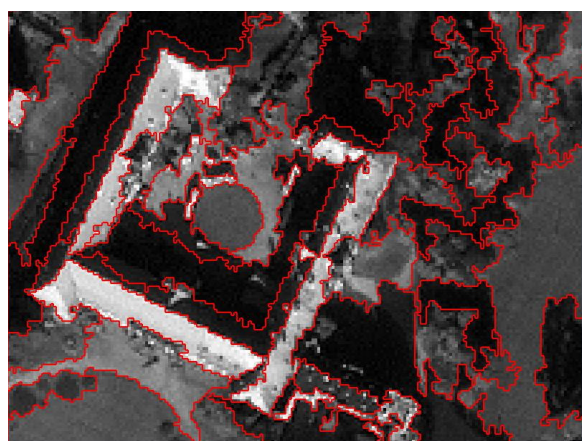
Obr. 10. a 11. Vlevo - výsledek segmentace pro maximální směrodatnou odchylku 20, minimální velikost segmentu 34 pixelů a bez morfologické transformace, vpravo - výsledek segmentace pro maximální směrodatnou odchylku 20, minimální velikost segmentu 107 pixelů a bez morfologické transformace (data IKONOS PAN 1 m)



Obr. 12. a 13. Vlevo - výsledek segmentace pro maximální směrodatnou odchylku 20, minimální velikost segmentu 34 pixelů a bez morfologické transformace, vpravo - výsledek segmentace pro maximální směrodatnou odchylku 10, minimální velikost segmentu 34 pixelů a bez morfologické transformace (data IKONOS PAN 1 m)



Obr. 14. Výsledek segmentace pro maximální směrodatnou odchylku 18, minimální velikost segmentu 428 pixelů a bez morfologické transformace (data WorldView PAN 0,5 m)



Obr. 15., 16. a 17. Výsledky segmentací v software DEFINIENS eCognition pro faktory scale 50, shape 0,1, compactness 0,5, smoothness 0,5 (data IKONOS PAN 1 m)

6 Závěr

Prezentovaný algoritmus je nyní ve fázi testování. Po testování hodláme tento algoritmus zveřejnit pod licencí GPL (General Public License). Nadále však hodláme pokračovat v jeho vývoji a vylepšování. Doufáme, že naším počínáním přispějeme k dostupnosti rychle se rozvíjejících metod zpracování družicových snímků, jakož i k filozofii volné výměny vědeckých myšlenek.

Tento příspěvek byl řešen v rámci grantového projektu 51/2008 Interní grantové agentury LDF MZLU v Brně.

Reference

1. Hlaváč, V., Šonka, M.: *Počítačové vidění*, Grada, 1992, Praha, ISBN 80-85424-67-3
2. Neteler M., Mitasova H.: *Open source GIS: A GRASS GIS Approach*. Kluwer Academic Publishers Group, 2007. ISBN 038735767X.