

Využití ArcGIS for Desktop k rozpoznávání objektů v pískovcových skalních městech



Michaela Tomková (michaela.tomkova@natur.cuni.cz)
Jakub Lysák (jakub.lysak@natur.cuni.cz)
 Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy
 Katedra aplikované geoinformatiky a kartografie

Poster představuje diplomovou práci Michaely Tomkové s názvem *Klasifikace dat leteckého laserového skenování v pískovcových skalních městech*, vzniklou pod vedením Jakuba Lysáka a obhájenou v květnu 2018 na Katedře aplikované geoinformatiky a kartografie na Přírodovědecké fakultě Univerzity Karlovy.

Cíle práce

Práce je zaměřena na zpracování dat leteckého laserového skenování. Cílem práce bylo navrzení klasifikační / filtrační metody, která by vycházela z objektově orientovaného přístupu k bodovému mračnu. Inspirací pro tuto metodu byl způsob, jakým vyhodnocuje člověk prostorový vjem z bodového mračna a provádí jeho manuální filtraci, kdy nevnímá každý bod zvlášť, ale rozpoznává v mračnu celé objekty.

Základní myšlenka celého postupu vychází ze skutečnosti, že z vnějšího pohledu se zdá být skalní věž velmi podobná stromu, ovšem při pohledu na vnitřní prostorové uspořádání bodů těchto objektů je rozdíl patrný. Skalní věž je „dutá“, protože se laserový paprsek jejím povrchem nedostane. Na rozdíl od toho u stromu dochází k několika odrazům paprsku od jednotlivých větví a listů a výsledkem je neuspořádaný shluk bodů uvnitř objektu.



Profily bodového mračnem
 Vpravo je profil skalní věže, z jejíž vrstvy stromek, vlevo profil stromem, kterým prošel paprsek laseru až k povrchu. Body podrobného skenování jsou oranžovo-hnědé, body běžného skenování jsou znázorněny černě a větším symbolem. Za povšimnutí také stojí, že v podrobném skenování byly výrazně lépe nasnímány skalní věže ze stran, což je důsledek nalézávání křížem. Na levé straně věže je dokonce zachycen převis. V datech běžného skenování chybí také například terén pod stromem.

Použitá data

Navržená metoda vyžaduje poměrně husté bodové mračno, ve kterém by dané objekty byly rozpoznatelné. K dispozici byly dvě datové sady poskytnuté Zeměměřičským úřadem:

- data standardního skenování s hustotou 2,35 bodů/m²,
- data experimentálního skenování s hustotou 4,45 bodů/m².

Jak je patrné z obrázku, data experimentálního skenování často obsahují i informace o stěně skalního útvaru, kdežto data standardního skenování povětšinou zachytily jen vrcholovou plošinu.

Testovací lokality

Pro trénování i testování navržené metody bylo vybráno 11 morfologicky odlišných lokalit v oblasti Adršpaško-teplických skal, zachycených na mapě níže. Na všech lokalitách proběhl terénní průzkum, díky kterému bylo možné vytvořit spolehlivá manuálně filtrovaná data považovaná za referenční. Hlavní trénovací lokalitou bylo okolí skalní věže Milenci. Data z této lokality se objevují na obrázcích na tomto posteru.



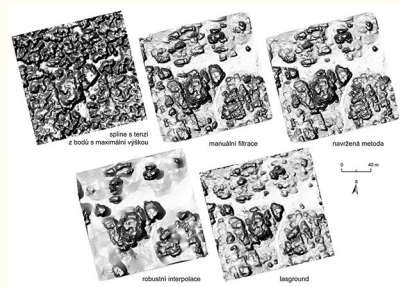
Mapa části Adršpaško-teplických skal s vyznačením testovacích lokalit. Podkladová mapa: ZM 25, ©ČÚZK.



Netradiční pohled na skalní věž Milenci (s výhledem na vrchol) a skály v okolí ze Smrčácké vyhlídky.

Výsledky

Výsledky navržené metody byly porovnány s manuálně filtrovaným bodovým mračnem a dosáhly shody v 85 % případů. Dalšími metodami vstupujícími do porovnání byla hierarchická robustní filtrace použitá jen na bodové mračno standardního skenování při tvorbě DMR 5G a samotná funkce *lasground* z balíku nástrojů *LASTools* použitá na spojené bodové mračno. Obě metody dosáhly minimálně o 10 % menší shody při porovnání s manuálně filtrovaným bodovým mračnem.



Srovnání stínových digitálních modelů reliéfu získaných rozdílnými metodami. Funkce *lasground* (z balíku nástrojů *LASTools*) shledává okraje některých skalních útvarů, robustní interpolace celkové velmi vyhladila terén. Výsledky manuální filtrace a navržené metody se oproti tomu liší jen v některých detailech.

Chyba 1. typu, tedy zařazení terénního bodu mezi neterénní, se vyskytla ve 20 % případů, ale jako závažnější z hlediska praktického použití digitálního modelu reliéfu byla hodnocena chyba 2. typu, tedy zařazení neterénního bodu mezi terénní, která se objevila v 9 % případů. Při výskytu chyby 2. typu totiž výsledný digitální model reliéfu obsahuje elevace, které ve skutečnosti neexistují.

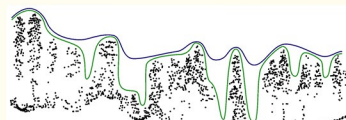
	manuální filtrace		
metoda	terén	vegetace	součet
terén	123 964	9 940	133 904
vegetace	29 529	100 718	130 247
součet	153 493	110 658	264 151
	80,85%	91,48%	85,34%

Chybová matice porovnávající manuální a navrženou filtraci. Uvedené hodnoty jsou součty bodů ze všech 11 testovacích lokalit.

aneb proč jsou se zpracováním laserových dat z pískovcových krajín takové potíže?

Pískovcová skalní města jsou extrémně členitá území často pokrytá hustou jehličnatou vegetací. Až letecké laserové skenování umožnilo díky „pohledu pod vegetací“ zjistit průběh terénu v nepřístupných zakrytých oblastech.

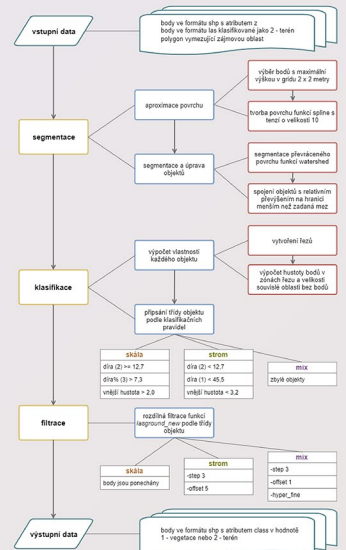
Cílem zpracování bodového mračna je obvykle **filtrace** – rozdělení bodů na terénní a mimoterénní. Metody filtrace bodového mračna ovšem předpokládají, že je průběh terénu pozvolný a vše, co z něj náhle vystupuje, jsou objekty, které mají být odfiltrovány z digitálního modelu reliéfu. Výsledkem běžných filtračních metod v pískovcovém skalním městě jsou tedy v závislosti na použitých parametrech buď shlázené nebo zcela chybějící skalní útvary, nebo naopak nedokonalé odfiltrování vegetace.



Rozdílná míra generalizace při aproximaci povrchu. Obrázek ilustruje dvě možnosti aproximace povrchu ze stejných dat leteckého laserového skenování. Model je vyznačen povrchu tvořený měně tvárným materiálem („dekou“) a zeleně jemnějším a tvárnějším materiálem („závojem“). Na aproximaci povrchu je založena segmentace popsaná v postupu níže.

Postup zpracování

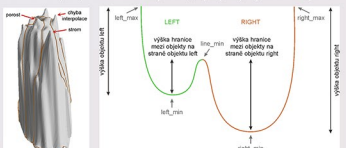
Postup zpracování dat zachycuje následující schéma:



1 Segmentace

Segmentace proběhla pomocí aproximovaného povrchu metodou spline s tenzi z nejvyšších bodů v oblasti 2x2 metry. Tento povrch byl následně otočen „vzhůru nohama“ a posloužil jako vstup do algoritmu pro vymezení povodí (*Watershed* z *Hydrology Toolset*). Tímto postupem byly vytvořeny hranice mezi jednotlivými objekty (v převráceném modelu je tvoří rozvodnice).

Poměrně často došlo k přesegmentování, a tak byly objekty, jejichž relativní výška hranice byla nižší než předem daná mez (okolo 10 % výšky nižšího z objektů), spojeny v jeden objekt.



Ilustrace spojování objektů
 Vlevo je pohled na skalní věž, která byla při tvorbě povodí v převráceném povrchu rozdělena hnědnými liniemi na několik objektů. Důvodem vzniku některých vrcholů, kvůli kterým je celý objekt rozdělen, jsou v oblasti popsány. Vpravo je pomocný obrázek k výpočtu výšky hranice mezi objekty pro jejich spojení. Jedná se o ilustrativní profil objektů v převráceném povrchu, který je veden právě přes lokální extrémy, jež jsou používány k výpočtu.

2 Klasifikace

Klasifikace zařadila každý z vytvořených objektů do jedné ze tříd *skála*, *strom* a *mix*. Byly nalezeny příznaky, které vystihují rozdíl mezi skalním útvarem a stromem pomocí vnitřního uspořádání bodů v objektu. Tyto příznaky byly vypočteny pomocí vodorovných řezů vedených ve čtvrtinách výšky objektu. V každém řezu byla zjištěna hustota bodů ve vnitřní a vnější oblasti a velikost souvislé plochy bez bodů, která byla výjádřena absolutně i relativně vůči ploše objektu. Z těchto příznaků byla použita jen ty, které měly při výpočtu rozhodovacího stromu dostatečnou váhu pro určení příslušnosti ke třídě.



Rozhodovací strom pro klasifikaci
 Rozhodovací strom popisuje sekvenci pravidel, podle kterých lze vstupní data rozdělit do podskupových tříd. Skála je tedy například definována velikostí díry v prostředním řezu větší než 12,7 m², relativní velikostí díry v horním řezu větší než 7,3 % a větší hustotou v prostředním řezu větší než 2,0 bodů/m². Tyto hodnoty byly odvozeny na základě trénovacích dat z lokality Milenci.

3 Filtrace

Objekty, jež byly zařazené do třídy *skála*, byly ponechány bez filtrace. Body příslušné objektům třídy *mix* a *strom* prošly následnou filtrací pomocí funkce *lasground* z balíku nástrojů *LASTools*. V případě třídy *mix* byly parametry nastaveny poměrně volně, protože se v takovém objektu nacházel i skalní útvary, který nebyl dostatečně oddělen od vegetace. Při segmentaci z něj sice nevznikl samostatný objekt, ale při filtraci by měl být v digitálním modelu reliéfu zachován. Na druhou stranu třída *strom* byla filtrována se striktními parametry pro úspěšnou eliminaci maximálního množství vegetace z digitálním modelu reliéfu.

Ke stažení

Pokud vás téma zaujalo, celá diplomová práce je ke stažení na <http://goo.gl/VTXDmv> (adresa je též v QR kódu)



Použitý hardware & software

Zpracování práce s využitím ArcGIS for Desktop verze 10.6 a Pythonu 2.7 a zpracování dat i toho posteru proběhlo na PC HP Elite 7500, procesor Intel i7, 16 GB RAM - poster vytvořen v programu Corel Draw X8

Závěr

Navrženou metodu lze považovat za potvrzení předpokladu, že vnitřní rozložení bodů uvnitř objektů může být použito k filtraci bodového mračna. Na druhou stranu metoda naráží na nedostatky spojené především s aproximací povrchu a následnou segmentací. Rozpoznávání objektů z dat leteckého laserového skenování v pískovcovém skalním terénu pro účely spolehlivé filtrace při tvorbě digitálních modelů reliéfu zůstává předmětem dalšího výzkumu autorů tohoto posteru.