

CITLIVOSTNÍ ANALÝZA VYHODNOCENÍ VIDITELNOSTI Z LINIE V ARCGIS

Bc. Martina Dohnalová

*Student VŠB-TU Ostrava, HGF, Institut Geoinformatiky, 17. listopadu 15/2172, 70833
Ostrava-Poruba, +420605357203, doh095@vsb.cz*

Abstrakt

Diplomová práce řeší analýzu viditelnosti okolí z linie v ArcGIS, hodnotí ji a navrhuje řešení potenciálního problému. Funkce Viewshed vyhodnocuje viditelnost pouze z nodů a z vertexů linie pozorování. Proto v některých případech, kde jsou vertexy od sebe vzdálenější, není vyhodnocení viditelnosti zcela korektní. Některé oblasti vyhodnocuje jako neviditelné i přes to, že v reálu viditelné jsou. Jedná se o ta místa, která jsou viditelná jen ze spojnic mezi vertexy linie – ty do výpočtu viditelnosti nejsou zahrnuty. Viewshed stanovuje viditelnost skládáním viditelností z jednotlivých vertexů, je tedy ovlivněn počtem ale také rozmístěním vertexů. Analýzou (dvoufaktorová ANOVA) bylo zjištěno, že velikost viditelné plochy je závislá na vzdálenosti vertexů i na rozlišení pozorovaného rastru digitálního modelu reliéfu (DMR). V rámci projektu byl vytvořen nástroj VIELYNE za účelem nastavení optimálních parametrů pro vyhodnocení viditelnosti. Byla potvrzena závislost viditelné plochy na vstupních parametrech (rozlišení DMR, vzdálenost mezi vertexy linie pozorování).

Klíčová slova: ArcGIS; viditelnost; DMR; ANOVA, citlivostní analýza

Úvod

Analýza viditelnosti je jedna ze základních GIS analýz nad digitálním modelem reliéfu. Je vhodným nástrojem pro vylepšení služeb v mnoha oborech lidské činnosti. Dříve byla převážně využívána pro vojenské účely, ale dnes je rozšířena i v komerční a soukromé sféře. Využívá se pro cestovní ruch, radiokomunikace, územní plánování apod.

Základní metodika práce byla následující:

- prostudování analýzy viditelnosti v ArcGIS,
- prezentace problému závislosti viditelnosti z linie na rozmístění vertexů linie pozorování,
- navržení metody odstranění problému a její aplikace,
- vyhodnocení citlivosti analýzy na testovacím území.

Testování nástroje pro výpočet viditelnosti z linie bylo prováděno na datech terénu ASTER GDEM (3175x4514 pixelů a prostorové rozlišení cca 26x26m) a na povodí řeky Morávky.

Prezentace problému je dále ukázána na obrázku 1 na cvičných datech lokalizovaných v oblasti VŠB-TUO. Je zde patrné, že viditelná oblast je závislá na počtu a rozmístění vertexů na linii pozorování.



Obrázek 1. Vliv počtu a rozmístění vertexů linie pozorování na viditelnou oblast

Pro odstranění problému s příliš vzdálenými vertexy na linii pozorování a pro zpřesnění výpočtu viditelnosti, byla navržena segmentace linie.

Citlivostní analýza viditelnosti z linie byla testována v prostředí ArcGIS produktu společnosti ESRI. Citlivostní analýza spočívá v hledání velikosti/významu změny výstupních parametrů v závislosti na změně parametrů vstupů. Hlavními vstupními parametry jsou: rozlišení rastru DMR a počet vertexů na linii. Tyto ovlivňují výstupní parametry: velikost viditelné plochy a dobu výpočtu. Pro účely analýzy byl vytvořen automatizovaný nástroj VIELYNE, který provádí analýzu viditelnosti pro různá nastavení výše zmíněných vstupních parametrů a sestavuje statistiku výstupů.

Popis Viewshed

Viewshed je nástroj určující viditelnost reliéfu v prostředí ArcGIS. Vstupní parametry jsou DMR a body nebo linie (místa, odkud je DMR pozorován). Viewshed je založen na algoritmu, který odhaduje rozdíl nadmořských výšek mezi buňkou pozorovacího bodu a cílovou pozorovanou buňkou. Pokud se mezi pozorovatelem a cílovou buňkou nachází buňka s vyšší hodnotou, než je výška pozorovatele, je blokována a označena jako „Not Visible“. (Uvedl Stanislav Popelka ve své magisterské práci [1].)

Existuje možnost upřesnit analýzu pomocí dalších vstupních parametrů (vyvýšení zdroje, či cíle; úhlu pohledu, dohledové vzdálenosti). Výsledkem je rastr, kde jsou jednotlivé buňky ohodnoceny počtem míst, ze kterých je na ně vidět. Bylo odvozeno z online help ArcGIS [2].

Popis VIELYNE

Nástroj VIELYNE (zkratka **Viewshed analysis of line**) byl vytvořen za účelem testování vlivu počtu a rozestupů vertexů linie pozorování na výstupy Viewshed analýzy (viditelnou oblast). VIELYNE po určitém kroku (jak z hlediska vzdálenosti vertexů linie pozorování, tak rozlišení rastru DMR) provádí analýzu viditelnosti a zaznamenává statisticky významné ukazatele. K tomu bylo využito knihovny ArcPy, která umožňuje automatizovat procesy ArcGIS softwaru. Nástroj byl implementován do ArcToolboxu, který umožňuje snadný uživatelský přístup. Vstupy nástroje VIELYNE:

- **Vstupní rastr** – vstupní DMR, nad kterým se bude vytvářet analýza viditelnosti.
- **Analyzované rozlišení** – řetězec vymezující počáteční a koncovou hodnotu prostorového rozlišení DMR a krok, po kterém se rozlišení zvyšuje. Jsou očekávány

celočíselné hodnoty oddělené mezerou v sekvenci začátek krok konec. Např. 50 5 100 znamená, že analýza začíná na rozlišení 50x50m a v každém cyklu se zvýší o 5 a končí rozlišením 100x100m.

- **Vstupní linie** – vstupní linie popisující linii pozorování.
- **Vzdálenost mezi vertexy** – vzdálenost mezi vertexy linie pozorování, po které je přidán vertex nový. Struktura a význam zadávaných hodnot se řídí stejnými pravidly jako analyzované rozlišení.
- **Název výstupu** – základ pro pojmenování výsledných rastrů viditelnosti, zbytek názvu tvoří číselné vyjádření vzdálenosti mezi vertexy linie pozorování a rozlišení analyzovaného rastru DMR.
- **Výstupní složka** – umístění, do kterého se ukládají výsledky analýzy.
- **Export statistiky** – uživatel si může nechat vytvořit textový soubor obsahující statistiky výpočtu (Rozlišení rastru DMR, Vzdálenost mezi vertexy linie pozorování, Počet vertexu na linii pozorování, Počet viditelných buněk DMR, Velikost viditelné plochy [m²], Doba výpočtu [min]). Textový soubor je koncipován pro snadný import do Excelu.

Základním výstupem nástroje jsou rastry viditelnosti z jednotlivých cyklů. Ukládají se do uživatelem specifikované složky a v názvu nesou jednoznačné označení parametrů pro jasnou identifikaci.

Dvoufaktorová ANOVA

ANOVA je zde využita jako statistická metoda vyhodnocení citlivostní analýzy. Podle Ing. Litschmannové [3] je účelem analýzy rozptylu testovat nulovou hypotézu $H_0: \mu_1 = \mu_2$ (dvou faktorová analýza). Výsledek (nulová hypotéza) nám říká, zda jsou střední hodnoty sledovaných parametrů stejné. V případě že se nulová hypotéza nezamítá, je výsledek jasný a testování končí. Když zamítáme H_0 ve prospěch H_A (alternativní hypotézy), znamená to, že se střední hodnoty liší a je nutné dále provést mnohonásobné porovnání (Post-hoc analýza), které zjišťuje statisticky významné rozdíly v dané populaci (množině hodnot). Analýza byla provedena pomocí softwaru Statgraphics. Odvozeno ze skript Úvod do statistiky [3].

Vyhodnocovány byly viditelnosti z těchto linií: hřbetnice, vrstevnice, vrstevnice s hladším průběhem, údolnice, spádnice, obecná linie. Linie jsou dlouhé cca 10 km s původní vzdáleností mezi vertexy do 1 km. Velikost rozlišení rastru DMR a vzdálenost mezi vertexy linie jsou zadávány v rozmezí 20m až 50m po 5 metrech a 50m až 1000m po 50 metrech.

Výsledky a diskuse

Potvrdila se závislost velikosti viditelné plochy na rozlišení rastru DMR a počtu vertexů na linii pozorování.

Na testovaných datech velikosti rozlišení rastru DMR 20-50 po 5 metrech se rozlišení rastru potvrdilo jako významný parametr ovlivňující velikost viditelné oblasti, a to pro všechny zvolené linie. Dá se tedy s určitostí říci, že při zvoleném rozlišení DMR se velikost viditelné plochy bude pohybovat v určitém intervalu hodnot. I rozlišení DMR 50-1000 po 50 metrech u vrstevnice s hladším průběhem se potvrdilo také jako významný parametr

ovlivňující velikost viditelné plochy. U ostatních linií se určité velikosti, které nemají statisticky významný rozdíl, spojí do jedné skupiny.

U vzdálenosti mezi vertexy linie pozorování 20-50 po 5 metrech se vzdálenost mezi vertexy potvrdila také jako významný parametr ovlivňující velikost viditelné oblasti. Pouze u linie údolnice se tvoří podskupiny populace, proto musí být dané velikosti, které nemají statistický významný rozdíl spojeny do jedné skupiny. S volbou většího rozlišení rastru DMR velikost viditelné plochy klesá. S volbou kratší vzdálenosti mezi vertexy linie pozorování velikost viditelné plochy stoupá.

Doba výpočtu se u větších rozlišení rastru DMR zvyšuje a pro použitý DMR se pohybuje až v desítkách minut. U nižších rozlišení DMR je doba výpočtu převážně v jednotkách sekund. Volba většího počátečního rozlišení rastru s malým rozsahem volby kroku vertexů linie pozorování tedy značně zpomaluje výpočet.

Poděkování

Děkuji své vedoucí diplomové práce Ing. Kateřině Růžičkové, Ph.D. za odborné vedení. Dále děkuji Ing. Martině Litschmannové za odbornou konzultaci při řešení vyhodnocení citlivostní analýzy.

Literatura

[1] POPELKA S., *Analýza viditelnosti a jejich vizualizace*, magisterská práce z geoinformatiky, Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Olomouc 2010.

[2] ArcGIS desktop Help [online], říjen 2011 [cit. 2012-03-26]. Dostupná na WWW: http://help.arcgis.com/en/arcgisdesktop/10.0/help/index.html#/Performing_visibility_analysis_with_Viewshed_and_Observer_Points/009z000000v8000000/

[3] LITSCHMANNOVÁ M., *Úvod do statistiky*, Ostrava 2011, VŠB-TU Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky, 331 s. Skriptum

Abstract

This thesis addresses the analysis of the visibility from lines in ArcGIS, evaluates and proposes a solution to its problem. Viewshed evaluates only the visibility from nodes and vertices on the line. Therefore in some cases, if the vertices are farther away, the results of analysis of visibility is inaccurate. Some areas were evaluated as invisible despite the fact that they are visible in real. Viewshed is computed by merging the viewshed outputs for every vertex. As a consequence it is influenced by the number and the distribution of the vertices. The analysis (two-factor ANOVA) was revealed that the visible area depends on the spacing of the observer line vertices and on the DEM grid resolution. The VIELYNE tool was created in purpose of finding visibility statistics. The ANOVA results confirmed the dependence of the visible area on the input parameters (DEM resolution, vertex spacing of observer line).

Keywords: *ArcGIS; viewshed; DEM; ANOVA, sensitivity analysis*