

VIZUÁLNÍ PROGRAMOVÁNÍ V QGIS

ZDENA DOBEŠOVÁ (CZ)

Abstrakt. Vizuelní programování je způsob jak jednoduchou grafickou formou navrhnout algoritmus, či postup zpracování dat. Je potěšující, že i Open Source softwary v GIS mají dnes k dispozici tuto komponentu pro vizuelní programování. V programu QGIS je to Processing Modeler, v GRASS GIS je to Graphical Modeler. U každého vizuelního programovacího jazyka jsou důležité jak jeho funkční možnosti, tak je důležitý použitý vizuelní slovník, resp. sada grafických symbolů a spojných čar. Na srozumitelnost diagramu má vliv jak podoba jednotlivých symbolů, jejich uspořádání, tak texty jako jsou názvy operací, dat atd. Vizuelní slovník je důležitý z hlediska kognice jak při sestavování nového diagramu, tak při opakovaném použití diagramů stejným nebo jiným uživatelem.

Článek ukáže možnosti hodnocení vizuelního slovníku Processing Modeleru pro QGIS jak podle teoretických principů, tak možnosti hodnocení pomocí eye-tracking měření.

Klíčová slova. GIS, hodnocení, symbol, grafický editor, eye-tracking.

VISUAL PROGRAMMING IN QGIS

Abstract. Visual programming is a way how simply design algorithm of data processing in graphical form. Open Source software for GIS has also this component for visual programming. Component Processing Modeler is part of QGIS; component Graphical Modeler is present in GRASS GIS for visual programming. Both functionalities of visual component both visual vocabulary (set of symbols and line connectors) are important. A form of symbols has an influence on cognition of diagrams. Moreover, the arrangement of the diagram and textual labels of operation, data and parameters are part of comprehension process. Visual dictionary is important from the point of cognition in the phase of design new diagram or in the repetitive use of diagram by the same user or another user.

The article shows the possibilities of assessment of the Processing Modeler visual vocabulary in QGIS according to theoretical principles and evaluation by eye-tracking measuring.

Keywords. evaluation, symbol, graphical editor, eye-tracking.

Úvod

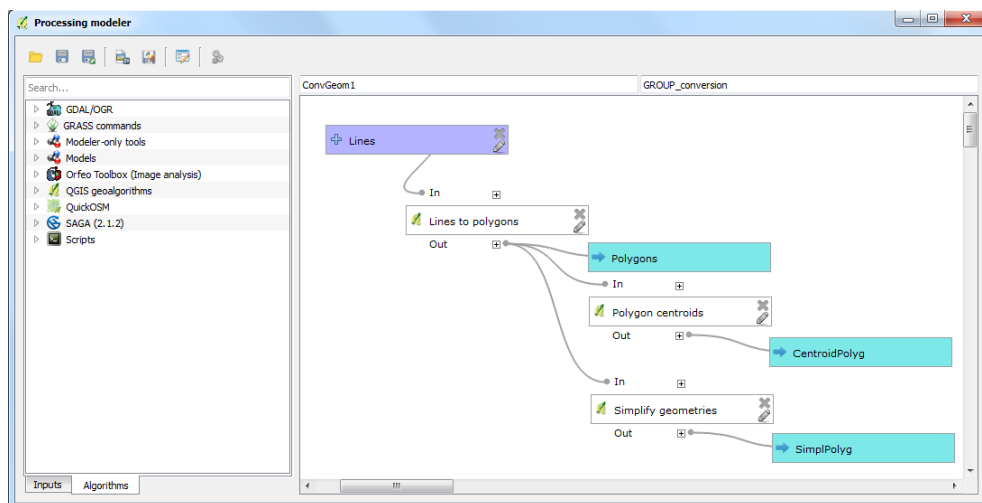
Vizuelní programování je způsob zápisu algoritmu v grafické formě. Použitý jazyk je označován jako vizuelní programovací jazyk (VPL). Vizuelní reprezentace algoritmu resp. jednotlivých kroků postupu (tzv. workflow) je velice frekventované v informatice i v dalších oblastech. Stranou nezůstaly ani GIS softwary, kde uživatelé mají možnost graficky sestavovat postup zpracování prostorových dat. Z komerční sféry je dobře známá komponenta ModelBuilder z programu ArcGIS for

Desktop, dostupná ve verzích od roku 2004. Mezi další komerční zástupce patří Spatial Modeler v softwaru ERDAS Imagine, Macro Modeler v softwaru IDRISI anebo Workflow Designer v softwaru AutoCAD Map 3D (od roku 2010). Detailní popis komponent přináší přehled uvedený v článku [2].

Až v posledních letech začínají být uživatelům dostupné komponenty i v Open Source GIS softwaru. Od verze QGIS Dufour 2.0 vydané v 2013 je dostupná pro vizuální programování první verze komponenty Processing Modeler [4]. Od roku 2013 je také dostupná komponenta Graphical Modeler v GRASS GIS [5]. Diagramy znázorňující algoritmus jsou v obou těchto komponentách označovány jako modely. Oba termíny, model a diagram, lze pro potřeby VPL v GIS chápat jako synonyma. Dostupnost těchto komponent je výhodou pro uživatele Open Source GIS softwarů. Nespornou výhodou tvorby modelů je možnost navrhnout a zaznamenat postup dávkového zpracování dat tak, že výrazně automatizuje zpracování prostorových dat. Nezanedbatelná je i možnost opakovaného použití modelu pro jiná data, data z jiného území nebo aktualizovaná data, která byla již dříve zpracována. Poslední výhodou je vysoce samodokumentační funkce grafického zápisu algoritmu.

1. Interface a grafická notace Processing Modeler

Grafická komponenta Processing Modeler pracuje v samostatném dialogovém okně. Okno je rozděleno na levé užší okno, kde se přepíná mezi dvěma kartami Inputs a Algorithms. Pravé větší okno slouží jako prostor pro grafický návrh modelu (Obr. 1).

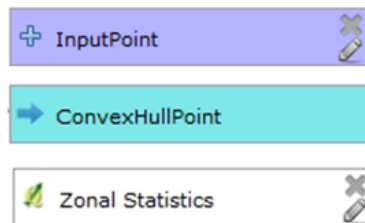


Obrázek 1. Rozhraní komponenty Processing Modeler s vytvořeným ukázkovým modelem.

Vlastní návrh se děje nejprve výběrem a vložením vstupních parametrů (dat) z karty Inputs. Zde se vybírá název a typ vstupních dat. Dále se metodou „táhni a pusť“ vkládají z karty Algorithms GIS operace do modelu. Ve skupině Algorithms jsou dostupné operace z různých knihoven softwarů - QDAL/ORG, GRASS, Orfeo, QGIS, Saga a je možné vkládat i různé Python skripty nebo jiné, již existující modely. Spojovací oblé čáry se vykreslí automaticky ihned po nastavení vstupních parametrů do právě vložené operace. To jsou spojné čáry mezi vstupními daty a operacemi. Čáry uživatel nikdy nekreslí ručně pomocí myši, taková možnost ani není dostupná jako funkční ikona nebo volba z menu. Obdélník reprezentující výstupní data je přidán do modelu automaticky ihned po vložení operace, která data produkuje spolu s propojovací čarou mezi operací a výstupními daty.

Vizuální slovník se skládá ze tří obdélníkových symbolů, rozměrově shodných (Obr. 2). Obdélník s fialovou výplní reprezentuje vstupní data. Modrý obdélník reprezentuje výstupní data. Bílý obdélník reprezentuje operace. Zajímavé je použití vnitřních ikon. Použití ikon je obecně v rozhraní programů hojně využívané a je tak zajímavá aplikace ikon v tomto VPL.

Ikony použité v symbolech lze rozdělit do dvou skupin. První skupina jsou významové ikony, druhá skupina jsou operační ikony. Mezi významové ikony patří ikona PLUS u vstupních dat a ikona modré vodorovné šipky u výstupních dat. Obě ikony se nachází u levého okraje symbolů. Jejich použití lze pokládat za užitečné z hlediska zvýšení transparentnosti symbolů.



Obrázek 2. Základní symboly Processing Modeler (shora dolů): vstupní data, výstupní data, operace z knihovny QGIS.

Do druhé skupiny operačních ikon patří ikony u symbolu pro data a operace, které jsou úplně vpravo uvnitř obdélníku. Je to ikona křížku a tužky, které jsou umístěné pod sebou. Tyto ikony nemají za účel posílit vypovídající schopnost významu symbolu, ale slouží pro tvorbu modelu. Po kliknutí na ikonu křížku se symbol z modelu odstraní, tužka slouží pro editaci symbolu, resp. u funkce pro nastavení parametrů. Použití těchto ikon se jeví jako zbytečné, protože editace (nastavení parametrů) se obvykle v grafických programech děje po dvojkliku myši kdekoliv na symbol (to zde není implementováno). Funkce odstranění prvku lze provést alternativně z kontextového menu po kliku myši na prvek. Běžně je i zařítá možnost výběru symbolu a stisknutí klávesy Delete (ale to zde není také

implementováno). Odstranění ikon vpravo ze symbolu by nabídlo větší prázdný prostor uvnitř obdélníku, který pak lze dobře využít pro delší textový popis symbolu a tím zvýšení čitelnosti buď názvu dat nebo názvu operace, který je dost často automatizovaně zkracován v rozhraní.

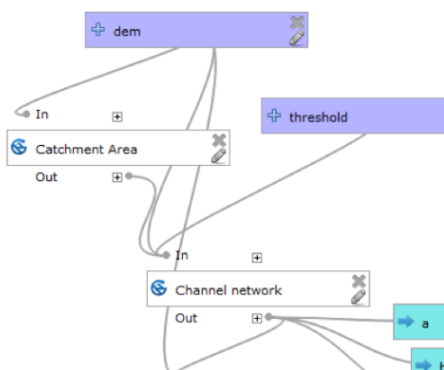
Bílé obdélníky operace obsahují vlevo také významovou ikonu a to ikonu zdrojové knihovny. Na Obr. 2 je to ikona programu QGIS, protože funkce Zonal Statistics je použita z programu QGIS. Ikona tedy není stále stejná, ale závisí na zdrojové knihovně.

Specifická ikona je určena pro Python skript anebo jiný vložený model - podprogram (Obr. 3). Možnost vložit jiný existující model jako podprogram je poměrně nová funkce v Processing Modeleru, která byla implementována ve verzi QGIS 2.6. Brighton.



Obrázek 3. Ukázka symbolů funkcí s ikonou pro vnořený model (vlevo) a Python skript (vpravo).

Spojovací čáry patří nedílně do vizuálního slovníku. Spojovací čáry naznačují směr toku dat. V Processing Modeler jsou celkem netradičně použity oblé čáry. Čáry vychází vždy z delšího dolního okraje obdélníku vstupních dat. Čáry nejsou zakončeny šipkou u vstupu do operace, ale jsou zakončeny bodovým portem popsaným slovem In. Spojovací čára, která spojuje operaci a výstupní data, tak ta vstupuje do kratší levé strany obdélníku výstupních dat. Ani v jednom případě není u dat použit port.



Obrázek 4. Ukázka nevhodného křížení a překryvu spojných čar.

Při změně umístění symbolů v ploše modelu a jejich přeuspořádání se čáry automatizovaně překreslí. Dochází však dost často k překryvu oblých čar symboly,

čáry se navíc kříží a je obtížné vysledovat, které symboly jsou spolu spojeny navzájem (Obr. 4). Navíc oblé čáry zabírají hodně místa v ploše modelu.

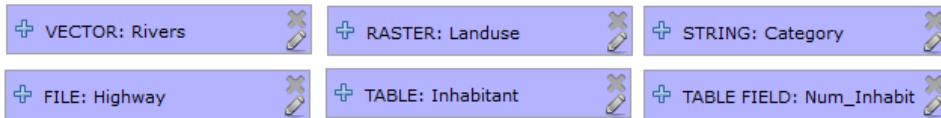
Správné čtení a vůbec sestavování diagramu usnadňuje, pokud je diagram zarovnán k mřížce a jednotlivé prvky mají mezi sebou stejné vzdálenosti. Bohužel, Processing Modeler nemá implementovanou funkci automatického zarovnání diagramu, tak jak je dostupná v jiných grafických editorech VPL pro GIS (např. ModelBuilder). Zarovnání diagramu závisí na ruční práci autora diagramu a jeho snaze, aby diagram byl maximálně přehledný. S přehledností souvisí i to, že ve vizuálním slovníku chybí symbol začátku a konce diagramu, tak jak je známý symbol terminátoru (Start, Konec) z klasického vývojového diagramu.

2. Hodnocení podle principů *Physics of Notations*

Nástrojem pro objektivní hodnocení vizuální notace poskytuje teorie Dr. Daniela Moodyho s názvem *Physics of Notations* [6]. Tato teorie stanovuje celkem devět principů. Jsou to principy: princip sémiotické čistoty, princip perceptuální rozlišitelnosti, princip vizuální expresivnosti, princip duálního kódování, princip sémantické transparentnosti, princip ekonomie grafiky, princip řízení složitosti, princip kognitivní integrace, princip kognitivní vhodnosti. Definice a uplatnění každého principu umožňuje stanovit úroveň grafické notace VPL z hlediska kognitivně efektivní notace. Snaha o kognitivně efektivní notaci znamená cíl disponovat s notací, která umožňuje vytvářet diagram, který je rychle a bezchybně čitelný, pochopitelný a zapamatovatelný. Podle této teorie lze hodnotit i různé vizuální programovací jazyky v GIS. Ukázka hodnocení pro ModelBuilder lze nalézt v článku [1].

Při hodnocení podle jednotlivých principů bylo zjištěno přetížení obou symbolů pro vstupní a výstupní data. Toto je výsledek aplikace principu Sémiotické čistoty, kdy není splněn princip shody 1:1 mezi prvky sémantického modelu a grafickými symboly syntaxe. Oba symboly dat slouží pro jakýkoliv typ dat. Nelze v modelu při čtení rozlišit, jaký typ dat symboly představují (vektor, rastr, boolean, table, point, line, polygon, string,...), i když již při vkládání dat se musí nejprve určit o jaký typ vstupních dat se jedná. Řešení jsou možná dvě. První možnost je rozlišit jednotlivý druh dat barvou výplně obdélníku. Toto řešení však vede k navýšení celkového počtu symbolů na 12 symbolů vstupních dat a jeden symbol pro operace. To však odporuje dalšímu z principů a to principu Ekonomie grafiky, který říká, že lidská mysl je schopná rozlišit kolem sedmi symbolů (plus mínus dva). Původní notace se třemi symboly tomuto principu vyhovuje. Druhé řešení je doplnění textu o druhu dat před vlastní název parametru. Momentálně toto řešení může aplikovat uživatel ručně zadáním textu před vlastní název parametru. Samozřejmě by bylo lepší, kdyby se toto doplňovalo automaticky po volbě druhu vstupních dat. Ukázka je na Obr. 5. Doplnění textu vyhovuje jednomu z dalších principů a to principu Duálního kódování, kdy doplňující text dodává

další informaci (dualita je zde ve smyslu doplnění barvy jako základního významu symbolu o duální text).



Obrázek 5. Ukázka úpravy názvu dat o text specifikuující typ dat (velkými písmeny).

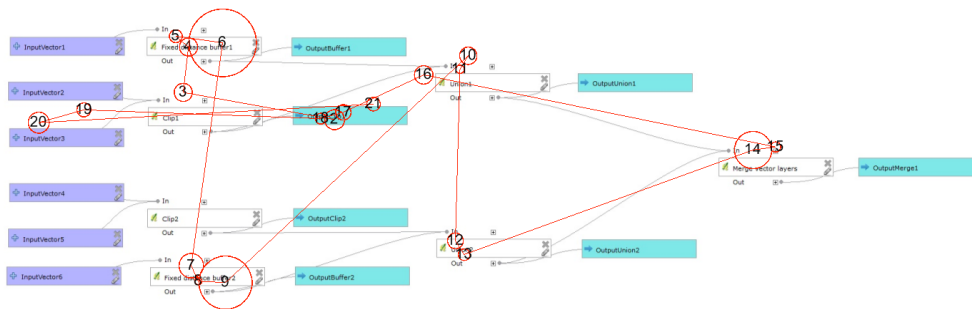
Princip Vizualní expresivnosti měří vizualní rozdílnost všech grafických symbolů v notaci. Notace Processing Modeleru používá pouze jednu vizualní proměnnou k zakódování informace, a to je barva výplně obdélníkového symbolu [3]. Barva je jednou z nejvíce kognitivně efektivních vizualních proměnných a je správné, že je použita. Lidský zrak je velmi citlivý na změnu barvy. Změny barev jsou zjišťovány třikrát rychleji než změny tvaru a také jsou často snadněji zapamatovatelné. Tvar je druhou možnou vizualní proměnnou, není však tak kognitivně efektivní proměnnou. Z hlediska principu Vizualní expresivnosti se jedná o jednorozměrnou notaci (použita pouze barva, nikoliv tvar, orientace, velikost, textura, sytost).

Dalším principem je princip Perceptuální rozlišitelnosti, který nabádá využít maximum vizualních proměnných. Rozlišitelnost je primárně stanovena vizualní vzdáleností mezi jednotlivými grafickými symboly. Ta je měřena podle počtu vizualních proměnných, které jsou u symbolů použity, a také pomocí velikostí vizualních vzdáleností mezi jednotlivými grafickými symboly. Obecně platí, že čím větší je vizualní vzdálenost mezi grafickými symboly, tím rychleji a přesněji jsou grafické symboly rozeznávány. Ze všech vizualních proměnných má v rozlišování grafických symbolů speciální roli tvar, který představuje základní proměnnou, pomocí které identifikujeme běžné objekty v reálném světě. U symbolů Processing Modeleru je použita ze všech vizualních proměnných pouze barva výplně. Problematická je bílá barva symbolu operace. Zde je špatná rozlišitelnost od bílé barvy pozadí plochy, kde se kreslí model. Zlepšení by přinesla jiná barevná výplň symbolu, např. žlutá barva. Byl by stále zachován dobrý kontrast černého textu na žlutém pozadí. Princip Řízení složitosti poukazuje na špatnou orientaci autora nebo čtenáře v rozsáhlém modelu s velkým počtem symbolů. Pro efektivnější kognici složitých modelů musí grafická notace poskytovat mechanismy pro modularizaci (dělení na části - podprogramy) a hierarchickou strukturalizaci. Modularizace je zde možná díky možnosti vložení jiného modelu jako podprogramu. Hierarchické členění není dost dobře možné, není implementováno.

3. Eye-tracking testování

Katedra geoinformatiky disponuje eye-tracking laboratoří pro snímání pohybu očí. Laboratoř je vybavena zařízením SMI RED 250 s programem SMI Experiment Suite 360 pro sestavení experimentu. Bylo nachystáno 11 modelů z Processing Modeleru pro část volného prohlížení a 23 modelů, u kterých respondenti řešili úkol. Jednalo se převážně o označování prvků v modelu. Testováno bylo 22 studentů z navazujícího magisterského studia Geoinformatika.

Software SMI BeGaze dodávaný s eye-trackerem umožňuje po otestování respondentů následovně přehrání a zpracování zaznamenaných pohybů očí. Naše zpracování bylo prováděné v Open-Source programu OGAMA. Základním výstupem z eye-tracking měření je zobrazení pohybu očí ve formě fixací oka na stimulu a pohybů očí mezi fixacemi (sakády), dohromady se jedná tzv. scan-path. Doba fixace je zobrazena kružnicí, jejíž poloměr znázorňuje délku fixace. Číslo fixace znázorňuje pořadí fixace. Takto lze zobrazit každého respondenta individuálně (Obr. 6). Z eye-tracking měření se zjistilo, že u části volného čtení je způsob čtení diagramu převážně zleva doprava podle orientace toku dat.



Obrázek 6. Model s fixacemi a sakádami z eye-tracking testování od jednoho respondenta.

Druhou možností grafického vyhodnocení je zobrazení tzv. mapy pozornosti. Toto zobrazení umožňuje zobrazit více respondentů zároveň.

Dále je možné provést statistické vyhodnocení dat z eye-tracking metrik. Jedná se zejména o vyhodnocení celkového času, jak dlouho každý respondent řešil zadaný úkol nad modelem. Dále jsou to počty fixací nad stimulem, délka scanpath, dále čas průměrné délky fixace atd. Při vyhodnocení těchto metrik pro 22 respondentů lze již porovnávat různé uspořádání diagramů a vnímání jednotlivých prvků. Prvním indikátorem u úkolů je počet správných a špatných odpovědí. Při nezarovnaném uspořádání byl vyšší počet špatných odpovědí na otázky z důvodu překryvu spojných čar. Při statistickém vyhodnocení pomocí Kruskal-Wallisova testu byl testován celkový čas řešení úloh s vertikálním, horizontálním, diagonálním a chaotickým uspořádáním. U metrik celkového času nevyšel signifikantní

rozdíl mezi časy pro různá uspořádání diagramů. Signifikantní rozdíl vyšel pouze u metrik Scanpath Length a Fixation Count, kde horizontální uspořádání má nižší hodnoty. Na základě tohoto zjištění lze říci, že pro čtení a kognici diagramů je lepší horizontální uspořádání diagramu než vertikální uspořádání.

4. Závěr

Tento článek upozorňuje na některé přednosti a možnosti vylepšení grafického slovníku vizuálního programovacího jazyka komponenty Processing Modeler v software QGIS. Slovník obsahuje pouze tři symboly, dva pro data a jeden pro operace. U symbolu vstupních dat a operace by bylo možné odstranit ze symbolů ikonu tužky a křížku, které slouží pouze v režimu návrhu. Ušetřené místo lze využít pro delší textový popis, zejména typu dat. Tím by se vyřešila i přetíženost symbolu dat. Návrh vyplývající z hodnocení pomocí teorie Physics of Notation otvírá i diskuzi, zda nepoužít pro operace jiný tvar symbolu než je obdélník, neboť vizuální proměnná tvar není vůbec využita. Bílá výplň obdélníku symbolu operace navíc splývá s bílou barvou pozadí. Jako vhodný návrh se jeví světle žlutá barevná výplň.

Z hlediska orientace diagramu se jeví lepší horizontální orientace.

Poděkování. Tento příspěvek byl podpořen projektem CZ.1.07/2.3.00/20.0170.

Reference

- [1] DOBESOVA, Z.: *Using the Physics of notation to analyse ModelBuilder diagrams.*, 13th International Multidisciplinary Scientific GeoConference, Albena, Bulgaria, 2013, 595–602 s. DOI: 10.5593/SGEM2013/BB2.V1/S08.039
- [2] DOBESOVA, Z.: *Přehled grafických notací diagramů toků dat v GIS a metody hodnocení*, Sborník symposia GIS Ostrava 2015, 2015, VŠB- TU, Ostrava, ISBN 978-1-4799-7738-3
- [3] HRIC, F.: *Hodnocení QGIS Processing Modeler podle principů fyzické notace*, bakalářská práce, Univerzita Palackého, Olomouc, 2015.
- [4] QGIS, *Changelog for QGIS 2.0*, 2013.
<http://www.qgis.org/en/site/forusers/visualchangelog200/index.html#feature-processing-modeller>.
- [5] LANDA, M., FURKEVICOVA, L.: *wxGUI Graphical Modeler*,
<https://grass.osgeo.org/grass70/manuals/wxGUI.gmodeler.html>.
- [6] MOODY, D. L.: *The Physics of Notations: Toward a Scientific Basis for Constructing Visual Notations in Software Engineering*. Ieee Transactions on Software Engineering, 2009, 35(6), 756-779. doi:10.1109/tse.2009.67

Kontaktní adresa

Ing. Zdena Dobešová, PhD., Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, 17. listopadu 50, 779 00 Olomouc, Česká republika,
E-mailová adresa: zdena.dobesova@upol.cz, <http://dobesova.upol.cz>