

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geoinformatiky

**HODNOCENÍ QGIS PROCESSING MODELER
PODLE PRINCIPŮ FYZICKÉ NOTACE**

Bakalářská práce

Filip HRIC

Vedoucí práce Ing. Zdena Dobešová, Ph.D.

Olomouc 2015

Geoinformatika a geografie

ANOTACE

Hlavním cílem bakalářské práce bylo zhotovení teoretického hodnocení komponenty QGIS Processing Modeler podle principů fyzické notace, jejichž autorem je Daniel Moody.

Dalším hlavním cílem bylo vytvoření eye-tracking testu a následně provést testování komponenty. Další cíl bylo vypracovat rešerši dostupných knihoven v QGIS využitelných při tvorbě diagramů.

Hlavní výsledek bakalářské práce je teoretické hodnocení komponenty QGIS Processing Modeler podle principů fyzické notace. Hodnocení je zhotoveno v textové podobě a bylo k němu použito všech devět principů. Aplikováním principů fyzické notace bylo odhaleno několika nedostatků grafické notace QGIS Processing Modeler, na jejichž základě byly vytvořeny návrhy na úpravy grafické notace QGIS Processing Modeler.

Dalším výsledkem bakalářské práce jsou výsledky z eye-tracking testování. Eye-tracking testování bylo provedeno celkem na 21 respondentech. Tyto respondenty tvořili studenti 3. a 4. ročníku Katedry geoinformatiky UPOL. Všichni studenti prošli před testováním výukou z QGIS Processing Modeler buďto v rámci výuky nebo individuálně. Hlavními výsledky z eye-tracking testování je textové hodnocení výsledných dat. Dalším výsledkem jsou statistická data a vizualizace naměřených eye-tracking dat.

KLÍČOVÁ SLOVA

QGIS, Processing Modeler, principy fyzické notace, diagram, eye-tracking

Počet stran práce: 45

Počet příloh: 1

ANOTATION

The main aim of this bachelor thesis was an evaluation of the VPL component QGIS Processing Modeler by using Principles for designing effective visual notations. These nine principles were invented by Daniel Moody.

The second main aim of this bachelor thesis was to create an eye-tracking test and testing the VPL component QGIS Processing Modeler. The next aim was to realize a search of all available libraries in QGIS which are usable for creating diagrams.

The main result of this bachelor thesis is a theoretical evaluation of the VPL component QGIS Processing Modeler using Principles for designing effective visual notations. This evaluation is in the text form. There have been discovered some lacks on visual notation. Based on these lacks there have been created a couple of changes of visual notation. The main aim of these changes is to fix the lacks that have been discovered by theoretical evaluation.

The next result is an evaluation of the VPL component QGIS Processing Modeler based on the eye-tracking testing. 21 students had participated on the eye-tracking testing. All of them have been completed training for the VPL component QGIS Processing Modeler. The main result from the eye-tracking testing is a text – form evaluation, statistics data and some visualisations of the eye-tracking data.

KEYWORDS

QGIS, Processing Modeler, physics of notation, diagram, eye-tracking

Number of pages: 45

Number of appendixes: 1

Prohlašuji, že

- bakalářskou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

- jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo,

- beru na vědomí, že Univerzita Palackého v Olomouci (dále UP Olomouc) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, bakalářskou práci užívat (§ 35 odst. 3),

- souhlasím, aby jeden výtisk bakalářské práce byl uložen v Knihovně UP k prezenčnímu nahlédnutí,

- souhlasím, že údaje o mé bakalářské práci budou zveřejněny ve Studijním informačním systému UP,

- v případě zájmu UP Olomouc uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít výsledky a výstupy mé bakalářské práce v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona,

- použít výsledky a výstupy mé bakalářské práce nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem UP Olomouc, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly UP Olomouc na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Olomouci dne

Filip Hric

Děkuji vedoucí práce Ing. Zdeně Dobešové Ph.D. za podněty a připomínky při vypracování práce. Dále děkuji Mgr. Stanislavu Popelkovi za konzultace týkající se jak tvorby eye-tracking testu, tak i analýzy výsledných dat z eye-tracking testování.

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

Přírodovědecká fakulta

Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Filip HRIC**
Osobní číslo: **R12345**
Studijní program: **B1301 Geografie**
Studijní obor: **Geoinformatika a geografie**
Název tématu: **Hodnocení QGIS Processing Modeler podle principů fyzické notace**
Zadávací katedra: **Katedra geoinformatiky**

Zásady pro vypracování:

Cílem práce je provést hodnocení grafické notace komponenty Processing Modeler v programu QGIS z hlediska principů fyzické notace pro kognitivní efektivní vizuální notace. Student nejprve zpracuje rešerši dostupných knihoven v QGIS využitelných při tvorbě diagramů. Student připraví a realizuje eye-tracking testy pro potřeby hodnocení, kde nachystá různé příklady diagramů toků dat. Budou nachystány testy s otázkami i bez otázek. Pro hodnocení budou použity principy fyzické notace podle Daniela Moody. Hodnocení fyzické notace bude porovnáno s výsledky z eye-tracking testů.

Student vyplní údaje o všech datových sadách, které vytvořil nebo získal v rámci práce, do Metainformačního systému katedry geoinformatiky a současně zálohu údajů ve formě validovaného XML souboru. Celá práce (text, přílohy, výstupy, zdrojová a vytvořená data, XML soubor) se odevzdá v digitální podobě na CD (DVD) a text práce s vybranými přílohami bude odevzdán ve dvou svázaných výtiscích na sekretariát katedry. O diplomové práci student vytvoří webovou stránku v souladu s pravidly dostupnými na stránkách katedry. Práce bude zpracována podle zásad dle Voženílek (2002) a závazné šablony pro diplomové práce na KGI (2010).

Rozsah grafických prací: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **max. 50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**
Seznam odborné literatury:

- Holmquist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Halszka, J. & Van De Weijer, J. (2011). Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures. Oxford University Press, 560 pp.
- Šimoník, D. Hodnocení grafické notace ArcGIS Diagrammer podle principů fyzických dimenzí, bakalářská práce, Katedra geoinformatiky, PŘF Univerzita Palackého Olomouc, 2014
- Moody, D. (2009): Theory Development in Visual Language Research: Beyond the Cognitive Dimensions of Notations, 2009 IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing (VL/HCC)
- Moody, D. (2010): The Physics of Notations: A Scientific Approach to Designing Visual Notations in Software Engineering, ICSE'10, Cape Town, South Africa.
- Voženílek, V. (2002): Diplomové práce z geoinformatiky. Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, UP, 31 s.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Zdena Dobešová, Ph.D.**
Katedra geoinformatiky

Datum zadání bakalářské práce: **30. června 2014**


Termín odevzdání bakalářské práce: **14. května 2015**

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA GEOINFORMATIKY
17. listopadu 50, 771 46 Olomouc

-1-

Prof. RNDr. Ivo Frébort, CSc., Ph.D.
děkan

L.S.


Prof. RNDr. Vít Voženílek, CSc.
vedoucí katedry

V Olomouci dne 30. června 2014

OBSAH

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	8
ÚVOD	9
1 CÍLE PRÁCE	10
2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ	11
2.1 Použitá data	11
2.2 Použité programy	11
2.3 Postup zpracování.....	11
3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY	13
3.1 Principy fyzické notace	13
3.2 QGIS Processing Modeler	14
3.3 Práce zhotovené na katedře geoinformatiky	15
4 HODNOCENÍ PODLE PRINCIPŮ FYZICKÉ NOTACE	17
4.1 Principle of Semiotic Clarity	18
4.2 Principle of Perceptual Discriminability	20
4.3 Principle of Semantic Transparency.....	21
4.4 Principle of Visual Expressiveness.....	21
4.5 Principle of Complexity Management	21
4.6 Principle of Cognitive Integration.....	24
4.7 Principle of Dual Coding	25
4.8 Principle of Graphic Economy	25
4.9 Principle of Cognitive Fit	26
5 HODNOCENÍ METODOU EYE-TRACKING	27
5.1 Eye-tracking test pro Processing Modeler	27
5.2 Zpracování výsledných dat z eye-tracking testování	33
5.2.1 Nastavení nejlepší detekce fixací.....	33
5.3 Analýza dat pořízených eye-tracking testování	34
6 VÝSLEDKY	39
6.1 Teoretické hodnocení podle principů Daniela Moodyho	39
6.2 Výsledky hodnocení metodou eye-tracking	40
7 DISKUZE	42
8 ZÁVĚR	43
POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE	
PŘÍLOHY	

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

Zkratka	Význam
GIS	geografický informační systém
KGI	Katedra geoinformatiky
OGAMA	Open Gaze And Mouse Analyzer
SMI	Senso Motoric Instruments
UPOL	Univerzita Palackého v Olomouci
VPL	Visual Programming Language
XML	Extensible Markup Language

ÚVOD

Vizuálně programovací jazyky jsou dnes již běžně součástí GIS produktů. Myšlenka vizuálního programování je založena na grafickém vyjádření jednotlivých kroků algoritmu a jednoduchém vytvoření algoritmu bez nutné znalosti programovacího jazyku. GIS produkty jsou v dnešní době stále oblíbenější a rozšířenější mezi stále širší škálu uživatelů, kteří pracují s prostorovými daty.

Visuální programování v rámci GIS produktu probíhá v takzvané VPL komponentě. Tyto komponenty se podle jednotlivých GIS produktů liší. A to jak funkčně, tak i vzhledem jednotlivých diagramů.

Na základě této rozlišnosti se provádí hodnocení těchto komponent z hlediska uživatelské přívětivosti a také srozumitelnosti jednotlivých diagramů. K tomuto hodnocení je použito devět principů fyzické notace, které vytvořil Daniel Moody.

Další metodou, která je použita k hodnocení, je metoda eye-tracking testování. Pomocí metody eye-tracking lze navázat na hodnocení pomocí principů fyzické notace a potvrdit či vyvrátit dané výsledky.

1 CÍLE PRÁCE

Cílem bakalářské práce je provést hodnocení grafické notace komponenty Processing Modeler v programu QGIS z hlediska principů fyzické notace pro kognitivní efektivní vizuální notace.

Prvním cílem je zpracování rešerše dostupných knihoven v QGIS využitelných při tvorbě diagramů. Dalším cílem je teoretické hodnocení grafické notace komponenty Processing Modeler podle principů fyzické notace Daniela Moodyho (Moody, 2009).

Následující cíl je sestavit eye-tracking test, který bude obsahovat jak stimuly s otázkami, tak i bez otázek, a následně provést hodnocení na základě naměřených dat z eye-tracking testování.

Posledním cílem je porovnat výsledky teoretického hodnocení podle principů fyzické notace a hodnocení eye-tracking testováním.

2 POUŽITÉ METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

K vytvoření bakalářské práce byly použity principy fyzické notace Daniela Moodyho (Moody, 2009). Dále byl vytvořen eye-tracking test, jehož výsledky byly následně porovnány s výsledky podle principů fyzické notace. Postup vyhotovení bakalářské práce je popsán v kapitole 2.3.

2.1 Použitá data

Pro účely eye-tracking testu byly vytvořeny diagramy ve VPL komponentě Processing Modeler. Na rozdíl od ostatních VPL komponent Processing Modeler nevyžaduje při tvorbě diagramů použití konkrétních dat, ale používají se obecné vstupy podle datových typů, které vstupují do následných funkcí. Proto nebylo zapotřebí použití žádných reálných dat a diagramy byly vytvořeny v čistě obecné rovině. Fáze, kdy jsou diagramy použity pro reálná data, nastává po nahrání reálných dat do QGIS a s eye-tracking testováním již nemá žádnou souvislost, protože vzhled diagramů by byl totožný. Validita diagramů je ověřena prakticky ihned po vytvoření diagramu, protože pokud by byly zvoleny chybně vstupní data do funkcí, nešlo by danou funkci přidat do diagramu. Funkčnost diagramů byla otestována nad daty ArcČR® 500 3.0.

2.2 Použité programy

Pro tvorbu diagramů byla použita VPL komponenta Processing Modeler, která je součástí open-source GIS produktu QGIS (dříve „Quantum GIS“). Pro práci byla použita co možná nejaktuálnější verze tohoto softwaru, a to verze QGIS 2.6.1 Brighton. Pro grafickou úpravu diagramů k použití pro eye-tracking testování byl použit open-source grafický editor GIMP (GNU Image Manipulation Program) ve verzi 2.8.2.

Pro účely vytvoření eye-tracking testu byl použit software SMI (SensoMotoric Instruments) Experiment Center ve verzi 3.2, pro naměření eye-tracking dat byl použit software iView X ve verzi 3.2 a pro následnou analýzu eye-tracking dat byl použit software SMI BeGaze 3.2 a také open-source software OGAMA (Open Gaze And Mouse Analyzer) ve verzi 4.5. Pro základní statistické analýzy naměřených dat byl použit Microsoft Excel (Microsoft Office).

Pro zhotovení textové části bakalářské práce byl použit Microsoft Word (Microsoft Office).

2.3 Postup zpracování

Pro zhotovení bakalářské práce byl zvolen následující postup:

- studium odborné literatury zabývající se principy fyzických notací podle Daniela Moodyho,
- zpracování rešerše principů fyzické notace a dostupných knihoven v QGIS využitelných při tvorbě diagramů,
- zhotovení teoretického hodnocení komponenty Processing Modeler podle všech 9 principů fyzické notace Daniela Moodyho včetně tvorby návrhů na případné změny v grafické notaci,
- tvorba diagramů v komponentě Processing Modeler pro účely eye-tracking testování,

- příprava eye-tracking testu v eye-tracking laboratoři na katedře Geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci,
- eye-tracking testování respondentů, které proběhlo na přelomu února a března 2015,
- import výsledků eye-tracking měření do softwaru určeného pro analýzu naměřených dat,
- analýza eye-tracking dat a zhotovení hodnocení grafické notace podle výsledků z eye-tracking testování,
- dokončení textové části bakalářské práce,
- zhotovení webových stránek bakalářské práce.

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Vizuální programovací jazyky jsou dnes poměrně běžně součástí GIS produktů. Myšlenka vizuálního programování je založena na grafickém vyjádření jednotlivých kroků algoritmu a jednoduchém vytvoření algoritmu bez nutné znalosti programovacího jazyku. GIS produkty jsou v dnešní době stále oblíbenější a rozšířenější mezi stále širší škálu uživatelů, kteří pracují s prostorovými daty. Většina těchto uživatelů je však více odborně zaměřena především na GIS a aplikované disciplíny než na samotné textové programování (Dobešová, 2011). Právě pro tyto uživatele je vizuální programování velmi užitečné k jednoduchému pochopení a vytvoření algoritmu. Vizuálně reprezentovaná informace je také lépe zapamatovatelná než textová díky efektu obrazové nadřazenosti (picture superiority effect).

3.1 Principy fyzické notace

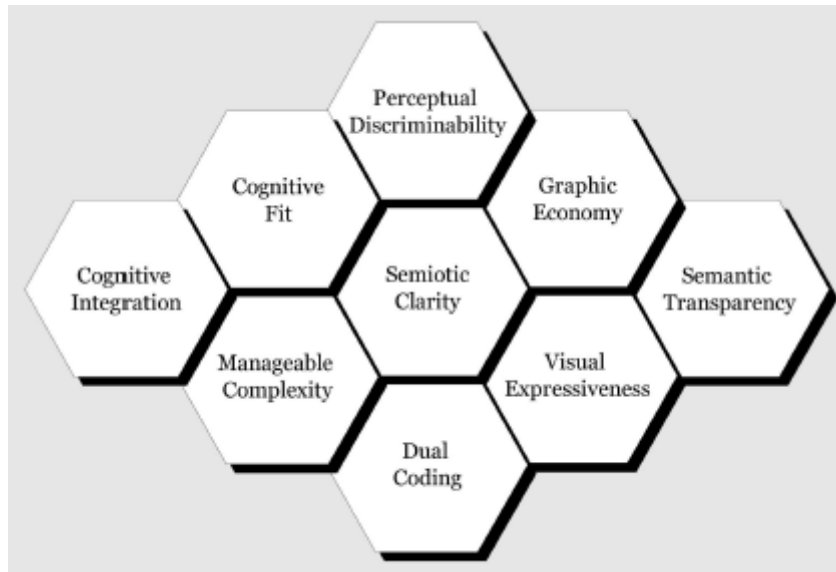
Hlavním účelem principů fyzické notace je vytváření kognitivně efektivních grafických notací.

Model lidského vnímání a porozumění grafické informace je rozdělen na dvě části. První částí jsou percepční pochody (pozorování) a druhou částí jsou kognitivní pochody (porozumění). Principy fyzické notace se zabývají spíše první percepční částí.

Autorem principů fyzické notace je Daniel Moody. Jedná se celkem o 9 principů, které jsou určeny k hodnocení grafické notace. Přehled všech principů je na obrázku 3.1. Umístění principů do včelí plástve je provedeno z důvodu možného přidání či odebrání některého z principů.

Seznam 9 principů fyzické notace včetně českých názvů (Šimoník, 2014):

- Principle of Semiotic Clarity (Princip Semiotické čistoty)
- Principle of Perceptual Discriminability (Princip percepční rozlišitelnosti)
- Principle of Semantic Transparency (Princip sémantické jednoznačnosti)
- Principle of Complexity Management (Princip řízení složitosti)
- Principle of Cognitive Integration (Princip kognitivní integrace)
- Principle of Visual Expressiveness (Princip vizuální expresivity)
- Principle of Dual Coding (Princip duálního kódování)
- Principle of Graphic Economy (Princip ekonomie grafiky)
- Principle of Cognitive Fit (Princip kognitivní vhodnosti)

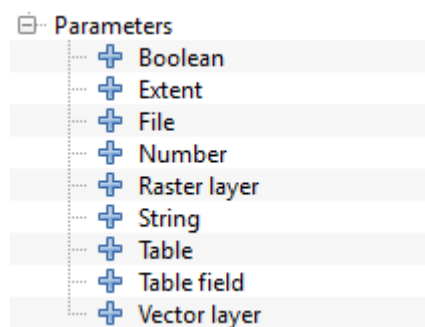


Obr. 3.1 Přehled 9 principů fyzické notace (Moody, 2009).

3.2 QGIS Processing Modeler

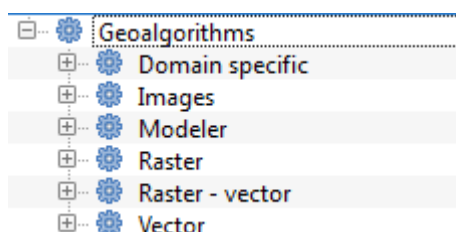
Většina současných rozšířených GIS produktů obsahuje komponenty určené pro vizuální programování (VPL komponenty). V případě QGIS se jedná o komponentu Processing Modeler (Graphical Modeler). Zde nastává malý spor v pojmenování komponenty, protože v záložce Processing hlavní nabídky QGIS je tato komponenta nazvána jako Graphical Modeler a po jejím spuštění je název komponenty Processing Modeler. Upřednostňován však bývá název Processing Modeler, který je také užíván v oficiální dokumentaci a literatuře. VPL komponenta QGIS Processing Modeler byla poprvé použita jako součást produktu QGIS 2.0.0.

Z hlediska přidávání prvků do diagramu obsahuje QGIS Processing Modeler dvě části. První část je záložka pod názvem „Input“, která je určená pro přidávání vstupních dat do diagramu. Zde je na výběr z celkem 9 vstupů (Boolean, Extent, File, Number, Raster Layer, String, Table, Table Field, Vector Layer).



Obr 3.2 Přehled vstupních dat v QGIS Processing Modeler

Umístění vstupních dat do diagramu je nezbytné učinit vždy na prvním místě, protože veškeré modely jsou parametrické a neumožňují umístit funkci bez vstupních dat obsažených v diagramu. Druhá část je záložka pod názvem „Algorithms“ a slouží k přidávání funkcí do diagramů. Oproti minulým verzím QGIS, QGIS 2.6.1 Brighton používá nové třídění funkcí. V předchozích verzích se jednalo o třídění funkcí podle zdrojových knihoven, ze kterých daná funkce pocházela. Ve verzi 2.6.1 Brighton je však třídění funkcí zcela nové. Veškeré funkce jsou seskupeny pod jednou záložkou s názvem „Geoalgorithms“. Následně jsou pak funkce tříděny podle typu dat, pro která jsou určena (např. Vector, Image, Raster-Vector). Informaci o zdrojové knihovně dané funkce udává vnitřní ikona symbolu v diagramu. Zde nastala také poměrně výrazná změna oproti předchozím verzím, kdy naprostá většina funkcí pochází ze zdrojové knihovny QGIS, další knihovny jsou zastoupeny ve velmi malém množství.



Obr 3.3 Náhled na třídění algoritmů podle typu dat.

3.3 Práce zhotovené na katedře geoinformatiky

Na Katedře geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci pod vedením Ing. Zdeny Dobešové Ph.D. již vznikla řada bakalářských a diplomových prací, které se zabývaly hodnocením grafické notace nějaké VPL komponenty či více komponent podle principů fyzických dimenzí.

Vůbec první prací tohoto typu byla bakalářské práce Václava Kudělky nesoucí název „Srovnání vizuálního programování v GIS produktech podle kognitivních dimenzí“. V práci bylo použito hodnocení vybraných VPL komponent podle kognitivních dimenzí a také testování komponent Workflow Designer a ModelBuilder metodou eye-tracking. Z hlediska užití kognitivních (později fyzických) dimenzí k hodnocení VPL komponenty se jedná o průkopnickou práci na Katedře geoinformatiky (Kudělka, 2013).

Další prací, která na katedře Geoinformatiky vznikla, byla práce Bc. Adély Otevřelové na téma „Eye-tracking vyhodnocení salience a interaktivní práce ve vizuálních programovacích jazycích“. Tato práce nepoužívala k hodnocení VPL komponent fyzické dimenze, ale hodnocení salience při práci s vizuálně programovacími jazyky. V práci byly hodnoceny komponenty Model Maker, Macro Modeler, ModelBuilder a Workflow Designer (Otevřelová, 2014).

Další prací je bakalářská práce Davida Šimoníka na hodnocení grafické notace v ArcGIS Diagrammer. V této bakalářské práci byly poprvé k hodnocení použity fyzické

dimenze podle Daniela Moodyho. Práce se skládá ze dvou částí. První částí je teoretické hodnocení grafické notace ArcGIS Diagrammer podle fyzických dimenzí Daniela Moodyho. Druhá část obsahuje hodnocení grafické notace ArcGIS Diagrammer eye-tracking testováním (Šimoník, 2014).

Poslední doposud dokončenou prací je diplomová práce Bc. Jany Zieglerové, která se zabývá hodnocením vybraných VPL komponent prostřednictvím Daniela Moodyho a následně jsou tyto komponenty hodnoceny také eye-tracking testováním. Tímto způsobem byly hodnoceny následující VPL komponenty: Macro Modeler, Model Maker, ModelBuilder a Workflow Designer (Zieglerová, 2014).

V současné době vzniká souběžně s touto prací i další bakalářská práce Michaela Nerada, jejímž cílem je provést hodnocení VPL komponenty Spatial Model Editor, která je součástí softwaru ERDAS IMAGINE, prostřednictvím fyzických dimenzí Daniela Moodyho a eye-tracking testování.

4 HODNOCENÍ PODLE PRINCIPŮ FYZICKÉ NOTACE

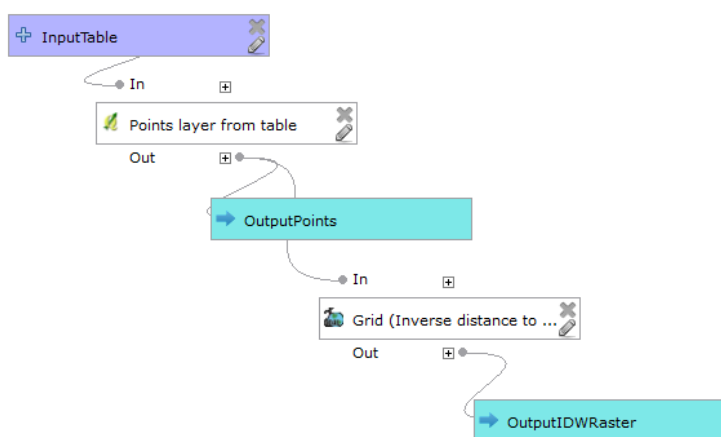
Grafická notace QGIS Processing Modeler obsahuje celkem tři prvky. První prvek jsou vstupní data, druhým prvkem je funkce a třetí prvek jsou výstupní data. Vzhled symbolů, které reprezentují tyto prvky je rozdílný.

Hlavním rozdílem ve vzhledu symbolů je barva výplně. Symbol pro vstupní data je reprezentován modrou barevnou výplní, symbol pro funkci má bílou výplň a symbol pro výstupní data má tyrkysovou výplň.

Další rozlišovací proměnnou mezi prvky jsou vnitřní ikony uvnitř symbolu. Symbol pro vstupní data značí ikona „modré plus“ na levém okraji symbolu. Symbol pro funkci značí ikona reprezentující zdrojovou knihovnu dané funkce a je také umístěná na levém okraji symbolu. Symbol pro výstupní data značí ikona „modrá šipka“ na levém okraji symbolu. Symboly pro vstupní data a funkci obsahují také dvojici totožných ikon na pravém okraji symbolu. První ikona „křížek“ umožňuje odstranění daného symbolu z diagramu. Druhá ikona „tužka“ umožňuje editaci daného symbolu v diagramu.

Další poměrně důležitou částí grafické notace je systém propojovacích linií mezi jednotlivými symboly. V Processing Modeleru je použito stylu zaoblených linií, které ze symbolu vstupních dat vycházejí pravděpodobně ze středu symbolu, s jistotou to však tvrdit nelze, protože linie je vždy z části zakrytá daným symbolem. U symbolu pro funkci je linie napojena mimo symbol u slova „In“ a ze symbolu vychází opět mimo symbol ze středového místa pod symbolem. Napojení na symbol pro vstupní data probíhá v závislosti na poloze vůči symbolu pro funkci a jednotlivě se tato poloha liší.

Automatické zarovnání diagramu v režimu tvorby nového diagramu probíhá do šikmé orientace, jak je znázorněno na obrázku 4.1. Následně nelze diagram automaticky zarovnat, ale pouze ručně změnit umístění obdélníku v ploše diagramu.



Obr. 4.1 Prvky grafické notace včetně linií a automatického zarovnání.

K teoretickému hodnocení grafické notace je použito devět principů fyzické notace podle Daniela Moodyho (Moody, 2009).

4.1 Principle of Semiotic Clarity

Princip sémiotické čistoty hodnotí, zda každému prvku sémantického modelu náleží právě jeden symbol grafické syntaxe. Aby byly splněny požadavky znakového systému z hlediska notace, musí být splněna shoda 1:1 mezi prvky sémantického modelu a grafickými symboly syntaxe. Přirozené jazyky nejsou znakovými systémy, protože obsahují řadu synonym či homonym. Opakem jsou umělé jazyky, jako například matematický jazyk, který znakovým systémem je. Požadavky na znakový systém nutí dostupné jazykové výrazy k dosažení co největší přesnosti, expresivnosti a šetrnosti, což jsou hlavní cíle požadované při návrhu znakového systému v softwarovém inženýrství.

Pokud nedochází ke shodě 1:1 mezi sémantickým modelem a grafickou syntaxí, může dojít k jedné nebo více než jedné z těchto chyb:

- **Symbol redundancy (nadbytečnost)** – k nadbytečnosti symbolu dochází, pokud může být vícero grafických symbolů použito pro jeden sémantický prvek
- **Symbol overload (přetížení)** – k přetížení symbolu dochází, pokud lze jeden grafický symbol použít pro vícero sémantických prvků
- **Symbol excess (přebytek)** – k přebytku symbolu dochází, pokud grafický symbol nereprezentuje žádný sémantický prvek
- **Symbol deficit (nedostatek)** – k nedostatku symbolu dochází, pokud sémantický prvek není reprezentován žádným grafickým symbolem

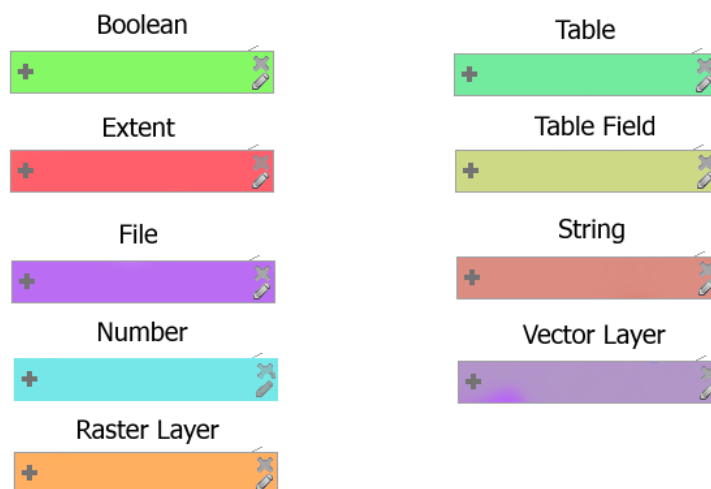
Hodnocení komponenty QGIS Processing Modeler aplikováním principu

Grafická notace QGIS Processing Modeler obsahuje pouze tři prvky. Prvky reprezentují vstupní data, procesy a výstupní data. Už z tohoto tvrzení lze usoudit, že grafická notace této komponenty nebude zcela splňovat všechny podmínky principů fyzické notace.

Z hlediska principu sémiotické čistoty dochází k jednomu, zato poměrně zásadnímu pochybení, a to k přetížení symbolu (Symbol overload). Všechny prvky jsou reprezentovány stejným obdélníkem. Tento obdélník nelze měnit jak z hlediska tvaru, tak z hlediska velikosti. Vstupní data jsou reprezentována obdélníkem s modrou výplní, procesy jsou reprezentovány obdélníkem s bílou výplní a výstupní data jsou reprezentována obdélníkem s tyrkysovou výplní. Další specifičtější rozlišení představuje vnitřní ikona obdélníku. U vstupních a výstupních dat je hlavním problémem, že čtenář neví, o jaký typ dat se jedná. A to jak na úrovni, zda se jedná o vektor, rastr, tabulka a další, tak i na úrovni bodů, linií či polygonů v případě vektorových dat. Lepší rozlišitelnost lze částečně zajistit vhodně použitým popisným textem umístěným uvnitř obdélníku. Na volbě textu ale záleží pouze na autorovi diagramu a nejedná se pevnou část notace.

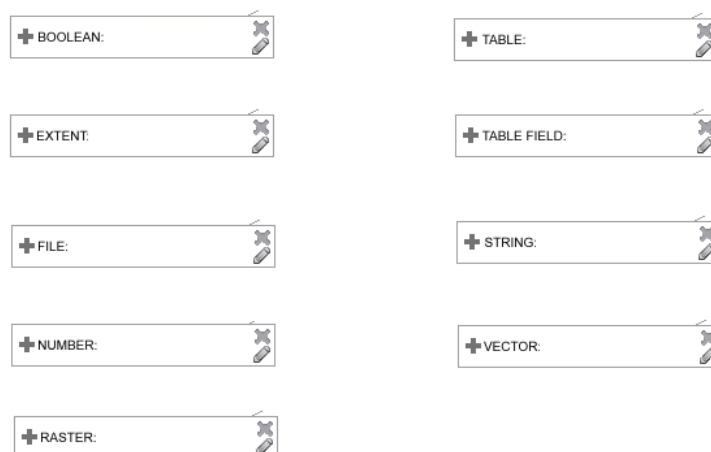
Jako první část navrhovaného řešení chyby přetížení symbolu by mohlo být zvolení unikátní barvy výplně objektu pro každý datový typ na úrovni rastr, vektor, tabulka a další. Toto opatření však neodstraní zcela úplně nedostatky grafické notace

z hlediska principu sémiotické čistoty, protože některé datové typy se dále dělí např. vektor (polygon, linie, bod).



Obr. 4.2 Návrh nových výplní objektu reprezentujícího vstupní a výstupní data.

Jako druhá část řešení pro splnění podmínek principu sémiotické čistoty by mohla posloužit pevně nastavená část textu, která by čtenáři předala jasnou informaci, o jaký typ vstupních či výstupních dat se jedná. Za touto pevně stanovenou částí textu by pak bylo volné pole pro název objektu, který si libovolně zvolí autor diagramu. Případný název libovolného objektu v diagramu, který reprezentuje vstupní či výstupní data, by pak mohl vypadat například „LINE: zeleznice_cr“.



Obr. 4.3 Návrh pevné části názvu objektu reprezentujícího vstupní (na obrázku) a výstupní data.

Výsledný vzhled objektu reprezentujícího vstupní a výstupní data by po přidání obou opatření mohl vypadat následovně:



Obr. 4.4 Kombinace návrhu výplně a textové části.

4.2 Principle of Perceptual Discriminability

Princip percepční rozlišitelnosti hodnotí jednoduchost a přesnost, s jakou se dají jednotlivé grafické symboly od sebe odlišit. Toto souvisí s primární fází lidského vnímání a zpracování grafické informace. Přesná rozlišitelnost mezi symboly je předpokladem pro přesnou interpretaci diagramu.

Rozlišitelnost je primárně stanovena **vizuální vzdáleností** mezi grafickými symboly. Ta je měřena podle počtu vizuálních proměnných, které jsou u symbolů použity, a také pomocí velikostí vizuálních vzdáleností mezi jednotlivými grafickými symboly. Obecně platí, že čím větší je vizuální vzdálenost mezi grafickými symboly, tím rychleji a přesněji jsou grafické symboly rozeznávány.

Ze všech vizuálních proměnných má v rozlišování grafických symbolů speciální roli tvar, který představuje základní proměnnou, pomocí které identifikujeme běžné objekty v reálném světě. Teorie rozeznávání objektů se v podstatě liší pouze v tom, jestli je grafická reprezentace objektů založena pouze na tvaru nebo i na dalších vlastnostech objektů.

Vizuální vzdálenost mezi grafickými symboly může být zvětšena zařazením více vizuálních proměnných. Tento jev se nazývá nadměrné kódování (Redundant coding).

Do grafických elementů se někdy také přidává text pro lepší čitelnost a rozlišení prvků notace. Většinou se používají parametry písma jako tučnost, kurzíva a podtržení k rozlišení relačních vztahů a jednotlivých prvků v notaci.

Hodnocení komponenty QGIS Processing Modeler aplikováním principu

Nejsilnější rozlišovací proměnnou mezi symboly grafické notace je barva výplně grafického elementu. Výplň je velmi silná vizuální proměnná, ale ani barva výplně není v grafické notaci zvolena nejefektivnějším způsobem. Především bílá výplň použitá pro symbol označující proces není zvolena nejvhodněji, protože symbol splývá s bílým pozadím, které má stejnou barvu. Také barvy výplně pro vstupní a výstupní data, pro

které jsou zvoleny odstíny modré, nejsou z pohledu percepční rozlišitelnosti odlišitelné zcela jednoznačně. Další rozlišovací proměnnou mezi symboly je vnitřní ikona objektu. V rámci kombinace těchto dvou rozlišovacích proměnných lze označit grafickou notaci z hlediska principu percepční rozlišitelnosti za dostačující.

4.3 Principle of Semantic Transparency

Sémantická jednoznačnost je definována jako míra, podle které lze odvodit význam symbolu z jeho vzhledu. Zatímco percepční rozlišitelnost vyžaduje, že by se symboly jiného významu měli od sebe lišit, sémantická jednoznačnost vyžaduje význam symbolu zakomponovaný do jeho vzhledu. Koncept sémantické jednoznačnosti je, že představuje informativní představu o přirozenosti a intuitivnosti vzhledu symbolu.

Existuje několik stupňů hodnocení sémantické jednoznačnosti:

- **Sémantická bezprostřednost** – pokud čtenář rozezná význam symbolu z jeho vzhledu, pak se symbol nazývá sémanticky bezprostřední
- **Sémantická neprůhlednost** – pokud je vztah mezi významem a vzhledem symbolu čistě libovolný, pak je označován za sémanticky neprůhledný
- **Sémantická nesprávnost** – pokud čtenář rozezná jiný význam či dokonce opačný význam, pak je symbol označován za sémanticky nesprávný

Hodnocení komponenty QGIS Processing Modeler aplikováním principu:

Z hlediska sémantické jednoznačnosti obsahují symboly pomocné prvky, podle kterých se dá lépe odvodit významy, které jednotlivé symboly nesou. Hlavní prvek, který tomu pomáhá, je malá ikona v levé krajní části každého symbolu. Pokud se jedná o symbol pro vstupní data, ikona má vzhled malého modrého znaménka „plus“. Pokud se jedná o symbol pro výstupní data, ikona má vzhled malé modré šipky směřující dovnitř symbolu. V případě symbolu značící proces se jedná o ikonu nesoucí informaci o zdrojové knihovně, ze které proces pochází. Tyto ikony značně přispívají k sémantické jednoznačnosti symbolů grafické notace.

4.4 Principle of Visual Expressiveness

Vizuální expresivita je definována jako počet vizuálních proměnných použitých v notaci. Zatímco u vizuální vzdálenosti, která měří vizuální rozdílnost mezi dvěma symboly, vizuální expresivita měří vizuální rozdílnost všech symbolů notace. Vizuální proměnné se dělí do dvou podskupin. První skupinou jsou proměnné nesoucí informaci a druhá skupina jsou volné proměnné. Počet volných proměnných se nazývá stupeň vizuální svobody a jedná se o opak vizuální expresivity. Notace, která neobsahuje vizuální proměnnou nesoucí informaci, se nazývá nevizuální (textová), naopak notace obsahující všechny vizuální proměnné se nazývá vizuálně nasycená.

Většina notací používá pouze jednu vizuální proměnnou k zakódování informace, kterou je tvar. Tvar je však jednou z nejméně silných vizuálních proměnných, protože má schopnost zakódovat pouze nominální data a je kognitivně velmi málo efektivní.

Jendou z nejvíce kognitivně efektivních vizuálních proměnných je barva. Lidský zrak je velmi citlivý na změny barev a umí rychle a přesně rozlišovat mezi jednotlivými odstíny barev. Změny barev jsou zjišťovány třikrát rychleji než změny tvaru a také jsou často snadněji zapamatovatelné.

Hodnocení komponenty QGIS Processing Modeler aplikováním principu

Grafická notace komponenty QGIS Processing Modeler využívá pouze jedné grafické proměnné, kterou je barevná výplň. Barevná výplň je jako vizuální proměnná velmi efektivní, ale její aplikace na symboly grafické notace v Processing Modeler není zvolena zcela nejefektivnějším způsobem, jak je popsáno u principu percepční rozlišitelnosti. Další vizuální proměnné jako tvar, velikost či textura nejsou v grafické notaci využity vůbec i přes fakt, že skrývají poměrně velký potenciál pro zefektivnění rozlišitelnosti diagramů grafické notace.

4.5 Principle of Complexity Management

Řízení složitosti poukazuje na schopnost grafické notace předat informaci bez přetížení lidské mysli. Složitost je jeden z nejvíce bezvýhodných problémů grafických notací, protože vizuální reprezentace nemají měřítko. Složitost se měří počtem prvků obsažených v diagramu. Složitost diagramů má hlavní dopad na to, jaké množství informací může být efektivně předáno diagramem. Toto množství je omezeno lidskými percepčními a kognitivními schopnostmi.

- **Percepční limity** – schopnost rozlišovat prvky v diagramu se snižuje s velikostí diagramu
- **Kognitivní limity** – množství prvků v diagramu, které mohou být pochopeny v určitém čase, je limitováno vyčerpáním pracovní paměti. Pokud dojde k přetížení pracovní paměti, schopnost porozumění diagramu se značně snižuje

Nadměrná složitost diagramu je jednou z hlavních překážek pro koncového uživatele k pochopení diagramu. Pro efektivnější vizualizaci složitých situací musí být grafická notace poskytovat mechanismy pro modularizaci a hierarchickou strukturalizaci.

- **Modularizace** – nejběžnější způsob snižování složitosti velkých systémů je rozdělit je na části nebo do menších podsystémů
- **Hierarchická strukturalizace** – jeden z nejefektivnějších způsobů jak přizpůsobit složitost notace pro lidské porozumění tím, že umožňuje zobrazení systému v různých úrovních detailu s řízením složitosti v každé úrovni

Hodnocení komponenty QGIS Processing Modeler aplikováním principu

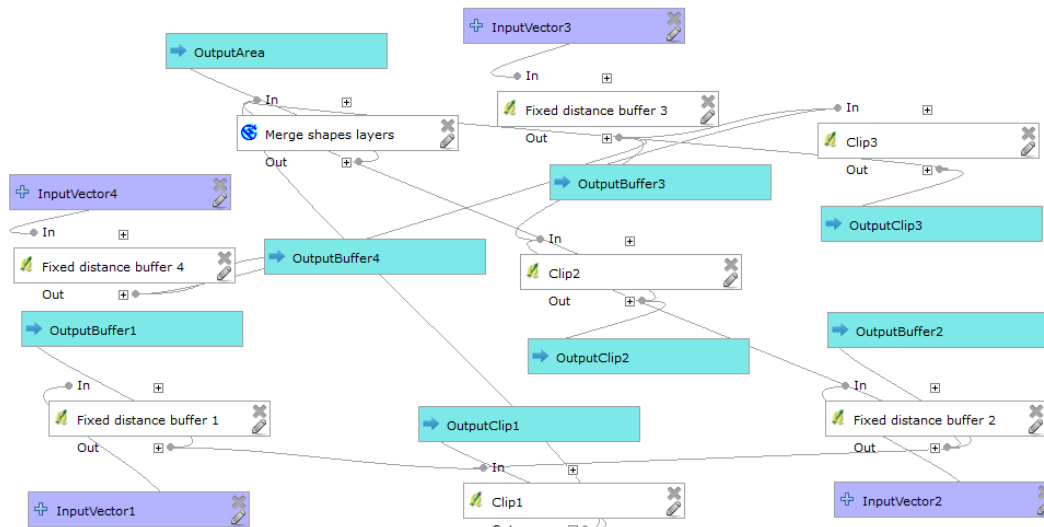
QGIS Processing Modeler neobsahuje žádné nástroje, které by byly speciálně určené na modularizaci či hierarchickou strukturalizaci. Lepší přehlednost v diagramu lze zajistit vhodnou volbou popisů jednotlivých symbolů obsažených v diagramu. Dalším mechanismem, který zlepší orientaci v diagramu, je vhodná strukturalizace diagramu a také vhodné zarovnání symbolů v diagramu. Komponenta však neobsahuje žádné automatické zarovnání symbolů v diagramu a vše tak záleží čistě na autorovi diagramu. Jediný způsob přesného zarovnání symbolů v diagramu umožňuje textový soubor s příponou „diagram“. Toto řešení je však uživatelsky nepřívětivé a časově poměrně náročné.

```
"values": {
  "inputs": {
    "VECTORLAYER_INPUTVECTOR2": {
      "values": {
        "pos": {
          "values": {
            "y": 115.17719557701534,
            "x": 143.46552857706826
          },
          "class": "point"
        },
        "param": {
          "values": {
            "isAdvanced": false,
            "name": "VECTORLAYER_INPUTVECTOR2",
            "shapetype": [
              -1
            ],
            "value": null,
            "exported": null,
            "hidden": false,
            "optional": false,
            "description": "InputVector2"
          },
          "class": "processing.core.parameters.ParameterVector"
        }
      },
      "class": "processing.modeler.ModelerAlgorithm.ModelerParameter"
    }
  },
  "class": "processing.modeler.ModelerAlgorithm.ModelerParameter"
},
```

Obr. 4.5 Soubor s příponou „diagram“ s vyznačenou oblastí s údajem o umístění grafického elementu v modelu.

Další aspekt, který může zvyšovat přehlednost či nepřehlednost diagramu je styl linií, zvolených pro spojování symbolů v diagramu. Pro linie je použit styl zaoblených linií. Nejvíce problematický moment nastává u symbolu, určeného pro proces, kde je křížení linií provedeno značně zaobleně a čtenář může mít problém jednoznačně určit pokračování linie k dalšímu symbolu. Tento jev snižuje orientaci čtenáře v diagramu.

Autoři Purchase a kol. (2002) navrhuji následující pravidla pro dosažení vyšší estetiky diagramů: maximalizace symetrie diagramu, minimalizace křížení spojných čar a minimalizace lomení spojných čar. V případě Processing Modeleru se nevyskytují lomené čáry, ale lze se snažit při návrhu o minimalizaci křížení čar a také lze manuálně zajistit zarovnání a symetrii diagramů. Navíc studie (Figl a kol. 2013) potvrzuje, že vyšší estetika diagramů napomáhá lepšímu chápání diagramů.



Obr. 4.6 Příklad křížení linií v diagramu.

4.6 Principle of Cognitive Integration

Kognitivní integrace se používá pouze, pokud je systém reprezentován více než jedním diagramem. To je kritický problém softwarového inženýrství, kde jsou problémy častěji reprezentovány systémy diagramů než jednotlivými diagramy. Aplikuje se stejně jak na digramy stejného typu (homogenní integrace), tak na diagramy rozdílného typu (heterogenní integrace). Tento princip úzce souvisí s principem řízení složitosti, který vytváří systémy o více diagramech jako důsledek modularizace. Aby byly systémy reprezentované větším počtem diagramů, musejí obsahovat následující mechanismy:

- **Koncepční integrace** – mechanismus, který pomáhá čtenáři shromáždit informace z více diagramů do souvislé mentální reprezentace celého systému. Důležitý mechanismus na podporu koncepční integrace je přehledový diagram, který poskytuje náhled na celý reprezentovaný systém
- **Percepční integrace** – pomáhá zjednodušit navigaci a přechody mezi diagramy. Navigace používá stejné kroky, jako v případě navigace po městě, webové stránce nebo v atlase, a těmi jsou orientace, volba trasy, sledování trasy a rozpoznání cíle

Jasně označování diagramů pomáhá v orientaci a v rozpoznání cíle. Číslování úrovní diagramu pomáhá čtenáři v orientaci, kde se právě v systému diagramů nachází. Navigační mapa, která ukazuje všechny diagramy a navigační cesty mezi nimi, podporuje orientaci, sledování trasy a volbu trasy.

Hodnocení komponenty QGIS Processing Modeler aplikováním principu

Komponenta QGIS Processing Modeler nenabízí možnost vytvořit více diagramů v rámci jednoho modelu. Lze však umístit více procesů do jednoho diagramu. Jediným

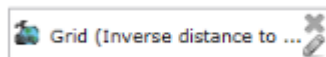
rolišovacím faktorem mezi procesy v diagramu je ikona zdrojové knihovny, ze které proces pochází, a název procesu.

4.7 Principle of Dual Coding

Percepční rozlišitelnost a vizuální expresivita radí nepoužívat text k zakódování informace. Nicméně to neznamená, že by text neměl své místo v grafické notaci. Podle teorie duálního kódování platí, že používání textu a grafiky dohromady pro sdělování informace je více efektivní, než je používat samostatně. Pro text platí, že je nejvíce efektivní, pokud je použit jako podpůrný prostředek pro grafickou notaci. Text by nikdy neměl být používán jako jediný prostředek pro rozlišitelnost mezi symboly.

Hodnocení komponenty QGIS Processing Modeler aplikováním principu

Grafická notace používá textový popis jako podpůrný prostředek k zefektivnění rozlišitelnosti diagramů. Text, v případě vstupních a výstupních dat, je do grafické notace zakomponován formou popisu umístěného uvnitř grafického symbolu. Obsahová část popisu závisí čistě na autorovi diagramu a může významně ovlivnit percepční rozlišitelnost diagramu. Dobře rozlišitelný popis by měl obsahovat informaci o typu dat a také informaci o obsahové stránce dat. V případě grafického symbolu určeného pro proces se jedná o předem daný popis, který autor diagramu nemůže dále editovat. Tento popis obsahuje název zvoleného procesu, který v případě dlouhého názvu procesu není vidět celý.



Obr. 4.7 Symbol pro funkci s příliš dlouhým názvem.

4.8 Principle of Graphic Economy

Grafická složitost je definovaná jako počet grafických prvků v notaci. Autor notace může vytvořit neomezené množství symbolů kombinováním vizuálních proměnných různými způsoby. Nicméně na rozdíl od textu je tato strategie efektivní pouze do určité míry, protože existují kognitivní limity lidského mozku. Noví čtenáři jsou grafickou složitostí ovlivněni mnohem více než experti na danou problematiku. Existují tři hlavní strategie jak se vyrovnat s nadměrnou grafickou složitostí:

- **Snížení sémantické složitosti** – počet sémantických konstrukcí obsažených v notaci je hlavní proměnnou grafické složitosti, protože rozdílné konstrukce jsou většinou zobrazovány jako rozdílné symboly. Zjednodušením sémantiky notace se dosáhne snížení grafické složitosti
- **Vynechání symbolu** – některé konstrukce se nevyjádří graficky, ale popíší se textovou formou. Tato metoda upravuje rovnováhu mezi grafickou a textovou částí notace

- **Navýšení vizuální expresivity** – tato metoda pracuje s nadměrnou grafickou složitostí tak, že se nesnižuje počet symbolů, ale zvyšuje se lidská schopnost rozlišitelnosti

Hodnocení komponenty QGIS Processing Modeler aplikováním principu

Grafická notace QGIS Processing Modeler obsahuje celkem tři prvky. Lidská mysl je schopna rozlišit až sedm prvků. Z tohoto faktu lze konstatovat, že grafická notace nepřekračuje kognitivní limity lidského vnímání a není zapotřebí aplikace různých strategií na snížení grafické složitosti notace.

4.9 Principle of Cognitive Fit

Podstatou principu kognitivní vhodnosti je, že různé reprezentace informací jsou vhodné pro různé účely a uživatele. Noví čtenáři mají větší problémy s rozlišováním mezi symboly. Odborníci na notace si vytvářejí schémata diagramů v dlouhodobé paměti, čímž se výrazně automatizuje proces interpretace diagramů. Teorie kognitivního zatížení říká, že navrhovat notace pro nové čtenáře a experty nemusí být správné. Optimalizování notace pro neoborníky může vést ke snížení efektivity pro experty a naopak. Notace určené pro neoborníky potřebuje použít více rozlišitelné symboly (Percepční rozlišitelnost), nižší složitost (Řízení složitosti), více mnemotechnické konvence (Sémantická jednoznačnost), popisný text (Duální kódování) a zjednodušené vizuální slovníky (Ekonomie grafiky).

Hodnocení komponenty QGIS Processing Modeler aplikováním principu

Z hlediska principu kognitivní vhodnosti je grafická notace určena především pro odborné čtenáře. Jedná se o komponentu, která je součástí GIS produktu, který pracuje s prostorovými daty, a proto určité množství vstupních znalostí a zkušeností z tohoto oboru je značnou výhodou pro čtenáře diagramů.

5 HODNOCENÍ METODOU EYE-TRACKING

Princip technologie eye-tracking je založena na sledování pohybu očí. Zařízení, které je schopné toto sledování provádět, se označuje jako eye-tracker. Na katedře Geoinformatiky UPOL se tato výzkumná metoda používá od roku 2011. Původně sloužila eye-tracking laboratoř převážně pro kartografický výzkum. Od roku 2013 začaly využívat metodu eye-tracking pod vedením Ing. Zdeny Dobešové, Ph.D. studentské práce zaměřené na hodnocení grafických notací VPL komponent, které jsou součástí GIS produktů (Kudělka 2013, Zieglerová 2014, Otevřelová 2014, Šimoník 2014). Eye-tracking test byl vytvořen v softwaru SMI Experiment Center po zaškolení Mgr. Stanislavem Popelkou.

5.1 Eye-tracking test pro QGIS Processing Modeler




V rámci hodnocení grafické notace VPL komponenty QGIS Processing Modeler byl zhotoven eye-tracking test. Test se skládal z 33 stimulů, které tvořili diagramy vytvořené ve VPL komponentě QGIS Processing Modeler. Test se skládal ze dvou částí.

První část byla určena pro pasivní pozorování diagramů (free viewing), kde čas zobrazení jednoho stimulu byl nastaven na tři sekundy. První část obsahovala celkem 11 stimulů. Stimuly se respondentovi zobrazovaly v náhodném pořadí. V první části nebyl respondent tázán na žádné otázky a neplnil žádné úlohy v rámci jednotlivých stimulů.

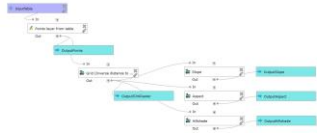
Druhá část obsahovala celkem 22 stimulů. Tato část již vyžadovala po respondentovi určitou interakci a obsahovala celkem 11 otázek a 11 úloh. U otázek se po respondentovi vyžadovala odpověď z přednastavených možností po zhlédnutí diagramu. U úloh se vyžadovalo po respondentovi řešení v podobě jednoho či více kliků myši do diagramu. U těchto stimulů byl nastaven maximální čas zobrazení na 60 sekund z důvodu časové náročnosti řešení daných otázek či úloh. Pokud respondent zvládl řešení dříve, mohl pokračovat dalším úkolem nebo otázkou. Stejně jako v první části bylo nastavené náhodné pořadí zobrazení stimulů, protože se otázky a zadání úloh v testu opakovaly a měnila se pouze orientace diagramů. Náhodné pořadí stimulů bylo použito jako opatření, aby se respondent nenaučil na prvním stimulu odpověď dané otázky či úlohy a u dalších stimulů by mu řešení otázky či úlohy pravděpodobně trvalo kratší čas, a tím by došlo ke zkreslení výsledných dat z eye-tracking testování (Martin, 2008).

Následující tabulka obsahuje přehled všech stimulů, které obsaženy v eye-tracking testu. Prvních 11 stimulů je bez otázky, protože se jednalo o free viewing část. Zbývajících 22 stimulů obsahují buďto zadání úkolu či otázky.

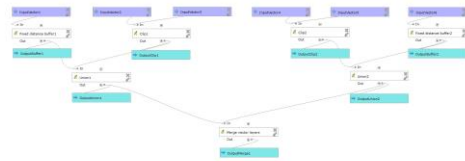
Tab. 2 Přehled jednotlivých stimulů obsažených v Eye-tracking testu

<p style="text-align: center;">01Buffer_horizon</p> 	<p style="text-align: center;">02Buffer_vertical</p> 
<p style="text-align: center;">03Clip_horizon</p> 	<p style="text-align: center;">04Clip_vertical</p> 
<p style="text-align: center;">05Clip_Buffer_Merge_vertical</p> 	<p style="text-align: center;">06Clip_Buffer_Merge_horizon</p> 
<p style="text-align: center;">07PointsTXT_IDW_ SlopeAspectHillshade_ Vertical</p> 	<p style="text-align: center;">08PointsTXT_IDW_ SlopeAspectHillshade_ Horizon</p> 

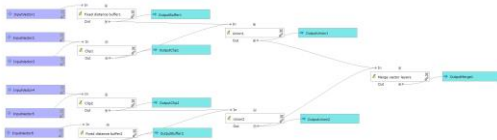
09PointsTXT_IDW_
SlopeAspectHillshade_
Angle



10BufferClipUnion_
Vertical



11BufferClipUnion_
Horizon



12Buffer_horizon_q
(dále „otazka1“)



Jaká funkce je použita
v diagramu?

13Buffer_vertical_q
(dále „otazka2“)



Jaká funkce je použita
v diagramu?

14Clip_horizon_q
(dále „uloha1“)



Označte vstupní data
v diagramu.

15Clip_vertical_q
(dále „uloha2“)



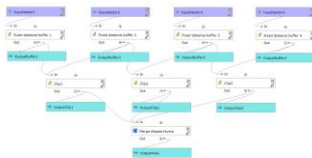
Označte vstupní data
v diagramu.

16Clip_sides_q
(dále „uloha3“)



Označte vstupní data
v diagramu.

17Clip_Buffer_Merge_
vertical_q
(dále „otazka3“)



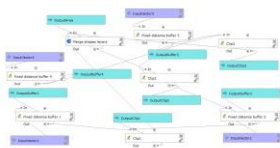
Kolik funkcí je celkem v diagramu použito?

18Clip_Buffer_Merge_
horizon_q
(dále „otazka4“)



Kolik funkcí je celkem v diagramu použito?

19Clip_Buffer_Merge_chaos_q
(dále „otazka5“)


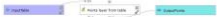






Kolik funkcí je celkem v diagramu použito?

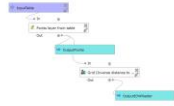
20Dissolve_horizon_q
(dále „uloha4“)



Označte funkci v diagramu.

<p>21 Dissolve_vertical_q (dále „uloha5“)</p>  <p>Označte funkci v diagramu.</p>	<p>22 PointsTXT_horizon_q (dále „uloha6“)</p>  <p>Označte výstupní data v diagramu.</p>
<p>23 PointsTXT_vertical_q (dále „uloha7“)</p>  <p>Označte výstupní data v diagramu.</p>	<p>24 PointsTXT_chaos_q (dále „uloha8“)</p>  <p>Označte výstupní data v diagramu.</p>
<p>25 PointsTXT_IDW_vertical_q (dále „otazka6“)</p>  <p>Jsou vstupní data stejného datového typu jako výstupní data?</p>	<p>26 PointsTXT_IDW_horizon_q (dále „otazka7“)</p>  <p>Jsou vstupní data stejného datového typu jako výstupní data?</p>

27PointsTXT_IDW_angle_q
(dále „otazka8“)



Jsou vstupní data stejného datového typu jako výstupní data?

28PointsTXT_IDW_SlopeAspectHillshade_vertical_q
(dále „otazka9“)



Pocházejí všechny funkce v diagramu ze stejné zdrojové knihovny?

29PointsTXT_IDW_SlopeAspectHillshade_horizon_q
(dále „otazka10“)



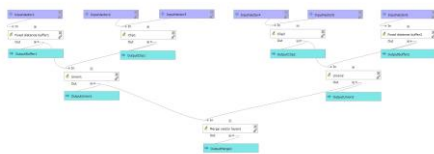
Pocházejí všechny funkce v diagramu ze stejné zdrojové knihovny?

30PointsTXT_IDW_SlopeAspectHillshade_angle_q
(dále „otazka11“)



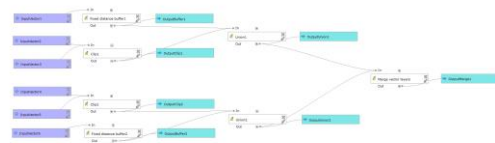
Pocházejí všechny funkce v diagramu ze stejné zdrojové knihovny?

31BufferClipUnion_vertical_q
(dále „uloha9“)

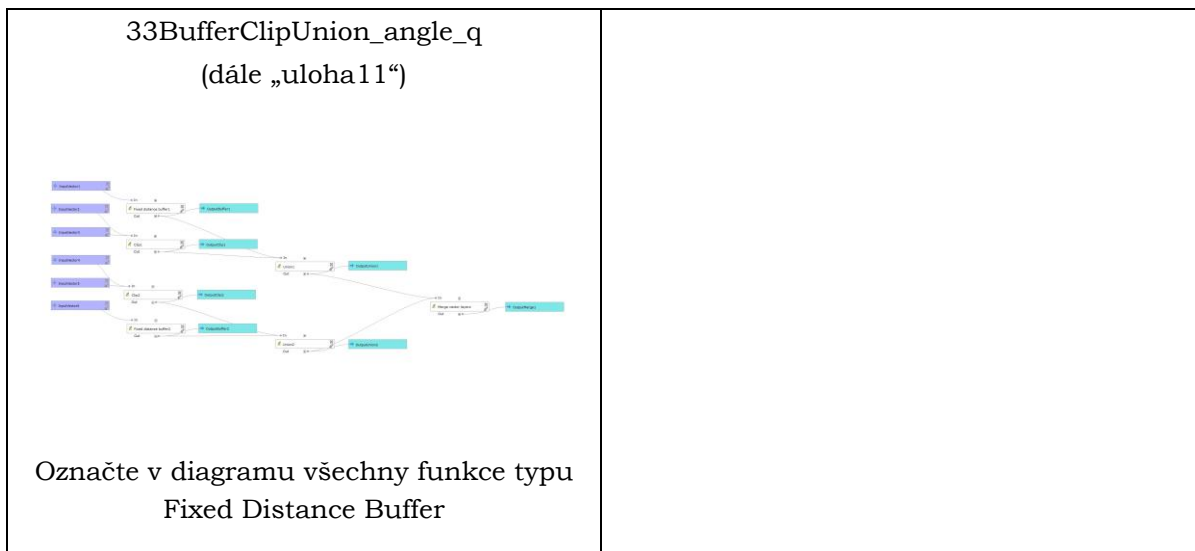


Označte v diagramu všechny funkce typu Fixed Distance Buffer

32BufferClipUnion_horizon_q
(dále „uloha10“)



Označte v diagramu všechny funkce typu Fixed Distance Buffer



Eye – tracking test absolvovalo celkem 21 respondentů. Všichni respondenti byli studenti z Katedry geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci. Jednalo se o studenty třetího a čtvrtého ročníku a všichni studenti prošli před testováním výukou z QGIS Processing Modeler buďto v rámci řádné výuky, nebo individuálně doma podle návodu, který byl použit i při řádné výuce.

5.2 Zpracování výsledných dat z eye-tracking testování

Výsledná data z eye-tracking testování byla naimportována do softwaru SMI BeGaze. Tento software je určen k analýzám a následným vizualizacím dat z eye-tracking testování. Následně byla data převedena za pomoci Mgr. Stanislava Popelky do softwaru OGAMA (Open Gaze And Mouse Analyzer). OGAMA je open – source software určený pro analýzu dat z eye-tracking testování.

5.2.1 Nastavení nejlepší detekce fixací

Již zmíněný software SMI BeGaze a také OGAMA umožňují uživateli zvolit různá nastavení detekce fixací tak, aby byla podoba výstupních dat co nejvhodnější pro následné analýzy a vizualizace.

Existuje celá řada algoritmů, určených pro detekci fixací. Nejčastěji používané jsou však algoritmy I-DT (Identification by Dispersion Treshold) a I-VT (Velocity Treshold Fixation Identification). I-DT algoritmus zaznamenává fixace na principu rozptylu pohybu očí a I-VT algoritmus pracuje na principu zaznamenávání fixací na základě rychlosti pohybu očí (Holmquist, 2011).

Prvně zmíněný I-DT algoritmus je aktuálně nejrozšířenější algoritmus detekce fixací. U tohoto algoritmu se dají měnit dva parametry, a to dispersion (rozptyl) a duration (čas). V rámci vyhodnocování eye-tracking dat proběhlo testování hned několika

nastavení těchto dvou parametrů. Výsledné nejlepší nastavení detekce fixací bylo stanoveno následovně: dispersion (px): 50, duration (ms): 80, jehož autorem je Stanislav Popelka (2015). Toto nastavení bylo následně převedeno do softwaru OGAMA, kde byly stanoveny následující hodnoty parametrů: maximum distance: 15, minimum number of samples: 10, fixation detection ring size: 31, merge: NO, diameter ratio fixation: 12 (Popelka, 2015).

V rámci testování byl otestován i I-VT algoritmus, který je určen pro vysokofrekvenční eye-trackingery. Testování probíhalo na přístroji SMI RED 250, který pracuje na frekvenci 250 Hz, takže se nabízí možnost použít vysokofrekvenční I-VT algoritmus. Po vyzkoušení několika různých kombinací nastavení I-VT algoritmu se výsledná data nejevila v ani jednom případě lépe než u zvoleného nastavení algoritmu I-DT. Ve většině případů bylo na výsledných datech patrné velké množství poměrně malých fixací a výsledná data vypadala poměrně nepřehledně, a tudíž i ne velmi použitelně pro následné vizualizace a analýzy.

Na základě již zmíněných poznatků bylo zvoleno výsledně nastavení I-DT: dispersion (px): 50, duration (ms): 80.

5.3 Analýza dat pořízených eye-tracking testováním

Pro analýzu eye-tracking dat byl použit již zmíněný software SMI BeGaze a OGAMA. Základní analýzou jsou statistická data, kde se jedná především o správnost odpovědí a správnost řešení úloh.

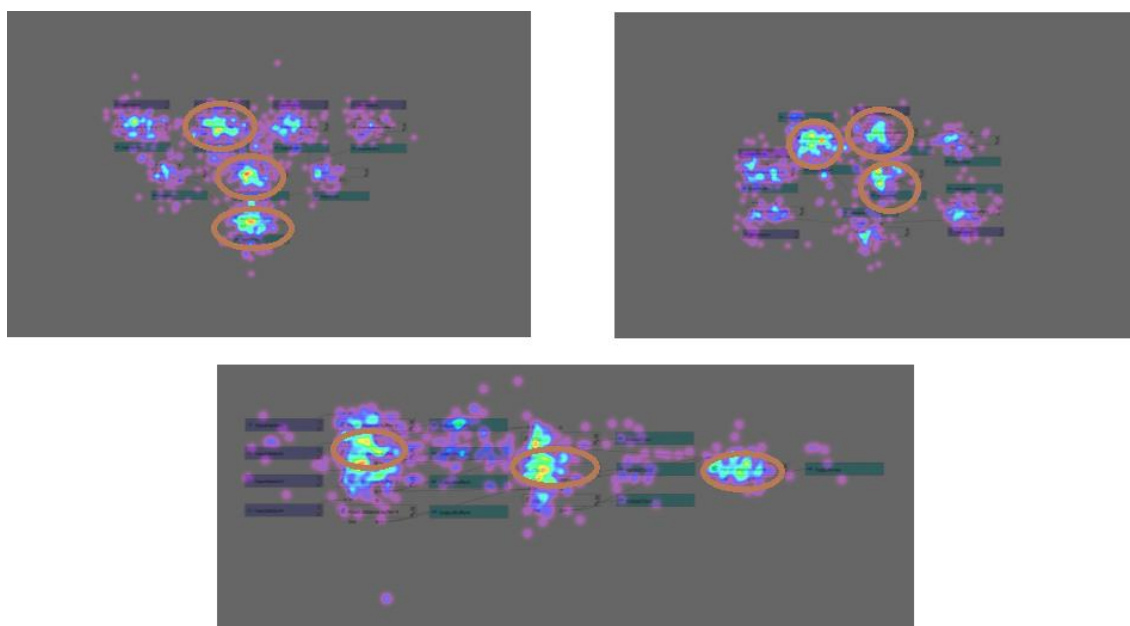
Tab. 3 Správnost odpovědí na otázky

Číslo otázky	Správné odpovědi	Chybné odpovědi
otazka1	21	0
otazka2	21	0
otazka3	16	5
otazka4	16	5
otazka5	14	7
otazka6	18	3
otazka7	18	3
otazka8	19	2
otazka9	18	3
otazka10	18	3
otazka11	18	3

Tab. 4 Správnost řešení úloh

Číslo úlohy	Správná řešení	Chybná řešení
uloha1	20	1
uloha2	20	1
uloha3	20	1
uloha4	21	0
uloha5	20	1
uloha6	19	2
uloha7	19	2
uloha8	17	4
uloha9	21	0
uloha10	20	1
uloha11	21	0

Ze statistických dat o správnosti odpovědí a řešení úloh je patrné, že respondenti odpovídali poměrně úspěšně. Našly se však i otázky s poměrně výrazným počtem chybných odpovědí. Konkrétně se jednalo o třetí, čtvrtou a pátou otázku v pořadí. Všechny tři otázky měly stejné znění, ale lišily se orientací diagramu. Znění otázky bylo: „Kolik funkcí je celkem v diagramu použito?“. Z následných Attention map je poměrně patrné, že se určitá část respondentů zaměřilo vždy pouze na jednu funkci daného typu a následně přešla k následné funkci jiného typu (Obr. 5.3). Z tohoto pozorování lze usoudit, že u dané skupiny respondentů došlo ke špatné interpretaci otázky a respondenti hledali počet typů funkcí, nikoliv však celkový počet funkcí.



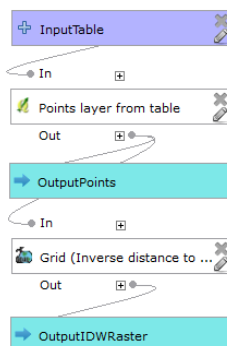
Obr. 5.1 Attention mapy otázek č. 3, 4, 5.

Principle of Semiotic Clarity, Principle of Dual Coding

Princip sémiotické čistoty je, jak již bylo popsáno ve čtvrté kapitole, asi největším nedostatkem grafické notace QGIS Processing Modeleru. Konkrétně se jedná o pochybení pod názvem Symbol overload (přetížení symbolu), kde u symbolu pro vstupní a výstupní data neexistuje rozlišení na úrovni typu dat. V současné notaci je jedinou rozlišovací proměnnou mezi jednotlivými typy dat text umístěný v symbolu. Tento text však závisí čistě na autorovi diagramu.

Podle teorie duálního kódování je kombinace grafické a textové informace velmi efektivní k předávání informací z diagramu čtenáři. V případě QGIS Processing Modeler je v určitých případech text jediným zdrojem určité informace o daném prvku v diagramu.

V rámci eye-tracking testu byla zhotovena otázka, určená právě na rozlišení různých typů dat u symbolu vstupních a výstupních dat. Otázka zněla: „Jsou vstupní data stejného datového typu jako výstupní data?“ a správná odpověď byla: ne, protože vstupní data do diagramu byla formátu tabulky a výstupní data byla ve formátu rastru. Otázka se v testu vyskytla celkem třikrát ve třech různých orientacích diagramu (horizontální, vertikální a šikmá). Otázky na diagram s horizontální a vertikální orientací obsahovaly totožně 18 správných odpovědí a 3 chybné. Otázka na diagram se šikmou orientací obsahovala 19 správných odpovědí a 2 chybné odpovědi.



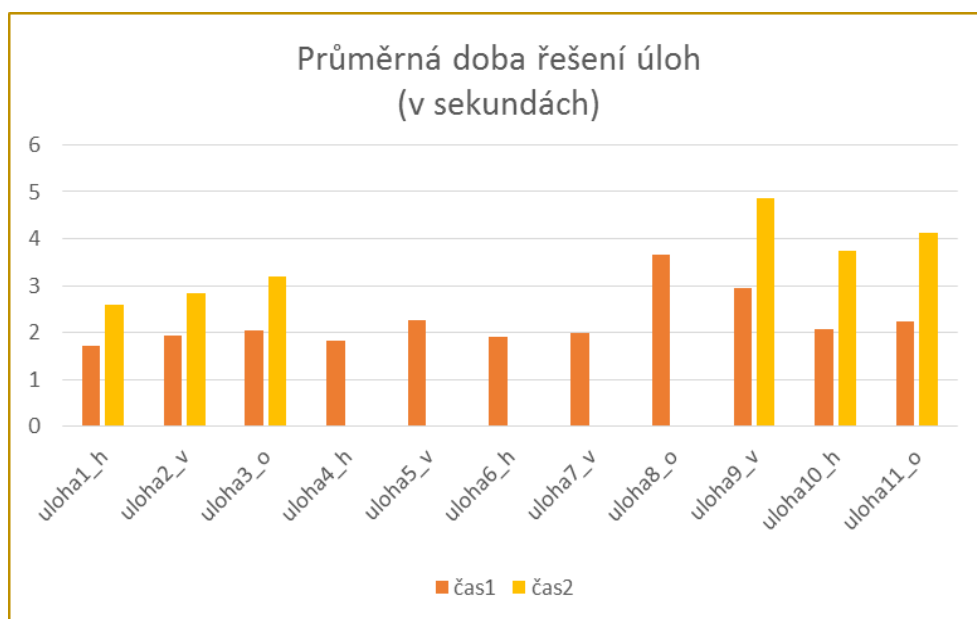
Obr. 5.2 Diagram s vertikální orientací určený pro otestování principu sémiotické čistoty.

Z výše uvedených výsledků je patrné, že většině respondentů nedělal větší problém rozeznat typ vstupních a výstupních dat. Vzhledem k tomu, že hlavní proměnná, kterou se respondenti řídily, byl text, který závisí čistě na autorovi diagramu, lze konstatovat, že při vhodném použití textu autorem diagramu by i za stávající grafické notace neměl být pro uživatele problém rozlišit typ vstupních a výstupních dat v diagramu.

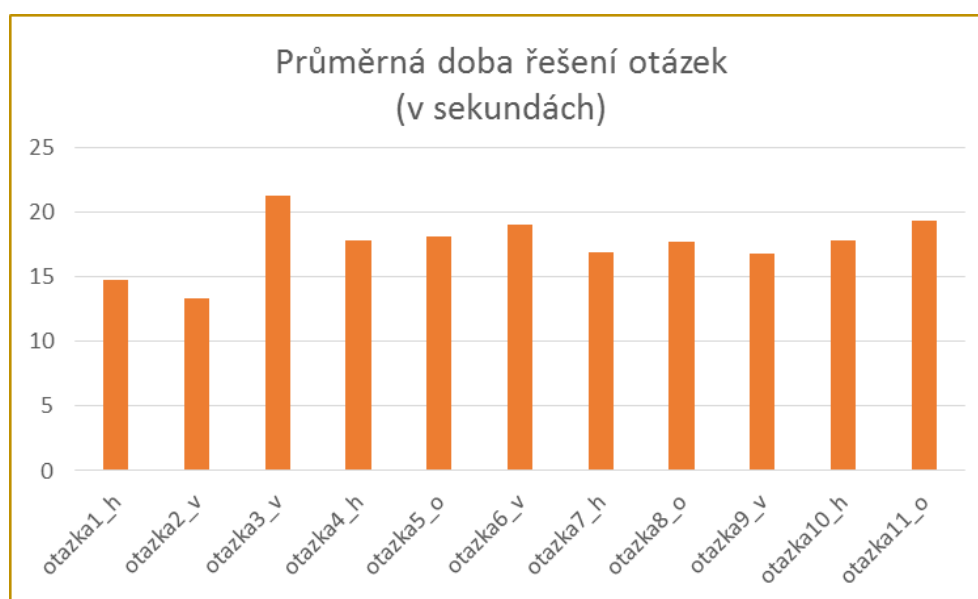
Principle of Complexity Management

Z hlediska principu řízení složitosti byla grafická notace QGIS Processing Modeleru poměrně důkladně otestována, jelikož každá otázka či úloha se vztahovala k několika

diagramům, které byly obsahově totožné, ale lišily se však svou orientací. Každý diagram byl v testu obsažen jak v horizontální, tak ve vertikální orientaci. Z tohoto hlediska byla zajímavé porovnat čas řešení jednotlivých diagramů s rozdílnými orientacemi. Na následujícím grafu jsou porovnány časy řešení jednotlivých úloh a otázek, kde popisek s názvem diagramu a příponou „_h“ znamená diagram v horizontální orientaci, popisek s příponou „_v“ znamená diagram ve vertikální orientaci a popisek s příponou „_o“ znamená ostatní orientace. U úloh čas1 reprezentuje první klik a čas2 reprezentuje druhý klik v případě, že řešení úlohy vyžadovalo klik na dva objekty.



Obr. 5.3 Graf průměrné doby řešení úkolů v rámci eye-tracking testování.



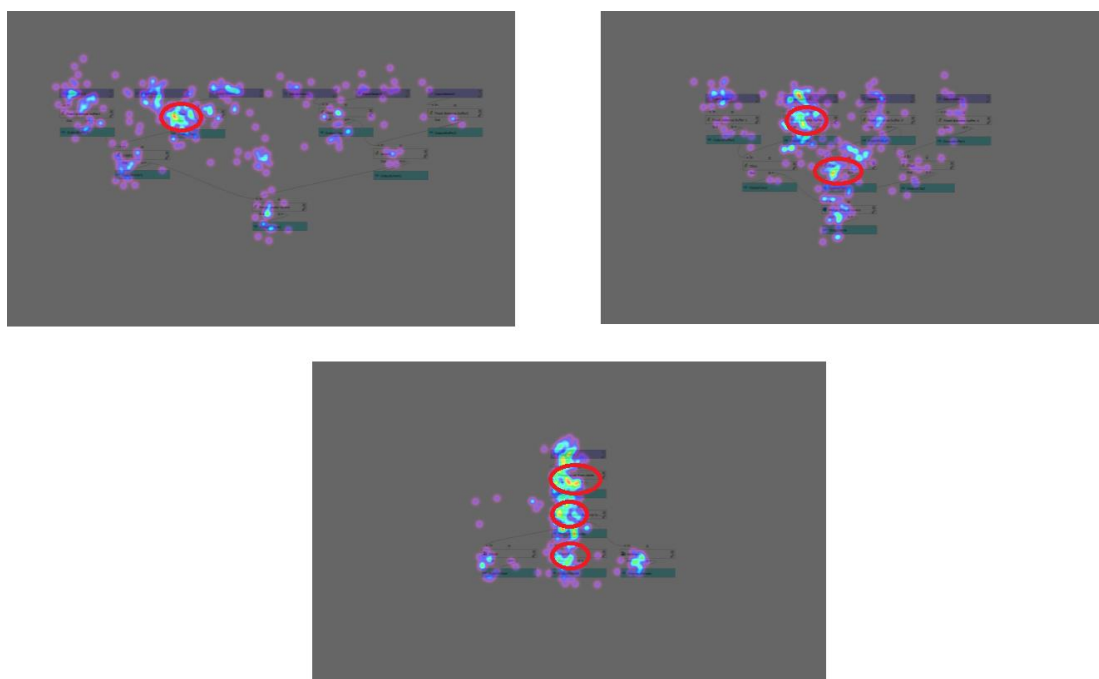
Obr. 5.4 Graf průměrné doby řešení otázek v rámci eye-tracking testování.

Z grafů je patrné, že v 6 z 8 případů diagramy s horizontální orientací (Tabulka 2) zabraly respondentům méně času než diagramy s vertikální orientací. V případě úloh to bylo ve 4 ze 4 a v případě otázek to bylo ve 2 ze 4 případů. Z hlediska časů řešení daných úloh a otázek byly větší rozdíly mezi vertikální a horizontální orientací u úloh. Největší rozdíl byl mezi dobou řešení úlohy 8 a úlohy 9, kde řešení ve vertikální orientaci trvalo v případě prvního kliku o 42,7 % déle, než v případě horizontální orientace. V případě druhého kliku to bylo ve vertikální orientaci o 29,4 % déle než u horizontální orientace. Z těchto tvrzení lze usoudit, že horizontální orientace je pro uživatele přívětivější. Jednotlivé diagramy se respondentovi zobrazovaly v náhodném pořadí. Toto opatření mělo zamezit ovlivnění výsledků ve smyslu, že by se respondentům zobrazil nejdříve diagram s vertikální orientací a následně diagram s horizontální orientací, u kterého by už však respondent znal řešení z předešlého diagramu a čas řešení by tak byl pravděpodobně kratší (Martin, 2008).

Principle of Perceptual Discriminability, Principle of Semiotic Clarity

Součástí eye-tracking testu bylo také 11 úvodních stimulů, které sloužily k čistě pasivnímu pozorování bez žádné další interakce. Doba zobrazení jednoho stimulu respondentovi byla záměrně nastavena na tři sekundy, aby se ve výsledných datech zobrazily pouze fixace na prvky, které respondenty nejvíce zaujaly.

Ve čtvrté kapitole v rámci teoretického hodnocení vznikl předpoklad, že z hlediska principu percepční rozlišitelnosti a principu sémiotické jednoznačnosti je nevýrazný vzhled symbolu, který reprezentuje funkci v diagramu. Především kvůli bílé výplni, která splývá s bílým pozadím. Na některých vizualizacích eye-tracking dat z pasivního pozorování je však vidět, že největší počet fixací je právě na symboly reprezentující funkce. Z tohoto chování respondentů lze usoudit, že vzhled určený pro symbol funkce je zvolen vhodně, protože místo přehlížení je pozorován nejvíce ze všech.



Obr. 5.5 Vybrané stimuly a fixace na funkce

6 VÝSLEDKY

Bakalářská práce má celkem dva hlavní výsledky. Těmi jsou teoretické hodnocení podle principů Daniela Moodyho a následně hodnocení prostřednictvím eye-tracking testování a následně analýzy dat z eye-tracking testování.

6.1 Teoretické hodnocení podle principů Daniela Moodyho

Pomocí aplikace 9 principů Daniela Moodyho byly odhaleny nedostatky v grafické notaci QGIS Processing Modeleru. Na základě těchto nedostatků grafické notace byly vytvořeny návrhy na odstranění těchto nedostatků.

Hodnocení **principem sémiotické čistoty** byl odhalen pravděpodobně největší nedostatek grafické notace. Tím bylo přetížení symbolu pro vstupní a výstupní data (Symbol overload), kde neexistuje žádné rozlišení symbolu na úrovni typu dat, a to jak na úrovni vektor, rastr, tabulka a další, tak i na úrovni linie, bod, polygon. Na základě tohoto odhaleného nedostatku byly vytvořeny dva návrhy na odstranění. Prvním návrhem bylo vytvoření unikátní barevné výplně pro každý datový typ na úrovni vektor, rastr, tabulka a další. Toto opatření však odstraní nedostatek z hlediska principu sémiotické čistoty pouze částečně a bylo zapotřebí ještě druhého návrhu. Druhým návrhem je pevný předdefinovaný text pro každý datový typ a to i na úrovni bod, linie, polygon.

Principem percepční rozlišitelnosti se hodnotilo, jak jsou jednotlivé prvky grafické notace od sebe odlišitelné. Nejsilnější vizuální proměnnou pro odlišení jednotlivých prvků je barevná výplň. Další rozlišovací proměnnou jsou vnitřní ikony uvnitř symbolu, které reprezentují v grafické notaci jednotlivé prvky. Při kombinaci těchto dvou rozlišovacích proměnných lze označit grafickou notaci z hlediska principu percepční rozlišitelnosti za dostačující.

Princip sémantické jednoznačnosti zkoumá, jak moc je z jednotlivých symbolů grafické notace poznat, jaký prvek reprezentují. K rozeznání významu prvku ze vzhledu jeho symbolu přispívají nejvíce vnitřní ikony uvnitř každého symbolu. U symbolu pro vstupní data se jedná o znak „plus“ a výstupních dat se jedná o znak šipky směřující směrem doprava z diagramu a značí tak výstup z diagramu. U symbolu, který reprezentuje funkci, je na tom vzhled z hlediska principu sémantické jednoznačnosti hůře, protože symbol obsahuje vnitřní ikonu, která symbolizuje zdrojovou knihovnu, ze které daná funkce pochází. V naprosté většině případů se jedná o logo QGIS, což by mohlo v uživateli vzbuzovat pocit, že se jedná o funkci, ale z hlediska sémantické jednoznačnosti by bylo vhodnější zvolit jedno společné logo pro všechny funkce.

Princip řízení složitosti řeší jak předat prostřednictvím diagramu informaci koncovému uživateli bez přetížení mysli uživatele. Grafická notace QGIS Processing Modeler obsahuje tři prvky, kterými jsou vstupní data, funkce a výstupní data. Z tohoto tvrzení lze konstatovat, že kognitivní limity nejsou z hlediska složitosti diagramu překročeny. Také percepční limity jsou v pořádku, protože naprostá většina diagramů, vytvořených v QGIS Processing Modeler nebude svou složitostí překračovat percepční limity. QGIS Processing Modeler neobsahuje žádné nástroje určené pro modularizaci či hierarchickou strukturalizaci. Jediným způsobem jak docílit přesného zarovnání

symbolů v diagramu je přepsat textový soubor s příponou „diagram“. Tento způsob je však uživatelsky nepřívětivý a také poměrně časově náročný. Vhodnější by bylo jak pro tvůrce diagramu, tak i pro čtenáře diagramu, kdyby QGIS Processing Modeler obsahoval automatické zarovnání symbolů v diagramu do mřížky či podobné opatření pro lepší strukturalizaci diagramu.

QGIS Processing Modeler neumožňuje vytvářet více diagramů v rámci jednoho systému diagramů, ale pouze jednotlivé diagramy. Z tohoto hlediska nelze tato VPL komponenta hodnotit podle **principu kognitivní integrace**, který se používá pouze, pokud je systém reprezentován více než jedním diagramem.

Princip vizuální expresivity hodnotí, kolik vizuálních proměnných je použito v grafické notaci. QGIS Processing Modeler používá pouze jednu grafickou proměnnou, kterou je barva. Další vizuální proměnné jako tvar, velikost či textura nejsou v grafické notaci i přes jejich poměrně značný potenciál využity. Na druhou stranu je však nutné brát v potaz jednoduchost grafické notace, o kterou se autoři VPL komponenty QGIS Processing Modeler snažili pravděpodobně především.

Princip duálního kódování řeší použití textu v rámci grafické notace. Podle teorie duálního kódování je použití kombinace grafiky a textu nejefektivnější k předání informace uživateli. Grafická notace QGIS Processing Modeler obsahuje textové popisy jednotlivých symbolů. U symbolu, který reprezentuje funkci, se jedná o pevný popis s názvem dané funkce, který nelze dále editovat. V případě symbolu pro vstupní a výstupní data se jedná o volný popis, který závisí čistě na autorovi. Tento fakt může být největší výhodou, ale také i největší slabinou grafické notace, protože v případě vhodného popisu je diagram velmi dobře pochopitelný pro čtenáře, ale v případě špatně zvoleného popisu se může stát diagram pro koncového uživatele špatně srozumitelným či dokonce nesrozumitelným. K částečnému zabránění tohoto druhého jevu byl vytvořen návrh v rámci principu sémiotické čistoty, kdy by každý symbol pro vstupní a výstupní data obsahoval pevnou, předdefinovanou část textového popisu.

Grafická notace QGIS Processing Modeler obsahuje tři prvky. Vstupní data, funkce a výstupní data. Lidská mysl je schopna rozlišit až šest prvků. Z tohoto pohledu je **Princip grafické ekonomie** dodržen a není nutné zavádět opatření na snížení grafické složitosti jako například snížení sémantické složitosti či vynechání symbolu.

Podstatou **principu kognitivní vhodnosti** je, že pro různé skupiny uživatelů by měly být vytvořeny různé reprezentace informací tak, aby byly vždy pro danou skupinu co nejlépe srozumitelné. QGIS Processing Modeler je součástí GIS produktu a jeho obsluhování prakticky vyžaduje odbornou znalost dané problematiky. Princip kognitivní vhodnosti je tedy nehodnotitelný pro danou grafickou notaci.

6.2 Výsledky hodnocení metodou eye-tracking

V rámci hodnocení grafické notace QGIS Processing Modeleru byl zhotoven eye-tracking test. Test se skládal celkem z 33 stimulů, kde prvních 11 stimulů bylo určeno k pasivnímu pozorování. Následně bylo 22 stimulů, které obsahovaly 11 otázek a 11 úloh. Všechny úlohy šly v náhodném pořadí, aby se zamezilo zkreslení výsledných dat z důvodu naučení se postupu řešení jednotlivých otázek a úloh.

Základní výsledky z eye-tracking testování jsou statistické výsledky. Z hlediska chybovosti odpovědi a chybovosti řešení úloh (Tabulky 5.1 a 5.2) stojí za povšimnutí především trojice otázek, kde byla chybovost odpovědi nebývale vysoká. Konkrétně se

jednalo o otázky otázka3, otázka4, otázka5. Znění otázky bylo společné, a to: „Kolik funkcí je celkem v diagramu použito?“. Výsledná chybovost se dá vysvětlit pravděpodobně špatnou interpretací otázky, kde určitá skupina respondentů hledala počet typů úloh a jejich odpověď pak byla „3“, oproti celkovému počtu funkcí a správné odpovědi „8“.

Principy sémiotické čistoty a duálního kódování byly otestovány otázkami 6, 7 a 8, kde společné znění otázky bylo: „Jsou vstupní data stejného datového typu jako výstupní data?“. Správná odpověď byla: „ne“. Otázky se opět lišily v orientaci diagramu. V případě otázky 6 (vertikální orientace) a 7 (horizontální orientace) byl počet správných odpovědí 18 a počet chyb byl 3. V případě otázky 8 byl počet správných odpovědí 19 a chybných 2. Tyto výsledky dokazují, jak může ovlivnit čitelnost diagramu správně zvolený textový popis symbolů, protože text byl u těchto otázek jedinou rozlišovací proměnnou, udávající informaci o typu dat.

Princip řízení složitosti byl otestován hned několika otázkami, jelikož každá otázka či úloha se v testu objevila nad diagramy s různou orientací. Zajímavé pak bylo sledovat, jak dlouho trvalo respondentům vyřešit jednotlivé otázky a úlohy v odlišných orientacích. Nejlépe z tohoto testování vyšla horizontální orientace, kde v 6 z 8 případů předčila vertikální orientaci, protože respondentům trvalo kratší čas vyřešit danou otázku či úlohu právě v horizontální orientaci. Z těchto ukazatelů lze konstatovat, že horizontální orientace je uživatelsky přívětivější než orientace vertikální.

Jak již bylo zmíněno, tak prvních 11 stimulů bylo určeno čistě k pasivnímu pozorování a zobrazovaly se respondentům na pouhé 3 sekundy. Jedním z výsledků z tohoto pozorování je, že na některých stimulech byl největší počet fixací právě na symboly reprezentující funkce. Tyto ukazatele jsou částečně v rozporu s teoretickým hodnocením, kde u hodnocení principu percepční rozlišitelnosti byla ohodnocena bíla výplň symbolu pro funkci jako nevýrazná a splývající s pozadím.

7 DISKUZE

Bakalářská práce obsahuje hned několik otázek, mezi které patří použití návrhů na změnu grafické notace v kapitole 4.1. Další otázkou je vhodnost výplně symbolu reprezentujícího v grafické notaci funkci, u kterého se rozcházejí výsledky teoretického a eye-tracking hodnocení. Poslední otázkou je formulace některých otázek v rámci eye-tracking testu.

První otázkou jsou návrhy na změny v grafické notaci, které vznikly jako součást teoretického hodnocení (kapitola 4.1.). Prvním návrhem jsou barevné výplně pro symboly vstupních a výstupních dat, které byly vytvořeny tak, aby grafická notace splňovala podmínky principu sémiotické čistoty. Pokud by se aplikovaly barevné výplně, zvedl by se i počet prvků v grafické notaci z 3 na 10, což by už mohl být problém pro princip grafické ekonomie, který uvádí, že maximální množství, které je člověk schopen rozlišit, je 7. Tento problém by částečně mohl odstranit druhý návrh, který zavádí pevný předdefinovaný text v každém symbolu pro vstupní a výstupní data. Text se už i v hodnocení eye-tracking testu ukázal jako velmi silná rozlišovací proměnná a v kombinaci s barevnými výplněmi by tak mohl zlepšit přehlednost a čitelnost diagramů. Nicméně i u druhého opatření nastává problém, kdy předdefinovaný text vyžaduje určité místo v symbolu a zabírá tak prostor pro název daného prvku. Tento problém je však vyřešen tak, že obsah předdefinovaného textu by se pravděpodobně objevil v názvu prvku, protože se jedná o základní informaci o vstupních či výstupních datech, a proto by neměl být problém s umístěním názvu daného prvku do symbolu.

Další otázkou je bílá výplň symbolu určeného pro funkci, který byl dle teoretického hodnocení označen jako za málo výrazný či splývající s pozadím. Na základě vizualizací dat z eye-tracking testování však na některých diagramech, určených k pasivnímu pozorování, vyšlo najevo, že symbol pro funkci přitahoval naopak největší pozornost ze všech prvků. I u dalších otázek určených na symbol pro funkci nebyl problém s fixacemi na daný symbol. Z těchto závěrů je spíše patrné, že bílá výplň u symbolu pro funkci není zvolena chybně.

Posledním bodem je formulace některých otázek, obsažených v eye-tracking testu. Především u jedné otázky nastal problém, kdy přibližně třetina respondentů si ji vyložila jinak, než byl původní záměr. Originální znění otázky bylo: „Kolik funkcí je celkem v diagramu použito?“. Určitá část respondentů si však otázku vyložila jako: „Kolik typů funkcí je celkem v diagramu použito?“. Tomuto problému by pravděpodobně zabránila jiná, přesnější formulace původní otázky, která by zněla například takto: „Kolik symbolů reprezentujících funkci je celkem v diagramu použito?“.

8 ZÁVĚR

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo zhotovení teoretického hodnocení komponenty QGIS Processing Modeler podle principů fyzické notace, jejímž autorem je Daniel Moody. Dalším hlavním cílem bylo vytvoření eye-tracking testu a následně provést testování komponenty. Další cíl bylo vypracovat rešerši dostupných knihoven v QGIS využitelných při tvorbě diagramů.

Hlavní výsledek bakalářské práce je teoretické hodnocení komponenty QGIS Processing Modeler podle principů fyzické notace. Hodnocení je zhotoveno v textové podobě a bylo k němu použito všech 9 principů. Aplikováním principů fyzické notace bylo odhaleno několika nedostatků grafické notace QGIS Processing Modeler, na jejichž základě byly vytvořeny návrhy na úpravy grafické notace QGIS Processing Modeler.

Dalším výsledkem bakalářské práce jsou výsledky z eye-tracking testování. Eye-tracking testování bylo provedeno celkem na 21 respondentech. Tyto respondenty tvořili studenti 3. a 4. ročníku Katedry geoinformatiky UPOL. Všichni studenti prošli před testováním výukou z QGIS Processing Modeler buďto v rámci výuky, nebo individuálně podle návodu. Hlavními výsledky z eye-tracking testování je textové hodnocení výsledných dat. Dalším výsledkem jsou statistická data a vizualizace naměřených eye-tracking dat.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

ArcČR® 500. ARCDATA PRAHA [online]. 2014 [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.arcdata.cz/produkty-a-sluzby/geograficka-data/arccr-500/>.

DOBEŠOVÁ, Zdena (2011): Visual programming language in geographic information systems. Recent Researches in Applied Informatics, Proceedings of the 2nd International Conference on Applied Informatics and Computing Theory, AICT 11, Prague WSEAS Press, 276-280 s., ISBN 978-1-61804-034-3

DOBEŠOVÁ, Zdena. Using the "Physics" of Notation to Analyse ModelBuilder Diagrams. In: SGEM 2013 13th International Multidisciplinary Scientific GeoConference. Sofia, Bulharsko: Proceedings Volume I STEF92 Technology Ltd., 2013a, s. 595-602. ISBN 978-954-91818-9-0. DOI: 10.5593/SGEM2013/BB2.V1/S08.039.

Eye-tracking at Department of Geoinformatics Palacký University in Olomouc, Czech Republic [online]. 2015 [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://eyetracking.upol.cz/>

FIGL, K., RECKER, J. and MENDLING, J. 2013. "A study on the effects of routing symbol design on process model comprehension." Decision Support Systems 54 (2):1104-1118. doi: DOI 10.1016/j.dss.2012.10.037.

HOLMQUIST, K., M. NYSTRÖM, R. ANDERSSON, R. DEWHURST, J. HALSZKA a J. VAN DE WEIJER. Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures. Oxford: Oxford University Press, 2011. ISBN 978-0-19-969708-3.

KUČERA Michal: Využití open-source nástrojů pro přípravu, průběh a vyhodnocení eye-tracking experimentů [online]. Olomouc, 2014 [cit. 2015-05-11]. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Dostupné z: <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/bakalarske/kucera14/>.

KUDĚLKA, Václav. Srovnání vizuálního programování v GIS produktech podle kognitivních dimenzí. Olomouc, 2013. Dostupné z: <http://theses.cz/id/7esn39/00178981-941107453.pdf>. Bakalářská práce. Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci.

MARTIN, David W. : Doing Psychology Experiments, 7. vydání, Wadsworth Cengage Learning, Belmont, USA, 2008.

MOODY, Daniel. The "Physics" of Notations: Toward a Scientific Basis for Constructing Visual Notations in Software Engineering. IEEE Transactions on Software Engineering. 2009, roč. 35, č. 6, s. 756-779. DOI: 10.1109/TSE.2009.67.

MOODY, Daniel. The Physics of Notations: A Scientific Approach to Designing Visual Notations in Software Engineering, ICSE'10, Cape Town, South Africa, 2010.

OGAMA. In: OGAMA (Open Gaze And Mouse Analyzer) [online]. 2015,

[cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://www.ogama.net/>

OTEVŘELOVÁ, Adéla. Eye tracking vyhodnocení salience a interaktivní práce ve vizuálních programovacích jazycích [online]. Olomouc 2014 [cit. 2015-05-11]. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Dostupné z: <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/otevrelova14/>.

POPELKA, Stanislav. Evaluation of eye fixation detection settings for cartographic purposes [online]. 2015 [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: https://docs.google.com/document/d/1C_8HQkG7XWKDaB3as2UTbFUtt2h2_YeZHKgQvAw8Jo/edit

PURCHASE, H. C., CARRINGTON, J., ALLDER, A. (2002): Empirical Evaluation of Aesthetics-based Graph Layout, *Emirical Software Engineering* 7(3), 233-255 s.

QGIS. In: Changelog for QGIS 2.0 (Processing Modeler) [online]. 2015, [cit. 2015-05-11]. Dostupné z: <http://qgis.com/>

ŠIMONÍK, David. Hodnocení grafické notace ArcGIS Diagrammer podle principů fyzických dimenzí [online]. Olomouc 2014 [cit. 2015-05-11]. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Dostupné z: <http://www.geoinformatics.upol.cz/dprace/bakalarske/simonik14/>.

VOŽENÍLEK, Vít. Diplomové práce z geoinformatiky. Olomouc, UP: Vydavatelství Univerzity Palackého, 2002. ISBN 8024404699.

ZIEGLEROVÁ, Jana. Vyhodnocení Eye tracking testování vizuálních programovacích jazyků [online]. Olomouc 2014 [cit. 2015-05-11]. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta. Dostupné z: <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/magisterske/zieglerova14/>.

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Volné přílohy

Příloha 1 DVD

Popis struktury DVD

diagramy

eye_tracking_experiment_ogama

eye_tracking_experiment_smi

eye_tracking_raw_data

metadata

textova_cast

web