

# Eye-tracking pro testování čtení workflow diagramů v geografických informačních systémech

## Eye-tracking Testing of reading workflow diagrams in Geographic Information Systems

Zdena Dobešová\*

### Abstrakt

Cílem příspěvku je prezentovat testování kognice grafické notace work flow diagramů, které se používají v GIS softwarech. Mezi metody v současné době hojně využívané se používá sledování pohybu očí. Testované osobě mohou být promítány statické obrázky (stimuly) nebo dynamické stimuly. Po kalibraci snímač sleduje pohyb očí respondenta. Následně jsou data o pohybu očí zpracována. Výstupem zpracování jsou fixace oka a sakády zobrazené ve formě gaze plot. Na takto zaznamenaná data může následovat další zpracování - mapy pozornosti, flow mapy, včetně statistického zpracování (Holmquist, 2011).

Katedra geoinformatiky Univerzity Palackého disponuje laboratoří pro eye-tracking testování. Laboratoř je vybavena snímačem (eye-trackerem) SMI RED 250. Pro sestavení experimentu byl použit software SMI Experimenter. Zpracování proběhlo pomocí softwaru SMI BeGaze. V případě zde prezentovaného testování stimulem byly work flow diagramy z různých softwarů pro GIS (Dobesova, 2014). Účelem eye-tracking testování bylo porovnat dříve zjištěné výsledky pomocí metody Physics of Notation (Moody, 2009) s výsledky zjištěnými pomocí eye-tracking testů.

Nachytané testy obsahovaly sady diagramů, které obsahovaly diagramy s různým počtem prvků, s různou orientací toku a s různou funkčností. Výsledkem byly zaznamenané počty správných a špatných odpovědí, celkové časy plnění úkolů, počty fixací a délky trajektorií, počty fixací za sekundu atd. Zajímavým výstupem jsou naměřené změny průměrů zornic. To lze vyhodnotit o s ohledem na náročnost mentálních operací pro kognici diagramů (Dobešová, 2015).

### Klíčová slova

Work flow diagram, GIS, eye-tracking, vizuální programovací jazyky

---

\* Ing. Zdena Dobešová, Ph.D., e-mail: zdena.dobesova@upol.cz, Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého, 17. listopadu 50, 771 46 Olomouc, ČR, tel. +420 58 563 4763

## Abstract

The article describes the testing of the graphical notation cognition in work flow diagrams for GIS. Eye-tracking is frequently used method for tracking of gaze. The static or dynamic pictures (stimuli) could be showed to tested person (respondent). After calibration eye-tracker records the gaze of respondent. The measured data are processed and presented as fixations and saccades (a rapid movement of the eye between fixation points) showed as gaze plot. The measured data could be transformed to heat map, flow map and statistics outputs (Holmquist, 2011).

The eye-tracking laboratory is accessible at Department of Geoinformatics at Palacky University in Olomouc. The laboratory is equipped by the eye-tracker SMI RED 250. The software SMI Experimenter was used for the design of experiment. The pre-processing of measured data were prepared in software SMI BeGaze. The work flow diagrams for GIS (Dobesova, 2014) as stimulus were tested in this case of eye-tracking experiment. The reason of testing was to compare the results of evaluation by the method Physics of Notation (Moody, 2009) and results from eye-tracking.

The prepared tests contained the set of work flow diagrams with various functionality, various number of symbols and orientations of flow. The results were the number of correct and wrong answers, the total time of solutions of tasks, numbers of fixations, the length of scan path, number of fixation per second etc. The interesting results were the measure of diameters changes of pupils. The changes affirm the hard mental load in cognition of diagrams (Dobesova, 2015).

## Key words

dataflow diagram, graphic notation, visual programming, diagram, GIS, teaching

## Literatura

DOBESOVA Z. (2015), Workflow Diagrams and Pupil Dilatation in Eye-tracking Testing, ICETA 2015, Proceedings of 13th *International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications*, IEEE, elfa, Starý Smokovec, Slovensko, November 26-27 2015, pp. 59-64, ISBN 978-1-4673-8534-3

DOBESOVA Z. (2014) Data Flow Diagrams in Geographic Information Systems: A Survey, SGEM 2014, *14th International Multidisciplinary Scientific GeoConference Volume I*, STEF92 Technology Ltd. Sofia, Bulgaria, 17-26 June 2014, 541-548 s. ISBN 978-671-7105-10-0, DOI: 10.5593/sgem2014B21

HOLMQUIST, K., NYSTROM, M., ANDERSSON, R., DEWHURST, R., HALSYKA, J. & VAN DE WEIJER, J. (2011). Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures. Oxford University Press, 560 p.

MOODY, D. 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.

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

## Úvod

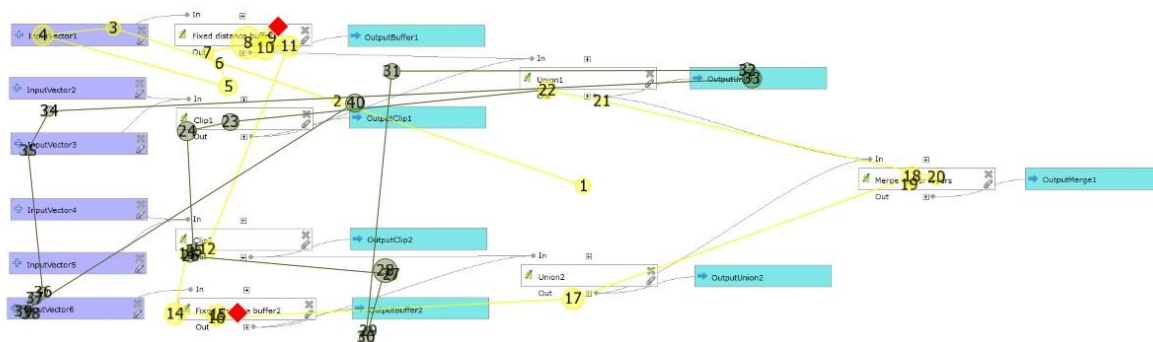
V geografických informačních systémech lze velice dobře využívat vizuální programovací jazyky (VPL) pro tvorbu work flow diagramů. Tyto diagramy (programy) realizují a znázorňují postup hromadného zpracování dat pro uživatele přijatelným způsobem. Programy je výhodné sestavit pro úlohy, které se provádí opakovaně pro různá prostorová data nebo pro stejná data z různých časových období.

Vizuální jazyky se používají hodně v GIS praxi, a proto jsou vyučovány i v rámci bakalářského a magisterského oboru Geoinformatika na PřF UP v Olomouci. Zkušenosti s touto výukou byly výzvou, zjistit jsou symboly VPL srozumitelné a vhodná z hlediska kognice uživatelů. Hodnocení kognitivně efektivní notace se v první fázi výzkumu opíralo o teorii Physics of Notations od D. Moodyho (Moody, 2009). Ve druhé fázi hodnocení bylo nasazeno eye-tracking měření v eye-tracking laboratoři.

## Eye-tracking testování

Ve druhém ročníku ve čtvrtém semestru se studenti učí v rámci předmětu Programování 2 tvorbu modelů v komponentě ModelBuilder. Dále proběhla výuka ještě dalších třech vizuálních programovacích jazyků v různých předmětech, a to Processing Modeler pro open source QGIS, Workflow Designer z Autodesk Map a Spatial Model Editor ze softwaru Erdas Imagine. Tito studenti mohli být otestováni v laboratoři. Struktura testů byla rozdělena na dvě části. V první části bylo volné prohlížení diagramů (free-viewing). V druhé části museli respondenti plnit různé úkoly nad zobrazenými diagramy. Většinou se jednalo o označení myší jednoho určitého nebo více symbolů v diagramu. Při volném prohlížení není ovlivněn způsob prohlížení diagramů zadaným úkolem. Naopak při plnění úkolu je způsob prohlížení ovlivněn hledáním správné odpovědi. Zobrazování stimulů (diagramů) bylo proloženo stimulem s fixačním křížem, aby první fixace všech respondentů byla vždy ve středu obrazovky na stejném místě. V rámci testování se účastnilo jednotlivých testů 15 až 25 studentů. To umožnilo statistické vyhodnocování výsledků.

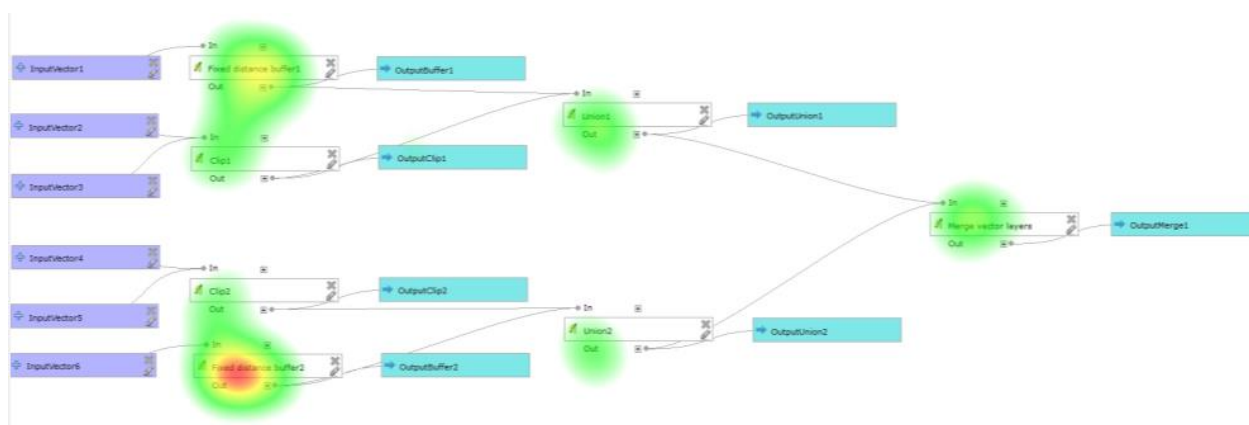
Software SMI BeGaze dodávaný s eye-trackerem umožňuje následné přehrání a zpracování zaznamenaných pohybů očí respondentů. Základním výstupem je tzv. gaze-plot, kde jsou zobrazeny fixace oka a sádky - pohyby oka mezi fixacemi. Doba fixace je zobrazena kružnicí, jejíž poloměr znázorňuje délku (čas) fixace. Číslo fixace znázorňuje pořadí fixace (Obr. 1).



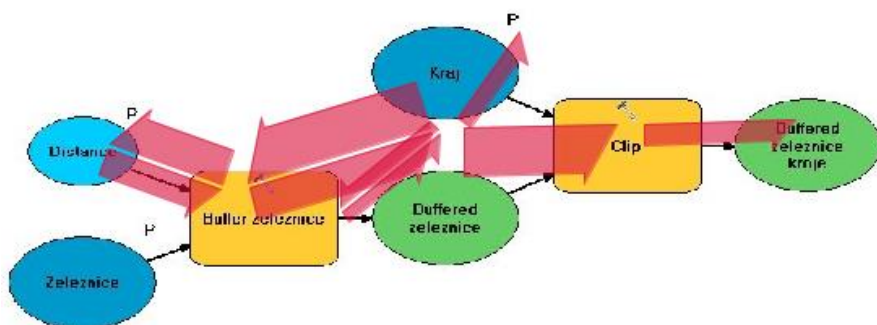
Obr. 1: Ukázka modelu z Processing Modeleru z QGIS se zobrazenými fixacemi a sádkami

První fixace je zobrazena uprostřed diagramu z důvodu předchozího zobrazení fixačního kříže. Červené kosočtverce znázorňují místa kliku, resp. místa nalezení správné odpovědi. Ze zobrazení těchto gaze-plotů respondentů lze usoudit na způsob čtení diagramů. Ve většině případů čtou uživatelé diagram z horního levého rohu a směrem doprava. Zde se výrazně projevuje zvyklost čtení psaného textu zleva doprava. Jen v případě orientace diagramů shora dolů převládá způsob čtení shora dolů. Na uvedeném obrázku je ještě obarvena první část fixací žlutě a druhá část fixací zeleně. Z toho je patrné, že po splnění úkolu se respondent vracel z pravého konce diagramu znovu vlevo a kontroloval si správné odpovědi, resp. znovu prohledával diagram.

Pokud chceme vizuálně vyhodnotit více respondentů zároveň, tak k tomu slouží tzv. mapy pozornosti (attention – heat map). V ukázce je evidentní, že nejvíce pozornosti se soustředilo na místa správných odpovědí (hledaná funkce „Fixed distance buffer“) a na další místa, kde bílý obdélník znázorňuje další funkce, ale jiné než hledané funkce. Další možností je zobrazení tzv. Flow map, která agreguje převažující pohledy všech uživatelů v diagramu. Tato funkce je dostupná v open source programu V-Analytics, který není dodáván pro zpracování eye-tracking dat, nicméně lze velice dobře na zpracování využít.



Obr. 2 Mapa pozornosti (attention map) pro diagram z QGIS



Obr. 3 Flow map nad diagramem z ModelBuilder pro ArcGIS

### Vyhodnocení statistických eye-tracking dat

Eye-tracking měření produkuje i řadu číselných statistických dat jako je celkový čas prohlížení jednotlivých stimulů, celkový počet fixací, délka scan path, průměrná délka fixace, počet fixací za sekundu, atd.

Všechny tyto údaje se nabízí ke statistickému zpracování. V rámci statistického hodnocení byly například porovnány časy řešení stejného diagramu s různým uspořádáním prvků. Jednalo se o tři různá uspořádání – zleva-doprava, shora-dolů a chaotické uspořádání. Dále pomocí párového Wilcoxonova testu byly testovány statisticky významné rozdíly v časech odpovědi pro vyhledání informací a různých grafických symbolů ve stejně funkčních diagramech. Nejlépe z tohoto testování vyšla horizontální orientace diagramů, kde v šesti z osmi případů diagramů předčila vertikální orientaci diagramů. V těchto případech respondentům trvalo kratší čas vyřešit stejný úkol právě v horizontální orientaci. Z těchto ukazatelů lze konstatovat, že horizontální orientace je uživatelsky přívětivější než orientace vertikální.

Všechna testování jsou momentálně ve fázi dalšího komplexního zpracování a očekáváme velice zajímavé výsledky.