

# Primitiva virtuální interakce: základní stavební kameny pro vývoj a výzkum interaktivních virtuálních prostředí

Vojtěch Juřík, Pavel Ugwitz, Čeněk Šašinka

Psychologický ústav Filozofické fakulty MU, HUME Lab  
Arna Nováka 1, 602 00, Brno

jurik.vojtech@mail.muni.cz, 172577@mail.muni.cz, cenek.sasinka@mail.muni.cz

## Abstrakt

Interaktivní virtuální prostředí představují přirozený posun ve vývoji externích informačních reprezentací — vizualizací. Nejčastější a nejrealističtější formou reprezentace prostoru ve virtuálním prostředí bývají geovizualizace, potažmo jejich deriváty ve formě map. Tyto kartografické produkty jsou v interaktivní formě využívány nejen v mnoha aplikovaných oblastech, ale také v základním výzkumu jako vhodný materiál pro zkoumání řady kognitivních procesů a mentálních kompetencí. V současné době neexistuje jednotná taxonomie pro pojmenování a výzkum základních prvků, které tvoří interaktivní virtuální prostředí. Interakční primitiva představují základní stavební jednotky, kterými lze vyjádřit povahu dynamické interakce s virtuálními prostředími. S mohutným rozvojem různých forem interaktivních vizualizací je proto nezbytné definovat empiricky zakotvenou a ekologicky validní taxonomii interakčních primitiv, která definují povahu celé interakce. V rámci tohoto příspěvku shrnujeme dosavadní poznatky o interakčních primitivách, která představujeme v kontextu některých modelů shrnujících interakci člověka s na mapách založenými vizualizacemi a implikujeme jejich užití při vývoji, výzkumu a aplikaci virtuálních interaktivních vizualizací.

## 1 Informační vizualizace ve VR

Reprezentace informací nabývá různých forem. S rozvojem informačních technologií se otevírají nové, dosud neprozkoumané možnosti toho, jak lze informace reprezentovat s ohledem na jejich žádoucí zpracování člověkem. Vizualizace (nejen virtuální) představuje grafickou formu externí reprezentace informace a je chápána jako efektivní forma prezentování informace (Ware, 2004). Data by měla být zobrazena v co možná nejpochoptelnější podobě (Card, Mackinlay a Shneiderman, 1999). Úvahy o vhodných typech vizualizace nabývají na významu tehdy, uvědomíme-li si, že typ dané vizualizace výrazně ovlivňuje (pozitivně i negativně) např. proces řešení problémů, jak poukazují už starší studie (např. Bauer a Johnson-Laird,

1993). S rozvojem moderních technologií a jejich výpočetní kapacity je stále více využívána virtuální realita jako prostředek pro efektivní simulování různých prostředí. Virtuální realita umožňuje snadné uzpůsobení konkrétního obsahu virtuálního prostředí a jeho optimalizaci pro rozličné účely, na druhé straně ale nabízí také skvělé možnosti měření behaviorální aktivity člověka, který ve VR pracuje. Nejčastější reprezentací prostoru ve virtuální realitě je geovizualizace, která nabízí komplexní informaci o zobrazeném terénu. V podstatě se jedná o virtuální mapu.

Mapa je ze své podstaty považována jako interaktivní nástroj (Roth, 2012), jelikož uživatel může s mapou interagovat mnoha způsoby, tedy přizpůsobovat si ji natočením, přehnutím, přiblížením, oddálením, případně do ní vepisovat (Wallace, 2011). Nicméně, nikdy dříve nebyly požadavky interaktivity tak zásadní pro design map, jako v dnešní době (Andrienko a Andrienko, 1999; Dykes, 2005; Harrower, 2008), protože výdobytky moderních technologií umožňují převést mapy do virtuálního prostředí ve formě geovizualizací, které co možná nejlépe odpovídají požadavkům potenciálního uživatele. Virtuální geovizualizace nabízí např. možnosti mapou řízeného usuzování (*map-driven reasoning*) v reálném čase (MacEachren a Monmonier, 1992) a celou řadu dalších funkcionalit a variant.

Formy geovizualizací se různí v jejich zpracování, podobě a obsahu, ale také ve formě, v jaké se nabízí interakce s nimi. Geovizualizace mohou nabývat buď statické nebo interaktivní formy při reprezentování terénu. Ačkoliv dvě mapy mohou být informačně zcela ekvivalentní (Larkin a Simon, 1987), mohou se různit ve způsobech, jakými s nimi lze manipulovat, např. ovládat je, natáčet, přiblížovat, ale třeba také v tom, jaké další informace je možné si určitou akcí zviditelnit. Tento parametr by se dal nazvat interakční ekvivalence a představuje srovnatelnost různých vizualizací v možnostech interakce s nimi. Interakční neekvivalence dvou geovizualizací (např. statické oproti interaktivní) bude mít za následek odlišné zpracování zobrazeného obsahu na základě odlišných úkonů, které uživatel s geovizualizací provede. Může se stát, že i dvě informačně a gra-

ficky analogické geovizualizace lišící se pouze ve své funkcionalitě (tedy budou interakčně neekvivalentní) povedou ke komputační neekvivalenci (Larkin a Simon, 1987). Z hlediska lidské psychiky je právě povaha specifické geovizualizace zásadní téma, protože nepochopení nebo zkusnění zobrazené informace může představovat bezpečnostní hrozby v aplikovaných oblastech (viz např. Rierson, 2013). Konkrétní povaha dané vizualizace by měla být při tvorbě vždy zohledněna, protože jako taková může významně ovlivnit kognitivní zpracování zobrazované informace (Ware, 2012; Bauer a Johnson-Laird, 1993). Právě povaha budoucí interakce s virtuálním prostředím může být vyjádřena s využitím taxonomie tzv. interakčních primitiv (Roth, 2012), což jsou v podstatě prvky popisující účel interakce s vizualizací (viz níže).

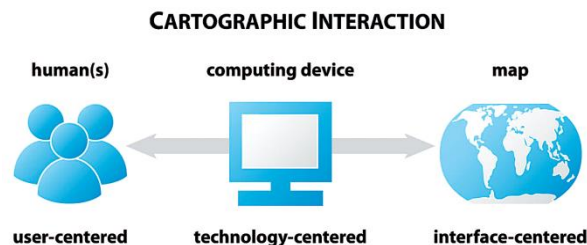
## 2 Kartografická interakce

Návrhy pro vytvoření a ukotvení tzv. interakční vědy byly formovány na základě poznatků z oborů jako informační vizualizace a vizuální analýza, nicméně také na poznacích a potřebách kartografie a GIScience aj. Někteří autoři zdůrazňují, že informační vizualizace jako taková se skládá ze dvou základních prvků, a to (1) ze samotné reprezentace, ale právě také z (2) interakce, resp. interaktivity (Buja a kol. 1996; Kang a kol., 2007; Roth, 2011). Také při tvorbě geovizualizací stojí na jedné straně kartografická reprezentace a na straně druhé kartografická interaktivita. Kartografická reprezentace představuje grafické, zvukové, haptické a jiné parametry mapy ztělesňující samotnou geografickou informaci (Roth, 2012). Tato část podléhala dlouholetému výzkumu mapového zobrazení, především v oblasti percepce (jak člověk mapu vidí), kognice (jak jí rozumí) a sémiotiky (co mapová informace pro člověka znamená) (MacEachren, 1995). Na druhé straně stojí kartografická interaktivita (*cartographic interactivity*), která představuje dialog mezi uživatelem a mapou (Roth, 2011). Tento dialog je zajištěn prostřednictvím konkrétní technologie (rozhraní). Edsall (2003) dále definoval interakční výměnu (*interaction exchange*) coby jednu dílčí sekvenci definovanou v rámci konverzace uživatele s mapou (sekvence „otázka a odpověď“). Celý proces konverzace potom nazývá interakční relace (*interaction session*).

Uživatel a informační vizualizace jsou činitelé interakce a navzájem se ovlivňují. Když uživatel dosahuje prostřednictvím daného rozhraní další informace vedoucí k jeho cíli, mění si formu dosavadního náhledu na tuto vizualizaci (rovina percepce). Tato změna posléze vede ke změně dosavadní interpretace vizualizace uživatelem (dojde ke změně kognitivního schématu uživatele) a pokud je tato změna žádoucí, uživatel dosáhne vytyčeného cíle. Pokud ne, je třeba další manipulace s informační vizualizací. Komputační zařízení představuje mediátor dialogu mezi uživatelem a vizualizací, umožňující dynamickou výměnu informací v reálném čase (MacEachren a Monmonier, 1992).

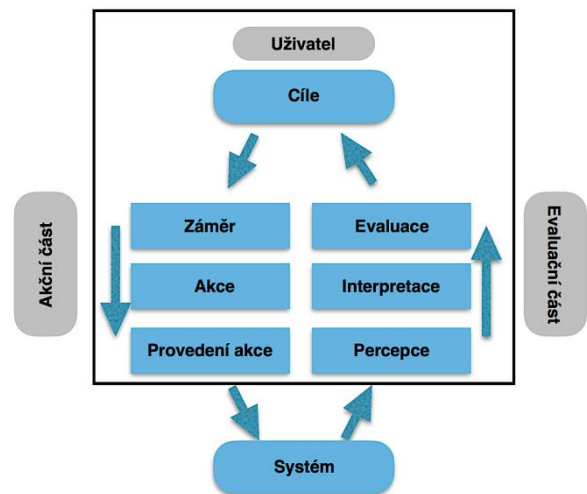
Tato povaha interakce pramení z konceptu konverzační metafory akcentované především v přístupech interakce člověk-počítač, informační vizualizace, a vizuální analýzy (Yi a kol., 2007).

Obecně lze proces kartografické interakce definovat třemi stranami; (1) uživatelem (user-centered perspective), (2) mapou (interface-centered perspective) a (3) výpočetním zařízením (technology-centered perspective), viz obr. 1.



Obr. 1: Schéma kartografické interakce (dle Roth, 2012)

Přesněji je možné interakci člověka s určitým rozhraním demonstrovat s pomocí Normanova sedmi-úrovňového modelu akce (The Seven Stages of Action; Norman, 1988). Model reflektuje povahu obecné interakce člověka se zařízením a v tomto rámci budou dále diskutována interakční primitiva. Na jedné straně vede uživatele při interakci s vizualizací konkrétní cíl, který se zformuje v záměr vedoucí k akci. Tato akce může mít určitý efekt, který uživatel zpětně reflektuje, interpretuje a evaluuje, což dále modifikuje jeho původní cíle (viz obr. 2).

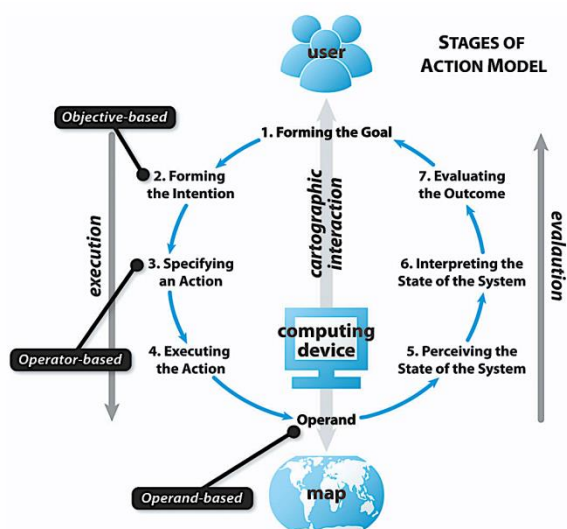


Obr. 2: Normanův sedmi-úrovňový model akce (Norman, 1988)

Interakční primitiva mohou být nejlépe ilustrována v rámci tohoto modelu, pro který primitiva představují základní jednotky interaktivity. Tyto základní jednotky interaktivity společně formují interakční výměnu mezi uživatelem a vizualizací (Roth, 2012). Jako taková tedy mohou být mezi sebou interak-

ční primitiva kombinována při použití interaktivních geovizualizací. Přesné definování toho, co interakční primitiva představují, je důležité především z didaktického hlediska, protože tvoří konzistentní taxonomii pro deskripci a vývoj interaktivních map, pro klasifikaci výzkumu interaktivních map a pro jejich zpětné vyhodnocení a ověření funkčnosti.

Ačkoliv jsou interakční primitiva definována primárně pro oblast informační vizualizace, vizuální analýzy, pole human-computer interaction, právě u map je jejich aplikační potenciál zásadní. Systémů popisujících interaktivní primitiva v rámci výše uvedených oblastí existuje v současnosti celá řada (Wehrend a kol., 1990; 1993; Zhou a Feiner, 1998; Blok a kol., 1999; MacEachren a kol., 1999; Crampton, 2002; Andrienko a kol., 2003; Amar a kol., 2005; Yi a kol., 2007) a ačkoliv se jejich definice v mnohém překrývají, neexistuje jejich jednotná taxonomie. Pokusy o jednotící perspektivu uskutečnil Roth (2012; 2013), který vysvětluje interakční primitiva z hlediska různého dělení a hledá jejich hlavní podobnosti a rozdílnosti. Roth (2012) elegantně vykládá interakční primitiva v rámci Normanova modelu (viz výše). Jednotlivá stadia modelu zastupují způsoby, jakým uživatel interaguje s fyzickými, popř. virtuálními objekty (tedy tzv. operandy) a to na úrovni akcí, které jsou ztělesněny konkrétními interakčními primitivy (viz obr. 3). Na každé úrovni tedy hovoříme o sérii různých operací, které uživatel v rámci interakce produkuje.



Obr. 3: Normanův sedmi-úrovňový model zahrnující interakční primitiva (dle Roth, 2012)

### 3 Interakční primitiva

Roth (2012) dělí interakční primitiva do tří kategorií, podle jejich možného zařazení v rámci Normanova modelu. Na každé úrovni primitiva kategorizují úkony, které jsou v daném stadiu vykonávány uživatelem.

#### 3.1 Primitiva na objektivní bázi

**Primitiva založená na objektivní bázi** (*Objective-based primitives*) kategorizují interakci na úrovni formování intence (*Forming the Intention* level, viz obr. 3) a jedná se o operace, které definují konkrétní cíl uživatele při interakci s daným rozhraním. Autoři se v jejich výčtu různí (viz Tabulka 1), nicméně tato primitiva se dají obecně chápat jako obecné zadání konkrétního úkolu. Pro ilustraci uvádíme vybrané taxonomie autorů, jejichž práce souvisí především s tvorbou virtuálních geovizualizací. Roth (2012) konsoliduje, že i navzdory výrazné variabilitě v uvedené taxonomii, primitiva významu „identifikuj“ (*identify, explore, examine*) a „porovnej“ (tedy vyhledej nebo nalezní podobnosti a odlišnosti, např. *compare*) jsou konzistentně zastoupeny napříč různým dělením (viz tab. 1).

Interakční primitiva	
Blok et al. (1999)	(1) identifikuj, (2) porovnej
Crampton (2002)	(1) prozkoumej, (2) porovnej, (3) (se)řad'/(roz)tříd', (4) zdůrazni/upozad', (5) příčina/následek
Yi et al. (2007)	(1) vyber, (2) prozkoumej, (3) přenastav, (4) přiřad', (5) abstrahuj/konkretizuj, (6) filtruj, (7) propoj
Wehrend (1993)	(1) identifikuj, (2) lokalizuj, (3) rozliš, (4) kategorizuj, (5) klastruj, (6) seřad', (7) porovnej, (8) spoj, (9) koreluj

Obr. 4: Primitiva založená na objektivní bázi (dle Roth, 2012)

#### 3.2 Primitiva na bázi operátoru

**Primitiva založená na operátoru** (*Operator-based primitives*) zastupují interakce, které probíhají na úrovni specifikace akce (*Specifying an Action* level, viz obr. 3). Jedná se o primitiva, která souvisí s možností manipulace dané vizualizace. Tato primitiva představují nabídku možných úkonů, na základě kterých může uživatel uskutečnit na cíl zaměřené jednání, nicméně se nejedná o samotné provedení těchto úkonů. V podstatě se jedná o nastavení parametrů uživatelského rozhraní, které vytváří rámec pro možnou interakci. Roth (2012) nachází napříč různými lexikálními označeními (která se z velké části překrývají)

podobnosti, především v případě aktivního výběru podobných prvků v zobrazení, tedy tzv. *brushing*, dále v zaostření na konkrétní aspekt scény (*focusing*), and propojení objektů (*linking*) (viz tab. 2).

Interakční primitiva	
Buja et al. (1996)	(1) zaostření, (2) propojení, (3) změny náhledu
MacEachren et al. (1999)	(1) přiřazení, (2) brushing, (3) zaostření, (4) barvení mapy, (5) manipulace úhlu pohledu, (6) sekvenování
Yi et al. (2007)	(1) navigace, (2) výběr, (3) zkreslení
Keim (2002)	(1) dynamická projekce, (2) filtrování, (3) zooming, (4) zkreslení, (5) propojení a brushing
Edsall et al. (2008)	(1) zooming, (2) panning/ přecentrování, (3) změna promítnutí, (4) přesné datování, (5) zaostření, (6) změna type reprezentace, (7) změna symbolů, (8) nastavení otázky, (9) přepínání viditelnosti, (10) brushing a propojování, (11) podmiňování

**Obr. 5:** Primitiva založená na operátoru (dle Roth, 2012)

### 3.3 Primitiva na bázi operandu

**Primitiva založená na operandu** (*Operand-based primitives*) se nachází na pomezí Normanovy akční a evaluační části mezi stádiem provedení akce (*Executing the Action level*) a percepce stavu systému (*Perceiving the State of the System level*). Zde se jedná přímo o virtuální nebo také reálný předmět zájmu, tedy tzv. operand, reprezentovaný např. určitým typem dat, strukturou dat, časem, konkrétními objekty zájmu nebo typem ovládní. Roth tato primitiva dále dělí na typocentrická primitiva a primitiva odvislá od stavu (*type centric, state centric*, více viz Roth, 2012). Povaha těchto primitiv je různorodá a souvisí s povahou daného rozhraní (viz tab. 3).

Interakční primitiva	
Crampton (2002)	(1) data, (2) reprezentace, (3) časová dimenze, (4) kontextualizace interkce
Keim (2002)	(1) jedno-dimenzionální, (2) dvoj-dimenzionální, (3) více dimenzionální, (4) text a hypertext, (5) hierarchie a grafy, (6) algoritmy a software
Ward and Yang (2003)	(1) screen, (2) data, (3) datová struktura, (4) atribut, (5) objekt, (6) struktura vizualizace

**Obr. 6:** Primitiva založená na operandu (dle Roth, 2012)

Uvedené dělení bylo ověřováno také s ohledem na jeho empirické zakotvení, kde Roth (2013) prokazuje jeho aplikovatelnost v praktických úlohách. Roth jinde shrnuje (2012), že shrnutí interakčních primitiv poskytuje komplexní lexikon pro vzdělávání a praxi, tedy plní didaktické účely. Dále zdůrazňuje úlohu teoretického aparátu pro výzkumné účely, což je relevantní pro výzkum interaktivních virtuálních prostředí na mnoha úrovních. V neposlední řadě nabízená taxonomie tvoří teoretickou platformu pro design a využívání interaktivních kartografických produktů a informačních vizualizací obecně. V této linii leží problematika virtuálních geovizualizací, coby slibného nástroje pro zachycení prostorových aspektů reality ve virtuálním prostředí.

Uvedenou taxonomii je možné aplikovat ve vývoji a výzkumu výše zmíněných virtuálních 3D geovizualizací, kde uvedené dělení interakčních primitiv nabízí ucelenou typologii relevantních „tasků“ pro porovnávání např. různých typů 3D vizualizací a ovládacích zařízení pro interakci s virtuálním prostředím (viz Špriňarová, 2015; Juřík, print), popř. ověření kognitivních schopností při zpracování informačního obsahu v konkrétní geovizualizaci.

## 4 Závěrem

V dynamické a stále se rozvíjející oblasti virtuální vizualizace nabývá na významu ucelená taxonomie, která kategorizuje povahu interakce člověka s konkrétním rozhraním. Z tohoto úhlu pohledu je nezbytné definovat kategorie napomáhající rozdělení tzv. interakčních primitiv, coby základních stavebních jednotek interakce člověka s umělým rozhraním, a to s ohledem na možnosti ovládní daného rozhraní a jeho schopnost reprezentace žádoucí informace. Tvorba virtuálního roz-

hraní bývá určována poptávkou uživatele, tedy tím, jaké operátory bude daný člověk vykonávat. Toto nastavení ovšem výrazně predeterminuje zpracování informace a tudíž je nutné je podmínit dalším empirickému výzkumu.

Článek implikuje poptávku po výzkumné oblasti, která by se dala označit pojmem interakční věda a reflektuje dosavadní poznatky k tomuto tématu dle Rothova dělení (Roth, 2012). V rámci článku shrnujeme taxonomii interakčních primitiv v rámci Normanova sedmi-úrovňového modelu akce a objasňujeme základní pojmy v oblasti kartografické interakce. Výčet taxonomie není v rámci tohoto článku ani zdaleka vyčerpávající a zároveň také samotné téma stále hledá své přesné ukotvení, nicméně tato exkurze tvoří základ pro pochopení základních typů interakce člověka s informačními vizualizacemi (konkrétně geovizualizacemi) ve virtuálním prostředí. Poznatky uvedené výše by měly nalézt uplatnění při tvorbě a práci s virtuálními informačními produkty.

## Poděkování

Tento příspěvek vznikl v rámci projektu Vliv kartografické vizualizace na úspěšnost řešení praktických a výukových prostorových úloh (MUNI/M/0846/2015).

## Literatura

- Amar, R., Eagan, J. and Stasko, J. (2005). Low-level components of analytic activity in information visualization, in *IEEE Symposium on Information Visualization*, pp. 111–117, Minneapolis, MN, Oct 23–25.
- Andrienko, G. L. and Andrienko, N. V. (1999). Interactive maps for visual data exploration, *International Journal of Geographical Information Science*, 13, pp. 355–374.
- Andrienko, N., Andrienko, G. and Gatalisky, P. (2003). Exploratory spatio-temporal visualization: an analytical review, *Journal of Visual Languages and Computing*, 14, pp. 503–541.
- Bauer, M. and Johnson-Laird, P. (1993). How diagrams can improve reasoning. *Psychological Science*, 4(6), pp. 372–378.
- Blok, C., Kobben, B., Cheng, T. and Kuterema, A. A. (1999). Visualization in relationships between spatial patterns in time by cartographic animation, *Cartography and Geographic Information Science*, 26, pp. 139–151.
- Buja, A., Cook, D. and D. F. Swayne (1996). Interactive high-dimension data visualization, *Journal of Computational and Graphical Statistics*, vol. 5, no. 1, pp. 78–99, 1996.
- Card, S. K., Mackinlay, J. D. and Shneiderman, B. (1999). *Information Visualization: Using Vision to Think*, Morgan-Kaufmann, San Francisco, CA.
- Crampton, J. W. (2002). Interactivity types in geographic visualization, *Cartography and Geographic Information Science*, 29, pp. 85–98.
- Dykes, J. (2005). Facilitating interaction for geovisualization, in *Exploring Geovisualization*, ed. by Dykes, J., MacEachren, A. M. and Kraak, M.-J., pp. 265–291, Elsevier Science, Amsterdam.
- Edsall, R. M. (2003). Design and usability of an enhanced geographic information system for exploration of multivariate health statistics, *The Professional Geographer*, 55, pp. 146–160.
- Harrower, M. (2008). The Golden Age of Cartography is now. *Axis Maps*. <http://www.axismaps.com/blog/2008/10/the-golden-age-of-cartography-is-now/>
- Juřík, V., Herman, L., Šašinka, Č., Stachoň, Z., a J. Chmelík (Print). When the display matters: Multifaceted perspective on 3D geovisualization. *Open Geosciences*. 9(1).
- Keim, D. A. (2002). 'Information visualization and visual data mining', *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 7, pp. 100–107.
- Larkin, J. H., & Simon, H. A. (1987). Why a diagram is (sometimes) worth ten thousand words. *Cognitive science*, 11 (1), 65–100.
- MacEachren, A. M. (1995). *How Maps Work*, The Guilford Press, New York.
- MacEachren, A. M. and Monmonier, M. (1992). Geographic Visualization – Introduction, *Cartography and Geographic Information Science*, 19, pp. 197–200.
- MacEachren, A. M., Wachowicz, M., Edsall, R., Haug, D. and Masters, R. (1999). Constructing knowledge from multivariate spatiotemporal data: Integrating geographical visualization with knowledge discovery in database methods, *International Journal of Geographical Information Science*, 13, pp. 311–334.
- Norman, D. A. (1988). *The Design of Everyday Things*. MIT Press
- Rierson, L. (2013). *Developing safety-critical software: a practical guide for aviation software and DO-178C compliance*. New York: CRC press.
- Roth, R. (2012). Cartographic Interaction Primitives: Framework and Synthesis. *The Cartographic Journal*, 49(4), pp. 376–395.
- Roth, R. (2013). An Empirically-Derived Taxonomy of

Interaction Primitives for Interactive Cartography and Geovisualization. *IEEE Transactions On Visualization And Computer Graphics*, 19(12), 2356-2365.

Roth, R. E. (2011). *Interacting with Maps: The science and practice of cartographic interaction*, PhD, Geography, The Pennsylvania State University, University Park, PA.

Špriňarová, K., Juřík, V., Šašíňka, Č., Herman, L., Štěřba, Z., Stachoň, Z., Chmelík, J. a B. Kozlíková (2015). Human-computer Interaction in Real 3D and Pseudo-3D Cartographic Visualization: A Comparative Study. In Claudia Robbi Sluter, Carla Bernadete Madureira Cruz, Paulo Márcio Leal de Menezes. *Cartography - Maps Connecting the World: 27th International Cartographic Conference 2015 - ICC2015*. 1st. ed. Switzerland: Springer International Publishing, pp. 59-73, 15 s.

Wallace, T. R. (2011). A new map sign typology for the geoweb, in *International Cartographic Conference*, Paris, Jul 8.

Ward, M. and Yang, J. (2003). Interaction spaces in data and information visualization, in *Joint Eurographics/IEEE TCVG Symposium on Visualization*, pp. 1–9, Grenada, Sep 1–5.

Ware, C. (2004). *Information visualization*. San Francisco, CA: Morgan Kaufman.

Wehrend, S. (1993). Appendix B: Taxonomy of visualization goals, in *Visual Cues: Practical Data Visualization*, ed. by Keller, R. P. and Keller, M. M., p. 187, IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, CA.

Wehrend, S., and Lewis, C. (1990). A problem-oriented classification of visualization techniques, in *1st IEEE Conference on Visualization*, pp. 139–143, San Francisco, CA, Oct 23–26.

Yi, J. S., Kang, Y. A., Stasko, J. T. and Jacko, J. A. (2007). Toward a deeper understanding of the role of interaction in information visualization, *Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 13, pp. 1224–1231.

Zhou, M. X. and Feiner, S. K. (1998). Visual task characterization for automated visual discourse synthesis, in *Human Factors in Computing Systems Conference*, pp. 392–399, Los Angeles, CA, Apr 18–23.