

# POSUDEK OPONENTA ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	Vizualizace grafů ve virtuální realitě
<b>Jméno autora:</b>	Bc. Tomáš Havlík
<b>Typ práce:</b>	diplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra počítačové grafiky a interakce
<b>Oponent práce:</b>	Ing. Ladislav Čmolík, Ph.D.
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Katedra počítačové grafiky a interakce, FEL, ČVUT

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

Zadání	náročné
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Cílem diplomové práce bylo navrhnout a implementovat aplikaci pro virtuální realitu (VR), která umožní načíst data z různých zdrojů (např. soubor na disku nebo online API) a poskytnout nástroje, které umožní vytvářet interaktivní 3D grafy (z angl. plots). Aplikace by měla umožnit uživateli výběr z několika typů grafů, základní filtrování dat a kolaboraci s dalšími uživateli.	

Splnění zadání	splněno
<i>Posuďte, zda předložená závěrečná práce splňuje zadání. V komentáři případně uveďte body zadání, které nebyly zcela splněny, nebo zda je práce oproti zadání rozšířena. Nebylo-li zadání zcela splněno, pokuste se posoudit závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků.</i>	
Autor práce zadání splnil.	

Zvolený postup řešení	správný
<i>Posuďte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
V rámci analýzy autor práce analyzoval dvě desktopové aplikace pro vizualizaci dat. Zde mám výtku k tomu, že autor práce nerozlišuje, že každá z aplikací je zaměřena na vizualizaci jiného typu dat a při analýze Paraview, nástroje pro vizualizaci prostorových dat (např. skalární pole) vizualizuje tabulková data. Dále autor práce analyzuje problematiku VR a vizualizace dat ve VR. Analýzu problematiky vizualizace dat ve VR považuji za nedostatečnou (více v hodnocení odborné úrovně práce). V práci postrádám analýzu jednotlivých typů dat (s ohledem na zadání práce) a typických úloh, které uživatelé v jednotlivých typech dat řeší (viz např. T. Munzner, Visualization analysis and design, CRC Press, 2014, kapitoly 2 a 3). Následně autor práce popisuje návrh aplikace, který probíhal dle metodiky User Centered Design a implementaci aplikace. Autor práce implementovanou aplikaci otestoval pomocí dvou testů použitelnosti (druhého z testů jsem se zúčastnil jako participant). K testování mám drobnou výtku. Participanti nebyli instruováni, aby přemýšleli nahlas, čímž by bylo možno získat větší vhled, jak uživatelé aplikaci používají. Až na uvedené výtky považuji zvolený postup řešení za správný.	

**Odborná úroveň****C – dobře**

*Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.*

Zde se zaměřím pouze na odbornou úroveň problematiky vizualizace dat ve VR (nebo obecně ve 3D) se kterou mám největší problém. Ostatní části práce jsou z hlediska odborné úrovně v pořádku. Je známo a v odborné literatuře doloženo výsledky studií, že lidé nejsou schopni přesně odhadnout hloubku (vzdálenost v ose z). Přesnost odhadu hloubky je horší než přesnost odhadu objemu. Perspektivní zkresení dále výrazně ztěžuje odhad velikosti grafických elementů a jejich vzdálenosti v rovině xy, jelikož objekty dále od kamery se jeví menší a jsou blíže u sebe než objekty blízko kamery. Dalším problémem vizualizace dat ve 3D je zastínění, které nemáme pod kontrolou. Interakce s 3D scénou umožňuje většinou zastínění řešit, ale za cenu vyšší kognitivní zátěže a snížení přesnosti při porovnávání vlastností grafických elementů. Např. abych mohl porovnat dva grafické elementy kdy jeden je vždy zastíněn, musím si zapamatovat vlastnost (např. velikost) prvního elementu, pak interagovat se scénou abych viděl druhý element a porovnat danou vlastnost po paměti. Tato úloha je výrazně těžší než když vidím oba grafické elementy ve 2D (taková alternativa je pro všechny vizualizace navržené autorem práce, kromě „surface plot“, možná). Odborné práce a studie ukazují, že 3D a stereoskopické zobrazení pomáhají při percepci tvaru, která je důležitá např. při vizualizaci 3D skalárních a vektorových polí, ale nejsou vhodné pro vizualizaci tabulkových dat pomocí grafů (z angl. plots). Všechny tyto informace i s odkazy na odbornou literaturu lze nalézt v knize T. Munzner, Visualization analysis and design, CRC Press, 2014, sekce 6.3 (autorovi práce jsem společně s posudkem zaslal odkaz na elektronickou verzi této knihy, ke které má jako student ČVUT přístup). V analýze problematiky vizualizace dat ve 3D argumentuje autor práce na základě odborné publikace, která zkoumá vliv stereoskopického zobrazování (a dalších faktorů) na percepci sousednosti uzlů v 3D síti (z angl. graph či network). V případě této úlohy (na rozdíl od 3D grafů) nehraje percepcie hloubky a perspektivní zkresení roli, jelikož stačí vidět, odkud a kam hrana vede což je pro stereoskopické zobrazování snazší úloha. S grafy, navrženými autorem práce, nemá tato publikace mnoho společného.

**Formální a jazyková úroveň, rozsah práce****A - výborně**

*Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.*

Text práce je dobře čitelný a pochopitelný, práce je dobře strukturována a jednotlivé sekce na sebe plynule navazují. Text práce je psán v anglickém jazyce na velmi dobré úrovni.

**Výběr zdrojů, korektnost citací****A – výborně**

*Vyjádřete se k aktivitě studenta při získávání a využívání studijních materiálů k řešení závěrečné práce. Charakterizujte výběr pramenů. Posudte, zda student využil všechny relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků a úvah, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami.*

Autor práce pro vypracování práce využil 72 zdrojů a uvedl je v seznamu literatury na konci práce. Zde mám menší výtku, že většina zdrojů je elektronických a odborných zdrojů (které procházejí nějakým recenzním řízením) je poskrovnu. Z textu práce je na literaturu odkazováno. Zde mám opět menší výtku k umístění odkazů, které autor umísťuje za větu. Správně má být odkaz součástí věty, ideálně v místě, ke kterému se vztahuje.

**Další komentáře a hodnocení**

*Vyjádřete se k úrovni dosažených hlavních výsledků závěrečné práce, např. k úrovni teoretických výsledků, nebo k úrovni a funkčnosti technického nebo programového vytvořeného řešení, publikačním výstupům, experimentální zručnosti apod.*

Žádné.

**III. CELKOVÉ HODNOCENÍ A NÁVRH KLASIFIKACE**

I přes výtky k odborné úrovni a s přihlédnutím k tomu, že v zadání práce je uvedeno, že mají být navrženy 3D grafy (3D plots) hodnotím předloženou závěrečnou práci klasifikačním stupněm **B – velmi dobře**.

Datum: 21. 1. 2020

Podpis: