



# Posudek oponenta závěrečné práce

**Oponent práce:** Ing. David Bernhauer, Ph.D.  
**Student:** Ivan Menshikov  
**Název práce:** Editor grafů ve virtuální realitě  
**Obor / specializace:** Webové a softwarové inženýrství, zaměření Softwarové inženýrství  
**Vytvořeno dne:** 6. února 2023

## Hodnotící kritéria

### 1. Splnění zadání

- ▶ [1] zadání splněno
- [2] zadání splněno s menšími výhradami
- [3] zadání splněno s většími výhradami
- [4] zadání nesplněno

Zadáním práce bylo provést SI vývoj editoru grafů ve virtuální realitě. Zadání bylo splněno s malou výhradou k bodu "optimalizujte pro rozsáhlejší grafy (tisíce uzlů)", kdy sice tisíce uzlů prototyp zvládá, ale testovány byly jen řídké grafy, tedy počet hran je řádově stejný jako počet uzlů. Navzdory tomuto nedostatku zadání považuji za splněné. Zadání bylo v rámci práce dospecifikováno, ale tato specifikovaná omezení nijak nesnižují náročnost zadání.

### 2. Písemná část práce

O<sub>/100</sub> (F)

Práce je poměrně rozsáhlá celkem 77 stran bez příloh a seznamu literatury. Nejsem názoru, že všechny části jsou důležité pro pochopení dané práce. Například formální definice jednotlivých grafů mi přijdou v tuto chvíli naprosto zbytečné, např. "null graph" se ani nikde v textu dále nevyskytuje. Naopak "finite graph" nikde definován není. Pro čtenáře by bohatě stačilo popsat, jaké grafy bude aplikace umět reprezentovat, v jednoduchosti představit a pro případné detaily odkázat na vhodnou literaturu. Implementační část nepřináší žádné nové poznatky a neslouží ani jako dokumentace. Jedná se spíše o popis, jakým způsobem autor implementoval jednotlivé části, který je doplněn (triviálními) výňatky z kódů. Doporučil bych spíše uvést příklady, jak postupovat, pokud budeme chtít doimplementovat další nástroje, které knihovny lze znovupoužít.

Popis je častokrát velmi zmatený a mnohé části se dle mého názoru špatně čtou. V úvodu autor popisuje perspektivu, do čehož zakomponoval popis "virtuálních brýlí". I z většího hlediska nejsou témata nějak seřazená, dále pokračuje efektivitou zobrazování, a

následně se vrací k pohybu ve VR. Reprezentace grafů je roztržena do dvou kapitol, mezi které je vložena analýza. Autor přeskakuje od jednoduchých konceptů, jako je stisknutí tlačítka na ovladači nebo spuštění pluginu ke komplexním, jako je provázání jednotlivých komponent Unreal Engine. Nepřehlednosti přispívá i fakt, že nejsou jednotně vizuálně odlišeny názvy tříd a atributů, v některých případech autor používá uvozovky, v jiných jen velká písmena, osobně bych preferoval např. písmo s pevnou šířkou. Ze struktury ani není jasné, které části autor vnímá jako teoretický základ, které jsou jeho zamyšlením a které skutečně implementoval a ověřil. Více než deset stran je věnováno podrobnému popisu způsobů, které nevedou k cíli, přičemž zvolená varianta je popsána na 2 stranách. V některých částech jsem si nebyl jistý, zda už jsem náhodou stejný text nečetl. Práce by si tak zasloužila lepší a pečlivější strukturu a zkrátit výplňový text, aby se skutečně vešla do doporučeného limitu.

Hlavním problémem této práce jsou citace, v rámci kontroly jsem našel více než 20 částí s vážným podezřením na porušení citační etiky. Především v místech, kde autor uvádí knižní prameny jsou nalezeny totožné nebo podezřele podobné věty či odstavce. Vzhledem k vysokému množství v hodnocení uvádím jen některé tyto případy. Hned v sekci 1.1 je úvodní text nadměru podobný textu uvedený na konci webové stránky <https://www.flatpyramid.com/3d-model/optimized-for/virtual-reality/>. První odstavec 1.2.1 se věrně shoduje s úvodem anglické wikipedie [https://en.wikipedia.org/wiki/Unreal\\_Engine](https://en.wikipedia.org/wiki/Unreal_Engine) (autor uvádí odkazy na hlavní stránku a podmínky užití), druhý odstavec se pak shoduje s částí 5 článku <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352146521003112>. V případě kapitoly 2 se autor odkazuje na knihy [12] a [13], v kterých se mi nepodařilo nalézt autorem zmíněné informace, naopak jednotlivé věty prvního odstavce sekce 2.2.4 odpovídají obsahu anglické wikipedie k danému tématu [https://en.wikipedia.org/wiki/Adjacency\\_list](https://en.wikipedia.org/wiki/Adjacency_list). Druhý odstavec pak odpovídá citaci ze Stackoverflow (<https://stackoverflow.com/questions/20567609/questions-regarding-implementation-of-graph-in-c>), bohužel původní text se mi nepodařilo najít. Nikde není vysvětleno, kde se vzali všechny 4 metody reprezentace, které autor uvádí, v rámci [13] jsou zmíněny pouze 3 z nich. Celkově tak na prvních 15 stránkách došlo k více než 10 případům porušení citační etiky, kdy se domnívám, že autor neuvedl zdroj nebo uvedl zdroj, ze kterého informace vůbec nečerpá.

Autor se rozhodl citovat stránky dokumentace Unreal Engine individuálně, celkem tak z 39 uvedených citací je 10 do dokumentace. Kromě toho však neuvedl další, jejichž obsahy se opět velmi přesně shodují s textem v této práci. Konkrétně jsou to:

- <https://docs.unrealengine.com/4.27/en-US/ProgrammingAndScripting/ProgrammingWithCPP/IntroductionToCPP/> (první odstavec sekce 1.2.2, druhý odstavec na str. 33)
- <https://docs.unrealengine.com/5.1/en-US/developing-for-head-mounted-experiences-with-openxr-in-unreal-engine/> (část před obrázkem v sekci 1.3.1)
- <https://docs.unrealengine.com/5.1/en-US/openxr-input-in-unreal-engine/> (odstavec za obrázkem v sekci 1.3.1)

Části těchto stránek (věty či i odstavce) jsou použity bez uvedení patřičné citace.

Tento seznam samozřejmě není kompletní (už tak je hodnocení dlouhé), uvádím jen část těchto případů, navíc není v silách oponenta procházet celou práci větu po větě a hledat případnou shodu. Z těchto důvodů musím konstatovat, že použité zdroje jsou nedostatečné a práce tak nenaplnuje potřebné požadavky.

### 3. Nepísemná část, přílohy

75 /100 (C)

Nepísemnou částí práce je prototyp VR aplikace pro vizualizaci a manipulaci s grafy. Z uživatelského hlediska bych této části vytkl především, že nebyla provedena rešerše podobných nebo souvisejících aplikací (v rámci práce je uvedena jen jedna jediná aplikace). Inspiraci pro návrh ovládání si tak autor mohl vzít například z grafických editorů, a místo rozdělení po grafech mohl implementovat vrstvy tak, jak je známé z různých grafických editorů. Stejně tak si myslím, že mohla být věnováno větší úsilí vhodnému návrhu, například pro třídu "ToolManipulator" by bylo vhodnější místo použití tří podmínek využít polymorfismus (konkrétně návrhový vzor strategy). Samotné modifikace zabalit do návrhového vzoru command a umožnit tak i funkcionalitu "undo" nebo "redo". Podobnými neduhy trpí i další části kódu.

Druhým významným bodem je, že v rámci návrhu není myšleno na budoucí rozšíření aplikace. V úvodu práce je prezentována aplikace jako výuková pomůcka. Výběr reprezentace grafů byl učiněn jen s ohledem na tuto práci, bez ohledu na práce navazující. V případě pokračování čeká na budoucí vývojáře mnoho práce a nedivil bych se, kdyby začali vývoj znovu s jinou reprezentací. To se může týkat i zvoleného JSON formátu. Neexistuje pro něj vlastně žádné JSON schema, pokud by se uživatel rozhodl upravovat soubor přímo (což je prezentováno jako jedna z možností), tak si vlastně nemůže jednoduše ověřit, zda soubor, který vytvořil, splňuje základní požadavky. To platí i pro rozhodnutí reprezentovat pozici vrcholu pomocí textu namísto pole, které by umožnilo validaci v podobě JSON schema a navíc by velikost souboru mohla být menší. Podobně atribut "label" mohl být textový, a pokud by autor využil vlastnosti klíčů JSON objektů, nemusel by ani validovat unikátnost. Autor tedy splnil zadání, ale v části návrhu a implementace mi chybí mi hlubší zamyšlení s ohledem na celkové zamýšlení aplikace.

### 4. Hodnocení výsledků, jejich využitelnost

75 /100 (C)

Nejsem názoru, že se v tuto chvíli dá prototyp použít, ani že bude jednoduché ho rozšířit, aby se na něm dali demonstrovat grafové algoritmy. Na druhou stranu prototyp funguje, splňuje funkční požadavky a práce bylo vykonáno nejspíše mnoho.

### Celkové hodnocení

0 /100 (F)

Vzhledem k zmíněným problémům s citacemi práci nemohu doporučit k obhajobě.

### Otázky k obhajobě

- Můžete představit části vaší práce a části ve zdrojích [1, 3, 5, 12, 14, 15, 17, 22, 23, 24, 30, 32, 36], které se k sobě vážou? Tedy jak jste z nich čerpal při psaní vaší práce.
- Odkud jste čerpal informace o "Edges enumeration"?
- Jakou reprezentaci jste si vybral a proč?
- Vysvětlete větu na str. 41 "In the case of collisions, its job is to transfer the collision data to the physics engine, which will autonomously handle their processing, baking, etc."

## **Instrukce**

### **Splnění zadání**

Posudte, zda předložená ZP dostatečně a v souladu se zadáním obsahově vymezuje cíle, správně je formuluje a v dostatečné kvalitě naplňuje. V komentáři uveďte body zadání, které nebyly splněny, posudte závažnost, dopady a případně i příčiny jednotlivých nedostatků. Pokud zadání svou náročností vybočuje ze standardů pro daný typ práce nebo student případně vypracoval ZP nad rámec zadání, popište, jak se to projevilo na požadované kvalitě splnění zadání a jakým způsobem toto ovlivnilo výsledné hodnocení.

### **Písemná část práce**

Zhodnoťte přiměřenost rozsahu předložené ZP vzhledem k obsahu, tj. zda všechny části ZP jsou informačně bohaté a ZP neobsahuje zbytečné části. Dále posudte, zda předložená ZP je po věcné stránce v pořádku, případně vyskytují-li se v práci věcné chyby nebo nepřesnosti.

Zhodnoťte dále logickou strukturu ZP, návaznosti jednotlivých kapitol a pochopitelnost textu pro čtenáře. Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku ZP, viz Směrnice děkana č. 52/2021, článek 3.

Posudte, zda student využil a správně citoval relevantní zdroje. Ověřte, zda jsou všechny převzaté prvky řádně odlišeny od vlastních výsledků, zda nedošlo k porušení citační etiky a zda jsou bibliografické citace úplné a v souladu s citačními zvyklostmi a normami. Zhodnoťte, zda převzatý software a jiná autorská díla, byly v ZP použity v souladu s licenčními podmínkami.

### **Nepísemná část, přílohy**

Dle charakteru práce se případně vyjádřete k nepísemné části ZP. Například: SW dílo – kvalita vytvořeného programu a vhodnost a přiměřenost technologií, které byly využité od vývoje až po nasazení. HW – funkční vzorek – použité technologie a nástroje, Výzkumná a experimentální práce – opakovatelnost experimentů.

### **Hodnocení výsledků, jejich využitelnost**

Dle charakteru práce zhodnoťte možnosti nasazení výsledků práce v praxi nebo uveďte, zda výsledky ZP rozšiřují již publikované známé výsledky nebo přinášející zcela nové poznatky.

### **Celkové hodnocení**

Shrňte stránky ZP, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Celkové hodnocení nemusí být aritmetickým průměrem či jinou hodnotou vypočtenou z hodnocení v předchozích jednotlivých kritériích. Obecně platí, že bezvadně splněné zadání je hodnoceno klasifikačním stupněm A.