

## Posudek oponenta bakalářské práce

**Student:** Příbyl Tomáš  
**Téma:** Detekce kolizí v 3D scéně (id 24376)  
**Oponent:** Chlubna Tomáš, Ing., UPGM FIT VUT

- 1. Náročnost zadání** **obtížnější zadání**

Cílem práce je implementace detekce kolizí a fyzikální simulace. Toto téma je komplexní a pro jeho řešení je nutné implementovat zobrazování 3D scény, vybrané algoritmy detekce kolizí mezi objekty, případné akcelerační struktury pro optimalizaci výsledku a fyzikální vztahy definující chování objektů po kolizi. Použití externích knihoven může však zadání značně zjednodušit.
- 2. Splnění požadavků zadání** **zadání splněno s vážnými výhradami**

Všechny body zadání jsou splněny. Výsledné aplikace demonstrují detekci kolizí a bylo také provedeno měření a porovnání vybraných algoritmů. Není však zcela jasné, jaký je podíl autora na výsledku a textová část práce v některých ohledech nesplňuje požadavky pro bakalářské práce.
- 3. Rozsah technické zprávy** **splňuje pouze minimální požadavky**

Práce je dlouhá přibližně 45 normostran a požadovaný rozsah splňuje.
- 4. Prezentací úroveň předložené práce** **50 b. (E)**

Sekce v kapitole 2 Teorie jsou chaoticky uspořádány. Některé použité pojmy nejsou dostatečně definovány, např. "FaceT". Kapitola 3 Návrh je dlouhá necelé dvě strany a neobsahuje žádné sekce a podnadpisy. Návrh není dostatečně popsán a jedná se pouze o jeden dlouhý číslovaný seznam algoritmů a jejich popisů. Podobný seznam zahrnující tři strany se nachází v kapitole 4 Implementace. V téže kapitole se nachází namísto podrobných implementačních detailů popis scén patřící spíše do návrhu a návod na ovládání aplikace. Kapitola 5 Měření a testování se zdá být největším přínosem práce a obsahuje podrobné měření a porovnání použitých algoritmů. Použitá struktura dlouhých seznamů jako v předchozích kapitolách však činí popsané výsledky těžce pochopitelné. Některé interpretace grafů jsou triviální ("Při vysokém počtu objektů už je vidět zvýšení času výpočtu.") či zavádějící ("Jedná se o první algoritmus, který zaznamenává méně kolizí než je objektů.").  
Závěr je dlouhý a neshrnuje konkrétní dosažené výsledky či objevené poznatky.  
V textu chybí obrázky a diagramy, které by přispěly k lepšímu porozumění. Kromě grafů zpráva obsahuje pouze 4 obrázky z nichž 3 jsou pouze ukázky z výsledných aplikací.  
V kapitole 2 Teorie chybí popisy běžně používaných metod detekce kolizí a naopak se v této kapitole nachází popisy triviální středoškolské matematiky jako je výpočet vektoru ze dvou bodů, velikost vektoru či definice funkce sinus (sekce 2.13).
- 5. Formální úprava technické zprávy** **42 b. (F)**

Práce používá neoficiální šablonu pro MS Word, která místy vede k nevhodnému formátování. Na titulní straně se nachází logo školy v rastrovém formátu s nízkým rozlišením a viditelnými kompresními artefakty. Kapitoly nezačínají na nové odsazené straně ale jsou i s nadpisy umístěny v jednom bloku textu zahrnujícím celou práci. Kapitola 5 Měření a testování obsahuje zbytečně velké mezery za některými grafy. Seznamy nejsou odsazené od kraje.  
V textu se nachází větší množství gramatických chyb a překlepů. Větná stavba je místy hůře pochopitelná a jsou použita nesprávná a nepochopitelná slovní spojení jako "počet minimálního počtu", "podle znegativované rotace", "Implementace je primárně v těle videohry", "mezi těmito body vytvoří objektů vytvoří navzájem směrové vektory".  
V sekci 2.8 se nachází nedokončená věta "Čili Sphere".  
Slohový útvar odborného textu místy kazí oslovení čtenáře a první osoba množného čísla.  
Řádky jsou často nevhodně zakončeny neslabičnými předložkami a spojkami. Místy se vyskytuje špatně umístěná mezera v okolí interpunkce a špatně umístěné čárky jako "do, kterého". V textu se vyskytují nekonzistentně zvolené typy uvozovek a také slova jako "kapsule"/"kapsle".  
V obsahu jsou nevhodně zobrazeny nadpisy třetí úrovně. V úvodu chybí číselné odkazy na popsané sekce. Text neobsahuje žádné odkazy na vložené grafy a obrázky.  
V kapitole 2 Teorie chybí úvod (dva nadpisy pod sebou). V sekci 2.7 jsou dva odstavce obsahující pouze jednu větu a další podsekce jsou jen velmi krátké s jedním odstavcem.  
Popisky obrázku a grafů netvoří věty a začínají malým písmenem. Rovnice jsou značeny netradičně jako "Rovnice x.x.x." a nejsou vysázeny v matematickém módu.

U grafů v kapitole 5 Měření a testování chybí popisky os, kroky na ose X jsou zvoleny patrně náhodně, samotné křivky grafů se překrývají a místy zcela mizí. Interpretace výsledků z grafů je tak velmi obtížná. Grafy 5.1.3 a 5.1.1 jsou téměř totožné.

### 6. Práce s literaturou

10 b. (F)

Na konci zprávy se nachází seznam použité literatury, avšak v textu se nenachází žádné citační odkazy na tyto zdroje.

Uvedené zdroje patrně nebyly reálně využity při práci, například zdroj číslo 2 - *EBERLY, David H. Intersection of Convex Objects: The Method of Separating Axes* se zabývá často používanou metodou detekce kolizí separating axis theorem, ale tato metoda není v textu zmíněna. Stejně tak chybí popisy dalších významných metod detekce kolizí jako je GJK algoritmus či optimalizačních struktur jako je octree. Tyto metody jsou často používány v moderních řešeních detekce kolizí mezi 3D objekty a vzhledem k zaměření práce by se měly vyskytnout minimálně v teoretické části zprávy. Nejsou diskutovány běžné problémy vyskytující se při řešení dané problematiky jako je tunelování objektů či aplikace vybraných metod na konkávní objekty.

Obrázek 2.1 je převzatý z knihy *ERICSON, Christer. Real-time collision detection* ale tato informace není v textu uvedena.

### 7. Realizační výstup

30 b. (F)

Ve výsledku jsou implementovány tři demonstrační scény pro detekci kolizí, které byly použity také pro měření a porovnání vybraných algoritmů. Scény vhodně demonstrují tuto problematiku. Ve dvou scénách je také implementována fyzikální simulace za použití popsaných algoritmů detekce kolizí. Aplikace je snadno spustitelná ve webovém prohlížeči a je plně funkční. Po vizuální stránce je aplikace průměrná - jednoduché 3D modely bez textur se základním osvětlovacím modelem.

Kód nevyužívá principů OOP, je nepřehledný a neobsahuje komentáře. Celá logika je napsaná v několika velkých funkcích. Dlouhé části kódu jsou zkopírovány do všech scén a jsou tak redundantní, např. funkce `createScene`.

Významné části zdrojového kódu jsou převzaty bez označení a uvedení zdroje! Takto převzaté části jsou například:

- většina funkce `createScene`  
zdroj: [babylonjsguide.github.io/snippets/Increasing\\_Facets](https://babylonjsguide.github.io/snippets/Increasing_Facets)
- funkce `doTrianglesIntersect`  
zdroj: [github.com/kenny-evitt/three-js-triangle-triangle-collision-detection/blob/master/collision-tests.js](https://github.com/kenny-evitt/three-js-triangle-triangle-collision-detection/blob/master/collision-tests.js)
- základní HTML kód (obsahuje také původní nadpis "Babylon Template" a část komentářů)  
zdroj: [doc.babylonjs.com/start/chap1/first\\_app](https://doc.babylonjs.com/start/chap1/first_app)

Tato skutečnost společně s nedostatečným popisem implementačních detailů v textové části vede k otázce, zda autor skutečně rozumí vybranému tématu a zda implementační část dosahuje úrovně bakalářské práce.

Neoznačené části kódu lze označit za plagiátorství, které je závažným proviněním při vypracování zadání.

Hodnocení je výrazně sníženo z důvodu nejasného původu kódu. Práci nelze hodnotit bez jasného vymezení převzatých částí.

### 8. Využitelnost výsledků

Velký důraz byl kladen na měření, které se zdá být podrobné a porovnává vybrané algoritmy. Tento záměr je velmi zajímavý a může vést i k další vědecké práci. Výsledná forma měření a interpretace výsledků však je diskutabilní.

### 9. Otázky k obhajobě

1. V sekci 2.12 je uvedeno, že 3D objekt lze obalit trojúhelníky, mezi kterými lze lépe detekovat kolizi jelikož jsou 2D. Jak probíhá toto obalení objektu a jakým způsobem je možné převést dva 3D trojúhelníky, které neleží na jedné ploše, do 2D prostoru a následně správně detekovat jejich kolizi?
2. Jasně shrňte co přesně jste sám implementoval a co jste převzal. Které popsané algoritmy implementují externí knihovny a které jste implementoval od začátku sám? Která část kódu je implementována Vámi kromě vizualizace a měření časů detekce?
3. Jak správně interpretovat graf 5.1.3 a jemu podobné, kde je nepopsaná osa Y a křivky grafů jsou v odlišných jednotkách?
4. U grafu 5.1.11 uvádíte že "Čas výpočtu je velice kolísavý a téměř vůbec nereaguje na počet objektů". Neprojevila by se změna v čase výpočtu při vyšším počtu objektů než bylo použito při měření?
5. V aplikaci se zdá, že detekce nefunguje pro konkávní objekty. Proč tomu tak je a jak problém těchto objektů vyřešit?

### 10. Souhrnné hodnocení

33 b. nevyhovující (F)

Textová zpráva je na velmi nízké úrovni ve všech směrech a nelze ji považovat za přijatelnou jako dokumentaci

k bakalářské práci. Zásadní problémy jsou:

- špatná čitelnost textu díky nevhodné, až chaotické struktuře
- velké množství gramatických a stylistických chyb
- absence citací - využití uvedených zdrojů je nejasné a není v textu ani patrné
- chybějící popis důležitých pojmů z oblasti detekce kolizí a tudíž zasazení práce do kontextu daného tématu
- absence odkazů na objekty v textu
- nedostatek ilustrací (jen jeden hodnotný obrázek mimo grafy v kapitole měření)
- formátování neodpovídá doporučenému oficiálnímu stylu

Implementovaná aplikace zadání splňuje, demonstruje detekci kolizí i fyzikální simulaci, ale zdrojové kódy se zdají být z velké části převzaty bez uvedení zdroje. Není tak jasný přínos autora a jeho podíl na implementaci. Z důvodu chybějících zdrojů a citací v textu práce i ve zdrojových kódech je nutné považovat v aktuálním stavu práci za plagiát.

Prohlášení: Uděluji VUT v Brně souhlas ke zveřejnění tohoto posudku v listinné i elektronické formě.

V Brně dne: 31. května 2022

Chlubna Tomáš, Ing.  
oponent