

## I. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

<b>Název práce:</b>	Visualization of electromagnetic field around a black hole
<b>Jméno autora:</b>	Oldřich Milec
<b>Typ práce:</b>	díplomová
<b>Fakulta/ústav:</b>	Fakulta elektrotechnická (FEL)
<b>Katedra/ústav:</b>	Katedra počítačové grafiky a interakce
<b>Oponent práce:</b>	Michal Bursa
<b>Pracoviště oponenta práce:</b>	Astronomický ústav AV ČR

## II. HODNOCENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ

<b>Zadání</b>	<b>průměrně náročné</b>
<i>Hodnocení náročnosti zadání závěrečné práce.</i>	
Práce se zabývá znázorněním trojrozměrných polí veličin elektrického a magnetického pole v okolí vakuového řešení Kerrovy černé díry díry obklopené asymptoticky homogenním magnetickým polem s cílem vytvořit nástroj pro vizuální prohlížení topologie siločar se zaměřením na zajímavé oblasti v okolí nulových bodů, tj. míst s měnící se orientací zejména magnetického pole. Jako takové hodnotím zadání jako středně náročné, neboť je v zásadě návodné a vyžaduje aplikaci známých technik a existujících softwarových nástrojů.	
<b>Splnění zadání</b>	<b>splněno</b>
<i>Posudte, 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>	
Zadání práce pokládám za bezesbytku splněné.	
<b>Zvolený postup řešení</b>	<b>správný</b>
<i>Posudte, zda student zvolil správný postup nebo metody řešení.</i>	
Práce podává přehled o možných působech vizualizace 3D polí s uvedením kladů záporů pro uvažovaný případ. Zvolená metoda vizualizace je vcelku vhodná a umožňuje dobře a poměrně přehledně vystihnout topologii pole. Z toho pohledu je zvolený postup v pořádku.	
<b>Odborná úroveň</b>	<b>B - velmi dobře</b>
<i>Posudte úroveň odbornosti závěrečné práce, využití znalostí získaných studiem a z odborné literatury, využití podkladů a dat získaných z praxe.</i>	
Odborně je práce na dobré úrovni, aplikuje řadu znalostí získaných při studiu, nicméně řekl bych, že potenciál zadání mohl být rozvinut poněkud více, a to právě i z hlediska při studiu získaných znalostí a dovedností.	
<b>Formální a jazyková úroveň, rozsah práce</b>	<b>A - výborně</b>
<i>Posudte správnost používání formálních zápisů obsažených v práci. Posudte typografickou a jazykovou stránku.</i>	
Práce má obvyklé členění, je psána v anglickém jazyce, text je čtivý, jazyková úroveň je dobrá, nenašel jsem zásadní problémy. Drobnou vadou textu je střídání přítomného a minulého času. Obvykle se ve vědeckém textu používá prostý přítomný a předpřítomný čas k udržení jednotné časové roviny vyprávění a taktéž k udržení nadčasovosti obsahu.	

### **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.*

Práce je v celku dostatečně ozdrojována, výběr referencí mi připadá sice stručnější, ale vyvážený, jsou uvedeny relevantní zdroje, citace jsou úplné, porušení citační etiky jsem neshledal.

### **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.*

Přestože je uživatelské rozhraní přehledné a jako oponent jsem prošel testem použitelnosti, poskytuje přecijen pouze poněkud základní ovládání. Za podstatné zlepšení použitelnosti bych pokládal např. zobrazení průmětu polohy nulového bodu na stěny hraniční oblasti (třeba jen při změně její velikosti), což by umožnilo pohodlnější nastavení hranic oblasti okolo nulového bodu bez nutnosti otáčení scény a kontroly, zda bod leží uvnitř oblasti. Dále by bylo užitečné mít možnost nastavenou oblast posouvat myší, tj. např. mít možnost myší posouvat její polohu bez změny velikosti, aby mohla sloužit jako jakási lupa k interaktivnímu průzkumu různých oblastí.

Zpracovávaná úloha je zásadně usnadněna tím, že daný dataset má vždy právě jeden nulový bod, což je dáno jednoduchostí analytického modelu. Bylo by tedy zajímavé vidět, jak by implementovaná vizualizační technika fungovala v případě turbulentního EM pole, což je typičtější případ. V takovém poli jednak může být více nulových bodů o různé topologii, jednak jeho znázornění klade větší nároky na zvolené techniky a filtraci, neboť je potřeba vyhovět uživateli v úrovni rozlišení a míry zobrazovaných podrobností, vyhnout se (odfiltrovat) nepodstatné detaily a zobrazit převládající orientaci pole, zároveň však mít k dispozici nástroj (viz výše popisovaná lupa), kterým by bylo možné se zaměřit na lokální podrobnosti.

Z hlediska implementace se práce spoléhá z velké části na knihovnu panda3d, což je vhodný a odpovídající nástroj, který implementuje řadu v práci popsaných algoritmů. Použití knihovny je opodstatněné, neboť není žádoucí vyvíjet již jednou vyvinutý nástroj. Ocenil bych i implementaci v Pythonu, čímž se program stává vysoce přenositelný mezi platformami. K vlastní implementaci pak zbylo pouze uživatelské rozhraní a algoritmus tvorby proudnic. I z toho ohledu si myslím, že by uživatelskému rozhraní mohla být věnována větší pozornost.

### **III. CELKOVÉ HODNOCENÍ, OTÁZKY K OBHAJOBĚ, NÁVRH KLASIFIKACE**

*Shrňte aspekty závěrečné práce, které nejvíce ovlivnily Vaše celkové hodnocení. Uvedte případné otázky, které by měl student zodpovědět při obhajobě závěrečné práce před komisí.*

Předloženou závěrečnou práci hodnotím klasifikačním stupněm A - výborně.

Práce jako celek dle mého názoru splňuje požadavky na závěrečnou práci kladené a je možné ji bez

výhrad přijmout. Přes dílčí připomínky navrhuji ji klasifikovat stupněm A.

V oddíle „další komentáře“ zmiňuji případ turbulentního pole. Taková pole jsou v astrofyzice běžná, turbulence je koneckonců stěžejním mechanismem pro přenos momentu hybnosti mezi částicemi plynu, a v numerických simulacích akreujících plynových disků i dominantní. Jaké úpravy by autor navrhoval provést, aby s pomocí tohoto nástroje bylo možné efektivně prohlížet topologii turbulentních polí s četnými nulovými body, aby však zároveň vystihl převládající orientaci polí a nezahltil uživatele detaily lokálních perturbací?

Datum: 26.1.2023

Podpis: Michal Bursa