



Posudek oponenta závěrečné práce

Oponent práce: Ing. Tomáš Kalvoda, Ph.D.
Student: Martin Kostrubanič
Název práce: Algoritmy pro výpočet Ludolphova čísla a ověření normality jeho aproximací
Obor / specializace: Teoretická informatika
Vytvořeno dne: 2. června 2021

Hodnotící kritéria

1. Splnění zadání

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

Zadání považuji za splněné.

2. Písemná část práce

75 /100 (C)

Hlavní část písemné práce zabírá cca 40 stránek textu. Struktura práce sleduje jednotlivé body zadání a je logická.

Po formální a typografické stránce se autor nevyvaroval většího množství drobných chyb a nepřesností. Například se v práci používá označení knihovny "GNU MPFR" i "GNU-MPFR", název podkapitoly 3.2.3 začíná malým písmenem, na straně 16 utekla horní mez v integrálu, skokově se skáče mezi zápisy čísel s desetinnou tečkou i čárkou (třeba i v sousedních větách, viz str. 8), občas se autorovi plete - a -- (i explicitní "--" v nadpisu dodatků B a C). Dále mi nepřijde úplně správné označovat Ludolfovo číslo v českém textu jako "Pí", neznám český matematictější text v kterém by se k tomu tímto způsobem přistupovalo. V samotném textu práce se vyskytuje jak "Pí", tak LaTeXové "\pi". Dodatkové kapitoly jsou velmi stručné, v podstatě jde jen o výpis zdrojových kódů bez dalších komentářů (který by se hodil, viz bod 3 tohoto posudku).

Samotný text je poměrně dobře čitelný, ale některé pasáže jsou slabší. Například informačně košatá kapitola 2.3 (Historie) je tvořena prakticky dvěma monolitickými odstavci!

Seznam literatury je obsáhlý (52 položek). Některé jsou ale lehce pochybné, například hned [1] a [2]: první na web "easycalculation.com" a druhý na "Dedeník.cz". Oba navíc (zdá

se) pouze kvůli odkazu na zdroj jednoduchých diagramů, které by bylo příhodnější vytvořit vlastní a lépe je popsat (navíc ten první, v Obrázku 2.1, obsahuje nepravdu a popisek je matoucí). Položky [20] a [38] jsou nekompletní, chybí údaje k jasné identifikaci zdroje. Autor dále používá odkazy na literaturu zvláštním způsobem mimo věty, což minimálně na dvou místech působí až komicky (zcela samostatně plovoucí [30] na straně 18 a podobně [32] na straně 20, aj.).

K textové části mám ale i několik věcnějších (a tedy i zásadnějších) připomínek:

* Tvzení "Ludolfovo číslo je nejdůležitější konstanta v matematice." je diskutabilní. Ano, je to důležitá konstanta, ale že by byla nejdůležitější? Minimálně to bude relativní vůči oboru.

* V definici "iracionálního čísla" se vágně používá pojem "číslo" a tato definice je tím pádem nepřesná.

* V definici "řádu konvergence" není jasné, co se myslí zápisem " $n(n = r)$ ". Navíc se v ní o " r " pak už vůbec nemluví.

* V kapitole 3.1.1 o Wallisově produktu by se čtenáři mělo vysvětlit, co je faktoriál neceločíselného kladného čísla.

* Algoritmus na straně 7 není dobře popsán, chybí uvést význam jednotlivých posloupností, resp. jejich vztah k hledanému řetězovému zlomku.

* Za problematickou považuji převzatou tabulku na Obrázku č. 4.1 (!), kde bez dalšího komentáře není jasné, co přesně znázorňuje (Co se bere v porovnání "rychlosti" za jednotky? Jak se tato čísla naměřila?).

* U obrázků v kapitole 4.2 podobně chybí uvedení jednotek na horizontální ose (kde je pravděpodobně čas) a uvedení konfigurace stroje, na kterém bylo měření prováděno.

* V poslední kapitole bych nemluvil přímo o "ověření normality", toho se samozřejmě na základě několika pár prvních cifer nedosáhl! Ano, je to jistá indicie, ale určitě ne konečné vyřešení této otázky.

* Dále mám výtku k samotné implementaci algoritmů, resp. jejímu popisu, kterou uvedu v dalším bodě posudku.

Rád bych ovšem dále velmi ocenil, jak se autor pustil do odvození netriviálních výsledků jako je BBP formule (kapitola 3.2.3) nebo Gregory-Leibnizova řada.

3. Nepísemná část, přílohy

80/100 (B)

Nepísemná část práce sestává z implementací (C++) vybraných algoritmů pro výpočet cifer Ludolfova čísla. Jde celkem o přibližně 800 řádek sporadicky okomentovaného kódu. Kompilací uživatel získá program, který spustí výpočty ("testy") a výsledky zapíše do textových souborů. Parametry výpočtů jsou natvrdo zadané ve zdrojovém kódu bez komentáře a experimentování tak pro případného dalšího uživatele není moc příjemné.

V implementaci, ani v kapitole implementaci popisující, jsem nenašel popis knihovny MPFR, resp. způsobu její práce s přesností a zaokrouhlováním. To mi přijde poměrně zásadní, neboť se odtud může odvíjet správnost výsledků a je to nástroj, na kterém výsledky této práce stojí. Ano, sice toto není explicitně uvedeno v posudku, ale implicitně mi z něj vyplývá, že toto by mělo být v práci alespoň stručně popsáno. Podobně v popisu algoritmů bych v práci oboru TI očekával aspoň stručný pokus o popis složitosti jednotlivých algoritmů, případně třeba naměření počtu algebraických operací nutných pro výpočet daného počtu cifer. Měření "času" mi nepřijde jako nejvhodnější.

4. Hodnocení výsledků, jejich využitelnost

75 /100 (C)

Text práce je poměrně pěkným shrnutím významu a různých způsobů výpočtu Ludolfova čísla. Implementace algoritmů je pro případné další zájemce méně srozumitelná/vysvětlená. Možnost více demonstrovat použití a fungování knihovny MPFR mi přijde nevyužitá. To je nepříjemné zejména z toho důvodu, že na ní výsledky práce dost zásadně stojí.

Celkové hodnocení

79 /100 (C)

Na základě výše uvedených bodů navrhuji práci hodnotit 79 body, tedy známkou C.

Otázky k obhajobě

Proč v Gregory-Leibnizově algoritmu (Příloha A) volíte "přesnost" proměnné member právě "100000"? Bude to vždy dostačující? Jakou "přesnost" má proměnná "destination"?

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. 26/2017, 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.