Univerzita Hradec Králové, Přírodovědecká fakulta, katedra matematiky

Posudek oponenta bakalářské práce

Jméno studenta	Krejcarová Gabriela
Téma práce	Metoda Monte Carlo
Cíl práce	Cílem práce bude pojednat o metodě Monte Carlo, která k hledání řešení úloh různého typu používá statistickou simulaci náhodných jevů. Protože různých aplikací této metody je velké množství, soustředí se práce jen na některé z nich, zejména na odhady hodnot parametrů nebo výpočty integrálů. Kromě samotného popisu metody Monte Carlo bude v práci přiblíženo historické pozadí jejího vzniku. V praktické části práce budou popsané metody simulovány pomocí jazyka R.
Vedoucí bakalářské práce	Mgr. Jitka Kühnová, Ph.D.

náročnost tématu na	úroveň

	nadprůměrná	průměrná	podprůměrná
teoretické znalosti	x		
praktické zkušenosti		x	
podkladové materiály (vstupní data) a jejich zpracování		x	

kriteria hodnocení práce	úroveň

	nadprůměrná	průměrná	podprůměrná	nelze hodnotit
stupeň splnění cíle práce	x			
samostatnost při zpracování tématu				x
logická stavba práce	x			
práce s českou literaturou včetně citací		x		
práce se zahraniční literaturou včetně citací			x	
adekvátnost použitých metod	x			
hloubka provedené analýzy		x		
stupeň realizovatelnosti řešení	x			
formální úprava práce (text, grafy, tabulky)	x			
stylistická úroveň		x		
nároky BP na podkladové materiály, konzultace, průzkumy ...	vysoké	průměrné	nižší	nejsou
		x		
použití analýz, matem. statistických a jiných metod, komparací apod.	ve velké míře	přiměřené	částečné	absentuje
	x			
využitelnost námětů, návrhů a doporučení k řešení problému	ve větší míře	částečná	nižší	nevyužitelnost
	x			
obsah a relevantnost příloh v textu či příl. části BP (tabulky, grafy, propočty apod.)	vysoce funkční	funkční	méně funkční	neuspokojivé
		x		

Odpovídající hodnocení jednotlivých hledisek označte:	**x**

Připomínky:

- Str. 7: Jevové pole je definováno tak, že je uzavřené pouze vzhledem ke konečným sjednocením. Přitom pravděpodobnost se na téže straně definuje na spočetných sjednoceních. Dle mého názoru je třeba definovat jevové pole jako σ-algebru, tj. systém množin, který je uzavřený vzhledem ke spočetným sjednocením.
- Str. 16: Označení u_α je popsáno jako „α-kvantil normálního rozložení s koeficientem spolehlivosti α“, což je nepřesné (navíc dost zvláštní) pojmenování, jedná se o α-kvantil normovaného normálního rozložení.
- Str. 20: Na obrázku je místo grafu funce sinus půlkružnice. Chápu, že vykreslení půlkružnice je jednodušší než tvorba grafu funkce, v matematických textech se ale podobná zjednodušení považují za nedostatek.
- Str. 21: Není mi jasný důvod, proč ve zdrojovém kódu algoritmu chybí nastavení proměnné n. Autorka to sice zmiňuje v textu, ale nepřijde mi to moc šťastné. Vždy je lepší, když je zdrojový kód kompletní (a po zkopírování je možné jej okamžitě spustit), než když musí čtenář v textu dohledávat, co by měl ještě nastavit.
- Str. 26: Moc se mi nelíbí použití pojmu „oblast na ose x“. Není jasné, zda se jedná o libovolnou podmnožinu množiny všech reálných čísel, nebo o borelovskou množinu, nebo pouze o interval.
- Str. 26: V prvním odstavci autorka tvrdí, že náhodná veličina ξ má rovnoměrné nebo normální rozložení. Proč by nemohla mít jiné rozložení?
- Str. 32: V prvním odstavci je předesláno, že budeme uvažovat pouze nezáporné y. Ve zdrojovém kódu v R se ale řeší i případ, kdy je y záporné. Je mi jasné, že zdrojový kód je připraven i pro funkce, které nabývají záporných hodnot, proč ale autorka v prvním odstavci tvrdí, že bude pracovat pouze s nezápornými funkcemi? Čtenář tak je zbytečně zmaten. V této souvislosti mi i chybí podrobnější okomentování zdrojového kódu v R. Například mohl být vysvětlen význam hodnoty `ano2` v přiřazení `ano2 <-which(y>(-x^4+x^2) & y<0)` a poté i důvod, proč se hodnota `m` určí právě takto: `m <- (length(ano1)-length(ano2))`
- Str. 36: Z výkladu v prvním a druhém odstavci není vůbec jasné, proč by se mělo položit $k = 3$ nebo $k = 4$. Obecně nemám rád, když se v matematickém textu z ničeho nic objeví nějaké záhadné konstanty.
- Str. 41: V posledním odstavci autorka tvrdí, že „...čím větší počet náhodných čísel vygenerujeme, tím blíže jsou naše odhadnuté hodnoty ke skutečnému výsledku.“ To ale není pravda, klidně se může stát, že pro $n = 100$ dostaneme (souhrou náhod) přesnější výsledek než pro $n = 10\,000$. Zákony velkých čísel nám (zjednodušeně řečeno) říkají pouze to, že čím větší počet náhodných čísel vygenerujeme, tím je větší pravděpodobnost, že obdržíme přesnější výsledek. Jistotu však nikdy nemáme.
- Str. 42: Formátovaní literatury „do bloku“ není zvoleno příliš šťastně, u zdroje č. 8 vznikly velké mezery mezi slovy.

Celkové hodnocení:

Práce se zabývá stále aktuální a velmi užitečnou metodou, jejíž zvládnutí vyžaduje znalosti z oblasti teorie pravděpodobnosti, numerické matematiky a programování (v tomto případě konkrétně programování v jazyce R). Tyto znalosti autorka dle mého názoru v dostatečné míře (vzhledem k studovanému oboru) prokázala. Text práce je dobře strukturován, jednotlivé kapitoly jsou zpracovány pečlivě, oceňuji i kvalitně provedenou sazbu systémem TeX. I přesto jsem v textu nalezl několik nesrovnalostí, které uvádím výše.

Jednotlivé v práci uvedené algoritmy jsem si sám vyzkoušel a fungují správně, uvítal bych však podrobnější komentář k použitým programovým konstrukcím. Zkušenější čtenář jistě pochopí fungování algoritmu i bez komentáře, případně si jej krok po kroku vyzkouší. Začátečníkovi v oblasti programování, nebo tomu, kdo se poprvé setkává s jazykem R, by však komentáře ke kódu hodně pomohly.

Obrázky vhodným způsobem doplňují text a jsou zpracovány kvalitně (jedinou výhradu mám k obrázku 2.2 na straně 20).

Možná je trochu škoda, že v práci chybí ukázka výpočtu vícerozměrného integrálu metodou Monte Carlo, nicméně rozsah práce by tím asi až příliš narostl.

Otázky k obhajobě:

1. Na straně 33 autorka uvádí, že metodu střední hodnoty funkce náhodné veličiny je možno použít i v případě, že jsou meze integrálu nekonečné. Na konci kapitoly (strany 38 až 40) ale uvádí pouze příklad výpočtu integrálu, jehož meze jsou konečné. Chybí mi konkrétní ukázka, jak by se postupovalo v případě integrálu, který má alespoň jednu mez nekonečnou. Typickým (a velmi důležitým) příkladem takového integrálu je integrál z hustoty normovaného normálního rozdělení. Prosím autorku, aby při obhajobě demonstrovala metodu Monte Carlo například při výpočtu následujících integrálů:

$$\int_1^\infty \frac{1}{x^2}\,dx = 1 \qquad\qquad \int_{-\infty}^0 \frac{\exp\left(-\frac{x^2}{2}\right)}{\sqrt{2\pi}}\,dx = \frac{1}{2}$$

Práci doporučuji k obhajobě.

Oponent bakalářské práce:

Jméno, tituly: RNDr. Michal Čihák, Ph. D. Podpis:

V Hradci Králové dne 4. 8. 2016