



Trojanova 13, 120 00 Praha 2

Posudek vedoucího diplomové práce

Autor práce: Bc. Jan Trödler
Název práce: Isingův model feromagnetizace látek
Vedoucí práce: doc. Jan Vybíral

Stručný popis tématu a předkládané práce:

Diplomová práce Bc. Jana Trödlera pojednává o klasickém modelu statistické fyziky - a sice o Isingově modelu feromagnetizace látek. Toto téma zahrnuje řadu aspektů - analytická řešení modelu v jedné, dvou, či více dimenzích stejně jako numerické simulace založené na metodě Markov Chain Monte Carlo (MCMC).

Práce je členěna do třech kapitol. První kapitola představuje Isingův model a související označení. Dále ukazuje jeho řešení v jedné dimenzi a dvě značně rozdílná řešení ve dvou dimenzích. Ve druhé kapitole poté diplomant popisuje základní aspekty metody Markov Chain Monte Carlo, Metropolisův algoritmus a Glauberovu dynamiku. Konečně třetí kapitola se věnuje numerickým simulacím v různých dimenzích a pro různé typy mřížky.

Splnění požadavků zadání:

Zadání práce bylo splněno - student představil Isingův model, porovnal různá řešení, představil příslušné numerické simulace, včetně různých mřížek, čímž propojil teoretickou a simulační část.

Obsahová úroveň práce:

Práce je vhodně členěna na teorii, popis metody MCMC a simulace a každá kapitola představuje základní myšlenky dané stránky tématu. Práce je sepsána velmi čitelně a probíraná odvození jsou dobře srozumitelná. Numerické simulace byly také vypracovány pečlivě a jsou přehledně prezentovány. V některých aspektech mohla být ale práce ambicióznější a jít více do hloubky.

- Formule (1.69) a formule pro $f(T)$ na str. 45 by měly odpovídat různým vyjádřením těžce

veličiny, v práci ale chybí jejich srovnání.

- Odvození kritické teploty v kapitole 1.6 je jen naznačeno.
- Uvažované algoritmy metody MCMC (Metropolisův algoritmus, Glauberova dynamika) patří mezi ty nejjednodušší přístupy v dané oblasti. Novější, nelokální algoritmy, jako například Swendsen-Wangův algoritmus, bohužel nebyly zapracovány.
- Některé simulace nejsou příliš průkazné a mohly být vypracovány pečlivěji: Například již v obr. 3.1 zůstává skok mezi počtem aktualizací 10^5 a 10^6 prakticky nevysvětlen, stejně tak jako efekty, které vedly ke značně odlišným výsledkům pro teploty $T = 0.68$ a $T = 1.01$ v obr. 3.10.

Vlastní práce studenta:

Teoretická část této práce je převážně kompilační - jedná se o klasický model a velmi netriviální, v literatuře již dávno popsaná řešení. Přesto bylo pro nastudování těchto složitých pasáží nutné vyvinout nemalé úsilí. Studentovi se povedlo tato řešení nejen pochopit ale i čitelně a srozumitelně prezentovat. Zejména je myslím třeba vyzdvihnout mezioborovost dané problematiky, kombinující pojmy z algebry, analýzy, teorie grafů, diskrétní matematiky a statistiky. Praktická simulační část práce vyžadovala nastudování metody MCMC a její implementace na Isingův model a to pro různé dimenze a různé typy mřížky.

Tato diplomová práce byla vypracována v době pandemie covidu, kdy bohužel nebylo možno po celou dobu práce realizovat osobní konzultace. Student se i s tímto omezením obstojně vypořádal a pracoval často velice samostatně a celkově lze proto myslím práci hodnotit jako zdařilou. Jediným nedostatkem je občasná nedotaženost a neprozkoumání zajímavých souvisejících otázek.

Závěr: Diplomovou práci doporučuji k obhajobě a navrhuji klasifikovat známkou

velmi dobře (B).

V Praze, 16. 5. 2022

doc. Jan Vybíral