

Posudek bakalářské práce

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

Autor práce Křižanová Júlia
Název práce Statistical physics in games
Rok odevzdání 2024
Studijní program Informatika
Studijní obor Informatika se specializací Umělá Inteligence

Autor posudku Martin Černý
K celé práci Pracoviště Katedra aplikované matematiky
Oponent lepší OK horší nevyhovuje

Obtížnost zadání		X		
Splnění zadání		X		
Rozsah práce <i>... textová i implementační část, zohlednění náročnosti</i>		X		

Práce se zabývá propojením tří rozličných oblastí: teorií grafů v podobě problému maximální řezu, teorií her v podobě congestion games a statistickou fyzikou ve formě Isingova modelu. Autorka práce nejprve provádí rešerši všech tří oblastí a následně diskutuje jejich souvislosti; konkrétně reprezentaci problému maximálního řezu pomocí Isingova modelu a následně vyjádření problému maximálního řezu jako congestion game, čímž propojuje congestion games s nástroji statistické fyziky. Následně diskutuje otázky vzniklé tímto propojením. Téma je zajímavé a rozsah práce odpovídá standardům bakalářských prací. Bylo rovněž dosaženo vymezených cílů.

Jako hlavní nedostatek práce vnímám formální nepřesnosti u vysvětlovaných pojmů, které jsou bohužel přítomny napříč celou prací. Velká část definic má zásadní nedostatky. Některé definice nejsou zavedeny zcela formálně přesně, nebo není patrné, co je definovaný objekt. Část z nich tak vede k víceznačným interpretacím. V jednom případě je definován nejprve objekt a teprve později, v následující definici, je definována jeho komponenta. Místy se autorka odkazuje na pojmy, které jsou buď příbuzné nebo ekvivalentní zavedeným pojmům a v daných oblastech se běžně používají, ale pro čtenáře oblastí neznalého nemusí být jasné, o co se přesně jedná. Všechny tyto nepřesnosti vedou k horší čitelnosti textu, kde si čtenář musí řadu věcí domyslet, případně dohledat mimo práci.

Angličtina práce je až na pár chybějících členů nebo překlepů na dobré úrovni. Vadou na kráse je snad jen použití zkrácených výrazů, které se u odborných textů nedoporučují, nebo opakovaně chybějící interpunkce u vět končících matematickým výrazem se seznamovým výčtem.

V celé práci autorka uvádí rozsáhlé množství zdrojů, ze kterých čerpala a které čtenáři zároveň poskytují možnost dohledání dalších informací. Samotná bibliografie na konci práce je značně nekonzistentní. Hned u prvního zdroje chybí diakritika u jmen autorů práce. Dále se vyskytují následující nekonzistence: celé křestní jméno vs. počáteční iniciál, příjmení v kapitálkách vs. příjmení malými písmeny, oddělení jmen autorů středníkem vs. čárkou vs. bez oddělení, celý název žurnálu vs. zkratka názvu, uvedení DOI čísla vs. jeho absence i u článků, kde je číslo snadno dohledatelné. V práci se rovněž nachází sekce *List of Abbreviations* a *Attachments*, které jsou prázdné a jedná se nejspíš jen o nevyužité části šablony, které by bylo vhodné smazat.

Celkově mám dojem, že se jedná o tematicky i obsahově velice zajímavé téma a že autorka odvedla velký kus práce při nastudování a propojování jednotlivých oblastí. Sepsání a úprava práce mají však hrubé nedostatky, které vedou místy k velmi špatné čitelnosti práce, což vnímám u prací, které jsou převážně rešerší jako zásadní nedostatek. Tato skutečnost mne vede k hodnocení *Velmi dobře* a to spíše u spodní hranici tohoto stupně.

Textová část práce

lepší OK horší nevyhovuje

Formální úprava	... jazyková úroveň, typografická úroveň, citace		X		
Struktura textu	... kontext, cíle, analýza, návrh, vyhodnocení, úroveň detailu		X		
Analýza			X		

Níže se především detailněji vyjadřuji k poznámkách týkajícím se formální nepřesnosti textu.

- Def. 2: *A path P_n is defined by the set of vertices $V = \dots$ and by $E = \dots$* - co je tedy path? Daný graf, nebo jen množina hran? Klíčové pro Def 25 později.
- Def. 5: *A **graph** $G = (V, E)$, is a **directed graph** defined by...* - způsob, jakým je definován v práci graf je nekompatibilní s tím, že directed graph je jeho speciálním případem.
- Def. 6: Řez je zde definován jako rozklad vrcholů $(U, V \setminus U)$. V sekci 4.1.2 se o něm mluví jako o množině hran indukované tímto rozkladem.
- Def. 10: *...a real n -dimensional matrix...* - to by znamenalo, že matice je dimenze $n \times n$, přitom je buď $n \times s$ nebo $s \times n$, přičemž také není patrné, o kterou z těchto variant se jedná.
- Def. 13: *...if its running time can be expressed...* - Nikde v sekci 1.3 se neobjevuje, co se přesně myslí pojmem *running time*, konkrétně že mluvíme o počtu základních jednotek operací, a ne třeba o počtu sekund, hodin, apod. Nevnímám bych jako problém, kdyby se s pojmy pracovalo na intuitivní rovině a v prvním odstavci sekce 1.3 se neuvádělo *...this section provides formal definitions...*
- Def. 16: *...polynomial time computable function...* - není nikde formálně ani neformálně řečeno, co znamená polynomial time computable. Opět vnímám v kontextu odstavce v sekci 1.3 jako nepřesnost, která by se měla ošetřit aspoň poznámkou pod čarou.
- věta pod Def. 16: *Stating that $L_1 \leq_p L_2$ means that L_2 is **at least as difficult** as L_1 .* - Co se tím přesně myslí? Pokud p je v $\Theta(n^{1000})$, výpočetní čas L_1 je v $\Theta(n^{50})$ a výpočetní čas L_2 je v $\Theta(n^2)$, poté L_1 je jistě těžší než L_2 , ikdyž existuje redukce.
- Def. 19: Samotná definice neobsahuje všechny komponenty pro popis třídy PLS, především trojici algoritmů, která je doplněna až pod definicí. Navíc aby se jednalo o PLS, tyto algoritmy by měly běžet v polynomiálním čase, což není ani později uvedeno.
- Def. 9, 20, 21, 24: Nekonzistentní používání Γ , *Game* a $\Gamma(N, S, u_1, \dots, u_n)$. Doporučil bych dále používat $\Gamma = (N, S, u_1, \dots, u_n)$.
- Def. 23: Definuje se *w-potenciál*, nikoli *Weighted potential game*.
- Def. 25: V celé definici (kromě názvu) se neobjevuje pojem *network congestion game*, který je definován. Dále: *...the strategy set S_i corresponds to the set of paths...* - Z Def. 24 mají strategie v S_i odpovídat resources, které mají v této definici být hrany grafu. Path však je buď graf, nebo množina hran.
- Def. 26: Kromě názvu se v definici neuvádí pojem *Rosenthal potential*, což si nicméně čtenář může domyslet. V definici potenciálu se používá výraz $c^r(s)$, který není definován.

Textová část práce - pokračování

lepší OK horší nevyhovuje

- Def. 28: Výrazy $H(s)$ a $Z(\beta)$ nejsou v definici upřesněny. $H(s)$ si čtenář domyslí z předchozí definice, výraz $Z(\beta)$ nalezne až v následující definici.
- Def. 29: V definici je suma přes výrazy $s: V \rightarrow \{1, -1\}$. Jedná se o $\sigma: V(\mathbb{L}) \rightarrow \{1, -1\}$? A co se myslí výrazem $v(\mathbb{L})$ pro $\mathbb{L} = \{(i, j) \mid 1 \leq i, j \leq L\}$? Veškerá notace by měla být vždy v definici popsána.
- Def. 30: Působí spíše jako intuitivní shrnutí 4.1.3, než formální definice. Bez 4.1.3 by člověk nemohl domyslet, co definice přesně říká.
- Def. 31: Není řečeno, co z definice je vlastně *logit dynamics*.
- Thm 2.3.1: ... *with Φ potential*. - Znak Φ označuje jak obecný potenciál, tak Rosenthalův potenciál. Z kontextu a následného důkazu čtenář domyslí, ale mohlo by být lépe rozlišeno.

Výše uvedené poznámky k definicím mají různý stupeň závažnosti a některé je možné vnímat pouze jako návrh k vylepšení čitelnosti textu nebo osobní preference oponenta.

Z dalších poznámek k práci bych uvedl doporučení uvádět zdroje na začátek, místo na konec kapitol a sekcí, nebo uvádět citace definic a vět ve stylu *as in Definition 20* namísto *as in 20*, protože v tištěném textu bez hyperodkazů nemusí být vždy zřejmé, zda se odkazujeme na Definition 20, či Theorem 20.

Implementační část práce

lepší OK horší nevyhovuje

Nebyla součástí práce.

Celkové hodnocení Velmi dobře
Práci navrhuji na zvláštní ocenění Ne

Datum 10. května 2024

Podpis