

Posudek oponenta na disertační práci

Název **Classes of Boolean Formulae with Effectively Solvable SAT**

Autor **Václav Vlček**

Posuzovaná práce se týká tříd Booleovských formulí ve tvaru CNF, pro které lze test splnitelnosti provést v polynomiálním čase kombinací jednotkové rezoluce (unit resolution) nebo jejích zobecnění a omezeného prohledávání stromu možných ohodnocení. Zkoumané třídy podstatným způsobem zobecňují Hornovské formule a některé z nich zahrnují 2-SAT.

Třída SLUR byla definována v [31] jako třída formulí, pro které je test splnitelnosti proveditelný v polynomiálním čase libovolnou instancí určitého nedeterministického postupu. Nedeterminismus v tomto případě nezvyšuje složitost vlastního testu splnitelnosti, protože je požadováno, aby libovolná posloupnost nedeterministických kroků vydala správný a ověřitelný výsledek. Protože je výstup algoritmu ověřitelný, může být použit pro širší třídu formulí než je SLUR. V tomto případě je ale možné, že výpočet skončí chybou. Nedeterminismus v definici SLUR vede k tomu, že příslušnost formule do třídy SLUR je coNP úplný problém. Tento výsledek je obsahem kapitoly 3 předložené práce a V. Vlček je spoluautorem článku [11], kde byl výsledek publikován.

V kapitole 4 jsou studovány třídy, které rozšiřují třídu SLUR do nekonečných hierarchií. První dvě z těchto hierarchií jsou $SLUR(i)$ a $SLUR * (i)$, které byly publikovány a zkoumány v článcích [11] a [4], jejichž spoluautorem je V. Vlček. Tyto třídy rozšiřují SLUR při zachování lineární složitosti testu SAT. Další hierarchie, $SLUR_i$, byla zavedena a zkoumána v článcích [21, 22] jiných autorů, které navazují na články [11] a [4].

Téma práce patří k aktuálním směrům výzkumu v mezinárodním měřítku. Použité postupy jsou adekvátní řešeným otázkám. Výsledky uvedené v práci byly v okamžiku jejich publikace novými vědeckými poznatky. K nedostatkům práce je třeba uvést, že práce obsahuje na řadě míst chyby, které lze se znalostí kontextu snadno opravit. Seznam nalezených chyb a dalších připomínek je přiložen. Práce, jejíž rozsah je 46 stran, by podle mého názoru měla být zpracována pečlivěji.

Výsledky obsažené v práci jsou jako celek postačující pro disertační práci pro titul PhD, tím spíše, že prokazatelně přispěly k rozvoji výzkumného směru, na kterém se podílí i další nezávislá pracoviště. Je ale třeba vzít v úvahu, že většina výsledků byla publikována v pracích tří nebo čtyř autorů. Pro zhodnocení vlastního přínosu V. Vlčka pro předloženou práci, a tedy k prokázání předpokladů pro samostatnou tvořivou práci, je proto podle mého názoru zapotřebí informace o jeho podílu na citovaných pracích [11] a [4].

Doporučuji práci přijmout jako disertační práci pro titul PhD s výhradami uvedenými výše.

Připomínky

1. Strana 10, řádek 1. U pojmu “input resolution” by měl být odkaz, kde v práci dále je tento pojem používán. Jde například o “nested input resolution” zavedenou na straně 37 dole a použitou v navazující Definici 52.
2. Strana 12, Algorithm 2. Ve větvi pro případ, kdy F není prázdná, je konstruováno ohodnocení t , které je výstupem, ale v algoritmu chybí v této větvi příkaz “return t ”.
3. Strana 13, řádek –18. Formulace “As we mentioned in step 6” odkazuje na krok, kde citované vysvětlení není.
4. Strana 14, Figure 2.2. V textu práce není vysvětleno, jaký význam má znak “@”.
5. Strana 11 – 15, Sekce 2.1 SAT solvers. Jak autor práce uvádí, sekce prezentuje jen základní informace. Kromě základní DPLL se nejpodrobněji věnuje výkladu “implication graph” zavedeného v Definition 15, přičemž analýza tohoto přístupu je ilustrována rozborem příkladu. Z textu není zřejmé, proč právě tento přístup je rozebrán podrobněji. Na druhé straně, pokud je důvod tento přístup analyzovat, není zřejmé, proč je rozebírán pouze na příkladě.
6. Strana 16, řádek 23 – 26. Je diskutována otázka, zda existuje určitá třída formulí se závěrem, že je nepravděpodobné, že by taková třída existovala. Nelze existenci požadované třídy dokazatelně vyloučit, pokud by podmínka, že každá funkce má mít malou reprezentaci, byla formulována přesně?
7. Strana 18. V Algoritmu 3 nikdy neproběhnou příkazy na řádcích 17 – 20, protože pokud není splněna podmínka na řádku 9, pak je splněna alespoň jedna z podmínek, které jsou na řádcích 11 a 14. Podmínky na řádku 11 a na řádku 14 mají být zřejmě negovány.
8. Strana 21, Lemma 26. Na třetím řádku znění lemmatu je slovo “particularly”, které uvozuje další část podmínky, která je v konjunkci s předchozími částmi podmínky a neplyne z předchozích částí. Bylo by tedy vhodnější použít “and” případně “moreover”.
9. Strana 22. Na několika místech je symbol t místo v . Konkrétně na řádcích 3, 4, 18, 20, –13, –10.
10. Strana 23, řádek 13. Z kontextu lze usoudit, že místo $d = b_i^j$ má být $x = b_i^j$.
11. Strana 23, řádek 19. Spojka “therefore” není na místě, protože podmínka $D_k[v, b_i^j = 0] \equiv 1$ or $D_k[v, b_i^j = 1] \equiv 1$ je další fakt, který spolu s předchozím implikuje požadovaný důsledek.

12. Strana 23, řádek –18. Ve výčtu klauzulí chybí $\bar{u} \vee \bar{a}_1$.
13. Strana 26, Theorem 32 je uvedena bez citace, ale pravděpodobně jde o výsledek z [11].
14. Strana 27, řádek 4. V podmínce $C' = C[x = 0] \in F$ má být F' místo F .
15. Strana 28, řádek –10 až –11. Tvrzení “It is the only prime and irredundant CNF representing the given function f ” je uvedeno bez důkazu. Alespoň přibližné vysvětlení, jak se tvrzení dokáže, by bylo na místě.
16. Strana 32, řádek 10 až 12. Ekvivalentní tvrzení je formulováno na straně 30, řádky –8 až –6.
17. Strana 37, řádky 1 až 5. V tomto místě je uvedena alternativní definice třídy SLUR. Pokud je v rámci jedné práce nějaký pojem definován dvěma způsoby, je potřeba druhou definici formulovat jako tvrzení, což v tomto případě není dodrženo. Navíc, formulace, že nová definice pouze přeformulovává původní definici více algebraickým působem, neposkytuje návod, jak nalézt důkaz požadované ekvivalence.
18. Strana 38, řádek 19. V definici $slur_i(F)$ je zapotřebí druhý výskyt relace odvození typu $SLUR : i$ změnit na variantu, která není reflexivní. Tak, jak je definice formulována, není splněna pro žádnou formuli F' , protože lze vždy zvolit $F'' = F'$.
19. Strana 38, řádek –17. Z kontextu vyplývá, že se jedná o třídu $SLUR_i$ a nikoli třídu $SLUR * (i)$.

V Praze, dne 9. 8. 2013.

RNDr. Petr Savický, CSc.