

Oponentský posudok diplomovej práce Ondřeja Zahradníka „Atraktory celulárnych automatov“

Hlavným cieľom predkladanej práce bola implementácia heuristických algoritmov na hľadanie špeciálnych maximálnych atraktorov celulárnych automatov. V práci sú zavedené potrebné definície na popis symbolických dynamických systémov, ktorých špeciálnym prípadom sú celulárne automaty, a je rozvedená teória potrebná na popisanie značne netriviálnych algoritmov Spread a Omega, ktoré umožňujú hľadať posunné atraktory celulárnych automatov.

Algoritmy popisované v práci zobecňujú predchádzajúci algoritmus Omega P. Kůrky a E. Formentiho. Autor diplomovej práce spolupracoval na vývoji zobecnenia tohto algoritmu s obidvomi spomínanými autorami a jeho hlavný prínos vidím v implementácii zobecneného algoritmu vychádzajúceho zo zobecnenej definície celulárneho automatu. Zobecnenie celulárneho automatu spočíva v tom, že sa uvažuje, že celulárny automat nemusí pracovať na priestore všetkých na obe strany nekonečných slov, ale na podmnožinách takýchto slov tvoriacich tzv. „mísici posuny konečného typu“. Nový algoritmus Spread hľadá tzv. invazívne množiny daného celulárneho automatu. Invazívne množiny nájdené pomocou algoritmu Spread sa potom využijú ako vstup pre zobecnený algoritmus Omega, ktorý potom hľadá maximálny atraktor celulárneho automatu na značne menšej množine konfigurácií.

Uvedené algoritmy diplomant implementoval a aplikoval na 256 tzv. elementárnych celulárnych automatov. Pretože (ako je v práci ukázané) nie je algoritmicky rozhodnuteľné či daná množina slov je invazívna, tak sa algoritmus Spread nemusí zastaviť. Podobne algoritmus Omega sa nemusí pre daný celulárny automat zastaviť. Elementárne celulárne automaty boli rozdelené do 89 tried. Pre 51 z nich jeho implementácia spočítala maximálne posunné atraktory, u 12 tried zistila, že majú jediný maximálny posunný atraktor a to celú množinu všetkých možných konfigurácií. U zvyšných 26 tried algoritmus nerozhodol. Aj tak sa diplomantovi podarilo nájsť doteraz neznáme atraktory pre niekoľko tried celulárnych automatov.

O kvalite dosiahnutých výsledkov svedčí i to, že sú súčasťou článku zaslaného do časopisu.

K práci mám niekoľko pripomienok:

1. Teória dynamických systémov a celulárnych automatov je v práci podaná veľmi zahustene, iba s minimom motivácií a príkladov. Obšírnejší popis zavádzaných pojmov a príklady by značne uľahčili čítanie práce.
2. Na mnohých miestach je poznat', že text vznikol prekladom z anglického originálu (napr. str. 12, riadok 5: „.... jsou všechny hrany vedoucí z nějakého vrcholu $v \in V$ označeny jiným písmenem“ malo byť tvrdenie, že pre každý vrchol $v \in V$ sú rôzne z neho vychádzajúce hrany označené rôznymi symbolmi).
3. Na viacerých miestach sú drobné matematické nepresnosti. Napr. na str. 13, riadok 16 je text „Grafy zmíněných posunů jsou zachyceny na obrázku 2.1.“ Ale v predchádzajúcej vete sa spomína posun, ktorý nie sošický a nemôže mať reprezentáciu – graf. V dôkaze na str. 15, riadok 22 chýba predpoklad, že nové stavy $0, \dots, a+b-1$ sa nevyskytujú v Q . Na str. 26, riadok 9 je uvedené „ $u \in X \cap (\Sigma)$ “, ale má tam byť „ $u \in \mathbb{E}(X) \cap (\Sigma)$ “ a pod.
4. Časová zložitosť hľadania silne súvislých komponent grafu je lineárna vzhľadom k súčtu počtu vrcholov a počtu hrán. Na str. 35, riadok 9 zdola je to uvedené chybne, ale neskôr na str. 38 je to už uvedené správne.
5. Najzávažnejšie chyby sú v Tvrdení 3.1 na str. 45. Už v samotnom tvrdení je totožná premenná F použitá na označenie množiny koncových stavov automatu a zároveň na označenie zobrazenia celulárneho automatu. Správne skonštruovaný automat Γ bude mať pre abecedy s viac než dvomi symbolmi iný počet stavov, prechodová funkcia (3.3) sa musí opraviť (nie je

správne ani pre dvojprvkovú abecedu). Chýbajú prechody zo stavov s_x do stavov z $A^{dr} \times Q$. Našťastie implementácia tejto konštrukcie pre dvojprvkovú abecedu A funguje. To znamená, že pre elementárne celulárne automaty program mohol fungovať. Pre automaty s väčším počtom stavov by však už program nefungoval správne.

Uvedené nedostatky sa dajú väčšinou jednoducho odstrániť. Diplomant ukázal, že dokáže efektívne implementovať i veľmi komplikované algoritmy a dobre prezentovať dosiahnuté výsledky. Výsledky práce sú značne netriviálne. Preto hodnotím prácu pána Zahradníka pozitívne a doporučujem ju uznať ako diplomovú prácu.

Kassel, 24.1.2008

