

Posudek vedoucího diplomové práce

Jméno a příjmení autora posudku: RNDr. František Mráz, CSc.

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Lukáš Krtek

Název práce Learning picture languages using restarting automata

Text posudku

Hlavné ciele predkladanej práce boli dva: navrhnuť model dvojrozmerného reštartovacieho automatu vhodný pre učenie obrázkových algoritmov a potom navrhnuť a implementovať algoritmus na učenie obrázkových jazykov z príkladov obrázkov, ktoré do jazyka patria, a obrázkov, ktoré do jazyka nepatria. Samotná úloha učenia obrázkových jazykov je veľmi náročná a na rozdiel od učenia jednorozmerných jazykov v podstate neprebádaná.

Diplomant v práci definoval príbuzné modely dlaždicových automatov, reštartovacieho dlaždicového automatu, sgraffito automatu a navrhol zjednodušenie modelu dvojrozmerného reštartovacieho dlaždicového automatu. Navrhnutý model dvojrozmerného reštartovacieho automatu s obmedzeným kontextom je založený na prepisovaní symbolov (pixelov obrázku) na základe bezprostredného okolia daného pixelu bez ohľadu na obsah obrázku, ktorý je vzdialený od prepisovaného pixelu. Tým sa jeho model líši od reštartovacieho dlaždicového automatu i od sgraffito automatu.

Nový model vykazuje veľmi dobré vlastnosti. Jednak umožňuje jednoducho definovať automaty prijímajúce “jednoduché” obrázkové jazyky. Myslím tým, že jazyky, ktoré sú jednoduché na popis pre človeka, majú prirodzenú jednoduchú definíciu v jeho novom modeli. Ďalej sa ukázalo, že trieda jazykov rozpoznávaných takýmito automatmi je uzavretá na mnoho základných operácií ako sú zjednotenie, prienik, projekcia, zreťazenie.

Pri porovnávaní svojho modelu so známymi dvojrozmernými automatmi diplomant dokázal prekvapivý výsledok, že jeho automat je rovnako silný ako dvojrozmerný sgraffito automat, ktorý však funguje úplne odlišne.

V ďalšej časti práce autor navrhol algoritmus rozpoznávania obrázkov popísaných jeho modelom a potom algoritmy na učenie obrázkových jazykov, ktoré využívajú dvojrozmerný reštartovací automat s obmedzeným kontextom ako reprezentáciu pre učenie automaty.

Samotný problém, či daný dvojrozmerný reštartovací automat s obmedzeným kontextom prijíma daný obrázok je NP-úplný. Preto aj učenie obrázkových jazykov je výpočtovo veľmi náročné. Diplomant navrhol niekoľko variantov reprezentácie takéhoto automatu, ale aj tak bolo učenie veľmi pomalé. Preto jeho implementovaný program nakoniec umožňuje výber z niekoľkých parametrizovaných reprezentácií a niekoľkých heuristik. Práca ukazuje, že s využitím týchto vylepšení je možné učiť jednoduché obrázkové jazyky v rozumnom čase.

K práci nemám žiadne pripomienky až na chýbajúce zátvorky vo vzorci v Defínícii 13 na str. 15. Práca je napísaná veľmi čitateľne výbornou angličtinou s minimom gramatických chýb. Matematické dôkazy sú robené s nadhľadom, ale s dostatočnou hĺbkou. Všetky tvrdenia sú zdôvodnené a algoritmy sú precízne popísané. Po odbornej stránke má práca vysokú úroveň. K práci je priložený program, ktorý dovoľuje robiť experimenty s učením obrázkových jazykov. Program sa jednoducho používa a umožňuje napríklad krokovať prijímajúce výpočty a testovať ručne skonštruované alebo strojovo naučené automaty.

Doporučení k obhajobě

Z výše uvedených dôvodů práci *doporučuji* k obhajobě.

Soutěž studentských prací

Vynikající práce vhodná soutěže studentských prací: **ANO**.

Predložená práca má vysokú úroveň. Výsledky práce týkajúce sa nového modelu automatu na rozpoznávanie obrázkových jazykov, ktoré diplomant dosiahol, boli vo forme článku podané na medzinárodný workshop *Non-Classical Models of Automata and Applications (NCMA 2014)* s tým, že ďalšie výsledky práce týkajúce sa samotného učenia obrázkových jazykov sú vhodné na ďalšiu samostatnú publikáciu. Preto doporučujem prácu napr. do súťaže o *“Cenu děkana Matematicko-fyzikální fakulty UK za nejlepší bakalářskou nebo diplomovou práci.”*

V Praze dne 19. 5. 2014

Podpis: