

Posudek diplomové práce

Matematicko-fyzikální fakulta Univerzity Karlovy

Autor práce Ivan Rychtera
Název práce Learning picture languages using picture-to-string transformations
Rok odevzdání 2023
Studijní program Informatika **Studijní obor** Umělá inteligence

Autor posudku František Mráz **Role** vedoucí
Pracoviště Katedra softwaru a výuky informatiky

Text posudku:

Práce sa zaoberá problémom reprezentácie a učenia formálnych obrázkových jazykov. Obrázky sú vlastne dvojrozmerné tabuľky symbolov, kde jeden symbol zodpovedá farbe jedného pixelu. Cieľom práce bolo navrhnúť reprezentáciu obrázkového jazyka pomocou prevodu dvojrozmerného obrázku na jednorozmerný reťazec symbolov, ktorý je potom prijatý alebo zamietnutý automatom pracujúcim nad jednorozmernými vstupmi, napr. konečným automatom.

Autor, inšpirovaný článkom D. Kuboňa a F. Mráza z r. 2020, navrhol veľmi obecný model prevodu obrázku na reťazec skladajúci sa zo skenovacej postupnosti, podľa ktorej sa po obrázku pohybuje okienko a v každej pozícii sa vybrané symboly z okienka prepisujú do reťazca. Obsah okienka je potom ešte transformovaný nejakou funkciou na reťazec, ktorý sa pripojí ku generovanému výstupnému reťazcu. Takto získaný reťazec je potom vstupom pre automat, ktorý rozhodne, či pôvodný obrázok patrí do daného obrázkového jazyka.

Takýto obecný model môže jednoducho simulovať iné známe modely automatov rozpoznávajúce obrázkové jazyky. Autor ukázal, ako je možné jeho modelom simulovať vracajúci sa automat (returning finite automaton) a húsenicový automat (boustrophedon automaton).

Navrhnutý model je možné učiť. Do učenia sa dá zahrnúť skenovacia stratégia, ktorá závisí iba na rozmeroch obrázku, funkcia transformujúca obsah okienka na reťazec a nakoniec i automat rozpoznávajúci reťazce. Pre zjednodušenie, autor vybral iba niekoľko skenovacích stratégií a dve metódy prepisovania obsahu okienka na reťazec. Ako automaty rozpoznávajúce jednorozmerné reťazce uvažoval deterministické konečné automaty a tiež lokálne testovateľné jazyky.

Na učenie automatov rozpoznávajúcich reťazce sa potom dajú využiť známe algoritmy na učenie konečných automatov z pozitívnych a negatívnych príkladov alebo učenie lokálne testovateľných jazykov z pozitívnych príkladov.

Autor implementoval navrhnutú reprezentáciu obrázkových jazykov a vybrané algoritmy učenia regulárnych a lokálne testovateľných jazykov v jazyku Python. Učenie obrázkových jazykov potom

otestoval na vybraných obrázkových jazykoch a porovnal presnosť naučenia obrázkových jazykov.

Práca je napísaná slušnou angličtinou. Navrhnutý model je formálne popísaný a je dokázané, že tento model môže simulovať vracajúci sa a húsenicový automat. Vybrané modely prevodu obrázku na reťazec a učenie automatov nad jednorozmernými vstupmi sú v experimentálnej časti práce dôkladne porovnané na vybraných obrázkových jazykoch a aj ich variantoch so šumom. Prekvapivým výsledkom je, že transformácia obsahu okienka na reťazec silne ovplyvňuje presnosť učenia obrázkových jazykov. Prevod, ktorý celý obsah okienka zakóduje do jediného symbolu z veľkej abecedy, umožňuje oveľa efektívnejšie a presnejšie učenie obrázkových jazykov, než keď sa obsah okienka jednoducho prepíše do reťazca nad malou abecedou.

Vysoká úroveň dosiahnutých výsledkov bola potvrdená prijatím článku, ktorý je z väčšej časti postavený na výsledkoch z predloženej diplomovej práce, na konferenciu IBERAMIA 2022 so zborníkom publikovaným v Lecture notes in computer science.

K práci nemám zásadné pripomienky. Práca stanovené ciele zadania splnila a bude dobrým základom pre ďalší výskum učenia obrázkových jazykov. Preto odporúčam, aby práca Bc. Ivana Rychtery bola uznaná ako diplomová práca.

Práci doporučuji k obhajobě.

Práci nenavrhuji na zvláštní ocenění.

V Praze dne 25. 1. 2023

Podpis: