

## **Posudek oponenta bakalářské práce:**

*Bakalářské práce: Congruences on Finite Automata*

*Autor bakalářské práce: Nela Grimová*

Bakalářská práce Nely Grimové se zabývá problematikou teorie kongruencí na konečných automatech. Studentka se zaměřila hlavně na problematiku jejich konstrukce. Je zajímavé, že kongruence jsou základním matematickým nástrojem při vyšetřování vlastností, hodnocení a dalších operací s konečnými automaty již více než 60 let, přesto publikace zabývající se jejich jejich explicitní konstrukcí a výpočtem se objevují pouze zřídka.

Po úvodní kapitole studentka uvedla výchozí definice a zavedla nezbytné formální struktury. Krátká třetí kapitola s přehledem stavu problematiky je zaměřena hlavně na Myhill-Nerodovu větu a publikace s metodami hledání minimálních konečných strojů. Vlastnostem automatových kongruencí a výstupních automatových kongruencí je věnována 4. kapitola. V této kapitole je uvedena i klíčová věta 4.4.3 včetně důkazu, na které jsou dále uvedené algoritmy založeny. V kapitole páté je pak uveden algoritmus konstrukce elementární automatové kongruence pro daný pár stavů. Tento algoritmus je centrálním bodem předložené práce. Studentka uvedla nejen algoritmus a jeho urychlenou modifikaci, ale pro algoritmus formálně dokázala jeho korektnost a asymptotickou složitost. V následujících dvou kapitolách je popsána softwarová implementace v jazyku MATLAB a provedené experimenty. V předposlední kapitole je uveden další algoritmus pro konstrukci nejmenší automatové stavové kongruence obsahující danou relaci.

Po formální stránce se jedná o standardní práci rozsahu 31 stran se sadou příloh dokumentující provedené experimenty. Práce má standardní grafickou úroveň, i když s řadou nedokonalostí ve formátování (např. sekce 4.4.2). Rovněž jsem byl překvapen nestandardním uvedením vět a jejich důkazů v oddělených sekcích. Práce obsahuje spíše menší rozsah seznamu 10 referencí a není zřejmé, zda se studentka pokusila nalézt další publikace s řešenou problematikou. Velmi si vážím toho, že práci napsala studentka v angličtině, i když slovosled některých vět je na hranici čitelnosti (str. 18 „... will belong to i.e. the same...“, str. 21 „we have to the first element“, str. 23 „we have to assign as the first element“). Vedle několika překlepů (str. 17 „pq,r“, str. 11 záměna sigma a rho) práce obsahuje řadu chybně uvedených slov (transition, verticles, decomposition, initalization, summerize). Práce obsahuje i softwarovou implementaci okolo 300 řádků v jazyku MATLAB, která je přepisem uvedených algoritmů.

Ohodnocení práce není v tomto případě jednoduché. Velmi fandím tomu, že studentka se na FEL ČVUT netradičně věnuje čistě matematickému přístupu a důkazům problematiky algoritmů z domény konečných automatů s ověřením softwarovou implementací. Jednoznačně studentka ukázala schopnosti vést formální matematické důkazy a schopnost se orientovat v nelehké problematice kongruencí, i když dle mne trochu zanedbala provedení rešerše. V některých aspektech je práce trochu nevyvážená (jednoduché věci jsou v práci uvedeny, na složitější struktury a jejich vlastnosti studentka

pouze referencuje). Pokud by práce měla být více rigorózní, pak mělo určitě smysl formalizovat a uvést vlastnosti použitých struktur algoritmu v kapitole 5. Sémantika struktur  $n, d$  není totiž ihned zřejmá (formulace „the next state within“ či „furtherst“ mohou mít více interpretací). Podobně nemá smysl uvádět tzv. první, poslední, následující prvky pro abstraktní strukturu množina.

Do případné diskuse bych navrhoval následující témata:

1. Sémantická interpretace struktur  $n, f, l, d$  algoritmu 5 (např. z pohledu teorie grafů). Důkaz 5.3.2.2. o tom, že algoritmus konstruuje kongruenci, by měl totiž být veden z pohledu těchto struktur a jejich vlastností, tj. že forma a obsah struktur  $n, f, l, d$  splňuje vlastnosti zvolené reprezentace relace kongruence.
2. Jakým způsobem byla ověřena správnost elementárních kongruencí generovaných generovaných softwarovou implementací?
3. Jakým způsobem se řeší (ne)jednoznačnost elementární statové automatové kongruence?
4. Jaké jsou možnosti konstrukce neelementárních kongruencí?

Vzhledem k výše uvedeným bodům a k celkovému přístupu studentky Nely Grimové k řešení úkolů bakalářské práce si ji dovoluji ocenit známkou

**Velmi dobře (B).**

V Praze 9. června 2015

Ing. Radek Mařík, CSc.  
Katedra telekomunikační techniky, FEL ČVUT Praha