

# Zbyšek Gajda: Evolutionary Approach to Synthesis and Optimization of Ordinary and Polymorphic Circuits

## Posudek

### Aktuálnost

Podpora návrhu elektronických obvodů je už od šedesátých let jedním z hnacích momentů rozvoje informačních technologií a souvisejících oborů, například diskrétní matematiky. Proto práce, která rozvíjí techniky kombinatorické optimalizace a její nasazení pro návrh číslicových obvodů, zapadá do tohoto rámce výborně.

Logická syntéza – to jest převod popisu na úrovni registrových přenosů do popisu na úrovni hradel nebo tranzistorů – byla předmětem intenzivního výzkumu v sedmdesátých až devadesátých letech. Její automatizované formy se staly standardní průmyslovou praxí. Není však příliš známým faktem, že tyto standardní procesy na některých obvodech žalostně selhávají, a že se metody logické syntézy stávají předmětem obnoveného zájmu. Zároveň se ukazuje, že i takto zavedený obor musí být otevřen novým paradigmatům. Proto je předkládaná práce skutečně aktuální.

### Přínos

Přínos práce lze zhruba rozdělit do následujících oblastí: rozvoj kartézského genetického programování, přínos k syntéze a optimalizaci číslicových obvodů a přínos k syntéze polymorfních obvodů.

### *Kartézské genetické programování*

V oblasti kombinatorické optimalizace se setkáváme se dvěma druhy prací. Za prvé jsou to práce obecné, které se především snaží ukázat mocnost a eleganci metody, zpravidla její aplikací na nějaký atraktivní problém. Řešené instance jsou natolik malé, že dovolují srovnání s ručním návrhem. Za druhé jsou to práce aplikační, které mají za cíl především dobře řešit daný problém. Jsou méně efektní, avšak pro praxi užitečnější. Velikost řešených instancí zpravidla nedovoluje zjištění exaktního optima. V práci autor oba přístupy úspěšně kombinuje. Spatřuji následující přínosy:

- Nová *strategie výběru* s prokázanou účinností a zajímavými vlastnostmi.
- Nové prvky vyhodnocení zdatnosti: *zkrácený výběr* a *související přeuspořádání učící sady*. Zde je možná autorův přístup přínosnější, než je uváděno. Původní měření zdatnosti jako počtu správných řádků pravdivostní tabulky zavedli bez diskuse Kalganová a Miller. Nemůže vystihovat jakoukoliv rozumnou vzdálenost od správného řešení a proto je možné, že tvoří klasickou zavádějící (deceptivní) funkci, jak ji známe z vývoje genetických algoritmů. Zdánlivě nevýhodná redukce zdatnosti na jeden bit tak může odstranit škodlivý vliv takové funkce. (Děkuji Petru Fišerovi za diskusi k tomuto tématu.)
- Zavedení *konstruktivní a iterativní fáze*, známé z lokálních heuristik, do kartézského genetického programování a prokázání jejich prospěšnosti.

### *Syntéza a optimalizace obvodů*

Syntézní a optimalizační procedury, vzniklé nasazením kartézského genetického programování, mají některé nové a významné vlastnosti. Jednou z nejzajímavějších je, že procedura může dát (s nenulovou pravděpodobností) jakýkoliv obvod jako výsledek. Toto se nedá tvrdit o klasických

dekompozičních postupech. Kvantitativní výsledky jsou velmi slibné, někdy až průlomové a již nyní můžou sloužit jako referenční body pro další výzkum v této oblasti

### ***Syntéza a optimalizace polymorfních obvodů***

Situace v oblasti návrhu polymorfních obvodů je zřetelně odlišná od obecných číslicových obvodů. Použitelných návrhových postupů je známo jen málo. Přínosy autora v této oblasti jsou:

- Zavedení *polymorfních rozhodovacích diagramů* a návrhových postupů na nich založených.
- Aplikace kartézského genetického programování na tento problém.
- Vytvoření souboru zkušebních úloh, zřejmě prvního v této oblasti.

### **Publikace**

Tři hlavní oblasti autorova přínosu představují zároveň tři různé komunity. Těžiště autorových publikací zřejmě leží v polymorfních obvodech. Autor zřejmě uspěl nejen v okruhu lidí, kteří se na tuto oblast specializují, ale vzbudil i širší zájem, soudě podle citací. Rovněž jeho přínos ke kartézskému genetickému programování byl publikován v kvalitních médiích (světové IEEE konference, kapitola knihy u Springeru). V této komunitě je autor i citován (Miller). V jinak obsáhlém seznamu kvalitních publikací poněkud schází prezentace syntézy obecných číslicových obvodů. V této oblasti je, z uvedených již důvodů, mnohem obtížnější situace. Je zde menší zájem o inovativní detaily postupu, více o postupy prakticky demonstrováné. Ve svém celku však publikační činnost více než vyhovuje.

### **Shrnutí**

Autor svou disertační prací a publikacemi jednoznačně prokázal svou erudici na tomto poli. Jeho disertační práce odpovídá obecně uznávaným požadavkům k udělení akademického titulu.

Jan Schmidt

Praha, 8. 5. 2011