

# Martin Pilát: Evolutionary Algorithms for Multiobjective Optimization

## (vyjádření školitele doktorské disertační práce)

Tématem předkládané práce jsou návrhy nových vícekriteriálních evolučních algoritmů, které patří k nejefektivnějším metodám řešení problémů vícekriteriální optimalizace. Oblast vícekriteriálních evolučních algoritmů patří k aktuálním oborům, které se v poslední době velmi rozvíjejí jak v oblasti teorie a návrhu algoritmů tak i v praktických aplikacích. Hlavním cílem práce je návrh takových algoritmů, které snižují počet evaluací účelové funkce použitím náhradních modelů, jež představují efektivní aproximaci původní účelové funkce.

Struktura práce je následující: V první části autor předkládá přehled daných oblastí se zaměřením na vícekriteriální evoluční algoritmy a náhradní modelování. Vlastní přínos práce je uveden v kapitolách 6-9. Během tří kapitol autor postupně navrhne několik typů evolučních algoritmů pro vícekriteriální optimalizaci, které využívají náhradní modelování v různém kontextu. V deváté kapitole je pak tento přístup aplikován na řešení problému metaúčení pomocí rozšíření jednokriteriálního problému na vícekriteriální a efektivního využití navržených algoritmů.

Hlavní původní výsledky práce jsou následující:

- Vytvoření obecné skupiny algoritmů, které začleňují agregované náhradní modely účelové funkce do rámce evoluční vícekriteriální optimalizace. Návrh algoritmů ASM-MOMA a LAMMA využívá memetické operátory, které řídí prohledávání na základě informací náhradního modelu. Náhradní modely v tomto kontextu odhadují vzdálenost od známých nedominovaných řešení. Algoritmy řeší problém přiblížení řešení Paretově frontě pomocí lokálního prohledávání. Součástí návrhu je i odhad časové náročnosti algoritmů.
- Řešení souvisejících problémů předčasné konvergence a malé diverzity populace evolučního algoritmu pomocí mechanismu předvýběru vhodných kandidátů. Autor navrhuje dva typy předvýběru založené na náhradním modelování, jeden z nich, SBMO-ES, vybírá kandidáta na nejlepší možné řešení, druhý, LSPS-MOEA, využívá klastrování a dominanci podle jednotlivých kritérií pro výběr více vhodných kandidátů. Hlavní význam předvýběru se projevuje u problémů s drahou účelovou funkcí (ať již ve smyslu časové náročnosti zjištění hodnot fitness funkce, praktické proveditelnosti či skutečné ceně).
- Návrh mechanismu pro výběr vhodného náhradního modelu. Jelikož se ukazuje, že tradiční míry chyby modelů nejsou často v kontextu náhradního modelování pro vícekriteriální optimalizaci vhodné, autor navrhuje využití několika dalších indikátorů úspěšnosti modelu, které začleňuje do navržených algoritmů. Výsledný algoritmus je schopen dynamické volby vhodného náhradního modelu.
- Využití navržených algoritmů pro těžký problém z oblasti metaúčení – nalezení vhodného nastavení parametrů klasifikačních modelů. Součástí návrhu je převedení problému jednokriteriální optimalizace na vícekriteriální zavedením dalších účelových funkcí. Tyto funkce odstraňují typický problém metaúčení klasifikátorů, rozsáhlé oblasti podobných hodnot pro různá nastavení parametrů.

- Zevrubné otestování veškerých algoritmů na standardních benchmarkových datových množinách ZDT a WFG. Experimenty potvrzují odhady z teoretické části práce, prokazují zlepšení navržených algoritmů v porovnání se standardně používanými metodami v oblasti počtu vyhodnocení účelových funkcí. Zároveň experimenty ukazují, na jakých typech dat je navržené algoritmy výhodné použít. Experimenty s metaúčením ukazují vhodnost tohoto přístupu v kombinaci s multiobjektivizací pro nastavování parametrů modelů strojového učení.

Martin Pilát prokázal v průběhu celého doktorského studia schopnost samostatné vědecké práce na mezinárodní úrovni. Výsledky publikované v předkládané práci jsou podloženy článkem v impaktovaném časopise a publikacemi na hlavních světových konferencích z oblasti evolučních algoritmů (GECCO, CEC). Konferenční příspěvky jsou vesměs publikovány v renomovaných nakladatelstvích Springer, ACM a IEEE a přinášejí i citační ohlas. O kvalitě Martinova výzkumu svědčí i nedávná stáž na špičkovém pracovišti INRIA v Paříži.

Na základě všech uvedených skutečností považuju předkládanou práci Martina Piláta „Evolutionary Algorithms for Multiobjective Optimization“ za velmi kvalitní a doporučuji ji k obhajobě a udělení titulu Ph.D.



V Praze dne 10. srpna 2013

Mgr. Roman NERUDA, CSc.