

# Oponentní posudek disertační práce

Název dizertační práce: **Algoritmus s pravděpodobnostním směrovým vektorem**

Doktorand: **Ing. Jan Pohl**

Pracoviště: **ÚAMT, FEKT, VUT Brno**

---

## Aktuálnost tématu, slučitelnost s oborem disertace, obsah a struktura práce:

Doktorand si zvolil bezesporu **velmi užitečné a aktuální téma**, které se týká vlastního návrhu robustní optimalizační metaheuristiky označené jako PVD (*Probability Direction Vector*) a příslušných modifikací. Téma disertační práce je více-oborové a spadá jak do oblastí matematické optimalizace a aplikované informatiky, tak do oblasti výpočetní inteligence či soft computingu. Téma disertační **práce i předložený obsah odpovídá oboru disertace**. Vlastní dílo doktoranda zahrnuje textovou část, programové realizace, experimentální část, vč. souhrnu datových podkladů a výsledků. V tomto pohledu je třeba hodnotit celkový rozsah, obsah a výsledky předložené disertační práce.

Textová část disertační práce je rozdělena do čtyř kapitol, vč. závěru (kap. 4). Kapitola *Současný stav problematiky* (kap. 1) slibuje informace o optimalizačních technikách, jejich stručný popis a vysvětlení potřebných pojmů. Protože tato kapitola má zjevně, kromě pojmové části, reprezentovat rešeršní činnost a tedy rozhled doktoranda v dané oblasti, musím tuto kapitolu hodnotit jako přinejmenším méně zdařilou. Jako příklad uvedme podkapitolu *Základní pojmy* (část 1.1.4), která poměrně nelogicky popisuje dělení optimalizačních metod. Pozitivně hodnotím začlenění algoritmu SOMA z produkce prof. Zelinky, i použitelně střídmy popis "konkurenčních" algoritmů. Podkapitola *Základní pojmy fraktální geometrie* uvádí čtenáře do světa afinních transformací a IFS, její přímé využití je však sporné. Navazující kapitola *Navržený algoritmus* (kap. 2) je vlastním popisem přínosu autora, a tedy představuje **disertační jádro** předložené práce. Popis je **srozumitelný, logický a umožňuje reprodukovatelnost** navrženého algoritmu. Výtkou je občasná nekorektnost formulací. Prakticky přínosný je souhrnný popis parametrů algoritmu (podkapitola 2.4). Předposlední kapitola *Výsledky disertační práce* (kap. 3) prezentuje experimentální činnost autora vedoucí k ověření vlastností třídy navržených algoritmů. Součástí je optimalizace vybraných parametrů algoritmů. Jádrem komparace je sada tzv. testovacích funkcí, což považuji za dobrou volbu a velkou výhodu vzhledem k možnosti dalších srovnání. V důsledku tato kapitola představovala nemalé časové zatížení autora. K realizaci experimentů byly využity vlastní programové kódy navržené v jazyce Matlab (m-code). Doktorand vhodně rozpoznal vlastnosti testovaných dat. Pro důkaz efektivity navržených algoritmů v dané třídě optimalizačních úloh, byl zvolen neparametrický test Kruskal-Wallis. Podkapitola (3.6) prezentuje další případy optimalizačních úloh vs. algoritmu PDV a jeho derivátů. Příklad (část 3.6.2) lze považovat za nevhodný vzhledem k triviálnímu rozsahu prezentované úlohy, příklady (část 3.6.1) a (část 3.6.3) lze považovat za vhodné a praktičtěji orientované úlohy. Podkapitola *Návrh řídicích parametrů* vhodně dokresluje zájem autora o optimalizaci vlastního algoritmu. V *Závěru* (kap. 4) jsou na základě získaných statistik vhodně shrnuty dosažené výsledky a diskutováno nastavení algoritmů. Závěr i předešlé dvě kapitoly **naplňují** v domněně popisu stanovené **cíle disertační práce**.

## Technická úroveň zpracování:

Jde o disertační práci. V tomto duchu si dovolím tvrdit, že by si zasloužila druhé čtení. Uvádět drobné překlepy, či typografické nesrovnalosti nepovažuji za nutné. Grafickou formu práce, tabulky, seznamy apod. hodnotím pozitivně. Drobná výtka je ke grafům 3.1 až 3.17, resp. velikosti jejich popisu. Obrázky příloh jsou graficky velmi pěkně vyvedené. Kázeň matematické sazby je do značné míry určena i prostředím. Práce s referencemi je odpovídající, drobný nesoulad bych viděl například v použití referencí str. 16 [52], str. 17 [41]. Technická úroveň práce splňuje uznávané požadavky. Stran programátorské části jsou potěšující komentáře ve zdrojovém kódu.

## Výsledky práce a nové poznatky, které práce přináší. Publikační činnost ve vztahu k disertačnímu jádru:

**Práce prezentuje původní optimalizační algoritmus PDV a jeho deriváty.** Je zjevným faktem, že navrhnout zcela nový optimalizační algoritmus založený na zcela nových principech, je v současnosti velmi obtížné. V tomto pohledu lze konstatovat následující fakta: 1) skupinu navržených algoritmů PDA lze považovat za původní a **publikačně zajištěnou** (publikace ve Scopus, WoS). 2) prezentované algoritmy lze chápat jako evoluční vývoj, či hybridizaci již známých principů. Tato skutečnost snižuje význam disertačního jádra práce. V současnosti je poměrně obtížné navrhnout zcela nový a obecný optimalizační algoritmus. Přístup ke srovnání navrženého algoritmu s "konkurenty" vede k jistému potvrzení *free lunch* teorému.

## Připomínky a otázky pro obhajobu:

1. Úvod Vaší práce, kde v prvním odstavci tvrdíte "*Algoritmy s deterministickým přístupem jsou minoritní a nehodí se pro řešení složitých optimalizačních úloh.*", může být pro mnohé příznivce matematické optimalizace či operačního výzkumu značně frustrující. Můžete upřesnit význam pojmů *minorita* a složitá *optimalizační úloha*?
2. Prezentujte souhrnně tabulkou, grafem, apod. dělení optimalizačních algoritmů s využitím kap. (1.1.4).
3. [str. 16]: *Mathematical programming* je podle Vás metoda?! Co jsou klasické metody matematické optimalizace?
4. [str. 29, 34]: Proč není ve vašem případě vhodné použít pojem množina (2.4), (2.24)?
5. [str. 31]: Proč používáte pro výběr koeficientu  $p$ , váženou ruletu? Jaký je biologický význam funkce *fitness*?
6. [str. 32,40]: Pojem "koeficienty setrvačnosti" nepovažuji za vhodný, oponente (vs. "bonifikace směru").
7. Uvažoval jste o elitní strategii nebo o implementaci principu *taboo search*?
8. [str. 43]: Výpočet (3.2) vykazuje jistý problém. (Podotýkám, že po ověření datového souboru *SA-PDV-2Dtesty.xls*, lze považovat zápis (3.2) jen za velkou nepozornost.)
9. Proč jste nepoužil *Mann-Whitney* test? Proč zmiňujete průměrné hodnoty? Doporučil bych prezentovat výsledky rovněž pomocí box-grafu. Domníváte se, že uvedené definice  $H_0$  a  $H_1$  jsou v dané formě [str. 42] standardní?
10. Popis dle podkapitoly (3.7) považuji za místy problematický, protože nejsou explicitně uvedeny podmínky testů. Můžete je stručně popsat?
11. Stran komparace mohlo být využito i jiných algoritmů než SA a SOMA, rovněž srovnání relativní rychlosti komparovaných algoritmů a jejich asymptotické složitosti by bylo vhodným doplněním, včetně diskuze k robustnosti, založeným na dalších statistických testech. Poznamenejme, že v programovém kódu máte přípravu pro měření času nachystanou (k tomuto bodu nepožaduji diskuzi, ale nebráním se jí).

## Celkový závěr posudku

Doktorand Ing. Jan Pohl v předložené disertační práci popsal vlastní optimalizační metodu PVD a její varianty. Pokud je mi známo, je tato metoda původním dílem autora. Tímto bylo naplněno disertační jádro práce a splněn cíl zadání. Metoda je publikačně zajištěna. Popis metody má logickou strukturu a je reprodukovatelný, vč. zdrojového kódu algoritmu. Autor realizoval rovněž programovou část a vyhodnotil vlastní experimentální výsledky. Jako oponent mám pochopitelně, na rozdíl od školitele, hledat nedostatky práce. Tyto nedostatky i postřehy byly popsány výše, včetně položených dotazů k diskuzi. Práce prokazuje schopnost autora realizovat samostatnou vědeckou práci.

Po zodpovězení dotazů považuji předloženou disertační práci za odpovídající obecně uznávaným požadavkům kladeným k udělení vědecké hodnosti "doktor" ve zkratce titul Ph.D.

Práci **doporučuji k obhajobě.**

V Brně dne 29. 4. 2015

doc. Ing. Radomil Matoušek, Ph.D.

VEDOUcí ODBORU APLIKOVANÉ INFORMATIKY

ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

FSI, VUT V BRNĚ