

## POSUDEK VEDOUcíHO DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Název:** Optimization using derivative-free and metaheuristic methods  
**Autor:** Kateřina Márová

### SHRNUTÍ OBSAHU PRÁCE

Práce je zaměřena na řešení složitých optimalizačních úloh vyskytujících se v technické praxi, formulovaných například ve tvaru ladění parametrů nějakého systému. U takovýchto úloh je potřeba jednak navrhnout způsob, jak měřit kvalitu aktuálních parametrů, a jednak zvolit robustní optimalizační metodu, jež by byla schopna nalézt lepší hodnoty parametrů. Při výběru metody je potřeba brát v potaz i to, že minimalizovaný funkcionál není obvykle dán explicitně, nejsou známy jeho vlastnosti, a výpočet jedné jeho hodnoty je výpočetně velmi drahé.

Autorka se ve své práci zaměřila na optimalizační metodu CMA-ES (Kapitola 2), která je jednou z nejúspěšnějších metod v benchmarku BBOB 2009. Metoda nepoužívá derivace (pouze funkční hodnoty) a je založena na myšlenkách evolučních algoritmů, přičemž pro vytváření nové generace využívá nástroje z teorie pravděpodobnosti a lineární algebry. V práci je metoda CMA-ES detailně popsána, včetně různých modifikací a motivací pro její efektivní fungování. V Apendixu A jsou poté shrnuty poznatky z teorie pravděpodobnosti potřebné ke zformulování a pochopení této metody.

Kapitola 3 je věnována praktické aplikaci a numerickým experimentům. Nejprve autorka vysvětluje problém ladění PID kontrolerů v modelu motoru, k čemuž využívá i poznatků z teorie řízení (základy popsány v Apendixu B) a následně formuluje optimalizační problém. Poté se již věnuje náročným numerickým experimentům zaměřeným na kalibraci účelové funkce (otázka jak měřit kvalitu aktuálních parametrů), ladění algoritmu, a na použití metody CMA-ES pro řešení praktických problémů. Numerické výsledky naznačují, že metoda je použitelná pro řešení uvažovaných problémů a v současné době je programována do simulačního softwaru WAVE, vyvinutého a používaného firmou Ricardo Prague, s.r.o. Poznamenejme, že dříve bylo nutné provádět ladění PID kontrolerů v softwaru WAVE ručně.

### CELKOVÉ HODNOCENÍ PRÁCE

**Téma práce.** Téma práce bylo zpracováno velmi dobře a originálně.

**Výsledky.** Práce je netriviální kompilací převzatých výsledků a používá standardní metody.

**Vlastní příspěvek.** Autorka detailně popsala metodu CMA-ES a vyladila ji pro řešení daného praktického problému. Dokázala popsat a zrealizovat celý proces řešení praktického problému: Popis modelu, formulace a kalibrace optimalizační úlohy, úspěšná aplikace metody pro nalezení numerického řešení.

**Aplikovatelnost.** Výsledky jsou užitečné a aplikovatelné. Jsou přínosem pro praxi.

**Matematická úroveň.** Matematická úroveň práce je velmi dobrá, práce je dobře čitelná.

**Formální úprava.** Formální úprava práce je velmi dobrá, práce obsahuje minimum tiskových chyb.

**Celková úroveň práce.** Velmi dobrá.

Autorka byla motivována praktickou aplikací a pracovala samostatně. Při sledování svého cíle (řešení praktického problému) dokázala použít výsledky z několika oblastí matematiky a informatiky (optimalizace, evoluční algoritmy, teorie pravděpodobnosti, teorie řízení, numerická lineární algebra) a prokázala tak velký přehled a schopnost řešit praktické problémy.

## **ZÁVĚR**

Práci považuji za velmi zdařilou a doporučuji ji uznat jako diplomovou práci. Návrh klasifikace přikládám na zvláštním papíru.

V Praze dne 27. května 2016

RNDr. Petr Tichý, Ph.D.