

# Posudek oponenta

Autor práce: Bc. Tomáš Michálek  
Název práce: Real-time optimization-based control for dielectrophoresis  
Autor posudku: Miloslav Čapek (miloslav.capek@fel...), katedra elektromagnetického pole, ČVUT-FEL

Na základě požadavků na oponentní posudek katedry řídicí techniky FEL-ČVUT v Praze hodnotím jednotlivé body práce samostatně níže. Své otázky připojuji na samotný závěr posudku.

## Formální a jazyková úroveň:

Práce je psána v anglickém jazyce, odpadá tak mj. řada problémů s terminologií. Rovněž je vysázena v (La)TeXu, což oceňuji.

Rozsah práce je na optimální úrovni, stylistice ani gramatice není co vytknout. Práce obsahuje minimum překlepů (kupř. fo > for na str. 47).

## Struktura a členění práce:

Práce je dobře čitelná, informace jsou podávány srozumitelně, v tempu vhodném pro čtenáře s technickým rozhledem. Jednotlivé kapitoly na sebe výborně navazují. Zvláště oceňuji 7. kapitolu, která mi ze všeho nejvíce připomíná část „Discussion“ z odborné literatury. V této kapitole byla zodpovězena řada otázek, které jsem si položil během předchozího čtení (vliv velkého množství částic, uvážení dalších sil, ad.).

Pro snazší pochopení některých partií a pro reprezentaci výsledků je práce doplněna celou řadou ilustrací a grafů, které jsou zpracovány na výborné úrovni. To platí i pro dvojici tabulek. Ani jedna tabulka, a ani žádný obrázek nejsou prezentovány samoučelně – vždy obsahují dostatek informací, které jsou podstatné pro pochopení výkladu.

## Přehled dostupné literatury a relevantních zdrojů:

Text je doplněn dostatečným počtem referencí, ty jsou správně vysázeny. Z textu je zřejmé, že se s těmito publikacemi diplomant skutečně seznámil a umí s nimi pracovat.

## Způsob řešení a tvůrčí zpracování:

Obsah práce navazuje na předchozí bakalářskou práci, kterou zásadním způsobem rozvíjí. Dlouhodobý zájem o téma dielektroforézy se odráží v hloubce a rozsahu odvedené práce. O tom svědčí i fakt, že diplomant je již spoluautorem časopisecké publikace [18].

Drobné výhrady mám pouze k matematickému formalismu. Kupř. v (3.6) je operace  $\nabla E^2$  (za předpokladu, že  $E$  je vektor) nedefinována – korektní je  $\nabla |E|^2$ , příp.  $\nabla E^2$ . Určité symboly nejsou zavedeny podle normy ISO 80000-2, avšak všechny odlišnosti jsou v diplomové práci korektně zavedeny, čtenář má rovněž k dispozici seznam symbolů. Respektuji rovněž odlišnosti v oboru řízení oproti teorii elmag. pole.

## Rozsah realizace:

Velice si cením skutečnosti, že práce obsahuje kompletní návrh, tj. po nezbytném teoretickém rozboru a diskuzi možných přístupů diplomant navrhuje části řídicí smyčky, algoritmy v Matlabu/Simulinku a vše testuje na vyrobené aparatuře. Pozorování jsou poté kriticky analyzována a doplněna vždy o rozbor možných zlepšení či rozšíření. Diplomant tak prokazuje své schopnosti v teoretické (odvození modelu, návrh kontroléru), i praktické rovině (programová část, experimentální část s aparaturou).

Pouze na několika málo místech pro mne bylo obtížné rozlišit, co je skutečným přínosem diplomanta, a které části již byly vytvořeny dříve (kupř. školitelem). To je však přirozené v případě těsné a intenzivní spolupráce.

#### Splnění zadání:

Není žádných pochyb, že posuzovaná práce splňuje ty nejvyšší nároky na diplomovou práci. Proto mohu s radostí konstatovat, že diplomant nejen splnil všechny body zadání, ale v některých částech zpracovat i body nad rámec zadání.

Troufám si rovněž tvrdit, že v případě zájmu by byl kolega Tomáš Michálek vhodným aspirantem o postgraduální studium, neboť již prokázal schopnost práce s vědeckou literaturou, kreativní a kritické myšlení, solidní rozhled v dané problematice a schopnost publikovat odborné texty.

#### Návrh klasifikace známkou:

Po uvážení všech výše uvedených skutečností je má klasifikace posuzované diplomové práce zřejmá:

A (Excellent)

V Praze, 24. 5. 2015

#### Otázky:

Pozn.: otázky nijak nesnižují úroveň práce, pouze vycházejí ze zvědavosti autora posudku.

- 1) Rychlost přesouvání částic je relativně pomalá, jak je zřejmé z Obr. 3.4 nebo Obr. 3.5. Čím všim je rychlost omezena?
- 2) V případě Obr. 4.7 (dole) bych očekával, podobně jako v případě obrázku nahoře, průběh odpovídající Gaussově funkci. Můžeme vysvětlit strmou výchylku kolem chyby -1%?
- 3) Co se implementace týče, zmiňujete na str. 21 dole určité obtíže s načítáním z disku ap. Zkoušel jste využít ukládání/načítání do/z HDF pomocí Matlab funkcí nízké úrovně (*low-level HDF functions*)? V tomto případě lze stanovit úroveň komprese. Pokud je komprese vypnuta, dochází k řádovému zrychlení čtení/zápisu. HDF má i další implementační výhody.
- 3) Po rešerši dostupných optimalizačních algoritmů a technik je nakonec vybrána stochastická heuristická metoda (SA). Zvažoval jste využití i jiné heuristické metody, kupř. PSO / GA / SOMA? Např. metoda PSO může být v Matlabu velice jednoduše vektorizována, což vede na rychlý kód. Současně je PSO známo svou robustností při řešení kriteriálních funkcí o vysoké dimenzi. A konečně, jak PSO, tak např. SOMA může být kombinována s lokální, rychle konvergující metodou (Nelder-Mead) tak, že výsledná optimalizační metoda dosahuje vysoké rychlosti, dobré konvergenční a je odolná vůči lokálním minimům.
- 4) Pokud jsou na samotném počátku dvě částice u sebe (řekněme, že jsou z pohledu mikroskopu v zákrytu), jak je lze oddělit?
- 5) Troufnete si odhadnout reálnou mez využití z pohledu maximálního množství částic? Shrňte ty nejvíce omezující faktory (počet elektrod – tj. problém řízení, zejm. v mezních případech jako je křížení částic X rychlost algoritmů).
- 6) Ukazujete, že velkým problémem je křížení částic, případně jejich blízká poloha. Jsou v literatuře zpracovány přístupy, kdy kontrolér využívá pro řízení pohybu částic chytrých algoritmů tak, aby se částice pohybovali po nekolidních trajektoriích?
- 7) Lze provést syntézu tvaru elektrod, znáte-li požadovaný tvar elektrostatického pole?