

Posudok na dizertačnú prácu

Názov dizertácie: **ANALÝZA VYBRANÝCH ARTEFAKTŮ V DIFUZNÍCH MAGNETICKO-REZONANČNÍCH MĚŘENÍCH**

Autor: **Ing. Petr Marcoň**, Ústav teoretické a experimentální elektrotechniky, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta Elektrotechniky a komunikačních technologií.

Vedný odbor: **Teoretická elektrotechnika**

Školitel': **Prof. Ing. Karel Bartušek, DrSc.**

Dizertačná práca sa zaoberá technikami meraní a mapovania artefaktov na báze metód magnetickej rezonancie, difúzne váženými obrazmi, metódami eliminácie artefaktov, meraním magnetickej susceptibility a metódami merania nehomogenity magnetického poľa.

a) Aktuálnosť zvolenej témy:

Ide o aktuálnu tému, ktorú možno zaradiť medzi moderné trendy v oblasti elektrotechniky a meracej techniky s orientáciou na magnetickú rezonanciu.

b) Splnenie cieľov dizertačnej práce:

Autor si vytýčil viacero cieľov:

Zhodnotenie príčin a následkov artefaktov vznikajúcich pri meraní metódami magnetickej rezonancie a popis možností eliminácie zdrojov týchto artefaktov.

Návrh a experimentálne overenie metód potlačenia vplyvu nehomogenity statického magnetického poľa pri meraní difúzie pomocou NMR zobrazovania.

Návrh a experimentálne overenie metód merania magnetickej susceptibility u látok nekompatibilných s magnetickou rezonanciou.

Ciele práce boli splnené.

c) Komentár k zvoleným metódam spracovania:

Dizertačná práca (78 strán) má teoreticko-experimentálny charakter, popisu vykonaných experimentálnych meraní je venovaná primeraná pozornosť. Práca nadväzuje na známe práce a metódy merania magnetických polí a navrhuje ďalšie modifikácie.

V úvodných kapitolách 1. až 4. doktorand zhrnul známe teórie používané pri meraní difúzie a zvýraznil metodiku difúzne vážených obrazov. Po definovaní cieľov v časti 4 sa doktorand venoval jednotlivým bodom definovaným v cieľoch.

Kapitola 6, "Artefakty v MRI" analyzuje zdroje artefaktov známych z literárnych prameňov.

V kapitole 7. doktorand hodnotí súčasný stav v oblasti merania difúzne vážených obrazov. Predstavuje metódu merania difúzných konštánt, ktorá vychádza z pôvodných myšlienok autorov Stejskal a Tanner (1965). Kapitola je doplnená vlastným meraním a zobrazením deionizovanej vody s uvedením jednotlivých zložiek difúzných koeficientov.

Kapitola 8 je venovaná problematike merania magnetickej susceptibility s citovaním zahraničných autorov, vlastnej publikácie a publikácií svojho školiteľa. Experimentálnemu

merania susceptibility je venovaná kapitola 8.3. s uvedením výslednej tabuľky hodnôt magnetickej susceptibility pre rôzne materiály.

Kapitola 9, EXPERIMENTÁLNI APLIKACE zavádza metódu troch meraní do experimentu so snahou dokázať, že je presnejšia ako metóda dvoch meraní podľa autorov Stejskal a Tanner.

V ďalšom publikovanom článku zavádza pojem: multiparametrický zber MRI dát.

Doktorand dokázal, že dostatočne zvládol problematiku zobrazovania na báze MR. Prezentované experimentálne výsledky sa prelínajú s teóriou.

Pripomienky a otázky:

1. V práci sa píše, že nehomogenita B_0 spôsobí nepresnosti vo výpočte difúzných konštánt. Jedným z cieľov práce bolo navrhnutie metódy merania susceptibility a tým aj B_0 nehomogenít. Nikde som však nenašiel, či bolo vykonané aj upresnenie výpočtu difúznej konštanty na základe korekcie z nameraných dát.
2. Treba upresniť, že pri meraní difúznej konštanty pri MR ide väčšinou o meranie v smere difúzneho gradientu, preto by sa mal namiesto D označovať ADC (apparent diffusion coefficient).
3. Názov kapitoly "9.1 Multiparametrický sběr MRI" dát je diskutabilný, nakoľko pod pojmom parameter v MRI rozumieme T_1 , T_2 , ADC a iné konštanty, nie však MR signál vážený rôznymi parametrami (či už T_1 , T_2 al. SWI). Tu bola použitá iba konštanta T_1 . Navyše, pri MR meraniach bol vynechaný ADC koeficient napriek tomu, že je mu v teoretickej časti venovaný pomerne široký priestor.
4. Kapitola 8.4 je venovaná problematike merania magnetickej susceptibility rôznych materiálov. Boli tieto výsledky porovnané s inými metódami merania susceptibility?
5. Na obr. 8.6 je graficky znázornené rozloženie reakčného magnetického poľa ΔB v reze meranou vzorkou. Je to len simulácia, alebo skutočne namerané hodnoty?

Formálne pripomienky:

V práci je niekoľko nepresností v texte citujúcej literárne pramene:

- str. 39: *Measurement Science and Review*, správne má byť: *Measurement Science Review*.
- str. 73: Kategorie: A103 – Článek v recenzovaném časopise: Publikácie [3] až [10] uvádzajú časopis: *Progress In Electromagnetics*. Správne má byť *Progress In Electromagnetics Symposium*, resp. "*PIERS 2011 Suzhou - Progress in Electromagnetics Research Symposium, Proceeding*".

d) K výsledkom dizertácie s uvedením, aké nové poznatky prináša:

Za najvýznamnejšie nové poznatky predloženej dizertácie považujem:

Na elimináciu artefaktov, ktoré vznikli nehomogenitou magnetického poľa a pôsobením vírivých prúdov bola navrhnutá metóda troch meraní. Metóda nájde praktické uplatnenie hlavne pri meraní difúzneho koeficientu izotropných materiálov. Výhodou metódy je dobrý pomer medzi presnosťou meraného difúzneho koeficientu a rýchlosťou tak z hľadiska merania, ako aj spracovania dát. Touto metódou boli spracovávané všetky difúzne vážené obrazy prezentované v tejto práci.

Najvýznamnejším prínosom dizertačnej práce je návrh MR metódy merania magnetickej susceptibility vzoriek z magneticky nekompatibilného materiálu, teda nevytvárajúceho MR signál. Navrhnutá metóda je založená na meraní 2D mapy reakčného poľa v okolí skúmanej vzorky. Môže byť aplikovaná tiež na vzorky ľubovoľného prierezu a nie je potrebné používať matematické simulovanie distribúcie magnetického poľa.

Meranie a vyhodnocovanie dát je jednoduché a rýchle.

Publikačná činnosť uchádzača: so spoluautormi uvádza spolu 38 publikácií, z toho 2 sú uvedené v ISI Web of Knowledge, jedna v Current Contents. Ďalšie publikácie (8) boli publikované v časopisoch evidovaných vo svetovo uznávaných databázach (SCOPUS, ...), rad publikácií v zborníkoch evidovaných v databáze Thomson Reuters, články v zborníkoch z medzinárodných konferencií a podiel na jednej monografii.

Publikované práce majú súvis s problematikou prezentovanou v dizertačnej práci. Dôsledne je uvedený skutočný [%] podiel uchádzača na publikáciách, kde je viacej spoluautorov. Počet získaných bodov za tieto aktivity a za vedeckú a výskumnú činnosť je 352,9 bodov.

e) K prínosu pre ďalší rozvoj vedy a techniky:

Možnosť využitia zdokonalenej metódy merania difúzných koeficientov je predovšetkým v oblasti nukleárnej magnetickej rezonancie (NMR), ktorá je využívaná pre tomografické zobrazovanie a spektroskopiu. Metóda nájde praktické uplatnenie predovšetkým pri meraní difúzných koeficientov izotropných materiálov.

Navrhnutá metóda merania magnetickej susceptibility vzoriek magneticky nekompatibilného materiálu, a teda nevytvárajúceho MR signál môže byť aplikovaná aj na tyčové vzorky nepravidelného prierezu bez použitia matematickej simulácie rozloženia magnetického poľa.

Záver:

Dizertačná práca bola napísaná na primeranej odbornej a vedeckej úrovni. Teoretické analýzy i vykonané experimenty ukázali, že doktorand ovláda vedecké metódy práce a že ide o pracovníka s vedeckou erudíciou.

V súlade s výsledkami prezentovanými v predloženej dizertačnej práci, odporúčam túto prácu k obhajobe. Na základe predloženej dizertačnej práce a po úspešnej obhajobe navrhujem udeliť **Ing. Petrovi Marcoňovi** vedecko-akademickú hodnosť „philosophiae doctor“.

Bratislava 22. augusta 2013



Oponent: Prof. Ing. Ivan Frollo, DrSc.