

# MEASUREMENT OF SMALL OBJECTS BY MAGNETIC RESONANCE

**Kryštof Chotaš**

Master Degree Programme (1), FEEC BUT

E-mail: xchota00@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Jan Mikulka

E-mail: mikulka@feec.vutbr.cz

**Abstract:** This article is based on my bachelor thesis, that deals with the issue of noise suppression in magnetic resonance imaging. The software, I developed as a part of my bachelors thesis, is described in this article with short comparison of used filtering methods. At the end of this article is part, that describes my future plans of project to create diploma thesis.

**Keywords:** CNR, image interpolation, image processing, magnetic resonance, noise suppression, SNR, super-resolution

## 1. ÚVOD

Nukleární magnetická rezonance se dnes nejčastěji využívá v medicínské diagnostice. Aby byla diagnóza přesná, je nutné dostat co nejdetailnější popis zkoumaného tělesa. Bohužel snímky MR jsou často znehodnoceny velkým šumem, který je způsoben mnoha faktory (jak snímaný materiál, tak konstrukce zařízení). Při obecném potlačení šumu v obrazech MR nastává zásadní problém v tom, že se šum nachází ve stejném kmitočtovém pásmu jako částí obrazu nesoucí detaily. Z tohoto důvodu je nutné najít vhodný kompromis mezi žádoucím vyhlazením a zlepšením poměru signálu a šumu ke ztrátě detailů na straně druhé (tzv. poměr signál/šum, SNR).

Abychom dosáhli velkého detailu pro vytvoření 3D modelu, můžeme zvýšit počet snímků vlivem tloušťky řezu. Bohužel v důsledku zúžení tloušťky řezu dochází k většímu zašumění a tedy i ztrátě informace (zhoršení poměru SNR). Možným řešením je nalezení vhodného kompromisu mezi tloušťkou řezu a úrovní šumu, což vede k interpolaci snímků. [1][2][3]

Tento článek je shrnutím mé bakalářské práce a jejího případného využití pro diplomovou práci.

## 2. VLASTNÍ PROJEKT

Vlastní projekt řeší dvě problematiky. Navržení vhodných metod pro potlačení šumu v obrazech pořízených magnetickou rezonancí a vytvoření software pro vyhodnocení snímků.

### 2.1. SROVNÁVACÍ SOFTWARE

Software a jeho uživatelské prostředí jsem vytvořil v programu Matlab s ohledem na "human factors", tedy aby byl pro uživatele co možná nejpřívětivější. Využití prostředí Matlab mělo několik důvodů. Prvním je, že již mnoho filtrů a metod je v prostředí implementováno a vhodnými použitím se tak dá prostředí velmi jednoduše rozšířit. Dalším důvodem byl rychlý prototyping nových řešení.

Program umožňuje import ze dvou typů vstupních sekvencí obrazů a to buď jako složku s bitmapami (.bmp) a nebo Matlab soubory (.mat), jež jsou vyexportovány z programu Marevisi. V prostředí je uživateli umožněno vybrat si požadovanou metodu potlačení šumu nebo interpolace. Metody potlačení šumu je možné použít i opakovaně. Po provedení výpočtů je pak možné nechat si

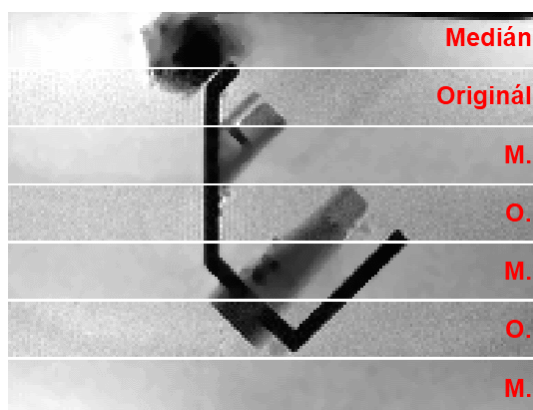
vygenerovat výstupní soubor včetně několika typů kritérií hodnocení. Konkrétně se jedná o porovnání SNR a CNR obrazu původního a obrazu zpracovaného. Dále o průřez oběma obrazy nebo srovnáním jejich prostředních řádků. Více informací o zvolených kritériích hodnocení výsledků a podrobnosti o vytvořeném software je možné nalézt v mé bakalářské práci.

## 2.2. VLASTNÍ MĚŘENÍ A POTLAČENÍ ŠUMU

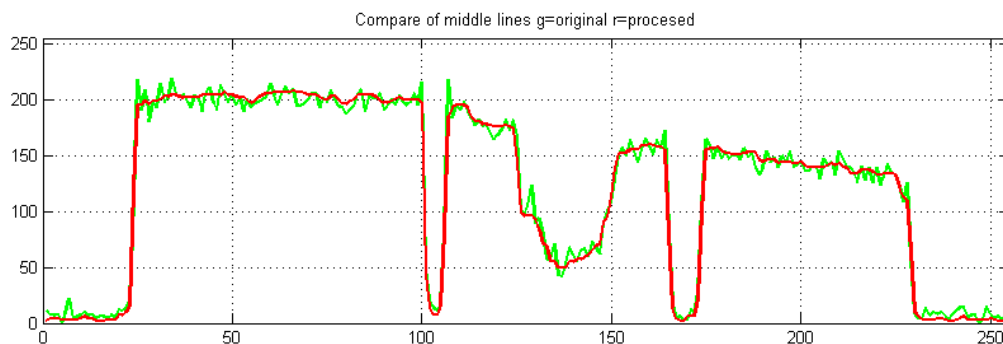
V bakalářské práci jsem prováděl měření nad čtyřmi fantomy (objekty snímáné magnetickou rezonanční tomografií), jež byly pořízeny metodou spinového echa s časem vyvolání echa 17 ms a tloušťkou řezu 2 mm. Tato metoda byla zvolena vzhledem k snadné volbě parametrů. Snímané objekty byly neživého charakteru a jednalo se o: kostku stavebnice lego, kouli s výdutí, plastový šroub a krychli z plexiskla. K měření byly poskytnuty i snímky lidských jater.

V první části měření jsem použil běžné metody potlačení šumu na všechny pořízené snímky. U všech snímků jsem provedl i opakované použití filtrů. Zvolil jsem pět metod, jejichž výčet je následující: obyčejné a vážené průměrování konvoluční maskou o rozměru 3·3 pixely, dále mediánový filtr na oblasti 3·3 pixely, metoda rotující masky 3·3 pixely v okolí 5·5 pixelů a filtrace ve frekvenčním spektru. Poslední dvě zmiňované metody jsem naprogramoval bez použití funkcí prostředí Matlab a snažil jsem se je napsat co nejuniverzálněji, takže je možné je využít i bez uživatelského rozhraní. Problémem metody rotujících masek však je její výpočetní náročnost v důsledku počítání rozptylů, což zabírá přibližně 70 % výpočetního času. Po odevzdání bakalářské práce se mi podařilo vymyslet zrychlený algoritmus, jež nejprve vytvoří rozptylovou masku, aby se nemusely počítat při každém průchodu nad okolím, protože jednotlivá malá okolí se používají až devětkrát, tedy by se v ideálním případě mohl výpočet zkrátit přibližně o 87 %. U filtrace ve frekvenčním spektru bylo také vhodné vylepšit filtrační okno ze skokové změny na gaussovo rozložení.

Na obrázcích 1 a 2 je možné vidět vizuální kritéria hodnocení kvality snímků.



**Obrázek 1:** Porovnání původního obrázku kostky Lego a obrázku po dvojitě iteraci mediánového filtru



**Obrázek 2:** Porovnání jasových úrovní v prostředním řádku obrazu kostky Lego bez použití filtru a shodného obrázku po dvojitě iteraci mediánového filtru (osa x - pozice, osa y - jas).

V tabulce 1 je statistické porovnání použitých metod.

Metoda	SNR - Objekt [dB]	SNR - Pozadí [dB]	CNR [dB]
Původní obraz	7	28	3
Obyčejný průměr	14	31	3
Vážený průměr	12	32	4
Mediánový filtr	12	33	5
Rotující maska	5	35	8
Frekvenční spektrum	9	31	4

**Tabulka 1:** Srovnání SNR a CNR pro jednotlivé metody na 19. řezu kostky Lego

V druhé části byly zkoumány metody interpolace za účelem snížení počtu snímaných snímků. To by mělo vést ke snížení úrovně šumu ve snímaných řezech. Jednalo se o dvě metody průměrování (běžný a vážený průměr sousedních snímků) a metodu rozšíření frekvenčního spektra o nuly. Podrobnější informace o interpolačních metodách je možné nalézt v mé bakalářské práci, nebo zkráceně v příspěvku ve sborníku konference IET2 [2] a v další literatuře [3].

Shrnutím výsledků měření jsem došel k závěru, že pro lékařské účely není vhodné použít interpolační metody, jelikož i při nižších tloušťkách řezu vznikají neplatná tělesa a tak by mohlo dojít ke špatné interpretaci snímku lékařem. Co se týče metod potlačení šumu, nejzajímavější metodou bylo použití rotující masky, jež obraz dokonce zaostřovala a tak vynikly i menší detaily. Zároveň této metody je její výpočetní čas, ten byl naopak nejrychlejší u metody prostého průměru, jež bohužel potlačuje některé malé objekty. Vhodným kompromisem by mohla být metoda mediánového filtru, jež lépe kopíruje povahu původního obrazu ale ruší tenké hrany.

### 3. ZÁVĚR

Výsledkem práce bylo naprogramování software pro budoucí zkoumání problematiky a zhodnocení vybraných metod potlačení šumu v obrazech pořízených magnetickou rezonancí. Z těchto metod preferuji metodu rotující masky i přes její výpočetní náročnost.

V budoucím zkoumání zmíněné problematiky bych rád pokračoval formou diplomové práce, ve které bych mimo jiné zdokonalil navržený algoritmus metody rotujících masek a pronikl do problematiky super-resolution jež si klade za cíl zvýšit rozlišení digitálního obrazu nehledě na použité senzory a fyzikální limity. Do jisté míry bych také rád upravil software tak aby se dal pomocí pluginů rozšiřovat o další filtry napsané dle specifikovaného protokolu.

### REFERENCE

- [1] GESCHEIDTOVÁ, E., BARTUŠEK, K. Kritéria pro výběr vlnek při zpracování MR obrazů. Elektrovue [online]. 13.12.2009, 2009. Dostupný z WWW: <<http://elektrovue.cz/cz/clanky/zpracovanisignalu/0/kriteria-pro-vyber-vlnek-pri-zpracovanimr-obrazu/>>. ISSN 1213-1539
- [2] CHOTAŠ, K. Optimization of methods for image noise suppression. In Conference project proceedings "Institut experimentálních technologií 2" 2011. s. 66-69. ISBN: 978-80-214-4316-7.
- [3] MIKULKA, J. Interpolace trojrozměrných dat magnetické rezonance. Elektrovue [online]. 20.06.2011, 2011. Dostupný z WWW: <<http://www.elektrovue.cz/cz/clanky/ostatni-1/10/interpolace-trojrozmernych-dat-magneticke-rezonance-1/>>