

Avaliação do Desempenho do Biossusceptômetro CA na Aquisição e Restauração de Imagens Funcionais

MARCELO MOREIRA
OSWALDO BAFFA FILHO

USP - Universidade de São Paulo
FFCLRP - Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto
Grupo de Biomagnetismo
Av. Bandeirantes, 3900 - Monte Alegre
14040-030 Ribeirão Preto, SP, Brasil
baffa@biomag.ffclrp.usp.br

Abstract. The current work describes the Biosusceptometer AC, a dispositive thar permits the aquisition of signals proportional to the intensity of varying magnetic fields generated by excited ferromagnetic particles. The main goal is to determine the ability of this kind of sensor in generating images, the correct techniques of restoration of the acquired images, and the conditions to future applications in medical imaging of human gastro-esophagic system.

Introdução

O presente comunicado faz parte de um projeto mais abrangente, cujo objetivo final é a investigação da possibilidade de utilização de um biossusceptômetro CA (v. fig (1)) como um transdutor na geração de imagens funcionais do trato gastro-esofágico, obtidas através da excitação de partículas ferromagnéticas associadas a um alimento teste ingerido pelo paciente. A etapa já concluída, constante no presente comunicado e vinculado a dissertação de mestrado, é o da investigação das características de transferência (modelamento da *point spread function*) do susceptômetro e das técnicas em processamento de imagens adequadas ao processo de restauração de imagens provenientes de amostras (*phantoms*), de dimensões e formato definidos (problema de filtragem inversa).

O Biossusceptômetro CA e a Geração de Imagens

O Susceptômetro CA, desenvolvido pelo Grupo de Biomagnetismo da USP - Ribeirão Preto, é basicamente constituído por dois pares de magnetômetros coaxiais. As bobinas do par detector ((1) e (4) no diagrama da Figura 1) são conectadas em série-oposição e separados por uma distância d (*linha de base*) de alguns centímetros entre os dois

enrolamentos, numa configuração denominada *gradiômetro*. O sinal à saída do gradiômetro é proporcional à variação temporal do fluxo magnético resultante em suas bobinas. Este fluxo resultante é igual à soma dos fluxos através dos magnetômetros individuais (com o sinal algébrico adequado, segundo a orientação dos enrolamentos) e é computado levando-se em consideração somente os componentes de campo magnético normais às áreas das bobinas detectoras.

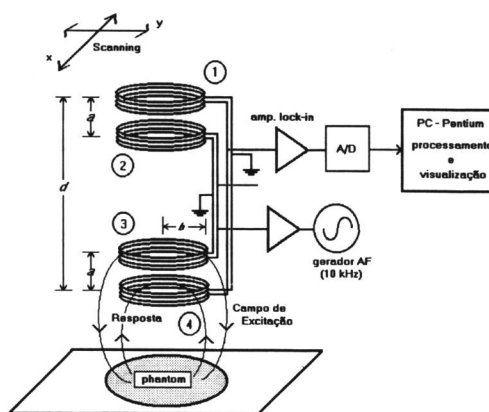


Figura 1: Diagrama esquemático do Susceptômetro CA.

Deste modo, o sistema enfatiza o sinal local, enquanto reduz substancialmente o ruído proveniente de componentes de campo ambiental espacialmente uniformes, funcionando, a rigor, como um magnetômetro diferencial.

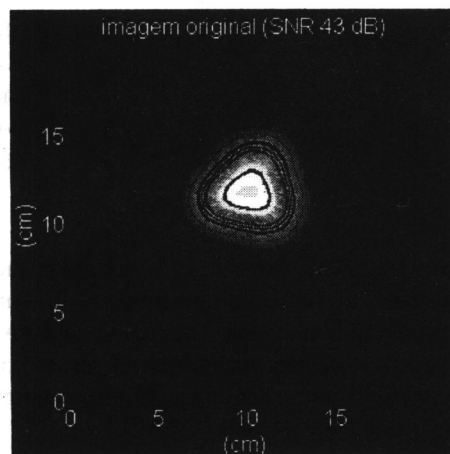
Entre as bobinas do par detector localiza-se o par excitador ((2) e (3) na Figura 1), cujos enrolamentos conduzem uma corrente alternada de frequência $f = 10$ kHz, responsável pela criação do campo excitador e pela conseqüente magnetização do material magnético disperso em gel contido na amostra. As distâncias entre os enrolamentos dos pares detector e excitador são ajustadas de modo que o sinal proveniente do próprio campo de excitação seja cancelado (rejeição em modo comum).

O sinal detectado pelo par coletor é conectado a um amplificador *lock-in*, casado na frequência de 10 kHz, e digitalizado através de uma placa conversora A/D. Todo processamento subsequente é realizado num microcomputador do tipo PC - Pentium. O biosusceptômetro é conectado a um sistema de rastreamento (*scanning*), que permite a varredura de certa região do plano objeto (20 cm \times 20 cm). O sistema é, então, utilizado na aquisição do sinal proveniente da excitação das partículas ferromagnéticas dispersas sobre gel e contidas em *phantoms* de tamanhos e formas determinadas. Estas imagens representativas do objeto apresentam-se degradadas pelo processo de *blurring* e pela presença de ruído aditivo. As imagens obtidas permitem, em primeiro lugar, o correto dimensionamento do biosusceptômetro de forma a maximizar sua relação sinal-ruído. A partir daí é possível determinar os procedimentos de restauração necessários para a recomposição da imagem original do objeto. Até o momento presente foram utilizadas, com sucesso, as técnicas de filtragem pseudoinversa (a *psf inversa* não apresenta singularidades significativas) e filtragem inversa pelo método de Wiener [Jain (1989)], [Lim (1990)], ambas implementadas através do *software* MATLAB.

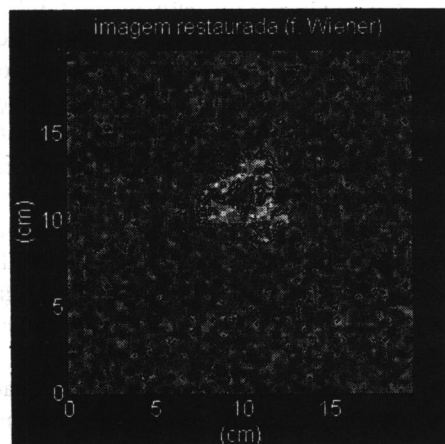
Resultados

Os imagens restauradas até o momento (são apresentados exemplos típicos das versões degradada, Figura 2a, e reconstruída, Figura 2b, da imagem de um *phantom* com o formato do número "4") têm mostrado que o biosusceptômetro, a despeito da simplicidade de construção, permite a reconstrução de imagens provenientes de *phantoms*, principalmente através do método da restauração de Wiener.

No entanto é de fundamental importância a garantia de um valor mínimo para a relação sinal-ruído de 40dB. Isto torna necessário a utilização de métodos mais sofisticados para o controle e atenuação do ruído, ambiental ou inerente ao sistema de aquisição de dados.



(a)



(b)

Figura 2. Imagens típicas: (a) original (degradada); (b) restaurada (via filtro de Wiener).

Referências

- A. K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1989.
- J. S. Lim, *Two-Dimensional Signal and Image Processing*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1990.