

Relatório da atividade avaliativa de Física Médica II

Samira Haddad RA: 11201812350
Manoel Macedo Rodrigues RA: 21065416

December 4, 2021

Exercício 1

Escreva uma função em Matlab que seja capaz de reconstruir os dados do espaço-k para o espaço da imagem. Documente cada linha da sua função, explicando cada passo. Plote, usando a função “imagesc” em escala de cinzas (“colormap gray”), espaço-k (magnitude) original e suas respectivas imagens reconstruídas (magnitude), para os slices no 6, 10, 14, 18 e 22. Dica: Para plotar as imagens em magnitude, use o comando “abs”.

A implementação para o seguinte exercício é:

```
1 function exerc1()
2     #DESCRIPTION: Escreva uma função que seja capaz de reconstruir os
3     #dados do espaço-k para o espaço da imagem
4     #DATE: 2021/11/15
5     #IN: rawdata.mat
6     #OUT: imagem resultante da transformada de fourier
7
8     dados = load("rawdata.mat");#carregando o arquivo que contém nossas fatias e
9     #armazenando no espaço k
10    cell = struct2cell(dados);#célula que armazena o espaço k
11    rawdata = zeros(128,128,27); #matriz vazia que irá armazenar o espaço k
12
13    for(fatia=1:1:27) # loop para selecionar cada uma das fatias
14        for(linha=1:1:128) # loop para preencher as linhas de cell
15            for(coluna = 1:1:128) # loop para preencher as colunas de cell
16                rawdata(linha, coluna, fatia) = cell{1,1}(linha, coluna, fatia);
17            #preenchendo a matriz com os valores do espaço k
18        endfor;
19    endfor;
20
21    #processando a imagem relativa as fatias 6, 10, 14, 18 e 22
22    slices = [6, 10, 14, 18, 22]; #criando a variavel que armazena as fatias que
23    #vamos usar
24    i = 1; #Definindo variável contadora
25    figure(1, 'position',[100 0 600 600]); #A função figure é usada para abrir a
26    #janelas gráfica
27    hold on;
28    for slice = slices
29        ax(i) = subplot(5,2,i); #plotando a i-ésima imagem
30        imagesc(abs(rawdata(:, :, slice))); #criando a imagem que vamos apresentar
```

```

28 subplot_title = strcat("Espaço k da fatia ", {' #'}, num2str(slice));
   #variável que armazena o título
29 title(subplot_title, "fontsize", 10); #Printando o título dessa imagem
30 colormap(gray); #Permite que a imagem fique na escala de cinza
31 daspect ([1 1]); #permitindo que a imagem permaneça com a proporção original
32
33 ax(i) = subplot (5,2,i+1); #plotando a i-ésima + 1 imagem
34 imagesc(abs(fft2(rawdata(:, :, slice), 128, 128))); #criando a imagem que
   vamos apresentar
35 subplot_title = strcat("Fatia ", {' #'}, num2str(slice)); #variável que
   armazena o título
36 title(subplot_title, "fontsize", 10); #Printando o título dessa imagem
37 colormap(gray); #Permite que a imagem fique na escala de cinza
38 daspect ([1 1]); #permitindo que a imagem permaneça com a proporção original
39 i = i + 2; #adicionando + 2 no contador que estamos usando para plotar
   todos os gráficos em uma figura só
40
41 endfor;
42 hold off;
43
44 endfunction

```

Listing 1: Código do exerc. 1

Tendo a seguinte resposta:

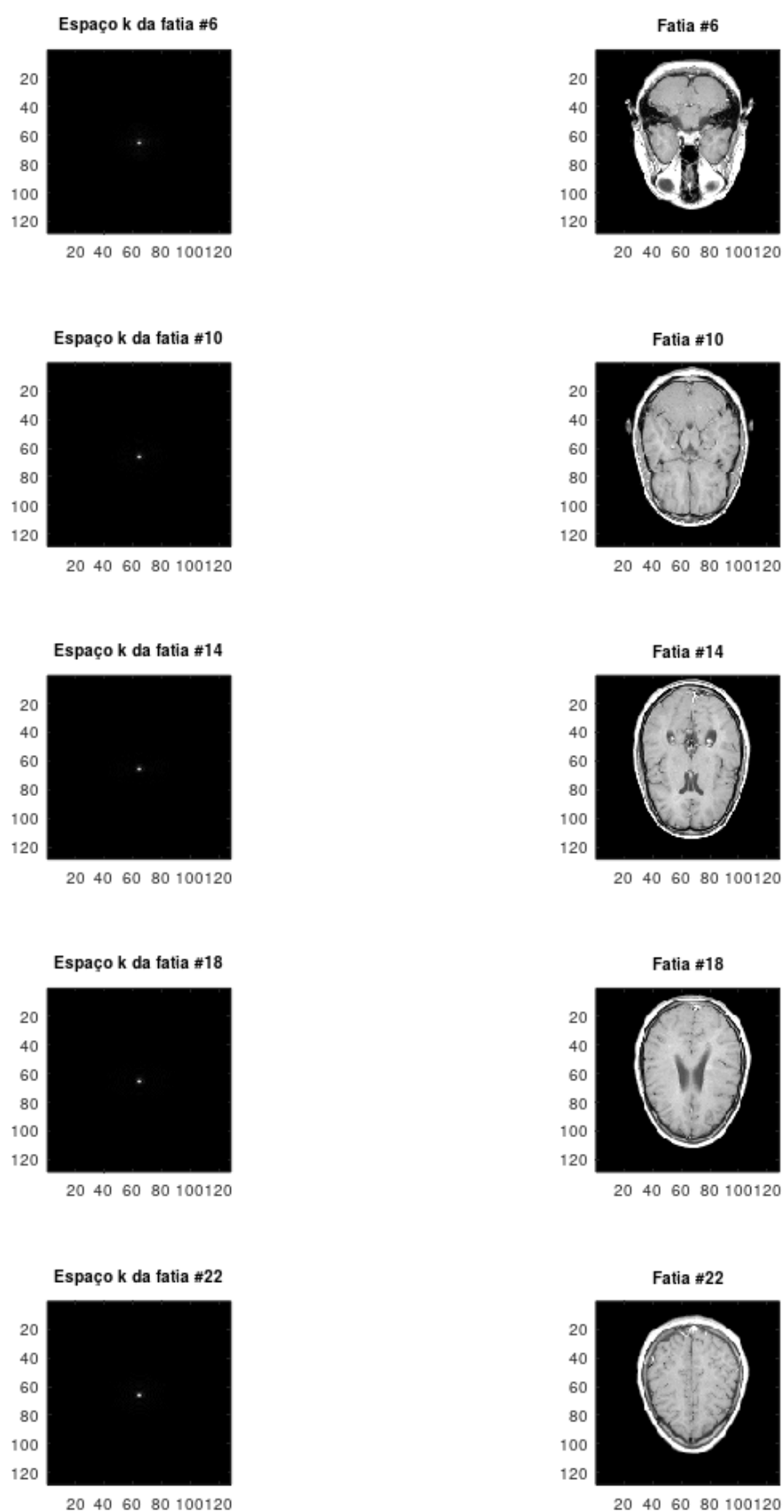


Figure 1: MRI - Fatias 6, 10, 14, 18 e 22

Exercício 2

Considerando o slice 13, faça uma sub-amostragem do espaço-k original da seguinte forma:

- i) Um novo espaço-k sub-amostrado a cada 2 linhas do espaço-k original; Plote este novo espaço-k e sua respectiva imagem reconstruída.
- ii) Um novo espaço-k sub-amostrado a cada 4 linhas do espaço-k original. Novamente, plote este novo espaço-k e sua respectiva imagem reconstruída.
- iii) As imagens resultantes sofreram algum artefato? Pesquise na literatura específica (Keywords: Parallel MRI, SENSE) qual o nome deste artefato quando se tem o espaço-k sub-amostrado?

Primeiramente respondendo a questão 2.iii temos que quando se tem o espaço-k subamostrado pode surgir o artefato denominado aliasing (Keywords: Parallel MRI, SENSE; Journal of Magnetic Resonance Imaging 2012), onde parte do sinal é rebatido sobre os componentes corretamente reconstruído.

Tendo isso em mente, temos que a implementação para o seguinte exercício é:

```
1 function exerc2()
2     #DESCRIPTION: Considerando o slice # 13, faça uma sub-amostragem do espaço-k
3     - Questão 2.i e 2.ii
4     #DATE: 2021/11/29
5     #IN: rawdata.mat
6     #OUT: Imagens subamostradas a cada 2|4 linhas e suas respectivas reconstruções
7
8     dados = load("rawdata.mat"); #carregando o arquivo que contém nossas fatias e
9     armazenando no espaço k
10    cell = struct2cell(dados); #célula que armazena o espaço k
11    rawdata = zeros(128,128); #matriz vazia que irá armazenar o espaço k
12
13    fatia = 13; #fatia que queremos selecionar
14    for(linha=1:1:128) # loop para preencher as linhas de cell
15        for(coluna = 1:1:128) # loop para preencher as colunas de cell
16            rawdata(linha, coluna) = cell{1,1}(linha, coluna, fatia); #preenchendo
17            a matriz com os valores do espaço k
18        endfor;
19    endfor;
20
21    #processando a imagem relativa a fatia 13
22
23    colormap (gray); #colocando a imagem em escala cinza
24
25    for(linha = 1:2:128) # loop para percorrer as linhas (um "pulo" de 2 linhas)
26        gap2(linha, :) = rawdata(linha, :); #preenchendo a matriz com os valores
27        do espaço k
28    endfor;
29
30    for(linha = 1:4:128) # loop para percorrer as linhas (um "pulo" de 4 linhas)
31        gap4(linha, :) = rawdata(linha, :); #preenchendo a matriz com os valores
32        do espaço k
33    endfor;
34
35    subplot (2,2,1); #plotando a 1o imagem
36    imagesc(abs(gap2(:, :))); #Imagem do espaço-k sub-amostrado a cada 2 linhas
37    title ("espaço-k"; "sub-amostrado a cada 2 linhas", "fontsize", 10);
38    #Título dessa imagem
39    daspect ([1 1]); #permitindo que a imagem permaneça com a proporção original
```

```

33
34 subplot (2,2,2); #plotando a 2o imagem
35     imagesc(abs(gap4(:, :))); #Imagem do espaço-k sub-amostrado a cada 4 linhas
36     title ({'espaço-k'; 'sub-amostrado a cada 4 linhas'}, 'fontsize', 10);
37     #Título dessa imagem
38     daspect ([1 1]); #permitindo que a imagem permaneça com a proporção original
39
40 subplot (2,2,3); #plotando a 3o imagem
41     imagesc(abs(fft2(gap2(:, :), 128, 128))); #Imagem que veio do espaço-k
42     sub-amostrado a cada 2 linhas
43     title ({'MRI do espaço-k'; 'sub-amostrado a cada 2 linhas'}, 'fontsize',
44     10); #Título dessa imagem
45     daspect ([1 1]); #permitindo que a imagem permaneça com a proporção original
46
47 subplot (2,2,4); #plotando a 4o imagem
48     imagesc(abs(fft2(gap4(:, :), 128, 128))); #Imagem que veio do espaço-k
49     sub-amostrado a cada 4 linhas
50     title ({'MRI do espaço-k'; 'sub-amostrado a cada 4 linhas'}, 'fontsize',
51     10); #Título dessa imagem
52     daspect ([1 1]); #permitindo que a imagem permaneça com a proporção original
53
54 endfunction

```

Listing 2: Código do exerc. 2

Tendo a seguinte resposta:

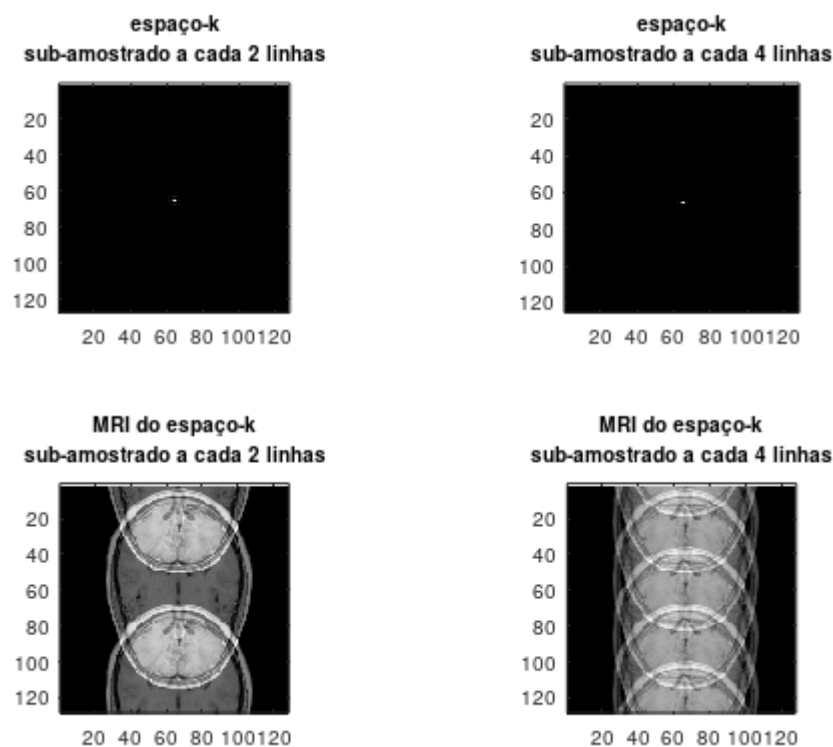


Figure 2: Aliasing

Exercício 3

Abra o arquivo “spike.m” disponível no Tidia. Faça a reconstrução destes dados, plotando o espaço-k com o spike e sua respectiva imagem reconstruída. Qual tipo de artefato resultante na imagem? Sugira uma forma de remover este artefato da imagem

Em primeiro lugar iremos descrever qual artefato encontramos e qual técnica iremos utilizar para removê-lo. O artefato surgido na imagem é o chamado artefato de ponta, artefato cruzado, ou espinha de peixe, que está relacionado a um ponto de dados no espaço k. (k-Space tutorial: an MRI educational tool for a better understanding of k-space; D Moratal et al. Biomed Imaging Interv J 2008) Uma forma que encontramos de se remover este artefato é encontrando manualmente a região acometida pelo spike (conseguimos saber a zona aproximada depois de observar o espaço-k), tirando a média dos dados da região onde tal spike se encontra no espaço k e substituindo os valores dessa região pela sua média.

A implementação para o seguinte exercício é:

```
1 function exerc3()
2 #DESCRIPTION: Faça a reconstrução destes dados, plotando o espaço-k com o
   spike e sua respectiva imagem reconstruída
3 #DATE: 2021/11/30
4 #IN: spike.mat
5 #OUT: Imagem reconstruida
6
7 pkg load image
8
9 dados = load("spike.mat"); #carregando o arquivo que contém nossas fatias e
   armazenando no espaço k
10 cell = struct2cell(dados); #célula que armazena o espaço k
11 spike = zeros(128,128); #matriz vazia que irá armazenar o espaço k
12
13 for(linha=1:1:128) # loop para preencher as linhas de cell
14     for(coluna = 1:1:128) # loop para preencher as colunas de cell
15         spike(linha, coluna) = cell{1,1}(linha, coluna); #preenchendo a matriz
           com os valores do espaço k
16     endfor;
17 endfor;
18
19 #processando a imagem relativa a fatia 13
20
21 colormap (gray); #colocando a imagem em escala cinza
22
23 subplot(2,2,1); #plotando a 1o imagem
24 imagesc(abs(spike(:, :))); #Imagem que veio do espaço-k sub-amostrado
25 title ("Imagem do espaço-k", "fontsize", 10); #Título dessa imagem
26 daspect ([1 1]); #permitindo que a imagem permaneça com a proporção original
27 #A próxima seção plota um quadrado que demarca a região que possui o spike
28 hold on;
29 plot([40 60],[40 40], 'r', "linewidth", 2);
30 plot([40 60],[60 60], 'r', "linewidth", 2);
31 plot([40 40],[40 60], 'r', "linewidth", 2);
32 plot([60 60],[40 60], 'r', "linewidth", 2);
33
34 subplot(2,2,2); #plotando a 2o imagem
35 imagesc(abs(fft2(spike(:, :), 128, 128))); #Imagem que veio do espaço-k
   sub-amostrado a cada 4 linhas
36 title ("Imagem que veio do espaço-k", "fontsize", 10); #Título dessa imagem
```

```

37     daspect ([1 1]); #permitindo que a imagem permaneça com a proporção original
38
39     # "CONCERTANDO" A IMAGEM
40     # Ao olharmos o primeiro plot percebemos que o spike está no "2º quadrante"
      do espaço k,
41     # mais especificamente entre x = 40 e x = 60 e y = 40 e x = 60
42     # para amenizar tal spike podemos substituir os valores que estão nessa
      região do espaço k
43     # pela média dessa região, para isso podemos fazer o seguinte ...
44     pixels = 20*20; #decobrir quantos pixels tem nessa região
45     for(linha=40:1:60) # fazer um loop para percorrer as linhas dessa região
46         for(coluna = 40:1:60) # fazer um loop para percorrer as colunas
47             soma_zona_spike += spike(linha, coluna); #somando todos os valores
      encontrados nessa região
48         endfor;
49     endfor;
50     media = soma_zona_spike/pixels; #calculando a média da região
51     sem_spike = spike; #criando uma cópia do nosso espaço k
52     for(linha=40:1:60) # percorrendo as linhas dessa região
53         for(coluna = 40:1:60) #percorrer as colunas dessa região
54             sem_spike(linha, coluna) = media; #substituir os valores pela média da
      região
55         endfor;
56     endfor;
57
58     subplot(2,2,3); #plotando a 3ª imagem
59     imagesc(abs(sem_spike(:, :))); #Imagem do espaço-k reconstruido
60     title ("Espaço-k reconstruido - substituição manual", "fontsize", 10);
      #Título dessa imagem
61     daspect ([1 1]); #permite que a imagem permaneça com a proporção original
62     #A próxima seção plota um quadrado que demarca a região que possui o spike
63     hold on;
64     plot([40 60],[40 40], 'r', "linewidth", 2);
65     plot([40 60],[60 60], 'r', "linewidth", 2);
66     plot([40 40],[40 60], 'r', "linewidth", 2);
67     plot([60 60],[40 60], 'r', "linewidth", 2);
68
69
70     subplot(2,2,4); #plotando a 4ª imagem
71     imagesc(abs(fft2(sem_spike(:, :), 128, 128))); #Imagem que veio do espaço-k
      reconstruido
72     title ("Imagem que veio do espaço-k reconstruido", "fontsize", 10); #Título
      dessa imagem
73     daspect([1 1]); #permite que a imagem permaneça com a proporção original
74
75
76 endfunction;

```

Listing 3: Código do exerc. 3

Tendo a seguinte resposta:

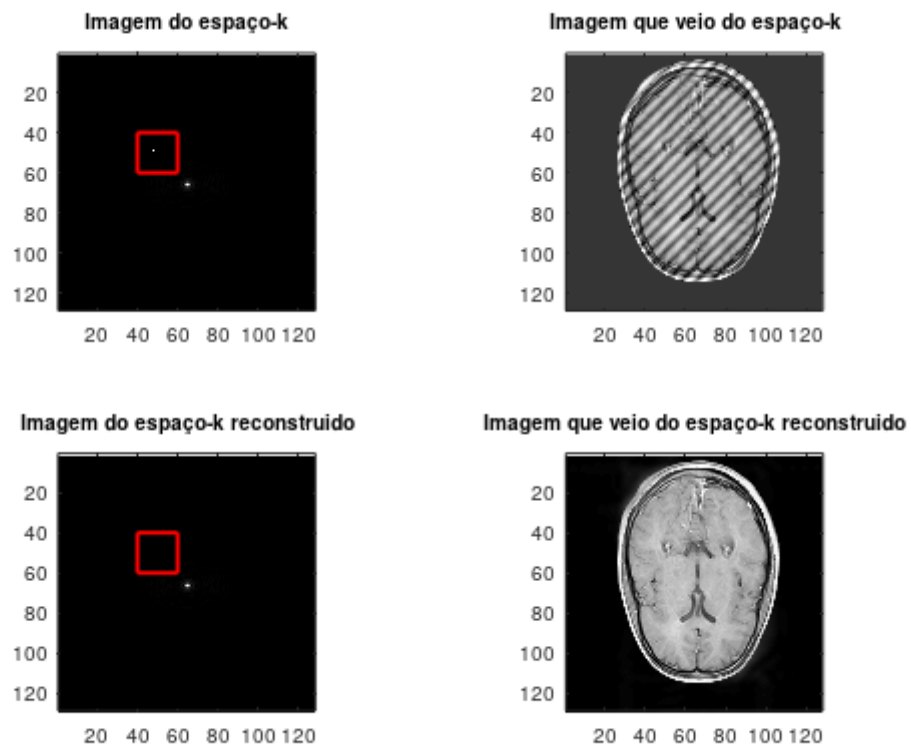


Figure 3: Remoção de Spike

4 Referências Bibliográficas

- [1] Parallel MR Imaging. Deshmane A, Gulani V, Griswold MA, Seiberlich N. Parallel MR imaging. J Magn Reson Imaging. 2012 Jul;36(1):55-72. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4459721/> > Acesso: 01/12/2021
- [2] Moratal D, Vallés-Luch A, Martí-Bonmatí L, Brummer M. k-Space tutorial: an MRI educational tool for a better understanding of k-space. Biomed Imaging Interv J. 2008;4(1):e15. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3097694/> > Acesso em: 01/12/2021