

# Relazione di FESI

PROGETTO MRI - MAGNETIC RESONANCE IMAGING

Lavoro eseguito dallo studente:

Di Via Roberto 4486648

## Introduzione:

L'obiettivo di questo progetto è stato quello di leggere dei dati grezzi misurati da un macchinario per la risonanza magnetica per poi ricostruirne l'immagine finale, risolvendo dove possibile gli artefatti presenti manipolando i dati iniziali.

Alla base dell'intero progetto vige il concetto di Fast Fourier Transformation (FFT), dunque è bene spiegare prima cosa sia e come funziona.

### Trasformata veloce di Fourier:

La trasformata di Fourier (FT) è uno strumento molto potente implementato, oggi, in un enorme numero di tecnologie. Il suo primo esempio di applicazione fu proprio il campionamento e la digitalizzazione di segnali analogici. Nel tempo l'utilizzo della FT è stato ampliato a più orizzonti in ambito digitale, basti pensare che il formato di compressione '.jpg' utilizza una FT bidimensionale, mentre uno degli ultimi esempi di applicazione si ha nell'imaging digitale in ambito medico (risonanza magnetica nucleare, tomografia assiale computerizzata TAC ecc...). Nonostante gli utilizzi della FT siano molto diversificati il suo basilare funzionamento non è mai cambiato: essa non fa altro che modificare il dominio di una funzione del tempo (un segnale) in un dominio delle frequenze, permettendo così lo studio della composizione in termini di frequenza, ampiezza e fase del segnale stesso. Parallelamente all'evoluzione in termini di applicazioni si è sviluppato uno studio volto a migliorare e ottimizzare la computazione della stessa, data l'esponenziale crescita del suo utilizzo ovvero la trasformata veloce di Fourier (Fast Fourier Transformation o FFT).

Si deve evidenziare che l'FFT non è un'approssimazione, ma dà esattamente gli stessi risultati della DFT (Discrete Fourier Transformation), eseguendo però  $(N/2) \cdot \log_2(N)$  moltiplicazioni.

## Struttura del progetto:

Il progetto è strutturato per comodità in due parti:

- 1) Lettura dei dati 'brain' e 'cilinder', visualizzazione della rispettiva parte reale e immaginaria, applicazione della IFFT 2D e visualizzazione della immagine finale.
- 2) Lettura dei dati 'artifacts\_brain' e 'artifacts\_cilinder', manipolazione dei 'k-spazi' per risolvere (dove possibile) gli artefatti presenti e applicazione della IFFT 2D per visualizzare l'immagine finale.

## Prima parte: lettura dei dati

Per la lettura dei dati mi sono servito della funzione ausiliaria "getimagedata" sui seguenti files:

- "brain" che contiene i dati di una sezione cerebrale 256x256, echo=1, Fov 24 cm, TE 30, TR 500.
- "cilinder" che contiene i dati di una sezione di cilindri riempiti di olio e acqua con solfato di rame. (Fov 8 cm, TR 2000 e diversi tempi di echo)

1. echo=1 TE 30
2. echo=2 TE 60
3. echo=3 TE 90
4. echo=4 TE 120

Il tempo di echo corrisponde all'intervallo di tempo tra l'invio dell'impulso ed il campionamento del segnale. Un alto tempo di tempo di echo corrisponderà ad una diminuzione del contrasto ed a un aumento del rumore nell'immagine finale (vedi figure 2,3,4,5), viceversa minore tempo di echo corrisponderà al contrario.

```
% Importo i dati MRI%
brain=getimagedata('brain',256,256,1);

% Visualizzo la parte immaginaria %
figure('Name','1) Imaginary FFT brain ', 'NumberTitle', 'off'),
imshow(imag(brain),[]);

% Visualizzo la parte reale %
figure('Name','2) Real FFT brain ', 'NumberTitle', 'off'),
imshow(abs(brain),[]);

% Trasformazione logaritmica della FFT %
logBrain= log(1+abs(brain));
figure('Name','3) Logaritmico FFT brain ', 'NumberTitle', 'off'),
imshow(logBrain,[]);

% Calcolo la IFFT %
ifftI = ifftshift(brain);
ifft = ifft2(ifftI);
ifft = fftshift(ifft);

% Visualizzo immagine finale%
figure('Name','4) IFFT brain ', 'NumberTitle', 'off'),
imshow(abs(ifft),[]);
```

Dopo aver letto i files, poiché la funzione ausiliaria applica la FFT2 portando prima le frequenze al centro, per costruirne l'immagine finale devo calcolare l'inversa quindi la IFFT2 portando nuovamente le frequenze al centro.

Per visualizzare la parte reale, immaginaria invece ho semplicemente usufruito delle funzioni presenti già in matlab.

## Immagini del file brain – Echo 1

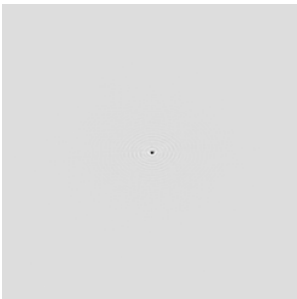


Figura 1.0 - Parte immaginaria

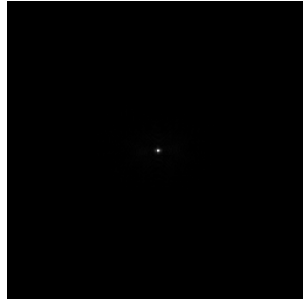


Figura 1.1 - Parte reale

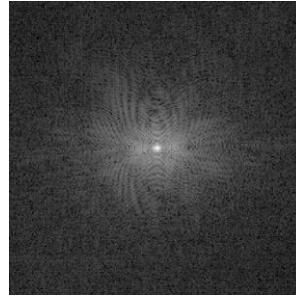


Figura 1.2 - Trasformazione Logaritmica

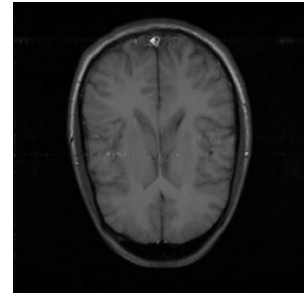


Figura 1.3 - Immagine finale

## Immagini del file cilinder - Echo 1

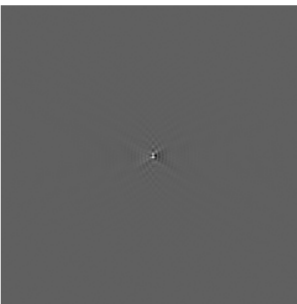


Figura 2.0 - Parte immaginaria

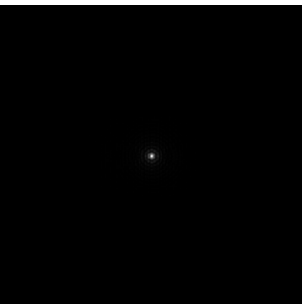


Figura 2.1 - Parte reale

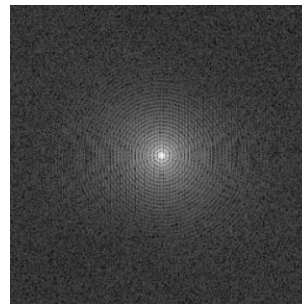


Figura 2.2 - Trasformazione Logaritmica

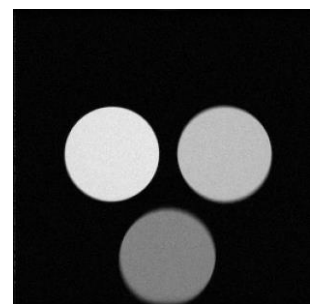


Figura 2.3 - Immagine finale

### Immagini del file cylinder - Echo 2

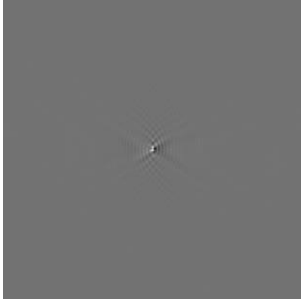


Figura 3.0 - Parte immaginaria

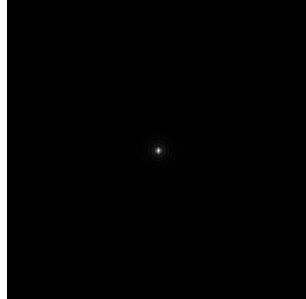


Figura 3.1 - Parte reale

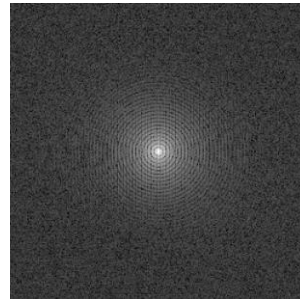


Figura 3.2 - Trasformazione Logaritmica

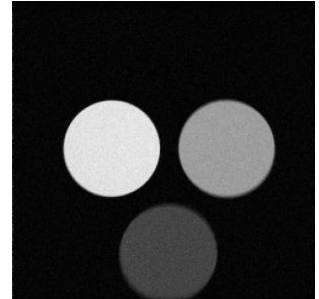


Figura 3.3 - Immagine finale

### Immagini del file cylinder - Echo 3

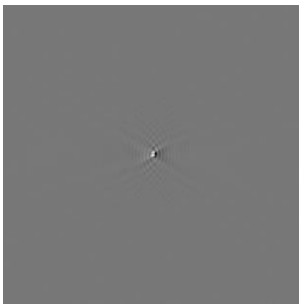


Figura 4.0 - Parte immaginaria

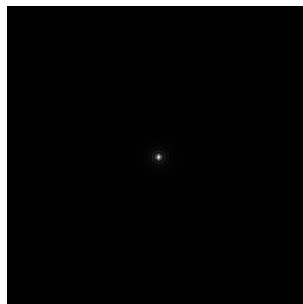


Figura 4.1 - Parte reale

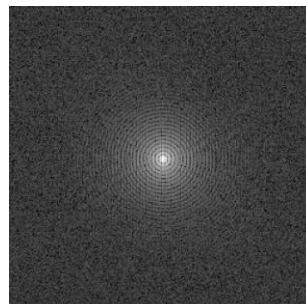


Figura 4.2 - Trasformazione Logaritmica

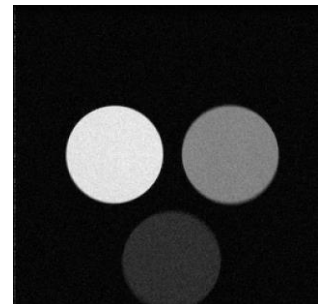


Figura 4.3 - Immagine finale

### Immagini del file cylinder - Echo 4

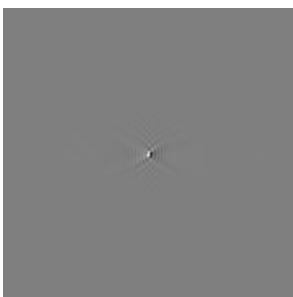


Figura 5.0 - Parte immaginaria

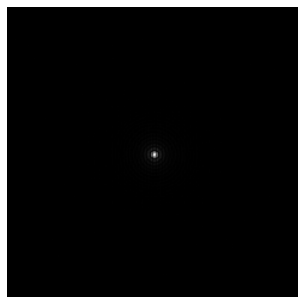


Figura 5.1 - Parte reale

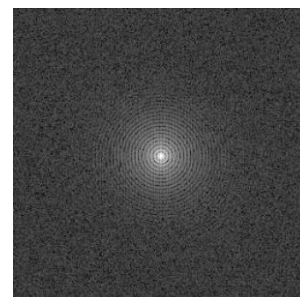


Figura 5.2 - Trasformazione Logaritmica

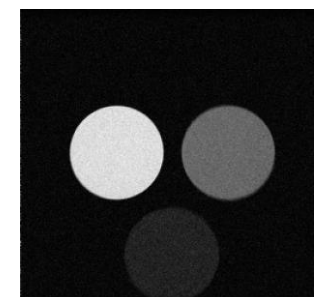


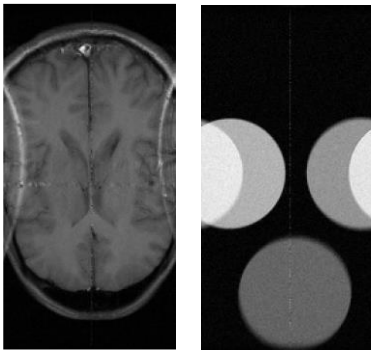
Figura 5.3 - Immagine finale

## Seconda parte: Artefatti

Un artefatto in un'immagine è una qualsiasi caratteristica che appare nell'immagine e che non è presente nell'oggetto esaminato. L'artefatto è, talvolta il risultato di un malfunzionamento dell'apparecchiatura, altre volte la conseguenza di processi o proprietà naturali del corpo umano. È importante familiarizzare con la comparsa di artefatti poiché questi possono nascondere o compromettere l'accertamento di una patologia e, di conseguenza, produrre falsi negativi e falsi positivi.

Esistono differenti tipologie di artefatti ma in questo progetto ne verranno esaminati solo tre.

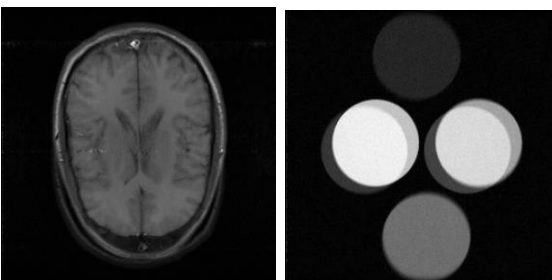
### Artefatto: Wrap Around



L'artefatto wrap around si verifica quando il soggetto non è interamente contenuto nel FOV (Field Of View) proiettando la parte che “fuoriesce” ai bordi dell'immagine.

L'unico rimedio è quello di aumentare il FOV riefettuando la rilevazione.

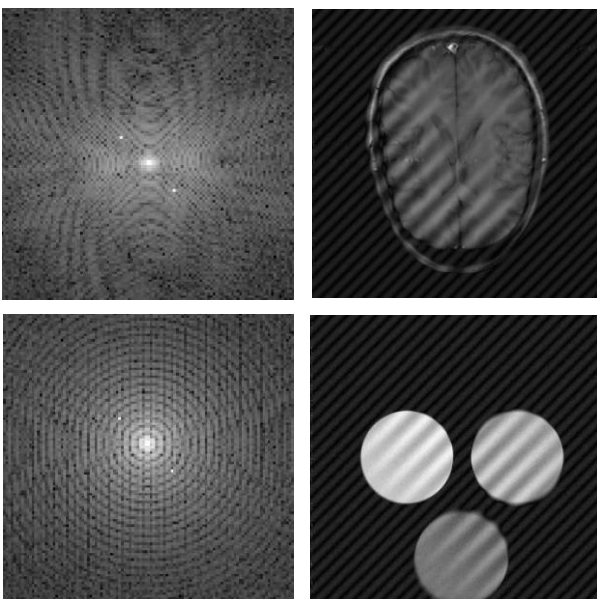
### Artefatto: Quadrature Ghost



Questo artefatto è causato da una discrepanza nell'acquisizione del canale reale e di quello immaginario. Per migliorare l'immagine finale è possibile manipolare uno dei due canali. Nel progetto è bastato moltiplicare la parte immaginaria per due.

```
% Fix artifacts %  
brainFixed = complex(real(brain), imag(brain)*2);
```

### Artefatto: Radio Frequency



L'artefatto Radio Frequency si presenta quando una frequenza di disturbo rovina la misurazione. Per correggere l'immagine è bastato trovare i pixels dell'immagine che risultano essere “corrotti” (nel progetto risultano esserlo i punti 199,199 e 139,139) per poi assegnargli un nuovo valore, in questo caso zero poiché è quello che tende più al nero.

```
PixelIndex = 8.6; %Valore che viene superato dai pixel corrotti  
% Immagine binaria % 119,119 e 139,139 hanno value = 1  
brightPixels = logBrain > PixelIndex;  
% Escludo pixel centrali che erano già bianchi  
brightPixels(127:129, :) = 0;  
% Metto a 0 i pixels più chiari trovati, 0 = black  
brain(brightPixels) = 0;
```

## Fonti:

FFT:

[https://amslaurea.unibo.it/8866/1/lobuglio\\_dario\\_tesi.pdf](https://amslaurea.unibo.it/8866/1/lobuglio_dario_tesi.pdf)

[https://www.electroyou.it/vis\\_resource.php?section=ArtCorso&id=60](https://www.electroyou.it/vis_resource.php?section=ArtCorso&id=60)

<https://www.youtube.com/watch?v=spUNpyF58BY&feature=youtu.be>

Dati grezzi:

<https://2019.aulaweb.unige.it/course/view.php?id=4196>

Artefatti:

<https://www.cis.rit.edu/htbooks/mri/chap-11/chap-11-i.htm>

<https://www.imaios.com/en/e-Courses/e-MRI/Image-quality-and-artifacts/aliasing>

<http://www.oghabian.net/download/MRI%20Artifacts%20Causes%20and%20Correction.pdf>

<http://mriquestions.com/wrap-around-artifact.html>

## Strumenti utilizzati:

Software:

MatlabR2019b