

Nuovi scenari sulle tecniche PMRI: il compressed sense

Authors:

Curatolo Calogero

Publication Date: 2019-10

Printed on: Volume 1, Special Issue - I
Congresso FNO TSRM PSTRP

INTRODUZIONE

Ridurre i tempi di scansione è stata sempre una delle maggiori sfide della Risonanza Magnetica, basti pensare che le prime applicazioni cliniche richiedevano ore anche per esami semplici.

Negli anni '90 grazie al progresso tecnologico quindi, maggiori intensità di campo magnetico, nuovi hardware, gradienti sempre più performanti e sequenze di impulsi più rapidi hanno portato ad enormi miglioramenti nella velocità di imaging.

Tuttavia, ad un certo punto, divenne ovvio che ulteriori miglioramenti sulla risoluzione temporale sarebbero stati progressivamente difficili da raggiungere a causa dei limiti fisici. Da queste considerazioni nasceva l'idea di trovare un modo per superare i limiti fisici propri dell'acquisizione, mettendo a punto una tecnica che consenta di migliorare la risoluzione delle immagini o ne riduca il tempo di acquisizione a parità di risoluzione spaziale.

OBIETTIVI

L'obiettivo è analizzare il metodo di applicazione Compressed Sense (CS), tecnica recentemente introdotta nel campo di elaborazione dei segnali, che ha permesso di superare i vincoli fisici della Risonanza Magnetica nell'imaging a Risonanza Magnetica (MRI), metodica innovativa per ridurre notevolmente i tempi di scansione sino al 50% e produrre immagini accurate ad alta risoluzione offrendo molteplici vantaggi.

MATERIALI E METODI

Il compressed Sense è una tecnica di Parallel Imaging che permette di risparmiare tempo raccogliendo solamente le componenti "essenziali" del segnale RM piuttosto che tutti i dati del K-spazio, riducendo al minimo l'errore che deriva dal fatto di avere un numero insufficiente di campionamenti. Per consentirne una più adeguata comprensione analizzeremo, in particolare, i 3 fondamentali principi del CS: Il sottocampionamento incoerente, la trasformata di scarnificazione e la ricostruzione iterativa non-lineare.

RISULTATI E CONCLUSIONI

Il sottocampionamento consiste nell'acquisizione di una sola porzione del k-spazio con una notevole riduzione del tempo, tuttavia tale modalità dev'essere eseguita in modo incoerente (semi-casuale)

per evitare artefatti da Aliasing, così che, campionando in modo irregolare, questi artefatti vengono ad essere distribuiti come rumore diffuso attraverso l'intera immagine e poi rimosso grazie all'applicazione di algoritmi prima e filtri dopo. Il campionamento deve inoltre assicurarsi una priorità nella parte centrale che contiene informazioni essenziali dell'immagine rispetto la periferia. Quindi potremmo dire che le tecniche di CS impiegano tutti un sottocampionamento semi-casuale di dati del K-Spazio con priorità nella zona prossima al centro del k-spazio. La trasformata di sparsificazione risulta essere il requisito fondamentale per l'implementazione del Compressed Sense: la sparsità del segnale d'interesse indica che le informazioni effettivamente contenute in un segnale a tempo continuo siano minori di quanto suggerito dalla sua lunghezza di banda. Il CS sfrutta il fatto che molti segnali naturali sono "sparsi" e comprimibili, cioè sono rappresentabili in maniera compressa quando espressi in una base di sparsificazione adeguata. Un vettore è detto "sparse" se la maggior parte dei suoi coefficienti è uguale a zero e pochissimi contengono tutte le informazioni utili. In generale, esiste una banda di transizione, una soglia che separa i pochi coefficienti di alto valore (informazioni utili) dai molti coefficienti a valore basso o nullo (non utili). Un segnale "sparse" appunto ha la maggior parte del suo contenuto in alcune misurazioni mentre il resto delle misure è zero o trascurabile. La trasformata Wavelet mantiene i coefficienti più importanti cioè quelli utili per la ricostruzione del segnale originale e viene ad essere applicato un valore "soglia" relativo alla regione in cui vi è una forte diminuzione dell'ampiezza dei coefficienti quando vengono ad essere ordinati in modo discendente. Questa soglia determina il n. di coefficienti da utilizzare per la ricostruzione, cioè indica il limite di separazione tra coefficienti importanti da

quelli meno importanti (frequenza di taglio).

Cosa si intende per ricostruzione iterativa non lineare? A differenza della trasformata di Fourier, il rilevamento compresso risulta essere più complesso perché richiede numerosi passaggi e trasformazione di dati mediante algoritmi iterativi, seguendo tale schema:

-Raccolta iniziale dei dati del K-spazio (immagine rumorosa)

-Applicazione della trasformata Sparsify, che prima diminuirà il rumore (distribuito su tutti i pixel) da "aliasing", e poi tramite il "denoising" azzererà i pixel portatori di rumore.

-Applicazione dello sparsifying per riconvertire i dati "disattivati" nel formato K-spazio

-Creazione dell'immagine "pulita" ottenuta sottraendo i dati del k-spazio originale, il denoising, e sommando infine all'immagine iniziale tale differenza per creare l'immagine finale.

Attualmente non sono molti i lavori pubblicati sull'applicazione del CS in ambito clinico per via della recente INTRODUZIONE nel campo della Risonanza Magnetica, ma da questi si può evincere vantaggi quali la riduzione del tempo di scansione sino al 50% senza grossa perdita di rapporto S/R, o a parità di risoluzione temporale una maggiore risoluzione spaziale, la riduzione da artefatti da movimento legati al paziente, la riduzione dei tempi delle scansioni breath-hold che consente ai pazienti di completare più facilmente gli esami e con meno artefatti, e una maggiore accettazione da parte dei pazienti che soffrono di ansia e claustrofobia.

La tecnica del Compressed Sense continua ad evolversi ed espandersi anche in altri

settori, migliorandosi ed affinandosi, costituendo uno degli avanzamenti più stimolanti a livello scientifico con margini di

miglioramento in termini di accuratezza e velocità di ricostruzione costituendo il futuro della diagnostica e quindi non solo in ambito della Risonanza Magnetica.