

1. MRIによる腹部画像診断の最新動向と未来への展望

4) 腹部領域における
高速撮像法の応用

藤永 康成*1/雄山 一樹*1/一戸 記人*1/山田 哲*1
林原 勇斗*2/愛多地康雄*2/木藤 善浩*2/丸山 克也*3

*1 信州大学医学部画像医学教室 *2 信州大学医学部附属病院放射線部

*3 シーメンスヘルスケア(株)ダイアグノスティックイメージ事業本部MRリサーチ&コラボレーション部



腹部MRIの高速化にはさまざまな技術が用いられている。スピネコー法に対して、グラディエントエコー法も高速化と言える。近年では、T1強調画像はほぼグラディエントエコー法で撮像されている。その後、マルチスライス・マルチエコー法、パラレルイメージング、パーシャルフーリエ法などの高速化する技術が報告され、これらの手法は現在では当たり前のように使われている。本稿では、高速化の中に高時間分解能化と撮像時間短縮の2つの意味があると考え、これらを達成するための取り組みとして、当院で使用しているシーメンス社製MRI装置「MAGNETOM Vida」、および「MAGNETOM Prisma」の圧縮センシング (compressed sensing : CS) やディープラーニングを用いた腹部MRIに焦点を当てて概説する。

ウェーブレット変換画像 W_x のL1ノルム (各成分の絶対値の和) を意味し、 W_x のゼロの数が多いほど、言い換えるとスパース性が高いほど、値が小さくなる傾向にある。第1項 (データの整合性) と第2項 (スパース性) の重み付けは、重み係数 λ で調節することができる。いずれにしても、図の式を最小化するためには、計測されたk-spaceデータ Ax と推定されたk-spaceのデータ y の一致度が高いという条件と、ウェーブレット変換後の画像 W_x に含まれるゼロの数が多いという条件の両方を満たす必要がある。

腹部領域において、当院でCSを用いて撮像しているのは、magnetic resonance cholangiopancreatography (以下、MRCP)、ダイナミックMRI、Gd-

EOB-DTPAを用いた造影MRI (以下、EOB-MRI) の肝細胞造影相である。それぞれについて、現状と有用性、そして今後の課題について述べる。

1. MRCPへの応用

MRCPは、水をそれ以外の構造と極端なコントラストをつけて表示している画像であり、黒いピクセルが多い。すなわち、スパース性が高い画像であり、CSが応用しやすい画像と考えられる。当院のMRCPは通常、呼吸同期併用“SPACE”で等ボクセルに近くなるような条件で撮像しており、撮像時間は呼吸に左右されるものの、おおむね3分前後である。われわれは、過去にMRCPを施行された113例の患者で画質を検討

圧縮センシングの応用

CSとは、観測対象データがある表現空間では“スパース (疎)”であると仮定して、必要とする未知の数よりも少ない観測データから、ある条件の下で対象を復元する手法である。MRIに应用されているCSの概要を図1に示す。 $\operatorname{argmin} f(x)$ は、集合 $f(x)$ が最小となる x の集合を意味する。したがって、数式の第1項は、推定画像 x のk-spaceデータ Ax と、計測されたk-spaceデータ y との差分のL2ノルムの2乗 (各成分の2乗和) を意味する。すなわち、 y と Ax の値に近いほど、つまりデータの整合性が高いほど、値が小さくなる。第2項は推定画像 x の

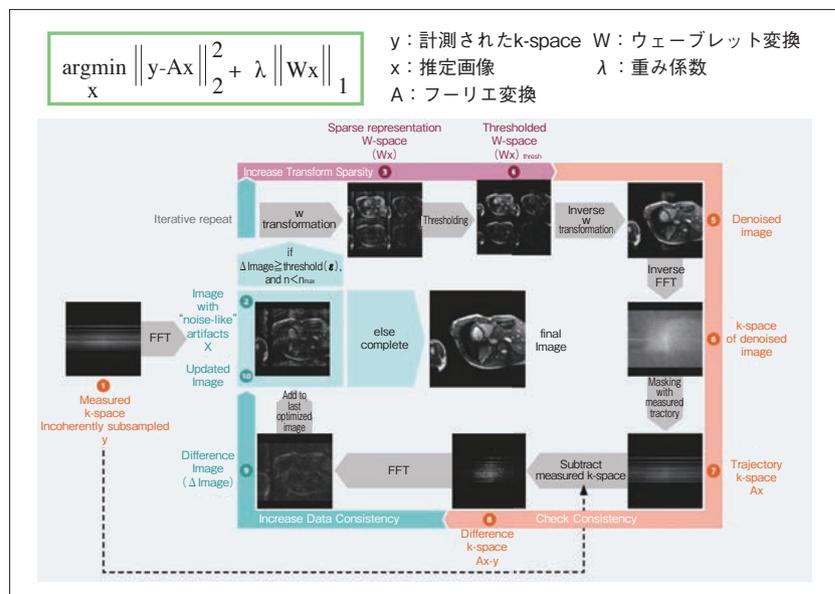


図1 圧縮センシングを用いた画像再構成 (参考文献1)より引用改変)