

はじめに

情報科学において画期的な理論として登場した圧縮センシングは、MRIの新たな高速撮像技術として応用されている。標本化定理はアナログ信号をデジタル信号に変換する際のサンプリングの基準を与え、この基準に従いデジタル化した信号はシンク関数によって復元できることを示した。デジタル信号は離散コサイン変換やウェーブレット変換などの圧縮技術で少ない信号量に圧縮され情報通信等に広く利用されている。標本化定理に従い収集した観測データから復元した原信号の圧縮が可能であるならば、はじめから観測データを少なくして原信号の復元を考えたのが圧縮センシングである。

圧縮センシングの重要な要素は、1) 原信号が非ゼロ成分の少ないスパース性を持つこと、2) ランダムサンプリングにおける雑音の非干渉性、3) 非線形処理による原信号の復元である。これらがMRIの撮像と画像再構成において満たされると圧縮センシングMRIが可能になる。MR画像は、画素単位で表される実空間ではMR血管撮影の画像を除きスパース性を持たないが、1)の実現にはウェーブレット変換や画素の差分処理などが利用される。2)は位相エンコードをランダムに間引くことで実現できる。3)には共役勾配法などの最適化法が利用される。このように圧縮センシングMRIを知るには上記3つの知識が必要となる。

これまで圧縮センシングについては数冊の洋書が発刊されており和書も最近発刊された。また、圧縮センシングMRIの和文解説論文は数編報告されている。これらは圧縮センシングと圧縮センシングMRIを学習する上で役立つ書籍・解説論文であるが、圧縮センシングは難解であるため、1)～3)は紙媒体の学習に加え、実際にプログラムを作成し計算機シミュレーション実験することでより理解が深まる。しかし、これまで圧縮センシングMRIについて、計算機シミュレーション実験を通して学習できるプログラム付きの書籍・解説論文は発刊されていない。そのため、圧縮センシングや圧縮センシングMRIをコンピュータ上で体験された方は一部の研究者に限られている。

著者らは、MRIを実際に扱う診療放射線技師の方をはじめ、医学物理士、医療関係企業技術者、保健医療系大学学生、理工系大学学生の方などに、新しい概念であり知的好奇心を掻き立てる圧縮センシングを容易に体験していただきたいと思い本書を執筆した。本書の特徴は以下の通りである。

1. 1次元信号、2次元フーリエ変換MRI、3次元フーリエ変換MRIにおけるランダムサンプリングデータからの画像再構成を計算機シミュレーション実験できる30のC言語プログラム、ウェーブレット変換、トータルバリエーションなど5つのC言語プログラムを準備している。
2. C言語開発環境のないパソコンでも30の実験を行えるよう実行プログラムを準備している。
3. 2次元画像表示ソフトウェアDisplay、3次元画像の3断面を表示するソフトウェアDisp3d、1次元信号の実験結果を貼り付け観察用のExcelシートを付し学習しやすい書籍構成にしている。
4. 画像をより見やすくする目的で、書籍に用いた画像をPDF化し、C言語プログラムとともにダウンロードできるようにしている。

謝辞

本書はJSPS科研費26461832の助成を受けた研究による成果を基に執筆されたものです。

出版に際し、医療科学社の齋藤聖之、小柳晶子の両氏には大変お世話になりましたこととお礼申し上げます。

2016年5月

篠原 広行 橋本 雄幸