

자기공명영상에서 신호의 dynamic range와 quantization noise 분석

안창범¹ · 이정선¹ · 김휴정¹ · 이홍규²

¹광운대학교 전기공학과 신호처리연구실, ²(주)아이솔테크놀로지

목적 : 고자장 자기공명영상 시스템 등으로 신호대잡음비가 향상됨에 따라 데이터 측정에서 analog-to-digital converter (ADC)의 quantization noise 가 중요한 시스템 사양으로 부각되고 있다. 특히 자기공명영상은 공간주파수 영역에서 데이터를 측정하기 때문에 dc와 ac간의 신호 차이가 매우 크며, 이러한 dynamic range는 3-D 영상에서 더욱 커진다. 본 연구에서는 다양한 자기공명 영상기법 및 실험 파라미터에 따른 신호의 dynamic range와 ADC의 bit 수에 따른 quantization noise를 살펴봄으로써, 주어진 시스템에 적합한 ADC의 bit 수를 분석하고자 한다.

대상 및 방법 : 펄스 시퀀스의 종류, 파라미터, 2D/3D 등에 따른 각 신호의 크기를 수학적으로 모델링하여 신호의 크기를 예측하였다. 또한 whole body MRI 시스템에서 실험을 통하여 신호의 크기를 비교하였다. ADC의 quantization noise를 실험과 시뮬레이션을 통하여 살펴보았다. 시뮬레이션은 test 영상을 Inverse FFT 하여 spatial frequency domain data를 만든 후, 다양한 bit 수의 ADC로 quantization을 한 후 다시 영상을 재구성하였다. 재구성된 영상과 원영상 간의 error가 quantization noise가 된다. 또한 이러한 error가 주파수 영역에서의 error값과 일치하는지를 확인하였다.

결과 : Dynamic range가 큰 신호의 경우 ADC 과정에서 quantization noise에 의하여 영상의 질이 떨어진다. ADC의 bit 수에 따라 quantization error 값들이 일정한 비율로 변화하는 모습을 확인할 수 있었으며, quantization noise에 의한 SNR을 주어진 시스템의 SNR과 비교하여 적합한 ADC의 bit 수를 결정할 수 있었다.

결론 : Quantization noise는 ADC의 bit 수에 의하여 결정되며, 독립적이고 uniform한 분포를 가진다. Dynamic range가 큰 자기공명영상에서는 quantization noise가 영상의 질을 떨어뜨리는 주된 요인이 될 수 있으며, quantization noise에 의한 SNR을 주어진 시스템의 SNR과 비교하여 적합한 ADC의 bit 수를 결정할 수 있었다.