

## 비선형 Marquardt 알고리즘을 기초로 활용하는 동물실험을 위한 T1 영상의 예비연구

\*가톨릭대학교 의공학교실

윤성익\* · 최보영\*

동물실험을 위한 영상의 개선작업도 인체내 구성물질들과 흡사하고 유동성을 지니고 있으므로 영상의 평가는 기본적으로 일차적 관계의 생화학적 테두리에 있다. 그리고 선구자들이 밝혀준 임상예의 응용에 있어서 아주 작거나 존재하지 않는 것처럼 충분히 작은 미소체적공간으로 가정을 한다. 비선형 Marquardt 알고리즘을 응용하여 수학적인 모델링을 도입하고 전개하였다. 본 연구의 목적은 인체와 매우 비슷한 생화학적 구조와 밀도를 가진 동물실험에서 영상을 획득한 후 수학적 모델링을 통한 입체적 체적을 분석하는데 있어서 기준을 제시하고자 한다.

중심단어: 동물실험, 영상의평가, Marquardt, 비선형, 입체적체적

### 서 론

자기공명영상법의 장점을 매우 잘 표현하는 기법은 신속하게 영상을 얻는 펄스열의 개발이다.<sup>1-3)</sup> 이러한 고속화펄스열에 대한 연구는 자장의 크기에 무관하게 표현할 수 있는 적절한 알고리즘의 연산과정과 실제로 형성되는 영상의 질을 분석하여 개발되어 왔다. 또한 T1과 T2에 관한 순수한 물리적 현상을 근거로 하는 새로운 접근적인 개념들이 도입되고 있다.<sup>4-6)</sup> 그래서 고자장의 장점과 하드웨어적인 뒷받침은 최소면적 해석을 관념적으로 가능하게 하고 점차적으로 미소체적을 쉽고 간단하게 분석할 수 있게 도와준다.<sup>9)</sup> 현재까지 임상사례별 펄스시퀀스의 최적화는 Brain, Abdomen 등이 중심인 사람을 중심으로 활발한 연구가 진행되어 왔다. 그래서 동물용 코일을 제작하여 영상을 얻었을 때 경우에 따라서는 상당한 차이를 경험하게 된다. 우선 여기에는 검사의 대상을 좀더 구체적으로 선정하고 만약에 동물실험을 위한 영상의 획득이 목적이라면 유효한 코일을 먼저 구상해야 한다. 다음으로 펄스열의 선택은 유효한 코일의 SNR등이 검증된 후의 펄스열을 채택함이 이상적이다.

### 재료 및 방법

이미 3T MRI 시스템에서 T1과 T2 signal의 측정이론과 방법, SNR Development, mapping 기술개발은 학계에 많이 보고되었다.<sup>7-8)</sup> 그러나 G-coil과 RF resonator의 상당한 기술적 진보에도 Inhomogeneity 문제는 여전히 남아 있다. 그리고 영상을 재구성하기전 역변환 과정 중에서 필터를 통한 실제의 생화학적 구조물(그림1 참조)로 가정하여 복원하는 과정에서 차이점이 발생한다. 일반적으로 영상에서 하나의 화소에 채워지는 화소값은 숫자로 된 값이며 결정을 위한 과정에서는 필터를 중간에 사용한다. 이와 같은 영상실험을 다양하게 전개하기 이전에 예비실험에서는 1mM, 10mM의 CuSO<sub>4</sub> 그리고 증류수를 실린더에 채워서 파일럿 테스트를 실행하였다.

일차적으로 비만형위의 T1 axial 영상을 획득(4mm scan)하여 상대적 window function 값으로 영상을 재구성하였다. 이 때 재구성되는 영상툴과 옵션툴은 voxel plus((주)메비시스, Korea)사용하여 영상을 개선하고 분석하였다.(그림2,3) 현재 진행된 실험에서는 T1영상을 기준으로 비선형적인 영상값들의 변화를 가지고 물질이 분자단위로 반응하는 것으로 한정하여 수식을 단순화 하였다.

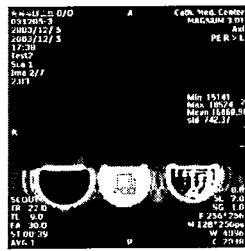


그림1A mean16860

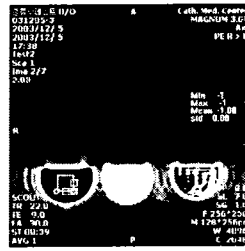


그림1B mean-1  
그림1 Pixel값의 평균값

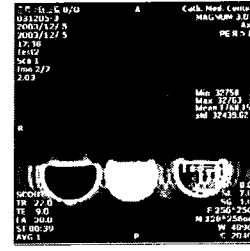


그림1C mean1760

단계적으로 비선형적인 다양한 관심영역에서의 구성물질의 생성과 분포에 대하여 부분적인 정성분석을 통하여 이론을 재평가 하고 기초 영상값을 수정할 예정이다.

### 결 과

이 재구성된 영상에서 특정한 체적관심영역(VOI)에 대하여 contour를 입력한 후 영상체적을 산출하였다. 이 과정을 완성한 다음에는 영상체적을 실제의 체중으로 환산하기 위해서 변환밀도함수를 개발하였다. 이 밀도 변환함수는 실험으로부터 조직이나 장기 뿐만아니라 유동성 혈액에 대해서도 적용이 가능하다. 이를 위해서 두가지 방법이 고려되는데, 첫 번째로는 복수의 FID 신호에서 <sup>1</sup>H을 분리하고 다시 각각의 특성물질로 추출해내는 과정은 광학적 분석알고리즘의 응용으로 많이 알려져 있다.<sup>5,6)</sup> 그리고 두 번째로는 영상의 pixel개념을 화학적 구성분자와 신호와의 세기 관계로 유도하여 관계식을 얻는 것이다.<sup>9)</sup>

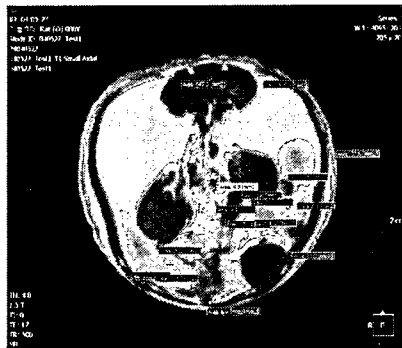


그림2 Axial 영상에서 Contour 입력

#	Components	Area [mm <sup>2</sup> ]
0	0	529.8
1	0	1339.3
2	0	1522.7
3	7	1444.2
4	0	1593.3
5	0	1415.6
6	5	1405.1
7	5	1332.2
8	0	1394.0
9	7	1317.5
10	7	1299.7
11	5	1296.8
12	7	1235.4
13	11	1040.2

Total Volume of 14 Slices is 71.0 [cc]

그림3 2D 단면적으로부터 3D체적의 계산

실제적으로 후자의 경우에도 각각의 연구자들이 응용을 하여 고유한 값에 fitting하는 간접적인 함수를 얻을 수도 있다. 선구자들의 다른 실험과 기존의 이론에서 도출된 변환밀도함수의 포괄적인 임상예의 적용은 앞에서 나타난 Pixel값의 변화에서도 알 수 있듯이 좀더 많은 보완이 필요하다.

### 결 론

인체를 중심으로 연구되었던 Brain, Abdomen 등의 펄스열에 최적화된 영상획득 시스템 하에서 동물실험을 위한 특정한 관심영역내의 영상계적 알고리즘을 응용하여 향상된 원상태의 영상을 얻었다. 이렇게 함으로서 실험환경에 적절

Session II: 비선형 Marquardt 알고리즘을 기초로 활용하는 동물실험을 위한 T1 영상의 예비연구, 윤성익

한 밀도변환함수를 유도하고 궁극적으로 미소체적을 분석할 수 있다.

### Acknowledgement

본 연구는 2003년도 “방사선 및 방사성동위원소 의료영상 신기술개발” 제목으로 대한민국 과학기술부 원자력연구개발 중장기계획사업 연구비를 지원받아 수행하였습니다.

### 참 고 문 헌

1. Qing X.Yang, Gerald D.W. et al Removal of Local Field Gradient Artifacts in T2-Weighted Images at High Fields by Gradient-EchoSliceExcitation Profile Imaging MRM 39:402-409(1998)
2. Stefan H. Duewell et al. Musculoskeletal MR Imaging at 4T and at 1.5T : Comparison of Relaxation Times and Image Contrast Radiology 1995; 196:551-55
3. Simon J. Graham et al. Criteria for Analysis of Multicomponent Tissue T2 Relaxation Data MRM 35:370-378(1996)
4. Proton Magnetic Resonance Spectroscopy in the Brain : AAPM TG#9 Med.Phys 29(9) 2177-2197 (2002)
5. Nouha S.,Mark A.B.,Clinical Spectroscopy Wiley-Liss 1998
6. Ian R Y., H cecil C., MR Spectroscopy Martin Dunitz 1996
7. PeterJ. Stefan Duewell et al. MR Relaxat-ion Times in Human Brain :Measurement at 4T Radiology 1996:199:773-77
8. 정은기 et al. 에코의 개수와 임의 잡음이 T2 이완영상의 구성에 미치는 영향 연구: 8에코 CPMG 영상화 펄스열의 개발 대한 자기공명의과학회 지 2:67-72(1998)
9. Samuel S.M. Wong Computational Methods in physics and engineering 1992 Prentice-Hall

## A Study of T1 Relaxation and Data Management of Animal Images based on Marquardt Algorithm for MRI

Seong Ik Yoon\*, Bo Young Choe\*

*\*Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, Catholic University*

MRI analysis and weights of molecular differences of Volume of Interest(VOI) was studied in animal. The appearance of tiny voxels significant objects for evaluate of disease or irregular function of cells is simplified remodeling before making image. The method of Marquardt, A method of Non-linear mathematical approach can be used to get a quick calculations in arbitrary space. Results shows the relationships between accurate vivo signal and biochemical molecular solutions,

Key Words: Animal, Evaluate, Marquardt, Non-linear, Volume of Interest(VOI)