

의료영상을 이용한 뇌기능 분석 기술

삼성종합기술원 백철화

현재 병변을 정확히 파악하기 위해 2차원 영상필름을 가지고 3차원 영상으로 가시화하여 진단을 돕는 일이 점점 일반화되고 있다. 그러나, 단순한 3차원 영상화는 해부학적인 구조물을 잘 보여 줄지는 모르나 이런 단순한 3차원 영상화는 확보한 단층영상의 풍부한 환자의 진단정보를 잘 활용하고 있다고는 말하기 어렵다. 왜냐하면, 단층영상은 컴퓨터를 거쳐 취득되었기 때문에 영상처리를 통하여 단순한 3차원영상화를 넘어서, 영상자료에서 기능적, 통계적 질병에 대한 정보를 구할 수 있을 것이다. 다원영상처리를 통하여 가치있는 정보를 얻는 분야를 설명한다.

임상의사들은 환자들이 임한 다양한 테스트로부터 연관되는 정보를 모은다. 많은 경우에 있어서, 한 가지 이상의 영상촬영 기술이 임상진단, 치료계획, 치료평가에 사용된다. 일반적으로 임상의사들은 다양한 영상들의 서로의 공간적 관계를 머리속에서 결정하여, 3차원의 복잡한 퍼즐을 푼다. 여러 다른 영상방식은 항상 상호 보완적인 정보를 제공하여 준다. SPECT, PET, MRS 등은 기능적인 정보를 제공하여 주는데 반하여 해부학적 정보는 빈약하다. 반면에 MRI, 초음파, CT, X-ray 영상 등은 해부학적으로 잘 표현하여 주지만 기능적 정보를 적게 제공한다. 여러 다른 기술로 취득한 영상정보의 합성은 영상의 내용이 수반하는 특성, 해상력의 차이, 촬영한 부위의 위치와 방향 등의 차이 같은 이유 때문에 어렵다. 컴퓨터에 의한 영상합성은 다른 종류의 영상에서 얻는 정보들을 합성하는데에 귀중한 도구임이 입증되어왔다. 영상의 좌표계에 연관된 변환을 만

든다. 2개의 단층영상을 합성하는데에 있어서 어느 한 영상을 다른 영상의 공간좌표계로 재구성할 수 있어 상응되는 영상을 비교할 수 있게 해준다. 더구나 화면상에서 결과를 가시화하면서 여러 영상의 정보를 합성할 수 있다. 이런 합성된 영상들은 3차원적 단층영상 정보를 보여준다.

의료영상합성의 응용분야는 임상연구부터 환자진료까지 수없이 다양하다. 여러 수반되는 정보를 지니고 있는 영상에서 숙련가에 의해 얻어질 수 있는 정보는 이러한 영상들 간의 공간적 관계가 정립 될 때 더욱 증가 할 수 있다. 핵의학에서 기능장애 영역의 위치결정과 기능과 구조간의 연구가 기능적정보와 형태학적 정보의 합성에 의해 촉진될 수가 있으며, PET와 SPECT 영상구성을 향상시킬 수 있다. 확신시켜 줄 수 있는 예는 주로 기능적 정보(SPECT, PET, EEG)와 해부학 영상(CT, MRI)을 결합하여 기능장애 영역의 해부학적인 해석을 촉진할 수 있을 때이다. 특히 뇌영상의 합성은 의료영상합성의 문헌에 한분야로 잘 표현되어 있다. 이런 이유는 다음의 두 가지 이유에서 비롯된다. 첫째로 신경과, 신경외과는 진료에 여러 영상기술을 요하는 중요한 분야이다. 두 번째로는 머리는 비교적 단단하여 촬영사이에 크게 변형되지 않는다. 비교적 단순한 변형(회전, 이동, 확대 혹은 축소)들이 영상들을 서로 맞추는데 필요하다. 변형 잘되는 폐, 심장, 배등과 같은 인체부위 영상의 합성, 혹은 지도영상과 환자영상과의 합성 등은 매우 어렵고 힘든 작업을 요한다.

지난 10년간의 문헌에서, 영상합성을 위한

다양한 방법이 의료분야 응용을 위해 제시되어 왔으나, 각기 장점과 단점을 내포하고 있다. 불행히도 이상적인 합성방법은 존재하지 않고 응용에 따라 각기 다른 합성방법을 요구한다. 합성하는 방법은 주로 합성을 위해 영상의 외적 및 내적 특성을 사용하는 것으로 구분된다. 이러한 구별은 임상적 프로토콜을 위해 매우 중요하다. 외적인 영상특성은 환자에게 부착되는 인위적인 표시에 의해 얻을 수 있다. 예를 들어 머리에 프레임을 부착하거나, 피부에 표시물을 부착한다. 내적인 영상의 특성은 영상자료의 환자에 관련된 특성으로, 예를 들면, 해부학적인 식별점이거나 해부학적 구조의 표면이다. 여기서 환자에 관련된 영상특성을 활용하는 합성 방법은 표시물에 의한 방법에 비해 몇 가지 중요한 장점을 가지고 있다. 첫째로 이러한 방법은 환자자료의 활용이 완전히 소급 가능하다. 즉, 영상 취득하기 전에 합성이 필요하게 될 지 알 필요가 없다.

표시물 부착에 의한 방법에 있어서 표시물을 정확히 재부착하기 위해 특별한 규정 같은 것이 필요하지 않다. 환자에 관련된 영상의 특성은 합성부위의 표면추출 등과 같이 반자동으로 할 수 있다.

다른 영상에서 상응하는 영상 구조의 자동추출은 탐구할 가치 있는 목표이다. 왜냐하면, 사람이 관여하여만 하는 합성방법의 결과는 사용자의 주관에 달려있고, 비싼 노동력을 요구한다. 자동적인 특징 추출방법은 같은 특성을 수반하는 정보를 내포하는 영상으로부터 추출되어야 하기 때문에 어려운 일이다.

특별한 뇌구조와 뇌기능의 연관관계 규명은 뇌신경분야의 지대한 관심사이다. MR, PET과 같은 뇌영상 촬영기술에서의 최근의 발전은 뇌의 구조와 그의 기능에 관한 형태학적, 생리학적인 풍부한 자료의 축적뿐만 아니라 뇌영상자료의 정량화를 가능하게 해준다. 결과적으로 지난 10여년 동안 인간뇌의 기능의 분포, 특히 정상인의 뇌기능을 지도화하는데 있어서 괄목할 성장을 보여왔다. 뇌구조 및 기능에 대한 정보는 새로운 영상기술이 환자에게 꾸준히 증가추세로 적용되어 왔음에도, 다친 뇌에서 적게 단편적으로 얻어 왔다. 정상이든 아니든에

불구하고 큰 애로점은 영상에 관련된 방대한 뇌의 자료를 다루고 분석하는 적절한 기술이 부족한데 있어 왔다. 이러한 분석적 제약은 데이터베이스에 자료를 과학적으로 분석하는 능력을 상당히 감소시켰다.

이러한 데이터베이스를 설계하는데의 핵심사항은 머리의 형태적인 변형이다. 즉, 다른 머리는 서로 다른 모양을 가지고, 이러한 모양의 차이는 영상에서 신뢰할 만한 통계적 요약물 얻고자 하는 어떠한 시도도 난처하게 한다. 더불어 이러한 모양의 차이 그 자체는 모양을 정규화하는 등의 방법으로 해결해야 하는 탐구할 만한 주제일 것이다.

필수적으로 요구되는 아래의 기술을 그림을 통하여 설명한다.

- 영상합성: MR과 PET의 단층영상을 3차원적으로 합성하여 2차원적 및 3차원적인 방법으로 가시화하여 뇌종양의 위치 및 대사상태를 MR과 PET의 합성영상을 통하여 정확히 보여줌으로서 수술전계획을 크게 도와 줄 수 있다. 그림 1에서의 첫째 행에서는 MR을 보여주며, 둘째 행에서 PET를 보여주고, 셋째 행에서 2차원적으로 MR과 PET합성영상을 보여준다. 이때에 두영상의 보이는 정도를 조정할 수 있다. 또한 MR의 3차원영상에 PET정보를 합쳐서 합성된 3차원 영상도 함께 가시화함으로써, 뇌종양 부위의 위치를 정확하게 파악할 수 있다.

- 영상표준화: 형태학적으로 서로 다른 사람의 머리를 표준화된 머리의 공간 좌표계로 변형하여 객관적으로 뇌구조물을 비교할 수 있게 한다. 그림 2에서는 표준 좌표계로 사용되는 뇌지도에 MR영상을 변형하여 뇌구조물의 객관적인 비교를 가능하게 한다.

- 뇌활성 부위결정: PET 영상에서 뇌활성화 부위를 결정하여 표준뇌지도에서 정의한 뇌구조물 및 MR 영상에서의 관심영역 부분에 대한 뇌기능의 정량화를 가능하게 한다. 그림 3은 시각적 자극을 주었을 때 뇌의 일하는 부위를 나타내며, 표 1은 자원자의 PET영상에서 70여개 뇌구조물의 뇌기능 정량적 수치를 보여준다.

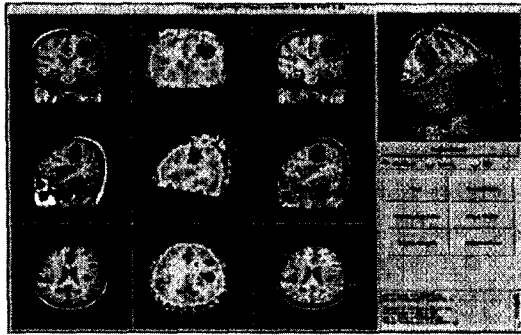


그림 1 MR과 PET영상의 합성

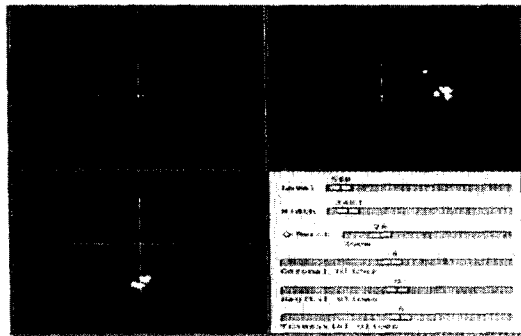


그림 3 PET영상에서 시각자극에 의한 활성화 부위 검출(밝은 부위)

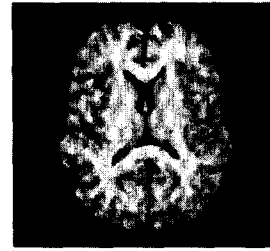
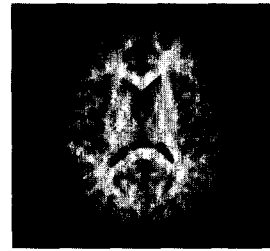


그림 2 MR영상의 변형전과 변형후 및 뇌지도와의 중첩영상

표 1 PET영상에서 70여개 뇌구조물의 기능 정량화 값(Val값은 평균 활성화 수치)

Name	Val	Name	Val	Name	Val	Name	Val	Name	Val
0 ventricle	1178	15 putamen	1357	30 uncin/fasc	0	45 vl/thal	1380	60 dors/hypothal	0
1 globus1	1551	16 hippocampus	1278	31 chiasm	1602	46 dm/thal	1174	61 VM/hypothal	0
2 cortex	776	17 ant/comm	1440	32 pyram/crtx	0	47 lp/thal	968	62 outline	0
3 caudate	1126	18 backdrop	369	33 pyr2/arm	0	48 p/thal	1191	63 thalamic	0
4 FLS	1157	19 lat/genic	0	34 pyr3/legs/trnk	0	49 lm/thal	1215	64 Nucleus ruber	0
5 fornix	1025	20 labels	0	35 pyr1/face	0	50 ld/thal	1277	65 Pulvinar	0
6 thalamus	1226	21 med/genic	0	36 lat/hypothal	1691	51 vpl/thal	1369	66 Corpus pineale	0
7 globus2	1403	22 subthalamic	1221	37 post/hypothal	1349	52 vpm/thal	1183	67 suprapin/rec	0
8 FOF	1212	23 red/nuc	1206	38 POM/hypothal	1263	53 cm/thal	0	68 post/comm	0
9 FLI	1510	24 optic/trac	1777	39 SO/hypothal	1401	54 nacs	0	69 adhesion	0
10 cingulum	1072	25 subst/nigra	1126	40 PV/hypothal	1392	55 Folf	0	70 central sulcus	
11 corpus	1208	26 hypothal	0	41 PaV/hypothal	1427	56 POL	0		
12 Ro	1043	27 mamm/body	1322	42 pyram/crtx	856	57 pyram/tract	0		
13 claustrum	1489	28 amygdala	1561	43 na/thal	1148	58 olfact/tract	0		
14 tapetum	1144	29 aqueduct	1484	44 va/thal	1367	59 Tub			

결 론

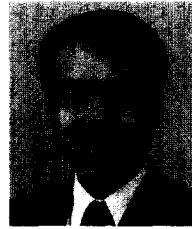
영상합성, 표준화, 활성화 부위 검출을 통하여 개개인의 뇌기능성의 정량화 및 특정 질병군의 통계적 비교를 통하여, 뇌기능과 뇌결합과의 연관성을 규명하여 알려지지 않은 뇌기능 질환의 영상진단법을 개발할 수 있을 것이다. 또한 자세히 언급 피하지만, 뇌기능의 영상 데이터베이스를 통하여 질병의 원인을 알아 낼 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Talairach J, Tournoux P, "Co-planar stereotactic atlas of the human brain", New York, Thime Medical Publishers, 1998.
- [2] Pelizzari CA, Chen GT, et al., "Accurate three-dimensional registration of CT, PET, and/or MR images of the brain", J Computer Assisted Tomography, 20-26, 1989:13.
- [3] Woods RP, Mazziotta JC, Cherry SR, "MRI-PET registration with automated algorithm", J Computer Assisted Tomography, 536-546, 1993:17.
- [4] Minoshima S, Berger KL, et al., "An automated method for the rotational

correction and centering of three-dimensional functional brain images", J. Nuclear Medicine, 1579-1585, 1992:33.

- [5] Paik CH, Yu HS, "A Single subject analysis tool with a local PET template", The 4th Int'l Conf. Functional Mapping of Human Mapping", Jun. 1998.
- [6] Friston KJ, Frith CD, et al., "Plastic transformation of PET Images", J Computer Assisted Tomography, 634-639, 1991:15.



백 철 화

- 1977 한양대학교 공과대학 전자공학과 공학사
- 1977~1979 한국 IBM사 엔지니어
- 1981 서울대학교 공과대학 전자공학과 공학석사
- 1982 University of Southern California Computer Engineering 공학석사
- 1983~1986 충북국립대학교 공과대학 전산공학과 조교수
- 1990 University of Connecticut Computer Science 공학박사
- 1990~1994 미국 Johns Hopkins Univ. School of Medicine Neuroradiology Faculty
- 1994~현재 삼성종합기술원, 의료전자랩, 의료영상연구실장
- 관심분야: 다원의료영상(MR/PET/fMRI)처리, 합성 및 분석, Human Brain Mapping, PACS개발, Telemedicine개발, 의료영상의 가상현실
- E-mail: chpaik@samsung.co.kr