

첨단 의료장비분야 - 뇌단층촬영기(fMRI)

fMRI라고 하는 것은 뇌 속의 산소흐름과 같은 역동적인 상황의 촬영이 가능한 뇌단층 촬영기로서 4차원적으로 매순간 변화하는 것을 곧바로 측정할 수 있는 최첨단 의료기기이다. 거짓말을 할 때에는 전두엽이 활성화되어, 활성화된 전두엽의 뇌스캔을 이용하여 범인의 거짓말을 탐지할 수 있다는 것이다. 꼭 이런 목적이 아니더라도 알츠하이머 등의 뇌기능 저하에 따른 질병 연구와, 자극에 대해 우리의 뇌가 어떻게 반응하는지 살필 수 있어 무궁무진한 뇌과학 분야에 유용하게 이용될 수 있다. 본 보고서는 뇌기능을 이미징할 수 있는 fMRI 분야에 대한 특허를 다각도로 분석해 봄으로써, 해당 기술분야의 흐름을 파악하고 앞으로의 동향을 예측하여 적절한 대응과 연구개발에 목적을 두고 작성되었다.

편집자 주

I. 서론

“뇌스캔으로 범인 탐지가 가능할까?”, 혹은 “뇌스캔으로 거짓말을 탐지한다.” 등의 기사를 본 적이 있는가? 결론부터 말하자면 fMRI라는 장비를 이용하는 것이다. fMRI라고 하는 것은 뇌 속의 산소흐름과 같은 역동적인 상황의 촬영이 가능한 뇌단층 촬영기이다. MRI라는 것은 역동적인 것이 아닌 그냥 3차원적인 촬영이며, fMRI는 4차원적으로 매순간 변화하는 것을 곧바로 측정할 수 있는 최첨단 의료기기이다. 거짓말을 할 때에는 전두엽이 활성화되어, 활성화된 전두엽의 뇌스캔을 이용하여 범인의 거짓말을 탐지할 수 있다는 것이다. 꼭 이런 목적이 아니더라도 알츠하이머 등의 뇌기능 저

하에 따른 질병 연구와, 자극에 대해 우리의 뇌가 어떻게 반응하는지 살필 수 있어 무궁무진한 뇌과학 분야에 유용하게 이용될 수 있다.

X-ray 기술을 비롯한 초음파, PET, MRI 등 인체의 내부를 비침습적으로 진단할 수 있도록 하는 노력이 계속 되어왔다. 신체 여러 기능 중에서도 뇌기능에 대한 부분은 가장 늦게 발달되어, 뇌과학은 ‘프론티어 사이언스(Frontier Science)’ 라고도 불린다. 이러한 뇌의 기능을 측정하기 위한 가장 최근의 수단이 fMRI이다. 본 보고서는 뇌기능을 이미징할 수 있는 fMRI 분야에 대한 특허를 다각도로 분석해 봄으로써, 해당 기술분야의 흐름을 파악하고 앞으로의 동향을 예측하여 적절한 대응과 연구개발이 이루어지도록 함을 목적으로 한다.

II. 본론

제 1 절 fMRI 기술의 정의(배경)

fMRI의 기본원리를 알아보면 다음과 같다. 뇌의 특정 부위(신경세포)에 활동이 증가하여 활성화되고 신진대사가 증가하면 그 특정 조직의 모세혈관으로 혈류공급이 증가되어 국소혈류량이 증가하고, 이때 혈류 속에 산소와 결합한 헤모글로빈의 비율이 과다하게 증가된다. 이 헤모글로빈은 산소를 빼앗긴 주변 조직의 헤모글로빈에 비하여 높은 신호강도를 가지는데, 바로 이 차이를 탐지한 신호가 BOLD 신호이다. 이를 2차원 영상으로 구성하고, 다시 3차원 영상으로 재구성하여 원하는 두뇌부위의 활성화 양상을 측정한다. 전체 두뇌를 한번 측정하는 것이 짧은 시간 내에 이루어지므로(1-3초), 하나의 인지과제를 수행하는 한 주기동안(약 20-30초 정도) 다수의 반복측정이 가능하기 때문에 이 방법은 공간 해상도와 시간 해상도가 가장 높은 영상을 구성할 수 있다.

그러므로 MR 신호의 변화를 연속적으로 측정하면서 일정한 외부 자극에 맞추어 MR 신호 증가가 일어나는 부위를 찾아내면 곧 활성화된 뇌부위로 추정할 수 있다. 정리하면, 두뇌가 활동할 때 혈류의 산소 수준(BOLD: Blood Oxygen Level Dependent) 신호를 반복 측정하여 뇌가 기능적으로 활성화된 정도를 측정하는 방법이라 할 수 있겠다.

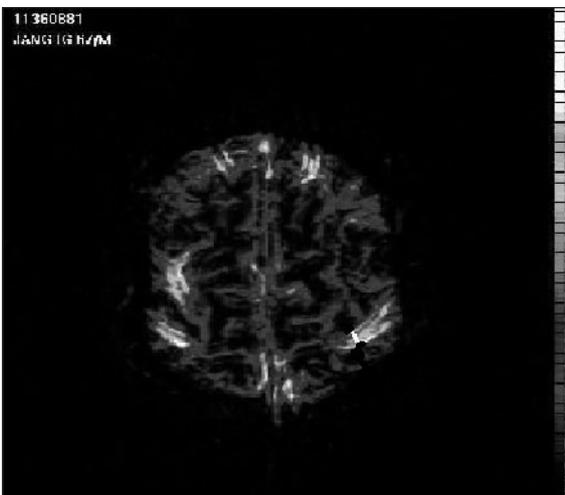


그림 1. 뇌단면 매핑 이미지(2000년 바이오테크이십일에서 출원한 한국공개특허 1020000049996의 도면)

제 2 절 fMRI 기술 분류 및 예시 기술

fMRI기술은 MRI기술에서 개념적으로만 세분되어 진 것일 뿐, 장치적 개념은 다르지 않다. 단, 기능적 영상을 얻을 수 있도록 하는 신체기능을 탐지하거나 실험하기 위한 방법에 관한 것을 하나의 분류로 할 수 있고, 기능적 영상에 더 적합하게 설계된 하드웨어를 또 한 분류로, 기능적 영상에 더 적합하도록 한 데이터처리에 관한 부분을 또 다른 한 분류로 나눌 수 있다.

다음은 각 분류에 따른 일례들을 나열한 것으로, 각 기술 전체의 일부만을 나타낸 것이며, 한국에서 공개된 특허문헌을 사용하였다.

1. fMRI용 탐지, 실험 방법

1.1 거짓말 탐지 및 평가

개체가 진실인지 또는 거짓인지 또는 개체가 어떤 얼굴 또는 물체에 대한 기존 지식을 가지는 지를 탐지하고 평가하기 위해 기능성 뇌 영상법을 통해 개체의 뇌 활동 변화를 측정하는 방법 및 시스템을 사용한다.

2. fMRI용 장치

2.1 fMRI용 코일

fMRI 영상 스캔시 좀 더 확실한 영상을 얻을 수 있도록

표 1. fMRI 기술 분류

탐지, 실험 방법 - 신체(뇌 등)기능 판단
코일, 장치 등의 하드웨어 부분
영상 · 데이터 처리, 제어시스템, 프로그램 등의 소프트웨어 부분

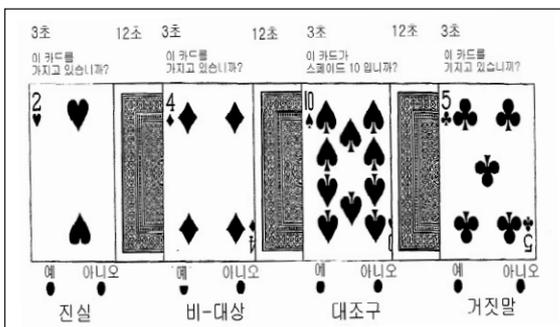


그림 2. 거짓말 탐지 및 평가를 위한 실험 방법(거짓말 및 은닉된 인식, 및 자료에 의한 인지적/감정적 반응의 탐지 및 평가를 위한 기능성 뇌 영상법으로 더트러스티스 오브 더 유니버시티 오브 펜실바니아에서 2003년 출원한 한국공개특허 1020040079833의 도면)

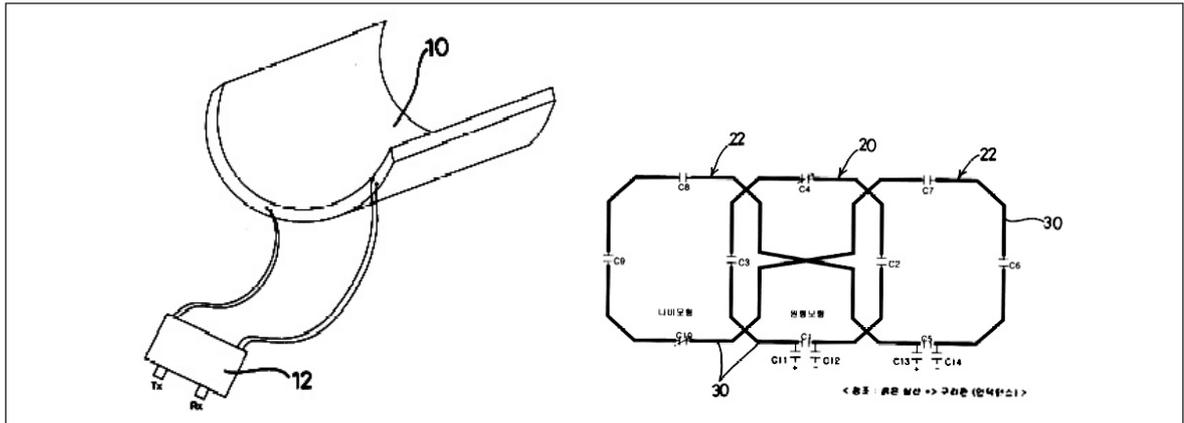


그림 3. 라운드형 표면부착형 코일(3 테슬라(Tesla) 자기공명영상진단기에 맞는 후두엽 기능적 영상을 위한 3T 송/수신용 라운드(Round)형 표면 부착형 코일 용도로 개발된 코일, 2002년 아이슬테크놀로지에서 출원한 한국공개특허 1020040013705의 대표도면)

머리 부분에 라운드 형으로 부착하는 코일부를 사용한다.

2.2 진동, 소음 흡수 부재

기능적 영상의 경우, 경사 코일과 기본 자계 자석의 진동이 발생하고, 상기 진동이 기본 자계 자석 또는 경사 코일의 내부 공간에 있는 환자 침대 및 HF-공진기에 전달됨으로써 불충분한 영상 품질이 야기되고, 심지어 오진을 초래할 수 있으므로, 커버링 부품 또는 바닥과 자석 용기 사이에 음향 진동을 흡수하는 감쇠부재를 설치한다.

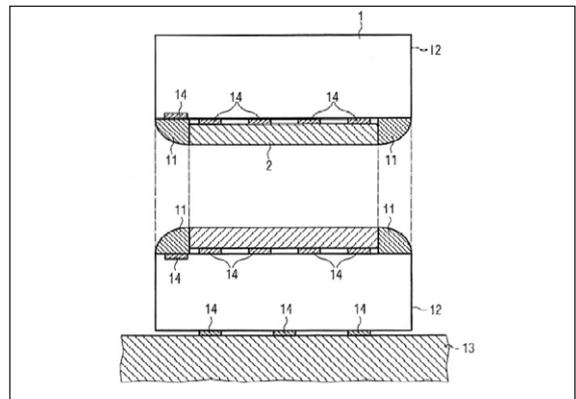


그림 4. 기계진동, 음향 흡수 감쇠부재(기계 진동을 감쇠시킴으로써 소음을 억제하는 기능을 가진 자기공명 단층촬영장치, 2004년에 지멘스 악티엔게젤샤프트에서 출원. 한국공개특허 1020040029149의 대표도)

3. fMRI용 데이터처리부

3.1 영상처리회로

영상처리 시간이 아주적게 소요되어 촬영부위를 곧바로 모니터를 통해서 볼 수 있으며, 이산신호 처리의 개념을 도입한 fMRI 영상시스템 장치를 위한 고속영상처리 방법을 사용한다.

제 3 절 fMRI 분석 기준

본 보고서는 fMRI 관련 기술에 해당하는 키워드와 국제특허기술분류(IPC)를 조합한 검색식을 사용하여 한국 및 일본의 경우 1990~2003년, 미국의 경우 1990~2002년까지의 특허출원을 조사대상으로 하여 한국특허정보원 자체 조사도구인 자격루를 통한 검색을 실시하였다.

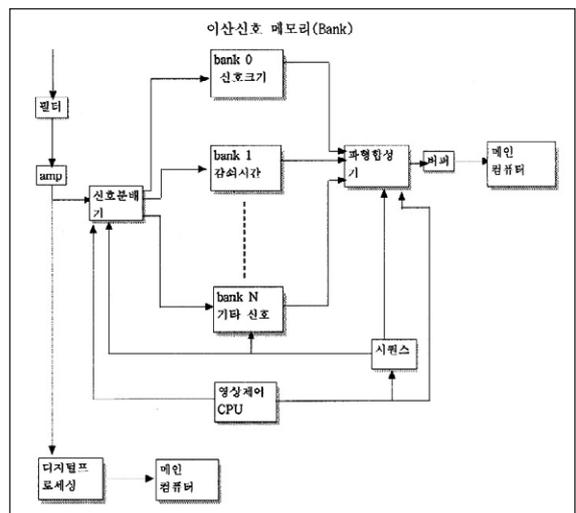


그림 5. fMRI 영상시스템을 위한 고속 영상처리 방법(한국공개특허 1019990064928의 대표도)

III. 특허동향

제 1 절 한국 특허동향

1. 연도별 특허동향

한국에서의 fMRI 특허 활동은 90년대 말부터 2004년 까지 활발히 이루어지고 있다. 국내에서의 fMRI 분야의 특허 동향을 살펴보면 그림 6과 같다. 분석기간 내의 90년대 초, 중반에는 출원이 보이지 않으며, 90년대 말부터 2004년까지 소수지만 출원되고 있으며, 앞으로 계속 증가될 것으로 생각된다.

2. 국가별 특허 점유율

한국에서의 fMRI 특허 활동은 외국 출원인이 주도한다. 국내에서의 fMRI 분야의 내국인 및 외국인에 의한 특허 출원 동향을 살펴보면, 총 10건 중 외국인에 의한 출원이 6건으로 60%, 내국인에 의한 출원이 4건으로 40%로 나타나 국내 fMRI분야는 외국 출원인이 주도하는 것으로 볼 수 있다.

3. 출원인별 특허동향

한국에서의 fMRI 분야의 기술혁신리더는 지멘스이다. 그림 8에서 나타나는 국내 fMRI 분야의 출원인을 살펴 보면, 개인 출원인을 제외한 경우 대부분이 영상진단기 제조업체에 의한 것임을 알 수 있다. 총 10건의 출원 중, 지멘스가 3건으로 전체 출원량의 30%를 차지하여 지멘스가 fMRI 분야의 기술개발을 주도하고 있음을 알 수 있다.

4. 기술별 특허동향

한국에서의 fMRI 분야의 주요 기술분야는 데이터처리 분야이다.

그림 9에서처럼 한국에서 fMRI의 기술별 특허동향을 살펴보면 fMRI기기, 장치 기술과 근소한 차이지만 fMRI 영상처리 기술이 가장 많은 출원량을 보였으며, fMRI용 탐자, 실험 방법은 다른 두 기술에 비해 적은 출원을 보였다.

제 2 절 미국 특허동향

1. 연도별 특허동향

미국내 fMRI 기술개발은 90년대 중후반부터 증가추세를 보이며 2001년에 가장 활발했다.

미국에서의 fMRI의 연도별 특허 동향은 그림 10에서처럼 나타나는데, 90년대 후반부터 증가하여 2001년에

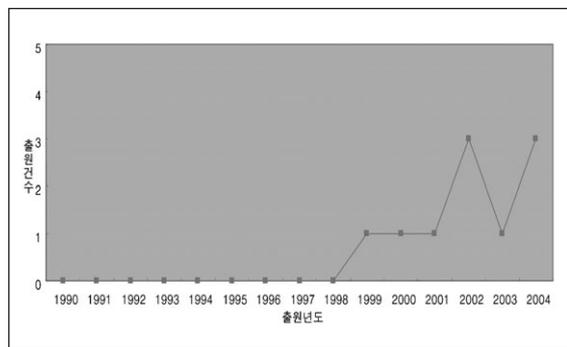


그림 6. 한국에서의 fMRI 분야의 연도별 특허 동향

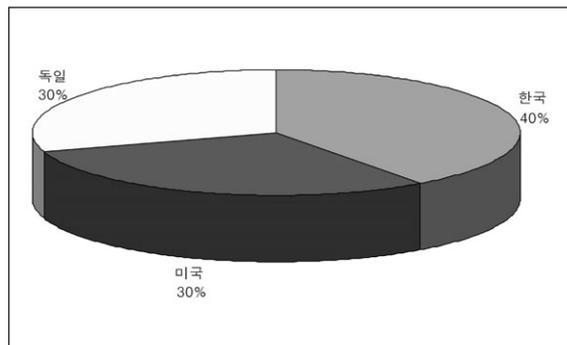


그림 7. 한국 fMRI 분야의 출원인 국적별 특허 동향

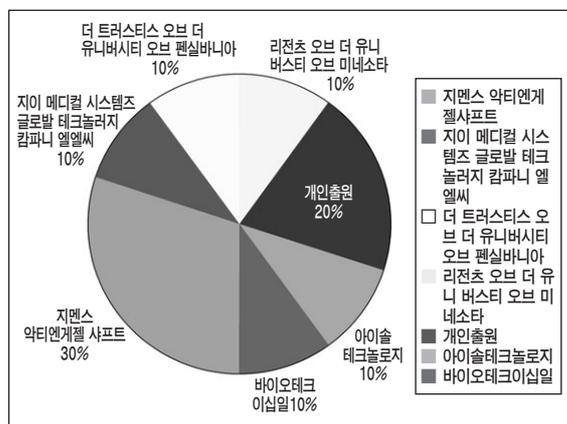


그림 8. 한국 fMRI 분야의 출원인별 특허 동향

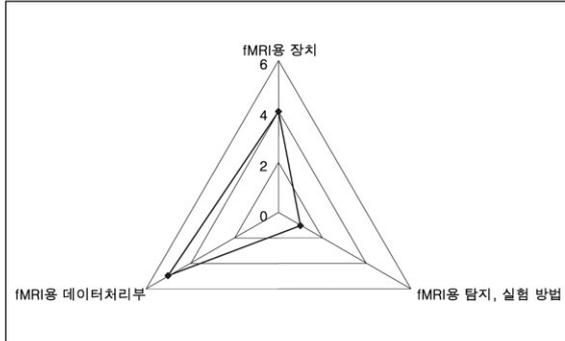


그림 9. 한국 fMRI 분야의 기술별 특허동향

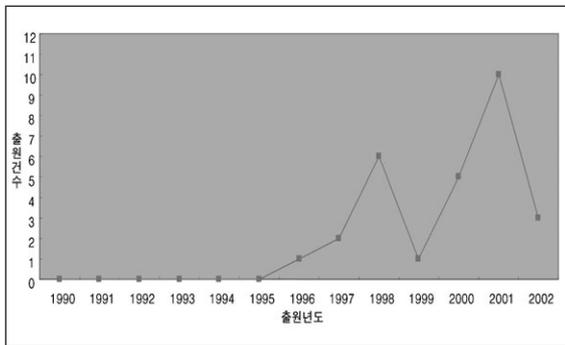


그림 10. 미국에서의 fMRI 분야의 연도별 특허 동향

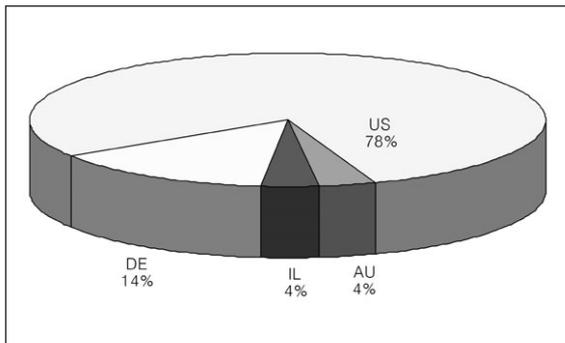


그림 11. 미국 fMRI 분야의 출원인 국적별 특허 동향

가장 활발한 출원을 보이고 있다.

2. 국가별 특허 점유율

미국내 fMRI 기술은 미국, 독일이 강세를 보인다. 미국내에서의 내국인 및 외국인에 의해 특허 출원동향을 살펴보면, 그림11에서처럼 외국인에 의한 특허 출원은 18%, 내국인에 의한 특허 출원은 78%이며, 외국인에 의한 출원은 독일, 이스라엘, 오스트레일리아에서 출원되었으며, 특히 독일에 의한 출원이 외국인 출원

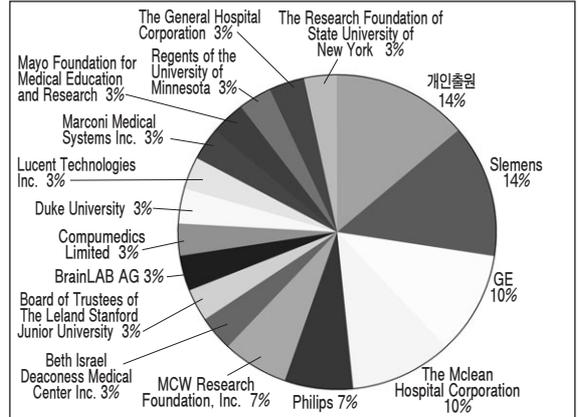


그림 12. 미국 fMRI 분야의 출원인별 특허 동향

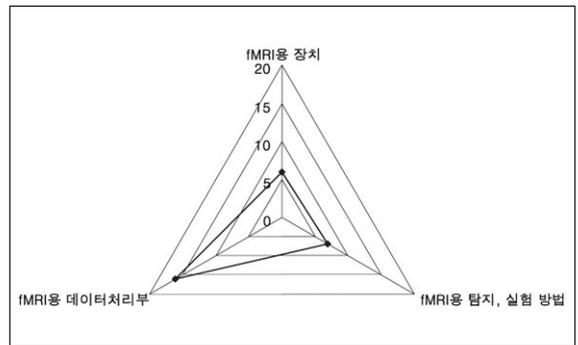


그림 13. 미국 fMRI 분야의 기술별 특허동향

안에서 약 64%를 차지한다.

3. 출원인별 특허동향

미국에서 fMRI 분야의 기술혁신리더는 지멘스. 그림 12에서 나타나는 미국 fMRI 분야의 출원인을 살펴보면, 개인출원인을 제외하면, Siemens가 전체 출원량의 14%를 차지했다. GE와 McLean Hospital도 각각 10%씩을 차지하였다.

4. 기술별 특허동향

미국에서의 fMRI 분야의 주요 기술분야는 데이터처리 분야이다.

그림 13에서처럼 미국에서 fMRI의 기술별 특허동향을 살펴보면, fMRI용 데이터처리 기술이 가장 많이 출원되었으며, fMRI기기,장치 기술과 fMRI용 탐지, 실험 방법 기술은 데이터처리 기술에 비해 적게 출원되었다.

제 3 절 일본 특허동향

1. 연도별 특허동향

일본내 fMRI 기술은 90년대 중반과 2000년대 초반에 활발했다.

일본에서의 fMRI 분야의 특허 동향을 살펴보면 그림14에서와 같이 90년대 중반과 2000년대 초반에 매우 활발한 특허 출원을 보이는 것을 알 수 있다.

2. 국가별 특허 점유율

일본에서 fMRI 분야의 특허 활동은 내국 출원인이 우세하다.

일본내 fMRI의 출원인 국적별 특허 동향을 살펴보면, 전체 21건 중 자국내 출원인에 의한 출원이 18건(85%)으로 가장 많았으며, 독일 2건(10%), 미국 1건(5%)으로 나타났다.

3. 출원인별 특허동향

일본내 fMRI의 출원인별 특허 동향을 살펴보면, 그림 16에서처럼 전체 21건의 특허 중 COMMUNICATION RESEARCH LABORATORY와 HITACHI와 NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATION & COMMUNICATION TECHNOLOGY가 각각 3건(13%)으로 가장 많은 출원을 하였으며, 그 다음으로 SIEMENS와 TOSHIBA가 각각 2건(10%)을 출원하였다.

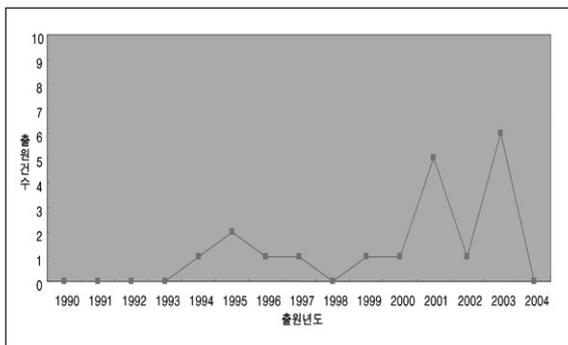


그림14. 일본에서의 fMRI 분야의 연도별 특허 동향

4. 기술별 특허동향

일본에서의 주요 기술 분야는 fMRI용 장치이다.

그림 17에서처럼 일본에서의 fMRI의 기술별 특허동향을 살펴보면, fMRI용 장치에 관한 기술이 가장 많이 출원되었고, 그 다음으로 fMRI용 데이터 처리기술이 다 출원되었으며, fMRI용 탐지, 실험 방법에 관한 기술은 매우 적게 출원되었음을 알 수 있다.

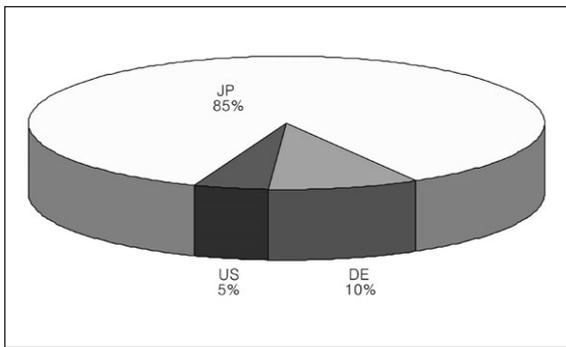


그림 15. 일본 fMRI 분야의 출원인 국적별 특허 동향

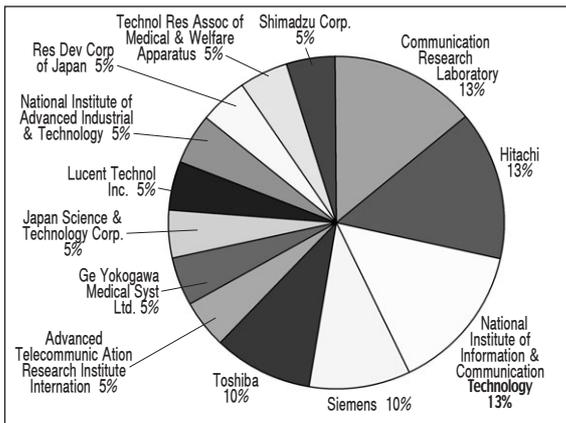


그림 16. 일본 fMRI 분야의 출원인별 특허 동향

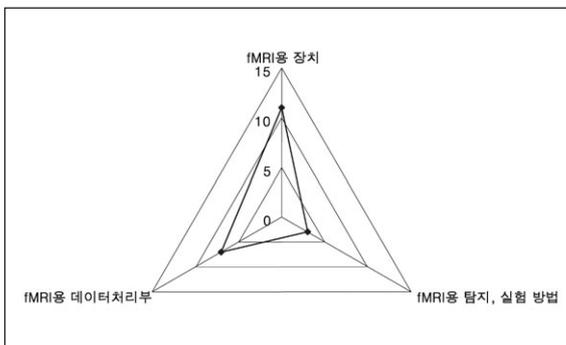


그림 17. 일본 fMRI 분야의 기술별 특허동향

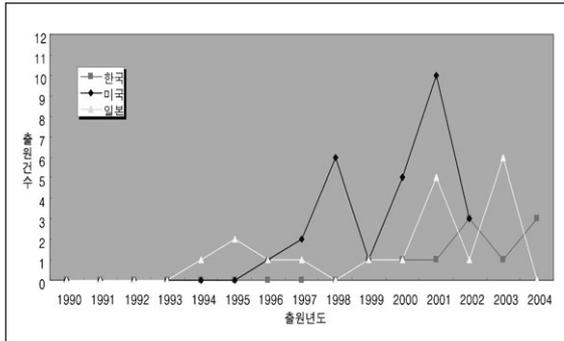


그림 18. 전세계 fMRI 분야의 연도별 특허 동향

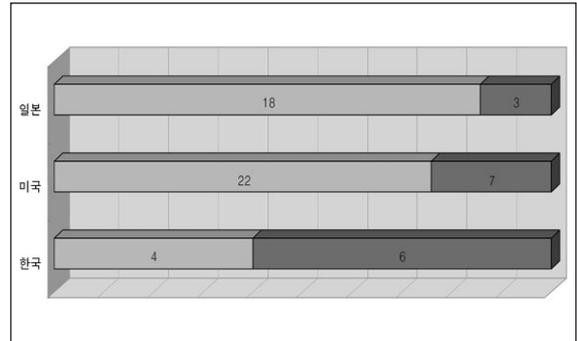


그림 19. 전세계 fMRI 분야의 국가별 자국/외국 출원 비율

표 2. 한/미/일의 fMRI 분야 특허의 다출원인 분포

국가 순위	한국		미국		일본	
	출원인	출원건수	출원인	출원건수	출원인	출원건수
1	지멘스	3	Siemens	4	COMMUNICATION RESEARCH LABORATORY	3
2	지이	1	GE	3	HITACHI	3
3	더 트러스티스 오브 더 유니버시티 오브 펜실바니아	1	The McLean Hospital Corporation	3	NATIONAL INSTITUTE OF INFORMATION & COMMUNICATION TECHNOLOGY	3
4	리전츠 오브 더 유니버시티 오브 미네소타	1	Philips	2	SIEMENS	2
5	바이오테크 이십일	1	MCW Research Foundation, Inc.	2	TOSHIBA	2

제 4 절 전체 특허동향 및 분석

한국, 미국, 일본의 fMRI 분야의 특허들을 살펴본 결과, 한국은 1999년, 미국은 1996년, 일본은 1994년을 기점으로 각각 출원량이 증가하였다가 소폭의 증가와 감소를 반복하며 전체적으로 증가하는 추세를 나타냈다.

그림 19는 한국/미국/일본의 자국출원과 외국출원의 비율을 나타낸 것이다. 한국은 외국출원 의존도가 높은 것으로 나타난다. 그에 비해 미국과 일본은 자국출원에 의한 출원비율이 한국에 비해 매우 높다.

출원인 분포를 살펴보면(개인출원은 제외), 한국과 미국에서는 지멘스의 활동이 가장 두드러지며, 일본에서도 상위권의 출원을 보이고 있다. 한국의 기업은 외국에서 또한 자국 내에서도 특허활동이 저조함을 알 수 있다.

IV. 결론

뇌기능 계측하는 방법으로는 EEG(Electro Encephalography, 뉴런 활동에 의해 발생하는 전기적 포텐셜 측정)와 MEG(Magneto Encephalography, 뉴런활동에 의해 발생하는 자기장 검출)의 뇌 전자기 신호를 검출하는 방법, 핵자기 공명을 이용하는 방법(functional MRI), 적외선을 이용하는 방법(Near Infrared spectroscopic Topography), SPECT (Single Photon Emission Computerized Tomography)와 PET (Positron Emission Tomography)의 방사성 동위원소를 이용하는 방법이 있다. 그 중에서도 PET와 fMRI가 가장 많이 이용되며, 이 두 장치는 인지 기능의 종류에 따라 관여하는 두뇌영역의 활성화를 영상화하여 정보처리 유형과 신경해부학적 상관관계를 규명할 수 있으며, fMRI는 PET에 비해 방사선 노출을 하지 않아도 되는 장점이 있다.

fMRI 기술은 예전에 비해 많은 발전을 했지만, 더 강한 자기장을 사용하고 수신 코일 기술의 향상에 의해 신호

대잡음비(S/N ratio)를 향상시켜야 하며, 또한 새로운 신호처리 방법을 개발하여 민감도(sensitivity)를 높여야 할 것이며, 사고과정을 좀 더 효율적으로 진행 할 수 있는 탐지/측정 방법에 관한 기술도 연구되어야 할 것이다.

뇌기능 이미징의 궁극적인 목표는 사고과정에 따른 뇌의 신경흥분 위치추적을 통해 신경세포의 활동을 보고자 하는 것(뇌 기능의 mapping)이며, 이를 통해 뇌 기능과 관련된 뇌 질환의 연구와 치료에도 공헌할 수 있을 것이다.

MRI와 같은 의료영상진단기 분야는 부가가치가 매우 높은 산업으로 시장규모 또한 매년 증가하는 분야이다. 현재, 한국의 경우, 위에서 살펴본 바와 같이 기술력뿐만 아니라 일본과 미국의 특허 활동과 비교해 상당히 뒤쳐져 있는 것을 알 수 있다. 하지만, 정부의 지원 아래 꾸준한 기술개발을 통해 경쟁력을 확보한다면 우리나라 의료진단기 시장이 거대 다국적 기업 몇 개에 의해 좌지우지되는 상황은 벌어지지 않을 수 있을 거라 생각된다.

인용자료

1. http://www.laxtha.com/bhbae/ni_measure_paper/paper_1/paper_1.htm
2. Cohen MS and Bookheimer SY : Localization of brain function using magnetic resonance imaging, Trends in Neuroscience, Vol. 17, No. 7, pp. 268-277, 1994
3. <http://www.cogpsych.org>
4. http://cogneuro.snu.ac.kr/home_korean/lab_info/fmri_korean.htm
5. <http://www.fmri.re.kr/>
6. http://www.zinenara.com/pdf/mag/herenow/hn0111/pdf/20_3.pdf



조윤정

한국특허정보원
조사분석 3팀

한국특허정보원

본 보고서는 한국특허정보원 FORX 서비스 홈페이지(<http://www.forx.org>)에서 열람할 수 있습니다. 본 보고서는 한국특허정보원의 연구 결과물입니다. 본 보고서의 불법적 이용, 무단 전재·배포는 법적으로 금지되어 있으며, 불법적으로 이용하면 법적인 제재를 받을 수 있습니다. 본 보고서에 대한 상세특허정보DB 또는 유사기술에 대한 특허동향보고서 신청 및 보고서 이용에 관한 문의는 한국특허정보원으로 연락하여 주시기 바랍니다.

주소 : 135-980 서울 강남구 역삼동 647-9 한국지식재산센터
전화 : 02) 3452-8144 (내선532)
팩스 : 02) 3453-2966
홈페이지 : 한국특허정보원 <http://www.kipi.or.kr>
특허정보조사서비스 <http://www.forx.org>