

의료용 3D 영상처리 시스템 기술동향

송영준 | 권기철 | 임영태 | 김남
충북대학교

요 약

본고에서는 3D 입체 영상 기술에 기반한 의료 장비 및 시스템과 활용 사례 등을 소개하고 의료용 3D 영상처리 시스템을 구성하는 기반 기술 및 연구 동향에 대해 소개한다.

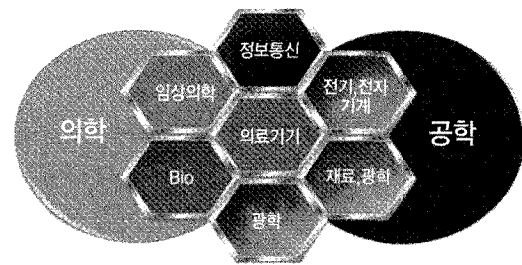
이렇듯 의료기기 산업은 의료기기 제품의 설계 및 제조에 관련된 다 학제간 (interdisciplinary) 기술로, 그림 1과 같이 임상의학과 전기, 전자, 기계 재료, 광학 등의 공학이 융합되는 응용 기술로 정의되고 있다. 이러한 의료 IT 융합에 의한 의료 기기 산업은 핵심 기기의 소형화, 의료 기기의 지능화, 의료 기기의 편이성 및 신뢰성의 향상으로 의료 서비스의 질을 향상시키고 있다.

1. 서 론

BT 및 IT의 융합을 통한 BIT 응용 분야는 다양한 분야에서 창출되고 있으나, 그 중에서도 의료 분야에서 괄목하게 성장하고 있다. 특히 의학 및 약학의 BIO 부분과 우리나라 IT의 핵심을 이루고 있는 정보통신, 전기전자 공학은 의료 영상 처리 및 이를 활용한 의료 기기 산업의 기반이 되고 있다.

최근 정부에서는 산업간 융합 산업을 육성시키는 청사진을 발표하면서 의료+IT 산업을 집중 육성하는 전략을 세우고 있다. 의료 산업의 특수성과 IT 산업의 신기술들을 접목시켜 새로운 고부가가치 산업으로서 발돋움 시키려 하고 있다. 이러한 시도는 임상 로봇, 바이오 신약, 유-헬스케어 등 여러 의료 분야에서 연구되고 시제품화 되고 있다.

3D 의료용 영상처리 시스템은 의료 기기로 활용되는 분야로서, 3차원 초음파 진단기, 3차원 X-Ray, CT, MRI 등 다양한 의료 기기의 개발을 촉진시켜 왔다. 의사들의 수술 및 시술 보조 장치로서 의료 기기는 점차 고성능화되고 전문화됨에 따라, 의료 지식과 IT 기술의 융합화가 더욱 더 가속화되어 가고 있다.



(그림 1) 의료기기 산업의 정의

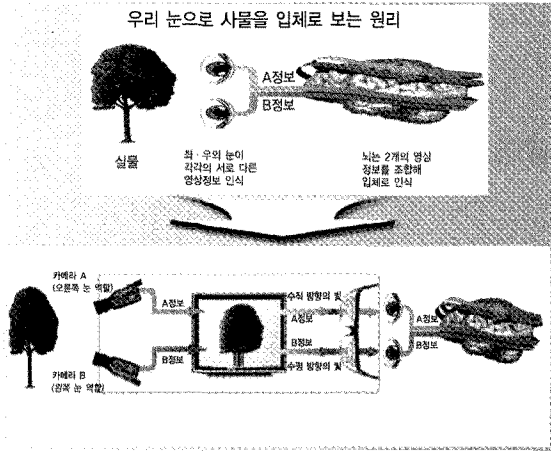
본 고에서는 이러한 의료 기기 중에서 3D 영상처리가 활용되는 의료용 3D 영상 처리 시스템의 응용 사례 및 기반 기술에 대하여 알아 보고자 한다.

II. 본 론

1. 3D 입체영상 개요

3D 입체영상은 (그림 2)와 같이 인간의 눈이 좌측과 우측

의 양안이 서로 다른 시차의 정보를 입력 받아 이를 뇌에서 재구성하는 과정에서 일어나는 현상이다.



(그림 2) 3D 입체 영상 기술원리

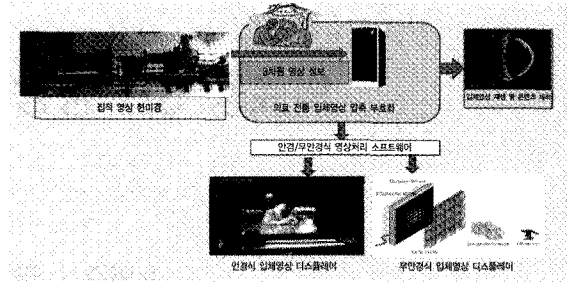
따라서 3D 영상을 구현하기 위해서는 인간의 두 눈과 같은 좌/우 카메라가 필요하며 이를 3차원으로 보여 줄 수 있는 디스플레이가 필요하다.

2. 의료용 3D 입체영상 시스템

일반적으로 광학 현미경에서 얻을 수 있는 물체의 영상은 2차원 영상이다. 2차원 영상은 평면적인 사진에 불과하기 때문에 의료 영상의 2차원적인 단편적인 정보만을 제공하게 된다. 따라서 수술 및 진단 시 인간 장기 또는 세포들의 깊이 정보를 알기는 어려웠다. 의료용 입체 영상은 관찰자로 하여금 깊이감 부여가 가능하여 진단 및 관측에 있어서 더욱 정확하고 현실감 있는 영상을 제공하고 있다.

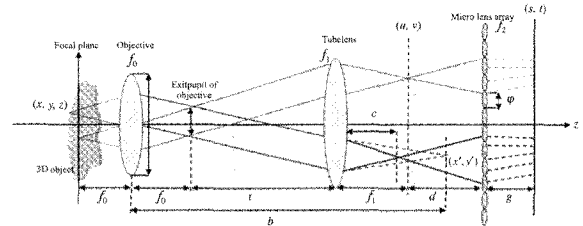
의료용 입체 영상은 최소 2 시점 이상을 가지므로 일반 2D 영상보다 2배 이상의 용량이 필요하여 데이터 전송 시 얼마나 정확하게 많은 영상을 보낼 수 있는지가 관건이 되고 있다. 의료용 3D 영상처리 시스템은 (그림 3)과 같이 입체 영상을 획득하는 영상 입력 장치, 의료 영상의 특성을 활용한 3D 입체 영상의 압축 부호화 기술, 그리고 3D 의료 영상을 보여주는 디스플레이 부분으로 나눌 수 있다.

집적 영상 현미경은 (그림 4)와 같이 기본적으로 대물렌즈, 튜브렌즈, 마이크로 렌즈 어레이로 구성되어 있다. 일반적



(그림 3) 의료용 3D 입체 영상 시스템 구성

으로 광학현미경 제작 시 Tube Length와 Infinity space를 고려해야 하므로 이에 대한 기하학적 구조 분석을 수행하고 각각의 파라미터들이 미치는 시뮬레이션 결과 등을 확보하여 이를 통해 실험적인 집적 영상 현미경을 구현하고 있다. 최근 현미경 제조사에서 일반적으로 제공하는 대물렌즈의 경우 대물렌즈로부터 튜브렌즈까지 빛의 분포가 일정한 형태를 유지하여 이 사이에 다양한 액세서리를 add-on 시킬 수 있는 infinity corrected optical system을 이용하여 제작되고 있다.



(그림 4) 의료용 집적영상 현미경 구성

의료용 입체영상 압축 부호화는 일반적인 영상 압축 기술인 H.264 에 기반을 하고 의료 영상의 특성에 의한 효율적인 압축 방법을 적용하는 것이 중요하다.

양안 시점을 제공하는 의료 장비의 경우, 좌측 영상과 우측 영상의 2개 영상을 (그림 5)와 같이 인터레이스 형식으로 하나의 영상으로 재구성하여 압축 부호화하고 복호화하는 것이 일반적이다.

의료 영상의 경우 새로운 물체가 갑자기 나타나는 경우가 거의 없으므로 프레임 부호화가 필드 부호화에 비해 우수한 것으로 분석되고 있다. 따라서, 참조 프레임의 증가가 계산



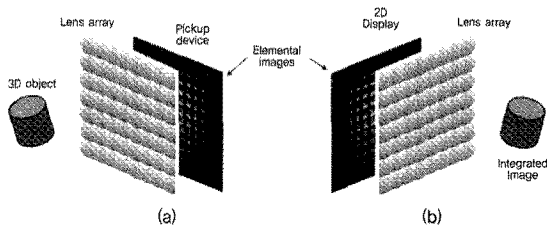
(그림 5) 양안 시점 영상의 인테레이스 영상 합성 과정

량만 증가시킬 뿐 부호화 효율이 거의 없는 특징을 가진다. 보편적으로 의료 영상 특성상 빠른 움직임이 없으므로 움직임 예측 시 좁은 탐색영역만으로 효율적인 부호화 가능하므로 8x8의 탐색 영역으로 부호화 하는 것이 효율적이다.

또한 디블록킹 필터의 사용은 복호기에서 좌우 영상으로 분리할 시 화질 저하를 가져오므로 사용하지 않는 것이 바람직한 것으로 분석되었고 영상 복호화 시 블러링 현상 방지 효과가 있다.

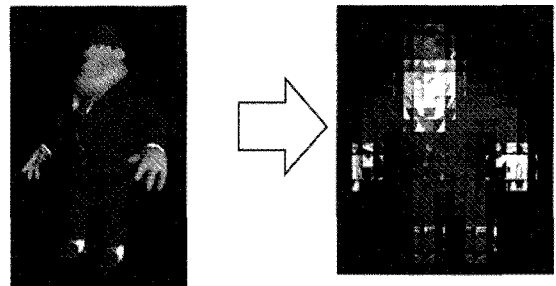
일반적인 3차원 디스플레이는 관측자의 두 눈에 서로 다른 영상을 투사하여 입체감을 느끼게 하는 원리로 작동한다. 그러나 이러한 시스템은 관측자에게 양안 시차만을 부여함으로써 장시간 관측시 관측자에게 피로감을 유발하고 있다. 이를 극복하고자 새로이 연구되어지고 있는 기술은 집적 영상 기술(integral imaging)을 이용한 3차원 디스플레이이다. 이 기술은 연속적인 수평 수직 완전시차를 갖는 자연스러운 3차원 영상을 제공하는 무안경식 의료용 3차원 디스플레이이다.

이 기술은 관측자의 양안에 서로 다른 영상을 투사하는 것이 아니라, 실제로 공간상에 3차원 상을 결상하므로 모든 깊이 인식 요인을 제공하게 되어 눈의 피로가 없는 자연스러운 영상의 표현이 가능하다. 또한, 시스템의 구성이 비교적 간단하고 컬러의 구현도 용이하여 홀로그래피나 체적형 방식에 비하여 보다 실용화 측면에서 유리하다. 충북대학교에서 개발한 집적 영상 시스템의 기본 구성은 (그림 6)과 같다.



(그림 6) 집적 영상 기술의 기본 구성도

집적 영상 기술은 크게 pickup과 display 두 단계로 이루어진다. Pickup 단계에서는 3차원 물체로부터 오는 광선들의 방향과 그 세기가 렌즈 어레이를 통하여 샘플링되고 CCD등 2차원 영상 센서에 의하여 기록된다. 렌즈 어레이의 각각의 렌즈가 기록하는 광선의 방향별 분포는 3차원 물체의 시점 정보를 담고 있으며 이를 기초 영상(elemental image)라고 부른다. (그림 7)은 일반 영상을 기초 영상으로 생성한 것을 보여주고 있다.



(그림 7) 일반영상의 기초 영상 생성

3차원 영상으로의 재생은 pickup 단계를 역방향으로 적용하는 display 단계에서 행해진다. 기록된 2차원 기초영상 어레이가 2차원 디스플레이 패널에 표시되고 렌즈 어레이를 통하여 보여주게 된다. 2차원 기초영상 어레이에서 출발한 광선들은 렌즈 어레이를 통하여 집적되어 원래 물체가 있었던 위치에 3차원 영상으로 결상되는 구조이다.

3. 기반 기술의 연구 동향

CT 혹은 MRI를 이용하여 재구성된 볼륨 데이터로부터 입체 영상을 생성하는 연구는 대표적으로 New York 대학의 Kaufmann 교수팀에서 연구되어오고 있다. 이 연구실에서는 상호작용이 가능하면서 안경식 입체 영상을 효율적으로 생성할 수 있는 병렬 환경의 기법을 연구하고 있다.

유럽에서는 3차원 입체TV 시스템 개발을 위해 1991년부터 6년간 COST230이라는 공동 프로젝트를 수행 및 DISTIMA (1992-1995) 프로젝트, ACTS PANORAMA (1996-2001), MAESTRO 프로젝트, MIDSTER (3DTV 원격수술기술 개발), MIRAGE(VR, 3DTV 영상물 제작 장비기술 개발), VIRTURE (2000~2003), ATTEST (2002~2004), 3DTV (2004~2009) 등의

프로젝트를 지속적으로 수행하여 3차원 입체 영상 디스플레이 개발을 지속적으로 지원해 주고 있다. 또한 현재의 HDTV 및 2D 영상 매체를 대체할 새로운 3DTV를 위해서 유럽연합 공동으로 COST230(1991~1996) project를 추진하여 3DTV 관련 장치의 표준화, 3D 영상신호 부호화 및 전송 기술을 연구하여 3D 영상 디스플레이, 영상 전송 서비스 기술 등을 개발하였다.

영국의 캠브리지 대학에서는 시간 분할 방식에 근거한 28시점(Half VGA 해상도) 3차원 영상시스템을 개발했고 현재는 Full VGA해상도 시스템을 위해 FLC(D(Ferroelectric Liquid Crystal Display))를 이용하는 방법을 연구하고 있다.

미국의 경우, 스테레오그래픽사는 9시점용 렌티큘러 스크린(Lenticular screen)을 사용한 다시점 3D모니터를 개발하였으며, 판매 중에 있고 DTI는 패럴랙스 배리어(Parallax Barrier) 형 12"-18" LCD 입체모니터 시제품을 개발하여 상품화하였다.

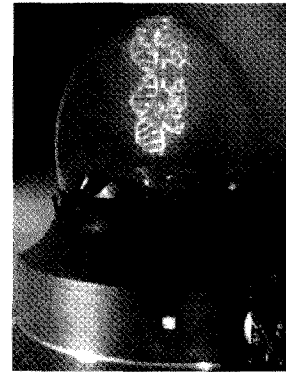
MIT 미디어랩은 AOM(Acousto-Optic Modulator) 또는 LCD(Liquid Crystal Device) 방식을 이용하여 홀로그램 동영상 재생 시스템을 구축하였으며, 디지털 홀로그램형 5"급 3D 동화상을 시연하는 등 활발하게 연구하고 있다.

일본의 경우에는 우정성의 TAO에 의한 초다시점 3차원 영상시스템, 공간공유, 다중 통합매체 가상실험실 프로젝트가 6개년 계획으로 수행되고 있으며, NHK, NTT, SANYO, ATR 등을 중심으로 다시점 카메라 및 Auto 3D TV 개발을 위한 다양한 프로젝트를 수행하고 있다.

의료용 응용을 목적으로 개발된 무안경식 3D 입체 디스플레이의 예는 아직 없으며, 다만 미국 Actuality사의 Spinning Screen 방식 3D 입체 디스플레이가 의료용으로의 응용을 모색 중에 있다. 그러나 Spinning Screen 방식은 넓은 설치 공간을 필요로 하고 고속 회전 구조에 의한 진동, 소음 때문에 의료 진단 및 수술에 응용되기는 어려움이 있다.

의료 분야 응용을 위한 3차원 입체 영상 압축 부호화 기술은 대표적인 동영상 압축 표준인 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, H.261, H.263, H.264, 등을 활용하고 있으며, 정지영상 압축 표준으로는 JPEG, JPEG2000 등이 활용되고 있다.

국내에서는 서울대학교 그래픽스 연구실팀에서 볼륨데이터로부터 안경식 입체 영상 생성을 위한 알고리즘 개발을 하였다. 이들 알고리즘에서는 Disparity map과 각 카메라에



(그림 8) 무안경식 3D 입체 디스플레이

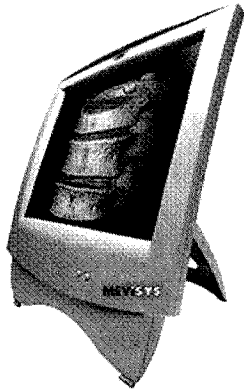
대한 template 정보를 이용하여 두 카메라로부터 보이는 영상을 동시에 생성하는 것이 특징이다.

안경/무안경식 의료용 입체영상 디스플레이의 국내 연구는 KIST에서 홀로그래픽 동영상 표시 장치와 초다시점 디스플레이를, KETI에서 3D 신호처리를, ETRI에서 3D 방송과 홀로그래픽 시스템을 연구하는 등 다각도로 3D 디스플레이 기술이나 관련 기술의 연구를 진행하였으며, 최근 이를 의료용에 적용시키고 있다.

또한 삼성전자, 삼성SDI, LG전자, LG필립스LCD, 파버나인, 세븐데이터 등과 같은 산업체에서는 Parallax barrier등을 이용한 3D 디스플레이, 다시점 2D/3D 변환 가능 디스플레이, 휴대 전화용, 3D 디스플레이 등을 개발하고 상용화하고 있고 대학으로는 충북대, 서울대, 광운대, 한양대, 강원대, 광주과학기술원, 경희대 등이 집적 영상 기술, 다시점, 홀로그래피 등을 기반한 3D 디스플레이 및 3D 신호처리 분야를 연구하고 있다.

최근에 메비시스는 3D 디스플레이 시스템에서 단면 영상을 입체적으로 보여주는 소프트웨어 'Voxel Plus Real 3D'를 개발하여 출시하였다. 이 시스템은 안경을 쓰지 않고도 3차원 입체 화면을 볼 수 있는 것이 특징이다. 특히 개발된 소프트웨어는 CT촬영이나 MRI에서 얻어진 단면 영상을 3차원으로 구현해 정확한 시술 효과를 얻는데 유용하게 사용될 수 있다.

의료 영상인CT와 MRI 자료를 유용하게 활용하기 위해서는 3D 볼륨 렌더링 기술이 중요하다. 대부분의 볼륨 렌더링에 관한 연구는 단층 촬영된 CT와 MRI 영상이 어떻게 볼륨

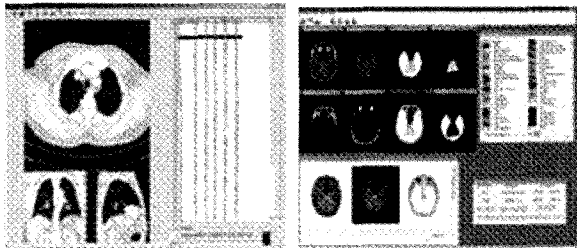


(그림 9) Voxel Plus Real 3D 디스플레이

을 구성하는지에 관한 부분, 단층과 단층사이의 정보를 재구성하는 부분, CT와 MRI 영상의 특성과 빛의 특성(색깔, 강도, 전달량 등)을 고려하여 3차원 볼륨 데이터를 생성하고 렌더링하는 방향으로 연구되고 있다.

4. 의료용 3D 영상의 응용 사례

한국전자통신연구원에서는 CT 영상 분석용 폐결절 자동 검출, 손 엑스선 영상의 골 성장판 분석, MRI 영상 분석을 통한 뇌질환 관련 지표 추출 기술 등을 개발 중에 있다. 현재는 2D 영상에 기반한 시스템을 기반으로 하지만 향후 3D 영상 기반의 응용 시스템을 목표로 하고 있다.



(그림 10) IT-융복합 영상진단 소프트웨어

이러한 의료 영상 시스템은 (그림 10)과 같이 IT 융복합 영상진단 소프트웨어가 의료기기와 연동되어 보다 정밀한 치료기기의 개발을 촉진시키고 있다. 즉, 실시간 3D영상-레이저 치료기기는 정확한 치료 대상의 병변 경계에 대한 정보를 시술자에게 주어 적절한 치료 방법과 치료의 강도를 조

절할 수 있는 레이저 피폭을 제어하여 수술 및 회복 시간을 최소화할 수 있다. 따라서 의료진의 시술 신뢰성 확보와 환자의 고통을 최소화 하고 금전적 시간적 부담을 줄여 환자 편의성을 확보가 가능하다.

IT 융복합 영상진단 소프트웨어가 결합한 시스템으로서 3D 유방영상시스템이 있다. 현재 한국전자통신연구원에서 개발 중인 BIT 융합형 3D 유방영상시스템은 세계적으로 발병률이 가장 높은 여성 유방암의 조기 진단에 있어서, X-선, 초음파, 광파/마이크로파 등의 에너지가 가지는 고유의 생체조직 대조 능력을 융합적으로 사용하여 3차원적인 고정밀 영상을 얻게 하는 융합형 영상기술이다.



(그림 11) 융합형 3D 유방영상시스템

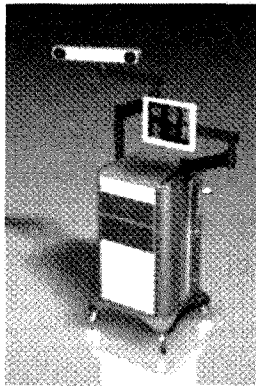
3D를 활용한 유방암 영상 진단 시스템은 미국의 Hologic 사가 디지털 맘모그래피 장치의 세계시장 60%를 점유하고 있으며 맘모그래피용 컴퓨터 보조진단장치 분야 1위 업체인 R2, 자궁암 진단기 업체인 Cytic등 여성 진단장치분야 8개 기업을 소유하여 높은 기술 지배력을 보유하고 있다.

GE Healthcare는 3D 영상 기술을 활용하는 디지털 토모장치를 개발하고 자사의 초음파 장치에 자동스캔 장치를 결합하여 일체화시킨 융합 3D 영상 장치를 미시건 대학과 공동 개발하여 임상시험이 진행 중에 있다.

국내에서는 메디슨이 초음파 영상진단기분야 세계 5위의 업체로서, 프리미엄급 영상진단기 시장 개척을 위해 유방 전용 초음파 장치를 개발하며 의료용 3D 영상의 의료 장비 개발에 박차를 가하고 있다.

또한 사이버메드는 적외선 카메라와 센서, 3차원 의료영상

재구성 프로그램을 결합해 수술실에서 환자의 인체 내부를 실시간으로 모니터 상에 3D로 재현하는 장비(In2Vision)를 개발하여 시장에서 판매하고 있다.



(그림 12) 영상유도수술시스템

III. 결 론

본고에서는 3D 의료용 영상 시스템에 관련된 영상 획득 및 영상 부호화, 그리고 이를 디스플레이 하는 시스템에 대하여 살펴보았다. 현재 3D 의료 영상 시스템이 의료 장비인 외과용 시술 보조 시스템으로서 활용되기 위해서는 장시간 시청이 가능할 만큼 자연스러운 3차원 영상의 구현이 필수적이다. 따라서 기존의 무안경 양안시차 방식에서 시점수를 점차 늘려 다시점 혹은 초다시점을 구현하는 기술이 개발되어질 것으로 전망된다.

향후 추세로 3D 영상 구현 기술에 있어 가장 큰 기술적 목표는 관측자가 특수한 안경을 착용해야 하는 안경 3D 영상 구현 기술에서 특수한 안경 없이도 3D 영상을 즐길 수 있는 무안경 3D 영상 구현 기술로의 발전이다. 무안경 3D 영상 구현 기술이 기술적 성숙도가 높지 않으므로, 현재는 안경식 3D 영상 구현 기술을 이용하여 3D 디스플레이의 시장 진입 및 저변 확대가 시도되고 있으나, 장기적으로는 무안경 3D 영상 구현 기술이 개발되고 보급될 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- [1] 여인국, “산업원천기술로드맵-의료기기,” 한국산업기술연구원, pp. 97-114, 2009.
- [2] 김은수, 김승철, “3D 디스플레이 기술의 최근 연구개발 동향,” 한국통신학회지, pp. 10-16, 2010.
- [3] ITU-T Rec. H.264 and ISO/IEC 14496-10 (MPEG4-AVC), “Advanced video coding for generic audiovisual services,” v1, May 2003; v2, Jan. 2004; v3 (with FRExt), Sept. 2004; v4, July 2005.
- [4] 정기훈, 한원정, 유동수, 최순철, 김은경, “치과 병원에서 사용되는 진단영상에 대한 JPEG2000 압축률에 대한 평가,” 대한구강악안면방사선학회지, 35권, pp. 157-165, 2005.
- [5] <http://www.dailymedi.com>
- [6] W. Cheng, C. Chen, Z. Qian, L. Lu, “Research on medical image three dimensional visualization system,” 2007IEEE/ICME international conference, pp. 919-923, 2007
- [7] 이택희, 계획원, 신영길, “3차원 의료영상 시스템의 현황과 향후 방향,” 정보과학회지, 제 25권, 제 2호, pp. 54-58, 2007
- [8] 이덕운, 남우현, 나종범, “진단 및 치료를 위한 3차원 의료 영상의 응용,” 전자공학회지, 제 35권, 제 4호, pp. 395-403, 2008

약 력



송 영 준

1994년 충북대학교 공학사
 1996년 충북대학교 공학석사
 2004년 충북대학교 공학박사
 1996년 ~ 1998년 LG전자 PC연구실 주임연구원
 1998년 ~ 2000년 하이닉스반도체 개발팀 주임연구원
 2000년 ~ 2003년 한국전자통신연구원 홈네트워크팀 선임연구원
 2005년 ~ 현재 충북대학교 충북BIT연구중심대학육성사업단 초빙부교수

관심분야: 영상인식, 영상처리, 지능형 감시 시스템, USN



권 기 철

1996년 삼주대학교 전기전자공학과 (공학사)
 2000년 충남대학교 전자공학과 (공학석사)
 2005년 충북대학교 정보통신공학과 (공학박사)
 2002년 ~ 2008년 프리젠테크 부설연구소 연구원
 2008년 ~ 현재 충북대학교 연구교수

관심분야: 디지털 영상처리 및 의료영상처리, 입체영상 처리 시스템



임 영 태

2005년 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 졸업
 2007년 충북대학교 전기전자컴퓨터공학부 석사
 2007년 ~ 현재 충북대학교 전자정보대학 박사과정
 관심분야: 3차원 디스플레이, 광정보처리



김 남

1981년 연세대학교 전자공학과 졸업
 1983년 연세대학교 대학원 전자공학과 석사
 1988년 연세대학교 대학원 전자공학과 박사
 1989년 ~ 현재 충북대학교 전자정보대학 교수
 1992년 ~ 1993년 미 Stanford 대학교 교환교수
 1998년 ~ 현재 한국광학회 평의원/이사
 1999년 ~ 현재 한국통신학회 평의원/이사
 2001년 ~ 2002년 미 CalTech 방문연구원
 2005년 ~ 현재 충북 BIT 연구중심대학 육성사업단 사업단장

2006년 ~ 현재 BEMS 이사

관심분야: 3차원 디스플레이, 광정보처리, 이동통신 및 전파전파, 마이크로파 전송선로 해석, EMI/EMC 및 전자파 인체보호 규격

