

- ing Accuracy Robot for Stereotactic Brain Surgery. Proc. CAR '87, Springer-Verlag 1987 ; 343.
- [10] S. Bhatia and J.Sowray : A Computer Aided Design for Orthognathic Surgery. Br.J.Oral. Maxillofac. Surg. 1984 ; 22, 237.
- [11] C.E. Mosher, G.W. SHerouse, E.L. Changey and J.G. Rosenman : 3D Display and User Interface Design for a Radiation therapy Treatment Planing CAD Tool. Proc. SPIE 1988 ; 902 : 64-72.
- [12] D.N. Levin, X.Hu, K.K. Tan, S. Galhotra : Integrated 3-D Display of MR, CT and PET images of the Brain. Proc. National Comput. Graph. Assoc. 1989 ; 1 : 179-186.
- [13] B. Lorensen : Marching Through the Visible Man. Internet address <http://www.ge.com/crd/ivl/vm/>

저 자 소 개



金 先 一

1952年 12月 2日生

1976年 2月 서울대학교 공과대학 전기공학과 학사

1978年 2月 서울대학교 전기공학과 석사

1987年 12月 미국 Drexel대 의공학과 박사

1979年 7月~1982年 8月 서울대병원 의공학과

1987年 10月~1988年 4月 미국 Mayo Clinic 생리학과

1988年 5月~현재 한양대학교 의과대학 계량의학교실

주관심분야 : 생체신호처리, 3차원 의학영상

의학영상에서의 가상 현실의 이용

白 哲 和

三星 生明科學研究所

I. 서 론

오늘날에 많은 사람들이 정보고속도로에 대해 이야기들을 하고 있지만, 기술에 대한 시야가 깊은 사람들은 실제로 이의 응용에 대비한 무엇인가의 일들을 하고 있다. 쌍방향 비디오, 가상현실, 정보 시스템 설계등과 같은 다양한 분야에서의 개척적인 노력들이 의료교육과 환자진료에 영향을 주며, 미래에 기약을 약속한다.

모든 종류의 정보가 빛의 속도로 다니는 정보고속도로의 이용 중에서 전자공학 기술의 가장 미래적인 이용은 의심 할 필요도 없이 가상현실이다. 비디오게임 상점을 다녀온 경험이 있는 아이들이 말하는 것처럼, 컴퓨터영상이 2차원에서 3차원으로 변하며, 영상이 실제처럼 조정 될 수 있는 것을 가상현실이라 하겠다. 다시말해 사용자가 가상현실 시스템을 명령어를 치거나, 마우스를 움직이면서가 아니라 자기자신을 움직여서 조정하는 것이다. 가상현실을 사용하는 사람은 실제로 컴퓨터 소프트웨어가 창출하는 세계에 실제로 있는 것 같은 기분을 느끼게 된다.

현재에 가상현실 기술이 의료의 각분야에서 어떻게 연구 및 이용되는지를 열거하며 또한 가상현실 기술을 적용할 때에 주의해야 할 요인들을 고려한다.

II. 가상현실 기술이 이용되는 분야 및 실례

1980년대에 미국 항공우주국에서 처음으로 고안되었던 가상현실 시스템의 현재 시스템은 두종류의 장치를 사용한다. 컴퓨터 소프트웨어가 창출하는 세계의 기분을 느끼게 하는 안경이나 헬멧을 쓰고 실제처럼 창출된 세계를 컴퓨터 화면을 통해 보는 것이 한 종류이고, 또 다른 한 종류는 센서가 부착된 장갑으로 창출된 세계를 조정하는 것이다. 예를 들면 손을 돌려 문의 손잡이를 열고, 그리고 팔로 잡아 당기면 단지 보고 있었던 문이 열리는

것이다.

가상현실을 통해 들어 갈 수 있는 환경은 크게 변할 수 있다. 오늘날에 가장 잘 알려진 가상현실 시스템은 오락용 목적을 위한 것들이다. 예로 비디오 게임 상점에서 아이들은 소프트웨어안에서만 존재하는 적에 대해 싸우는 전사가 되기 위해 헬멧이나 장갑을 착용한다. 그러나 이 기술의 교육적이고 실제적인 응용들의 실현이 점차 현실에 가까워 지고 있다. 가상현실이 비디오 상점이나 연구실에서부터 일반 가정으로 옮겨가는 시기가 많은 사람이 생각하는 것보다 훨씬 가까워 지고 있다.

1. 의료교육

가상현실 기술이 미래의 의사와 그밖에 의료종사자들에게 기초 및 전문교육 뿐만 아니라 그들의 정보개발을 병행해 줄 잠재력을 보유하고 있다고 믿어진다. 의학분야에서의 잠재적인 가상현실 기술 응용의 수는 무궁 한 것 같다. 의료교육 분야에서 현재 가장 큰 장애요인은 외과의사의 교육에 관련된 고가의 교육비다. 놀랍게도 상당히 많은 실수가 외과전공의 첫번째 실제환자 수술에서 발생한다 (Merril, 1995). 많은 전문가들은 이런 실수가 가상현실을 사용하므로써 피해 줄 수 있다고 생각한다. 즉 외과수술 모형기를 통해서 실제 수술실에 들어가기 전에 반복적으로 특정한 수술과정을 연습하여 환자에 대한 위험성을 크게 줄일 수가 있다. 또한 잠재적인 복잡성을 모형기에 프로그래밍하여 수술 중에 야기될 위험상황을 좀 더 잘 대비하게 할 수 있다. 더구나 보통 상당히 많은시간을 자주 하지 않는 특정한 수술과정을 지켜보기 위해 오래 기다린다. 또한 가상현실의 이용이 전공의에게 자신감을 북돋아 줄 것이다. 그렇게 멀지 않는 장래에 상당히 많은 의료처치과정에서 가상현실이 사용될 것이다. 그렇지만, 의료분야에 혁신을 가져올 가상현실 기술의 능력은 단지 의료교육 분야에만 국한 된 것이 아니다.

2. 심리학

심리학분야가 가상현실 기술의 구현으로 가장 많은 이득이 있다고 많은 사람들이 생각하고 있다.

예로써 거미공포증이나 고공공포증을 포함한 다양한 정신질환의 치료에 가상현실이 효과적인 처방역할을 하고 있음을 연구에서 입증해 주고있다. 환자의 처치단계가 조절되는 가상현실 환경에서 두려움, 공포증등이 현저히 작아지는 효과가 밝혀졌다. 많은 전문가들이 가상현실은 시간 및 비용에 있어서 효과적인 다양한 정신질환 치료방법임을 믿고 있다.

3. 외과수술

가상현실이 가장 잘 개발되어 응용 되는 곳 중에 하나는 최소한의 침습적 외과수술을 구현하는 것이다. 한 영상연구실에서는 실제현실과 가상현실이 동시에 만나는 시스템의 전사가 있었다. 외과의사가 이 시스템을 이용하여 환자의 다리를 수술 할 때 의사는 다리의 모형과 실제 다리를 동시에 보면서 수술을 한다. 의사가 보는 관절경은 실제 다리의 비디오가 다리의 컴퓨터 그래픽 모형위에 복합화되어 보여준다. 그래서 의사의 다리에 대한 보다 나은 인지도가 수술의 정확성을 향상 시켜준다.

또한 가상현실 기술은 복강경 수술의사의 교육에 혁신적 잠재력을 갖는다. 가상현실 기술의 연구자들은 복강경 및 내시경 수술에 있어서 세가지 비평적인 면에 연구를 집중하고 있다. 즉, 수술장비를 좀 더 정확하게 조정 할 수 있게 하고, 또 수술부위를 좀 더 잘 볼 수 있게 하며, 그리고 실제 수술전에 모의 수술을 할 수 있게 하는 것이다. 임상장비를 조정 할 수 있는 능력은 가상현실에 기초한 입력장치 기술로 크게 향상 되었다. 이런 기술을 사용하는 외과의사들이 얻는 혜택은 원하는 만큼 까지 수술하는 손을 연습시킬 수 있는 것이다. 왜냐하면, 실제 수술시에 필요되는 손의 움직임보다 훨씬 적은 움직임이 자주 요구되기 때문이다. 또한 가상현실 기술을 사용하여서 수술부위를 상당히 자세히 볼 수 있게 되었다. 의사는 수술장비와 함께 마치 수술부위를 실제로 보는 것 같은 느낌을 갖는다. 가상현실 시스템은 최소한의 침습적 수술 과정에 필수적이다. 의사가 수술전에 최적의 수술방법을 정할 수 있고, 가능한 복잡성을 예측하며, 수술부위에서 가까운 중요한 기관들의 위치를 알

수 있다. 이런 기술은 새 의사가 그들의 재치를 연습 할 수 있고, 기존 의사들은 새로운 수술방법을 연습 할 수 있게 해준다.

4. 방사선치료

많은 외과의사에게 암치료의 가장 어려운 점의 하나는 방사선 치료의 계획, 방사선 쥘 부위의 위치선정을 정확히하여 악성종양을 주위의 건강한 세포를 죽이지 않고 제거하는 것이다. 일반적으로 진단 및 치료방사선의사들은 X-ray의 2차원 사진에 기인하여 3차원 공간상의 위치를 찾았다. 그렇지만, 지금은 가상현실 기술을 이용하여 의사들은 CT나 MRI에서 얻어지는 3차원 영상으로 최고의 치료효과를 얻을 수 있는 방사선치료 부위를 찾아낸다. 저주파는 종양으로부터 방사선이 얼마나 비껴가야 하는지를 알려주는 피드백을 제공하며, 시스템이 알려주는 색깔의 변화는 건강한세포가 영향을 받는지를 알려주는데 사용 되어진다.

5. 재건수술

재건수술은 가상현실 기술이 가져 올 혁신의 분야이다. 예로써, 큰상처는 자주 신체의 건강한 부위에서 근육을 옮기는 복원수술이 필요하다. 일반적으로 외과의사는 그들의 경험에 주로 의존하여 옮길 근육에 최소의 영향이 되게 부위를 선정한다. 그러나 가상현실을 이용하여 의사는 실제의 환자 자료로 수술에 가장적합한 근육부위를 선정 할 수 있다. 이런기술은 재건수술의 모든분야에 예로써 수술전 계획, 교육, 실제의 수술중에 보조역할 등을 도와 주고 있다.

6. 불구자치료

가상현실은 불구자에게도 도움을 줄 잠재력을 가지고 있다. 상당히 많은 연구가 파킨슨 질병을 앓고 있는 환자에게 도움을 주고자 진행되고 있다. 호르몬 치료가 장기간의 치료방법이지만, 이런 약 처방의 부작용은 영똥하고 제어되지 않는 행동을 야기시킨다. 이 질병에서 밝혀진 최근연구에서는 운동불능 환자들 중에 많은 환자는 자기 앞에 보이게 놓여있는 물체앞에 가서 서 있을 능력이 있었

다. 그래서 만약에 물체를 환자 앞에 일렬로 나열 하면 환자는 기본적으로 물체 앞까지 걸어가 수 있던 것이다. 그래서 가상현실을 체험할 수 있는 헬멧도구를 이용하여 파킨슨 질병 환자의 앞에 가상적으로 물체를 나열하여 보게 할 수 있어, 이 방법으로 걸을 수 있는 능력을 키워 줄 수 있었다. 또한 가상현실은 육체적으로 불구인 사람을 도와 줄 수 있는 강력한 도구로써도 입증되었다.

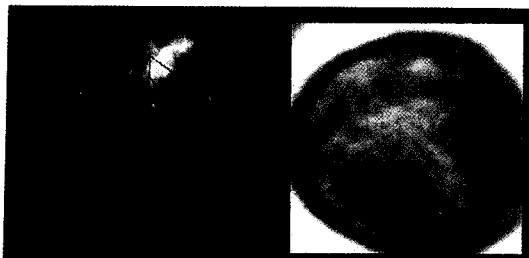
7. 원격로봇을 이용한 원격진료

의료에 통신망을 이용하는 원격진료는 멀리 떨어져 있는 환자를 검사 할 수 있게 해 준다. 과학자들은 가상현실과 통신기술을 이용하여 원격거리에서 수술을 가능하게 하고 있다. 원격거리에 있는 의사가 가상의 환자를 수술 할 때에 로봇이 실제환자에게 수술과정을 행한다. 조지아대학에서는 현재 원격 눈수술법을 개발하고 있다. 이것은 600Mbps의 속도로 실시간에 오디오와 비디오를 송수신하면서 가상현실과 원격로봇이 필요로 하는 데이터를 처리하여 실현하고 있다. 또한 올림픽이 올해에 아틀랜타에서 열리므로 이대학은 이원격진료 기술을 확장하여, 이곳에 모이는 많은 외국인들의 나라와 동시에 원격진료 및 수술을 위한 가상현실의 원격진료 체계를 구축하고자 준비하고 있다. 올림픽 후에 이 시스템은 전세계를 포함하는 원격진료시스템 구축에 이용 될 것이다.

8. 폐기관지의 분지 속을 영상향해

폐기관지 내시경사가 필요로 하는 관점에서 실제의 CT영상과 폐의 모형데이터, 그리고 이를 통해 기관지 분지를 볼 수 있는 시스템을 존스홉킨스의과대학에서 연구 개발 중에 있다. 이것은 환자의 기도를 수술 전에 볼 수 있게 하기 위해, 기도의 영상지도를 제공해 준다. 폐안의 어떤 이상 부위까지 영상향해를 할 수 있게 해 준다. 사실 기도로는 그 부위까지 침습적으로 도달 할 수 있게는 해주지만, 기관지 분지의 방향을 안내 해 주지는 못한다. 지도를 통하여 특정한 종양의 부위를 기관지 내시경을 통하여 다달을 수가 있다. 그래서 생체검사를 위해서 종양의 위치가 기관지벽으로부터 열

마름 떨어져 있느지를, 또 어떻게 떼어 낼 것인지를 결정 할 수가 있다. 또한 비슷한 방법으로 폐암의 레이저 치료 위치나 방사선치료의 위치를 안내해 줄 수도 있다. 그림 1의 좌측에서는 가상현실을 이용하여 폐기관지 분지의 지도를 실제 3차원 그림처럼 보여주며 이를 따라 영상향해하여, 이에 상응하는 기관지 내부의 기관지 사진을 우측그림에서 연속적으로 보여 주고 있다.



(그림 1) 가상현실을 이용하여 폐 기관지의 분지형태(좌측)와 이 분지를 따라서 폐종양의 기관지 내부벽(우측) 위치까지 도달하는 영상향해 사진

III. 가상현실 기술 이용에 주의 할 요인들

1. 가상현실의 효과 및 안전도에 대한 평가방법

의학에 가상현실을 적용한 사례는 1991년 의학문헌에 처음 등장한 이후 현재 5배이상으로 증가되고 있다. 현재와 미래의 기술이 의료행위에 도움이 되는지의 정확한 평가를 하기 위해서는 평가방법의 표준화가 필수적이다. 평가의 치밀없이 가상현실 기술의 혜택을 결정하기가 어려울 것이다. 어떤 것은 가치있는 의료응용의 수준에 다다르지 못하기도 한다. 그러므로 의료의 가상현실의 응용의 가능성을 평가하기 위해 평가방법, 즉 평가 알고리즘이 필요하겠다.

첫째, 새로운 가상현실 기술이 환자에게 적용되어 이의 임상적으로 미치는 효과를 평가한다. 환자의 삶의 질과 생존율에 부정적으로 영향을 미칠 경우 즉각 부적격으로 판단하고, 영향을 잘 모를 때에는 알 수 있을 때까지 가상현실 기술의 적용을 보류한다. 이것은 임상적으로 예기치 않은 경우를 방지하기 위한 것이다. 둘

째, 안전도와 임상적효율성을 새로운기술 응용의 질을 측정하기 위한 척도로 점수방법으로 계산하는 것이다. 안전도는 환자가 가상현실이 적용되는 시간길이에 따라 점수된다. 안전도의 가장 높은 점수는 환자에게 전혀 위험성이 예견되지 않는 경우 일 것이다. 효율성의 구성요소는 정확성, 속도, 사용의 편리성, 비용등이며, 기존방법에 의한 의사들의 진단 및 치료방법에 새로운 기술이 미치는 영향에 따라 점수 매겨진다. 정확성은 측정되는 실제값에 대한 기대한 값의 근접도에 비례한다. 속도는 의료처치에 걸리는 시간이며, 비용은 새기술조작에 따른 금전적인 값이다. 처음에는 평가에 있어서 비용의 중요성을 다소 무시하고 또한 효율이 비용요인 보다 더 중요성을 갖는다. 사실 초기에 효율성은 알 수가 없다.

평가방법은 매일 가상현실기술을 사용하는 의사들이 평가하게 다음과 같이 설계된다.

현재상태의 질문으로 : (1) 의료처치 중에 어느부분이 개발된 가상현실 기술이 사용될 수 있느냐? (2) 현재 나는 이 일을 어떻게 하느냐? (3) 다른 방법론이 있느냐? (4) 현재 사용 가능한 방법이 무엇이나? 임상적 효과에 대한 질문으로 : (5) 이 새로운 기술이 내환자의 삶의 질을 떨어뜨리느냐? (6) 이 기술이 내환자의 생존에 단지 손해 않 볼 정도의 향상이나? 이 질문에 답이 맞거나, 모르겠으면 여기서 평가를 중단하고 기술적용을 유보한다. 안전도 및 임상적효율성에 대한 질문으로 : (7) 새로운 가상현실기술이 내환자에 얼마나 안전하냐? 모르겠으면 여기서 기술적용을 유보한다. (8) 이기술이 얼마나 효율적이냐? 효율성, 속도, 사용의 편리성, 비용 등에 점수를 매긴다. 이 점수의 합에 따라 가상현실 기술의 실제이용을 적극 고려한다.

예로써, 이 평가방법으로 3차원적 미세수술법에 대해 다음과 같이 답하여 본다.

(1) 이 신기술은 미세수술법의 운용방법을 용이하게 한다. (2) 우리는 현재 일반적인 수술현미경을 통해 수술하고 있다. (3) 때때로 확대경을 사용하기도 한다. (4) 이 현미경 및 확대경만이 현재 가능한 방법이다. (5)와 (6) 성공적인 미세수술법의 어떠한 기술도 환자의 삶의 질이나 생존율을 떨어뜨리지 않는다. (7) 모든장비가 수술실에서 잘 시험되었고, 확인이 되었으면 이 새로운 기술은 종래의 방법과 똑같이 안전하다. (8) 정확도 : 3차원 미세수술시스템은 현미경을 통해서 보는것과 거의 똑같이 본다. 속도 : 향상된 편리

함 때문에 접합술이 약간 빨라진다. 사용의 편리성 : 3차원 미세수술법은 종래 미세수술법에 비해 상당히 편리하다. 비용 : 장비가 종래 방법에 비해 대략 20%쯤 더 든다. 여기서 합계점수가 긍정적이므로, 이 3차원 미세수술법의 구현을 적극 고려한다.

2. 가상현실사용에 발생하는 부작용들

보고되는 부작용으로는 반복적인 스트레스의 피해, 몰두에서 오는 피해, 유전적 질병과 같은 병리적 상태들, 그리고 시각적, 신경학적, 심리학적인 인공에서 오는 고통등이 있다.

반복적인 스트레스의 피해 : 연속적으로 가상현실을 사용할 때에 일어나는 현상이다. 이것의 주요인은 조이스틱과 키보드를 빠르게 움직이는 손목관절과 손바닥 피로에 기인한다.

IV. 결 론

미래의 가상현실에 대한 전망은 현재의 실제응용 그 이상이다. 21세기는 소프트웨어의 세기가 될 것이고 현재의 실질적인 일들은 그것의 가상적인 것에 의해 대체 될 것이다. 매킨토시 컴퓨터회사의 선전문귀인

“매킨토시 컴퓨터의 윈도우처럼 보인다고 매킨토시 컴퓨터가 아닙니다”처럼 멀지않은 장래에 “실제같이 보인다고 실체가 아닙니다” 문귀로 시작하는 가상현실시스템회사의 선전광고문을 보게 되기를 기대 해 본다.

참 고 문 헌

- [1] Nancy Millichap, "It's a wired world", Spring issue, Univ. of Dartmouth Medicine, 1994
- [2] Subhas Gupta, "Introduction of new technology to clinical practice : a guide for assessment of new VR applications",
- [3] R. Satava, "Medical applications of virtual reality", J. of Medical Systems, 19(3) : 275-80, 1995.
- [4] J. Coleman, C. Nduka, A. Darzi, "Virtual Reality and Laparoscopic Surgery", British J. of Surgery, 81(12) : 1709-11, 1994.
- [5] T. Emerson, J. Prothero, S. Weghorst, "A Resource Guide to VR in Medicine", Artificial Intelligence in Medicine, 6(4) : 335-49, 1994.

저자 소개



白 哲 和

1955年 11月 9日生

1990年 9月 University of Connecticut, Computer Science, 공학 박사

1982年 8月 University of Southern California, Computer Engineering, 공학석사

1981年 2月 서울대학교, 공과대학, 전자공학과, 공학석사

1977年 2月 한양대학교, 공과대학, 전자공학과, 공학학사

1994年 12月~현재 삼성 생명과학연구소, 수석연구원, 의료영상연구실장, 삼성 의료원 PACS지원팀장, 삼성의료원 원격진료팀장

1990年 11月~1994年 12月 미국 Johns Hopkins Univ. School of Medicine, Neuroradiology, Faculty

1983年 3月~1986年 8月 충북국립대학교, 공과대학, 전산공학과, 조교수

1977年 12月~1979年 2月 한국 IBM사 엔지니어

주관심분야: 다원의료영상(MR/PET/fMRI)처리 및 합성, Human Brain Mapping, PACS 개발, Telemedicine개발, 의료영상의 가상현실