

가상 현실 세계에서 분신의 행동양식과 상호작용

박찬종^o, 김정각, 김동현, 조맹섭
시스템공학연구소 감성공학연구부 가상현실연구실
대전광역시 유성구 어은동 1번지
e-mail: {cjpark,kjg,dhkim,mscho} @seri.re.kr

The Avatar's Behavior and Interaction for Virtual World

^oChanJong PARK, JungKag KIM, DongHyun KIM, MaingSub CHO
VR Lab., Sensitivity Engineering Department, Systems Engineering Research Institute
1 Ueun-dong Yusong-gu Taejun Korea 305-333
e-mail: {cjpark,kjg,dhkim,mscho} @seri.re.kr

1. 요약

가상 현실 세계에서 정보교류의 수단으로 자신의 정보를 제공하거나 또다른 정보를 수집하는 등의 정보교류와 자신을 표현하고자 하는데에 기존의 2차원의 캐릭터보다는 3차원의 캐릭터를 이용하여 사용자의 대리인으로 분신(Avatar)을 사용하는 3차원 영상을 주제로 하는 많은 연구들이 진행되고 있다. 본 연구에서는 가상 현실 세계에서 분신이 좀 더 현실감이 있는 자연스러운 행동과 상호작용을 보이기 위해서 사람 모습을 닮은 분신을 연구하였으며, 실세계의 자연스러운 정보들(손 동작, 몸 동작)을 분신에 적용하여 가상세계에서 분신의 행동양식과 상호작용이 가능하고 시각, 청각, 역각등의 다중형태의 정보들을 3차원으로 제공하고자 하는데 중점을 두었다. 이 시스템은 가상세계에서 분신을 생성하며 몇가지의 기본 행동을 가지고 간단한 방법과 실시간으로 분신의 움직임을 처리 할 수 있는 분신의 행동양식과 상호작용이 가능한 한가지 시스템을 소개할 것이다. 또한, 이 시스템은 다른 기종의 플랫폼(PC, W/S)간에 다중참여자를 위하여 네트워크 환경하에서 실행 될 수 있다.

2. 서론

컴퓨터 게임과 같은 컴퓨터 그래픽 응용 프로그램들에서는 2차원 또는 3차원 그래픽 캐릭터 모델을 이용하여 동적움직임을 표현하고 있다. 이 컴퓨터 그래픽

캐릭터를 참여자의 '분신'(Avatar)이라 부른다. 이 분신에는 우리가 생각 할 수 있는 모든 피조물들(사람, 물고기, 동물, 식물등)과 같은 많은 여러 모습들이 가능하다. 최근에는 WWW의 가상공간에서 상호간에 커뮤니케이션하는 대중적인 방법이 실행됨에 따라 그 실제감을 증진시키기 위하여 분신에 사람의 모습을 널리 사용한다. 이들의 적절한 인체 모습은 3차원 WWW이나 공동작업의 가상 환경하에서의 사용자를 구체적으로 표현하는데 쓰인다.[19][21] 가상 환경에서 사용자를 구체적으로 표현하는 동기는 일상의 커뮤니케이션에서 우리 몸의 역할을 고려하면 분명해진다. 우리 몸은 존재, 감정, 활동, 관심, 가능성, 분위기, 위치, 정체성, 능력 등과 같은 여러 요인들에 대하여 즉각적이고 지속적인 정보를 제공하며, 자신에 대한 정보를 상대방이 인지하고 동시에 자신 또한 상대방의 정보를 얻을수 있으며, 제스처(예를 들어, 몸 동작, 손 동작, 얼굴 표정 등)를 통하여 상호 교류할 수 있다 [1]. 본 논문에서는 가상 현실 세계 시스템을 소개 하는데, LAN 환경하에서 다중 참여자가 가상공간에서 협동작업을 하기 위한 Client/Server구조를 갖는다. 이 시스템에서는 다른 참여자들의 존재와 활동, 위치 등을 인지하고 자신의 움직임을 생성하여 상호 교류할 수 있으며 참여자들간에 현재 감정상태를 알기 위하여 우리 민족전통의 탈을 분신의 얼굴로 사용함으로써 인간의 희노애락을 표현하고자 하는데 이용하였다. (그림 1.) 실 세계의 환경에는 많은 유형의 활동들이 있다. 이

활동들에 대한 완전한 구현은 불가능하거나 의미없는 일이므로, 이 논문에서는 이런 활동들을 몇 가지 행동 양식과 상호작용으로 분류한다. 가상 현실 세계에서 분신 활동을 구현하기 위해서 몇 가지의 기본 행동 양식을 Motion DB (동적운동 parameters 또는 motion capture data)에 저장하여 사용하였다. 또한, 우리는 두 개의 Polhemus 트랙커 센서를 이용해 한 팔의 상박과 하박의 움직임을 참여자의 행동에 따라 실시간으로 보여주며, 데이터 글로브와 햅틱 디바이스를 이용하여 파일이나 문서들을 상호 교류 할 수 있다.

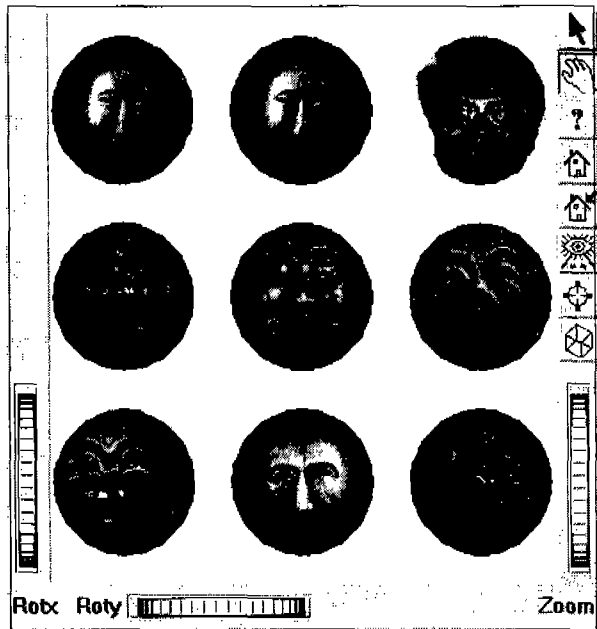


그림 1. 하회탈을 이용한 Face Texture Mapping

3. 배경

분신에 대한 다양한 정보들을 수집하기 위해 The WWW Consortium, The Contact Consortium, The VRML Repository, The Living Worlds 등에 대해 지속적으로 관심을 가져왔다 [2][3][4][5]. VRML2.0과 Universal Avatar format은 VR 시장과 산업체의 표준을 이끌기 위해 시작한 공동작업의 결과물들이다. 여러 대학이나 산업체에서도 가상환경에서 분신의 행동 양식과 상호작용을 주제로 하는 많은 연구들이 이루어지고 있다.

Badler의 JackTM은 다른 분신의 행동 양식들과 시뮬레이션 시스템을 제공한다 [6]. 또다른 행동 양식들로는 reaching motion[7][8]과 walking motion[9]이 있다. 이러한 행동 양식의 적합한 수행을 위해서는 가상세계 환경에 대한 지속적인 관심을 가져야 한다. James Hahn의 연구는 Interpolation synthesis와 Uneven terrain walking motion의 연구 사례를 보여준다 [10]. Graphics simulation분야에 활용하기 위한 automatic

grasping에 대한 연구들도 진행되고 있으며 [11][12][13], 다중 참여자를 위한 분산 가상세계 또는 네트워크 VR에 대한 여러 연구들도 있다 [14][15][16][17][18].

4. 시스템 개요

가상 세계 시스템은 LAN환경에서 네트워크 3차원 가상환경을 제공하기 위한 Client/Server구조를 갖는다. (그림 2) 서버는 world scene을 관리하기 위한 가상세계 모델과 다중 참여자의 분신을 관리하기 위한 분신 서버를 가지고 있다 [19]. 이 서버의 다른 중요한 과제는 클라이언트들 사이에 message routing 이다. 각 클라이언트는 가상세계의 분신이 어떤 행동을 하기위한 message들을 만든다. 클라이언트는 3차원 가상세계를 위한 브라우저(Browser), 10개의 기본동작 파라

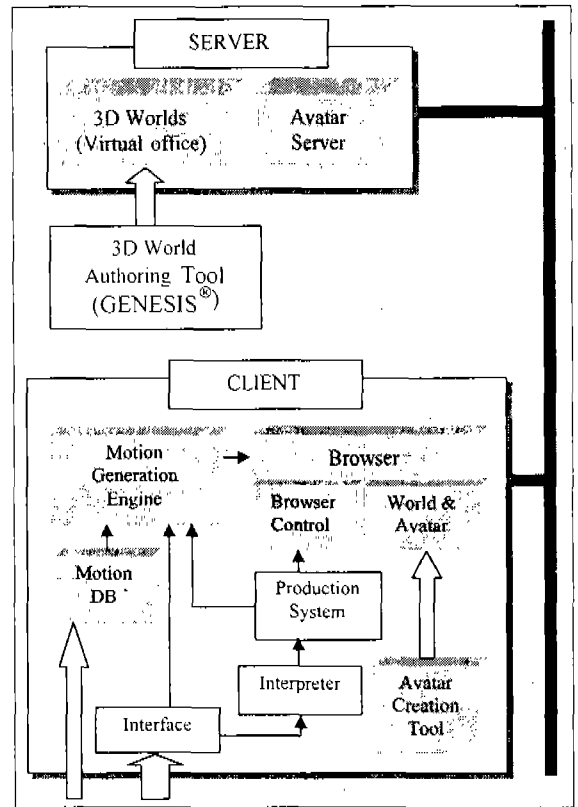


그림 2. VOES의 전체 구성도

미터를 가진 모션 DB, 동작 생성 엔진(Motion Generate Engine), 분신 생성 도구(Avatar Creation Tool)와 키보드, 마우스, Polhemus 트랙커 센서 입력장치와 같은 사용자와 인터페이스 하기 위한 Production System으로 구성되었다.

3D Worlds Authoring Tool (GENESISTM)을 이용하여 하나의 가상세계를 만들 수 있다. (그림 2. 참조)

참여자는 분신 생성 도구(Avatar Creation Tool)를 이용하여 가상세계에서 자신을 대신하는 분신을 만들 수 있다. (자신의 분신이 없는 경우 서버는 기본 분신 [default avatar]을 제공할수있다). 분신 서버는 다중 참여자(multi-user)의 분신들을 등록하고 분신의 현재 상태에 대한 정보를 관리하며, 분신의 소유와 관계없이 브라우저를 사용하여 서버에 log-in할 수 있게한다. 또한, 브라우저를 이용하여 가상세계를 관찰하고 조종하기 때문에 키보드, 마우스, Polhemus 트랙커 센서를 이용하여 가상세계와 인터페이스 한다. 키보드 입력이나 마우스 클릭은 대부분의 명령어를 생성하며, 이 명령들은 적절한 분신의 움직임을 생성하기 위해서 해석되어 Production System에 들어간다.

참여자의 팔에 부착된 Polhemus 트랙커 센서는 한 팔의 움직임을 직접 시뮬레이트 하는데에 이용되며, 직접 시뮬레이트된 움직임은 Motion DB에서 제공하지 않는 복합적인 팔의 움직임(손 흔들기, 문 두드리기, 또는 단순한 손동작등)을 생성하는데에 유용하게 쓰인다. Motion DB에는 10가지의 기본 움직임 (walk, turn, bow, bye, agree, deny, jump, side step, sit down, change view angle)으로 정의되어 있다.

Browser Control은 chat bubble을 만들고, 이것을 이용하여 상대방과의 대화를 나누며, 가상세계의 환경과 관련하여 카메라의 위치를 자동으로 변경한다. 이러한 카메라 조정은 3D worlds의 관심 영역을 보다 더 보기 좋게 디스플레이하기 위해서 cinematography에 기초한다 [20].

5. 분신의 행동양식과 상호작용

5.1 모델링

인체를 이루는 가장 근본적인 구조인 골격(skeletal structure)을 생성한다. 인체의 동작은 링크(links)들의 위치와 회전에 의해 결정되며, 대부분의 인체 모델은 이러한 관절체(articulated figure) 모델을 기반으로 한다. 관절체 모델의 생성은 골격의 모양을 지정하고 각 골격을 이어주는 관절들의 속성을 지정해 줌으로써 가능하다. 각 관절의 속성으로 가장 중요한 것은 관절에 인접한 골격의 자유도(DOF)와 움직일 수 있는 범위를 나타낸다. 관절에 인접한 골격은 관절을 중심으로 회전과 이동이 가능하다. 그러나 골격의 이동은 매우 미약하므로 대부분의 경우 회전만이 가능하도록 인체 모델을 단순화하여 사용한다 [22][23].

실제의 인체의 골격과 관절은 매우 복잡한 구조를 가

지고 있으므로 이러한 복잡한 구조를 단순화하여 적당한 자유도를 갖도록 생성된 모델을 사용한다. 본 연구에서 사용된 인체모델은 기본적인 골격을 기반으로 21개의 골격과 17개의 바디 세그먼트를 갖는다. 이 인체 모델은 3축 회전이 가능한 15개의 관절과 기반에서의 6 자유도(위치이동 3, 회전 3)를 포함해서 총 51개의 자유도를 갖는다.

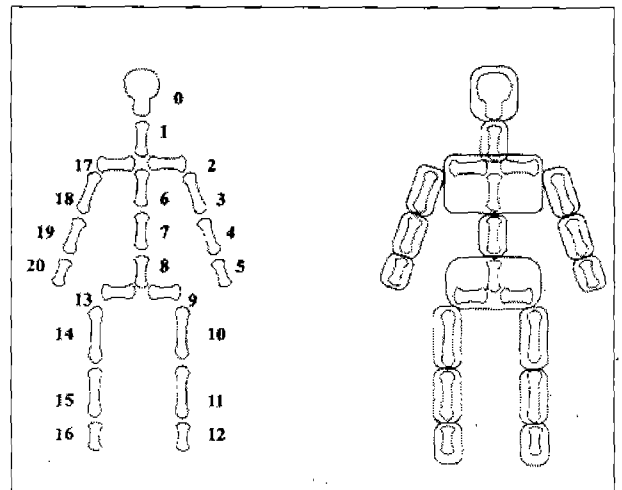


그림 3. 분신 행동의 계층적 구조

실제의 인체의 골격과 관절은 매우 복잡한 구조를 가지고 있으므로 이러한 복잡한 구조를 단순화하여 적당한 자유도를 갖도록 생성된 모델을 사용한다. 본 연구에서 사용된 인체모델은 기본적인 골격을 기반으로 21개의 골격과 17개의 바디 세그먼트를 갖는다. 이 인체 모델은 3축 회전이 가능한 15개의 관절과 기반에서의 6 자유도(위치이동 3, 회전 3)를 포함해서 총 51개의 자유도를 갖는다. (그림 3) 화면에 영상을 생성하기 위해서는 각 골격을 감싸는 근육과 피부는 다각형들로 이루어진 강체를 이용하여 모델링하고, 보다 사실적인 인체의 모습을 나타내기 위해서 스케일링이나 특성편집기를 이용해서 다양한 분신을 생성한다.

5.2 행동양식

분신의 행동양식(behavior)은 분신의 능적인 상태의 변화로 정의한다. 이는 공간상에서의 분신의 위치, 골격 움직임(자세, 위치)과 근육 움직임(얼굴 표현 등)을 포함한다 [3]. 이 논문에서는 행동양식(behavior)이란 단어를 어떤 단순한 움직임보다는 high level action으로 사용한다. 행동양식의 계층 구조를 분신 행동의 세 유형에 일치시켜 다음과 같이 3 단계로 구분한다: 기본 움직임을 갖는 "규칙기반 행동양식" (Rule-based behavior), "반응성을 갖는 행동양식"(Responsive

behavior), "사회성을 갖는 행동양식" (Socialized behavior).. 규칙기반 행동양식은 Motion DB의 파라미터만을 가지고 동작 생성 엔진(Motion Generation Engine)에 의해 생성된다. 반응성을 갖는 행동양식에는 부드러운 움직임을 위하여 움직임을 혼합(blending 또는 warping)하는 기술이 필요하다. 사회성을 갖는 행동양식에는 사회적 관련성과 문화에 대한 이해 기술이 필요하다. 현재까지는 규칙기반 행동양식에 대한 기술만을 구현하였다. 올해 말까지 환경 (uneven terrain)에 대한 적절한 이해와 동작혼합(motion blending 또는 warping)을 구현함으로써 반응성을 갖는 행동양식(Responsive behavior)을 완성할 것이다. (그림 4)

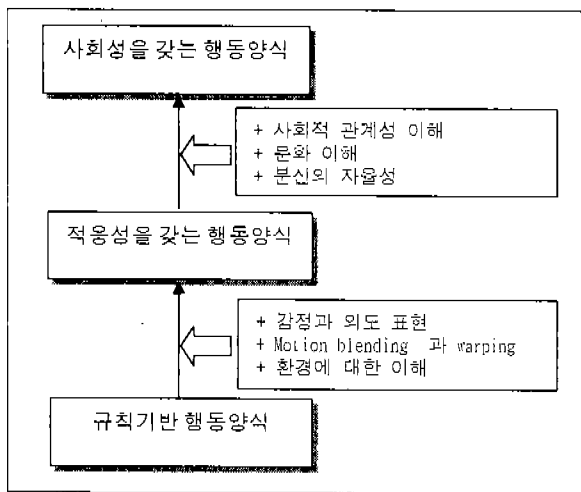


그림 4. 분신 행동양식의 계층적 구조

5.3 상호작용

분신의 상호작용은 환경에 영향을 끼칠수 있는 분신의 능력으로 정의한다. 이것에는 가상환경내에서 객체를 조작하고 문자나 음성을 사용하여 다른 분신들과 상호교류하며 자료를 교환하는 것들이 포함된다 [3].

Communication	<ul style="list-style-type: none"> ● Chat (text 또는 bubble 이용) ● Nonverbal actions (예. 긍정, 부정) ● 파일 교환 (예. 팔동작 이용) ● Facial animation
Manipulation	<ul style="list-style-type: none"> ● Trigger static objects (예. fan, door) ● Move objects ● Touch by collision detection (예. 노크, 악수)

표 1. 분신 상호작용의 분류

이 논문에서는 상호작용을 communication과

manipulation의 두 부류로 분류한다. 이 시스템에서 참여자는 chatting window나 chat bubble등을 이용하여 대화할 수 있으며 시물레이트된 팔 운동의 범위내에서 상대자의 손을 만짐으로 파일을 교환할 수 있다. 가상 물체의 manipulation에서는 물체의 정적인 정보(전기 스위치의 on/off, 문을 열고 닫음)등을 조작할 수 있다.

이 communication과 manipulation 모두에서의 분신과 다른 물체 간의 충돌감지(collision detection)가 포함된다. (표 1 참조)

6. Motion DB와 Simulation

앞에서 언급한대로 Motion DB에는 10 가지의 기본 동작이 있다. 이들 움직임은 direct kinematics parameter에 의해 만들어진다. 앞으로 Motion DB에 motion capture data와 inverse kinematics parameter를 보강하여 자연스러운 움직임으로 개선할 것이다.

분신 생성 도구는 16개의 joint를 지닌 분신을 만들 수 있다. 따라서 적당한 시간내에 최대 16개 joint를 조종할 수 있는 파라미터가 필요하다. 이들 파라미터들은 한 동작에 대해 한 사이클이기 때문에 매우 단순하고 작은 크기이며, 이들 움직임이 다른 명령에 의하여 끝나기 전까지는 지속적인 움직임을 생성하기 위하여 반복적으로 이용된다. 한 팔의 direct simulation은 Motion DB에 포함되지 않은 다양한 팔의 움직임(노크, 악수, 스위치 조작)등을 수행하기 위하여 준비되었다. 이 연구와 병행하여 팔 동작을 인식하기 위한 연구가 진행중이다. 이 연구는 참여자의 팔 움직임으로부터 명령을 생성하려는 목표를 가지고 있다. 이 연구의 결과는 chatting을 하지 않고 상호간에 의사를 교류하는 데에도 사용될 수 있다. 이 제스처 해석은 실시간으로 수행되어 가상환경에 즉각적인 응답을 준다.

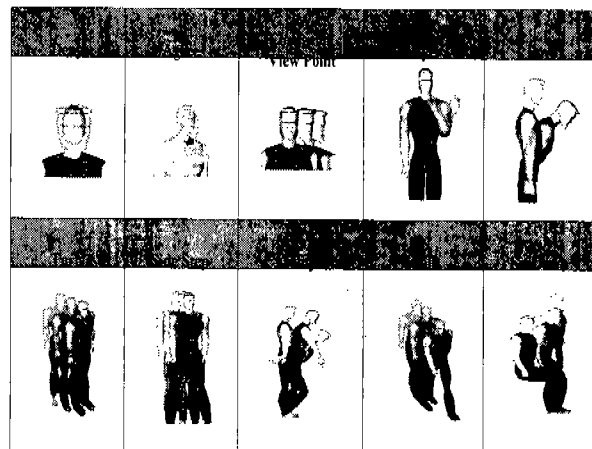


표 2. 10가지 기본동작의 순차적 동작형태

7. 실험

이제까지 Motion DB에 대한 10 가지 기본 움직임을 구현하였다. 이들 움직임은 direct kinematics parameter에 의해서만 만들어진다. 이 결과는 표 2에 요약되어 있다.

8. 결론

이 논문에서 가상 세계에서 분신의 행동양식과 상호 작용에 대해 소개했다. (그림 5)

분신의 모델을 생성하고, 움직임을 생성하는데 10 가지 기본 동작을 사용하였고 한 팔 움직임을 이용하여 참여자의 팔 동작을 직접 시뮬레이션 하였다. 이 연구의 결과는 아직은 미비하고 부족하지만 자연스러운 동작을 위하여 많은 동작들이 Motion DB 에 추가될 것이고, 보다 적절한 감정 상태의 교류를 위하여 얼굴 애니메이션이 지원될 것이다.

앞으로는 실 세계에서 인간과 같은 분신을 조정하기 위하여 반응성을 갖는 행동양식(Responsive behavior)과 사회성을 갖는 행동양식(Socialized behavior)에 관한 연구에 집중할 것이다.

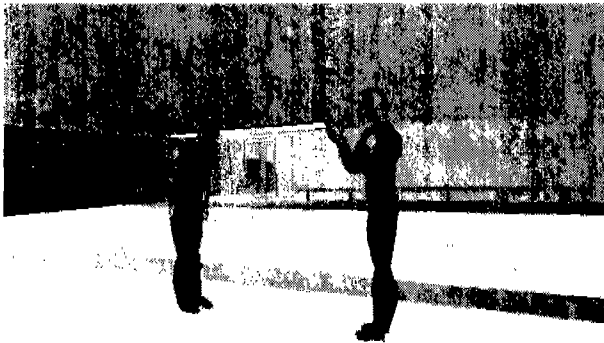


그림 5. 가상 세계에서 분신의 만남

참고 문헌

[1] S. Benford, J. Browsers, L. Fahlen, C. Greenhalgh, and D. Snowdon, "Embodiments, avatars, clones and agents for multi-user, multi-sensory virtual worlds, Multimedia Systems." Vol. 5, pp 93-104, 1997.
 [2] <http://www.w3.org>, The WWW Consortium.
 [3] <http://www.ccont.org>, The Contact Consortium.
 [4] <http://www.sdsc.edu>, The VRML Repository.
 [5] <http://www.livingworlds.com>, The Living Worlds.
 [6] N. Badler, M. Hollick, and J. Granieri, "Real-time control of a virtual human using minimal sensors," Presence Vol. 2, No. 1, pp 82-86, 1995.
 [7] D. Tolani and N. Badler, "Real-time inverse

kinematics of the human arm," Presence Vol. 5, No. 4, pp 393-401, 1996.

[8] J. Korein, "A geometric investigation of reach, Cambridge," MA, MIT Press, 1985.
 [9] H.S. Ko, "Kinematics and dynamic techniques for analyzing, predicting, and animating human locomotion," Doctoral dissertation, University of Pennsylvania, 1994.
 [10] J. Hahn and D. Wiley, "Interpolation synthesis for articulated figure motion," VRAIS'97, pp 156-160, 1997.
 [11] H. Rijkema and M. Girard, "Computer animation of knowledge-based human grasping," ACM Computer Graphics, Vol.25, No. 4, pp 128-134, 1991.
 [12] M. Thalmann, Human body deformations using joint-dependent local operators and finite element theory, "Making them move Mechanics, control, and animation of articulated figures," Morgan Kaufmann, pp 243-262, 1991.
 [13] Y. Koga, K. Kondo, J. Kuffner, and J. Latombe, "Planning motions with intentions," Proceedings of SIGGRAPH94, pp 395-407, 1994.
 [14] T. Funkhouser, "RING A client-server system for multi-user virtual environments," Symposium on interactive 3D graphics, ACM, pp 85-92, 1995.
 [15] U.J. Sung, "Network VR Survey," <http://dangun.kaist.ac.kr/~ujung/research/survey/netvr.html>, VR Group, AI Lab., CS Dept., KAIST, 1993.
 [16] B. Roehle, "Channeling the data flood," IEEE Spectrum March, pp 32-38, 1997.
 [17] W. Broll, "Interacting distributed collaborative virtual environments," VARIS95, pp 148-155, 1995.
 [18] W. Broll, "Distributed virtual reality for everyone a framework for networked VR on the Internet," VRAIS97, pp 121-128, 1997.
 [19] M.K. Sung, S.W. Ghyme, C.J. Park, and D.H. Kim, "The real-time motion generation of human avatars in networked virtual environment," The 2nd Conference Proceedings of the VRSJ, pp 292-295, 1997.
 [20] L. He, M. Cohen, and D. Salesin, "The virtual cinematographer a paradigm for automatic real-time camera control and directing," Proceeding of SIGGRAPH96, pp 217-224, 1996.
 [21] C.H. Lee, J.H. Lee, C.J. Park, and D.H. Kim, "Real-time gesture recognition for the control of avatar," This 2nd Conference Proceedings of the VRSJ, pp 238-242, 1997.
 [22] 첨단영상연구조합, "가상공간 자동구현 툴킷

- 개발”, 과학기술처, pp 58-77, 1996..
- [23] 첨단연상연구조합, “동작제어 툴킷 개발”, 과학기술처, pp 88-104, 1996.