특집

3차원 시정각 환경 제시기의 설계 및 구현

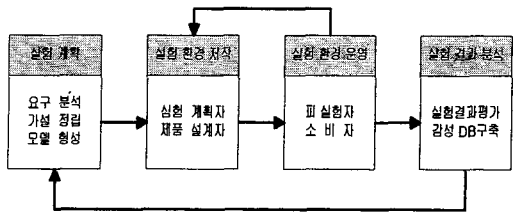
고 희 동
한국과학기술연구원

I. 서 론

최근, 산업 분야에서 제품개발의 추세가 인간 위주로 전환하고 있다. 제품의 성능과 기능에 대한 최적화뿐만 아니라 인간의 감성적 만족도에 대한 중요성을 인식하기 시작한 것이다. 이와 함께, 인간의 정서에 부합하는 속성들을 제품의 설계에 반영하는 기술로서 감성공학이 관심을 모으고 있다. 감성공학이란 인간과 인터페이스 되는 요소들이 생리적 심리적 변화에 미치는 영향을 측정하고 평가하여 그 결과를 제품이나 환경 설계에 응용하고자 하는 기술이다. 앞으로, 설계과정에서 감성공학을 도입한 제품이 사용자 측면의 사용성과 편리성 그리고 쾌적하고 안락한 느낌을 제공함으로써 그 경쟁력을 높일 것이다.

하지만, 감성공학은 인간의 감성을 정성, 정량적으로 측정하고 객관적으로 평가하기 위한 과학적 모델을 정립하지 못하고 있는 상황이다. 그 동안, 심리학이나 생리학과 같은 인간과학 분야에서 인간의 감각특성에 대한 방대한 연구가 있었으나 감성공학에 활용하기에는 역시 미비한 실정이다. 그러므로, 감성 모델의 정립과 제품개발의 활용을 위한 기반 연구는 국내 기술 경쟁력의 증대를 위해서도 시급하다. 현재, 한국표준과학연구원 주관 하의 G7감성 공학 기반 개발 사업이 진행 중이다. 본 사업은 감성 공학적 가설을 정립하기 위하여 귀납적 방법론을 적용한다. 아래 그림과 같이, 감성 모델에 대한 가설의 창출과 검증과정을 반복하면서 문제에 대한 해결 방법을 탐구한다.

본 사업의 일환인 감성 측정 평가 시뮬레이터



〈그림 1〉 감성 모델의 검증 과정

과제는 다양한 인간의 감성 모델을 검증하기 위한 실험 시설을 연구한다. 이 시설은 실제 상황에서 인간의 인식과 상호작용에 영향을 미치는 감성 요소를 재현하여 피실험자가 인식하는 모의 상황을 실제와 같도록 한다. 그리고, 여러 가지 물리적 특성들에 대한 인간의 반응 측정을 위한 다양한 방법들을 지원하고, 일관된 실험 환경을 제공하여 신뢰성 있고 비교 분석이 가능한 실험 데이터를 축적하고자 한다. 또한, 귀납적 방법론에 의한 검증 과정을 신속하고 반복적으로 수행하기 위해, 효율적으로 실험 조건과 측정 상황을 제시하고 조절할 수 있어야 한다. 본 논문은 다양한 감성 모델을 연구하기 위하여 모의 실험 환경의 구축과 조절 실험을 지원하는 실험 환경 저작/운영 시스템(SACS : Simulation Authoring & Control System)의 설계 및 구현 기술을 소개한다.

II. 2장 3차원 시청각 환경 제시기-SACS (Simulation Authoring & Control Station)

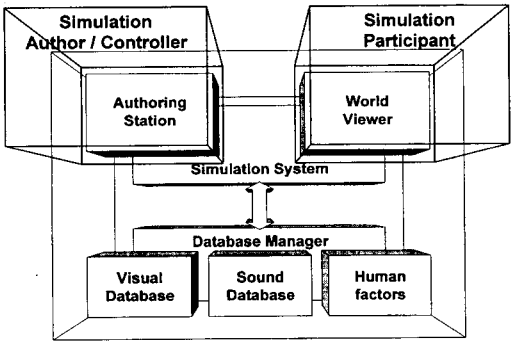
감성 모델의 가설들을 검증하기 위하여 인간의 시청각 감성에 대한 자극과 상호작용의 실험 환경을 제시하는 3차원 시청각 환경 제시기를 구축한다. SACS는 가상 환경의 저작과 운영을 통해 실험 계획자가 제시하는 가상의 현실을 피실험자에게 최대한 실제와 같이 제공하기 위해, 실제 상황에서 인간의 감각 기관을 자극하는 시청각 환경을 재현하여 인식되도록 한다. 그리고, 연구자가 다양한 감성 모델을 신속하게 검증하기 위하여 실험 조건에 알맞은 모의 환경을 신속하게 설계 구축하는 저작 기능과 제어 기능을 제공한다.

1. 개발환경

SACS의 하드웨어 기반은 별도의 전용 시스템을 이용하지 않고 실리콘 그래픽스 워크스테이션과 IBM-PC를 사용한다. 소프트웨어 개발 환경은 IRIS Performer/OpenGL, X-Windows, Motif APE, C/C++ 이다. 3차원 데이터를 모델링하는 도구로는 MultiGen, Wavefront, 3D Studio을 이용하였다.

2. SACS 시스템의 구조

SACS는 다양한 모의 실험 환경을 제시하고 실험 환경에 필요한 시각과 청각의 데이터를 관리하기 위하여 시뮬레이션 시스템과 데이터베이스 관리자로 구성된다.



〈그림 2〉 3차원 시청각 제시 시스템의 개념적 구성

시뮬레이션 시스템은 저작/제어기와 제시기로 구현된다. 저작/제어기는 감성 모델을 검증하기 위하여 실험자가 요구하는 실험환경의 구축과 진행 중에 실험 환경을 조절하는 제어 기능을 제공한다. 제시기는 감성 측정을 위하여 피실험자에게 실제와 같은 인식을 일으키도록 가상의 현실감을 제공한다. 데이터베이스 관리자는 신속하고 신뢰성 있는 실험 환경의 구축을 위해 기존의 다양한 시청각 자원을 운영하며 저작을 지원한다.

(1) 환경 저작/제어기

모의 환경을 위한 저작/제어기는 다양한 실험 계획을 수용하기 위해서 실험 환경을 가변적으로 제시하기 위한 스크립트 언어를 사용하는 것이 필수적이다. 그리고, 스크립트를 자동으로 생성하는 비쥬얼 툴을 이용하여 보다 편리한 저작을 지원하도록 한다.

(2) 환경 제시기

환경 제시기는 현실감 있는 시청각 실험 환경을

제공하기 위해 실시간 그래픽 렌더링 기술과 HCI (Human Computer Interface)기술을 도입한다. 가상 현실 기술은 피실험자의 반응에 대한 시청각 요소의 처리가 실시간으로 디스플레이 되야 한다. 따라서, 시뮬레이션의 제시기와 데이터베이스 관리자는 실시간의 처리를 위하여 그래픽 파이프라인, 상세도, 효율적인 데이터 구조를 이용한다. 또한 모든 상태변수의 참조와 조작이 초당 30 프레임 내에 가능하도록 내부 데이터를 구성하여야 한다.

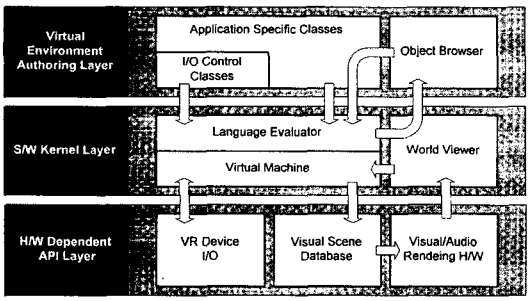
(3) 환경 인터페이스

SACS 시스템의 사용자 인터페이스는 사용자와 제시기 사이에서 다양한 감각을 상호 교환하는 다중의 인터페이스를 처리할 수 있어야 하며 기존의 다양한 감각들에 대하여 복합적으로 처리/반응되는 인터페이스 모델을 제시하여야 한다. 다중의 감각에 대한 동시 처리들이 실시간으로 이루어지는 구조를 가져야 하며 사용자에게 가상 환경에 대하여 직관적으로 반응하는 인터페이스 장치를 개발하여야 한다.

(4) 환경 데이터베이스 운영/관리자

3차원의 환경을 저작하려는 사용자는 SACS에서 제공하는 기존의 클래스를 사용할 수 있다. 3차원 환경을 구축하는데 필요한 클래스는 3차원 환경을 구성하는데 기본적으로 필요한 클래스와 특정한 환경을 저작할 수 있는 클래스로 나뉘어 진다. 현재 구성하고 있는 클래스의 현황은 객체 브라우저를 통해서 정보를 획득할 수 있다.

3. SACS 시스템 기능과 구조



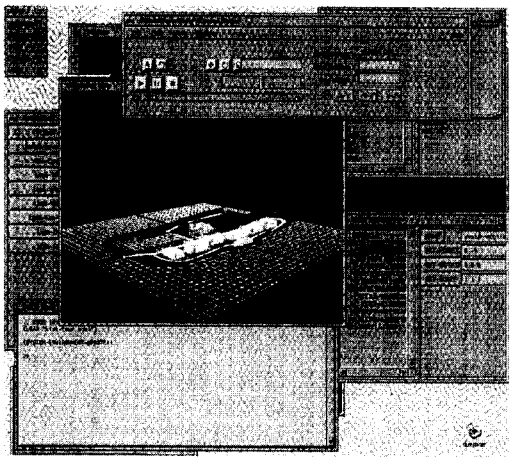
〈그림 3〉 SACS의 계층적 구조

SACS의 기능은 3계층의 구조로 개발되었다. 하드웨어에 종속적인 API 층은 가상현실 입/출력 기구의 정보를 처리하는 부분과 환경 데이터베이스, 시청각 환경 표현 하드웨어로 구성된다. 소프트웨어 커널 층에서는 하드웨어와 독립적으로 동작하는 시스템을 구성하도록 가상 머신을 기반으로 하였다. 언어 평가기(Language Evaluator)는 제어의 처리를 기술하는 역할을 하고 환경은 뷰어(Viewer)를 통해서 실재의 3차원 환경이 구성된 형태를 확인할 수 있다. 가상현실 입/출력 기구 처리부는 다양한 디바이스로부터 입력되는 정보를 처리하고 각 인터페이스 장비에 적절한 출력 정보를 처리하는 역할을 한다. 다양한 시각 환경을 저장하고 있는 데이터베이스와 네트워크를 통한 청각 데이터베이스에서 필요한 정보를 획득하여 원하는 3차원 시청각 환경이 구성되고 뷰어를 통하여 제시된다.

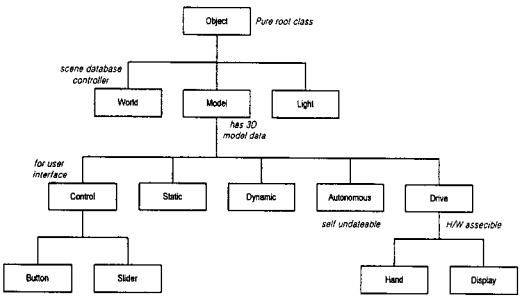
(1) 환경 저작/제어기

구현한 환경 제시기는 내부 스크립트 언어 조작기와 통합 환경 제시기, 객체 뷰어/브라우저로 구성된다. 시뮬레이션의 통합 환경을 저작하고 제시하기 위해서 개발된 통합 환경 저작/제시기는 가상 환경에 대한 저작을 프로그래밍을 최소화하고 효율을 높이기 위하여 비쥬얼한 개발 환경으로 개발하였다. 다양한 제어를 확인하며 저작할 수 있는 도구를 제공하고 있으며 동시에 여러 개의 도구를 통해서 통합 환경을 저작하고 제시할 수 있도록 하였다. 통합 환경 저작/제시기는 전체적으로 시스템을 운영하는 주 조작기를 통해서 조절이 된다. 그림 4에서는 전체 시스템을 운영하는 주 조작기의 예를 보여주고 있으며 그림 5에서는 주 조작기를 통해서 불리의진 여러 도구의 예를 보여 주고 있다.

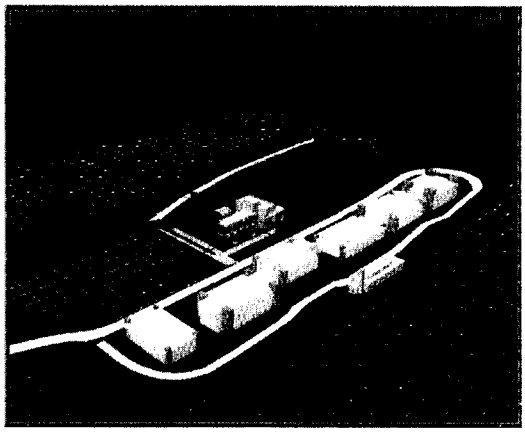
〈그림 4〉 Simulation Authoring/Control Station



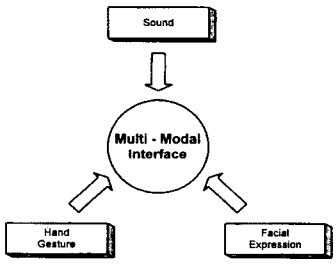
〈그림 5〉 시뮬레이션 통합환경 저작/제시기



〈그림 6〉 클래스 계층구조의 예



〈그림 7〉 Simulation Viewer



〈그림 8〉 Multi-Modal 인터페이스의 구성

내부 스크립트 언어 조작기는 내부적으로 가상 환경을 저작하기 위한 스크립트 언어를 개발하는 역할을 한다. 시뮬레이션의 저작과 조절의 기반이 되는 스크립트 언어를 사용하기 위한 명령어 셀(Command Line Shell) 창이 있다. 다양한 실험환경에 대한 효과적인 구축을 가능하도록 하였으며 이전에 개발된 환경 데이터에 대한 수정과 재사용을 용이하도록 하였다. 아래의 그림은 실험 환경을 구성하기 위하여 스크립트 언어로 설계한 클래스 계층구조의 실례이다.

(2) 환경 제시기

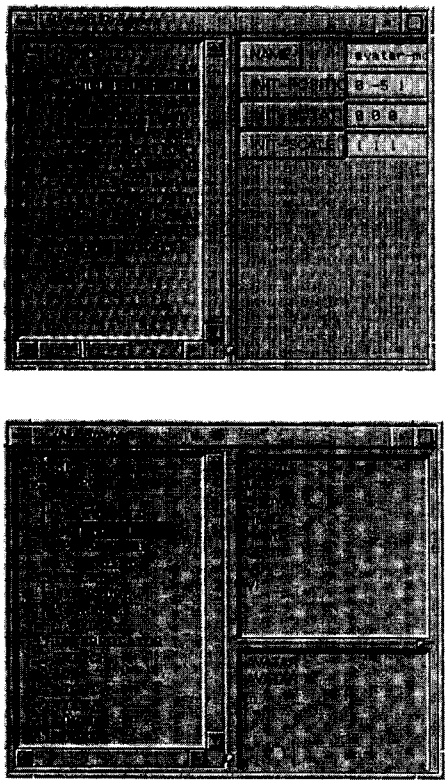
그림 8에서는 저작된 가상환경을 확인하기 위하여 개발된 뷰어의 예를 보여주고 있다. 현재 선택되어 관리되는 객체를 표시하여 저작과 조절의 편의를 도왔다.

(3) 환경 인터페이스

SACS 시스템은 보다 현실감 있는 실험 환경을 피실험자에게 제시하고 실험자에게 보다 편리한 저작 환경을 제공하기 위해서 다중의 감각과 상호작용을 교환하는 멀티-모달 인터페이스를 개발하였다. 시스템은 동시에 음성, 헨드 제스쳐, 얼굴 표정을 인식하여 보다 다차원의 상호작용을 지원한다.

(3) 환경 데이터베이스 운영/관리자

가상 환경을 구축하는 내부 데이터를 저작하고 수정하기 위하여 scene 브라우저가 개발되었고 내부 데이터들 사이의 관계를 나타낼 수 있도록 하였다. 환경 속에 있는 객체들의 클래스 상속관계를 보여주기 위해서 클래스 브라우저를 도구로 제시하였다.

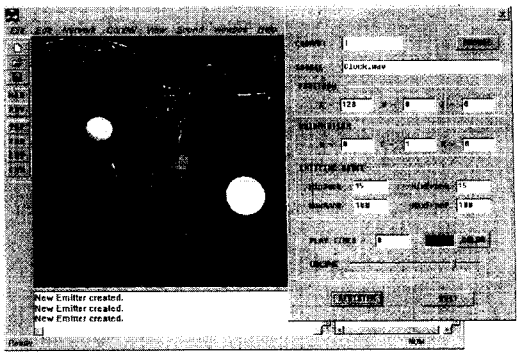


〈그림 9〉 World/Class Browser

이 브라우저들은 시뮬레이션의 내용과 환경을 참조하고 편집 기능을 제공한다. 또한 객체 클래스들을 생성할 수 있으며 스크립트 언어 조작기와 상호 연동되도록 개발되었다.

(5) 청각 저작/제시기

시각 환경 제시 시스템과 클라이언트/서버(Client/Server) 방식으로 동기화 하는 청각 환경 제시 시스템은 실시간 렌더링에 의한 3차원 음향 생성 모듈을 구현하여 GUI 방식에 의한 3차원 사운드를 응용 저작하였다. 청각 환경 제시 시스템은 사운드의 반향 효과를 제공하며VRML2.0파일로 사운드 저작 내용을 저장할 수도 있다. OpenGL을 이용하여 사운드 정보를 3차원 그래픽으로 디스플레이한다.



〈그림 10〉 3차원 사운드 저작 환경

III. 결 론

감성공학에서 모의 환경 제시 기술은 환경이나 제품이 인간의 감성에 미치는 영향을 측정/평가할 수 있는 연구용 시뮬레이터 개발 및 운영에 필요한 기술이다. 단기적으로, 제품 개발 및 환경 설계분야에서 감성 제품들을 생산하기 위해 시뮬레이터를 활용할 수 있으며, 장기적으로는 감성공학의 과학적 탐구 방식을 지원하는 실험 환경을 제공한다.

3차원 시청각 모의 환경 제시기는 실험자와 피실험자에게 모의 실험 환경을 제공하기 위하여 환경 저작 기술과 가상 현실 기술을 결합한 실시간 시스템이다. 환경 저작기는 실험자에게 3차원 시청각 환경을 서술하는 내부 스크립트 언어와 이를 자동으로 생성하는 비주얼 통합 환경을 제공한다. 환경 제시기는 피실험자로부터 감성을 측정하기 위하여 보다 현실감 있는 인식과 상호작용을 지원하는 실시간의 3차원 시청각 환경을 제공한다. 추가적인 기능으로 환경을 저작한 데이터를 관리하는 데이터베이스와 실험 중에 환경을 조정하기 위한 제어기가 제공된다.

앞으로 보다 다양한 감성의 재현과 상호작용을 지원하는 연구가 필요하다. 또한, 상호작용과 물리

적 충실도를 향상시키기 위한 인터페이스의 개발이 진행 중이다. 특히, 음성 인식, 헨드 제스쳐 인식, 얼굴 표정 인식을 3차원 시청각 환경 제시기에 통합하여 보다 고차원의 환경을 지원하도록 한다. 이러한 다양한 기술에 대한 실시간 처리 기반을 제공하기 위해 네트워킹 시뮬레이션을 적용해야 한다.

최근, 컴퓨터 그래픽스 장비와 개발 지원 소프트웨어의 등장으로 3차원 시청각 환경 제시 시스템의 기반 기술이 개인용 컴퓨터로 적용할 수 있는 기술적 여건이 마련되고 있다. 이러한 여건은 지금까지 보급되지 않았던 다양한 기술의 응용분야를 생성할 것으로 예상한다.

참 고 문 헌

〔1〕 박경동, 이상민, 고희동, "감성공학을 위한 실시간 워크쓰루 시스템 개발", HCI'97 학술대회, pp.388~395, 1997.

〔2〕 박문호, 김정환, 고희동, "유전자 알고리즘과 신경망을 이용한 얼굴표정 탐색 및 인식", HCI'97 학술대회, pp.84~89, 1997.

〔3〕 김래현, 고희동, 김주환, 최병균, "다자 참여형 3차원 가상환경 시스템 구현", 컴퓨터 그래픽스 학회 논문집, 7 호, 1997.

〔4〕 Hyun-Suk Kim, Kun-Woo Lee, Heedong Ko, "A Collision Detection for Interactive Mechanical Assembly Simulation", 1997 IEEE International Symposium on Assembly and Task Planning (ISATP 97), Marina del Ray Hotel - Marina del Ray, California, August 7-9, 1997.

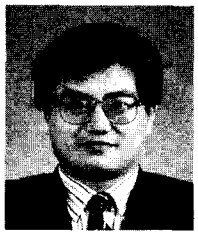
〔5〕 박경동, 이상민, 고희동 감성 측정 평가 시뮬레이션에 대한 타당성 검토, CAD&그래픽스 5월호, 1997.

〔6〕 김승신, 유석종, 최윤철, 고희동, "3차원 사운드 저작도구의 사용자 인터페이스 설계 및 구현", 학국정보과학회 추계학술대회, 1997

〔7〕 고희동, 김래현, 김현석, "Team CAD 환경에서 가상 조립 설계", 한국자동제어학술회의, 1997

〔8〕 고희동, 장상철, 박창훈, 서형준, "분산 시뮬레이션을 위한 기반기술 소개", '97 Seminar and Exhibition for EW & Simulation

저 자 소 개



高 熙 東

1959年 9月 8日生
1982年 5月 State university of New York at Albany 학사
1989年 5月 University of Illinois at Urbana-Champaingn 박사

1988年 9月~1990年 1月 George Mason University 객원 조교수
1990年 2月~1997年 2月 한국과학기술연구원 선임 연구원
1997年 3月~현재 한국과학기술연구원 책임 연구원

관심 분야 : Virtual Reality, 인공지능, CAD