

웹 환경 하에서 3차원 부품 구현 기술

이달상* · 이춘근**

1. 서 론

가상현실(Virtual Reality : VR)이란 컴퓨터가 만들어 낸 가상의 세계를 사용자에게 다양한 감각 채널을 통해 제공함으로써 사용자로 하여금 이 가상 세계에 몰입(immerse)하도록 하는 동시에, 가상 세계 내에서 현실 세계에서와 같은 자연스러운 상호작용(inter action)을 가능하도록 하는 제반 기술과 이러한 기술에 필요한 이론적 바탕을 지칭한다[1].

VR이란 용어는 지금으로부터 약 10 년전 Jaron Lanier에 의해 제안되었다. 그러나, VR기술 자체는 훨씬 오래 전부터 존재해왔었고, 실제로 비행 시뮬레이터와 원격 로봇틱스 등에 제한적으로 사용되고 있었다. VR의 핵심을 이세상 현실이 아닌 인공적으로 제조된 세계에 몰입되게끔 하는 것이 라 본다면 VR의 역사는 수백년을 거슬러 올라가 게 된다[2].

이러한 가상 세계를 실제 세계로 구축하고자 할 때는 시각 정보 제시에 의한 효과뿐만 아니라, 청각이나 감각 정보 등의 제시에 의한 효과는 현실감을 극대화하는데 큰 역할을 한다. 대부분의 가상현실 저작도구에서는 그래픽 환경 저작위주로 이루어지며, 입체부품 환경 저작기능은 지원되지 않거나 텍스트를 기반으로 속성은 편집하는

수준의 인터페이스를 지원한다. 이와 같은 방식에서 사용자는 저작하고 있는 제조 환경을 직접적으로 인식하기 어려우며 저작의 효율성을 떨어뜨릴 수 있다. 그래픽 환경과 부품 가공 환경의 구현 방식에는 유사한 특성을 지니고 있다.

그렇다면 이러한 그래픽 환경과 부품 가공 환경의 현실감의 생성이 과연 가능한 것인지 검토해 볼 필요가 있다. 컴퓨터를 이용한 인공적인 현실감의 구축은 이론적으로는 가능하다[3]. 인간은 어차피 인간을 둘러싸고 있는 환경과 끊임없이 접촉하면서 살고 있으며, 인간의 감각기관, 즉 피부, 눈, 귀, 코, 입 등을 통해 외부로부터 들어오는 각종 감각 신호들을 분석함으로써 환경에 관한 정보를 얻고 이들 정보가 통일성을 가질 때 현실감을 느낀다. 따라서, 인간의 감각 기관들은 자연 환경으로부터 차단하고 컴퓨터에서 생성된 환경을 대신 제공함으로써 그 감각 기관들로 하여금 인공적 환경의 내용물을 감각하게 된다.

특히, 가상 현실 환경에서 사용자 인터페이스는 3차원 공간을 조작할 수 있는 새로운 장치들을 지원하도록 그래픽 인터페이스를 발전시키고 있다[4]. 현재 이러한 인터페이스는 공간적으로 존재하는 시각적인 물체를 조작하는데 사용되고 속성 정보는 데이터나 문자를 통해서 사용자와 통신을 하고 있다. 또한 사용자는 이러한 정보를 인식하는데 보통 직감에 의존하게 된다. 하지만, 부품 가공 속성 정보는 공간적인 속성을 지니고 있으

*중신회원, 동의대학교 산업공학과

**중신회원, 동서대학교 경영정보학과

며, 이러한 공간적인 속성은 그래픽과 동일하게 시각적으로 구성, 편집, 저장할 수 있다.

그래픽과 부품 가공 구현 기술간에는 비교할 수 있는 유사한 특징이 많다. 고로드 셰이딩(Goraud Shading)과 방향성 필터링(Directional filtering), 그림자(Shadows)와 분산방향(Discrete reflections), 레이트레이싱(Ray tracing)과 잔향(Reverberation), 그리고 모션 블러(Motion blur)와 도플러효과(Doppler shift)가 그러한 특징들의 예이다[5]. 이러한 특징들 중에서 시각화가 가능한 것을 선택하여 가시화 한다면 부품 가공 환경에 대한 인식하기 쉽고 조작이 용이한 사용자 인터페이스의 구성이 가능하다.

기존의 가상환경 저작도구의 사용자 인터페이스를 설계 방향은 그래픽 객체의 조작에 초점을 맞추어 구성하고 있으며, 기타 정보는 단지 대화상자를 이용한 속성 편집 수준이며, 제한적으로 그래픽 방식을 도입하고 있는 실정이다. 이러한 인터페이스는 사용자에게 그래픽 객체와 기타 객체를 별개의 객체로 인식하게 하며, 그래픽 객체와 연관성을 잃어버리게 한다. 보다 편리하고 친숙한 인터페이스를 구성하기 위해서는 부품 가공 정보를 그래픽으로 처리하는 것이 바람직하다.

본 논문에서는 공개되어 있는 입체 렌더링 라이브러리를 사용하여 부품 가공 입체를 시각적으로 구성, 편집, 저장할 수 있는 시스템을 설계하고 사용자에게 자연스럽게 편리한 사용자 인터페이스를 구현하고자 한다. 논문의 구성은 2장에서 부품 가공과 가상 객체 저작시스템을 개략적으로 설명하고, 3장에서는 현재 연구 개발 중인 가상 부품 전시 유형을 설명하고, 4장에서는 VRML의 그래픽 노드와 입체 부품 저작 현황에 대하여 설명하고, 5장에서는 시스템 설계 및 구현하며, 6장에서는 시스템 평가와 결론 및 향후 연구 과제를 제시

한다.

2. 가상 부품가공 구현의 개요

가상현실 상에서 부품 가공 구현에 있어서 BOM(Bill Of Materials)전개 방법과 가상 생산, 가상 객체 저작에 대해 설명과, 부품 가공에 있어서 3차원 그래픽 구현 기술과 BOM 전개에 대해서 비교 설명하면 다음과 같다.

2-1 부품 가공을 위한 BOM 전개

새로운 제품을 생산하고자 할 때는 먼저 최종적으로 만들어질 제품의 형태를 prototype이나 모형 등을 통해서 제작을 하게 된다. 그리고 기능별, 재질별, 형태별로 분할하게 되며, 이것을 여러 가지 면에서 Testing을 한 다음 수정과 개선을 통한 최종 결과가 나오면 양산 체제에 들어가게 된다. 이때에 한 단위 생산에 소요되는 모든 구성 목적의 수량과 결합형태가 표시하게 된다. 이것이 자재 명세서 또는 제품 구조화일(product structure file)이라고도 하며, 이것을 가상 상에서 명확하게 나타내기 위하여 BOM 전개도를 나타내어 전 제조 과정을 보여주게 된다. 그리고 가상 상에서 제조의 전 과정을 전개됨으로써 부품목에 대한 부품목의 수량이나 생산 schedule을 일목요연하게 파악할 수 있게 된다. 이렇게 가상 상에서 전개하여 전 생산 품목을 관리하는 것이 가상 생산 관리를 하게 됨으로써 제조업체에 생산에 도움을 주게된다.

2-2 부품 가공

가상 생산 기술을 살펴보기에 앞서 기존의 제품 생산 과정을 정리해 보면 제품 설계자들이

품의 기능적인 설계를 담당하고 작업자들은 생산 현장에서 시험제작을 하여 문제점을 지적 받아 다시 수정하는 일련의 과정을 거치고 있다.

고객의 요구가 보다 다양해지고 신속함을 요구하는 현재의 환경에서 이러한 생산방법은 비용과 시간이 많이 드는 비효율적인 방식이다. 그러나 가상 생산 기술은 실제 제품 제작을 하기에 앞서 컴퓨터 상에서 가상적으로 부품을 가공해 봄으로써 최적의 부품생산을 가능하게 해 준다. 인터넷 상에서 이러한 기능을 구현하기 위해서는 제품 Life Cycle 초기에 부품 제조 업체로서는 전사적인 생산능력을 파악할 수 있는 방법이 필요하다. 따라서 본 연구는 가상 공간에서 제조 상품 공정도를 전개할 수 있는 BOM 전개도를 전개함으로써 완제품의 생산 능력과 유사 제품의 생산 능력을 산정 할 수 있는 기능을 부여하게 된다.

이러한 가상 생산 기술에 대한 내용을 검토하기에 앞서서 일반적으로 제품을 설계하는 과정을 살펴보면 먼저 제품의 기능적인 특성이 정의되면 설계자가 그러한 특징에 맞게 제품을 설계 (design)한 후 그 설계에 따라 생산 현장에서 시제품을 생산한다.

이때 제기되는 실제 제조상의 문제점들은 다시 설계자에게 피드백(feedback)되어 제품 설계에 반영되고 이에 따라 다시 생산하는 일련의 반복적인 과정을 거쳐 생산되고 있다. 이러한 과정에서는 설계자의 의사결정이 대단히 중요하며 이러한 과정을 신속하게 하면서도 품질이 좋은 제품을 경제적으로 생산하는 것이 관건이라고 하겠다. [그림 1]에서는 이러한 생산과정을 보여주고 있다.

우선 제품 생산에 대한 설계자의 의사결정을 지원하기 위해서 제품설계 모델(Product Design Model), 제조공정정보(Manufacturing Process Data), 제조자원 정보(Manufacturing Resource

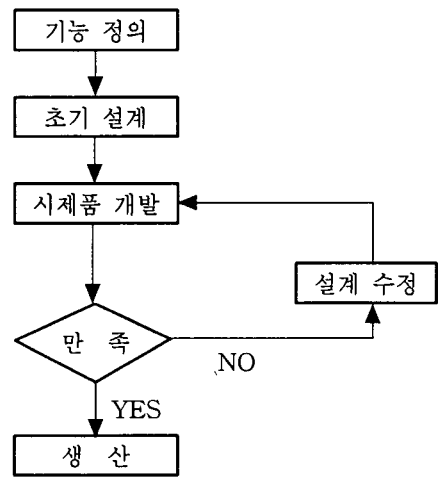


그림 1. 기존의 생산과정

Data)가 필요하다[6]. 이러한 정보를 바탕으로 생산 타당성 분석을 하게 되는데 이것은 삼차원적 형상을 컴퓨터 상의 가상공간에서 직접 공장의 제조설비로 가공해 보는 것처럼 가장 적합한 부품을 선택하는 것이다. 아래 [그림 2]에서는 이러한 가상생산 과정을 보여주고 있다. 제품의 기능을 정의하고 이러한 기능을 만족하는 초기 제품설계가 설계자에 의해서 작성되며 가상적으로 부품을 전개함으로써 기능분석과 생산 타당성 분석을 하게 되고 적당하지 않다면 다시 수정하여 수정된 설계에 따라 가상적으로 다시 설계 및 구현을 해 보게 된다. 이러한 과정을 거쳐서 최적의 설계가 작성되면 생산 현장에서 실제로 생산을 하게 된다.

그런데 이 과정은 기존의 과정에 비해 비용과 시간의 차이가 크다. 즉 기존의 생산과정에서는 시제품을 생산하기 위해 많은 비용과 시간이 투입되는 반면 가상 생산에서는 이러한 비용과 시간을 절감할 수 있는 것이다.

2-3 가상 객체 저작

인터넷상에서의 삼차원 형상의 표현은 1996년

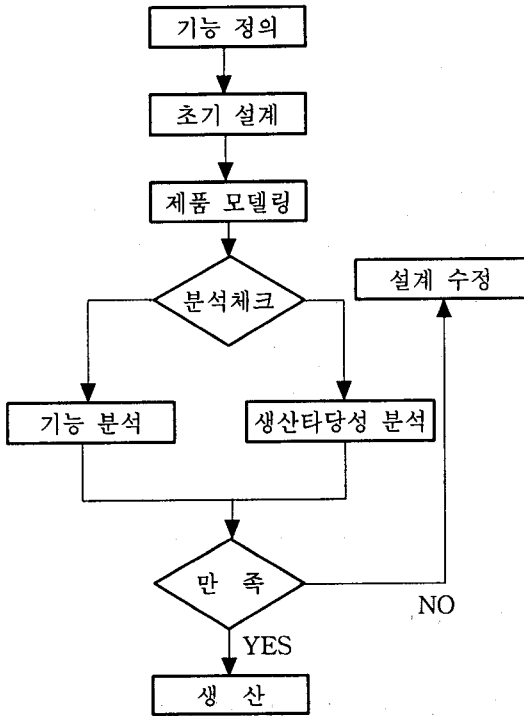


그림 2. 가상 생산 과정

8월 4일에 확정된 Web상에서의 삼차원 기술 언어인 VRML 2.0 사양을 기반으로 한다[7].

현재 사이버 스페이스 상에서 직접 삼차원 객체들을 생성시킬 수 있는 방법은 VRML에 의한 방법뿐이다. 그러나 VRML Script Language 만으로는 삼차원 객체의 생성 및 이동 또는 변형 등을 기술하기가 용이하지 않다.

따라서 VRML을 이용하여 삼차원의 사이버 스페이스를 구축하기 위해서는 일반적으로 삼차원 그래픽 도구 (Auto CAD, 3DS 등)들을 이용하여 삼차원 객체들을 쉽게 생성한 후에, 이들 각각의 도구들이 가지는 고유한 그래픽 파일 형식을 VRML소스 코드(*.wrl)로 변환해주는 과정을 거치고 있다. [그림 3]은 일반 삼차원 파일을 VRML로 변환시키는 과정을 보여주고 있다.

본 연구에서는 현재 연구 중에 있는 MATCAS

에 3D 데이터를 Edit 한 다음 Review 과정을 거쳐서 웹 구현 Convert기로 자동 Home-page를 구현되는 방법을 취하고 있다.

3. 부품 전시 유형

3-1 3차원 그래픽과 부품 모형의 비교

여기에서는 입체 부품과 3차원 그래픽의 유사성을 설명하면 쉽게 이해할 수 있다. 3차원 그래픽에서 모니터를 통해 원을 렌더링하여 보여주는 것은 입체 부품에서 로봇트를 통해 작업을 시작하여 완성을 렌더링하는 것과 동일한 개념이다. 아래에서 이러한 유사성을 설명한다.

- 입체 부품에서 로봇으로 작업을 하는 것은 입체 부품을 표현하기 위해서는 작업할 위치에 따라 로봇 팔에 신호가 보내지고 다른 팔보다 높은 주파수의 신호 값을 갖게 한다. 이러한 현상은 고정된 위치에서 부품을 가공하는 좌표 값은 그래픽처리의 그림자처리 기법과 유사하다.

- 입체 부품의 작업 효과를 얻는 방법으로는 방향효과를 사용하는 것과 같이 3차원 그래픽에서도 그림자 효과를 사용한다. 모니터에서 입체 부품이 점차 커졌다 작아졌다 한다고 가정하면, 입체 부품이 앞뒤로 움직이거나 입체 부품이 크기가 변하는 두 가지 경우가 있을 수 있다.

- 입체 부품이 어떻게 가공되는 지를 계산하는 기법은 3차원 그래픽에서 레이트 레이싱기법과 유사하다. 입체 부품의 표면이 光澤性 금속이라면 입체 부품의 위치와 모양을 계산하여 사용자에게 나타낼 수 있다.

- 마지막으로 움직이는 물체에 나타날 수 있는 모션블러와 도플러효과가 있다. 입체 부품이 매우 빠르게 움직일 때 3차원 그래픽에서는 모션블러 현상이 발생하여 실감을 더해 준다.

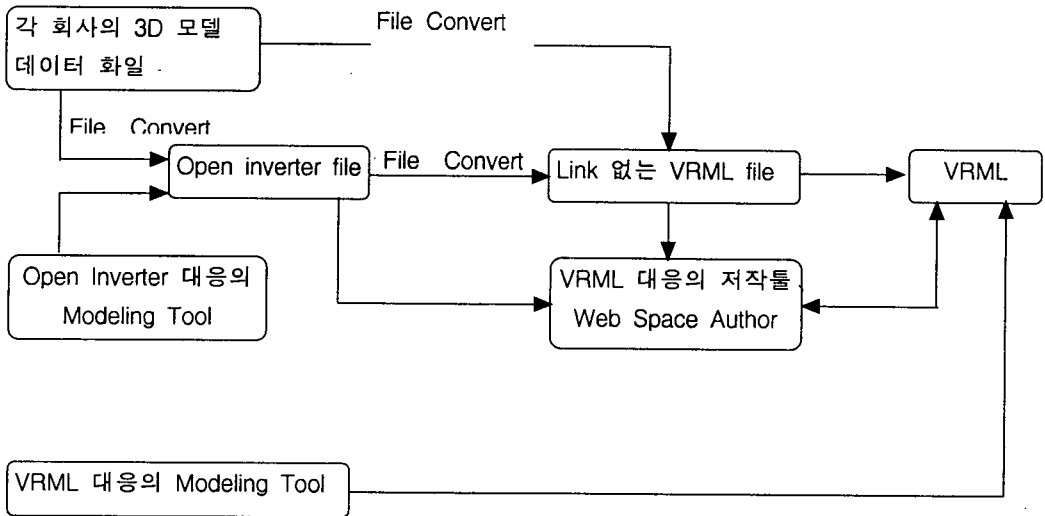


그림 3. 일반 삼차원 파일을 VRML로 변환 과정

3-2 가상 부품 전시 형태

가상공간에서 처리되는 객체들의 유형을 살펴 보면 형태적 성질들(Physical Properties), 3차원 공간 내에서의 배치(Configuration), 물리적 법칙에 반응하는 행위(Reactive Behavior to Physical Laws) 등 형태에 관련된 속성들은 행위, 기능과 동시에 단계적으로 명세 된다. 형태 명세가 제어되는 객체들의 모양과 물리적인 관계들 뿐 아니라 환경 객체들도 포함함에 주의해야 한다. 기본적인 생각은 각 차원(즉, 형태, 행위, 기능)의 명세들이 서로 서로에게 영향을 준다는 것이다.

본 연구의 목표는 여러 가지 유형의 객체들을 전시하면서 구체화되어 가상 환경 객체들을 가시화 시킨다. 현재 연구중인 MATCAS의 일부분을 차지하고 있는 것 중에서 가상 생산과 가상 객체 저작에 대한 부분만 구현하여 표현하고자 한다. 따라서, 여기에서는 실시간 시스템에 대한 새로운 표현 방법은 행위 객체는 사건(Event)에 대응하는 시스템의 상태 변화를 보여주며, 상태에 따라

적절한 기능들을 활성화(Activation)시키고, 형태적인 객체들은 여러 공간적 성질들을 정의한다. 행위와 기능 명세가 모든 객체에게 주어지는 반면, 형태 명세는 물리적 성질을 갖는 제어되는 값과 환경객체(Environmental Object)에 주어진다. [그림 4]는 MATCAS의 전체구조이며, 본 연구에서는 가상 3차원 부품 구현 부분만을 다룬다.

4. VRML과 입체부품

4-1 VRML 2.0 사운드 노드

VRML(Virtual Reality Modeling Language) 2.0에서는 그래픽 노드[8]를 통해서 입체부품을 생성할 수 있다. RSX 3D 라이브러리가 VRML 2.0의 그래픽 노드를 렌더링하는 모듈로 사용되고 있다[9]. 즉 VRML 2.0 플러그인(plug-in) 중 하나인 Cosmo Player가 VRML 2.0 화일에서 그래픽 노드를 만나게 되면 자동적으로 RSX 3D 라이브러리인 그래픽 렌더링 모듈을 실행하게 된다.

VRML 2.0의 그래픽 노드의 구조는 [그림 5]와

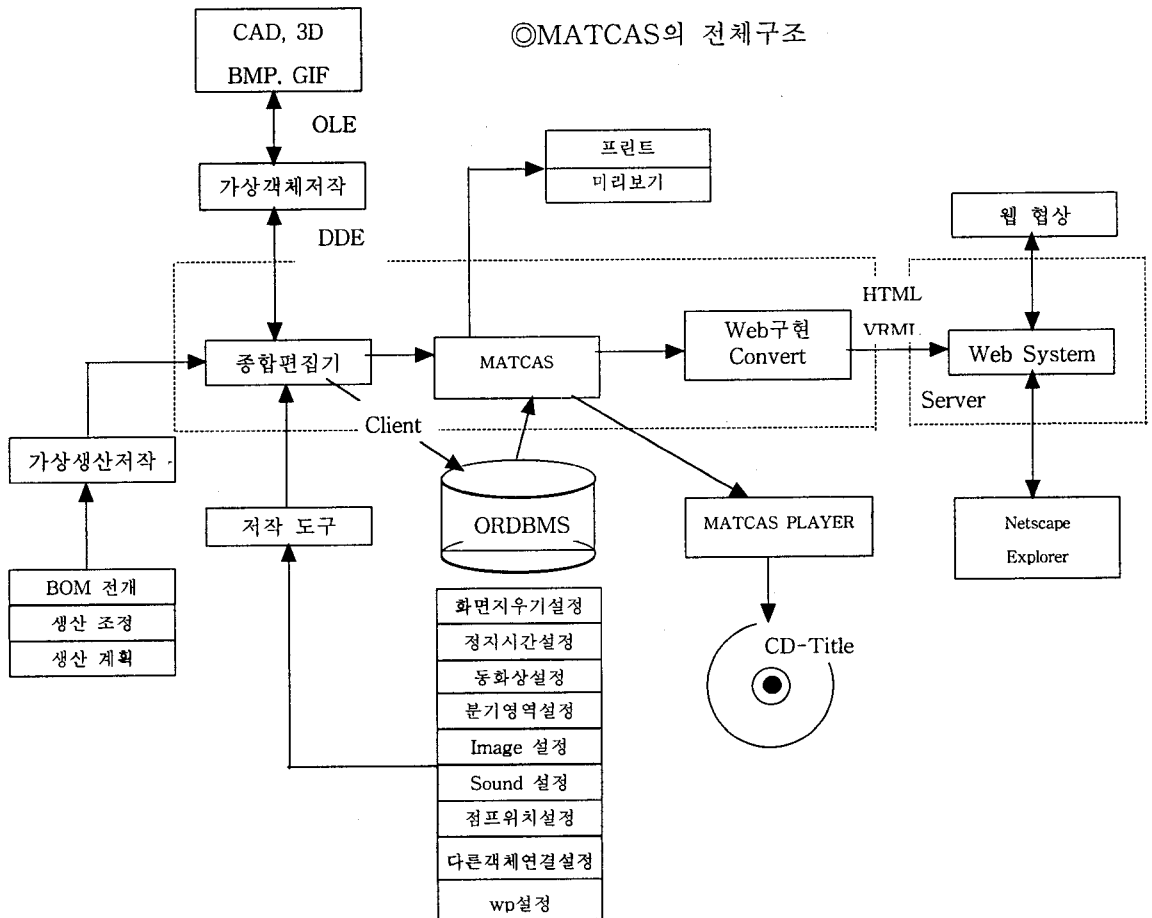


그림 4. MATCAS의 전체구조도

```

Graphic {
  source GraphicClip { // 그래픽 파일
    description
    loop FALSE
    pitch 1.0
    startTime 0
    stopTime 0
    url [image.gif]
  }
  intensity 1 // 그림의 크기
  priority 0 // 4가지 우선순위 사용
  location 0 0 0 // 부품의 위치
  direction 0 0 0 // 부품의 좌표 방향
  minFront 1 // 동일 구역의 앞쪽 경계
  maxFront 10 // 감쇄 구역의 앞쪽 경계
  minBack 1 // 동일 구역의 뒤쪽 경계
  maxBack 10 // 감쇄 구역의 뒤쪽 경계
  spatialize TRUE // 공간적인 위치 생성 여부
}
    
```

그림 5. VRML 2.0 Graphic Node

같다. 그래픽에 관련된 노드는 2가지로 구분된다. 그래픽 노드는 공간적인 속성 값을 지정하고, 그래픽 클립(Graphic clip)노드는 파일에 관한 정보를 지정한다. 노드는 가상공간에서 지정된 위치, 방향, 구역 등의 속성을 포함하고 있으며 클립 노드는 크기, 반복횟수, 파일의 위치 등을 포함한다. VRML 2.0에서 관련된 잔상 노드나 도플러에 관한 노드는 존재하지 않으며 속성정보의 입력은 단순히 텍스트 방식을 따르고 있다.

4-2 RSX(Realistic Sound Experience)

RSX은 인텔사에서 제공하는 그래픽 렌더링

라이브러리이며 본 시스템의 구현에 사용되었다 [10]. 입체부품을 직접 생성하기 위해서는 데이터를 구축하여 3차원의 공간 정보를 입력받고 필터링을 통하여 3차원을 재현하거나, DSP(Digital Signal Processing)같은 특수 좌표 처리 하드웨어 장비를 구입하여 시스템을 구성해야 한다. 그러나 RSX 3D 라이브러리는 복잡한 그래픽 생성 과정이나 별도의 좌표 하드웨어 장비를 구입하지 않고도 소프트웨어적으로 응용 시스템에서 사용 가능한 API(Application Programming Interface) 형태로 제공하고 있다. RSX 3D는 현재 인터넷상의 가상 환경 기술의 표준으로 자리잡고 있는 VRML 2.0의 그래픽 노드를 처리하는 모듈로 사용되고 있으며 다양한 가상 환경 응용 시스템에서 그래픽 구현에 활용될 것이다.

4-3 입체부품 저작 현황

가상현실 저작도구는 3D 그래픽을 위주로 VRML 형식을 지원하도록 설계되고 있으며 사용자에게 친숙하고 대화식의 편리한 인터페이스를 목표로 시스템을 구성하고 있다. [표 1]에는 현재 상용화되었거나 공개된 가상 현실 저작도구를 입체부품 지원 여부로 구분하여 저작 방식을 나타내었다[11].

[표 1]에서 보는 바와 같이 가상 현실 저작도구는 그래픽 위주로 설계되었으며, 입체부품 저작기능이 포함되지 않거나 텍스트를 위주로 하여 저작하고 입체부품의 그래픽 속성은 단지 Cosmo Worlds 저작도구와 같이 옵션으로 화면상에 그대로 보여 주는 기능만을 제공하고 있다.

이러한 저작 방식은 3차원 정보를 사용자가 인식하는 것이 매우 어렵고 비효율적이다. 저작도구의 장점인 편리한 사용자 인터페이스를 만족시키기 위해서는 새로운 방식의 사용자 인터페이스

표 1. 입체부품 저작 방식의 비교

| 저작도구명(개발사) | 입체부품 저작 기능 | 저작 방식 |
|---------------------------------------|------------|---|
| Pioneer Pro (Caligari) | 지원 | 패널(panel)방식, 텍스트 기반 |
| Spinner(3Dweb) | " | 3차원 재생 기능만 제공 |
| VRML Shop(Aritek) | " | 3차원 재생 기능만 제공 |
| Virtual Home Space Builder(ParaGraph) | " | 이미지 클릭 방식, 3차원 재생 기능만 제공 |
| Cosmo World(SGI) | " | 다이얼로그 방식, 텍스트 기반, 3차원 구역을 볼 수 있는 기능을 제공 |
| 3Dbuilder (3D Construction) | 지원안됨 | |
| GI View (Holger Grahn) | " | |
| VRML Editor (RenderSoft) | " | |

가 요구된다.

5. 시스템 설계 및 구현

5-1 시스템 설계

저작 시스템 중에서 입체부품을 지원하는 시스템은 대부분 텍스트 형식 위주의 인터페이스로 이루어져 있으며 입체부품 좌표 구역은 사용자가 선택적으로 볼 수 있도록 되어있다. 이러한 인터페이스는 사용자에게 그래프 객체와 3차원 입체부품을 별개의 객체로 인식하게 하여, 그래픽 객체와의 연관성을 잃어버리게 한다. 보다 편리하고 친숙한 인터페이스를 구성하기 위해서는 그래

픽 위주의 인터페이스를 도입하는 것이 필요하다. 여기서 입체부품 저작은 이미지(Image)를 다루는 그래픽 저작과 다르다는 것을 밝혀둔다. 본문에서 제안하는 저작 방식은 먼저 그래프 속성 중에서 가시화(visualization)가 가능하고 조작하기에 편리한 요소는 그래픽 객체로 나타내고, 가시화가 어렵거나 의미를 부여하기 힘든 요소는 대화상자와 같은 사용자 인터페이스를 이용한다.

하나의 시스템에서 입체부품 저작이 이루어질 경우 저작은 개별 윈도우에서 이루어지며 그래픽 윈도우에서 사용자의 위치 이동은 입체부품 저작 윈도우에도 동일하게 반영되고, 그래픽 윈도우에서 입체부품 크기 좌표는 렌더링을 통해 결과가 표현되게 한다.

현재의 많은 시스템은 입체부품을 행하는 것이 큰 부담으로 여겨지고 있다. 이유는 3차원 그래픽 렌더링과 입체부품 렌더링 과정이 시스템에 많은 부하를 주기 때문인데, 해결하는 방법으로 부하 균등(load balancing)을 고려하여 그래픽 시스템이나 입체부품 시스템을 분리하는 것이다. 이러한 렌더링 시스템에서는 그래픽이나 입체부품 저작이 이루어 질 경우는 하나의 시스템에서와 유사한데, 단지 네트워크에 의해서 필요한 정보가 그래픽 시스템에서 입체부품 시스템으로 전송되면 자체적인 입체부품 시스템을 이용하여 입체부품을 발생시키게 된다는 점이 다르다. 그리고 네트워크 동기화에 관한 사항도 중요한 관건이 된다.

5-2 시스템 구현

가상생산 기술에 관한 연구는 국내외적으로 초기 연구단계이어서 아직 이렇다할 만한 연구결과는 찾아보기가 어렵고 잠재적인 가능성을 인식한 몇몇의 외국의 연구소와 대학을 중심으로 이제 막 시작되는 있는 실정이다[12][13][14]. 이러한

연구중에 대표적인 것으로 메릴랜드 대학에서 수행되고 있는 것을 들 수 있는데, 즉 인터넷상에서 고객에게 가장 적합한 협력업체를 선택한다든지, 기계 부품 업체에서 생산성이 가장 높은 부품 생산방식을 도출해내기 위한 연구 등이 있다. 이러한 형상들은 생산 현장의 CAD정보를 이용하여 특징 형상 집합(Feature Set)을 만들고, 이러한 연구들의 조합으로써 최적의 제품 설계를 이끌어 낸다는 것이다. 그러나, 아직은 가장 단순한 기계 부품을 대상으로 하고 있으며 실용화 될 수 있는 수준은 아니다라고 하고 있다. 이러한 데는 여러 가지 이유가 있겠으나 삼차원 객체지향 데이터베이스 기술[15], 삼차원 물체의 공간추론[16] 등 기술적인 문제와 현재의 정보화 기반 시설인 인터넷 망에서의 전송속도가 아직은 가상 생산 기술을 충분히 구현할 수 있을 정도로 빠르지 않다는 점도 지적될 수 있다. 그래픽 환경과 유사하게 입체 부품환경의 표현이 가능하다. 단지 구현상의 차이가 있는데 여기서는 여러 방법 중 타원형 입체 부품 등을 구현하기 위해서 마우스의 기능 중 끌기와 놓기(drag and drop) 기능을 사용하여 물체, 안쪽 타원, 바깥쪽 타원의 3가지 과정을 통하여 부품의 크기를 좌표로 표현을 하였으며, 각각의 의미는 그래픽 객체, 입체부품의 크기가 일정한 동일구역, 점차 감소하는 감쇄 구역이다. 각각의 구역은 고유의 색을 사용하여 구분을 하였다. 이 과정이 마치면 하나의 객체가 형성되며 여러 가지 입체 속성편집 과정을 거쳐서 입체부품으로 표현이 이루어진다. 마우스 상태에 따른 표현 단계는 [표 2]에 표기되어 있다. 시각화하기 힘든 도플러효과, 부품의 크기, 음향 효과 등은 대화상자 방식을 따랐으나 차후 시각화 할 수 있는 방안이 연구될 것이다.

본 연구에서는 가상 생산의 구현에 필요한 기

표 2. 마우스 상태에 따른 모델링 단계

| | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------|
| 마우스 상태 Button Down | 1 번 그래픽 객체에 의한 면생성 | 2번 동일 구역의 뒤쪽 경계 생성 | 3번 감쇄구역의 뒤쪽 경계 생성 | 비 고 |
| Move | 그래픽 객체의 t생성 중 | 동일 구역 생성중 | 감쇄구역 생성 중 | Button Down 상태 |
| Button Up | 부품의 중심과 그래픽객체 생성 | 동일구역의 앞 쪽경계 생성 | 감쇄구역의 뒤쪽 경계 생성 | 부품 이동방향 |

반기술인 CAD 대신 하여 객체전환 기능과 BOM 전개 기능, 특징형상 집합 기능 등을 설계자의 의사결정에 지원하기 위해 제품 설계 모델(product design model), 제조 공정 정보(manufacturing process data), 제조 자원 정보(manufacturing resource data)를 가공 할 수 있는 구현 기능을 가지게 하였다. [그림 6]은 가상 공간에서 생산 Schedule을 편성하는 과정을 나타내고 있다.

본 연구에서 제품 설계 모델기능에 생산 능력 계획(Capacity Planning)이나 생산 능력 결정(Capacity Decisions)을 BOM 전개 유형별에서 생산일자 투입인원, 작업 공정 수를 계산 할 수 있는 조정 Schedule Table을 제공하여, 총 생산 일수는 투입인원수 * 작업량이며 이때 모든 자재는 JIT(Just In Time)을 적용하여 여유 일수를 더하여 상대방에 알려 주게 되는 구현 방식이다.

그리고 제조 공정 정보는 BOM전개도에 따라 생산 일정이나 비슷한 유형을 예시하여 제조공정 유형에 따른 유연 생산 가능성에 대한 정보를 제공하는 구현 방식이다.

또한 제조자원 정보는 생산자가 갖추고 있는 특허정보나 제품에 대한 특성들을 필요로 하는 사용자에게 나타내게 된다. 여기에서 기업의 제조자원정보 또는 Know-how에 해당되는 것을 Intranet 상에서 관리되도록 되어 있다. [그림 7]

은 부품 전개도에 회사의 일반사항을 입력 입력하는 화면이다.

특히 가상 객체 생산 기능에서는 형상정보를 삼차원 객체화하는 OOGT(Object Oriented Group Technology)기술이 활용되는데, 현재 개발되어 있는 도구로서는 Pro Engineer CAD, 공정 설계용 The Part generative planner[17], 시뮬레이션 전용 Deneb Simulation Tool[18] 등을 들 수가 있다. 이러한 연구는 지속적으로 경영학, 정보공학, 컴퓨터공학, 기계공학, 산업공학 등 여러 가지 인접학문을 모두 연구해야 하는 어려움이 있으며 그 내용이 방대하고 첨단 기술이 필요한 종합적이고 기술적인 연구이므로, 체계적이고 지속적으로 연구되어야 과제이다.

5-3 입체 부품 구현

인터넷 웹 상에서 가상 현실감 있게 삼차원 전시 도구는 VRML(Virtual Reality Modeling Language)2.0 사양[19]에 근거한 삼차원 입체 표현을 위한 범용 전시 도구 개발에 관한 연구 문헌은 없으나, 미국, 일본 등에서는 가상 생산(Virtual Manufacturing)과 신속 생산(Agile Manufacturing)[20] 등의 기법을 연구하여 적용하고 있는데 본 연구에서도 생산 부품을 삼차원으로 입체적인 표현을 통하여 시각적으로 미리 보고 검토할

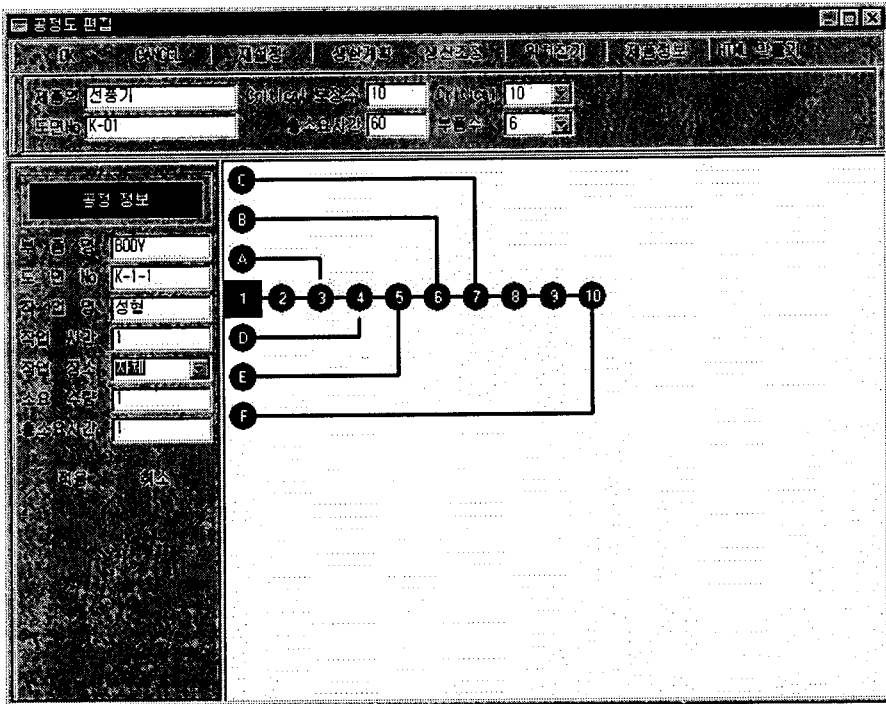


그림 6. 가상 생산 스케줄 편집 화면

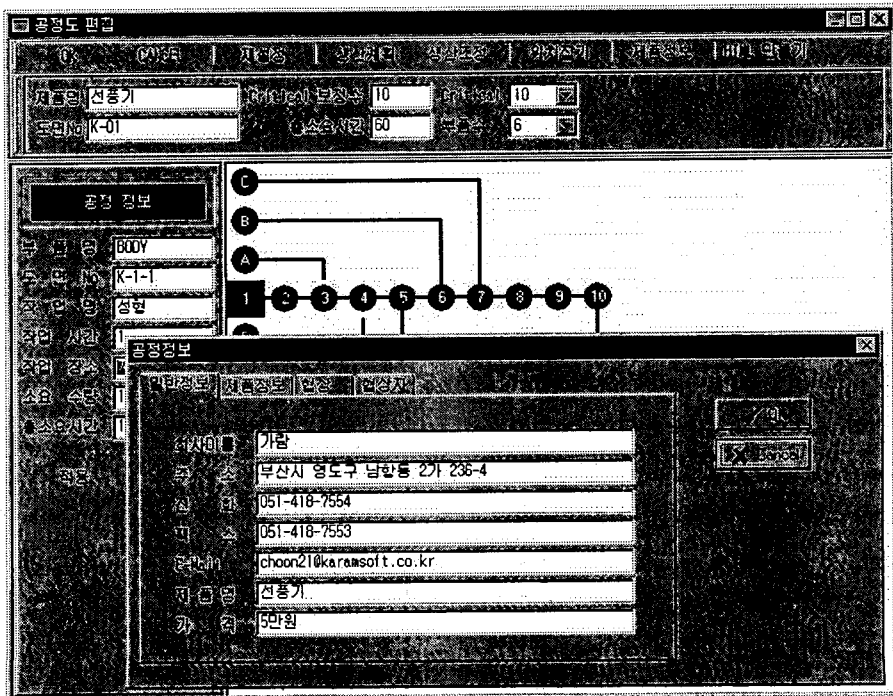


그림 7. 제조사의 일반 사항 편집 화면

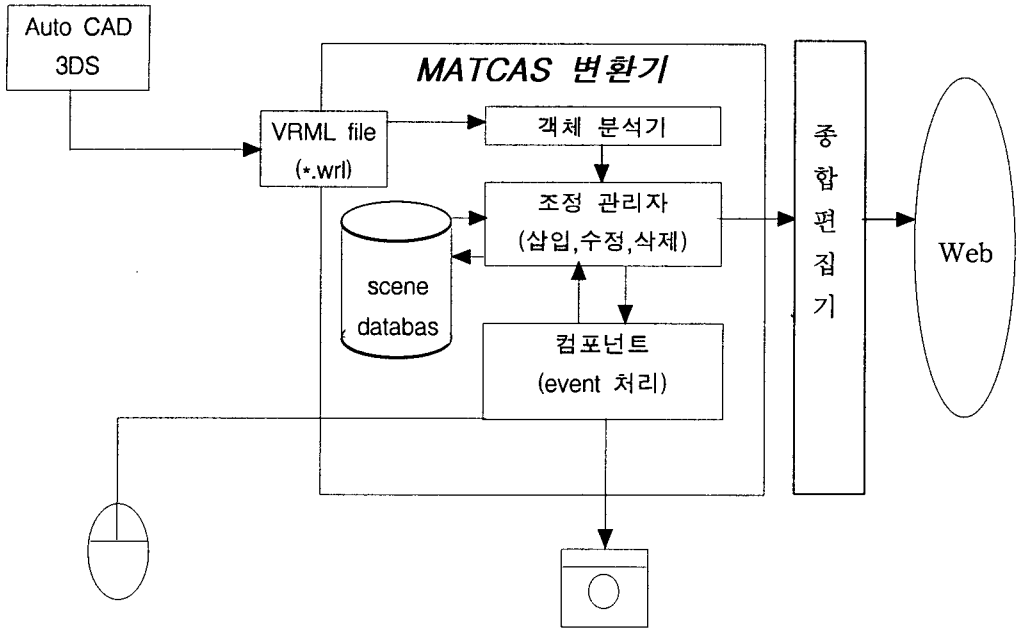
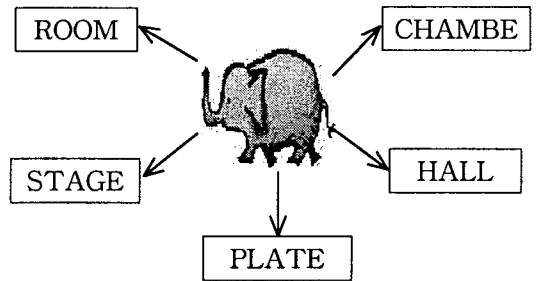


그림 8. 3차원 입체 부품 저작 구성도

수 있는 가상 현실 기능을 구현하여, 3DS 파일을 VRML 소스코드(*.wrl)로 변환하여 웹 상에서 표현하게 된다. 위 [그림 8]은 3DS에서 VRML로 구현되는 과정을 보여주는 것이다.

부품은 원인을 제공하는 물체의 재료나 모양에 따라 값의 차이가 있으나 여기서는 측정된 일반적인 값을 사용하였다. 기본적인 타입 RSX 그래픽 라이브러리에서 기본적으로 제시된 다섯 가지로 분류하였고, 여기에는 room, chamber, stage, hall, plate 타입을 포함한다. 입체부품의 속성 중에 음형 효과는 그래픽 객체로 표현하기 어려운 부분이다. 본 논문에서는 음형의 타입마다 정해진 색을 사용하여 구분을 하였다. 같은 그래픽 공간에서는 같은 좌표 타입을 가진다는 전제하에 배경(Ambient)색을 사용하도록 하였고 5가지 타입 외에도 측정된 값을 입력하여 주어진 환경을 임의로 설정 할 수 있도록 하였다. 선택 가능한

기본적인 타입은 [그림 9]와 그것을 표현한 언어이다.



```

ReverbModel1 {
    BOOL ReverbOn;           //음형 사용 여부
    float ReverbType;       //좌표 형태 종류
    float ReverbIntency     //부품 크기
    float ReverbDecayTime  //음형의 소멸시간
}
    
```

그림 9. 반향 형태의 종류

음형 모델을 위한 자료 구조는 아래와 같다. VRML 2.0에서 제시된 그래픽 모델에 추가된 사항은 ReverbOn 변수이고 음형 효과의 사용여부를 결정하게 한다. 제외된 변수는 reverbFamping과 reverblACC이다. 상기의 시각화 할 수 있는 부분 이외에 특정 상황에서 발생하는 기능 및 속성 정보로서만 의미가 있는 부분은 다이얼로그 박스를 사용하여 사용자가 임의의 문자나 값을 추가하거나 편집 가능하도록 구현하였다. 또한 그래픽과 일의 속성, 부품의 크기 좌표 등의 핸드링 시간 등을 사용자에게 제공하여 편집할 수 있도록 하였다. 자료구조는 아래와 같으며 State 변수는 부품의 재생, 정지 상태를 말하며 Loop는 반복 횟수를 나타낸다.

VRML 소스 코드를 생성하기 위하여 기존의 모델링 틀을 이용하여 삼차원 객체들을 생성시킨 후에 다시 변환 프로그램을 수행시키는 과정은 VRML 2.0을 지원하는 브라우저와 Template 단위의 처리 기능이 추가된 조정 관리 기능을 추가

하여 삼차원 객체를 보다 용이하게 생성하는 입체 부품 구현도구 이다. 다음 [표 3]는 VRML 2.0 브라우저에서 제공하는 기능이며 [표 4]는 VRML 2.0 저작도구에서 제공하는 기능들이다.

따라서 본 연구에서는 VRML 2.0에서 제공하는 모든 기능과 저작된 객체를 보다 다양한 효과를 삽입할 수 있는 기술을 구현한다. 아래 [그림 10]은 가상 공간 구현이며, [그림 11]은 가상 객체들을 convert되어 웹 전환 언어이다.

6. 시스템 평가

본 논문에서 제안된 3차원 그래픽 인터페이스에 의한 저작 방식은 입체 부품을 다루는데 적합한 기법으로 생각된다. 특히 3차원 그래픽과 입체부품 시스템이 부하균등(load balancing)을 위해 분리되어 구성되었을 때 효과적으로 이용될 수 있다.

본 시스템의 문제점으로는 입체 부품을 생성하는데 사용한 RSX 3D 라이브러리의 한계이다. 본

표 3. VRML 2.0 브라우저 기능

| 내 부 | | | 외 부 |
|---|--|------------------------|---|
| 통신 모듈 | Navigating 처리모듈 (HyperText Link 연결) | | VRML Source Code Viewer 기능 |
| | HTTPD 처리모듈 (Client/Server 접속) | | VRML Source File 및 URL 문서 열기 및 문서 출력 기능 |
| Object(3D 객체 및 변형 처리모듈, 사운드, 동영상등)표현 | | | Navigating 중인 VRML 문서의 저장 |
| VRML 파일 형식 처리 모듈 | | | Navigating 기능 및 종료 기능 |
| 범용 3D Graphic 처리 모듈 | | | Light 조절 기능 |
| Visual C++ 4.0 Compiler | | | Teleport, Walk, Fly 기능 |
| Win API | Sound Drive Library | Video Drive Library | Collision Detection, Rotation, Animation, Book Mark, Talk, Chat 기능 |
| Windows 95 | | | 행위자의 영상 표현 기능 (Sound to Text, Text to Sound 기능) |

표 4. VRML 2.0 저작 도구 기능

| |
|---|
| · VRML Source Code (*.wrl) 형식의 그래픽 파일 포맷 지원 기능 |
| · 삼차원 그래픽 화면의 Draw 기능 |
| · 삼차원 객체를 편집 할 수 있는 Merge와 Extract와 크기 및 위치 조절 기능 |
| · Color Palette로서 색의 지정이 가능하고, 객체의 재질을 정의 할 수 있는 기능 |
| · 조명과 기타 정보를 지정하는 기능 |
| · 카메라를 하나 이상 만들어서 각각 Viewpoint로 지정하여 사용하는 기능 |
| · 삼차원 객체들의 라이브러리를 제공하여 삽입, 삭제, 수정하도록 하는 기능 |
| · Texture library를 제공하여 Texture mapping 지원 기능 |
| · 사용자가 만든 객체들도 언제나 추가 및 삭제 할 수 있는 기능 |
| · 여러 객체들을 그룹화 하는 기능 |
| · Event를 처리할 수 있는 기능을 제공하여 Animation과 같은 효과 처리기능 |
| · 작업된 파일을 브라우저에 연결시키는 기능 |

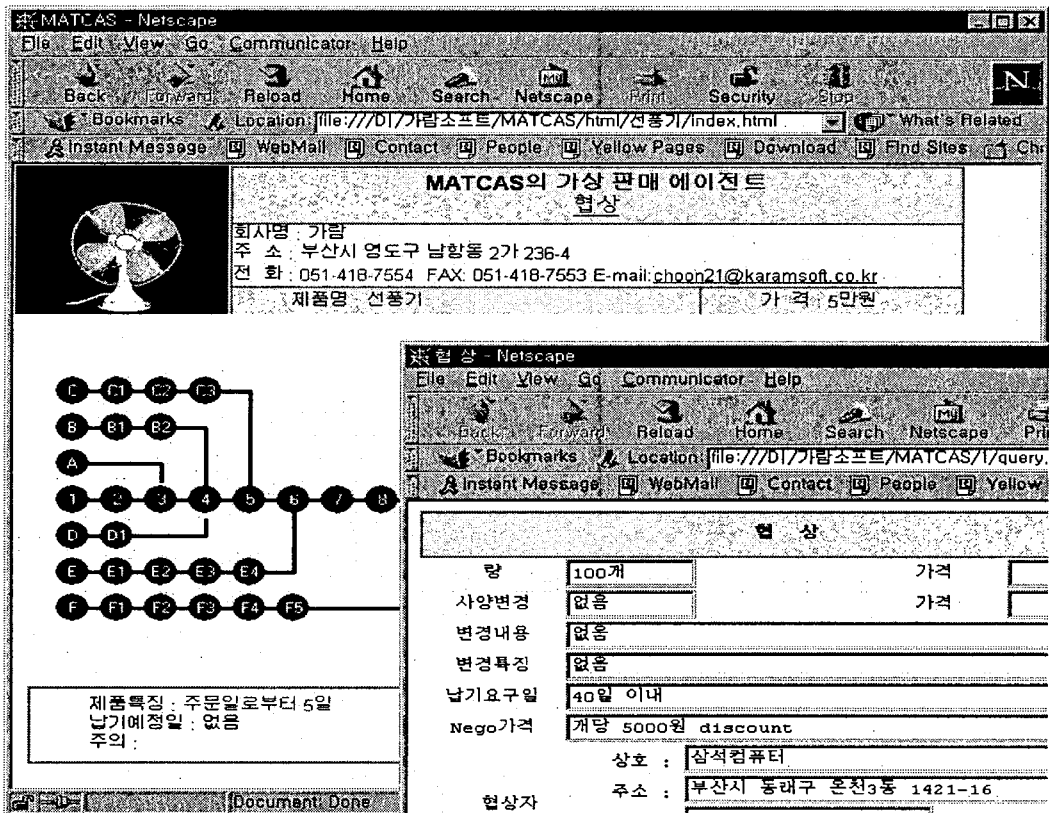


그림 10. 가상 공간 구현 화면

```

E<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.0//EN">
<html>
<head>
<title>협 상</title>
<meta name="generator" content="MATCAS 1.0">
</head>
<body bgcolor="white" text="black" link="blue" vlink="purple" alink="red">
<table border cellpadding="0" cellspacing="0" width="600">
  <tr>
    <td width="500" height="37" bgcolor="#E8E9FF"><form method="get"
      action="mailto:choon21@karamsoft.co.kr?subject=협상안제출"
      enctype="text/plain">
      <p align="center"><b><tt>협 &nbsp;&nbsp;&nbsp;상</tt></b></p>
    <td height="37" bgcolor="#E8E9FF"><p align="center"><input
      type="submit" value="보내기" onclick="alert('메일을 보내시고 난 후에 \n닫기를 클릭 하세
      요!')"><input
      type="button" value="닫기" onclick="window.close()"></td>
  </tr>
</table>
생략...
    
```

그림 11. 웹으로 전환 언어

연구는 입체 부품 생성 단계부터 시작된 것이 아니기 때문에 그래픽 라이브러리의 한계를 넘을 수 없다. 대부분의 그래픽 시스템의 공통된 문제점으로 뚜렷한 공간감이 떨어진다는 것이다.

다중 입체 부품을 동시에 재생하기 위해서는 실시간에 입체 부품 렌더링이 가능한 고속의 하드웨어 시스템이 요구된다. 영향을 미치는 하드웨어는 CPU, 그래픽 카드 같은 출력장치 순서이다.

6-1 결론 및 향후 연구 방향

최근 가상현실 저작 시스템이 속속 등장하고 있지만 대부분이 그래픽 저작 도구를만 지원하거나 그래픽 저작을 위주로 시스템이 설계되어 있다. 이러한 시스템에서 입체 부품 저작은 대부분 텍스트 위주로 이루어지기 힘들고 형태의 조작이 어렵다. 입체 부품 저작도구에서는 형태의 조작

이 어렵다. 입체부품 저작도구에서는 형태환경을 제대로 인식하고 조작할 수 있는 사용자 인터페이스가 필수적이라 할 수 있다.

본 논문에서는 입체의 속성 정보를 표현하는 방법으로 그래픽 환경을 통한 직관적인 저작 방식을 제안하였으나, 제안된 방식을 사용하여 사용자는 입체에 관한 정보를 쉽게 인지할 수 있으며, 효과적으로 가상 환경을 조작할 수 있다. 본 시스템은 독립된 모듈로 설계되어 가상현실 저작도구를 위한 서브시스템으로의 활용이 가능하다.

입체부품 저작 단계에서 입체 환경을 구성하기 위해서는 무엇보다도 환경에 적합한 도면의 확보가 중요하다. 이러한 도면은 데이터베이스로 구축하는 것이 필요한데 향후 이러한 도면 데이터베이스를 갖춘 시스템이 이루어져야 하며, 현재까지 입체 부품을 생성하는 그래픽 라이브러리나 하드웨어 설계가 미흡하다는 문제점이 있지만 머지않

아 실세계를 동일하게 재현할 수 있는 시스템의 설계가 이루어진다는 사실을 감안하면 향후에는 사운드 데이터의 효율적인 처리 및 모든 기능이 통합된 환경으로 발전되어야 할 것이다.

앞으로의 연구 방향은 시각화의 범위에서 제외된 속성 중에서 편리함을 줄 수 있는 속성에 대한 시각화에 대한 연구가 더 이루어 질 것이며, 입체 부품 객체의 애니메이션 상황에서 3차원 그래픽과 입체부품과의 동기화에 관한 연구[13,14]가 많이 이루어지고 있는데, 그래픽 시스템에서 사건 발생에 따른 입체부품 시스템에서의 시각화와 동기화에 대한 연구가 필요하다. 또한 네트워크 상에서 서버와 클라이언트간의 부하균등(load balancing)을 위해 제안된 렌더링 서버 모델에서 데이터 전송을 위한 동기화에 관한 연구가 이루어져야 한다.

참 고 문 헌

[1] 원광현, “전산학으로서의 가상현실”, 정보과학회지 제 15권제 11호, pp5 ~ 13, 1997, 11.
 [2] Lawrence J. Rosenblun, Steve Bryson, Steven K.Feiner, “Virtual Reality Unbond”, IEEE Computer Graphics and Applications, pp13 ~ 21, September 1995.
 [3] Llyod Treinish, Deborah Silver, “Visualization of Solid Reaction Diffusion Systems”, IEEE Computer Graphics and Applications, pp7 ~ 12, September 1995.
 [4] VRML and Graphic ftp://lecaine.graphic.mogill.ca/~breder/VRMLtalk.html
 [5] Tsung-pao.Fang and Les A.Piegl, “Delaunay Triangulation in Three Dimensions”, IEEE Computer Graphic and Application Virtual Reality, pp62 ~ 69, September 1995.
 [6] Finin Tim, Rich Fritzon, “A Knowledge Query and Manipulation Language for Intelligent

Agent Interoperability.”, In Fourth National Symposium on Concurrent Engineering CE & CALS Conference June 1-4, 1992.
 [7] ISO / IEC, “The Virtual Reality Modeling Language Specification Version 2.0”, ISO / IEC WD 14772, August 4, 1996.
 [8] Jed Hartman, Josie Wernecke, “The VRML 2.0 Handbook”, Building Moving Worlds on the web, Addison Wesley, pp102 ~ 106, 1996.
 [9] S. Tamura and S. Kawasaki, “Recognition of Sign Language Motion Images”, Pattern Recognition, Vol.21, No. 4, pp343 ~ 353, 1997.
 [10] The VRML Repository <http://www.3dconstruction.com/>
 [11] <http://www.3dconstruction.com/html/products.html>
 [12] Loannou. G., “Intergrated Manufacturing Facility Design”, University of Maryland at College Park, 1995.
 [13] Bayliss. G., “Virtual Manufacturing : Abstract”, Inproc CSG 95, Information Geometers Ltd, 1996.
 [14] Bodner, D. A, et al., “Analysis of Discrete Manufacturing Systems for Developing Object-oriented Simulation models”, 3rd Industrial Engineering Research Conference Proceedings, May 1994.
 [15] Adiag, D. and C. R. Glassey, “Object-oriented Simulation to Support Research in Manufacturing System”, International Journal of Production Research, Vol. 29, No. 12, pp 2529~2542.
 [16] Microsoft, “3D Graphics Programming for Windows 95”, Nigel Thompson, Microsoft PRESS, 1996.
 [17] Chang. T. C., “Expert Process Planning for Manufacturing”, Addison-Wesley, 1990.
 [18] Cohen. P. R., “Integrated Interfaces for Decision-support with Simulation”, Technical Note 507, AI Center, SRI International, 333

Ravenswood Ave, Menlo Park, CA 94025,
June 1991.

[19] Mark Pesce, "VRML", New Riders Publishing,
1995.

[20] Goldman, Steve, Nagel, Roger, and Preiss,
Kenneth, "Agile Competitors and Virtual
Organizations" New York : Van Nostrand
Reinhold, 1995.



이 달 상

- 한양대학교 산업공학과 학사
- 한양대학교 대학원 산업공학과 석사
- 한양대학교 대학원 산업공학과 박사
- The University of Georgia 교환교수
- 관심분야 : 인공지능, 멀티미디어 산업체 응용



이 춘 근

- 부경대학교 학사
- 동의대학교 석사
- 현재 : 동서대학교 경영정보학과 겸임교수
동의대학교 산업공학과 박사과정
- 관심분야 : Multimedia Authoring Tool 분야

• 원고 및 논문 모집안내 •

• 학회지

- (1) 주 제 : 멀티미디어 기술에 관한 이론을 비롯, 기반기술과 응용기술로서 본 학회회원의 전문영역 활동에 유익한 내용
- (2) 해 설 : 멀티미디어에 관련된 신기술 또는 이론으로서 본 학회 회원의 관심도가 높은 내용
- (3) 기 사 : 국내외에 발표되었던 내용으로서 회원에게 유익한 내용
- (4) 기업탐방 : 산·학·연 연구개발활동의 일환으로 기업의 홍보, 제품개발 및 제품현황 소개 등의 내용
- (5) 서 평 : 최근에 출판된 책으로서 당 학회 회원에게 유익한 도서 소개 또는 비평
- (6) 기 타 : 본 학회 회원에게 유익한 내용

• 논문지

투고 논문은 멀티미디어 이론 및 응용과 관련하여 독창성이 인정되어야 하며, 국내외 타 논문지에 투고하여 심사중이거나 게재되었던 논문은 투고할 수 없다.