

# 3D 가상공간에서 의사표현을 위한 Sketch Annotation 제시기법에 관한 연구

신은주<sup>†</sup>, 최윤철<sup>\*\*</sup>, 임순범<sup>\*\*\*</sup>

## 요 약

3D 가상공간은 도시 및 건축 설계 분야에 매우 적합한 활용 기술로 인식되어 다양한 연구가 시도 되고 있다. 그러나 도시 및 건축 설계의 과정이 다양한 관계자들의 협업에 의해 이루어지는 반면, 이를 지원하는 연구는 아직 미흡한 상황이다. 3D 가상공간이 협업을 지원하기 위해서는 무엇보다 가상공간 내에 의사소통을 지원해야 하며, 이를 위해서는 빠르고 직접적인 의사 표현 기술을 필요로 한다. 이러한 의사 표현 방법으로는 Sketch 기법이 효과적이며, Sketch의 부 정확한 선은 협업과정의 아이디어 단계에서 사고의 폭을 넓혀 줄 수 있다는 점에서도 매우 효과적인 표현 방식이다. 그러나 이러한 전통적인 Sketch 기법만으로는 사실상 3D 가상공간에서 협업을 지원하기 어렵다. Sketch 기법을 협업에 적용한 기존의 연구들이 있지만 주로 3D 가상공간에 Sketch Annotation을 입력하는 것에만 중점을 두고, 입력된 Sketch가 담고 있는 내용을 잘 전달할 수 있는 지에 대해선 고려하지 못하였다. 따라서 평면이 아닌 객체에는 Sketch Annotation 입력이 불가능하거나, 입력되더라도 그 내용전달이 어려운 경우가 발생한다. 이 논문에서는 3차원 공간에서도 효과적으로 의사를 전달 할 수 있도록, 어떠한 형태의 면에 대해서도 Sketch Annotation의 내용이 정확히 전달될 수 있는 Sketch-Box를 이용한 Annotation기법을 연구한다.

## A Study on Display Technique of Sketch Annotation in 3D Virtual Space for Collaboration

Eun-Joo Sin<sup>†</sup>, Yoon-Chul Choy<sup>\*\*</sup>, Soon-Bum Lim<sup>\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

With development of 3D virtual space technology, diverse studies on 3D virtual space are being conducted because virtual space is being recognized as an appropriate technology for the field of urban and architectural design. However, while the process of urban and architectural design is done based on collaboration of various interested parties, there is lack of studies that support such collaboration. Communication within the virtual space must be provided for 3D virtual space to support collaboration, and a quick and direct technique of expressing one's intentions is required. sketch technique is effective. Ambiguous lines of sketch are extremely effective in that the range of thoughts in the idea stage can be broadened. However, such traditional sketch technique alone is difficult to support collaboration in 3D virtual space. That is because diverse shapes of 3D space require input of sketch. Accordingly in this study, sketch annotation that can effectively deliver intentions in 3D space was studied. Annotation technique using sketch-box was examined.

**Key words:** 3D(3차원), Virtual Space(가상공간), Collaboration(협업), Sketch(스케치), Annotation (주석)

※ 교신저자(Corresponding Author): 임순범, 주소: 서울특별시 용산구 효창원길 52(140-742), 전화: 011-329-9919, FAX: 02-710-9704, E-mail: sblim@sookmyung.ac.kr  
접수일: 2009년 2월 23일, 수정일: 2009년 7월 13일  
완료일: 2009년 7월 15일

<sup>†</sup> 정희원, 숙명여자대학교 대학원 멀티미디어과학과 박사과정  
(E-mail: kiki75@gmail.com)

<sup>\*\*</sup> 종신회원, 연세대학교 컴퓨터과학과 교수  
(E-mail: ycchoy@rainbow.yonsei.ac.kr)

<sup>\*\*\*</sup> 종신회원, 숙명여자대학교 멀티미디어과학과 교수  
※ 본 연구는 2008년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2007-313-D00689)

## 1. 서 론

3D 가상공간에 대한 기술이 발전하면서 다양한 분야로의 활용이 시도되고 있지만, 대부분의 연구가 3D의 사실적인 표현이나 현실감 있는 시물레이션에 그 초점이 맞추어져 있어, 3D 가상공간을 실제적으로 활용하기에는 매우 미흡한 상황이다. 공간을 디자인한다는 점에서 건축이나 도시설계 분야에서도 3D 가상공간의 활용은 그 효율성이 매우 높을 것으로 기대되지만, 현재 작업의 결과만을 보여주는 것에만 활용될 뿐 3D 가상공간을 효과적으로 활용하지는 못하고 있다. 그 이유는 다음과 같다.

건축이나 도시설계는 다양한 관계자들에 의해 의견을 교류하고 수정하여 그에 따른 수정을 반복해감으로써 진행되는데, 현 3D 가상공간 기술은 이러한 협업을 지원하기 어렵기 때문이다. 빈번히 발생할 수 있는 수정의견을 서술 또는 설계 도면으로 표시해, 3D 전문가에 의해 그때그때 가상공간을 수정해서 보기에는 막대한 물적, 시간적 자원이 소요되기 때문이다. 따라서 건축이나 도시 설계의 과정에서 협업을 지원하기 위해서는 무엇보다 초기 설계를 기반으로 3D 가상공간에 직접적으로 관계자들이 빠르고 쉽게 의견을 표현할 수 있어야 한다.

이를 위한 의사 표현기법으로 본 논문에서는 Sketch 기법을 제안하며, 특히 의견을 필요로 하는 대상의 객체가 어떠한 형태의 면이라도 그 내용이 정확히 입력될 수 있는 Sketch Annotation 기법을 제안한다. Sketch 기법은 전통적으로 매우 빠르게 아이디어를 표현할 수 있으며, 의도에 따라 부분을 강조하거나 가감할 수 있기 때문에 직관적으로 의사를 표현할 수 있다는 장점을 지니고 있다. 또한 Sketch의 명확하지 않은 선들은 오히려 협업이 이루어지는 중간 과정에서의 사고의 폭을 높일 수 있다는 점 때문에 협업 시스템을 위한 의사표현 기법으로 매우 적합하다.

본 연구의 목적은 3D 가상공간에서 협업을 지원할 수 있도록 쉽고 빠르게 의사를 전달할 수 있는 Sketch 형태의 Annotation 기법을 개발하는 것이다. 그러나 2D 기반의 Sketch 기법을 3D 환경에 입력하기 위해서는 몇 가지 해결되어야 할 문제점을 지니고 있으며, 입력된 Sketch Annotation의 내용이 왜곡 없이 전달되기 위해서는 3D 환경을 고려한 Annotation

기법을 필요로 한다. 따라서 본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하고자 하며, 그 세부 목적은 다음과 같다. 첫째, 3D객체 표면에 근거한 Sketch 입력기법을 개발한다. 협업을 위한 Sketch 기반 인터페이스의 장점을 살리기 위해서는 무엇보다 간편한 Sketch 입력을 필요로 한다. 따라서 2D Sketch를 3D환경에 적용할 때 발생하는 위상 차 및 Sketch 입력 위치 선정 등에 대한 문제를 해결함으로써 입력이 편리한 Sketch 인터페이스를 제공하고자 한다. 둘째, 3D 가상공간에서 필요로 하는 Annotation의 요건을 고려하여 그에 적합한 Sketch Annotation 기법을 개발하고자 한다. 3D 가상공간에서 Annotation의 입력을 필요로 하는 객체의 형태는 다양하며, 또한 다양한 시점을 지닌 사용자들에게 Annotation의 내용이 파악될 수 있어야 한다. 따라서 3D 가상공간에서의 Annotation요건을 분석하여 이에 적합한 Sketch Annotation 기법을 개발함으로써 Annotation의 내용 전달력을 높일 수 있도록 한다. 이러한 세부 목적에 따라 3장은 협업시 필요로 하는 Sketch Annotation에 대한 정의와 이를 입력하기 위한 기법에 대해 정리하고, 4장에서는 입력된 Sketch의 내용이 협업관계자들에게 효과적으로 전달 될 수 있도록 하는 Annotation의 요건에 대해 분석하고, 이를 위해 제안하는 Sketch-Box 기법에 대해 기술한다.

## 2. 관련연구 분석

3D 가상공간에서 의사전달을 위한 Sketch관련 연구로는 본 연구와 같이 주로 협업을 위해 Sketch를 Annotation으로 활용하는 연구들이다. 그러나 이러한 연구들은 대부분 3D 가상공간에 Sketch를 어떻게 입력할 것인가에 초점이 맞추어져 있다. 즉, 입력된 Sketch의 내용을 어떻게 하면 다른 협업 관계자에게 정확히 전달하게 할지에 대한 Annotation기법의 연구는 미흡한 상황이다.

IMAG-INRIA 연구소에서는 Sketch를 3D 환경에 활용하기 위해 2D의 선분을 3차원화 하여 Annotation으로 활용하는 연구를 하였다. 주로 초기 디자인 과정에서 빠르게 아이디어를 표현하기 위한 것으로, 도시 및 건축 설계 분야에서 추가적인 의견을 표현하는 Annotation으로는 적합한 형태가 아니다[1].

도시 및 건축 분야에서 활용될 수 있는 Sketch

Annotation을 연구한 Carnegie Mellon University의 Space Pen은 협업 관계자들의 의사 전달을 목적으로 하기는 하였지만, Sketch 입력 면이 평면에 국한되어 있다. 그리고 최근엔 Intelligent Annotation 이라는 개념으로 Sketch 자체가 담고 있는 의미전달 보다는 이를 이용해 부가적인 내용(일조량이나 조명의 빛 시뮬레이션 등..)을 적용하기 위한 도구로 Sketch를 사용하고 있다. 이는 Sketch 자체가 담고 있는 내용을 효과적인 전달하기 위한 Annotation 기법이 아닌, 부가적인 기능을 쉽게 적용하기 위한 도구로서 Sketch 를 사용하고 있다[2].

State University of NewYork에서는 협업에 좀 더 초점을 맞춘 Sketch Annotation기법에 대해 연구 하였으며, Sketch Annotation 입력 뿐 아니라 Annotation 공유에 대해서도 연구하였다. 입력기법으로는 Space-pen과 동일한 투영 알고리즘을 사용하였으며, 역시 도시 설계 및 건축 분야에서 활용 될 수 있는 Sketch Annotation에 대해 다루었다. 그러나 역시 다양한 입력 면에 대해서는 고려하지는 못하였으며, 투영 알고리즘이 가지는 문제점과 함께 때에 따라 Sketch Annotation의 위치 파악이 어렵다는 단점을 지니고 있다. 대상 객체가 없는 부분에 의견을 추가하는 방법으로 빌보드 형식을 적용해 Annotation을 입력하는 방법을 제시하기도 한다[3].

Sketch기법을 이용한 손쉬운 3D 모델링 도구로 인기 있는 SketchUp 또한 Sketch 형태의 Annotation을 추가 할 수 있는 기능을 제공하고 있으며, 다른 연구 들과 달리 다양한 형태의 면에 대해서도 Sketch 입력이 가능한 하지만, 때에 따라 Sketch의 내용에 왜곡되기 때문에 평면이 아닌 형태의 면에서는 Annotation으로의 활용하기가 사실상 어렵다[4].

### 3. Sketch Annotation의 정의 및 입력기법

본 연구는 협업을 필요로 하는 3D콘텐츠 제작과정에서 Sketch를 이용한 Annotation 기법을 개발하고자 하며, 이를 통해 3D 콘텐츠의 제작과정의 개선 및 3D 가상공간의 활용도를 높이고자 한다. 따라서 이 장에서는 Sketch Annotation의 정의 및 적용단계에 대해 분석하였으며, 일차적 단계인 Sketch Annotation 정보입력에 대한 문제점과 그 해결기법에 대해 기술한다.

#### 3.1 Sketch Annotation의 정의

Annotation이란 '주석'의 의미로, 주 내용에는 영향을 미치지 않지만 부가적인 정보를 삽입함으로써 명확하게 의미를 전달할 수 있도록 도와주는 정보라 할 수 있다. 즉, 주 내용을 그대로 전달하면서 부가적인 내용을 전달한다는 점에서 협업에 매우 적합하다고 할 수 있다. 왜냐하면 협업에서의 의사표현은 현재 결과물을 자신의 의견대로 바꾸는 것만이 중요한 것이 아니라, 현재는 이러한데 어떻게 바뀌었으면 좋겠다라는 정보가 중요한 것이기 때문이다.

이렇게 협업의 과정에서 Annotation을 필요로 하는 3D 가상공간의 의사들은 대부분 공간 내 객체들의 Geometry 정보에 대한 수정 내용들이다. 그리고 이러한 Geometry 수정 정보들의 전달에 있어 가장 효과적인 방식은 시각적인 표현에 의한 것이나, 현재 이를 표현하는 것은 쉽지 않다. 이를 위한 방법으로 본 연구는 Sketch 기법을 적용하였다. Sketch 기법은 Geometry 수정 정보를 빠르고 쉽게 표현할 수 있기 때문에 전문적인 지식이 없는 관계자들도 쉽게 의사를 추가할 수 있다. 비록 Sketch 기법이 정확한 수치상의 정보나 정밀한 수정정보를 다루기는 어렵다는 단점이 있지만, 협업의 과정은 아직 중간 단계의 의사 도출 과정으로 정확성 보다는 빠르고 쉬운 의사표현이 더 중요하다. 그리고 오히려 부정확한 스케치의 선이 사고의 폭을 넓혀주어, 확정되지 않은 협업의 과정에 더 적합하다고 할 수 있다.

Sketch Annotation이란 Sketch 형태로 정보를 표현한 Annotation으로 3D 가상공간에서 협업을 지원하기 위한 가장 적합한 형태의 의사 표현법이라 할 수 있다. 일반적인 Annotation의 적용과정과 마찬가지로 Sketch Annotation의 적용과정도 3단계로 구분해 볼 수 있다. 첫 번째 단계는 Sketch Annotation정보입력의 단계로 3D 가상공간에서 어떻게 Sketch를 입력할 것인가에 관한 것이며, 이 단계의 최대 목적은 입력하고자 하는 Annotation의 내용이 왜곡 없이 Sketch로 입력되는 것이다. 두 번째 단계는 Sketch Annotation 정보의 전달단계로 입력된 Sketch의 내용이 Annotation으로써의 기능을 발휘 할 수 있도록, 정확한 정보 전달을 목표로 한다. 이를 위해 정보의 내용에 따라 그에 적합한 Annotation 기법을 필요로 한다. 그리고 세 번째 단계는 Sketch Annotation의 2차적 활용단계이다. 첫 번째와 두 번째 단계를 통해

완성된 1차적 Sketch Annotation을 목적에 따라 공유하거나, Annotation을 또 다른 시스템의 입력 값으로 활용하는 것으로 다양한 활용이 가능하리라 생각된다.

### 3.2 Sketch Annotation 정보 입력단계의 문제점

Sketch Annotation을 적용하기 위한 첫 번째 단계인 정보의 입력단계에서 고려해야 할 점은 Annotation이 어디에 어떻게 입력될 것인가이다. 협업의 과정에서 의견이 추가 되는 부분은 대개 객체를 대상으로 한다. 즉, 3D 가상공간 상에 구축되어 있는 3D 객체 표면 등에 직접적으로 2D 형태의 Sketch를 입력하게 되는데, 이 과정에서 크게 두 가지의 문제점이 발생하게 된다. 첫 번째는 어떻게 Sketch하고자 하는 객체 면을 선택, 인식 시킬 것인가 이고, 두 번째는 3차원 공간에 2차원의 선분인 Sketch를 입력함으로써 발생할 수 있는 커서와 선분 위치의 왜곡현상이다.

3D 가상공간에 Sketch를 입력하기 위해서는 먼저 Sketch를 하고자 하는 객체의 면을 인식하고, 그 면에 Sketch가 입력되도록 해야 한다.

기존의 연구들에서는 주로 Z-버퍼 알고리즘을 통해 깊이 값이 가장 작은, 즉 뷰 포인트에서 가장 앞에 위치하는 면을 찾아 면을 인식한다. 하지만 이렇게 면을 인식시키기 위해서는 반드시 선택하고자 하는 면을 가장 앞에 위치시킨 후에 선택하여야 한다. 따라서 건물과 건물 사이 같은 면으로 가장 앞에 위치시키기 어려울 경우나 Sketch를 입력하고자 하는 면의 면적을 모두 확보 할 수 없을 경우엔 Sketch의 입력이 불가능하게 된다.

또한 기존의 연구들은 입력한 2D Sketch를 인식된 면 위에 투영 (Projection)하는 방법을 사용하고 있는데, 이 경우 복잡한 투영 알고리즘에 따른 방대한 계산량으로 인하여 원활한 Sketch의 입력을 불가능하게 하는 속도 저하를 유발하기도 한다. 따라서 Sketch하고자 하는 면의 인식이 불가능한 경우 없이 Sketch를 입력할 수 있도록 객체 면의 인식 기술 및 Sketch 입력 기술을 필요로 한다.

Sketch Interface가 사용상에 편리함을 유발하는 것은 마우스와 같은 입력장치의 조작이 그대로 Sketch로 표현되기 때문이다. 이를 위해서는 마우스 커서의 입력 값을 그대로 Sketch로 생성해 내야 한다. 이는 3D 가상공간에서도 마찬가지로 Sketch를

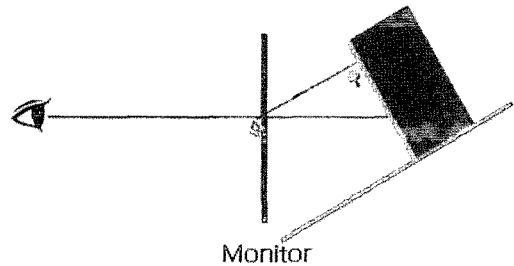


그림 1. 커서 위치와 Sketch 선분이 왜곡되는 현상

입력하기 위해서는 마우스 커서의 움직임에 따른 위치 값을 활용하게 된다. 그런데 우리가 보는 커서의 위치 값은 모니터로 고정된 X, Y축이기 때문에 이러한 커서의 위치 값으로 Sketch를 생성할 경우 Sketch는 X, Y값만을 지니게 된다. 따라서 3D 가상공간에 X, Y값만을 지니는 2D의 Sketch를 입력하게 됨으로써 다음과 같은 왜곡현상이 발생하게 되는 것이다(그림 1).

이러한 왜곡현상은 사용자가 Sketch를 입력할 때 Sketch를 하고 있는 마우스 커서의 위치와 실제 Sketch되고 있는 선분과의 차이를 유발하게 된다. 따라서 자신이 Sketch하고 있는 선의 위치 인식을 어렵게 만들고, 원하는 형태의 Sketch를 생성하는 것 또한 어렵다. 따라서 원하는 위치에 정확하게 Sketch를 입력할 수 없게 되므로 사실상 Sketch의 입력이 불가능하다.

### 3.3 3D 객체 표면에 근거한 Sketch 입력기법

위에서 제기한 문제점들을 해결하고, 효율적으로 3D 객체 표면에 Sketch를 입력하기 위한 기법으로 Sketch plane 생성을 통한 Sketch의 입력을 제안한다. 또한 왜곡현상을 해결하기 위해서 뷰 포인트 및 뷰 플레인의 이동을 제안하여 비교적 간단한 계산량으로 왜곡현상을 해결, 속도 저하를 보완하고자 한다.

#### - 객체 표면에 근거한 Sketch-Plane 생성

사용자가 Sketch를 하고자 하는 객체의 면을 선택하면, 그 면을 기준으로 그 면과 동일한 Sketch-plane(일종의 투명한 작업판)을 생성하여 그 면 위에 Sketch를 하게 한다.

이러한 기법을 이용하게 되면 앞에서 언급하였듯이 Z-버퍼를 이용해 일방적으로 Sketch를 할 경우, 제한될 수 있었던 상황에서도 Sketch가 가능하다. 예를 들어 건물과 건물 사이의 벽처럼 면 전체를 전방에 위치시킬 수 없어 Sketch가 불가능할 때에도, 보이는 일부분의 객체 면을 선택하여 그 면 전체를 인식시키고 그와 동일한 Sketch-plane을 생성해 그 위에 Sketch를 입력할 수 있다. 이 경우 생성된 Sketch-plane을 가리고 있는 다른 객체의 면이 존재한다면 Sketch를 위한 시야 확보를 위해 해당 객체를 은면 처리하는 과정을 동반하여야 한다.

Sketch하고자 하는 객체 면의 인식은 사용자가 마우스 이벤트 (Click)를 통해 면을 선택하고, 시스템은 그 객체에 해당하는 노드를 찾아 아래 그림과 같이 그 면을 이루는 꼭지점의 좌표 값을 가져오게 된다. 그리고 이 정보를 통해 Sketch-plane을 생성하게 되는 것이다.

인식된 객체 면의 정보를 통해 면을 이루는 평면의 수식을 구하게 되고, 이와 동일한 Sketch-plane을 생성하게 된다. 그리고 Sketch-plane에 Sketch가 입력되는 것이다.

- 위상 차 해결을 위한 뷰포인트의 이동

뷰 포인트의 이동이란 Sketch 하고자 하는 면을 모니터와 평행하게 이동시킴으로써 마우스 커서와 Sketch 선분을 한 위치로 인식하게 하여 Sketch하도록 한다. 이 경우 현재 사용자의 위치(뷰 포인트)를 이동해야 한다는 단점은 있지만, 위치 이동은 간단히 메뉴화 하여 이동할 수 있으며, 대부분의 경우 객체에 Sketch를 하기 위해서는 대상의 객체를 앞에 위치시키는 과정을 갖기 때문에 한번에 뷰 포인트를 이동하였다고 해서 변화된 뷰 포인트에 이질감을 느끼지는 않아서 Sketch 입력에 영향을 주지는 않는다. 또

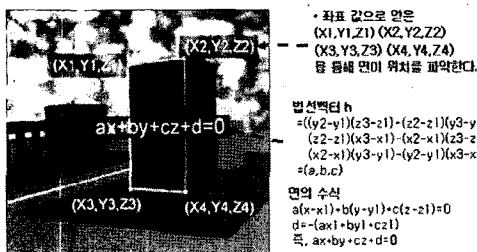


그림 2. 좌표 값을 통한 객체 면의 인식

한 이러한 뷰 포인트의 이동은 보다 정교한 Sketch의 경우에 적합하고, 간단한 계산량으로도 왜곡현상으로 인한 마우스의 커서와 Sketch 선분의 위치 차이 없이 Sketch를 입력 할 수 있다.

그림 3은 뷰 포인트의 이동을 통해 Sketch 선분의 위치가 마우스 커서의 위치와 동일하게 보여지게 되는 것을 나타낸다.

뷰 포인트는 선택된 객체 표면의 네 꼭지점을 통해 얻어진 중심점으로부터 거리 d만큼의 직교하는 점으로 이동하게 된다. 그림 4에서처럼 선택한 객체 면의 가시면 전방에 뷰 포인트를 찾아 이동하게 되는 것이다. 이때 거리 d는 면의 크기(가로, 세로 중 더 긴 쪽 길이)에 기준하여 정해지게 된다. 즉, 면의 가로, 세로 중 더 긴 쪽을 기준으로 그 길이(l)가 다 시야에 들어 올 수 있도록 정해지는 것이다.

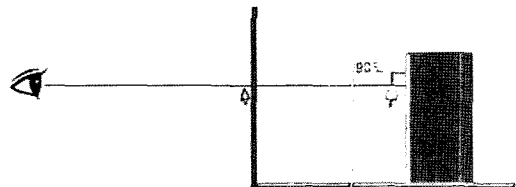
$$d^2 + (l/2)^2 = l^2$$

$$d^2 = (3/4)l^2$$

그리고 면의 형태를 좀 더 잘 파악할 수 있도록 (면의 테두리까지 시야에 들어올 수 있도록) 가중치 a 값을 설정하여 d' 를 구한다.

$$d^2 + (al/2)^2 = al^2$$

$$d^2 = (3/4)al^2$$



Monitor

그림 3. 뷰 포인트의 이동

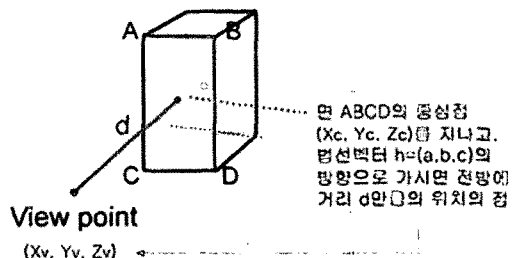


그림 4. 이동할 뷰 포인트의 위치

그림 5은 d와 d'에 따른 뷰 포인트의 위치를 보여 준다. 그리고  $\alpha$  값은 사용자가 선택한 객체의 면을 전체 스크린 사이즈에 몇 %로 보고자 하는가에 따라 정해 질 수 있다.

예를 들어 전체 스크린의 약 80%정도로 보고자 한다면,

$$\alpha l : 100 = l : 80$$

$$\alpha = 1.25$$

가중치  $\alpha$ 가 1.25로 정해 질 수 있다.

그림 6에서 A는 선택된 객체 면을 한눈에 보기 위한 d 값에 따른 시야의 모습이고, B는 가중치  $\alpha$ 를 통해 조정한 시야이다. 즉, A는 객체의 길이(가로, 세로 중 긴 쪽의 길이)를 100%로 볼 수 있는 시야이고, B는 전체 시야에 객체 길이를 80%로 보게 한 시야이다. 이 그림을 통해 사용자가 선택한 객체 면의 형태를 파악하기에는 가중치를 통해 조정된 B가 더 효과적인 것을 알 수 있다.

이렇게 객체 면을 선택, Sketch-plane을 생성하고 그에 적합한 뷰 포인트를 찾아 이동하게 될 때, 뷰 포인트와 Sketch-plane 간의 다른 객체가 존재할 경우가 발생 할 수 있다. 즉, 건물과 건물 사이의 벽과 같이 객체 면의 인식은 가능하지만, 뷰 포인트 이동 시 시야확보가 어려울 경우인데, 이 경우는 뷰 포인트 이동과 동시에 선택된 면의 깊이(depth)를 체크하여, 간단히 깊이(depth)값이 이 보다 작은 그 사이

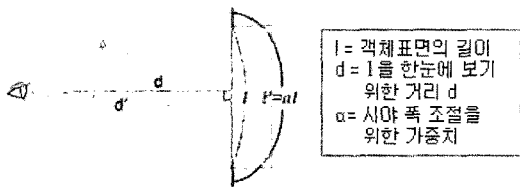
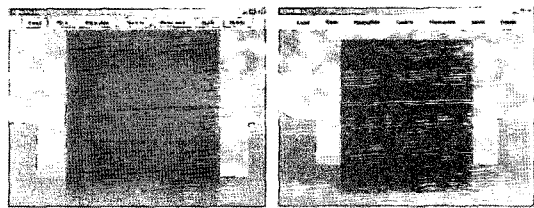


그림 5. 뷰 포인트와 Sketch-plane 간의 거리 d 의 설정



A. 거리 d인 경우의 시야 B. 가중치  $\alpha$ 에 의해 조정된 거리 d'인 경우의 시야

그림 6. 거리 d 와 d'에 따른 시야

의 객체들은 일시적으로 가려주는 방법을 통해 해결이 가능하다.

#### 4. 3D 환경을 고려한 Sketch Annotation의 입력 및 전달 기법

3장에서 Sketch Annotation 적용단계의 첫 번째 단계에 해당하는 정보 입력의 문제를 언급하였다. 그러나 Annotation이 부가적인 정보의 전달을 목적으로 한다는 점에서 정확한 내용의 입력 못지않게 중요한 것이 Sketch 내용의 전달이다. 2D 환경에서라면 정확한 입력이 곧 정확한 정보 전달이 될 수도 있겠으나, 3D 가상공간은 다양한 시점이 존재할 수 있다는 점에서 3D 가상공간이 필요로 하는 요건에 따른 Annotation 기법을 필요로 한다.

##### 4.1 협업을 위한 3D 가상공간에서의 Annotation의 요건

Sketch Annotation은 2D의 형태이지만, 3D 가상공간에서 필요로 하는 Annotation 의 내용은 대부분 3차원의 의미를 지닌다. 즉, 다양한 각도에서 인식되어야 하는 의미라는 것이다. 또한 Sketch 입력이 의도하는 대로 되었다라든 배치에 따라 다른 시점에서는 전혀 다른 형태로 인식될 수도 있어 정보전달을 저해할 수 있다. 따라서 3D 가상공간에서 요구되어 있는 Annotation 의 조건을 분석하고 이에 적합한 Annotation 기법을 적용해야만 한다.

표 1은 3D 가상공간에서 필요로 하는 Annotation 의 조건에 대한 분석내용이다. 대부분 3D 가상공간의 협업에 대한 연구는 1)의 문제 해결에 주력하여 이를 위한 해결 방법으로 Sketch 기법을 제안, 단순히 Sketch를 입력하는 방법에 대해서만 연구하고 있다. 그러나 2)의 요건이 고려되지 않은 Annotation 기법의 경우 평면의 형태에서만 제한적으로 Sketch

표 1. 3D 가상공간에서 필요로 하는 Annotation 요건

- 1) 전달하고자 하는 내용은 쉽고, 빠르게, 직관적으로 입력할 수 있어야 한다.
- 2) 원하는 위치에 어느 형태의 면이든 정확히 Annotation 할 수 있어야 한다.
- 3) 3차원의 의미를 지니는 Annotation일 경우엔 어느 각도에서든 고려 될 수 있도록 표현되어야 한다.

를 입력할 수 있다. 따라서 입력이 불가능한 경우도 발생할 수 있으며, 입력을 하더라도 사용자가 원하는 위치에 정확히 Sketch되지 않아, 협업 관계자가 전달하고자 하는 내용을 정확히 인식하거나 Annotation의 유무를 파악하기 어렵다. 또한 3)의 요건인 3차원으로 고려되어야 할 내용의 Annotation도 입력한 위치의 각도에서만 인식되고, 다른 각도에서는 인식되지 못하는 경우가 발생해 Annotation으로써의 기능을 충족시키지 못 할 수 있다.

이 연구에서는 다양한 형태의 면에서도 입력이 가능한 기법으로서 Sketch-Box를 이용한 Sketch Annotation 기법을 제안한다.

#### 4.2 Sketch Annotation의 정보전달의 문제점

기존 Sketch Annotation 기법이 정보전달에 있어서 문제점을 지니는 경우는 크게 두 가지로 다음과 같다.

##### - 평면에 국한한 Annotation 입력

아직까지 3D 가상공간에서의 Annotation 기법은 평면에 국한해서 Annotation의 입력이 가능하기 때문에 정보를 전달할 수 있는 경우가 제한적일 수밖에 없다는 것이다. 즉 평면이 아닌 형태에 대해서는 아이디어가 있더라도 사실상 Annotation이 불가능하며, Sketch 입력이 가능하다 하더라도 다른 각도에서 확인하면 전혀 다른 내용으로 왜곡되어 있거나, 파악하기가 쉽지 않아 이해하는데 많은 시간이 걸리는 경우가 발생하기 때문이다.

SketchUp의 경우 평면이 아닌 경우에도 Sketch의 입력은 가능하고, 입력 시 본인의 의도에 따라 정확히 Sketch 된 것으로 착각되지만, 이를 다시 다른 각도에서 확인해 보면 본인의 의도와 다르다는 것을 알 수 있다. 이는 SketchUp의 입력기법이 입력은 가능하지만 평면이 아닌 형태는 고려하지 않았기 때문이다.

##### - 입력 뷰에 국한한 Annotation 입력

3D 가상공간에 1차적으로 입력되는 Sketch Annotation은 3차원 공간에 배치된 2차원 그림과 같다. 따라서 이 Annotation은 그것이 입력 배치된 그 시점에서 가장 정확한 의미를 지니게 된다. 그러나 Annotation은 본인이 아닌 협업을 하는 다른 사용자

들에게 전달되기 위한 것으로 전달 받는 사용자가 항상 입력된 그 시점을 유지하고 Annotation을 확인하는 것이 아니다. 따라서 내용에 따라서는 다른 각도에서도 Annotation의 내용이 유실되거나 왜곡되지 않고 인식될 수 있어야 한다. 그러나 기존의 Annotation 기법들은 이러한 점을 고려하지 못하였다. 따라서 다양한 각도에서 파악될 수 있는 내용에 대한 Annotation으로 Sketch가 부적합하다고 여겨지기도 한다. 그러나 이는 3D라는 가상공간에서의 Annotation의 요건을 정확히 파악하지 못하였기 때문이다.

#### 4.3 Sketch-Box를 이용한 입력기법

다양한 형태의 오브젝트들로 구성되어 있는 도시 및 건축설계 분야의 3D 가상공간은 협업의 과정에서 관계자들이 의견을 추가해야 하는 면의 형태 또한 다양한 형태로 존재한다. 3D 가상공간에서 Annotation이 추가되어야 할 면의 형태를 분석해 보면, 크게 다음과 같이 분류 될 수 있다.

기존의 Sketch 입력 기법들은 대부분 평면을 제외하고는 이러한 다양한 면의 형태를 고려하지 않았다. 평면이 아닌 형태의 경우는 아예 입력이 불가능하거나, 입력이 가능하더라도 입력 자체만이 가능할 뿐 내용 전달은 어렵다. 그 이유는 평면이 아닌 경우 입력 시점에서 Sketch를 시작하는 점을 근거로 Sketch 내용을 입력하는 방식을 사용하고 있기 때문이다. 이 방식은 Sketch를 시작하는 면 위의 점을 기준으로, 현재 해당 오브젝트를 바라보는 뷰 플레인과 평행한 가상의 면을 생성해 그 위에 Sketch가 입력되는 형식이다. 이 경우 Sketch가 시작되는 점의 위치가 선택한 오브젝트의 어디이냐에 따라 가상의 면은 달라지고, 가상의 면이 어떻게 생성되었는지에 따라 Sketch의 내용을 파악하기 어렵게 된다.

그림 7은 기존의 입력기법에서 Sketch를 시작하는 위치에 따라 Sketch가 입력되는 Sketch plane이 달라지는 예이다. 붉은색 점이 Sketch의 시작점을 나

표 2. 3D 가상공간에 존재하는 면의 형태 분류

<ul style="list-style-type: none"> <li>• 평면</li> <li>• 곡면</li> <li>• 불규칙면 (또는 여러 오브젝트로 구성된 면)</li> </ul>
--

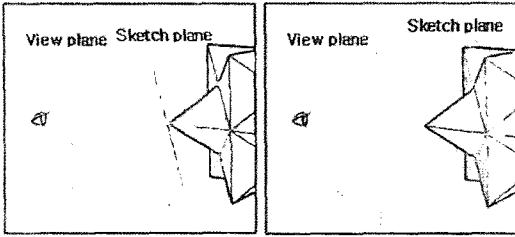
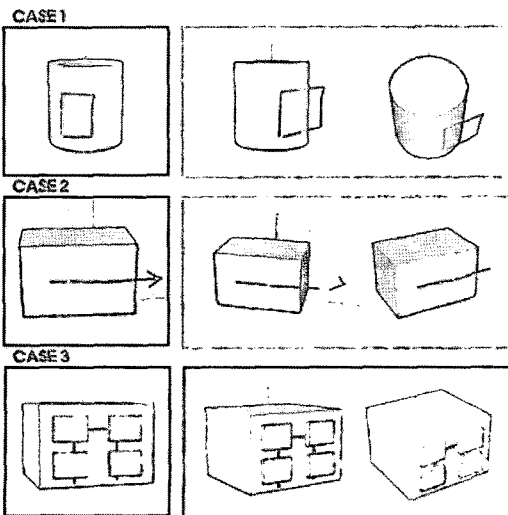


그림 7. Sketch 시작점에 따라 Sketch plane이 달라지는 예

타낸 것으로 왼쪽의 경우는 오브젝트의 튀어나온 부분에서 Sketch를 시작한 경우이며, 오른쪽의 경우는 튀어나오지 않은 부분에서 Sketch를 한 경우이다. 이때 각각 Sketch가 입력되는 Sketch plane의 위치가 달라지게 되기 때문에 같은 내용의 Sketch를 동일한 시점에서 입력하였더라도 시작점에 따라 Sketch의 위치는 달라지게 된다.

그림 8은 이러한 기존의 입력기법이 발생시킬 수 있는 문제의 상황에 대한 구체적인 예이다. CASE1 경우는 Sketch Annotation을 필요로 하는 부분이 곡면으로 평면이 아닌 경우이긴 하지만 Sketch의 입력이 가능하다. 그러나 Sketch를 입력한 뷰 포인트에서는 정상적으로 보이지만, 다른 각도에서는 의도한 Sketch와 다른 것을 확인 할 수 있다. CASE2의 경우 역시 입력시점을 달리해 보면 평면 위에서 시작된 선분은 의도 되로 입력되었지만, 화살 부분은 시작점



a. Sketch 입력 View      b. 다른 각도에서의 View  
그림 8. Sketch 시작점에 근거한 입력기법의 예

이 바닥이었기 때문에 바닥에 그려진 것을 확인해 볼 수 있다. 이 역시 Sketch가 입력된 시점에서는 문제없이 Sketch가 입력된 것처럼 보이지만 사실상 다른 협업관계자가 다양한 각도에서 내용을 파악하기에는 어렵다. CASE3의 경우는 의도한 Sketch의 내용이 객체 표면에 문을 만들겠다는 것이었지만 시작점을 기준으로 그 보다 앞에 위치하는 오브젝트가 Sketch선분을 가리기 때문에 의도한 내용을 전달하기 어렵다.

평면에 제한된 입력기법은 사실상 Annotation으로서 의견을 전달하는 기능을 충족시킬 수 없기 때문에, 어떠한 형태의 면에 대해서도 사용자의 의도에 따라 정확한 입력이 가능한 입력 기법을 필요로 하는 것이다. 이러한 기법으로 본 연구에서는 Sketch-Box를 이용한 Annotation 기법을 제안한다.

- 다양한 입력 면을 고려한 Sketch-Box

도시 및 건축설계 분야에서 사용되는 오브젝트들을 단순화시키면, 가장 기본적인 형태인 육면체의 틀로 생각해 볼 수 있다. 이러한 아이디어에서 출발한 Sketch-Box는 육면체의 형태로 각 면에 Sketch를 할 수 있는 반투명의 오브젝트이다. Sketch-box는 Sketch를 필요로 하는 다양한 면을 수용할 수 있는 오브젝트로 불규칙하거나, 여러 오브젝트로 구성된 복잡한 면을 단순화시킬 수 있다.

Sketch-box가 생성되는 기법은 Sketch Annotation을 입력하고자 하는 객체의 위치를 선택하고, Sketch-box 생성 메뉴를 통해 기본 형태의 Sketch-box를 생성한 후 이를 조정하는 방식을 사용하고 있다. 이는 사용자가 직접 Sketch-box를 조정해야 한다는 단점은 있지만, 자동적으로 객체를 단순화하여 생성하는 방식보다 Sketch-box 생성 자체에서 사용자가 부각시키고 싶은 면을 중심으로 단순화 할 수 있다는 점에서 사용자의 의도를 더 잘 나타낼 수 있다는 장점을 지닌다.

Sketch-Box는 직접적으로 오브젝트 위에 Sketch를 입력시키지는 못하지만 반투명의 형태가 실제 오브젝트와의 차이를 가름해 볼 수 있게 해준다. Annotation은 기존의 내용에 부가적인 의미를 추가하는 것으로 기존 정보를 유지해 주는 것이 중요하기 때문에 반투명의 형태는 이러한 점에서 더 유용하다고 할 수 있다. 그리고 Sketch 시작점에 근거한 기존



의 입력방식과 달리 다른 각도에서도 사용자가 의도한 위치나 Sketch의 의미를 변질 없이 전달할 수 있다. 비록 다른 각도에서 정확한 파악이 어려운 경우가 발생하더라도, 어떠한 시점에서 어떤 의도로 입력했는지 쉽게 파악될 수 있기 때문에 입력 시점을 쉽게 찾아서 정확히 Sketch의 내용을 파악할 수 있게 해준다.

그림 9에서 오른쪽의 그림들은 Sketch-Box 기법을 이용해 곡면이나 계단과 같이 복잡한 면에 Annotation을 입력한 예이며, 왼쪽의 그림들은 기존의 Sketch 시작점을 근거로 Annotation을 입력한 예이다. 그리고 각 CASE의 상단에 있는 그림들은 입력 시 뷰 포인트에서 바라본 모습이며, 하단의 그림들은 입력 후 다른 각도에서 확인해 본 모습이다. Sketch-Box 기법과 달리 기존 방식은 입력 시 뷰 포인트가 아닌 다른 각도에서 확인해 보면 Annotation의 내용을 이해하기 어려운 것을 확인할 수 있다.

또한 Sketch-Box 입력 기법은 기존의 3D 저작 툴을 이용해 제작한 3D 데이터를 .OBJ 파일로 변환한

후 간단히 그 위에 Sketch-Box를 입력함으로써 별도의 데이터 변환 과정을 거칠 필요가 없다는 장점을 지니고 있다. 이는 대부분의 3D 저작 툴에서 기본적으로 .OBJ 파일 형식은 지원하고 있기 때문에 다양한 저작환경을 가지고 있더라도 쉽게 적용해 볼 수 있다는 면에서 우수하다.

Sketch-Box는 대상 3D 콘텐츠에 따른 기본 사이즈(도시 및 건축 설계분야에 적용 시 3D 데이터의 1층 높이 정도)의 정육면체 형태로 메뉴를 통해 생성된다. 그리고 생성 후 사용자가 직접 Sketch-Box의 위치나 크기를 조정함으로써 이를 통해 보다 사용자의 의도에 따른 Annotation을 입력할 수 있도록 한다.

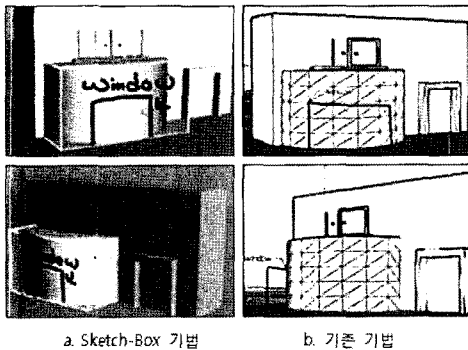
- 3D Annotation으로써의 Sketch-Box

Sketch-Box는 기존의 2D Sketch 입력 면을 3차원으로 만든 3D Annotation 이라 할 수 있다. 위에서 언급하였듯이 3D 가상공간에서 협업을 위해 표현해야 할 Annotation의 내용 중에는 3차원의 의미를 지니는 내용을 표현해야 할 경우가 많다. 3차원의 내용이라는 것은 건물의 이동이나 크기의 변화같이 내용이 결과와 여러 각도에서 인식될 수 있어야 하는 내용들을 말한다. 기존의 Annotation들은 Sketch 내용을 2D 형태로만 배치하였기 때문에 다양한 각도에서 이를 파악하기란 쉽지 않았으며, Annotation의 유효도 확인할 수 없는 경우가 발생하였다.

그러나 Sketch-Box는 Annotation을 추가하는 2D의 면을 3차원화하여 Sketch를 입력하기 때문에, 3차원의 의미를 지니는 Annotation을 다양한 각도에서도 쉽게 인식될 수 있게 함으로써 Annotation으로서의 정보전달력을 높일 수 있다.

그림 10의 두 케이스는 객체의 이동이나 객체의 일부 삭제와 같이 3차원의 의미를 지니는 내용들로, 이러한 내용들은 적용되었을 경우 이 내용이 영향을 미치게 되는 다른 각도에서 바라 본 모습도 달라지게 될 것이다. 따라서 특정 위치에서 Annotation을 입력하였다 하더라도 협업 관계자가 이 내용의 결과로 변화될 수 있는 다양한 시점에서 이를 인식할 수 있어야 한다. 그러나 Sketch-Box를 이용한 기법과 달리 기존의 방식에서는 여러 각도에서 고려되어야 할 내용임에도 불구하고 입력된 뷰 포인트 외에는 다른 각도에서 인식되기 어려운 것을 확인할 수 있다.

CASE 1: 곡면의 경우



CASE 2: 불규칙한 면 (또는 여러 객체들이 도인 면)

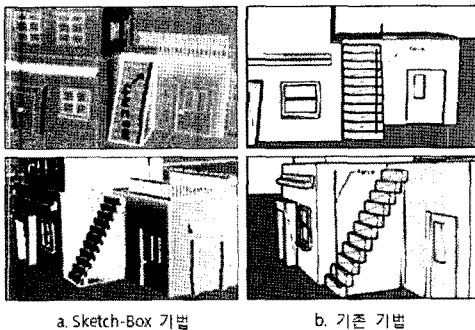
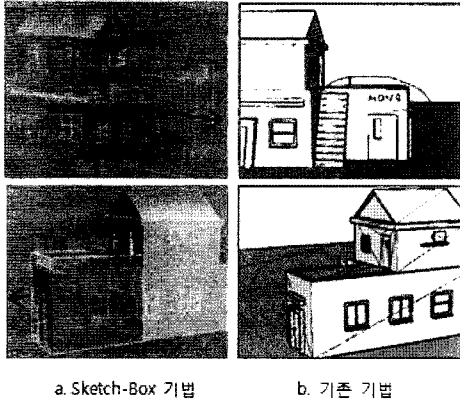


그림 9. 3D Annotation 으로써의 Sketch-Box

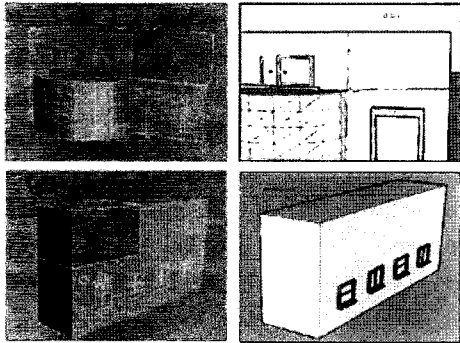
CASE 1: 객체 이동 표현의 예



a. Sketch-Box 기법

b. 기존 기법

CASE 2: 객체 삭제 표현의 예



a. Sketch-Box 기법

b. 기존 기법

그림 10. 3D Annotation 으로써의 Sketch-Box

또한 이러한 3D Annotation으로서의 Sketch-Box 기법은 가상공간에서 협업 시 필요로 하는 다양한 내용들을 내용별 분류에 따라 효과적으로 표현하고 전달할 수 있는 다양한 기법 개발을 위한 기본 틀을 제공해 줄 수 있다.

### 5. 사용자 평가

본 연구에서 제안하고 있는 Sketch-Box를 이용한

Annotation 기법이 기존의 Annotation 기법에 비해 3D 환경에서 더 효과적인 의사 표현법인지를 확인하기 위해 사용자 평가를 실시하였다. 평가는 2가지 주제로 다양한 입력 면에 대해 본인의 의도대로 Sketch 입력이 가능하였는지에 대한 것과, 입력한 Sketch Annotation의 내용이 다양한 각도에서 인식될 수 있는지에 대해 실시하였다.

다양한 입력 면에 대한 평가는 3종류의 면에 대해 본인이 의도한 대로 Sketch내용이 입력되었는지에 대한 만족도(1-5점) 조사를 실시하였다. 10명의 사용자들이 참여를 하였으며, 유의수준 0.05로 기존 기법에 비해 Sketch-box 기법이 개선되었는지에 대한 T 검정을 실시하였다.

표 3의 결과에 따라 분석해 보면 평면의 경우는 Sketch-box기법과 기존기법 사이에 차이가 있다고 말할 수 없다는 귀무가설의 기각역  $t < -2.101$ ,  $t > 2.101$ 에 의해 귀무가설이 기각되지 못함으로 기존 기법에 비해 Sketch-box가 개선되었다고 보기 어렵다. 그러나 곡면이나 불규칙 면의 경우는 95% 신뢰도로 Sketch-box가 기존 기법에 비해 의도 하는 대로 Sketch 입력이 확실히 개선되었음을 확인할 수 있다.

Sketch-box가 3차원 공간에서 효과적으로 정보를 전달할 수 있는지에 대한 평가를 위해서는 사용자들이 입력한 Annotation의 내용이 다른 각도에서 정확히 인식되는지에 대한 인식도(1~5점) 평가를 실시하였다. 이때 입력된 Annotation의 내용은 건물의 이동을 나타내는 것으로 3차원의 다양한 각도에서 인식되어야 하는 내용으로 평가하였다.

표 4의 결과에 따라 분석해 보면 95% 신뢰도로 기존 기법에 비해 Sketch-box가 다양한 각도에서 Annotation의 내용이 파악되는 인식도가 개선되었음을 확인할 수 있다.

표 3. 다양한 면에 대한 Sketch 입력의 사용자 평가

	평 면		곡 면		불규칙면	
	Sketch-box기법	기존기법	Sketch-box기법	기존기법	Sketch-box기법	기존기법
만족도 평균	4.1	3.8	4.1	2.1	4.2	1.9
표준 편차	0.7378648	0.78881	0.7378648	0.73786	0.7888106	0.73786
t 값	0.878310066		6.060915267		6.733710503	

( $\alpha=0.05$ ,  $t_{18,0.025}=2.101$ )

표 4. 다양한 각도에서의 Sketch Annotation 인식도의 평가

	Sketch-box 기법	기존기법
인식도 평가	4.4	2.1
표준편차	0.699205899	0.994428926
t 값	5.98305879	

( $\alpha=0.05$ ,  $t_{18,0.025}=2.101$ )

## 6. 결 론

본 연구에서는 협업을 위한 의사 전달 기법으로 Sketch를 적용한 Annotation을 연구하였다. 이를 위해 객체 표면에 Sketch를 입력하기 위한 객체 면의 인식 및 위상차의 문제를 연구하였으며, 그 해결책으로 객체 면에 Skerch-plane을 생성하여 Sketch를 입력하는 기법과 View-poin의 이동을 통해 위상차를 해결하는 기법을 제안한다. 이는 2D의 Sketch를 3차원 공간에 적용하기 위한 것이다. 이 기법은 기존의 많은 계산량을 지니는 복잡한 알고리즘을 보다 간단한 방법으로 문제점을 해결하였다.

또한 3차원 가상공간에서 Annotation의 내용을 효과적으로 전달하기 위한 요건을 분석하여 이에 적합한 Sketch-box 기법을 제안한다. 3차원 가상공간에서의 Annotation 요건이라는 것은 쉽고 빠르게 의사가 표현될 수 있는 것 이외에, 가상공간에 존재할 수 있는 다양한 입력면에 대해 Annotation의 입력이 가능해야 하며, 3차원 공간의 내용이라는 특성에 따라 3차원의 의미를 지니는 경우 이를 다양한 각도에서 인식될 수 있어야 한다. 이에 따라 이 논문에서 제안하고 있는 Sketch-Box를 이용한 Annotation 기법은 복잡한 면이나 기준점을 찾기 어려워 Sketch가 어려운 면에 대해서도 단순화시켜 손쉽게 Sketch Annotation 할 수 있게 함으로써, 도시 및 건축 분야에서 사용되는 어떠한 면에 대해서도 Sketch Annotation 입력이 가능하다. 또한 사용자의 의도에 따라 Sketch-box의 위치 및 사이즈를 조절할 수 있어 Annotation의 배치를 정확히 할 수 있다. 이는 다양한 면에 대해 사용자가 의도대로 Sketch 입력이 가능한지에 대한 사용자 평가 결과에서도 증명되었으며, 특히 기존에 평면이 국한되었던 Annotation 연구에서 벗어나 곡면이나 불규칙 면에 대해 의도한 대로 Sketch 입력이 용이해서 사용자의 만족도가 개

선되었음을 확인할 수 있다.

Sketch-Box는 Annotation 자체를 3차원화 한 것으로써 3차원 공간에 2D 형태의 Sketch 표현을 보완할 수 있다. 즉 3차원의 의미를 지니는 내용에 대해서는 다양한 각도에서 다른 협업 관계자가 이를 쉽게 확인할 수 있게 해 주어야 하는데, 이러한 의미에서 Sketch-box 기법은 매우 유용하다. 그 이유는 Sketch-box가 Sketch가 입력되는 2D 면을 3차원화한 3D Annotation 이기 때문이다. 이 또한 사용자 평가를 통해 입력된 Sketch의 내용이 왜곡 없이 다양한 각도에서 인식되는지를 기존의 기법과 비교하여 사용자 평가를 실시하였으며, 그 결과 기존기법에 비해 Sketch-box의 다양한 각도에서의 인식도가 향상되었음을 확인할 수 있었다. 이는 내용에 따라 Annotation의 전달 효과를 높일 수 있는 장점이라 할 수 있다.

이처럼 본 연구에서 제안한 Sketch-box 기법을 이용해 누구나 쉽고 빠르게 3D 가상공간에서 의사를 표현할 수 있게 함으로써 공간을 다루는 다양한 분야의 협업을 지원할 수 있고자 한다. 또한 향후 입력된 Annotation의 내용에 따라 그에 적합한 Annotation 기법을 연구 하고자 하여, 또한 다양한 관계자들의 Annotation 공유에 있어서 이를 주제별 또는 사용자 별로 분류하여 확인할 수 있는 등의 공유 기법에 대해서도 연구하고자 한다.

## 참 고 문 헌

- [1] David Bourguignon, iMAGISGRAVIR/IMAGINRIA, "Drawing for Illustration and Annotation in 3D.," In Proceedings of the EUROGRAPHICS, Vol. 20, pages 114-122, 2001.
- [2] Ellen Yi-Luen Do and Mark D Gross, Carnegie Mellon University, "As if You Were Here - Intelligent Annotation in Space: 3D Sketching as an Interface to Knowledge-Based Design Systems.," In Proceedings of AAAI Fall Symposium - Making Pen-Based Interaction Intelligent and Natural AAAI Press, pages 55-57, 2004.
- [3] Zhe Fan, NY, "A Sketch-Based Interface for

Collaborative Design.," In Proceedings of the EUROGRAPHICS, 2004.

[ 4 ] <http://sketchup.google.com>



신 은 주

- 2000년 숙명여자대학교 통계학과 학사
- 2004년 이화여자대학교 정보과학대학원 멀티미디어학 전공 석사
- 2005년~현재 숙명여자대학교 대학원 멀티미디어과학과 박사과정

관심분야 : 감성공학, 컴퓨터 그래픽스, 3D 가상공간, 스케치 인터페이스



임 순 범

- 1982년 서울대학교 계산통계학과 학사
- 1983년 한국과학기술원 전산학과 석사
- 1992년 한국과학기술원 전산학과 박사
- 1989년~1992년 (주) 휴먼컴퓨터 창업 / 연구소장

1992년~1997년 (주)삼보컴퓨터 프린터개발부 부장  
 1997년~2001년 건국대학교 컴퓨터과학과 교수  
 2001년~현재 숙명여자대학교 멀티미디어과학과 교수  
 관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 모바일 멀티미디어 응용, 전자출판 (폰트, XML, 전자책, e-Learning)



최 윤 철

- 1973년 서울대학교 전자공학과 (공학사)
- 1975년 Univ. of Pittsburgh (공학석사)
- 1979년 Univ. of California, Berkeley, Dept. of IE & OR (공학박사)

1979년~1982년 Lockheed사 및 Rockwell International 사 책임연구원

1982년~1984년 Univ. of Washington 전산학과 박사 과정

1990년~1992년 Univ. of Massachusetts 연구교수

1984년~현재 연세대학교 컴퓨터과학과 교수

관심분야 : 멀티미디어 문서처리(SGML/XML), GIS, eLearning, 3D User Interface, Avater Interface, Computer Graphics