

3D 디지털 디자인 도구 개발에 관한 연구

A Study on the Development of the 3-Dimensional Digital Design Tool (3D³T)

김원섭(Kim Won Sup)

한국과학기술원 산업디자인학과

1. 서 론

2. 디자인에서의 3D CAD 시스템

- 2-1 디자인 프로세스 초기 단계의 특성
- 2-2 기존 3D CAD 시스템의 문제점

3. 관련 분야 연구

4. 3D³T의 개발

- 4-1 가이드라인
- 4-2 관련연구들의 도구적 특성
- 4-3 3D³T 개발 대안
 - 4-3-1 대안 1: Digital Design Clay
 - 4-3-2 대안 2: Tangible Sweep

5. 3D³T의 특성

6. 결 론

참고문헌

(要約)

CAD는 이미 디자인 분야에서도 중요하게 사용되는 도구로
동시 공학적 프로세스 상에서 전통적인 디자인 방법은 점점
사라져 가고 있다. 하지만, 리버스 엔지니어링(Reverse Engine
ering) 방식의 CAD 도구는 디자이너들의 작업을 위해 사용하
는 도구로는 아직 많은 문제점들을 가지고 있다. 특히 디자인
프로세스 초기 단계의 직관적인 작업의 특성으로 인해 디자이
너들이 기존의 CAD 도구들을 이 단계에서 적용하기는 거의
불가능하다. 최근 이러한 정성적인 문제들에 대해 구체적으로
접근하려는 연구들이 소프트웨어 뿐 아니라 하드웨어적 측면
에서도 이루어지고 있다.

이 글에서는 디자인 프로세스 상에서 사용되는 기존의 3D
CAD 도구의 문제점들과 최근 연구되고 있는 새로운 인터페
이스 접근 방법들에 대해 알아보았다. 또한 디자이너들을 위
한 CAD 개발을 위한 가이드라인을 제시하고 이를 통해 유비
쿼터스 컴퓨팅 환경에서 효율적으로 사용할 수 있는 디자인
도구를 개발하기 위한 방안을 제시하였다.

(Abstract)

In this time, CAD is most important tool in Product Design
Process. Traditional design methods were hardly used in
Concurrent Engineering Process. But, CAD tools based on
Reverse Engineering method have a lot of serious problem
in using designer's works. Especially, in the early stage in
design process, adopting CAD tool is impossible, cause of a
property of design - intuition. A late studies about CAD
system have approaching its quantitative factors in not only
software but also hardware.

In this paper, I researched about the problems of traditional
3d CAD tools and the new interface approach methods in
recent CAD studies. Then, I proposed the guidelines and
two alternatives about to developing 3D³T in ubiquitous
engineering environment.

(Keyword)

3D CAD, 3D³T, Digital Design Modeling

1. 서론

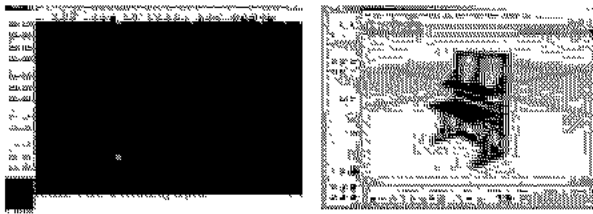
60년대 중반 CAD의 개념이 처음으로 자동차 디자인에 적용된 이래, 제품디자인 프로세스에서 CAD는 개발의 핵심적인 도구로 자리 잡고 있다. 또한 CAD와 결합된 다양한 입출력 장비들이 많은 창조적인 디자인 활동을 도와주고 있다. 그럼에도 불구하고 디자이너들이 CAD 시스템을 아이디어 그들의 발상만큼이나 자유자재로 이용하는 일은 그다지 쉬운 일이 아니다.

이 글에서는 기존의 3D CAD 시스템이 디자인 초기 프로세스에서 활용될 때, 직관적인 디자이너들의 작업을 보다 효율적으로 사용하기 위해 제기되는 문제점들을 지적하고, 이러한 문제점들을 보완할 수 있는 대안의 개발을 위해 가이드라인과 이를 통한 개발 대안을 제시하였다.

연구의 주제는 소프트웨어적 측면에 국한시키지 않고 효과적인 작업환경을 고려하여 탭지블(Tangible)한 하드웨어의 연구도 포함시켰다. 이 논문은 디지털 기술을 활용한 디자인 도구 개발을 위한 가이드라인 및 그 프로세스에 중점을 두었기 때문에 제시된 대안에 활용한 기술들의 일부는 아직 완벽하게 구현되지 않거나 개발단계에 있다.

2. 디자인에서의 3D CAD 시스템

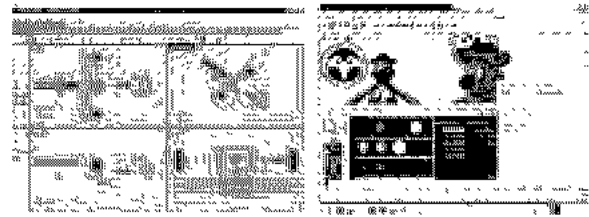
기존의 CAD 시스템은 다양한 디자인의 분야의 여러 프로세스 상에서 유용한 도구로 활용되고 있다. 특히 제품 디자인 영역에서 CAD 시스템은 생산 프로세스의 주요 도구로서 중요한 역할을 해왔기 때문에 디자인 도구로서의 타당성이나 효율성에 대한 검증은 그다지 큰 문제로 여겨지지 않았다. 그동안 CAD 소프트웨어의 가치는 생산 대상에 대한 수치화의 가부에 따라 결정되어왔다. 따라서 정밀도는 CAD 시스템의 중요한 판단기준이 되었다. 그러던 도중 디자이너들의 사용성이 중요한 요소로 제기된 사건이 발생했다. CDRS와 Alias의 시장 대결이었다. 당시 CDRS는 자동차 모델링을 위한 풀다운 메뉴 기반의 전용 소프트웨어인 반면, Wavefront사의 Alias는 범용으로 사용할 수 있을 뿐 아니라 GUI 방식을 채택함으로써 전문 엔지니어들뿐만 아니라 일정 교육만 이수하면 일반 디자이너들도 사용할 수 있는 가벼운 소프트웨어였다. 결과적으로 CDRS도 뒤늦게 GUI를 도입했지만 사용자들에게 어필하지 못하고 프로엔지니어(Pro-Engineer)라는 범용 솔리드(Solid) 모델링 프로그램 속의 일부부분으로 편입되었다.



(a) (b)
[그림 2-1] CDRS(a) and Alias Modeler(b)

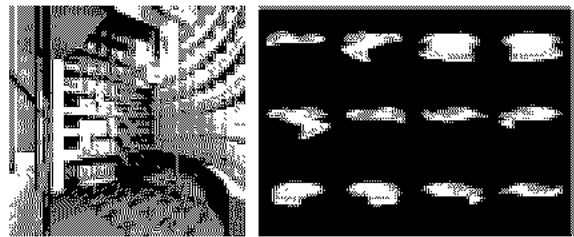
Alias 소프트웨어의 디자인 분야에서의 성공은 이후 저가의 PC기반의 아류 소프트웨어들에 영향을 주었을 뿐 아니라 에

니메이션이나 특수효과와 같은 영화 산업으로의 진출 기반을 마련하였다. 라이노(Rhino) 3D는 Alias 소프트웨어 개발자들이 독립하여 만든 PC 기반의 보급형 3D 소프트웨어로 Alias 서페이스(Surface) 모델링 방식을 기반으로 하고 있으며, 마야(Maya)는 Alias의 렌더링 및 애니메이션 기능을 특화시켜 만든 소프트웨어다[그림 2-2].



(a) (b)
[그림 2-2] Rhino 3D(a) And MAYA(b)

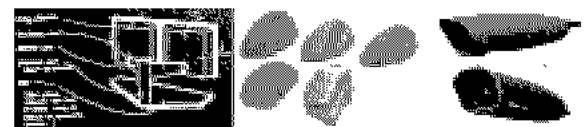
건축 분야에서도 상당 기간 AutoCAD가 우세했지만, 표현 방식이 다양해지고 작업 방식이 변화됨에 따라 애니메이션 기법이나 유기적인 형상 구축 기법 등 다양한 요구가 발생하게 되었으며 AutoCAD는 이러한 요구를 충족시킬 수가 없었다.



(a) (b)
[그림 2-3] AutoCAD를 사용한 건축 디자인 예(a) and 애니메이션 기법을 활용한 그렉 린(Greg Lynn)의 건축 디자인 프로세스(b)

사용자의 다양한 요구에 따라 판능으로 여겨지던 CAD 시스템도 문제점이 지적되었고, 이러한 문제점을 수용할 수 있는 다양한 연구가 행해지게 되었다.

2-1 디자인 프로세스 초기 단계의 특성



[그림 2-4] 디자인 초기 단계의 작업

제품 디자인 개발단계에서 3D에 관련된 정보는 두 가지 방식으로 다루고 있다. 목업(Mock-up)이라고 부르는 물리적인 정보와 2D라고 일컬어지는 모니터상의 CAD 모델링 정보이다. 현재는 디지털 기술의 발달로 물리적인 정보도 디지털화 함으로 인해 CAD 시스템으로 점점 통합되는 경향이다. 그러나 이러한 CAD 시스템이 디자인 초기 단계에서 이용되는 예는 드물다. 이것은 디자인 프로세스에 있어 초기 단계에 나타나는

독특한 특성 때문이다. 다음은 디자인 초기 단계의 특성들을 열거한 것이다.

• **Roughness**

디자인 초기 단계에서는 전체적인 이미지를 위주로 작업하기 때문에 디테일한 표현이 거의 없다. 킬러나 재질에 대한 표현도 필요하지 않다. 이 단계에서는 다소 표현이 거칠거나 단순화시켜도 된다.

• **Rapidity**

머릿속에 떠오르는 다양한 아이디어는 짧은 시간 안에 정리될 수 있어야 한다. 직관적인 아이디어는 다른 생각들이 개입되면 변형되기 쉽다. 따라서 작업 속도가 늦어짐으로 인해 초기의 아이디어가 변형될 수 있으므로 가능한 빨리 구체화되어야 한다.

• **No Scale, No Numeric System**

이 단계에서 스케일이나 수치적 접근은 필요하지 않다. 작은 스케일의 대상일지라도 확대시켜 접근할 필요가 있으며, 실제 사이즈 보다는 상대적인 비례나 조화가 중요하다.

• **Simple Media**

비교적 단순한 도구를 사용한다. 도구를 조작하는 동안 아이디어가 사라져버리면 안된다. 따라서 도구가 복잡해지면 아이디어를 전개시키는데 방해 요소로 작용할 수가 있다. 도구와 마찬가지로 재료 또한 다양한 형태를 표현할 수 있어야 한다.

• **Simple Process**

작업 과정이 단순해야 한다. 앞서 언급한 도구나 재료와 마찬가지로 시간을 지체할 수 있는 요인을 제거하기 위해서는 필요 없는 작업과정을 생략하여 가장 단순한 경로로 만들어야 한다.

• **Manipulation**

손이란 도구는 가장 단순한 인류 최초의 도구이면서 가장 정밀한 도구이다. 또한 가장 예민한 도구이다. 조형은 단지 시각만으로 완성할 수 없다. 손에 의한 경험은 형태를 보다 완성도 있게 만들어 준다. 아직 머릿속 심상의 이미지를 읽어 낼 수 있는 장치가 개발되어 있지 않은 상태이므로 생각을 가장 잘 표현하는데 있어 손 이상의 도구가 존재하지 않는다.

2-2 기존 3D CAD System의 문제점

디자인의 관점에서 볼 때, 기존의 3D CAD 시스템은 GUI 방식을 포함한 몇 가지 기능을 제외한다면 디자이너들이 사용하는 도구라고 보기는 힘들다. 앞서 언급했듯이 디자인 프로세스의 축, 단계는 다분히 직관적이고 디자이너의 주관적 개입이 많은 단계이며, 많은 아이디어 창출을 위해 어느 단계보다도 신속하고 피드백이 빠른 사고의 전개를 필요로 한다. 다음은 기존의 3D CAD 시스템이 디자인 초기 단계에서 디자이너들이 사용하는 도구로서의 제기 될 수 있는 문제점이다.

• **3D CAD 시스템은 리버스 엔지니어링 도구이다.**

CAD 시스템의 초기 목적은 새로운 대상의 창조가 아니라 기존 대상을 디지털로 전환시키는데 그 목적이 있었다. 몇몇 기술자들이나 과학자들이 CAD 시스템을 이용하여 창조적인 시도를 하긴 했지만 아직도 대부분의 CAD 시스템은 기존 대상의 데이터베이스를 기초로 하여 최종안을 구축하는 것이 목적이다. 이미 기존의 CAD 시스템은 디자인적 프로세스와 그 접근 방법이 상반되어 있으므로, 디자인 초기 단계의 사용목적에 부합되지 못하는 것은 당연한 결과이다. 디자이너들이 CAD의 좌표 시스템에 적응하기 힘든 이유도 이런 경위에서이다.

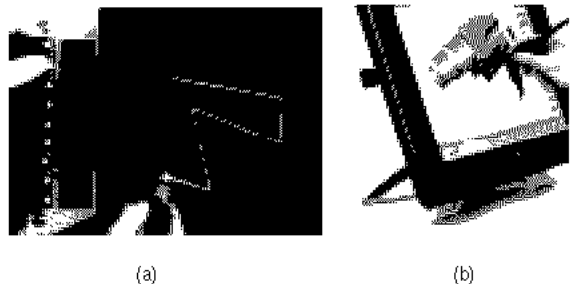
• **3D CAD 시스템은 메뉴얼이 있는 범용 모델링 도구이다.**

기존의 CAD 시스템은 다양한 작업이 가능하도록 만든 범용 도구이다. 이러한 시스템을 사용하기 위해서는 일정한 교육이 필요하며, 대부분의 사용자들은 유사한 방식으로 작업을 한다. 이른바 메뉴얼이란 것이 존재한다. 결국 기존의 CAD 시스템으로 디자인 초기 단계에 사용하게 되면 소프트웨어가 제공하는 표현상의 제한적 범위와 이에 따라 제공되는 각종 튜토리얼 및 메뉴얼 등에 의해 디자이너들의 사고에 제약을 받게 된다.

또한, 범용의 도구는 광범위한 작업을 수용할 수는 있으나 특정 작업에 대한 만족도를 떨어뜨릴 수 있다. 기존의 CAD 시스템은 다양한 작업자와 작업 환경 및 작업 대상 등에 대해 광범위한 수용으로 인해 디자인 초기 단계와 같은 특정한 작업을 수행하기에는 부족한 부분을 많이 드러낸다.

• **3D CAD 시스템은 물리적인 도구와 분리되어 있다.**

기존의 CAD 시스템에서 이루어지는 작업은 모니터를 통해서 이루어지게 된다. 마우스를 이용한 작업조차도 화면상의 가상 공간과 마우스 패드 상의 물리적 공간으로 분리되어 있다. 또한, 손으로 조작하는 마우스의 패턴과 화면상의 모델링 전개 과정과는 상관관계가 존재하지 않는다. 과거 숙련자의 능숙한 손놀림은 CAD를 이용하여 모델링 하는 디자이너들에게서는 어디에서도 찾아볼 수 없게 되었다. 와콤(Wacom)사에서는 이러한 이질적 공간을 축소시켜 LCD 태블릿을 개발하였다. 60년대 초 이반 서덜랜드(Ivan Sutherland)가 고안한 벡터 방식의 스케치패드(Sketchpad)를 회상한다면 LCD 태블릿의 등장 시기도 빠르다고는 말할 수 없을 것이다[그림 2-5].



[그림 2-5] 'Sketchpad'(a) and LCD Tablet 'Cintiq'(b)

• **3D CAD 시스템은 물리적인 인터페이스를 할 수 있는**

도구가 제한되어 있다.

기존의 CAD에서 인터페이스는 키보드와 마우스, 타블렛 등을 사용하여 메뉴상의 명령어나 아이콘의 도움을 받아서 이루어진다. 폼으로 형태를 깎아본다든지, 클레이(Clay)로 대충 주물러 보는 방식은 사용하지 않는다. 가상현실 공간에서 데이터 글러브를 낀 상태에서도 형상은 그저 가상의 이미지에 지나지 않는다. 디자이너는 손을 통해 대상과는 어떠한 공감대를 형성할 수가 없다.

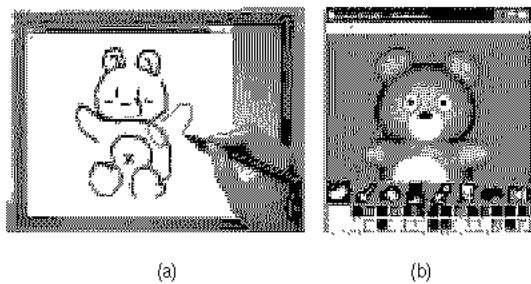
• 3D CAD 시스템은 소프트웨어에서 인터페이스의 종류가 많고, 사용절차가 복잡하다.

CAD 시스템을 제대로 사용하기 위해서는 상당한 이해력과 기본 지식을 필요로 한다. 대부분 디자이너들은 CAD 기능 중 일부분만을 사용하고 있다. 나머지 기능들은 엔지니어들에게 필요한 요소이다. 그 사용방법이나 절차도 복잡하다. 때로는 복잡한 형상을 간단하게 만들 수도 있지만 단순한 형태를 쉽게 만들 수 없는 경우도 있다. 디자인의 초기 발상 단계의 특징들과는 상반되는 내용들이다.

3. 관련 분야 연구

기존 CAD 시스템의 문제점을 극복하기 위해 다양한 분야에서 연구가 진행되고 있다.

우선 "Teddy"와 같이 아이디어를 실시간으로 반영하여 3D를 구현하는 기술이다[그림 3-1]. "Teddy"는 봉제 인형이나 둥근 물체와 같은 자유형태를 빠르고 쉽게 디자인하는 스케치 기반의 모델링 시스템이다. 사용자는 스크린 상에 몇 번의 2D의 실루엣 형태를 그려 넣으면 시스템이 자동적으로 3차원 표면을 구축해준다. "Teddy"는 일반 PC의 Java 환경에서 실시간으로 사용 가능하도록 만들어졌다. 다만 프로그램의 특성상 토폴로지 형태만 가능하므로 도우넛처럼 구멍을 만들 수 없다는 단점이 있다. 이 프로그램은 페인팅 기능을 추가하여 "Smooth Teddy"라는 상용 소프트웨어로 발전시켰다.



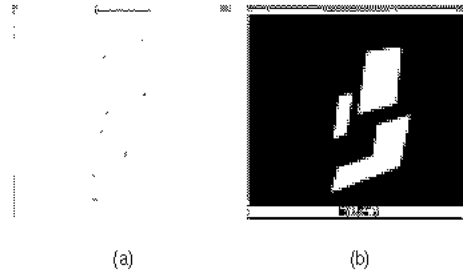
[그림 3-1] "Teddy"(a) and "SmoothTeddy"(b)

"Teddy"와 유사한 연구로 "Digital Clay"²⁾가 있다[그림 3-2]. "Digital Clay"는 프리핸드(Freehand) 스케치로부터 3D 모델

1) Takeo Igarashi, Satoshi Matsuoka, Hidehiko Tanaka : Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design. SIGGRAPH, 409-416, (1999).

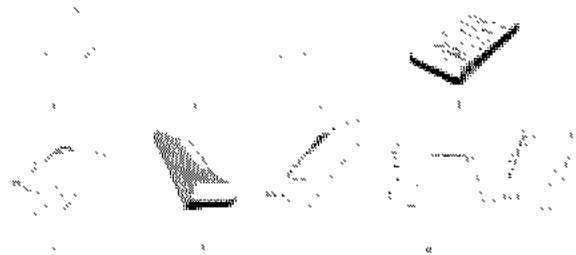
2) Eric Schweikardt, Mark D. Gross : Digital Clay: Deriving Digital Models from Freehand Sketches. Proceedings of ACADIA, Quebec City, CANADA October 22-25, 202-211, (1998).

을 구축하는 프로그램이다. 비교적 정확한 3D 모델링이 가능하나 아직 초기 연구 단계로 박스 형태의 모델밖에 표현할 수 없다는 단점이 있다.



[그림 3-2] A model of Digital Clay's Interpretation(b) of the original raw sketch(a)

"3D Sketch"³⁾는 "Digital Clay"보다 디자인의 활용 면에서는 더욱 우위에 있다고 볼 수 있다. 마치 "Teddy"와 "Digital Clay"를 합쳐 놓은 듯한 이 프로그램은 토폴로지 방식으로 형상을 구축하며 스케치도 가능하다[그림 3-3]. 하지만 전체 형태는 육면체를 벗어나지 못하는 단점이 있다.



[그림 3-3] 전자기기의 "3D SKETCH" 모델링 결과

"Digital Clay"에서 3D 모델의 소스로 사용한 프리핸드 스케치에 대한 연구들이 많이 있다. 주로 프리핸드 스케치의 거친 궤적을 기하학적인 형상으로 수정해주는 방식에 대한 연구들이 있다.

"Fluid Sketch"⁴⁾는 프리핸드 스케치를 유사한 형태의 기하학적인 형상으로 수정해 주는 프로그램이다. 사용자는 대충의 모양을 스케치 하면 실시간으로 교정을 해주는 것이다. 하지만 디자이너들은 때로는 의도적으로 프리핸드 이미지를 표현하려고 한다든지, 혹은 일반적인 기하학적인 형태에서 벗어난 형태를 그리려고 의도하기도 한다. 그러나 이 프로그램은 그

3) Jun Mitani, Hiromasa Suzuki, Fumihiko Kimura : "3D Sketch: Sketch-Based Model Reconstruction and Rendering" to appear in IFIP Workshop Series on "Geometric Modeling: Fundamentals and Applications" Organized by the IFIP Working Group 5.2, Seventh Workshop GEO-7. University of Parma, Parma, Italy, October 2-4, 85-112, (2000).

4) Arvo, J. and Novins, K. : Fluid sketches: continuous recognition and morphing of simple hand-drawn shapes. The Proceedings of UIST, (2000).

런 디자이너의 의도를 알아차리지 못한다는 단점이 있다.

“From On-line Sketching to 2D and 3D Geometry⁵⁾” 연구는 “Fluid Sketch”의 연구내용을 3차원 공간으로 확장 시킨 것이다. “Fluid Sketch”의 문제점과 제한된 기본 입체형밖에 표현할 수 없다는 단점이 있다.

“Generation CAD Models from Sketches⁶⁾” 연구는 프리핸드 스케치를 스캐닝해서 적정한 벡터 커브를 추출해내는 방법에 관한 것이다. 3D 모델링 프로그램과 연계시켜 3차원으로 확장시킬 수 있도록 발전시키고 있다. 비교적 사용자의 의도를 구체적으로 파악할 수 있다는 특징이 있다. 하지만 스캐닝을 해야 하기 때문에 실시간으로 작동하지 않고, 별도의 장비가 필요하며, 스케치 상에서 각 데이터의 중요도가 나타나지 않기 때문에 어느 정도 정리된 상태의 스케치가 아니면 일부 의도하지 않은 결과가 나올 수도 있다.

스케치같이 직관적인 방식의 인터페이스를 적용시킨 상용화된 CAD 소프트웨어가 있다. “SketchUpTM”은 박스 방식의 형태 구현의 아이디어를 건축에 적용시킨 것으로 스케치하듯이 아이디어를 전개시켜 나갈 수 있다.

“SketchUpTM”은 비교적 쉽고 빠르게 작동하며, 서페이스를 간단한 방식으로 자르고 이를 밀고 당겨서 형태를 전개시키는 독특한 인터페이스를 가지고 있다. 스케치 느낌의 렌더링과 그림자 효과를 실시간으로 구현할 수 있다. 수직 수평 구조의 건축 디자인에서는 유용하나 유기적인 형태에서는 적용하기 힘들다는 단점이 있다.

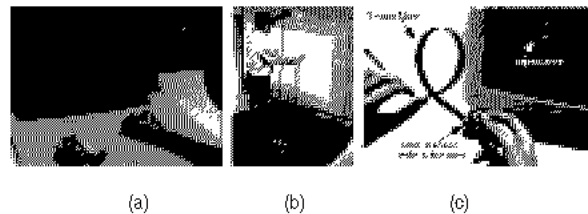
손으로 디자인 작업을 하는 데 있어 중요한 도구 중의 하나가 가이드이다. 디자이너들은 자나 그리드 같은 가이드를 통해서 비교적 정확하고 손쉽게 작업을 하게 된다. CAD 시스템에서도 이러한 가이드 역할을 할 수 있도록 물리적인 도구에 대한 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구는 주로 빌 벅스톤(Bill Buxton)이 이끌었던 Alias|Wavefront사의 연구실에서 이루어지고 있다⁸⁾. 대개 물리적 환경에서 사용되던 디자인 도구를 디지털 환경으로 옮겨 프로그램 상에 구현하는 연구들이다.

“Digital French Curve⁹⁾”는 물리적 환경에서 쓰이던 가이드인 프렌치커브(French Curve)를 그대로 프로그램 상에 구현한 것이다[그림 3-4 (a)]. 마치 프렌치커브를 사용하는 것처럼 한손으로 프렌치커브를 움직이고 다른 한손으로 그림을 그리는 방식이다. 하지만 프렌치커브를 사용하여 그릴 수 있는 한계가

있을 것이고, 굳이 프렌치커브를 사용하지 않더라도 기존의 기능으로도 커브를 그리는 데는 큰 무리가 없다. 디자인 초기 단계에서는 오히려 프렌치커브를 사용하여 시간을 지체하는 경우가 생길 수도 있다.

“Digital Tape Drawing¹⁰⁾”은 자동차 디자인에서 사용하는 테이프 드로잉(Tape Drawing) 방식을 디지털화한 것이다[그림 3-4 (b)]. 기존의 테이프 드로잉은 여러 가지 두께의 테이프를 사용하여 Outline을 만들어 가는데 비해, “Digital Tape Drawing”은 두 개의 Tracker를 사용하여 커브를 그린다. 기존의 테이프 드로잉이 평면적인 레이아웃 밖에 표현하지 못하는 반면, “Digital Tape Drawing”은 기존 커브를 이용하여 3D 모델링이 가능하다. 이 연구에서도 역시 물리적인 피드백이 큰 문제점으로 지적된다.

“Bend and Twist Sensitive Input Strip¹¹⁾”는 센서가 달려있는 유연한(Flexible)한 “Shade Tape”을 이용하여 서페이스를 구현하는 방식이다[그림 3-4 (c)].



[그림 3-4] Digital French Curve(a), Digital Tape Drawing(b) and ShadeTape(c)

Alias|Wavefront사의 연구는 두 손을 사용하여 작업한다는 장점과 실제 디자인 작업의 행동 패턴을 비교적 잘 연구하여 디지털로 구현하였다는 점을 장점으로 들 수 있다. 이러한 연구들은 물리적인 작업 환경을 그대로 디지털로 구현할 수 있었다는 가능성에 의의가 있는 듯 하다. 하지만 그래픽적인 면에 치중하고 있기 때문에 물리적인 피드백이 없다는 단점이 있다. 이러한 연구들이 탠지를 인터페이스 도구와 시스템을 이루었다면 더 좋은 결과를 얻을 수도 있을 것이다.

위에서 제시된 연구들과는 달리 초기 아이디어를 효과적으로 프리젠테이션하기 위해 간단한 3D 모델링 위에 프리핸드 스케치를 중첩시키는 기술에 대한 연구로 “Sketching and Direct CAD Modeling in Automotive Design¹²⁾”이 있다[그림 3-5]. 3D 모델의 형상을 간단하게 만들고 그 위에 스케치를 맵핑하여 효과적으로 보이게 한다는 것이다. 결과로 보아서는

5) Qin S., Wright D. and Jordanov I. : From on-line sketching to 2D and 3D geom.-etry: a system based on fuzzy knowledge. CAD, Vol.32, No.14, 851-866, (2000).

6) Roth-Koch, S. : Generating CAD model from sketches. The Proceedings of Workshop on Geometric Modelling, (2000).

7) <http://www.sketchup.com/>(connected in 1, August)

8) 현재 빌 벅스톤은 연구실 팀장에서 물러났다.

9) Singh, K. : Interactive Curve design using Digital French Curves. Proceedings of the ACM Symposium on Interactive 3D Graphics, (3DG'99).

10) Balakrishnan, R., Fitzmaurice, G., Kurtenbach, G. and Buxton, W. : Digital tape drawing. The Proceedings of UIST, (1999).

11) Ravin Balakrishnan, Goerge Fitzmaurice, Gordon Kurtenbach, Karen Singh : Exploring Interactive Curve and Surface Manipulation using a Band and Twist Sensitive Input Strip. Proceedings of 1999 ACM Symposium on Interactive 3D Graphics(3DG'99), 111-118, (1999).

12) Michael Tovey, John Owen : Sketching and Direct CAD Modeling in Automotive Design. Design Studies, Vol 21, No.6, 569-588, (2000).

“3D Sketch”와 유사하나 스케치를 이용하여 모델링을 할 수 없다는 단점과 비교적 표현력이 뛰어난 장점이 있다.



[그림 3-5] Orthographic sketch mapping model phases

3D 형상을 물리적으로 구체화시키는 데 있어서는 폐속조형 (Rapid Prototyping: 이하 RP)에 대한 연구가 대표적이라 하겠다. RP기술은 산업디자인 프로세스에서 3차원 디자인 모형 제작방법을 획기적으로 변화시키고 있다. 그러나 대부분의 기존 RP기술은 디자인 조형실험이 완성된 후 엔지니어링 특성을 점검하기 위한 3차원 모형 제작에 중점을 두고 있다. 따라서 실제 디자인분야에서 요구되는 RP기술과 기계공학 등의 엔지니어링 분야에서 활용되는 RP기술에는 다음과 같은 차이점이 있다.

우선 엔지니어링 RP모형은 완성된 CAD데이터의 완벽한 재현을 목표로 하고 있으며 구조 분석 등을 수행하기 위한 수단으로 주로 활용된다. 따라서 모델의 치수 크기 등에 있어서 높은 정확성을 요구한다. 반면 디자인 RP모형은 조형실험을 목표로 하는 경우가 많다. 아이디어를 구체화하기 위한 수단으로 활용하기 때문에 엔지니어링 RP에서와 같은 정밀도가 요구되지 않는다.

엔지니어링 RP기술의 경우 엔지니어링 전문가나 기술자들이 시스템을 사용하는 반면 디자인 RP의 경우 엔지니어링 지식이 부족한 디자이너들이 사용하는 경우가 많다. 따라서 폐속조형 장비의 사용자 인터페이스가 더욱 신중하게 고려되어야 한다.

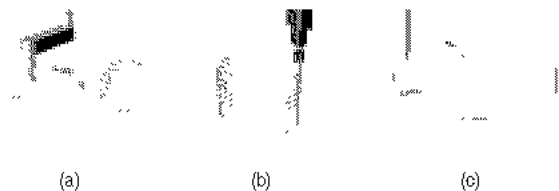
이러한 RP의 특성과 디자인 프로세스 초기의 특성을 조합하여 몇 가지 아이디어가 제시되었는데 그 중에서 형태의 신속한 구현과 관련된 부분만 보면 다음과 같다¹³⁾.

적층 지지구조 혼합형은 기존 적층방식의 폐속조형기술에 지지구조를 혼합하여 보다 신속히 전체형태를 제작하는 방법이다[그림 3-6 (a)]. 주요 단면만 프레임 형식으로 구성해주고 빈 공간은 폼(foam)분사 등을 이용하여 간단하게 채워 사용한다. 신속한 조형실험을 위해서는 각 단면간의 간격이 큰 모델일지라도 효율적으로 활용할 수 있다.

입체 직조 방식은 선재를 활용하여 공간상에서 직조하듯이 외형을 완성하는 방식이다. [그림 3-6 (b)]와 같이 일반 철사 등의 선재를 이용하여 와이어 프레임 모델과 같은 입체를 신속히 제작할 수 있다. 또한 공간 상에서 마스질을 하듯이 서로 엮갈리며 엮어 주는 방법도 고려해 볼 수 있다. 이 경우면적을 가지는 선재를 활용할 경우 더욱 효과적인 입체 표현이 가능하다

입체전개형은 두 가지 방식이 있는데, 끼우기 접기 등을 활용

하는 방법과 봉제, 풍선기법이다[그림 3-6 (c)]. 접기 방식은 입체의 표면 연결 관계를 계산하여 전개도를 자동 생성하고 접거나 끼워서 완성하는 방식이다. 조립 시 문제가 되지 않도록 접히는 부분이나 결합 부위를 고려하여 절단 및 가공하면 비교적 복잡한 형상도 간단하고 쉽게 만들 수 있다. 조립 시에는 수작업이 병행되어야 하는 단점이 있다. 봉제, 풍선기법은 봉제 인형을 만들 듯이 비닐 재질을 고주파 접착하여 기본 형상을 만들고 공기 혹은 폼 등을 주입하여 모델을 완성하는 방식이다. 필요한 경우 여러 개의 셀(cell)을 만들고 공기를 주입하면 풍선이 부풀어 오르는 듯이 형상이 완성된다. 사용 후에는 공기를 빼고 부피를 줄여 보관할 수 있다는 장점도 있고, 경우에 따라서는 내부에 액상 수지를 분사하여 형태를 고착시킬 수도 있다.



[그림 3-6] Mixed structure(a), 3D weaving(b) and Blowing(c) RP method

위에서 제시된 아이디어들이 CAD 작업 이후의 공정을 다루고 있기 때문에 실제 실시간 작업이라는 점에서 디자인 스케치에는 적용하기 힘들다.

RP의 아이디어와 유사한 소프트웨어로 “ModelCAD”¹⁴⁾를 들 수 있다. 이 소프트웨어는 3D 모델을 접기가 가능한 2D의 전개도 상태로 변환시킨다.

4. 3D³T의 개발

앞서 열서되었던 많은 아이디어들처럼 사용 용도나 상황에 따라서 적절한 해결 방안이 필요하다. 연필이나 클레이처럼 범용으로 사용할 수 있는 미디어를 제안할 수 있으면 가장 좋은 해결 방안이 될 수 있겠으나 디지털 환경 속에서 그런 미디어를 창출하기란 쉬운 일이 아니다. 또한 디자인 프로세스는 특화된 분야이고 동시공학적인 측면에서 다양한 요구에 만족해야 한다. 따라서 이러한 모든 조건을 만족하는 범용 미디어를 디자인하다 보면 결국 기존의 3D CAD 시스템이나 이와 관련된 장치들의 수준에 머물게 된다.

이 글에서는 디자인 프로세스에 적용할 수 있는 도구의 접근 방식에 대해 논의해 보았고 이를 통해 디자인 프로세스 초기에 사용할 수 있는 3D 디지털 디자인 도구(3-Dimensional Digital Design Tool: 이하 3D³T) 개발을 위한 가이드라인을 구축했다.

4-1 가이드라인

도구 디자인에 있어 본질적인 요소는 도구를 사용하는 목적과 사용자, 그리고 사용 환경이다.

13) T.J.Nam, W.S.Kim : Rapid Prototyping Technologies for Industrial Design. 폐속시작기술연구회, 5-8, (2002).

14) <http://www.modelcad.co.kr/>(connected in 1, August)

4-1-1 사용 목적

디자인 초기 단계의 3D^{3T}는 그 사용 목적에 따라 다음과 같이 두 가지로 구분할 수 있다.

첫째, 순수한 아이디어 전개용으로 사용하는 것이다.

이 경우 도구는 자유도가 높은 특성을 가지고 있어서 다양한 아이디어를 전개하는데 어려움이 없어야 한다. 이후 프로세스와의 연계가 필요 없기 때문에 정밀도에 관련된 문제나 효과적인 표현 방법도 필요하지 않다.

둘째, 디자인 개발용으로 사용하는 것이다.

이 경우 가장 중요한 핵심은 초기 아이디어를 최종 대안까지 동시공학 측면에서 결합시킨다는 것이다. 따라서 디자인 프로세스 전반에 걸쳐 사용할 수 있는 공통적인 커뮤니케이션 방식을 채택해야 하며, 동일한 데이터 형식을 적용해야 한다.

4-1-2 사용자

도구는 사용자의 요구를 충족시켜야 한다. 사용자의 특성은 그들의 행위와 깊은 관련이 있다.

첫째, 조형작업에 사용하는 것이다.

일반적으로 디자인 초심자나 디자인을 공부하는 학생들, 그리고 형태를 연구하는 사람들이 하는 작업이다. 특정한 규칙이나 패턴이 없고, 수정하는 과정이 많다. 이 경우 역시 순수한 아이디어 전개용과 마찬가지로 자유도가 높은 특성을 가진 매체여야 한다.

둘째, 디자인 전문가용으로 사용하는 것이다.

유사한 작업을 하다 보면 그 속에는 규칙과 패턴이 생겨난다. 전문가용은 이러한 규칙과 패턴을 사용성에 적용하는 것이다. 일반적인 CAD 시스템은 3D를 구현하는데 있어 몇 가지 패턴을 제시하고 있다. "Loft", "Extrude", 그리고 "Sweep" 같은 기능은 3D를 구현하는 엔지니어링 방식이긴 하지만 형태적 특성을 잘 설명하고 있다. 또한 이러한 패턴은 형태를 의도하는 대로 정확하게 표현할 뿐만 아니라, 작업 속도를 향상시킬 수도 있으며, 마무리를 깨끗하게 함으로써 정밀도를 높이기도 한다. 따라서 전문가용 도구는 사용상의 규칙과 패턴을 찾아내는 것이 무엇보다 중요하다.

4-1-3 사용 환경 및 결과물

기존 CAD의 사용 환경은 제한되어 있다. 따라서 이러한 눈점은 과거에는 논의의 여지가 없었던 부분이다. 하지만 각종 디지털 도구가 발달하고 디지털 인프라가 구축됨에 따라 CAD 시스템도 데스크 탑 환경에서 작업장으로 확대되어 가고 있다. 특히 수치제어 가공기계나 RP 장비의 출현으로 디자인에서 CAD 시스템이 더욱 폭넓게 사용되고 있다.

컴퓨터 모니터 상에서 이루어지는 3D 스케치 작업은 가상공간에서 이루어진다. 그 결과물도 2.5D의 이미지 데이터이다. 이해도를 돕기 위해 수치제어장치(NC Machine: 이하 NC 머신) 혹은 RP 장비를 이용하여 데이터를 입체화시킨다.

물리적 공간에서 이루어지는 작업은 역시 물리적인 결과를 낳게 된다. 사용되는 미디어의 종류에 따라 다소 표현 및 작업상의 차이가 생길 수 있으나, 다각적인 조형적 접근이 가능하

고 역시 물리적인 도구를 필요로 한다.

4-2 관련연구들의 도구적 특성

4-1장에서 제시한 3D^{3T} 개발을 위한 가이드라인을 종합해 보면 [표 4-1] 과 같다.

[표 4-1] 3D^{3T} 개발을 위한 가이드라인

사용목적 (Objectives)	아이디어 전개 (Idea Generation)
	디자인 개발 (Design Development)
사용자 (User)	조형개발자 (Student & Researcher)
	전문 디자이너 (Expert Designer)
환경 및 결과물 (Environment & Result)	가상의 데이터 (Virtual Data)
	물리적 대상 (Physical Object)

기존의 관련 연구들은 어떤 성격을 가지고 연구되었는지 디자인 프로세스 초기 단계의 특성들과 3D^{3T} 개발을 위한 가이드라인에 비추어 보면 다음과 같다.

[표 4-2] 관련 연구들의 특성 - (1)

관련 연구	디자인 초기 프로세스의 특성					
	Roughness	Rapidity	No Scale, No Numeric System	Simple Media	Simple Process	Manipulation
Teddy	●	●	●	●	●	×
Digital Clay	●	●	●	●	●	×
3D Sketch	●	●	●	●	●	×
Fluid Sketch	●	●	●	●	●	×
From On-line Sketching to 2D and 3D Geometry	●	●	●	×	●	×
A Mark-based Interaction	×	●	●	●	×	×
Generation CAD Models from Sketches	●	×	●	×	×	×
SketchUpTM	●	●	●	●	●	×
Digital French Curve	×	×	●	×	×	●
Digital Tape Drawing	×	●	●	●	×	●
Bend & Twist Sensitive Input Strip	×	●	●	●	×	●
Sketching and Direct CAD Modeling in Automotive Design	●	×	●	×	×	×
Design RP	●	×	×	×	×	×
ModelCAD	×	×	×	×	×	×

[표 4-3] 관련 연구들의 특성 - (2)

관련 연구	3D ³ T 개발을 위한 가이드라인					
	Objectives		User		Environment & Result	
	Idea Generation	Design Development	Student & Researcher	Professional Designer	Virtual Data	Physical Object
Teddy	●	×	●	×	●	×
Digital Clay	●	×	●	×	●	×
3D Sketch	●	×	●	●	●	×
Fluid Sketch	●	×	●	×	●	×
From On-line Sketching to 2D and 3D Geometry	●	×	●	×	●	×
A Mark-based Iteration	●	×	●	●	●	×
Generation CAD Models from Sketches	×	●	×	●	●	×
SketchUp	●	●	●	●	●	×
Digital French Curve	×	●	×	●	●	×
Digital Tape Drawing	×	●	×	●	●	×
Bend & Twist Sensitive Input Strip	×	●	×	●	●	×
Sketching and Direct CAD Modeling in Automotive Design	●	●	●	●	●	×
Design RP	●	×	●	●	●	●
ModelCAD	●	●	●	●	●	●

[표 4-2],[표 4-3]에서와 같이 기존 연구들의 특성을 살펴볼 때, 전반적으로 디자인 초기 프로세스의 문제점에 대한 연구들은 초기 단계라 숙련자들이 사용하기에는 다소 부족한 부분들이 많이 있다. 특히 실제적인 디자인 작업과의 연장선상에서 사용할 수 있는 방법들이라고 말하기 보다는 조형 연습을 위한 연구용 도구라는 측면이 더욱 강하다. 아직 숙련된 디자이너들을 위해 사용할 수 있는 도구들에 대한 많은 연구가 이루어져야 할 필요가 있다.

이 논문에서는 초심자들 뿐 아니라 전문가들까지 사용할 수 있도록 사용성의 폭을 넓히고, 가능한 기존의 디자인 활동의 패턴을 수용하여 디자인 작업에 있어 경험의 연속성을 유지할 수 있는 도구를 제안하고자 한다.

4-3 3D³T 개발 대안

기존의 3D CAD 시스템을 개선하는 방안은 세 가지 방식이 있다.

첫째, 현재의 시스템을 보완하는 측면에서 GUI나 명령어 수행방식을 개선하는 것이다.

기존의 연구 방식들이 대개 이 방향으로 전개되고 있다.

둘째, 디자인 초기 단계에 적합한 물리적인 인터렉션 도구를 적절하게 디자인하는 것이다.

Alias|Wavefront사의 연구 주제들이 대표적이다. 이 밖에 "PhantomTM"이나 "ReachinTM" 같은 가상현실 도구들을 들 수 있다.

셋째, 앞서 제시한 3D 디지털 디자인 도구 가이드라인에 따라 새롭게 디자인하는 것이다.

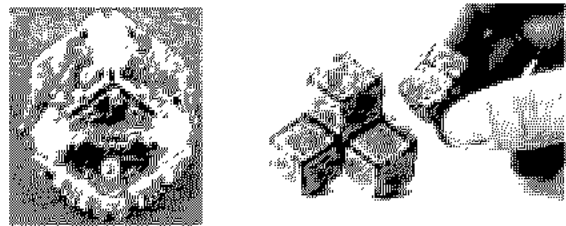
이 글에서는 마지막에 언급한 방식으로 대안을 제시하였다. 다소 시스템 개발이 어려울 수 있으나 CAD 시스템을 디자인적 측면에서 효율적으로 개발하기 위해서는 프로세스 전반에 걸친 제고가 필요하다고 본다.

4-3-1 대안 1: Digital Design Clay

• Concept

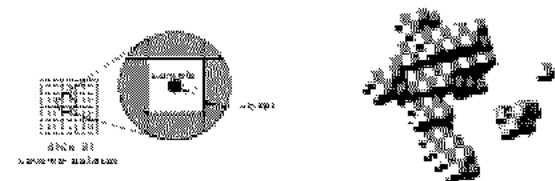
클레이는 디자인 전 프로세스에 걸쳐 널리 사용하는 미디어 중의 하나이다. 클레이는 쉽게 만들 수 있고, 작업상의 특정한 프로세스가 없고, 표현 가능성이 풍부하고, 정밀한 표현도 가능하다라는 점에서 중요한 디자인 발상 도구 중의 하나이다.

"Digital Design Clay"는 이러한 클레이의 특성을 디지털로 변환시킨 것이다. 앞서 제시했던 "Digital Clay"에 관한 연구는 물리적인 클레이와는 실제적인 연관관계가 없다. 여기서 말하는 "Digital Design Clay"는 PARC(Palo Alto Research Center)사의 "Lattice Robot"분야의 연구 중 "Digital Clay"에 대한 연구를 보면 이해가 쉽다¹⁵⁾. [그림 4-1]은 PARC에서 연구하고 있는 "Digital Clay" 모듈을 보여주고 있다.



[그림 4-1] 'Digital Clay' of PARC

"Digital Design Clay"의 컨셉은 사이즈가 작은 PARC의 "Digital Clay"라고 생각하면 된다. 이 모듈은 자체에 동력과 전자석을 가지고 있어 다른 모듈과 결합 분리가 가능하다. 위치 좌표 센서와 송수신 모듈이 장착되어 있어 현재의 위치를 컴퓨터의 가상공간 속에 복셀(voxel) 단위로 구현하는 것이 가능하다. 따라서 역으로 이미 만들어진 "Digital Clay"의 데이터나 일반 3D 모델링 데이터를 복셀 단위의 위치 좌표로 변환하여 재현하는 것이 가능하다.



[그림 4-2] Voxel and Shape constructed with Voxel

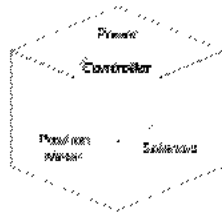
15)

<http://www2.parc.com/spl/projects/modrobots/lattice/digitalclay/index.html> (connected in 1, August)

가능한 사이즈가 작아야 한다는 제한점이 있지만 손으로 클레이 작업을 하는 것과 유사한 방식으로 작업을 할 수 있다는 장점이 있다. 손으로 형상을 만들기 때문에 PARC의 "Digital Clay"처럼 모듈 자체가 이동성을 가질 필요가 없으므로 소형화가 가능하다.

• Technology

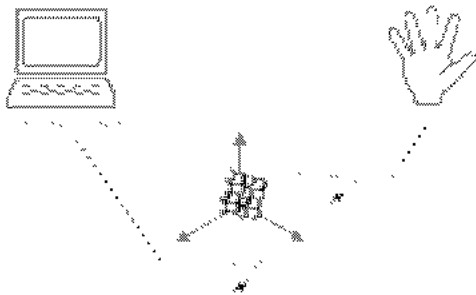
이 방식은 소형화기술이 필수적이다. 나노 테크놀로지가 결합된다면 실제 클레이와 같이 정밀한 표현도 가능해질 것이다. "Digital Design Clay"는 독립체로 설계되어 있고, 소형의 대량 미디어이기 때문에 전력을 공급해 주는 기술이 중요하다. 유도 축전 기술을 이용하여 "Power Plate"위에서 소형 모듈 속에 내장된 충전지로 전력을 보내는 기술이나 무선 전력 송수신 기술이 필요하다.



[그림 4-3] Digital Design Clay 모듈 구조

• System layout

이 시스템은 3D "Co-ordinate Space", "Computer System", "Digital Design Clay"의 세 가지 부분으로 구성되어 있다. "Digital Design Clay"는 "Co-ordinate Space" 상에서 작업이 이루어진다. "Co-ordinate Space"의 위치센서(Position Sensor)가 "Digital Design Clay"모듈의 위치계측기(Position Meter)와 위치 정보를 주고받으면서 그 데이터를 컴퓨터로 보내며, "Computer System"은 이러한 정보를 시각적으로 구현하고, 다른 데이터 방식으로 전환하는 기능을 한다.



[그림 4-4] Digital Design Clay System Layout

• 3D Modeling Process

이 시스템은 디자인 프로세스의 전 과정에 걸쳐 사용할 수 있다. 우선 초기 아이디어 단계에서는 손으로 "Digital Design Clay"를 주물러 원하는 형태로 만든다. 일정 크기 이하로 문

쳐진 "Clay" 모듈은 자성을 잃게 된다.

모듈이 만드는 형태는 실시간으로 컴퓨터상에서 모델링 되어진다.

모듈 전체에 대한 각각의 컨트롤 역시 컴퓨터에서 가능하다. 만들어진 형상은 새로운 형상을 만들기 위해 새롭게 세팅할 때 컴퓨터에 자동적으로 기록된다.

형상을 재현하는 프로세스는 다음과 같다.

이미 만들었던 형상에 대한 데이터를 불러들여 좌표 값을 "Co-ordinate Space"를 통해 각 모듈로 보낸다.

손으로 "Co-ordinate Space" 상에 좌표 원점을 중심으로 모듈을 떨어뜨리면 각 불러들인 데이터 상의 좌표 값의 범위에 들어오면 자성이 생기게 된다. 이렇게 자성을 띤 모듈들이 자연스럽게 결합하여 원하는 형태를 만들게 된다.

컴퓨터로 만들어진 3D 모델도 같은 방식으로 재현할 수 있다.

4-3-2 대안 2: Tangible Sweep

• Concept

힘, 속도, 그리고 정밀도 요소는, 인간과 기계의 구조를 비교하여 볼 때, 상당한 트레이닝을 통해서도 인간으로서는 성취하기 힘든 부분들이다. 특히 3D 실물 모형 제작하는 데 있어 사용하는 클레이(clay)나 폼(foam)을 디자이너들이 원하는 형상으로 가공하기란 쉬운 일이 아니다. 하지만 프렌치커프와 같은 가이드가 있다면 작업이 훨씬 쉬워진다.

가이드는 인간의 정밀도를 보정해 주는 동시에 작업 시간을 단축시켜 준다.

"Tangible Sweep"는 가이드와 날(Blade)을 이용하여 클레이를 가공하는 모델러들의 행동 패턴과 3D 컴퓨터 모델링 방식을 결합한 대안이다.

일반적으로 초심자는 초기에 형태를 제대로 만들기가 어렵지만, 전문가들은 디자인 초기 단계부터 완성도가 높은 아이디어를 제시한다. 따라서 전문가들에게는 높은 질(Quality)의 도구가 필요하다.

"Sweep"는 3D 컴퓨터 모델링에서 서페이스를 만드는 방법 중의 하나이다. 단면(section)과 이 단면이 지나가는 경로(path)를 가지고 모델링 하는 것이다. 즉 클레이칼(Clays Blade)를 단면에, 모델러의 정밀한 손놀림을 모델링 경로에 맵핑시킨 것이다.

시스템은 칼날의 단면 데이터와 가이드의 경로 데이터를 바탕으로 모델링을 하게 된다.

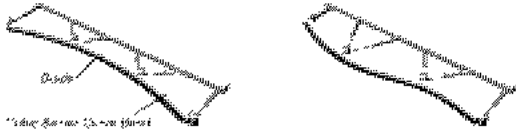
칼날과 경로를 만드는 부분에 모터를 장착하여 컴퓨터로 컨트롤하면 NC 머신과 같이 형태의 재현 뿐 아니라 자동 모델링도 가능하다.

• Technology

팬텀(Phantom™)과 같은 햅틱(haptic) 테크놀로지 제어 방식과 복셀 모델링 방식을 적용한다. "Blade"와 "Guide"는 유연성 있는 밴드(Bend) 방식이며, 밴드는 "Cubic Bezier Curve"를 구현이 가능하도록 위치 이동이 가능한 4개의 "Control Point"가 있다. 각 "Control Point" 위치에는 센서와 스테핑 모터가 장착되어 있다[그림 4-5].

단면과 경로의 구현은 기본적으로 "Cubic Bezier Curve"를 원칙으로 한다.¹⁶⁾

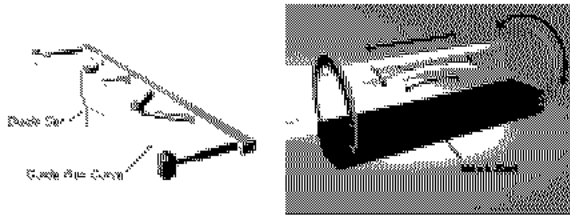
이 시스템은 로봇과 유사한 정밀도로 작동하는 일종의 NC 머신이다. 수동 작업도 가능하다는 장점을 가진다.



[그림 4-5] Tangible Sweep Blade Set and Guide Set

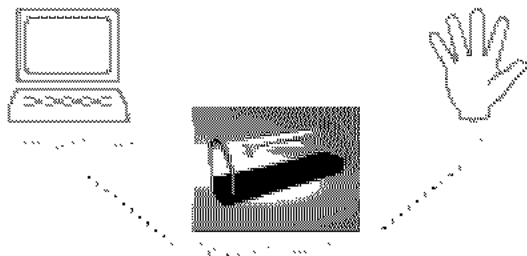
• System layout

"Blade"는 "Guide의 Band"에 맞물려서 움직이게 된다. "Guide"는 클레이가 놓인 "Bed"의 레일을 따라 움직이게 된다[그림 4-6].



[그림 4-6] Tangible Sweep Guide set and Working Boundary

데이터 전송을 위해 Bed와 컴퓨터 시스템이 연결되어 있다[그림 4-7].



[그림 4-7] Tangible Sweep System Layout

• 3D Modeling Process

클레이를 "Bed" 위에 세팅한 후 원하는 단면을 "Blade"에 수동으로 세팅한다. 원하는 경로를 "Guide"에 수동으로 세팅한다.

클레이를 쥐어내면 동시에 컴퓨터에 복셀 이미지(voxel image)가 모델링 된다.

재현 과정은 기존의 데이터를 바탕으로 이루어지며, 일반적인

16) Bae, S.-H., Kim, W.-S. and Kwon, E.-S. : Digital styling for designers: sketch emulation in computer environment. Computational Science and Its Applications-ICCSA2003, LNCS 2669, Part3, 690-700, (2003).

3D 컴퓨터 모델은 NC 머신처럼 서페이스를 분석해서 작업 경로를 설정해주는 과정을 거쳐야 한다.

5. 3D³T의 특성

[표 5-1] 디자인 3D 디지털 디자인 도구 개발 가이드라인

Related Work	Development Guidelines for Design 3D Sketch					
	Objectives		User		Environment & Result	
	Idea Generation	Design Development	Student & Researcher	Professional Designer	Virtual Data	Physical Object
Design Clay System	●	●	●	●	●	●
Tangible Sweep	●	●	×	●	●	●

4-3 장에서 제시한 대안들은 [표 5-1]과 같은 가이드라인에 의해 만들어졌으며, 그 특징은 다음과 같다.

• Tangible 3D Sketch Tool

손이 중요한 역할을 하는 디자인 개발 도구이다. 손은 어떠한 도구보다도 자유롭게 다룰 수 있다. 따라서 표현력이 우수하고, 형태 구현과 피드백이 실시간으로 일어나는 전통적인 방식을 따른다.

• 실시간 데이터화가 가능한 물리적 디지털 도구

스케치로부터 직접적으로 기하학적인 형상이나 3차원 형태로 발전시키는 것처럼 실시간으로 디지털 데이터화가 가능하다. 물리적 환경에서 사용하는 도구들임에도 불구하고 다른 미디어를 사용하지 않고도 스스로 데이터를 생성한다. CAD라는 디지털 도구와 시스템을 이루고 있음에도 불구하고 물리적인 환경과의 구분을 없었다.

• 재현이 가능한 아이디어 발상 도구

형태의 구현에만 사용하는 도구가 아니라 형태의 재현도 가능한 도구이다. 두 가지의 대안은 모두 그 자체가 입력 도구가 자 출력 도구이다. 따라서 제품 개발 전반에 걸쳐 지속적으로 검토와 수정이 가능하며, 부가적인 입출력 장비가 필요하지 않다.

6. 결론

디자인과 관련한 CAD 분야의 많은 연구들이 사용자 중심으로 개선하려는 노력을 많이 하고 있다. 특히 스케치와 같은 직관적이고 정성적인 요소를 디지털화하기 위해 다양한 아이디어들이 전개되고 있다. 이 글은 디자이너들의 스케치 도구를 연구하던 "Digital Styling for Designers: Sketch Emulation in Computer Environment"¹⁷⁾와 "Digital Styling for Designers: 3D Plane-Symmetric Freeform Curve Creation Using Sketch Interface"¹⁸⁾의 연장선상에서 연구된 것이다.

17) ibid.

18) Bae, S.-H., Kijima, R. and Kim, W.-S. : Digital styling for designers: 3D plane-symmetric freeform curve creation using sketch interface. Computational Science and Its Applications-ICCSA2003,

이 연구에서는 3D 디지털 도구에 대한 가이드라인을 제시하고, 이 가이드라인에 따라 기존의 연구 방법들을 체크리스트 기법을 사용하여 분석하였다. 그 결과를 바탕으로 디자인 초기 단계의 3D 디지털 도구에 대한 2가지 개발 대안을 제시하였다. 이러한 디자인 환경의 개선에 대한 노력은 디자인 작업의 개선 뿐 아니라 제품 생산 전체에 영향을 준다. 구체적으로 이 연구가 디자인 분야에 공헌할 수 있는 바를 예상하자면 다음과 같다.

• **형태의 다차원적 접근이 가능하다.**

기존의 2.5D 환경의 접근 방법과는 달리, 실제 공간에서 시, 촉각적 접근이 동시에 다차원적으로 이루어진다. 손을 사용하고 물리적 환경에서 이루어지는 작업이므로 보다 생생하고 직접적인 피드백이 가능하다. 따라서 디자이너들의 직관적이고 감성적인 접근에 유용한 방식이다.

• **동일한 입출력 도구의 사용으로 발상과 전개, 종합의 과정이 통합되어 있다.**

동시공학적인 측면을 염두에 두고 제안되었다. 디자인의 초기 발상을 개발 전 과정에 걸쳐 지속적으로 발전시키기 위해 프로세스 전 과정의 형태적 커뮤니케이션 언어를 통일시키고자 한 것이다. 이러한 목적을 수행하기 위해 발상에 사용되었던 형태를 지속적으로 재현하는 것은 이와 같은 디지털 도구들로 구현 가능한 장점이라고 할 수 있다.

• **"Facelift"와 같은 부분적인 디자인 개발에도 유용하게 사용될 수 있다.**

컴퓨터로 작업한 3D 모델도 재현이 가능하므로, 대안들에 제시된 도구를 통해 출력한 다음 수정을 하면 작업 프로세스를 효율적으로 운영할 수 있다. 즉 편집 도구로서도 사용이 가능하다.

• **엔지니어링 방식이 배제된 디자인 프로세스를 제공한다.**

프로세스 전반에 걸쳐 엔지니어링 방식의 다른 도구의 개입이 필요 없고 바로생산으로 연결 될 수 있기 때문에 디자이너의 생각의 적극적으로 반영될 수 있다. 이른바 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 CAD 도구이다.

• **인간과 컴퓨터 및 기계와의 조화로운 협업에 대한 가능성을 시사하고 있다.**

디지털 기술이 인간의 행동 양식을 수용할 수 있게 되었다. 인간은 더 이상 기계 방식의 훈련을 받지 않고서도 기계를 사용할 수 있다. 인간과 기계, 그리고 인간과 컴퓨터가 서로의 영역을 침범하지 않고서도 조화로운 작업을 수행할 수 있다는 가능성을 발견할 수 있다.

이러한 분야의 지속적인 연구는 새로운 테크놀로지에 의한 인터페이스의 개선과 이를 통한 생산 혁신에 지대한 영향을 끼칠 것으로 예상된다.

LNCS 2669, Part3, 701-710, (2003).

참고문헌

- Arvo, J. and Novins, K. : Fluid sketches: continuous recognition and morphing of simple hand-drawn shapes. The Proceedings of UIST, (2000).
- Balakrishnan, R., Fitzmaurice, G., Kurtenbach, G. and Buxton, W. : Digital tape drawing. The Proceedings of UIST, (1999).
- Bae, S.-H., Kim, W.-S. and Kwon, E.-S. : Digital styling for designers: sketch emulation in computer environment. Computational Science and Its Applications-ICCSA2003, LNCS 2669, Part3, 690-700, (2003).
- Bae, S.-H., Kijima, R. and Kim, W.-S. : Digital styling for designers: 3D plane-symmetric freeform curve creation using sketch interface. Computational Science and Its Applications-ICCSA2003, LNCS 2669, Part3, 701-710, (2003).
- Eric Schweikardt, Mark D. Gross : Digital Clay: Deriving Digital Models from Freehand Sketches. Proceedings of ACADIA, Quebec City, CANADA October 22-25, 202-211, (1998).
- Jun Mitani, Hiromasa Suzuki, Fumihiko Kimura : "3D Sketch: Sketch-Based Model Reconstruction and Rendering" to appear in IFIP Workshop Series on "Geometric Modeling: Fundamentals and Applications" Organized by the IFIP Working Group 5.2, Seventh Workshop GEO-7. University of Parma, Parma, Italy, October 2-4, 85-112, (2000).
- Michael Tovey, John Owen : Sketching and Direct CAD Modeling in Automotive Design. Design Studies, Vol 21, No.6, 569-588, (2000).
- Qin S., Wright D. and Jordanov I. : From on-line sketching to 2D and 3D geom-etry: a system based on fuzzy knowledge. CAD, Vol.32, No.14, 851-866, (2000).
- Ravin Balakrishnan, Goerge Fitzmaurice, Gordon Kurtenbach, Karen Singh : Exploring Interactive Curve and Surface Manipulation using a Band and Twist Sensitive Input Strip. Proceedings of 1999 ACM Symposium on Interactive 3D Graphics(3DGI'99), 111-118, (1999).
- Roth-Koch, S. : Generating CAD model from sketches. The Proceedings of Workshop on Geometric Modelling, (2000).
- Singh, K. : Interactive Curve design using Digital French Curves. Proceedings of the ACM Symposium on Interactive 3D Graphics(3DGI'99).
- Takeo Igarashi, Satoshi Matsuoka, Hidehiko Tanaka : Teddy: A Sketching Interface for 3D Freeform Design. SIGGRAPH, 409-416, (1999).
- T.J.Nam, W.S.Kim : Rapid Prototyping Technologies for Industrial Design. 쾌속시작기술연구회, 5-8, (2002).