

## 2D 애니메이션 기법을 도입한 3D 애니메이션 연구

아주대학교 이인권

### 1. 서론

영화와 TV 매체가 발명된 이후 애니메이션은 보는 이들에게 즐거움을 주어 왔다. 필자도 어릴때 TV에서 우주소년 아톰을, 극장에서는 로봇 태권브이를 보며 열광했던 기억을 생생하게 지니고 있다. 정기적으로 방영되는 한 TV 프로그램에서는 미키마우스라든지 도널드 덕과 같은 디즈니 만화의 주인공들을 심심치 않게 만날 수 있었다. 지금은 비디오나 DVD로 쉽게 접할 수 있지만, 당시에는 TV를 통해 한정된 시간에만 만날 수 있었는데, 이런 작품들이 매우 역사가 깊다는 사실이 당시에조차 무척 놀라왔다.

90년대 중반 Toy Story가 발표되면서 불기 시작한 3D 애니메이션 영화 이전에 거의 모든 작품들은 (사실 현재까지도) 2D 셀 애니메이션이었다. 셀 애니메이션은 복잡하고 손이 많이 가는 제작 과정을 통해 만들어지는데, 근래에 컴퓨터 기술이 발전하면서 이 제작 과정에도 컴퓨터 기술이 많이 도입되어 있다는 사실은 잘 알려져 있다. 2D 애니메이션을 많이 제작하는 나라는 주로 미국과 일본을 들 수 있었는데, 두 나라의 문화적인 차이만큼이나 그 내용도 천양지차인 것 같다. 미국의 애니메이션은 유머와 정형화된 할리우드식 기승전결이 결합되어 있는 형태이며, 나이에 상관없이 모두 함께 즐길 수 있다는 장점을 가지고 있다. 일본의 애니메이션으로 유명한 것들 중에는 실험적인 작품들이 많으며, 마니아층도 어느 정도 한정적인 경우가 많다.

2001년 여름, 엄청난 기대와 함께 개봉되었던 "Final Fantasy"-극장용 3D 애니메이션 영화[1]가, 예상하지 못했던 실패로 끝나면서, 애니메이션 제작 업계들 간에는 "실사와 흡사함"을 추구하는 애니메이션은 반드시 실패한다는 말이 공공연히 나돌기 시

작했다. 그도 그럴 것이 Toy Story, Bug's Life, ANTS, Shrek, Monster's Inc., 등 전통적인 2D 애니메이션 기법을 따라 제작되었던 작품들의 큰 성공에 비해 digital actor 실현에 도전했던 Final Fantasy는 실패로 끝났기 때문이다. 결국 엔터테인먼트 분야의 3D 애니메이션은 기술적, 현실감과 같은 요소보다는 재미와 오락성이 우선된다는 것이며, 오랫동안 디즈니와 할리우드 스타일의 2D 셀 애니메이션 작품들에 익숙해져 있는 관객들에게 어중간한 현실감은 오히려 흥행에 마이너스가 된다는 사실이 증명된 것이다.

컴퓨터 그래픽스 연구에 종사하고 있는 필자에게 이러한 현상은 하나의 충격이었다. 오래전부터 컴퓨터 애니메이션 연구 분야에서는 진짜 사람의 동작과 같은 애니메이션 캐릭터를 만들어 보자는 목표를 추구해 왔고, 실제로 모션 캡처 장비가 일반화되면서 실제 인물과 흡사한 동작을 하는 캐릭터를 만들어 내는 것이 가능해 졌다. 그러나 위에 열거한 성공한 작품들의 경우에는 모션 캡처 데이터를 전혀 쓰지 않고 수작업으로 키 프레임 작업을 통해 만들어진 작품들이 대부분이다. 즉, 컴퓨터 애니메이션 분야의 연구에서 그와 같은 전통 애니메이션 형태의 요소를 효과적으로 재현해 낼 수 있는 방법을 찾아내는 것이 필요한 것이다.

본 기고에서는, 이러한 점을 감안하여 최근에 수행되고 있는 애니메이션 분야 연구들 중에서 2D 애니메이션 기법을 3D 애니메이션에 적용하는 사례들을 살펴보고, 앞으로의 연구 방향에 대하여 함께 생각해 보는 기회를 갖고자 한다. 후반부에는 2D 애니메이션 기법 중에 연구 분야에서 고려할 수 있는 몇 가지 기법들을 살펴보려 한다. 기술적인 면에 익숙해져 있는 독자들에게 조금이나마 도움이 되는 소개의 글이 되기를 바란다.

## 2. 2D 애니메이션 기법의 3D 애니메이션 연구 적용 사례

### 2.1 John Lasseter

John Lasseter는 일찍이 디즈니사의 직원으로 “여우와 사냥개”, “미키의 크리스마스 캐럴” 등의 애니메이션 제작에 참여한 바 있으며 80년대에 Pixar로 옮기면서 “Luxo Jr.,” “Tin Toy” 등의 명작 단편 3D 애니메이션 등을 감독하였다. 1995년에 마침내 “Toy Story”를 감독하여 3D 애니메이션 영화의 장을 열었으며, 98년과 99년 “A Bug’s Life” 와 “Toy Story 2”를 발표하였다. John Lasseter는 전통 애니메이션 제작 전문가로서 3D 애니메이션 필름을 태동시킨 장본인으로서, 1987년에는 SIGGRAPH에서 3D 애니메이션 제작에 적용될 수 있는 전통 애니메이션 테크닉을 소개하는 논문[1]을 발표하여 많은 공감을 얻었다.

이 논문에서 Lasseter는 애니메이션의 주요 테크닉을 11가지로 요약하여 소개하였는데 “Squash and Stretch”, “Timing”, “Anticipation”, “Staging”, “Follow Through and Overlapping”, “Straight Ahead Action and Pose-To-Pose Action”, “Slow In and Out”, “Arcs”, “Exaggeration”, “Secondary Action”, “Appeal” 등이 그것이다. 이 논문은 현재까지도 3D 애니메이션 제작에서 전통 애니메이션 기법을 적용하는 데 있어 기본이 되는 바이블로 여겨지고 있다.

### 2.2 음함수 곡면(implicit Surfaces)

Implicit surface[2,3]는 흔히 blobby model 또는 soft object 등으로 불리는 primitive 기반의 모델링으로 제작되는 경우가 많다. Field function이 흔히 대칭형으로 정의되기 때문에 이런 기법의 컴포넌트들은 원형, 타원형 등의 유연한 형태를 이루는 경우가 많고, 따라서 최종 결과물들도 애니메이션 캐릭터와 비슷한 장난감 같은 캐릭터를 쉽게 표현할 수 있다.

Opalach 등[4]은 implicit surface를 이용하여 전통 애니메이션 기법을 시뮬레이션 할 수 있는 하나의 플랫폼을 제안하였다. 모델은 joint와 skeleton위에 implicit surface를 매칭하였으며, 그 위에 flesh primitive라는 작은 primitive를 둬으로써 squash and stretch 등의 애니메이션 효과를 거둘 수 있도록 하였다(그림 1).

이 연구는 skeleton의 길이를 고정되지 않도록 하였다는데에서 의미를 부여할 수 있으나, 실제로 이러한 플랫폼의 효과가 전통 애니메이션의 기법을 재현하는데 효율적이었는지 하는데에는 이론의 여지가 많다고 하겠다.



그림 1 Opalach 등의 음함수 곡면(implicit surface) 모델로 제작된 공룡 애니메이션(Opalach 등의 Disney Effects Using Implicit Surfaces 논문에서 발췌)

### 2.3 특정 시야 왜곡(View-Specific Distortion)

Paul Rademacher[5]는 1999년 SIGGRAPH에서 2D 애니메이션의 또 다른 측면을 고려한 연구를 발표하였다. 흔히 2D 애니메이션 캐릭터는 실제 인물과는 다르게 카메라가 보는 방향에 따라 모델이 심하게 변하는 distortion을 만들어 낸다. 그림 2의 original input의 reference drawing에서 보듯 토끼를 옆에서 보았을 때에도 두 눈은 정면에서 잘 보이게 되어 있는데, 흔히 2D 애니메이션에서는 이런 기법이 사용된다. 고정된 3D 모델을 이용하여서는 절대로 이런 장면을 만들어 낼 수 없으므로, Rademacher는 reference drawing에 따라 3D 모델을 deformation한 후, 중간 view에 대해서는 interpolation 기법을 이용하여 장면을 만들어 내는 방식을 취하였다. 이 논문은 2D 애니메이션의 모델 변형에 관하여 심각하게 다룬 첫 번째 논문으로 많은 것을 시사하였다. 그

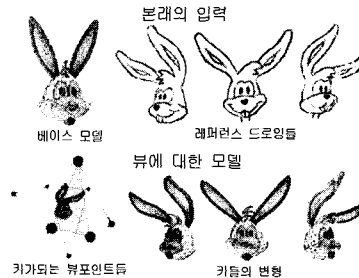


그림 2 Paul Rademacher의 특정 시야 왜곡(view-specific distortion)을 적용한 연구의 개념(Paul Rademacher의 1999년 SIGGRAPH 논문에서 발췌)

러나 모델 변형 이외에 동작의 특징을 적용하는 데에 관하여는 언급이 되지 않았다.

### 2.4 만화 캡처(Cartoon Capture)

Bregler 등[6]은 전통 애니메이션 필름으로부터 동작을 캡처하여 3D 애니메이션에 적용하거나, 다른 2D 애니메이션 캐릭터에 적용하는 방법을 제안하였다. Source와 Target 모델 간에 key shape을 몇 가지 정의한 후, 중간 동작들에 대해서는 key shape의 변형에 대한 Affine motion의 interpolation을 이용하여 연속적인 동작을 만들어 내었는데, 이러한 방법을 이용하여 2D 애니메이션 캐릭터의 동작을 retargetting 하거나, skeleton 애니메이션을 2D 애니메이션 스타일로 변형하는 예를 보여 주었다. 기본적으로 computer vision에서 사용하는 많은 테크닉들이 사용되었다. 예제는 매우 매력적으로 보이는데, 일반화 하는데에는 많은 문제점들이 따를 것으로 예상된다.

Park, Choi, Shin 등이 역시 2002년에 발표한 논문 [7]에서는 실사 비디오 캐릭터의 동작을 주어진 모션 캡처 데이터에서 검색하여 가까운 것을 비디오 캐릭터의 동작으로 변형하는 방법을 제안하였는데, 이러한 방법이 cartoon capture를 위해서도 효과적으로 사용될 수 있으리라 생각된다.

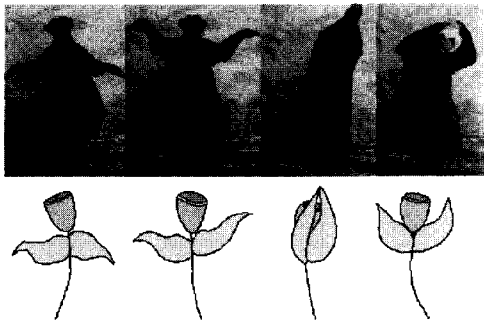


그림 3 공 Baloo의 동작을 꽃의 동작으로 재목표화(retargetting) 한 예(Bregler 등의 SIGGRAPH 2002 논문에서 발체)

### 2.5 얼굴 표정 애니메이션을 위한 자동 기대 효과 추가

김동선 등[8]은 얼굴 표정 애니메이션에서 2D 애니메이션 테크닉을 자동 적용하기 위해 기대 효과(anticipation)을 자동 추가하는 방법에 관하여 연구

하였다. 기대 효과는 흔히 메인 동작이 일어나는 반대방향으로의 동작을 메인 동작 앞에 짧게 추가하는 형태로 만들어지는데, 이러한 점에 착안하여 기대 효과가 될 수 있는 동작의 pair를 주어진 애니메이션에서 검색하고 이를 자동으로 추가하게 함으로써 모션 캡처와 같은 방법으로 만들어진 기존의 얼굴애니메이션에 2D 애니메이션의 느낌을 주는 것을 가능하게 하였다. 그림 4는 만들어진 얼굴 표정 애니메이션의 예이다.

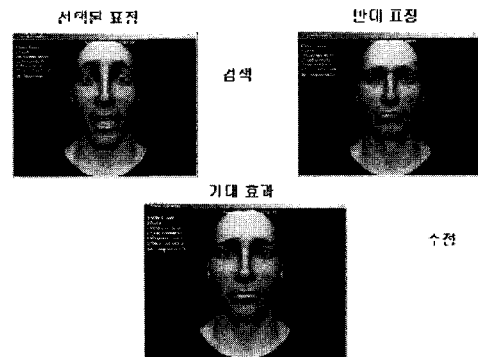


그림 4 얼굴 표정 애니메이션에 자동 기대 효과를 추가하는 예

### 2.6 그 밖의 연구

그 밖에도 Agawala 등[9]은 비디오를 찍어 이를 2D 애니메이션으로 자동으로 바꾸는 연구를 수행하였으며, Chenny[10]는 물체의 움직임에 squash-and-stretch 효과를 주기 위하여 물리적인 시뮬레이션이 아닌 간단한 변형을 이용하여 실시간 애니메이션에 적용하기도 하였다.

## 3. 몇 가지 2D 애니메이션 기법의 소개

본 절에서는 [11]에 소개되어 있는 2D 애니메이션 테크닉들 중에서 필자에게 관심을 끌었던 몇 가지 기법들을 소개하려고 한다. 이미 [1]에 언급되어 많이 알려져 있는 것을 제외하고도 상당히 많은 세부적인 기법들이 존재하며, 이러한 것들을 체계적으로 검토해 보는 것도 의미 있는 일이라 생각된다. 모든 그림은 [11]에서 발췌하였음을 미리 알려 둔다.

흔히 Squash-and-stretch라 알려져 있는 기법은 물체의 속도가 빨라지면 운동 방향으로 물체가 길쭉하게 변형된다는 것이다. 그림 5에서는 이러한 기법

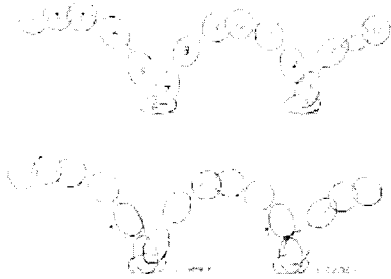


그림 5 찌그러졌다가 늘어나기(Squash-and-stretch)

을 적용할 때, 충돌이 있다면, 충돌을 하는 순간의 장면을 키 프레임으로 반드시 그려야 한다는 것을 보여주고 있다. 충돌 장면을 그릴 때에는 들어오는 순간에서의 충돌장면을 그린다는 것도 유의할 점이다.



그림 6 늘어난 모양을 적용한 인비트윈(Elongated Inbetweens)

그림 6은 Elongated Inbetweens 라는 기법을 소개하고 있다. 캐릭터가 고개를 흔들 때, 이러한 중간 그림을 넣어서 장면의 재미를 더하는 방식인데, 이것은 3D 애니메이션의 motion blur와는 좀 차이가 있다.

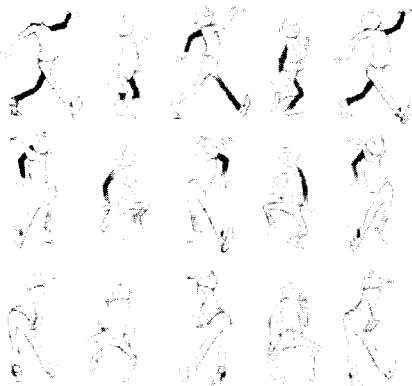


그림 7 애니메이션에서 보행의 여러 가지 예

Elongated Inbetween을 만들어 내려면 실루엣을 제외한 모델의 특징과 구성요소를 잘 배치한 완전히 새로운 모델을 렌더링해야 할 것이다.

그림 7은 애니메이션에서 흔히 사용되는 재미있는 보행 자세에 관한 기법을 보여주고 있다. 이러한 경험적인 규칙들이 논리적으로 법칙화 될 수 있는지에 대한 관심이 필요하다고 여겨진다.

#### 4. 결론

본 기고에서는 3D 애니메이션 분야에 도입되고 있는 전통 2D 애니메이션의 기법들을 중심으로 사례를 살펴보았으며, 몇 가지 2D 애니메이션 기법들을 소개하였다. 소개된 것들은 극히 일부에 지나지 않으며, 앞으로 3D 애니메이션 연구 분야에서도 이러한 분야에 관심을 가지는 것이 필요하다고 생각된다. 그러나 언제나 명심할 사항은 애니메이션이란 결국 작품으로 성공해야 하며, 그러기 위해서는 제작과 기술의 만남이 무엇보다도 중요한 것이라는 점이다.

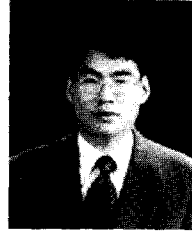
#### 참고문헌

- [1] John Lasseter, "Principles of Traditional Animation Applied to 3D Computer Animation," Proceedings of SIGGRAPH '87:35-44, 1987.
- [2] Jim Blinn, "A Generalization of Algebraic Surface Drawing," ACM Transactions on Graphics, 1(3):135-256, 1982.
- [3] J. Bloomenthal, editor. Introduction to Implicit Surfaces. Morgan-Kaufmann, 1997.
- [4] Agata Opalach, Steve Maddock, "Disney Effects Using Implicit Surfaces," Proceedings of Eurographics Workshop on Animation and Simulation, 1994.
- [5] Paul Rademacher, "View-Dependent Geometry," Proceedings of SIGGRAPH '99, 1999.
- [6] Bregler et. al, "Turning to the Masters: Motion Capturing Cartoons," Proceedings of SIGGRAPH, 2002.
- [7] M. J. Park, M. G. Choi, and S. Y. Shin, Human Motion Reconstruction from Inter-Frame Feature Correspondences of a Single Video Stream Using a Motion Library, In Proc. ACM SIGGRAPH Symposium on Computer Animation, pages 113-120, 2002.

- [8] 김동선, 이인권, “기대 효과를 자동 적용한 얼굴 표정 애니메이션”, 정보과학회 봄 학술 발표회, 2003.
- [9] Aseem Agarwala, “Snake Toonz: A Semi-Automatic Approach to Creating Cel Animation from Video,” NPAR 2002.
- [10] Stephen Chenney, “Simulating Cartoon Style Animation,” NPAR 2002.
- [11] Richard Williams, The Animator’s Survival Kit., Faber & Faber, 2002.

---

이 인 권



1989 연세대학교 전산학과 졸업(학사)  
1992 포항공과대학교 컴퓨터공학과 졸업(석사)  
1997 포항공과대학교 컴퓨터공학과 졸업(박사)  
1999 비엔나 공대 연구원  
2001~현재 아주대학교 미디어학부 조교수, ITRC 게임애니메이션 센터장  
관심분야 : 컴퓨터 그래픽스, 컴퓨터 음악, 컴퓨터 게임  
Email : iklee@ajou.ac.kr

---

● 2003 바이오정보기술연구회 추계 워크샵 ●

- 일 자 : 2003년 10월 31일~11월 1일
- 장 소 : 한국과학기술원 정문술빌딩
- 주 최 : 바이오정보기술연구회
- 문 의 처 : 사무국 한영진 과장(Tel. 02-588-9246/7)  
if.kaist.ac.kr/~ksbi2003/