

디지털 콘텐츠의 만화적인 스타일화

이인권 (연세대학교)

차례

1. 서론
2. 이미지의 만화적 스타일화 기술
3. 비디오의 만화적 스타일화 기술
4. 3D 애니메이션의 만화적 스타일화 기술
5. 결론

1. 서론

영화와 TV매체가 발명된 이후 애니메이션 작품들은 보는 이들에게 즐거움을 주어 왔다. 필자도 어릴 때 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. 이러한 전통적 애니메이션의 특징은 등장하는 캐릭터들이 반드시 현실 세계에 등장하는 인물들과 똑같이 움직이지는 않는다는 것이다. 애니메이션 캐릭터들의 움직임은 코믹한 느낌을 주기위해 과장되거나 변형되어 작품의 개성을 더욱 살려주는 것이다.

2001년 여름, 엄청난 기대와 함께 개봉되었던 'Final Fantasy'- 극장용 3D 애니메이션 영화가, 예상하지 못했던 실패로 끝나면서, 애니메이션 제작 업계들 간에는 '실사와 흡사함'을 추구하는 애니메이션은 반드시 실패한다는 말이 공공연히 나돌기 시작했다. 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.

이러한 영향으로 몇 년 전부터 영상이나 3D 애니메이

션분야에서 만화적 스타일화가 실제로 응용되는 경우가 많아졌다. 광고 영상에서는 실사 필름의 장면이 만화로 바뀌었다가 다시 실사로 바뀌는 것 같은 효과가 사용되기 시작하였으며, 근태에는 심지어 전체를 실사로 찍지만 만화로 바꾸어 방영하는 영화들도 등장하였다. 비사실적 렌더링 기술로 회화나 등양화적인 렌더링을 일부 도입해 이용하던 3D 애니메이션, 3D 게임 분야에서도 캐릭터의 움직임 자체를 만화적인 스타일화 하려는 움직임은 보이고 있다.

이러한 시도들은 사실 전통적인 만화 드로잉 기법에 능통한 전문가들이 있어야 가능하던 것들 이었지만 최근에는 기술 개발로 인해 대량의 분량을 쉽게 만화화 하는 것이 점점 더 현실화 되어 가고 있다. 만약 기술적인 뒷받침이 없다면 이러한 콘텐츠의 자동적인 만화화는 그 비움 면에서 대량의 데이터를 다루는 작품에는 활용하기 어려울 것이다. 수작업으로 모든 장면을 만들어 내는 것에는 한계가 있기 때문이다.

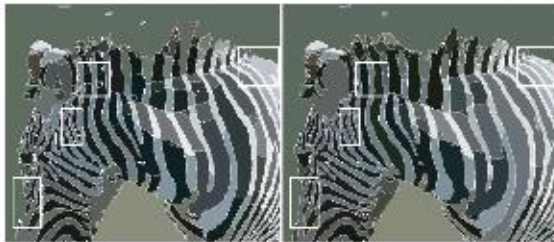
본 기고는 이러한 디지털 콘텐츠의 만화적인 스타일화를 분류하고 필요한 기술적인 부분들을 밝히며, 그 기술 중에 몇 가지를 소개함으로써 콘텐츠의 만화화가 가지는 중요성의 고찰과 함께 기술적인 이해를 돕는 것을 목표로 하고 있다. 개발된 툴의 사용자들에게는 만화화의 기술적인 면을 이해하는, 엔지니어들에게는 관련된 분야의 기술을 정리하는 기회가 되었으면 한다.

현재까지 개발되어 온 콘텐츠의 만화화 기술은 크게 이미지와 비디오의 만화화, 3D 애니메이션의 만화화, 3D 모

원의 만화화 등으로 크게 나눌 수 있을 것이다. 본 기고에서는 이 중에서 이미지와 비디오, 그리고 3D 애니메이션의 만화화에 대한 기술들을 소개하도록 하겠다.

2. 이미지의 만화적인 스타일화 기술

한 장의 사진을 만화와 같은 스타일로 바꾸는 것은 어찌보면 간단한 것으로 생각되어 질 수도 있다. 이미지 프로세싱 분야에서는 오랜 기간에 걸쳐 다양한 이미지 세그멘테이션 방법들이 개발되어 왔고 만화화를 위해서는 일단 사진을 세그멘테이션 방법을 통해 적당한 셀들로 나누고 적절한 색상을 선택하여 그 셀을 채워주면 되는 것이기 때문이다. 그러나 실제 손으로 그린 카툰에 비교할 때 이러한 자동화 기술이 쉽게 구현되는 것은 아니다.



▶▶ 그림 1. (왼쪽) 불안정한 세그멘테이션, (오른쪽) 노이즈를 제거한 후 얻은 약간 안정된 세그멘테이션.

그림 1에서 보듯 자동화된 세그멘테이션을 행했을 때 정확히 만화에서 요구하는 세그먼트들을 얻을 수 있다는 보장은 애초부터 없다. 사람이 손으로 일일이 나누어 주는 방법에 비해 자동으로 계산되는 방법은 많은 에러를 포함할 수 밖에 없는 것이다. 이러한 한계를 완전히 극복하는 것은 불가능 하지만 에러를 최소화 하기위한 여러가지 기술들이 개발되었고, 그 중에 대표적인 것들은 mean-shift segmentation[1]과 bilateral filtering[2] 등이다.

완벽한 세그먼트들로 나누어 외곽선이 분명한 만화를 자동 생산하는 것이 어렵기 때문에 이를 보완하는 유사 만화화 방법들이 많이 개발되었다. 이를 만화화(cartooning)와 분리하여 추상화(abstraction)이라고 부르고 있다. 최근에 이미지 분야에서는 이러한 만화적인 느낌의 렌더링에 관한 연구들이 많이 나오고 있으며, 그림 2는 그 중 하나의 예를 보여 주고 있다[3].



▶▶ 그림 2. 유사 만화화로 추상화된 이미지

3. 비디오의 만화적인 스타일화 기술

비디오 만화적 스타일화의 경우로 가면 문제는 훨씬 심각해진다. 즉 세그멘테이션을 시간의 변화에 유연하게 연결되도록 해야 하는 것인데 2D 이미지에서 사용하던 방법을 그대로 3D로 확장하여 3D 세그먼트들을 계산해 내거나[4,5], 각 프레임 당 계산된 2D 세그먼트들을 유연하게 연결시켜 주거나 하는 기법들이 필요하게 된다. 그러나 그림 3에서 보듯 3차원 세그먼트를 정확하게 유지해 나가는 것 또한 쉬운 일은 아니며 많은 제약과 한계를 가지고 있다. 이 때문에 실사 영화의 만화화 등의 대규모 콘텐츠에서 조차 실사에서 만화화 바꾸는 완벽한 솔루션은 찾아보기 어려우며, 각 프레임 마다 고도의 주의가 필요한 수작업이 따를 수밖에 없는 것이다. 이는 현재 비디오의 만화화 기술이 가진 명백한 한계이며, 앞으로 극복해야 할 과제이기도 하다.



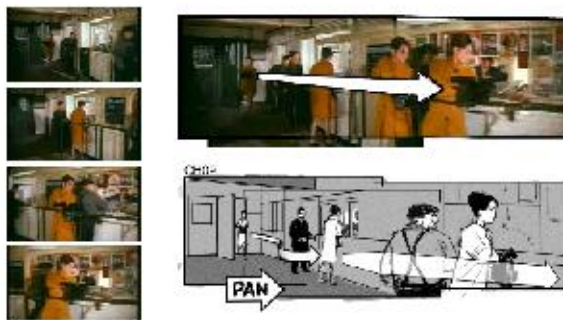
▶▶ 그림 3. (위) 원본 비디오의 한 장면, (아래) 3D 세그멘테이션 후 만화화된 비디오[4].

한편, 유사 만화화를 이용한 추상화된 비디오 만화화의 결과는 완벽한 시간 연계성 (time coherence)를 제공하지는 못하지만 약간의 떨림등을 감수하고 유사한 만화화 효과를 내어 보겠다는 시도이며, 이러한 추상화를 이용한 비디오 만화화의 대표적인 결과로는 real-time video cartooning [6] 이 있다.

비디오의 만화화와 관련하여 몇 가지 재미있는 연구들이 있는데 Chun 등[7]은 영화의 주요 장면들을 추출하고 이를 스틸 이미지로 렌더링 하면서, 영화 대사를 만화의 말풍선으로 표현하고 적절히 배치하는 연구를 행하였다 (그림 4 참조) 유사한 연구로 주어진 비디오 클립으로부터 그 클립 제작을 위한 스토리보드를 자동으로 만들어 내는 연구 [8]도 있었다 (그림 5 참조).



▶▶ 그림 4. 비디오의 만화화와 자동 말풍선 생성 [7]

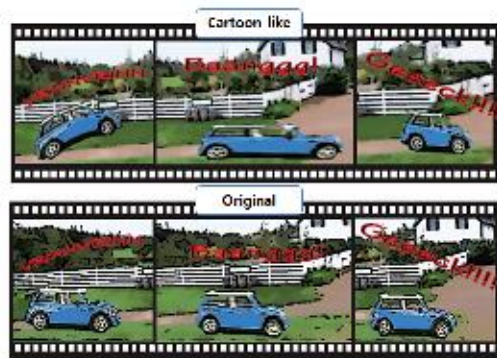


▶▶ 그림 5. 스토리보드의 자동 생성 [8]

최근에는 주어진 원본 비디오를 그대로 다시 렌더링하기 보다 비디오 안에 출연하는 캐릭터를 구분해 내고, 이 캐릭터가 비디오 안에서 행하는 동작을 만화적으로 변형시켜 만화적인 느낌을 극대화하려는 연구들이 시도되고 있다. Video Paint Box [9]는 비디오를 여러 독립적인 오브젝트로 세그멘테이션한 후 다양한 사용자 파라미터를 필요로 하는 여러 알고리즘을 도입하여 기대효과와 팔로우-스루 효과를 생성하였다. 또한 오브젝트의 디포메이

션을 통한 스쿼시-스트레치도 제공하고 있다. Video Paint Box는 비디오 스타일라이징에 좋은 결과를 보여 주었지만 저차원 레벨의 사용자 입력을 많이 필요로 하므로 일반인이 손쉽게 사용하기에는 한계가 있다.

이선영 등[10]은 비디오 오브젝트의 물리적인 현상을 분석하여 전통적인 애니메이션 기법을 손쉽게 적용시킬 수 있는 시스템을 제안하였다. 비디오의 물리적인 상황을 분석하기 위해 비디오 오브젝트를 모션 트래킹하여 운동량, 운동방향, 가속도 정보를 추출하고, 이 정보에 따른 오브젝트의 변형률을 조절하였다. 즉, 운동을 일으키는 힘에 의해 변형이 일어나도록 하여 물리적으로 타당한 디포메이션 효과를 적용 시키는 것이다. 손쉬운 디포메이션 적용을 위해 전통적인 애니메이션에서 주로 사용하는 몇 가지 디포메이션 시나리오를 구성하고 사용자가 원하는 시나리오를 선택하도록 한다. 이 시나리오는 특정 진동 패턴에 의한 모델의 디포메이션을 나타내는 모드 형상과 전통적인 애니메이션 기법과 매칭하여 디포메이션 만화화를 성립한 것이다. 또한 슬로우-인 슬로우-아웃과 같은 타이밍 조절 기법과 카툰 렌더링을 이용하여 최종 결과물을 얻어낸다(그림 6 참조).



▶▶ 그림 6. 물리적 변형을 사용한 비디오의 만화적 효과 생성

4. 3D 애니메이션의 만화적인 스타일화 기술

이미지나 비디오의 만화적 렌더링 뿐만 아니라, 전통적인 2D 애니메이션 기법을 3D 애니메이션 데이터에 적용하려는 노력이 계속 되어 왔다. 본 절에서는 이러한 연구 개발의 예 들을 소개한다.

4.1 John Lasseter

John Lasseter는 일찍이 디즈니에서 일 하면서 ‘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[11]을 발표하여 많은 공감을 얻었다.

이 논문에서 Lasseter는 애니메이션의 주요 테크닉은 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 현재 까지도 3D 애니메이션 제작에서 전통 애니메이션 기법을 적용하는 데 있어 기본이 되는 바이블로 여겨지고 있다.

4.2 Implicit Surfaces

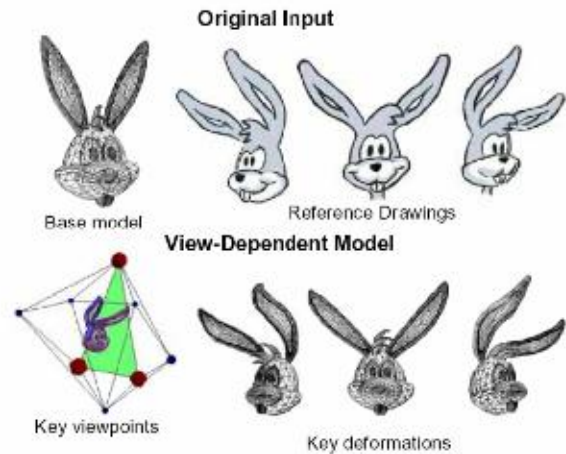
Implicit surface[12,13]는 흔히 blobby model 또는 soft object 등으로 불리는 primitive 기반의 모델링으로 제작되는 경우가 많다. Field function이 흔히 대칭형으로 정의되기 때문에 이런 기법의 컴포넌트들은 원형, 타원형 등의 유연한 형태를 이루는 경우가 많고, 따라서 최종 결과물들도 애니메이션 캐릭터와 비슷한 장난감 같은 캐릭터를 쉽게 표현할 수 있다.



▶▶ 그림 7. Implicit surface로 제작된 공룡 애니메이션

Opalach 등[14]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 7). 이 연구는 skeleton의 길이를 고정되지 않도록 하였다는데서 의미를 부여할 수 있으나, 실제로 이러한 플랫폼의 효과가 전통 애니메이션의 기법을 재현하는데 효율적이었는지 하는데에는 이론의 여지가 많다고 하겠다.



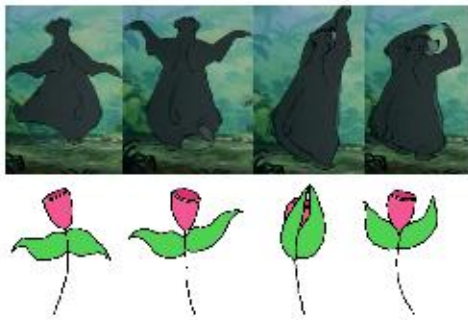
▶▶ 그림 8: View-specific distortion의 적용

4.3 View-Specific Distortion

Paul Rademacher[15]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 8의 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 deformation 한 후, 중간의 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. 그러나 모델 변형 이외에 동작의 특징을 적용하는데에 관하여는 언급이 되지 않았다.

4.4 Cartoon Capture

Bregler 등[16]은 전통 애니메이션 필름으로부터 동작을 캡처하여 3D 애니메이션에 적용하거나, 다른 2D 애니메이션 캐릭터에 적용하는 방법을 제안하였다(그림 9). 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 보여주었다. 기본적으로 computer vision에서 사용하는 많은 테크닉들이 사용되었다. 예제는 매우 매력적으로 보이지만, 일반화하는데에는 많은 문제점들이 따를 것으로 예상된다.

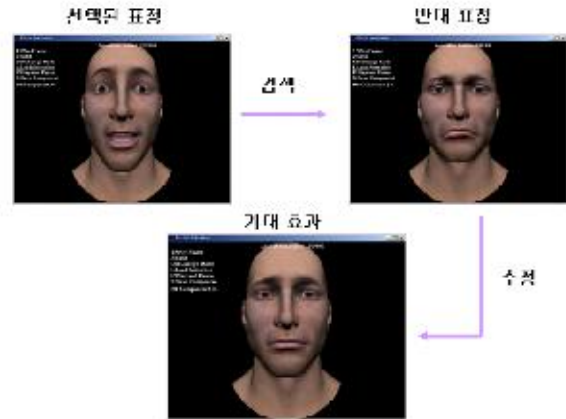


▶▶ 그림 9. 곰 Baloo의 동작을 꽃의 동작으로 retargetting 한 예

4.5 기대효과의 자동 추가

Choi 등[17]은 얼굴 표정 애니메이션에서 2D 애니메이션 테크닉을 자동 적용하기 위해 기대효과 (anticipation)를 자동 추가하는 방법에 관하여 연구하였다. 기대효과는 흔히 메인 동작이 일어나는 반대방향으로의 동작을 메인 동작 앞에 짧게 추가하는 형태로 만들어 지는데, 이러한 점에 착안하여 기대효과가 될 수 있는 동작의 pair를 주어진 애니메이션에서 검색하고 이를 자동으로 추가하게 함으로써 모션 캡처와 같은 방법으로 만들어진 기존의 얼굴 애니메이션에 2D 애니메이션의 느낌을 주는 것을 가능하게 하였다. 또한 Kim 등[18]은 유사한 테크닉을 3D 애니메이션에 적용하였다. 그림 10은 만들어진 얼굴표정 애니메이션의 예이다. 그 밖에도 Cherny[19]는 물체의 움직임에 squash-and-stretch 효과를 주기위하여 물리적인 시뮬레이션이 아닌 간단한 변형을 이용하여 실시간 애니

메이션에 적용하기도 하였으며, 최근에 Wang 등[20]은 카툰 애니메이션 필터를 개발하여 가우시안-라플라시안 필터를 모션 시그널 데이터에 적용하여 자동으로 캐릭터 애니메이션에 기대효과, 팔로우-스루 효과를 생성하였다.



▶▶ 그림 10. 얼굴 표정 애니메이션에 자동 기대 효과를 추가하는 예

4.6 Rubber-like Exaggeration

Kwon 등[21]은 과장을 통해서 카툰 애니메이션에 적합한 동작을 만들어내는 방법을 제안하였다. 핵심적인 아이디어는 결과 동작이 캐릭터 링크 길이 제약을 위반하는 것들 허용한 상태에서 과장을 하는 것인데 이는 캐릭터의 링크가 늘어나거나 줄어드는 것이 전통적인 카툰 애니메이션에서 흔히 볼 수 있는 현상이기 때문이다. 또한 여기에 대하여 관절을 보다 조밀한 단위로 나눈 부관절 구조를 이용함으로써 고무의 부드러운 구부러짐을 모사할 수 있도록 하였다(그림 11 참조).



▶▶ 그림 11. 부관절 구조를 이용한 고무형태의 애니메이션 과장 기법

5. 결론

만화적인 스타일화를 추구하는 기술의 개발은 사람들

이 더 재미를 느끼고 콘텐츠에 몰입하게 하기위한 자연스러운 방향의 추구라 할 수 있다. 물론 만화, 전통 애니메이션이라는 것이 전문가들의 끊임없는 연구의 산물로 축적되어 온 것이며, 이를 수작업이 아닌 자동 생성으로 만들어 내려는 시도는 무모해 보일지 모른다. 그러나 이미 제한된 몇 가지 분야에서는 개발된 기술들이 성공적으로 쓰이고 있으며, 앞으로 이러한 예는 더욱 늘어날 것이다. 문제는 관습과 구전으로 이어져 온 콘텐츠 제작자들의 노우하우를 어떻게 성공적으로 기술에 접목할 것인가 하는데 있어 보인다. 이러한 노력은 비단 콘텐츠의 만화화 뿐만 아니라 모든 디지털 콘텐츠 관련 기술 개발에 공통되는 중요한 면이다.

참고문헌

- [1] Fukunaga K., Hostetler L., "The estimation of the gradient of a density function with applications in pattern recognition," IEEE Transactions on Information Theory 21, pp. 32-40, 1975.
- [2] Weiss B., "Fast median and bilateral filtering," ACM Transactions on Graphics 25, pp. 519-526, 2006.
- [3] Kang H., Lee S., Chui C., "Coherent line drawing," in Proceedings of ACM Symposium on Non-Photorealistic Animation and Rendering, pp. 43-50, 2007.
- [4] S. -S Hong, J.-C Yoon, I.-K. Lee, and S. Byun, "Interactive System for Efficient Video Cartooning," in Proceedings of MIRAGE 2007, Volume 4418, Pages 161-172, 2007.
- [5] Jue Wang, Yingqun Xu, Cohen, H., "Video Tooning," ACM Transactions on Graphics 23, pp.574-583, 2004.
- [6] Winnem H., Gooch B., "Real-time video abstraction," ACM Transactions on Graphics 25, pp.1221-1226, 2006.
- [7] Bong-Kyung Chun, Dong-Sung Ryu, Won-Il Hwang and Hwan-Gue Cho, "An Automated Procedure for Word Balloon Placement in Cinema Comics," LNCS 2006, pp. 576-583, Nevada, America, Nov 2006
- [8] Dan B Goldman, Brian Curless, David Salesin and Steven M Seitz, "Schematic Storyboarding for Video Visualization and Editing," ACM Transactions on Graphics, Vol. 25, No. 3, pp. 862-871, July 2006.
- [9] COLLOMDSSE, J.P. , HALL P.M , "Video Paintbox: the fine art of video painting", Computers & Graphics 29, pages 862-870, 2005.
- [10] 이선영 윤종철, 이인권 "물리적 모션 분석을 이용한 만화 스타일의 비디오 생성", 정보과학회 논문지: 컴퓨팅의 실제 및 레터 14(5), pp.522-526, 2008.
- [11] John Lasseter, "Principles of Traditional Animation Applied to 3D Computer Animation," Proceedings of SIGGRAPH '87:35-44, 1987.
- [12] Jim Blinn, "A Generalization of Algebraic Surface Drawing", ACM Transactions on Graphics, 1(3):135-256, 1982.
- [13] J. Bloomenthal, editor, Introduction to Implicit Surfaces, Morgan-Kaufmann, 1997.
- [14] Agata Opalach, Steve Maddock, "Disney Effects Using Implicit Surfaces", Proceedings of Eurographics Workshop on Animation and Simulation, 1994.
- [15] Paul Rademacher, "View-Dependent Geometry", Proceedings of SIGGRAPH '99, 1999.
- [16] Bregler et. al, "Turning to the Masters: Motion Capturing Cartoons," Proceedings of SIGGRAPH, 2002.
- [17] Choi, J.-J., D.-S. Kim, and I.-K. Lee, "Anticipation for facial animation," in Proceedings of CASA, 2004.
- [18] Kim J.-H., Choi J.-J., Shin H.-J, and Lee I.-K, "Anticipation effect generation for character animation," in Proceedings of CGI 2006, pp. 639-646, 2006.
- [19] Stephen Chenney, "Simulating Cartoon Style Animation", NPAR 2002.
- [20] Wang J., Drucker, S. M, Agrawala, M, Cohen, M F, , "The Cartoon Animation Filter", ACM Transaction on Graphics, 25(3), 1169-1173, 2006.
- [21] J.-Y Kwon and I.-K Lee, "Exaggerating Character Motions Using Sub-joint Hierarch", to appear in Computer Graphics Forum

저자소개

이인권 (In-Kwon Lee)



- 1989년 2월 : 연세대학교 컴퓨터과학과 (공학사)
- 1992년 2월 : POSTECH 컴퓨터과학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : POSTECH 컴퓨터과학과 (공학박사)

- 1997년 ~ 1999년 : 비엔나 공대 연구원
- 1999년 ~ 2000년 : POSTECH 정보통신대학원 연구교수
- 2001년 ~ 2003년 8월 : 아주대학교 미디어학부 조교수
- 2003년 8월 ~ 현재 : 연세대학교 컴퓨터과학과 부교수 재직 중

<관심분야> : 컴퓨터 그래픽스, 멀티미디어, 컴퓨터 음악