

디지털액터의 동작제어 및 애니메이션 (Motion Control and Animation of Digital Actor)

고형석 (Hyeong-Seok Ko)

ko@graphics.snu.ac.kr

서울대학교 전기공학부 휴먼애니메이션연구단

요약

인간 동작의 애니메이션에 대해서는 지난 30년 동안 애니메이션 연구자들의 많은 관심을 모아 왔다. 최근에는 그 동안의 축적된 연구성과를 바탕으로 영화에 등장하는 인물을 애니메이션으로 처리하기 위한 디지털액터의 연구가 진행되고 있다. 디지털액터는 일반적인 휴먼 애니메이션에 비해 요구되는 사실성 면에서 차원을 달리하고 있다. 본 논문에서는 그 동안 디지털액터의 모델링 및 애니메이션을 위한 여러 가지 방법들을 검토해보고, 본인이 속해있는 서울대학교 휴먼애니메이션연구단에서 수행해 가고 있는 연구테마와 중간 결과들을 소개한다.

Abstract

Animation of human motion has been the focus of great deal of research over the last 30 years. Recently, a different flavor has been added to the topic -- realizing digital actors to replace human actors. Digital actors require totally different level of realism than the general human figure animation. In this paper I review the methods proposed for modeling and animating digital actors, and introduce the research topics that is being carried out in SNU Human Animation Center.

1. 서론

세계적으로 제작·수행되고 있는 디지털애니메이션과 시뮬레이션의 대상은 (의인화된 동물 캐릭터이건 실제 인간의 모습을 가졌건 간에) 역시 대부분 인간에 관한 것이다. 그러므로 인간 동작의 애니메이션에 관심이 모아지고 있는 것은 그리 이상한 일은 아니다. 지난 30년간 이 분야 연구는 어떻게 인간형상(human figure)을 사실적으로, 자동적으로, 그리고 빠르게 애니메이션할 것인가라는 약간 막연한 목표에 맞추어져 있었다. 그러나 최

근 지난 과거에 축적된 결과를 바탕으로 좀더 획기적인 그리고 구체적인 목표를 향한 연구가 진행되고 있다. 그것은 바로 디지털액터 -- 컴퓨터그래픽에 의해 모델링되고 애니메이션되어 영화에 등장하는 기존의 실제 배우를 대체할 수 있는 배우 -- 에 관한 연구이다.

위 둘(인간형상과 디지털액터)은 같은 인간동작에 관한 연구이지만 그 내면에는 많은 차이가 내재되어 있다. 인간형상연구에서는 그 적용대상이 고급 디지털애니메이션에서 실시간 시뮬레이션까지 다양하였으나 디지털액터

의 경우에는 영화에 사용될 최고급의 애니메이션을 타깃으로 삼고 있다. 인간형상연구는 주로 대학연구실에서 수행되어 결과보다는 연구방법의 과학성, 자동성, 속도에 비중을 두고 있는 반면, 디지털액터의 연구는 산업체가 주도를 해 가고 있으며 애니메이션된 결과의 사실성에 초점이 맞추어져 있다. 이러한 패러다임의 차이는 기존 연구방법이 갖는 일반적인 한계성을 느끼게 된 90년대 초반부터 대두하기 시작하였다.

디지털액터를 애니메이션하는 것은 다른 애니메이션 대상보다 훨씬 어려운 문제이다. 무생물이나 동물을 관찰할 때와는 달리 우리는 인간의 미묘한 표정의 변화를 읽어내는 데 익숙해 있다. 그러므로 디지털액터의 아주 미세한 어색함도 감지가 되어 눈에 거슬리는 것이다. 물론 인간을 만화적 캐릭터로 모델 했다면 과장된 동작도 받아들여 질 수 있을 것이다. 그러나 일반적으로 모델이 사실적일수록 같은 believability를 얻기 위해 요구되는 동작의 사실성도 높아진다. 실사영화의 배우를 대체하는 디지털액터의 경우에는 그러므로 무한대의 동작의 사실성이 요구된다. 옷깃의 움직임, 머리카락의 움직임, 표정의 변화 하나하나가 사실적일 경우에는 문제가 되지 않지만 그렇지 않을 경우에는 눈에 거슬리게 된다. 그러나 영화애의 몰입감에 있어서 디지털액터는 만화적 캐릭터보다 훨씬 높기 때문에 그 어려움에도 불구하고 디지털액터 기술에 대한 요구가 있는 것이다.

본 논문에서는 디지털액터를 모델링하고 애니메이션 하는 과정을 알아보고, 디지털액터가 인간배우를 대체하기까지 해결해야 할 과제들을 살펴본다. 또한, 현재 본인이 속해 있는 서울대학교 휴먼애니메이션연구단에서 수행해 가고 있는 연구테마와 중간 결과들을 소개한다.

2. 3차원 형상 복원

애니메이션을 하기 위해서는 먼저 그 액터의 3차원 형상이 모델 되어야 할 것이다. 그 동안 인간은 몇 개의 rigid link들로 모델 되었으나, 인간의 피부표면과 옷의 유동적인 움직임을 생각할 때 이것은 디지털액터로 쓰이기에는 적당치 않다. 인간 모습 전체를 하나의 획일적인 방법으로 모델 하기는 불가능하기 때문에, 각 부분의 특성을 살려 얼굴, 머리카락, 뼈·근육·피부 모델, 옷 각각에서 위의 한계점을 극복하기 위한 연구가 수행되고 있다.

정적물체의 3차원의 기하학적 형상복원은 laser scanning으로부터 얻어낸 range data를 이용한 방법과, 다른 각도에서 찍은 여러 장의 사진을 이용한

photogrammetry가 있다. 그러나 이 과정에 들어가는 noise, 수작업에서 발생하는 오차 등의 이유로 위의 방법에서 나온 결과들을 그대로 디지털액터의 모델로 사용하는 데에는 무리가 있다. 물체를 복원하기 위해서는 기하학적 형상 외에도 texture 정보가 복원되어야 하는데, 얼굴과 같이 non-linear, non-regular한 표면에 기존의 texture mapping을 적용할 경우 distortion을 포함하게 된다. 그러므로 기존의 형상복원기술을 디지털액터에 적용하기 위해서는 그 정확도면에서 한 단계 뛰어 넘는 도약이 필요하다.

사람 얼굴과 같은 동적 물체의 복원은 순간포착의 복원과 동작의 복원으로 분류해 볼 수 있다. 동작의 복원은 원칙적으로 순간포착복원의 반복으로 얻어낼 수 있으나 대부분의 경우 연속적으로 여러 시점에서 동기화된 data를 얻어내는 것이 불가능하기 때문에 중립표정이나 그 외 몇 개의 표정에 대한 순간포착을 복원한 후 애니메이션 기법을 사용하여 동작을 만들어 낸다. 중립표정의 얼굴을 복원하는 것은 현존인물과 이미 사라진 과거의 인물의 경우에 따라 판이하게 다른 방법이 동원된다. 현존인물의 경우에는 얼굴의 주변에 3~6개의 카메라를 설치하고 동시에 순간을 포착하여 photogrammetry에 의해 3차원 형상을 복원한다[1]. (Laser scanner에 의한 방법은 현재 쓰이고 있기는 하나 scan 시간이 순간적이지 않아 얼굴표정의 순간포착용으로는 적절하지 않다.)

이미 작고한 배우 얼굴의 복원에는 과거의 영화 필름이 유일한 소스인데 동시에 여러 위치에서 찍은 사진을 구할 수 없기 때문에 위의 방법을 적용할 수 없다. 한가지 방법은 영화 중 (1) 표정이 중립에 가까우며 표정의 변화가 거의 없는, 그리고 (2) 배우가 고개를 좌우상하로 돌리는 장면을 포함하여 얼굴의 여러 부분이 보이는, 그리고 (3) 이러한 장면이 카메라가 정지된 상태에서 촬영된 부분을 구해 위의 현존 인물에서와 같은 방법을 사용하는 것이다. 물론 (1)의 조건은 정량적이지 않기 때문에 다소 영화에서의 상황에 따라 정확도가 달라지게 된다. 다른 한 방법은 중립으로부터 각 표정까지의 변화를 구하여 이를 보정해 주는 방법이다. 또 하나의 방법은 SIGGRAPH '99에서 발표된 "A Morphable Face Modeling"에서와 같이 얼굴의 사진 한 장과 수백 명의 사람 얼굴형상 데이터로부터 그 사진에 맞는 형상을 복원하는 것이다[2]. 물론 이 방법은 언뜻 봐서는 배우와 비슷한 모습을 복원해 내지만 사진 한 장 이외에는 통계적인 데이터의 합성에 의한 것이므로 그것의 3차원 geometry는 실제 배우와 차이가 있을 수 있다.

위에서 논의한 것은 주로 얼굴 모델링에 관한 것이었

다. 그 밖에도 신체 모델링, 옷 모델링, 머리카락 모델링 등의 모델링이 필요하다. 신체 모델링의 경우에는 대부분이 옷에 가리고 미세한 부분의 차이는 알아볼 수 없기 때문에 얼굴에서와 같은 정확한 복원은 요구되지 않는다. 머리카락의 경우에는 원 모델이 너무 많을 정도로 되어있고 항상 움직이기 때문에 헤어스타일을 자유자재로 모델링 함에 의해 원 모습을 생성해내는 방식이 필요할 것이다.

3. 디지털액터의 애니메이션

기존의 인간형상 애니메이션은 강체 모델에 로보틱스에서 널리 쓰이는 inverse kinematics, dynamic simulation, dynamic control 등의 기법이 적용되었다. 이러한 기법들은 인간 동작의 핵심적인 일면 -- end-effector의 위치에 따른 신체의 함수관계, 동작 중 에너지를 최소화하려는 일반적인 경향 -- 을 잡아낼 수 있었으나, (1) 근육을 둘러싸는 피부 표면의 동작, 옷의 움직임 등을 생각한다면 그것은 인간 동작의 극히 일부에 지나지 않으며, (2) 인간을 비롯한 생물체의 동작은 물리학의 영향으로부터 자유로울 수는 없지만 물리학에 의해 유일하게 결정되지 않기 때문에 위의 결과로 나온 애니메이션은 디지털액터의 애니메이션 관점에서 본다면 그리 대단한 것은 아니었다.

신체의 각 부분별로 움직이는 원리가 많이 다르기 때문에 부분별로 다른 알고리즘이 적용되고 있다. 본 논문에서는 각 알고리즘에 대한 참고문헌을 소개하는 정도로 약하기로 한다.

- gross-body modeling and animation[3][4]
- hair animation[5][6]
- cloth animation[7][8]
- facial animation[9][10][11]

4. 서울대학교 휴먼애니메이션연구단(휴애연)의 디지털액터 연구내용

휴애연은 1997년 과학기술부의 창의적연구진흥사업에 선정되어 1997년 12월부터 2000년 9월까지 휴먼애니메이션에 관한 연구를 수행하고 있다. 본 연구단에서는 인간의 극히 사실적인 모델링 및 애니메이션, 즉 디지털액터

에 초점을 맞춰 연구를 진행하고 있으며, 이를 위해 머리카락의 모델링 및 애니메이션[12], 얼굴 표정 및 speech 애니메이션[13], On-line Motion Retargetting[14], Example Guided Inverse Kinematics[15], Motion Balance Filtering[16], 모션캡처 데이터 향상기법[17] 등의 연구를 수행하고 있다. 이외에도 물의 시뮬레이션, 형상의 간략화 및 컴프레션 방법[18] 등에 대한 연구가 진행되고 있다. 이에 대한 자세한 내용은 소개된 참고문헌을 참고하기 바란다.

5. 참고문헌

- [1] F. Pighin, J. Hecker, D. Lischinski, R. Szeliski, and D. H. Salesin. *Synthesizing realistic facial expressions from photographs*. SIGGRAPH 98 Conference Proceedings, 75-84.
- [2] Volker Blanz and Thomas Vetter, *A morphable model for the synthesis of 3D faces*. SIGGRAPH 99 Conference Proceedings 187-194
- [3] Ferdi Scheepers, Richard E. Parent, Wayne E. Carlson, and Stephen F. May. *Anatomy-Based Modeling of the Human Musculature*. SIGGRAPH 97 Conference Proceedings, Annual Conference Series. ACM SIGGRAPH, Addison Wesley, August 1997.
- [4] D. Thalmann, J. Shen, E. Chauvineau, *Fast Realistic Human Body Deformations for Animation and VR Applications*, Computer Graphics International'96
- [5] K. Anjyo, Y. Usami and T. Kurihara, *A simple method for extracting the natural beauty of hair*. Computer Graphics 26 (1992), 111-120.
- [6] R. E. Rosenblum, W. E. Carlson and E. Tripp III, *Simulating the structure and dynamics of human hair: modeling, rendering and animation*, The Journal of Visualization and Computer Animation 2 (1991), 141-148
- [7] D. Baraff and A. Witkin. *Large Steps in Cloth Simulation*. Computer Graphics Proceedings, Annual Conference Series: 43-54, 1998
- [8] P. Volino, N. Magnenat Thalmann, S. Jianhua, and D. Thalmann. *An evolving system for simulating clothes on virtual actors*. IEEE Computer Graphics and Applications, 16:42-51, 1996
- [9] Y. Lee, D. Terzopoulos, and K. Waters. *Realistic face modeling for animation*. SIGGRAPH 95 Conference Proceedings, Annual Conference series. pages 55-62.
- [10] N. Magnenat-Thalmann, E. Primeau, and D. Thalmann. *Abstract muscle action procedures for human face animation*. Visual Computer, 3:290-297, 1988

- [11] Demetri Terzopolous and Keith Waters. *Physically-based Facial Modeling, Analysis, and Animation. Journal of Visualization and Computer Animation*, 1(4): 73-80, March 1990.
- [12] 김진수, 이두원, 고희석. 자연스러운 머리카락 모델링 및 애니메이션. 한국컴퓨터그래픽스학회 학술대회 논문지. 58-63. (1999)
- [13] 최병원, 얼굴 표정 포착 데이터의 일반화를 통한 얼굴 애니메이션. 석사학위 논문, 서울대학교 전기공학부. (1999)
- [14] Kwang-Jin Choi, Hyeong-Seok Ko. Online Motion Retargetting. Pacific Graphics '99 Conference Proceedings.
- [15] 탁세윤, 고희석. 측정 데이터에 기반한 향상된 역 운동학. 컴퓨터그래픽스학회 논문지. Vol 4. No 1. 186-196 (1998)
- [16] 탁세윤, 송오영, 고희석. 동적 균형을 위한 동작 필터링. 한국컴퓨터그래픽스학회 학술대회 논문지. 131-137 (1999)
- [17] Kwang-Jin Choi, Sang-Hyun Park, Hyeong-Seok Ko. *Processing Motion Capture Data to Achieve Positional Accuracy*. Graphical Models and Image Processing. Vol 61, No 5. September 1999
- [18] Dong-Ryul Kim, Jin-Su Kim, Hyeong-Seok Ko. Unification of Volume and Distance Optimization in Surface Simplification. Graphical Models and Image Processing. To appear in Vol 61, No 6. 1999