

구속조건을 고려한 캐릭터의 움직임 변경

이 지 홍, 이 원 희, 조 인 성

충남대학교 메카트로닉스공학과

전화 : 042-821-7783 / 핸드폰 : 011-434-5042

The Motion Transformation of Character Included Constrained Optimization Problem

Ji Hong Lee, Won Hee Lee, In Sung Cho

Dept. of Mechatronics Engineering, Chungnam National University

E - mail : s9903007@pony.cnu.ac.kr

Abstract

If one can easily modify the existing motion data to a new motion in making an animation movie, he can save a lot of time for graphic design. To implement this kind of system, we propose a PC-based system composed of low cost commercial animation tool (3D Studio Max) for visualization of the animation and motion editing module that handles optimization process during the motion transform.

Researchers studying advanced motion transform techniques only have to focus on the mathematical manipulation of the motion data

I. 서론

최근 컴퓨터 그래픽스 기술의 발전에 따라 애니메이션이나 영화등과 같은 영상 매체의 기술들도 한 단계 더 발전하게 되었다. 컴퓨터 그래픽스 없이는 이러한 영상

본 논문은 대학기초연구지원사업의 지원하에 이루어졌으며, 과제 번호는 2001-152-2입니다.

매체에서 다루는 영상들을 제작하기가 어려워졌다.

이제는 컴퓨터 그래픽스를 어떻게 잘 다루느냐에 따라 영상의 현실감을 좌우한다해도 과언이 아니다. 더욱이 애니메이션의 경우 시작부터 마지막까지 컴퓨터 그래픽스 기술을 이용하고 있다. 가상의 애니메이션 캐릭터가 현실감있게 움직이려면 컴퓨터 그래픽스에 캐릭터의 기구학적, 동력학적 특성과 환경적 특성이 완벽히 고려되어야 한다. 하지만 실제적으로 가상의 애니메이션 캐릭터에게 기구학적, 동력학적 특성을 포함시키는 일은 쉬운 일이 아니다. 왜냐하면 움직이는 가상 캐릭터의 동력학식을 적용하는 것은 일반적으로 매우 복잡하고, 또한 그 식을 푸는 데는 많은 시간이 소비된다. 그래서 현실감 있는 영상을 제작하는 대부분의 사람들은 이러한 문제들을 해결할 수 있는 방법들을 연구하고 있다.

그 중에서도 가장 일반적인 방법이 모션 캡처 기술 [3,4]이다. 모션 캡처 기술은 실제 살아 있는 생물체에 센서를 붙여서 생물체의 실제 움직임을 데이터로 받아들인다. 그래서 가장 현실감 있는 데이터를 얻을 수 있다. 하지만 세상에 존재하지 않는 생물체를 캐릭터로 사용하는 애니메이션의 경우 모션 캡처 기술을 사용하기가 어렵다. 게다가 모션 캡처 기술을 사용하는데 드

는 비용이 너무 비싸다.

모션 캡처 기술과 달리 모션 트랜스포메이션[2]은 기존의 모션 데이터를 이용하여 새로운 동작의 모션 데이터를 만들어 내는 것이다. 그렇기 때문에 모션 캡처보다 최소한의 경비와 시간으로 새로운 동작의 모션 데이터를 만들 수 있다. 여기서 기존의 모션 데이터라는 것은 모션 캡처 시스템에서 만들어진 가장 기본적인 동작에 대한 모션 데이터를 말한다.

예를 들어 평지를 걷는 것과 같은 평범한 동작의 모션 데이터가 있다면, 이 데이터를 이용하여 계단을 내려가는 동작의 모션 데이터를 만들어 내는 것이 모션 트랜스포메이션이다. 모션 트랜스포메이션을 통해 계단을 내려가는 동작을 얻기 위해서는 캐릭터의 기구학적, 동력학적 구속조건과, 캐릭터가 자연스럽게 계단을 내려가야 한다는 동작의 변환을 목적함수로 설정하고, 변환 후의 최종 동작이 일련의 구속조건을 만족시켜야 한다는 최적화 문제를 풀어야 한다. 최종 동작이 설정한 제약 조건들을 충실히 만족할수록 좀더 현실감 있는 동작을 만들어 낼 수 있다. 하지만 실제로 최적화 문제를 풀기위해 구속조건을 줄 때 동력학적 구속조건을 포함하는 것은 너무 복잡하고, 푸는데 있어 많은 시간을 필요하다. 실제로 모션에 대해 관심을 가지고 있는 모든 사람들은 만족시키는 유일한 시스템은 개발하기 어렵다. 모션을 만들 때, 어떤 사람은 동작의 동력학적 특성을 포함시키길 원하고, 반면에 어떤 사람은 포함시키는 것을 원하지 않을 수도 있다.

본 논문에서 보여주고자 하는 것은 모션 캡처 시스템에서 만들어진 'Bvh' 파일을 모션 트랜스포메이션을 통해 새로운 모션에 대한 'Bvh' 파일을 만들어 애니메이션 제작 도구인 3D Studio Max를 이용하여 캐릭터의 변화된 움직임을 보여주고자 한다. 여기서 'Bvh' 파일은 캐릭터의 기구학적 정보와 모션에 대한 정보가 들어 있는 파일을 말한다.

II. 시스템 구성

본 시스템은 크게 2개의 모듈로 구성된다. 첫번째는

모션 트랜스포메이션(Motion Transformaton)이다. 모션 트랜스포메이션은 사용자에게 의해 정의된다. 여기서 사용자가 원하는 모션 데이터를 만들어 내는 것이다. 두 번째는 Character generation & animation module 이다. Character generation & animation module은 만들어진 모션 데이터를 실제 캐릭터에게 적용해서 애니메이션을 만들 수 있는 모듈이다.

2.1 시스템의 전체 구조

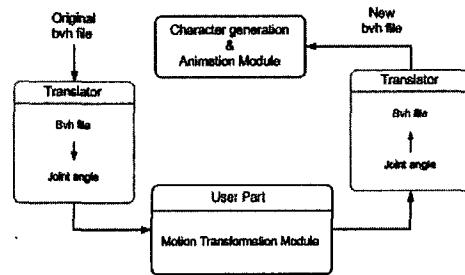


그림 1 전체 시스템의 구조

그림 1은 전체 시스템의 구조를 나타내고 있다. 평지를 걷는 사람의 동작을 모션 캡처 시스템을 통해 동작에 대한 모션 데이터를 얻는다. 이 데이터는 "Bvh" 파일 형식으로 저장되는데, "Bvh" 파일은 모션에 대한 데이터와 움직이는 캐릭터의 기구학적 데이터 즉 캐릭터의 모션의 정지화면마다 변경되는 관절사이의 관계와 각 관절의 각도로 구성되어 있다. 이 데이터를 개발자가 원하는 동작으로 변환할 수 있는 모션 트랜스포메이션 모듈로 전달한다. 모션 트랜스포메이션에서는 캐릭터의 기구학적 데이터를 이용하여 각 관절에 좌표계를 설정하고, 각 관절의 좌표계 간의 관계를 이용해서 Matlab에서 걸음에 대한 시뮬레이션을 한다. 하지만, 사람의 각 관절에 대한 자유도가 각도와 위치에 대해 총6개이다. 그래서 자연스런 위치 변화에 대해 캐릭터의 신체에 대한 경우의 수가 많아지게 된다. 즉 이 말은 미지수가 방정식의 개수보다 많아지는 부정방정식의 풀로 나타난다. 새로운 모션에 대한 부정 방정식을 풀기 위해 캐릭터의 움직임에 대한 구속 조건을 고려해서 수치 해석적인 최적화 기법을 이용하여 캐릭터의 움직임이 자연스럽게 이동하도록 유도한다. 걸음 시뮬레이

션에 대한 결과를 바탕으로 원하는 모션에 대한 구속조건을 설정하고, 기본 걸음 데이터를 구속조건에 맞도록 바꿀 수 있다. 구속조건은 캐릭터의 각 링크의 크기를 변화시키거나, 걷는 동작의 형태를 변화시킬 때 각 링크의 기구학적인 제약조건이다. 이러한 구속 조건을 만족시키면서 최적화 문제를 풀면 좀더 자연스러운 동작을 구현할 수 있다. 이에 대한 예로 캐릭터의 체형을 변화시킨 후, 구속조건을 적용해서 최적화 문제를 Matlab을 이용하여 푼다. 변환된 결과 데이터를 "Bvh" 파일 형식으로 저장한다, 마지막 단계로 애니메이션 모듈(Animation Module)은 애니메이션 제작 도구인 3D Studio Max[1]을 사용한다. 3D Studio Max는 PC(Personal Computer)에서 사용할 수 있는 가장 일반적이고, 저렴한 가격의 애니메이션 제작도구이다. 이 모듈에서는 변환된 Bvh 파일(new Bvh file)를 이용하여 가상 캐릭터를 생성하고, 동작을 만들어내고, 모션 트랜스포메이션의 결과를 비교 분석할 수 있다.

이 시스템을 통해 사용자는 캐릭터의 기구학적 구조를 변화시킨다든지, 혹은 캐릭터가 평지를 걷는 원시 모션 데이터로부터 계단을 내려가는 동작을 만든거나 걷는 스타일을 변화시키는 등의 일을 할 수가 있다.

2.2. Bvh file format

```

HIERARCHY
ROOT Hips
{
  OFFSET 0.0000 0.0000 0.0000
  CHANNELS 6 Xposition Yposition Zposition Xrotation Yrotation
  JOINT Chest
  {
    OFFSET -0.1728 10.2870 0.1254
    CHANNELS 3 Xrotation Yrotation
  }
  MOTION
  Frames: 150
  Frame Time: 0.033333
  -2.8901 96.7573 52.4336 1.32 -11.22 5.28 0.36 14.38 -0.56 0.39 14.35
  -0.54 -0.18 -0.70 0.26 18.60 -13.03 -57.61 9.33 -21.83 -2.24 -10.88
  0.48 1.05 -0.01 -0.60 0.01 -20.01 -12.84 67.17 -13.85 -15.22 3.33
  1.22 -3.04 -14.03 0.38 -11.49 1.69 0.36 -4.18 1.69 -0.67 12.95 -4.89
  0.11 -1.23 -0.05 0.23 -2.40 -0.32 -0.44 14.64 -4.48 0.12 -1.11 0.04
  0.08 -2.02 3.02
  
```

그림 2. Bvh 파일 포맷

BVH 파일은 모션 캡처 시스템에 의해서 만들어지며, 캐릭터에 대한 기구학적 캐릭터의 골격 구조 및 기구학적 정보를 나타내는 부분과 각 프레임에서 나타나는 각

링크의 관절각을 나타내는 부분으로 구성되어 있다. 그림 2는 Bvh파일의 일부를 나타낸 것이다. HIERARCHY 부분은 캐릭터의 골격 구조와 기구학적 정보를 나타낸다. MOTION 부분은 모션의 프레임수, 프레임간의 시간차와 캐릭터의 움직임을 나타내는 관절각을 보여주고 있다.

2.3 캐릭터의 골격 구조 및 기구학적 정보

Bvh 파일 포함되어 있는 캐릭터의 구조는 그림 3에서 나타내고 있으며, Hips를 기준으로 팔, 다리, 그리고 머리 방향으로 계층적 구조이다. 그림 3에서 보여지는 각각의 사각블록은 각 관절을 의미하며 화살표는 부모-자식 개념을 갖는다. 화살표의 머리부분이 부모를 가르키고, 꼬리부분이 자식의 개념이 된다. 예를 들어 Hips는 Chest의 부모이자 상위의 개념이다. 반대로 chest는 hips의 자식이자 하위의 개념을 나타낸다.

그림 4는 Hips를 중심으로 좌,우 팔, 좌,우 다리, 그리고 머리와의 계층적 관계를 나타내고 있다.

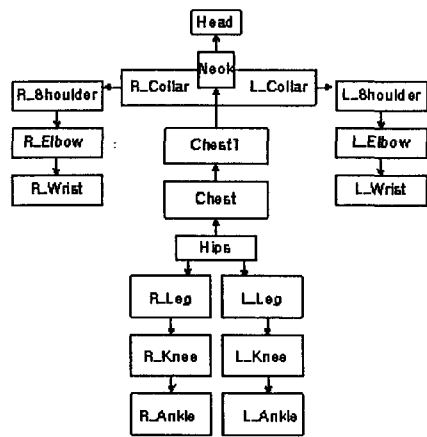


그림 3. 3D Studio Max에서 생성된 캐릭터의 구조

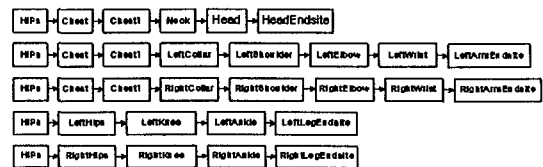


그림 4 캐릭터의 계층구조

2.4 Motion 정보

그림 3에서 보여지는 것처럼 캐릭터는 총 19개의 관절을 갖고 있으며, 각 관절은 3개의 자유도를 갖고 있다. 따라서 캐릭터의 임의의 동작을 표현하기 위해서는 관절 변수 57개의 데이터가 필요하며, 캐릭터 골격의 중심인 Hips의 위치 정보 또한 데이터에 포함되어 모두 60개의 데이터가 모여 한 프레임의 캐릭터 동작을 나타내게 된다.

2.5 3D Studio Max

그림 5는 3D Studio Max와 3D Studio Max을 이용하여 그린 캐릭터를 나타낸다.

3D Studio Max는 캐릭터 모델링, 환경 모델링, 애니메이션, 렌더링 솔루션과 캐릭터 애니메이션에 있어서 뛰어난 성능을 지니고 있는 애니메이션 제작 도구이다.

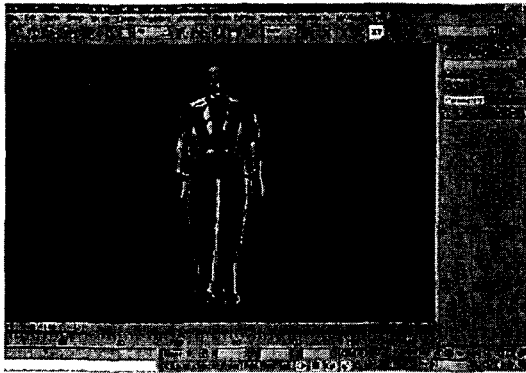


그림 5. 3D Studio Max와 캐릭터

III. 시뮬레이션

평지를 걷는 Bvh 파일에서 캐릭터의 기구학적인 변형을 주어 캐릭터가 어떤 동작을 하는지를 살펴 보았다. 그림 6의 작은 사람은 모션 캡처 시스템에서 만들어진 모션 데이터를 이용해서 나타낸 것이고, 큰 사람은 작은 사람을 단지 기구학적으로 늘린 것이다. 그림 7의 큰 사람은 모션 트랜스포메이션을 통해 생성된 모션 데이터를 보여주는 것이다.



그림 6 3D Studio Max에서 보여지는 원시 모션 데이터 캐릭터와 기구학적으로만 변형된 캐릭터의 모습



그림 7 3D Studio Max에서 보여지는 원시 모션 데이터 캐릭터와 기구학적으로 변형한 후 모션트랜스포메이션을 한 캐릭터의 모습

IV. 결론

모션 애니메이션 시스템은 사용자가 편안하게 모션을 제작할 수 있는 시스템이어야 한다. 본 시스템은 상용 애니메이션 제작 도구와 사용자가 정의하는 모듈을 이용하여 다양한 모션을 개발하고자 한다.

또한, 본 논문은 애니메이션 연구가나 엔지니어들에게 기구학식이나 역기구학식을 풀다든지, 구속조건이 포함된 최적화 문제를 풀다든지, 또는 캐릭터의 다양한 모션을 만드는 작업등의 일을 손쉽게 할 수 있도록 도와주고자 한다.

V. 참고문헌

- [1] discreet2001. 3ds max Tutorial.
- [2] Micheel Gleicher. Retargetting motion to new characters. In Proceedings of SIGGRAPH, 1998.
- [3] Jinhong Lee and Insoo Ha. Real-time motion capture for a human body using accelerometers. Robotica, pages 601-610,2001
- [4] T.Molet, Huang Z, R.Boulic, and D.Thalmann. An animation interface designed for motion capture. In Proceedings of Computer Animation, 1997.