

곡선 보간법과 블렌딩 기법을 이용한 모션편집 1)

*김병훈, **김형석
*동의대학교 컴퓨터공학, **멀티미디어공학,

Motion editing using curve interpolation and blending technique

Byoung Hoon Kim, **Hyoung Seok Kim,
*Dept. of Computer Engineering and
**Dept. of Multimedia Engineering, Donggeui University

요 약

3D 모션 데이터를 생성하는 것은 어려운 작업이다. 보다 효율적으로 3D 모션 데이터를 생성하기 위해 키프레임 방식, 모션캡처, 모션편집 등 여러 가지 방법이 적용되고 있다. 가장 최근에 많이 적용하고 있는 모션편집 방식은 모션편집에 있어 여러 가지 장점을 가지고 있다. 모션편집 방법이 다른 방법보다는 3D 모션 데이터 생성이 쉬운 편이지만 그래도 많은 노력과 시간을 요구한다. 그러므로 적은 시간과 노력을 들이고 보다 효율적인 3D 모션데이터 생성을 위해 다양한 방법이 시도되고 있다. 본 논문에서는 모션편집 작업 중에 발생하는 모션 불연속문제를 효율적으로 해결하기 위하여, 곡선 보간법(Curve Interpolation)과 블렌딩(Blending)합수를 활용하여 모션의 연결부분을 자연스럽게 연결하는 기법을 제시하고자 한다.

1. 서론

컴퓨터 그래픽스는 컴퓨터 성능향상을 통해 급속도로 발전하고 있다. 예전에 상상으로만 가능하던 작업이 컴퓨터의 작업공간상에서 이루어지고 있으며, 앞으로 컴퓨터의 하드웨어가 발전함에 따라 컴퓨터그래픽스도 보다 향상된 영상을 보여줄 수 있을 것이다. 컴퓨터그래픽스는 다양한 분야에서 보다 향상된 3D영상을 필요로 하게 되어 많은 수요가 요구되는 실정이지만 3D 데이터 생성과정은 고가의 장비와 기반시설 그리고 복잡한 기술과 전문인력 등으로 인한 제작상의 어려움과 고비용으로 쉽게 제작하기 힘든 작업이다.

그 중 특히 3D 모션 데이터를 생성하는 것은 많은 시간과 노력을 필요로 하는 작업 중 하나이다. 그러므로 이 작업을 보다 쉽게 해결할 수 있는 여러 방안이 제시되고 있는데, 그중 하나가 기본적인 3D애니메이션 방법을 이용하는 키프레임 방식이다. 이 방식은 셀 애니메이션의 기초원리를 3D 모션 데이터에 그대로 적용한 방식으로 애니메이터가 핵심적인 키프레임을

만들고 각 키프레임 간의 프레임은 보간법을 이용하여 생성하는 방식이다. 하지만 생성된 모션데이터가 사실적이지 못하고 제작 하는 과정에서 모션데이터의 많은 수작업이 필요로 한다. 이러한 비효율적인 점을 해결하고자, 실제 사람의 움직임을 입력할 수 있는 카메라와 위치 추적 장치를 이용해 모션데이터를 직접 입력받아서 실제 모션을 활용하는 방법인 모션캡처(motion capture)방법을 사용하게 되었다.

디지털로 생성되는 캐릭터의 모션을 만들어 내기 위한 3D 모션캡처는 인체나 기타 물체의 동작을 컴퓨터나 기타 장비로 이용할 수 있는 디지털 데이터로 변환하는 기술이다. 모션캡처를 하는 방식으로는 데이터를 추출하는 방법에 따라 크게 광학적, 전자기적, 또는 기계적인 방법, 이 외에 여러 방법을 혼용하는 경우와 인체 관절에 아무 것도 부착하지 않고 동작 정보를 추출하는 마커 프리 등의 방법이 있다.

모션캡처는 동작의 아주 세세한 부분까지 재현되는 높은 품질의 데이터를 얻을 수 있는 이점을 가지고 있다. 모션캡처된 데이터의 포맷은 보통 모션캡처 장비 회사에 따라 다른 것이 보통이고 널리 사용되는 것은 BVH, HTR, ASF²⁾ 등이 있다. 이러한 데이터는 인체 관절의 위치 정보와 각 정보가 시간축을 기준으로

이 논문은 2003년 부산 테크노파크 제단의 연구비에 의하여 연구되었음. (BTP-BDE-8)

로 초당 정해진 프레임 간격으로 나열된 것이다. 이러한 모션캡처 방법은 대상체의 시간에 따른 움직임을 그대로 기록하기 때문에 사실적인 움직임을 얻는 것은 당연하다 할 수 있다. 실제로 이렇게 만들어진 데이터는 컴퓨터 애니메이션 분야에 폭 넓게 사용되고 있다. 하지만 이러한 모션 캡처 방법도 여러 단점을 가지고 있다. 아무리 정교하게 입력된 데이터라도 모션캡처된 데이터를 직접 사용하기 힘이 드는데, 모션캡처된 각 관절의 위치 정보와 각 정보로 이루어진 데이터를 직관적으로 사용자의 용도의 맞게 고치는 것은 쉬운 작업이 아니다. 이러한 문제를 사용자의 상호작용을 통해 원하는 동작을 쉽게 생성하거나 편집하는데 사용되는 기법을 모션편집(motion editing)이라고 한다.

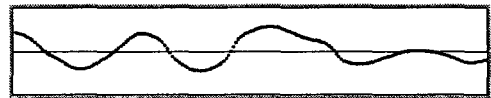
2. 기존 모션편집 방법

모션편집과정은 기본적으로 모션 편집된 여러 데이터를 활용하여 새로운 모션 데이터를 생성하는 작업과 기존의 데이터의 일부를 수정하는 작업을 주로 하고 있다. 모션편집은 모션캡처의 단점을 보완하기 위해 모션캡처 데이터를 수정 보완할 수 있는 모션편집 과정을 거쳐서 모션캡처 과정과 모션편집과정을 병행하여 작업을 하고 있다. 이 과정에서 모션데이터 편집 작업 중에 모션의 연결이 자연스럽게 못하고 갑자기 부자연스러운 이상동작을 보이는 현상이 빈번히 발생하게 된다. 이것은 [그림2.b]처럼 모션의 편집 중 모션을 붙이는 작업과정에서 모션연결부분의 동작의 연결이 부드럽지 못해서 발생하는 현상이다. 이 부분의 연결을 보다 부드럽게 하기 위해 기존의 모션 편집방법은 모션편집자가 모션을 확인해 가며 그 모션을 하나하나 수정하거나 다른 모션을 붙이는 작업을 하고 나서 연결부분을 모션캡처 데이터를 다시 수정하는 작업을 통해 이루어져 왔다. 이러한 부분을 개선하기 위해 모션편집기술에 대한 연구가 많이 이루어지게 되었으며 여러 가지 기법이 계속 발전하고 있다. Andrew Witkin 과 Zoran Popovic[1]은 모션편집방법으로 기존에 있는 모션데이터를 활용한 모션워핑(motion warping)기법을 이용하는 방법을 제안하였고, Katherine Pullen 과 Christoph Bregler[3]는 모션캡처 데이터를 텍스처링과 동기화(Texturing and Synthesis)기법을 이용하여 모션편집에 사용하였다. 이외 많은 사람들이 모션편집 방법에 관한 연

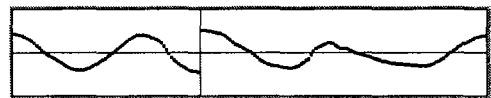
구가 진행 중에 있다. 본 논문이 제시하는 모션커브의 편집과 블렌딩 함수를 이용한 방법의 알고리즘에 관한 부분은 다음 절에서 설명하고자 한다.

3. 알고리즘

모션캡처 데이터는 인간의 구조적인 특징을 신체의 각 관절을 각각 x, y, z 축의 이동과 각도의 회전을 나타내고 이것을 다시 시간 함수로 나타내어 표현하게 된다. [그림2.a]는 입력된 모션 데이터의 일부분으로 가로축은 프레임을 나타내는 시간 축이고, 세로축은 동작의 각도를 나타내는 함수로 표현되는 모션 데이터를 나타내고 있다.



[그림2.a] 입력받은 모션 데이터

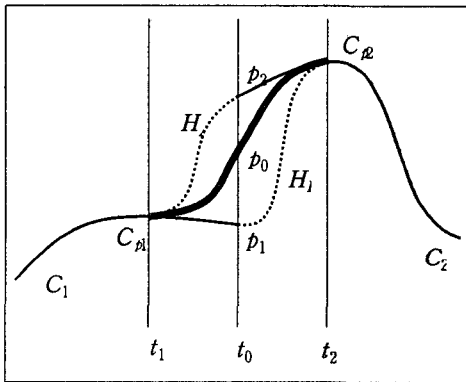


[그림2.b] 편집중인 모션 데이터

모션 데이터는 다른 모션 데이터 부분과 기존의 특정 부분의 데이터를 복사를 하거나 임의로 편집하여 사용하게 되는 경우가 빈번히 발생한다. 모션데이터의 일부분을 복사하거나 연결할 경우, 연결점에서 모션이 자연스럽게 연결되지 않고 연결부분에 이상동작 현상이 발생하는데, 이것은 [그림2.b]에서와 같이 복사작업 등에 의해 새로 연결된 데이터 부분이 기존의 데이터와 연결되는 부분에서 연속적으로 연결되지 못하고 부자연스럽게 연결되어서 발생한다고 볼 수 있다. 그러므로 이 연결부분의 부분에서 동작도 자연스럽게 못한 동작을 취하게 된다. 이 연결부분을 보다 자연스럽게 연결하기 위해서 이 부분을 두 모션 함수의 기존모션 함수와 연결될 모션 함수를 자연스럽게 연결하는 브렌딩 기법을 이용하여 이것을 보완해 주어야 하는데, 연결점에서 끊어진 두 모션의 연결부분은 C_0 -continuity와 C_1 -continuity를 보장하지 않는다. 이로 인해서 연결부분에 동작이 정상적이지 않은 이상동작을 하는 현상이 발생하며 이를 해결하기 위해 블렌딩 함수를 필요로 하게 된다. 두 커브를 블렌딩 함수를 이용하여 생성될 경우 C_2 -continuity까지 보장하게 된다. 이렇게 편집할 경우 생성한 모션

2) BVH, HTR, ASF : 모션캡처 데이터 형식

데이터와 원본 모션 데이터에 모두 동작의 수정이 가해지지만 전체적으로 볼 때, 이것은 일부분으로 무시할 정도의 작은 부분이다. 모션의 편집과정에 발생할 수 있는 여러 가지 작업 중에 주로 발생하는 작업은 복사와 붙이기 그리고 이동 등이 빈번하게 발생하며 이러한 과정에서 모션을 복사 하거나 편집했을 경우 [그림2.b]와 같이 모션의 연결부분에서 연결이 되지 않고 떨어져 있고 또 두 곡선 간에 기울기가 다르게 되는데 이부분에서 동작이 이상동작을 보이게 되는 부분이다. 이 부분을 모션 블렌딩 기법을 이용하여 모션의 동작을 부드럽게 처리 하여 모션동작을 이상동작을 해결을 하게 된다.



[그림3] 모션 블렌딩 작업

[그림3]에서 실선으로 나타나 있는 기존의 모션동작 C_1 과 붙이기 작업에 의해 이동된 다른 모션동작을 C_2 라 가정 하고, 연결되는 시점을 t_0 이고, C_1 곡선의 t_0 시점에서 지점을 P_1 , C_2 곡선의 t_0 시점에서 점을 P_2 , t_1 과 t_2 간을 단위간격이라 가정한다면, t_1 시점에서 C_1 위의 점을 C_n 이라 하고, t_2 시점에서 C_2 위의 점을 C_{2n} 라 정의를 한다면, 그림에서 두 모션동작 C_1 과 C_2 간에 연결이 되지 않는 점이 존재하는데, 이 모션부분에 두 동작을 섞을 수 있는 새로운 곡선을 생성함으로써 이 문제를 해결이 가능하다. 연결시점 t_0 를 기준으로 수정간격의 t_1 과 t_2 를 선택하고, C_n 점과 P_2 간에 허미곡선(Hermite curve)인 H_1 을 생성한다. 허미곡선은 양 끝점과 곡선의 양 끝점의 위치와 그 점에서의 접선 벡터에 의해서 정의된다. 이때 허미곡선의 양 끝점은 정의 되어 있으나 접선벡터가 존재하지 않는다. 그러므로, 벡터 값은 정점 C_n 에서 P_1 로 향하는

벡터의 1/4인 벡터 V_n 과 P_2 에서 C_{2n} 로 향하는 벡터의 1/4인 벡터 V_{2n} 를 생성하게 된다.

생성될 허미커브의 수식은 다음과 같다.

$$H_A(s) = C_n H_0^3(s) + \frac{1}{4}(P_1 - C_n) H_1^3(s) + \frac{1}{4}(C_{2n} - P_2) H_2^3(s) + P_2 H_3^3(s) \quad \text{단, } (0 \leq s \leq 1)$$

같은 방법으로 P_1 점과 C_{2n} 간의 허미곡선 H_B 를 생성하게 된다. t_1 에서 t_0 구간에서 생성된 곡선 H_A 과 C_1 모션커브간의 블렌딩 과정을 거치고, 다시 t_0 에서 t_2 구간은 곡선 H_B 와 C_2 모션커브간의 블렌딩 과정을 거치게 된다. t_1 과 t_2 사이에서 블렌딩 곡선을 수정간격이라 가정했으므로 t_1 과 t_0 구간의 블렌딩된 곡선은 다음과 같이 정의 된다.

$$B(t) = \begin{cases} H_A(\alpha_1(t))\omega(t) + (1 - \omega(t))C_1(\beta_1(t)) \\ , \text{ 단 } (0 \leq t \leq \frac{1}{2}) \\ H_B(\alpha_2(t))(1 - \omega(t)) + \omega(t)C_2(\beta_2(t)) \\ , \text{ 단 } (\frac{1}{2} \leq t \leq 1) \end{cases}$$

$$\omega(t) = t \quad \text{단 } (0 \leq \omega(t) \leq 1)$$

$$\alpha_1(t) = 2t$$

$$\alpha_2(t) = 2t - 1$$

$$\beta_1(t) = 2(t_0 - t_1)t + t_1$$

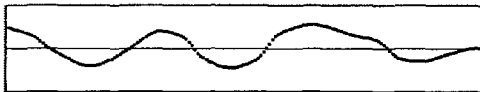
$$\beta_2(t) = 2(t_2 - t_0)(t - 1) + t_0$$

위의 수식에서 $\omega(t)$ 에 t 이외의 다른 함수를 사용하여 단순한 선형적 블렌딩이 아닌, 함수를 따르는 블렌딩 적용도 가능하다. [그림3]에서 t_0 시점에서 $\frac{p_1+p_2}{2}$ 점에 연결되며, 생성된 허미커브는 짙은 파란색 점선이며, 새로 생성된 블렌딩된 모션곡선은 굵은 붉은색 실선 구간이다. 이때 생성되는 모션곡선은 편집하기전의 모션구간에서 허미커브와 이전데이터 구간을 블렌딩하여 생성하게 된다.

4. 실험결과

첫 번째 실험에서는 곡선을 이용한 보간법을 적용하고 연결부분에 블렌딩 기능을 이용한 연결점부분을 부드럽게 연결하는 과정을 나타내고 있다. [그림 4.a]는 입력받은 원본 모션캡처의 데이터의 일부분에 해

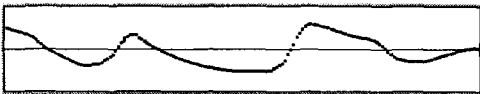
당하며, [그림4.b]는 곡선 보간법을 이용하여 특정 경로로 수정을 가한 모션데이터 부분인데, 모션 데이터의 연결부분에서 급격한 변화가 발생하여 이상동작이 발생할 것으로 예상된다. [그림4.c]는 곡선 보간법을 적용한 상태에서 원본 데이터와 생성된 곡선 데이터 간의 연결부분을 블렌딩 기법을 이용하여 부드럽게 처리한 데이터 부분이다. 연결부분에서 급격한 변화가 발생하지 않는 것을 볼 수 있다.



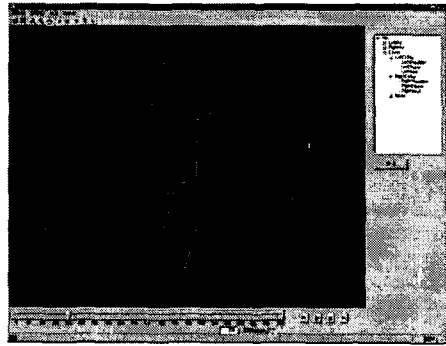
[그림4.a] 원본 모션캡처 데이터 부분



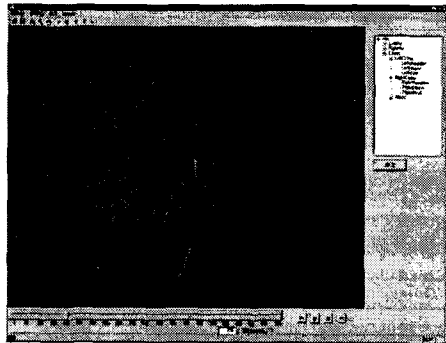
[그림4.b] 곡선을 이용한 수정된 데이터 부분



[그림4.c] 블렌딩 작업이 적용된 데이터 부분



[그림5.a] 모션편집 전



[그림5.b] 모션편집 후

두 번째 실험에서는 곡선보간법을 이용하여 특정 경로에 따라 이동시키는 실험으로 이동하고자하는 신체부분을 특정 모션동작 경로를 따라 이동시키는 실험이다. [그림5.a]와 [그림5.b]를 보면 임의의 모션동작 동작을 편집하는 장면이다. 모션동작을 보면 수정 전 모습과 수정 후 모습은 같은 프레임의 동작을 나타낸다. 비슷하게 보이지만 왼쪽 팔 동작을 보면 확연히 차이가 나는 것을 볼 수 있다.

5. 결론

본 논문은 모션편집 방법에 있어 기존의 방법에 비해 모션편집자가 직접 편집하는 방법보다 곡선 보간법과 블렌딩 함수를 이용하여 모션편집 중에 동작의 연결 부분에서 빈번히 발생할 수 있는 이상동작 부분을 해결할 수 있는 방법을 제시하였다.

새로운 모션을 생성하는 과정의 모션을 편집하는 방법은 아직 많은 어려움을 가지고 있다 본 논문에서 제시한 방법 이외에 다른 여러 가지 방법을 사용하여 응용하고 있는 추세이다. 본 논문에서 고려되지 못한 여러 가지 인수로 적용하여 편집할 수 있는 기법에 대해 보다 깊은 연구가 필요하다고 생각된다.

[참고문헌]

- [1] Wirkin,A., and Popvic, Z. "Motion warping". *proc. SIGGRAPH* 1995, 105~108, 1995.
- [2] A. Menache, "Understanding Motion Capture for Computer Animation and Video Games", Morgan Kaufmann, 2000.
- [3] Katherine Pullen and Christoph Bregler 2002. "Motion Capture Assisted Animation: Texturing and Synthesis". *proc. SIGGRAPH* 2002, 501~508, 2002.
- [4] Lee, j., and Shin, S.Y. 1999. "A hierarchical approach to inter-active motion editing for human-like figures". *proc. SIGGRAPH* 1999, 39~48, 1999.
- [5] Lee,j., Chai,J., Reitsma, P.S.A., Hodgins, J. K., and Pollard, N. S. 2002. "Interactive control of avatars animated with human motion data". *proc. SIGGRAPH* 2002, vol .21, no3, 491~500, 2002.