

직교 파라미터 조합을 이용한 모션 애니메이션

이 칠 우, 진 철 영, 배 기 태, 정 민 영
전남대학교 컴퓨터공학과
전화 : 062-530-0258 / 핸드폰 : 019-612-4327

Motion Animation using orthogonal parameters

Chil Woo Lee, Chul Young Jin, ki Tae Bae, Min Young Jung
Dept. of Computer Engineering, Chonnam University
E-mail : longjcy@hotmail.com

Abstract

This paper has expressed human's motion data into orthogonal parameters in low dimension, and created new motion data through this. We have reconstructed a new model consisting of orthogonal parameters from dividing human body data into three parts - hand, leg, and body to make new motions. Mixing these parts of body from different motions has led to new good motion data.

It will be possible to use this motion editing not only for Animation Technology , but also for a three dimensional gesture recognition skill.

하여 기술한다. 기존의 방법들은 인위적인 Human 모션을 만들기 위해서 생체 역학 지식과 kinematics를 이용하였다. 또한 이들을 이용하여 모션을 제어하기 위해 보간법을 적용하였는데, 여러 가지 문제점들이 발생되었다. 그래서, 발생하는 문제를 해결하기 위해 모션 캡처 시스템을 이용하였지만, 시스템의 복잡성 및 획득된 모션의 응용에 대한 문제가 거론되기 시작하였다.[1]

본 논문에서는 주성분 분석법을 이용한 모션의 분석 및 생성방법에 대하여 기술한다. 이러한 방법을 사용함으로써 전체 모션에서 각 frame의 정보를 주성분으로 표현하여 차원축약의 효과를 얻을 수 있게 된다. 또한 이러한 직교파라미터를 조합함으로써 새로운 모션을 생성할 수 있었다.

I. 서론

최근에 모션 애니메이션이 여러 분야에서 다양하게 응용되고 있다. 모션 애니메이션 연구에 있어서 중요한 기술은 모션 데이터를 생성하는 기술과 생성된 모션을 자연스럽게 디스플레이 하는 기술이다.

1)본 논문에서는 주성분 분석법을 이용한 모션 데이터 생성 및 생성된 모션을 디스플레이 하는 방법에 관

1) 본 연구는 한국 과학 재단 지정 전남대학교 "고품질 전기 전자 부품 및 시스템 연구센터"의 연구비지원에 의해 수행되었음.

II. 전체 시스템의 구성

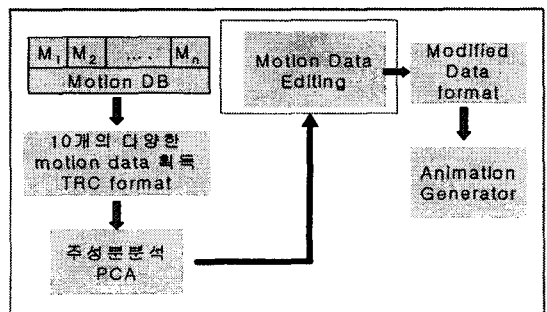


그림 1. 시스템 구성도

본 시스템은 크게 motion DB를 구성하고, 이를 주성분 분석하는 부분과 주성분으로 구성된 각 frame의 정보를 새로운 motion Data로 편집하고 Display하는 부분으로 나누어진다. 모션 캡처 장비를 사용해 획득된 motion을 체계적으로 DB에 분류한다. 이 논문에서 사용된 motion의 종류는 실생활에서 흔히 볼 수 있는 10가지 동작에 대한 실험을 하였다.

각 motion에 대한 정보를 획득한 후, 이 data를 주성분으로 분석한다. 각 motion을 구성하는 frame들은 각각의 주성분을 가지고 있고, 또한 이러한 주성분은 또 다른 모션으로 편집 될 수 있다. 따라서 이러한 주성분을 이용해서 새로운 motion data를 획득함으로써, 제한된 수의 motion data를 이용해 다양한 종류의 motion data를 생성할 수 있음을 보여준다.

III. Motion Data 추출

3.1 Motion Data 획득

일반적으로 모션 데이터는 htr, bvh, trc파일로 표현된다. 본 논문에서는 각 관절데이터의 정보가 다루기 쉬운 3차원 데이터로 되어있는 trc파일을 사용하였다.

$$M = \{(P_i) \in \mathcal{R}^3\} \quad \text{식(1)}$$

$$P_i = (L_0, L_1, \dots, L_n) \quad \text{식(2)}$$

그림 2와 같이 모션 Capture 장비로 획득된 38개의 관절값 정보를 16개의 관절의 3차원 값으로 구성되는 파일로 변환 시켰다. 각 frame마다 이 16개의 3차원 좌표 값들의 변화를 표현함으로써 자연스럽게 움직이는 애니메이션이 된다. 여기서 모션 M은 시간에 따른 각 frame P_i 의 표현으로 구성된다. P_i 는 또한 관절 L_i 들로 표현된다. 10개의 모션 데이터 파일은 200개의 frame으로 구성되어 있다.

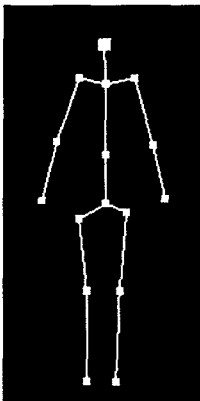


그림 2. 모션의 관절 표현

3.2 모션 데이터의 주성분 획득

매 프레임마다 얻어지는 특징 벡터를 분석하면 동작을 분석할 수 있게 된다. 하지만 특징 데이터가 100% 수치적인 계산에 의해 얻어지기 때문에 오차의 영향을 무시할 수 없다. 또한 특징벡터의 차원이 48차원으로 고차원이기 때문에 제스처의 일반적인 규칙을 찾아내기가 어렵다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 주성분 분석법(Principal Component Analysis)을 사용한다. 주성분 분석법의 특성상 데이터의 개별적인 수치적인 의미보다는 데이터 전체의 의미를 고려할 수 있기 때문에 작은 오차의 영향이 줄어들 수 있으며, 또한 차원 축약의 장점이 있기 때문에 고차원의 데이터를 효율적으로 모델링 할 수 있다.

추출된 특징 벡터를 이용하여 제스처를 표현할 수 있는 저차원 벡터공간, 즉 파라메트릭 고유공간을 생성한다. 고유공간을 계산하기 위해서는 먼저 입력 가능한 모든 특징 벡터에서 평균 벡터를 구하여 각 특징 벡터들과의 차를 계산한다. i 번째 프레임에서 입력되는 특징 벡터를 식(2)과 같이 정의하면, 평균 벡터 c 와 새로운 특징 벡터 P 를 식 (3)과 식 (4)과 같이 계산할 수 있다.

$$c = (1/N) \sum_{i=1}^N x_i \quad N = \text{frame number} \quad \text{식(3)}$$

$$p \triangleq [p_1 - c, p_2 - c, \dots, p_N - c]^T \quad \text{식(4)}$$

고유공간을 구성하기 위해서는 $48 \times$ 입력 sample 수의 크기를 지닌 특징 벡터 집합 P 를 식(4)와 같이 구하고 식 (4)을 만족하는 공분산 행렬 Q 에 대한 고유치 λ 와 고유벡터 e 를 구하게 된다. i 는 feature 수 54이고 j 는 입력된

feature의 프레임 전체 합외의 수이다. 따라서 특이치 분해를 하면 X 가 U, Σ, V 의 곱으로 표현이 될 수 있다.[4]

$$Q \triangleq P \cdot P^T \quad \text{식(5)}$$

$$\lambda_i \cdot e_i = Q \cdot e_i \quad \text{식(6)}$$

$$X_{ij} = U_{ij} \cdot \Sigma_{jj} \cdot V_{jj} \quad \text{식(7)}$$

본 논문에서는 고유치 분해를 위하여 특이치 분해(Singular Value Decomposition)를 이용한다. 특이치 분해를 이용하면 특징 집합 P 의 공분산 행렬 Q 에 대한 고유벡터를 쉽게 얻을 수 있다. 특이치 분해를 하면 식(7)과 같은 식이 구해진다. U 행렬이 우리가 원하는 고유벡터이다.

여기서 고유치는 고유공간에 대한 기여도에 비례하기 때문

에 고유치 분해를 통해 얻어진 고유 벡터를 고유치의 값이 큰 순서로 배열하면 표 1과 같다. 표 1에서도 알 수 있듯이 상위 5 내지 6 번째 고유치까지의 누적 기여도가 90%이상으로 나타난다. 이것은 21개의 고유벡터를 가지고 표현해야하는 데이터를 5 혹은 6개의 저차원 벡터를 가지고도 데이터를 90%이상 표현 할 수 있다는 것이며, 저차원을 대표하는 값이 될 수 있다는 것이다. 본 논문에서는 상위 5개의 고유치에 대한 고유 벡터만을 추출하고 이를 체스처 공간의 구성에 사용하였다. 따라서 48차원의 입력 특징 벡터를 5차원으로 축약하여 모델링 할 수 있게 된다[6,7].

고유치	누적 기여도
169.334456	56.59 %
73.406508	79.38 %
31.320074	86.89 %
10.340955	90.48 %
5.236842	92.49 %
4.503324	.
3.122345	.
2.204565	.
1.345602	.
1.234075	.
.	.
.	.

표 1 고유치의 누적 기여도

IV. 모션 데이터 Editing

새로운 모션 데이터 파일을 생성하기 위해서 각각의 모션을 구성하고 있는 몸통, 팔, 그리고 다리를 구성하고 있는 관절을 각각 3개의 객체로 분리하였다. 이렇게 분리된 여러 동작들의 객체들을 연결함으로써, 새로운 동작을 얻어낼 수가 있다.

하지만, 10개의 motion은 모션 캡처할 때, 각각 다른 공간에서 획득되었기 때문에 각각 다른 좌표계를 갖는다. 그리고, 몸통, 팔, 다리의 연결 부위의 3차원 좌표가 모션마다 다르다. 그래서, 전체적인 흐름에서 본 애니메이션은 Frame간의 매끄러운 연결이 잘 되지 않는다.

따라서, 위의 문제점을 해결하기 위한 방법으로 모션을 절대좌표계로 이동시켜 원점에서 같은 거리에 위치시키고, 그림 3, 4, 5와 같이 몸통, 팔, 다리를 객체로 만들고, 이들을 연결부위에 연결시키면, 자연스럽게 연결되는 모습을 볼 수 있다.

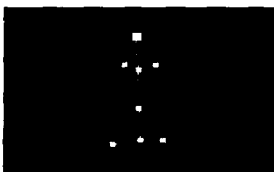


그림 3. 몸통의 관절 표현

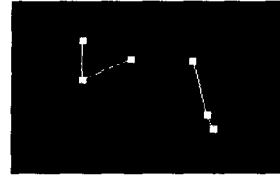


그림 4. 팔의 관절 표현

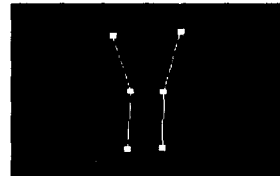


그림 5. 다리의 관절 표현

$$T(P_i)(X) = P_{i+1} - P_i, X = (x, y, z) \quad \text{식(8)}$$

$$B = B + T \quad \text{식(9)}$$

식 7에 보는 것과 같이, P_i 는 몸통과 손, 발의 연결 벡터인 어깨, 골반의 3차원 벡터이다. 여기서 식(9)처럼 모션 A와 B의 차이 벡터인 T를 더함으로써 motion B가 motion A와 같은 위치에 놓이게 된다. 그 결과 그림 (6)과 같은 새로운 모션이 생성되게 된다.

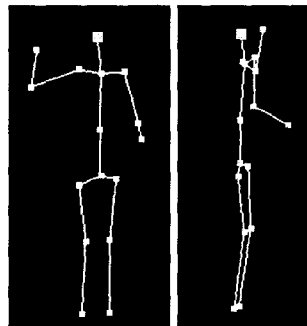


그림 6. 모션 Editing 후의 모습

V. 결론

캡처된 10개의 모션 데이터 파일을 가지고 1000개의 새로운 모션을 생성할 수 있었다. 생성된 모든 모션 파일들이 안정적으로 애니메이션 되는 것은 아니지만, 자연스럽게 움직이는 모습은 확인할 수 있었다.

그림 7같이 신체부분을 객체로 접근하지 않고 연결했을 경우 몸통, 팔, 그리고 다리의 관절이 자연스럽게 연결되지 않음을 확인할 수 있다. 하지만 제안한 방법을 사용했을 경우 그림 8처럼 보다 안정적인 동작 인식을 수행하는 것을 확인하였다.

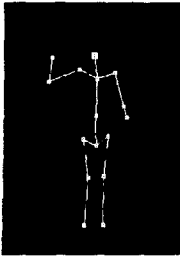


그림 7. 자연스럽지 못한 모션 Editing

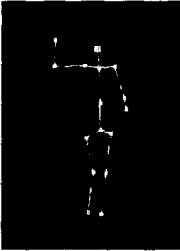


그림 8. 제안한 방법의 모션 Editing 후의 모습

본 시스템은 모션의 연결 부위 및 각 프레임간의 관절의 유효성을 검사하기 위한 방법으로 Inverse Kinematics를 이용한 몸통, 손, 발과의 매끄러운 연결성 확인할 필요가 있을 것 같다.

제안된 방법을 소수의 데이터로 애니메이션의 다양한 포즈를 생성시키는 것에 적용하는 것 뿐 아니라, 주성분 분석법(PCA)을 이용한 동작인식 시스템과 연결하여 제스처 인식에도 활용할 수 있을 것 같다.

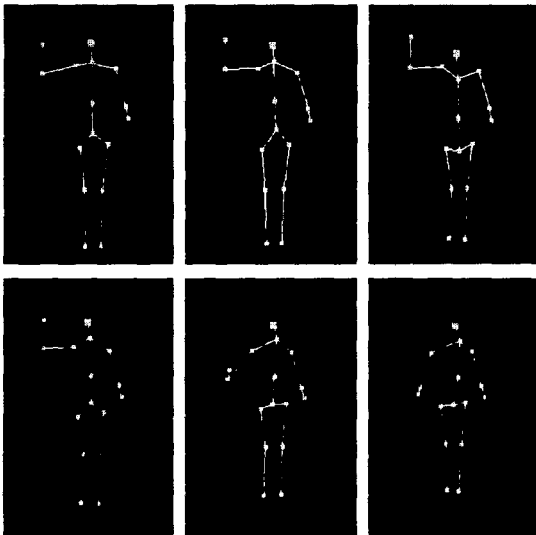


그림 9. 수정 전 연속 동작 모습

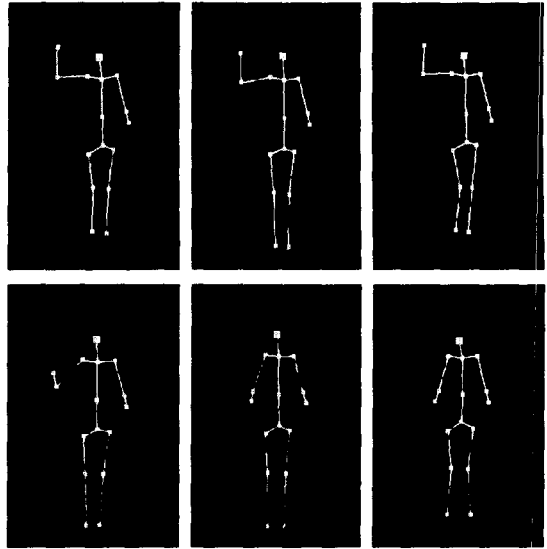


그림 10. 수정 후 연속 동작 모습

[참고 문헌]

- [1] Frank Multon, Laure France, Marie-Paule Cani-Vauscuel, Gilles Debunne. Computer Animation of Human Walking: a Survey, SIAMES, BIP, IMAGIS 33 pages - Juin 1998, Document en anglais
- [2] Lee W. Campbell, David A. Becker, Pentland. Invariant features for 3-D gesture recognition. In Second International Workshop on Face and Gesture Recognition, Killington VT Oct., 1996
- [3] Daisaku Arita, Satoshi Yonemoto and Rin-ichiro Taniguchi. Real-time Computer Vision on PC-cluster and Its Application to Real-time Motion Capture. 2000 IEEE.
- [4] Xu Gang, 이철우 역, 3차원 비전
- [5] Silva, F., Velho, L., Cavalcanti, P. and Gomes, J., "An Architecture for Motion Capture Based Animation". In *Processing of SIBGRAP'97*, X Brazilian Symposium of Computer Graphics and Image Processing, pp. 49-56, October 1997.
- [6] 이용재, 이철우. "외관 기반의 파라메트릭 고유공간을 이용한 물체 인식", 정보과학회, 1999.
- [7] 김기영, 전명석, "다변량 통계자료분석", 자유아카데미.
- [8] J. H. Lee and S. Y. Shin, "A hierarchical approach to interactive motion editing for human-like figures." *Computer Graphics (Proceedings of SIGGRAPH 99)*, to appear.