

시각 스크립트 기반 3차원 인체 동작 제어 시스템

(3D Human Motion Control System using Visual Script)

차 경 애 * 김 상 욱 **
(Kyung Ae Cha)(Sang Wook Kim)

요약 본 논문은 제스처를 이용하여 3차원 인체 모델의 동작을 지시하고 생성하는 시각 스크립트 언어를 제안한다. 인체와 같은 다관절체의 동작 생성을 위해서는 일반적으로 많은 세부적 작업과 전문성을 요구한다. 그러나 동작의 추상적 의미 전달을 통한 동작 생성이 가능하다면 동작 생성을 위한 작업량의 감소와 더불어 동작 시나리오 작성이 보다 용이할 것이다. 본 논문에서 제시하는 시각 스크립트는 실생활에서 손짓을 이용한 제스처로 의미를 전달하는 것처럼 동작의 종류와 방향, 경로 등을 지시하기 위해서 마우스 드래깅으로 입력되는 궤적이다. 따라서 시각 스크립트를 이용하면 동작의 의미적 기술이 가능하며 동작 경로 등의 공간적 속성을 시각적으로 부여할 수 있다. 그리고 동작 대상이 되는 신체 부위나 드래깅 속도 등의 제약 조건을 이용하여 동일한 형태의 시각 스크립트로도 다양한 인체 동작을 지시할 수 있도록 하였다. 이러한 시각 스크립트를 이용한 인체 동작 제어 시스템의 구현을 통해서 보다 직관적인 시각 제스처를 통한 동작 제어가 가능함을 보인다.

Abstract This paper proposes Visual Script Language which can direct a type of motion to 3D human model and create by dragging gesture like as we can express a certain meaning with hand gestures. Traditional motion control technique of articulated figures such as human needs a complex task that draws on highly developed human skills. So it will reduce the amount of motion specification to provide the motion control method that allow users to describe characters' motion at the higher level abstraction. Visual script is the visual gestures to direct various human motions, so users can express the spatial attributes of a motion such as the path of moving with high-level concepts if they use visual script. And we can show that it is possible to control the motion of human model directly and intuitively by development of 3D human motion control system based on visual script.

1. 서론

본 논문은 물체의 이동 방향과 경로를 지시하는 제스처인 시각 스크립트 언어를 제안하고 이를 이용한 3차원 인체 모델의 동작 제어 시스템을 보인다. 의사 전달의 수단으로 손짓을 이용한 제스처가 중요한 상호 작용 방식인 것과 마찬가지로 인체 동작을 지시하는 마우스 움직임의 궤적이 시각 스크립트이다.

기존의 동작 생성을 위한 일반적인 기법에는 키프레

이밍 방식이 있다. 이 방식은 동작을 이루는 장면을 묘사하면 중간 단계의 연결된 자세를 보간하여 동작을 생성하는 것이다. 이와 유사하게 인체 모델의 각 신체 부위의 위치 설정을 통해서 동작을 생성하는 방식[1]이 있다. 이러한 방식들은 생성할 수 있는 동작의 종류에는 제한이 없으나 동작의 의미 기술보다는 동작 형태 자체를 묘사한다. 따라서 동작 형태를 세부적으로 일일이 지정해야 하는 하위 레벨의 작업 중심으로 많은 작업량과 전문성을 요구한다. 또한 동작의 시간적 속성 부위나 사용자와의 상호작용이 어렵다. 보다 효율적인 상호작용을 통해서 동작을 생성하고자 하는 기법이 아이콘을 이용한 방식이다[2]. 이 방식은 인체 동작에 영향을 미치는 요소들인 각 신체 부위의 높이, 각도, 위치 등을 조절할 수 있는 아이콘을 제공하고 이들의 조작을 통해서 동작

* 학생회원 : 경북대학교 컴퓨터학과
chaka@woorisol.knu.ac.kr

** 종신회원 : 경북대학교 컴퓨터학과 교수
swkim@knu.ac.kr

논문접수 : 1999년 11월 9일
심사완료 : 2000년 7월 23일

을 생성한다. 따라서 상호작용을 통한 동작 생성이 가능하지만 단지 몇 가지의 동작 생성에 제한되어져 있어 다양한 동작 형태의 생성에는 적합하지 않다. 텍스트 스크립트를 사용한 동작 기술을 통해서 인체 동작을 생성하는 시스템[3]은 자연어와 유사한 형식으로 동작을 정의하고 동작 생성 중심이므로 보다 친숙한 환경을 제공한다. 그러나 신체 부위의 위치, 각도 등의 시각적 속성을 수치로 표현해야 하며 텍스트를 사용한 동작 경로와 같은 공간 정보의 표현은 직관적이지 못하다. 이외에 동작 데이터 생성의 측면에서 실제 인체의 동작을 캡처하는 모션 캡처 방식이 있다. 그러나 인체의 모든 동작 데이터를 미리 캡처 해 둘 수 없고 이미 작성된 동작 데이터만을 이용할 수 있으므로 특정한 동작에 대한 데이터만 활용 가능하다[4].

이러한 동작 생성 기법과는 달리 시각 스크립트는 동작 경로와 같은 공간 정보와 여러 동작들 사이의 시간 관계나 동작의 진행 속도 등의 시간 정보를 동시에 표현 할 수 있다. 따라서 시각 스크립트를 이용한 동작 제어 방법은 시각적이고 직접적인 동작 조작 환경을 제공하며 단일 동작의 생성 뿐만 아니라 동작 시나리오 작성 또한 용이하다.

시각 스크립트는 2차원으로 입력되는 동작 생성 정보이므로 동작의 3차원 경로와 방향 등을 분석하기 위한 기법으로 3차원 공간 상에서 그 위치와 방향이 자유롭게 설정되는 동적 제어 평면을 사용한다. 이것은 제어 대상과 입력 도구의 자유도를 일치시킴으로써 잉여 자유도에 의하여 발생하는 문제를 해결하고, 3차원 인체 모델의 동작 생성을 위한 부가적인 입력 작업 없이 시각 스크립트만으로 3차원 동작을 생성할 수 있게 한다.

본 논문의 제 2 절에서 제안하는 동작 제어 기법인 시각 스크립트를 정의한다. 제 3 절에서는 2차원으로 입력되는 시각 스크립트를 3차원 정보로 변환하는 과정을 설명하고 제 4 절에서 이를 이용한 인체 동작 제어 시스템의 구현 예를 보인다. 결론과 향후 연구 방향을 제 5 절에서 제시한다.

2. 동작 제어 시각 스크립트 언어

2.1 시각 스크립트 정의

본 절에서는 인체 모델을 대상으로 동작을 제어하고 동작 시나리오의 작성을 위해서 입력되는 시각적인 제스처인 시각 스크립트를 제안하고 다음과 같이 정의한다.

[정의] 시각 스크립트 VS는 3차원 인체 동작 제어 시스템에서 동작 지시를 위해서 입력되는 마우스 움직임

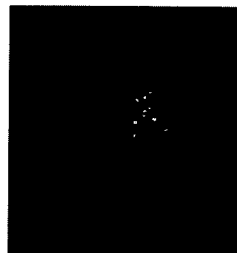
의 궤적으로 ($X_n, \sum CP, X_a, X_t$)의 튜플이다.

여기에서 X_n 은 시각 스크립트의 이름, $\sum CP$ 는 시각 스크립트를 구성하는 제어점들의 집합, X_a 는 시각 스크립트가 가지는 속성이며 X_t 는 시각 스크립트의 타입이다.

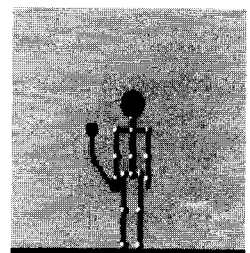
시각 스크립트의 이름은 입력된 형태에 따라서 서로 구별되는 시각 스크립트를 지칭하기 위한 것으로서 이는 표1에 정의된다. 시각 스크립트를 구성하는 제어점의 집합은 마우스 경로에 의한 좌표 값들의 집합이다. 그리고 속성은 시각 스크립트가 가지는 공간적 또는 시간적 속성을 말한다. 즉 시각 스크립트는 3차원 공간 상에서 위치와 마우스 드래깅의 속도 등에 대한 속성 값을 가지게 된다. 시각 스크립트는 다시 동작 지시를 위한 것과 여러 동작 사이의 동기화 정보를 표현하는 것으로 구별되는데 이를 시각 스크립트 타입이라고 정의한다.

그림 1은 '걷기'와 '팔들기' 동작을 지시하고 생성하는 동작 지시 시각 스크립트의 예이다. (a)걷기의 경우 인체 모델의 신체 부분 전체를 선택한 상태에서 걷는 동작이 이루어질 경로를 마우스로 입력한다. (b)팔들기 동작의 경우 동작의 대상이 되는 신체 부위인 팔만을 선택한 상태에서 역시 팔이 움직이게 될 경로를 스캐칭한다.

이렇게 입력된 경로에 의해서 선의 형태로 나타나는 것이 시각 스크립트이며, 이것은 사용자가 관찰하고 있는 3차원 공간 상의 좌표계로 자동으로 변환된다. 따라서 동작 생성을 위한 또 다른 정보 없이 시각 스크립트에 의한 동작을 생성하기 위한 시공간적 정보의 표현이 가능하다.



(a) 걷기



(b) 팔들기

그림 1 시각 스크립트를 이용한 동작 제어

몇 가지로 정의된 제스처 형태를 이용하면서 다양한 동작 생성을 가능하도록 하기 위해서 지식기반[5]으로 인체 동작을 그림 2와 같이 분류한다. 또한 인체 모델을

계층적으로 모델링[1,6]하여 각 신체 부위별로 동작 지시를 가능하게 한다. 예를 들어 반복의 동작을 의미하는 시각 스크립트를 팔에 적용한 경우와 다리에 적용한 경우는 서로 다른 동작으로 인식되어 '팔을 흔든다'와 '다리를 흔든다'는 두 가지의 동작을 생성할 수 있다.

인체 동작은 크게 부분 동작과 전체 동작으로 분류하고 부분 동작은 다시 이동, 반복, 회전 및 상호작용 동작으로 분류한다. 이동 동작과 회전 동작은 동작 제어 대상으로 선택된 신체 부위의 위치 이동이나 회전에 의해 생성되는 동작을 의미하며, 반복 동작은 신체 부위의 이동 동작이 반복되는 동작이다. 또한 상호작용 동작은 다른 사람과 연관되어 행해지는 것들이다. 이러한 동작 분류는 몇 가지 형태의 시각 스크립트만으로도 다양한 동작 생성이 가능하도록 하며 필요에 따라 추가, 삭제 및 수정을 통해서 생성 가능한 동작의 확장성을 보장한다.

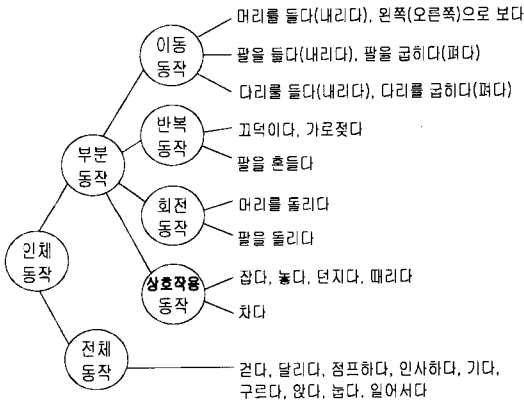


그림 2 인체 동작 분류

2.2 시각 스크립트 인식

시각 스크립트의 인식은 공간 상에서 그려진 마우스 스키칭이 어떠한 형태를 가지고 있는가를 시각 문장으로 해석하는 것이다.

그림 2와 같이 분류된 인체 동작을 지시하는 시각 스크립트 VS는 표 1과 같이 이동, 회전, 반복 동작을 지시하는 형태와 '점프하다' 등의 전체 동작을 지시하는 형태 등으로 구성한다. 그리고 각 시각 스크립트는 그 형태에 따라서 시각 문장으로 분석되면서 정의 1의 동작을 의미하는 이름 X_n 으로 인식된다.

표 1에서 시각 스크립트의 형태는 동작의 의미를 반영하면서 방향 전환의 조합으로 구별되도록 구성되었다. 시각 스크립트 MOVE는 동작 대상의 단순한 위치 이동

표 1 시각 스크립트의 형태

VS, X_n	VS	Visual Sentence
MOVE		M...M
REPEAT		M...M T1 M...M
ROTATE		M...M T1 M...M T1 M...M T1 M...M
D_REPEAT		M...M T1 M...M T2 M...M
HOP		M...M T1 M...M T2 M...M T1 M...M
MOVE_ROTATE		M...M T1 M...M T1 M...M T1 M...M
D_ROTATE		M...M R1 M...M R1 M...M
FREE_STYLE	Free Shape	No Visual Sentence

을 의미한다. 그리고 REPEAT는 동작 대상의 위치 이동을 반복하는 동작을 의미한다. 예를 들어 동작 대상을 팔로 하고 REPEAT 시각 스크립트를 입력하면 경로를 따라서 팔의 이동을 반복하게 하므로 팔을 흔드는 동작으로 해석한다.

시각 문장은 시각 스크립트의 방향 전환의 조합으로 다음과 같이 표현된다.

$$VisualSentence = \{ \sum X_n | X_n \in T_{is} \},$$

$$T_{is} = \{ M, T_1, T_2, R_1, R_2 \}$$

여기에서 T_{is} 는 시각 스크립트의 진행에 따른 방향성의 집합이며, 원소 M, T_1, T_2, R_1, R_2 은 각각 그림 3과 같이 방향 전환이 없는 상태, 왼쪽 또는 오른쪽으로의 방향전환, 그리고 왼쪽 또는 오른쪽으로의 회전을 나타낸다.

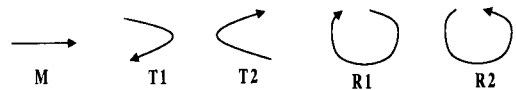


그림 3 시각 스크립트의 방향성

예로 한번의 방향 전환도 일어나지 않는 시각 스크립트는 시각 문장 $\sum M$ 으로 분석되고 이것은 시각 문장을 이루는 방향성에 따라서 상태를 전이하는 시각 스크립트 오토마타를 탐색하여 'MOVE'로 인식된다.

2.3 인체 동작 인식

동작의 의미 분석은 시각 문장의 형태에 따라서 인식된 시각 스크립트의 이름, 동작의 대상이 되는 신체 부위, 현 자세 등의 객체 제약 조건, 경로나 위치, 높이 등의 공간적 제약 조건과 시각 스크립트 입력 시 스키칭

속도 등의 시간적 제약 조건 등을 기반으로 이루어진다. 예를 들어 객체 제약 조건으로 현 자세가 서 있는 경우 이면 'MOVE'로 인식된 시각 스크립트는 '걷다'를 의미하게 되고, 엎드린 자세라면 '기다'라는 동작으로 해석한다. 그리고 '걷다' 동작에서 시간 제약 조건인 스텝칭 속도가 일정 수준 이상이면 '달리다'라는 동작으로 분석될 수 있다. 그림 4는 이와 같은 제약 조건에 의해서 상태를 전이하는 동작 인식 오토마타를 나타낸다. 동작의 분석을 위해서 오토마타를 사용함으로써 제약 조건을 추가 또는 삭제하여 다양한 동작 형태를 동적으로 분석할 수 있다.

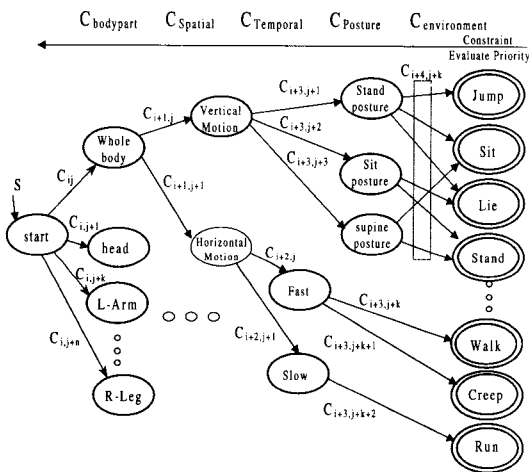


그림 4 동작 인식 오토마타

3. 시각 스크립트의 3차원 변환

시각 스크립트는 마우스로 입력되는 제스처이므로 윈도우 상에 존재하는 2차원의 점으로 이루어진다. 그러나, 직관적인 입력 환경을 지원하기 위해서 수직 입력 등과 같은 작업 없이 3차원 정보로 유일하게 변환하여 사용자가 의도하는 3차원 제스처를 얻는 과정이 필요하다. 본 절에서는 시각 스크립트를 실제로 인체 모델의 동작을 생성할 수 있는 3차원 정보로 변환하는 매커니즘을 설명한다.

3.1 동적 제어 평면

2차원 입력도구는 X축과 Y축 방향으로의 자유도를 가지는데 반해서 3차원 물체는 X축, Y축, Z축 방향의 자유도를 가진다. 따라서 제약 조건이 없이 3차원 공간에 입력된 2차원 정보는 남은 자유도를 유일하게 결정할 수 없다. 부가적인 정보의 제공 없이 이의 해결을 위

해서는 잉여 자유도를 제한하는 방법으로 접근되어야 하는데 본 논문에서는 자유도 제약 조건으로 동적 제어 평면을 제안한다.

공간 상의 물체가 직선 경로로 이동되어졌을 때 그 부피를 무시한다면, 그 움직임의 경로를 포함하는 하나의 평면을 가진다. 따라서 2차원의 시각 스크립트가 입력될 공간 상의 평면을 미리 설정한다면 3차원 시각 스크립트로 유일하게 변환할 수 있다. 여기에서 시각 스크립트가 입력될 평면을 동적 제어 평면[7]이라고 정의한다. 시각 스크립트는 동작의 의미를 시각적으로 표현하고 동작이 이루어질 경로와 방향을 결정하는 역할을 하므로 2차원 평면상에 입력하여 평면의 위치 및 방향과 입력된 시각 스크립트의 형태를 조합하여 의미를 확장할 수 있다.

3.2 시각 스크립트의 3차원 변환

3차원 공간 상에서 물체와의 상호 작용은 사용자가 관찰할 수 있는 가시적인 특성을 제어함으로써 이루어진다. 가시 객체는 뷰 평면을 통해서 관찰하게 되는데 이것은 디스플레이 윈도우와 일치되는 평면으로 3차원 장면이 투영되는 단면이며 실제로 시각 스크립트가 그려지는 평면이다. 이러한 윈도우 상의 2차원 좌표계로 입력된 시각 스크립트를 이루는 점들을 제어점이라고 지칭하고 제어점을 그림 5와 같이 동적 제어 평면상으로 평행 투영하여 3차원 시각 스크립트를 얻을 수 있다.

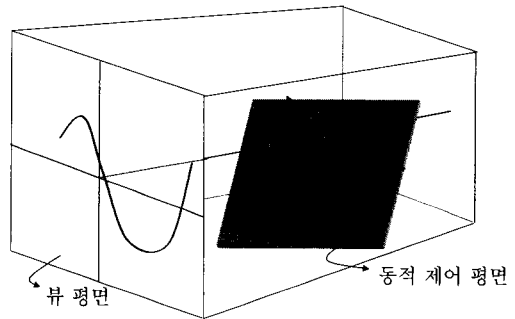


그림 5 시각 스크립트의 동적 제어 평면 상으로의 투영

이를 위해서 먼저 뷰 평면의 중심을 원점으로 하는 좌표계로 변환하여 3차원 공간의 한 단면 상에 존재하는 제어점의 집합을 구하고 이를 동적 제어 평면 상으로 평행 투영한 결과로 3차원 제어점의 집합으로 이루어진 시각 스크립트를 구한다.

이렇게 변환된 시각 스크립트는 실제로 뷰 평면을 통해서 관찰되는 형태에 시각적인 변화를 가하지 않고 공간

상에 존재하게 된다.

3.3 동작의 생성

시각 스크립트에 의해서 입력된 동작의 종류를 이용하여 호출할 동작 라이브러리를 결정하고 3차원 정보로 변환된 시각 스크립트의 동작 경로와 시간 정보를 이용하여 인체 모델의 동작을 렌더링한다. 이때 3차원으로 변환된 시각 스크립트를 이루는 제어점의 검색을 시작한다. 현재 검색된 제어점이 시각 스크립트의 종료점이 아니라면 인식된 동작에 해당되는 경로 동작 함수를 호출한다. 경로 동작 함수는 동작의 종류에 따라서 이동된 인체 모델의 신체 부위를 결정한다. 예를 들어 '걷다'와 같은 전체 동작은 이전의 제어점에서 현재 제어점의 위치로 인체 모델을 이동시킨다. 이 때 걷는 동작을 보이면서 위치 이동이 이루어지도록 하기 위해서 각 신체 부위의 움직임을 결정하는 동작 함수가 호출된다. 이것은 인체 모델의 팔, 다리, 몸통 등이 동작을 만들어 내기 위해서 이동되어야 할 거리와 회전 각도 등을 결정하고 신체의 각 부위를 이동 또는 회전시키는 역할을 한다. 이러한 방식으로 하나의 시각 스크립트의 제어점을 시각 스크립트의 종료점까지 검색하여 동작을 렌더링한다.

4. HUMOA 시스템

본 절은 시각 스크립트를 이용하여 3차원 인체 모델의 동작을 제어하는 HUMOA(HUMAN MOTION

Agent) 시스템을 설명한다. 본 시스템은 인체 모델의 동작 제어 기법으로 시각 스크립트를 이용하며 Visual C++와 OpenGL을 사용하여 구현되었다.

그림 6은 HUMOA 시스템의 구조로서 크게 사용자

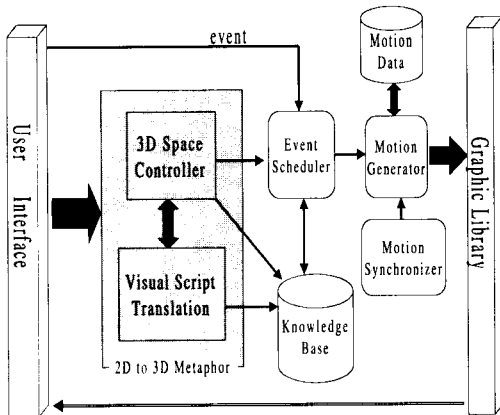


그림 6 HUMOA 시스템의 구조

인터페이스, 2차원 입력의 3차원 변환 메타포, 시각 스크립트 해석기와 동작 생성기 등으로 구성된다.

사용자는 인터페이스 상에서 공간에 존재하는 동적 제어 평면을 조작하여 동작이 이루어질 방향을 설정하고 해당되는 시각 스크립트를 스케치한다. 입력된 시각 스크립트는 변환 메타포를 거쳐 3차원 정보로 변환된다. 이 정보는 꺾인 정도와 회전 방향, 회전 횟수 등을 탐색하는 오토마타를 이용하는 시각 스크립트 해석기에 의해서 동작의 종류를 인식하는데 사용된다. 동작 생성기는 동작 지시에 해당되는 동작을 애니메이션으로 실행하도록 Open GL API를 이용하여 필요한 동작 라이브러리를 구축하고 이를 이용해서 렌더링한다.

그림 7은 인체 모델의 머리 부분을 선택하고 그것이 움직이게 될 경로를 포함하는 동적 제어 평면상에 표 1의 'MOVE_ROTATE'의 형태로 시각 스크립트를 입력한 예이다. 여기에서 의미 분석을 위한 제약 조건은 선택된 머리 부분이며 시각 스크립트의 형태가 움직임과 회전이 조합된 형태이므로 고개를 숙인 후 다시 고개를 드는 동작을 하게 된다.

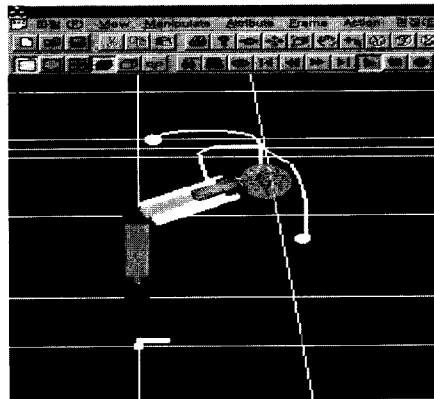


그림 7 시각 스크립트에 의한 동작의 생성

그림 8은 여러 동작들을 조합하여 동작 시나리오를 작성하는 과정을 보여준다. 두 인체 모델에 대해서 여러 가지 동작을 시각 스크립트로 지시하고 이들의 동기 관계를 역시 시각적으로 표현한다. 즉 입력된 시각 스크립트의 시각 지점 또는 종료 지점 사이를 다시 선으로 연결하는 동기화 시각 스크립트를 사용하여 두 동작 사이의 선후 또는 동기 관계를 표현한다.

그림 9는 그림 8과 같이 입력된 여러 동작들과 그들의 동기 관계에 의해서 생성된 동작 시나리오에 따라서 두 인체 모델이 동작하는 과정이다.

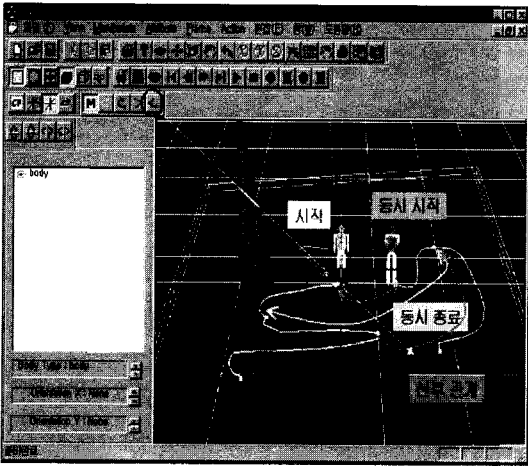


그림 8 동작 정보와 동기화 정보의 입력에 의한 시나리오 작성

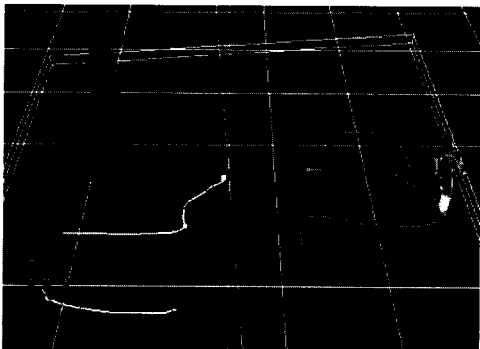
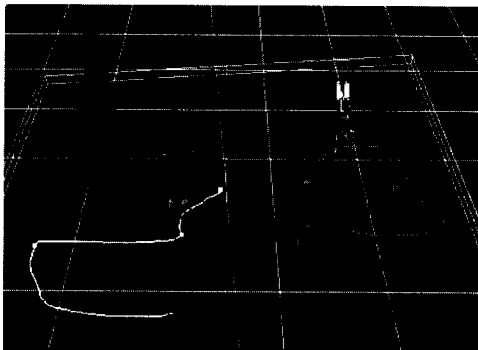


그림 9 인체 모델의 동작 과정

시각 스크립트를 이용한 동작 제어와 기존의 동작 제어 기법들을 동작 표현의 시각성과 직관적 작업의 측면에서 항목들을 고려하여 비교 분석하면 표 2와 같다.

표 2 동작 제어 기법 비교

항목 기법	키프레이밍	아이콘/ 대화상자	텍스트 스크립트	시각 스크립트
의미적 동작 표현	-	-	가능	가능
공간 정보 표현의 시각성	지원	-	-	지원
전문성	전문성 요구	-	전문성 요구	-
확장성 및 재사용성	-	-	가능	가능

5. 결론

본 논문은 3차원 공간 상에서 동작을 지시하기 위해서 동작의 의미를 시각적으로 표현하는 시각 스크립트를 제안하였다. 그리고 2차원의 시각 스크립트를 동작 생성을 위한 3차원 정보로 변환한 동적 제어 평면을 제안하고 이들을 이용한 인체 동작 제어 시스템을 구현하였다. 동적 제어 평면은 사용자로 하여금 2차원 디스플레이 윈도우로 관찰되는 공간에서 동작 방향 설정의 모호함을 제거하고 입력 도구와 일치되는 환경을 제공한다. 또한 시각 스크립트를 이용하여 시각적으로 동작을 직접 표현하므로 기존의 키프레이밍 방식처럼 각 동작을 구성하는 장면을 일일이 묘사하거나 텍스트 스크립트를 이용하여 동작의 개념을 지정한 용어로 표현하는 작업이 필요 없다. 따라서 3차원 정보 입력을 위한 작업량을 감소시키고 동작의 의미를 시각적이고 직관적으로 표현할 수 있다. 그리고 기존의 동작 생성 기법과는 달리 동작의 의미적 표현이 가능하며, 동작 시나리오를 시각적으로 구성할 수 있다. 그러나 시각 스크립트를 이용한 동작의 묘사는 보다 세부적인 작업이 다소 어려울 수 있다. 따라서 제한적으로 키프레이밍 등의 세부 묘사가 용이한 기법과 상호 보완적으로 사용된다면 3차원 인체 동작 제어의 직관적이고 쉬운 작업이 가능할 것이다. 향후 사용자의 의도를 정확히 반영할 수 있는 3차원 공간 탐색 기법과 시각 스크립트의 3차원 입력을 위한 보다 효과적인 메타포의 개발이 필요하다.

참고 문헌

[1] N. I. Badler, K. H. Manoochchri and G. Walters, "Articulated Figure Positioning by Multiple Constraints," IEEE CG & A, Vol. 7, No. 6, pp. 28-38, June 1987.

- [2] T. Calvert, A. Bruderlin, J. Dill, T. Schiphort and C. Welman, "Desktop Animation of Multiple Human Figures," IEEE CG & A, Vol. 13, pp. 18-26, May 1993.
- [3] K. Perlin and A. Goldberg, "Improve: A System for Scripting Interactive Actors in Virtual World," Computer Graphics(Proc. of SIGGRAPH'96), pp. 205-216, August 1996.
- [4] Carlson, D. A. and Hodgins, J. K., "Simulation Levels of Detail for Real-time Animation," Graphics Interface'97, pp.1-8, 1997.
http://www.cc.gatech.edu/gvu/animation/Areas/virtual_environments/simlnew.html
- [5] M. Unuma, K. Anjyo and R. Takeuchi, "Fourier Principle for Emotion-based Human Figure Animation," Computer Graphics(Proc. of SIGGRAPH '95), pp. 91- 96, August 1995.
- [6] A. Bluderlin, S. Fels, S. Esser and K. Mase, "Hierarchical Agent Interface for Animation," Tutorial of the Fifth Pacific Conference on Computer Graphics and Applications, pp.29-32, Oct. 1997.
- [7] S. Kim, K. Cha, M. Kim and E. Lee, "3D Animation using Visual Script Language," The Fifth International Workshop on Distributed Multimedia Systems, Taiwan, pp. 109-113, July 1998.



차 경 애

1996년 경북대학교 컴퓨터학과 졸업 (학사). 1999년 경북대학교 컴퓨터학과 졸업(석사). 1999년 ~ 현재 경북대학교 컴퓨터학과 박사과정 재학. 관심분야는 인간과 컴퓨터 상호작용, 멀티미디어 시스템, 시각 언어, 프로그래밍 언어 등

김 상 욱

정보과학회논문지:컴퓨팅의 실제
제 6 권 제 2 호 참조