

가상현실에서 행위와 인지에 기반한 인공생명과의 상호작용시스템

(An Interaction System with Artificial Life based on Behavior and Perception in VR)

박 현 진 [†] 조 용 진 [†] 양 현 승 ^{**}
(HyunJin Park) (YongJin Cho) (Hyun Seung Yang)

요 약 사이버 캐릭터(이하 캐릭터라 함)는 가상 환경에서 동작하는 인공 생명체이다. 캐릭터는 기본적으로 센서 시스템과 동작 제어 시스템으로 구성된다. 캐릭터는 센서 시스템을 통하여 가상 환경과 실세계를 인지하고, 사용자의 명령을 인식한다. 동작 제어 시스템은 과제를 수행하기 위한 계획을 수립하고, 적합한 행위를 선택하여 캐릭터를 동작시킨다. 사용자는 캐릭터와의 상호작용과 더불어 지능적인 행동을 직접 경험함으로써 가상 환경 속에서 현실감을 느끼게 된다. 본 논문에서는 현실감 있는 캐릭터와 가상 환경의 구축을 위한 3차원 그래픽 모델, 애니메이션 및 동작 제어 시스템, 실시간 영상 분석 시스템에 대하여 설명하고, 본 연구실에서 개발한 실험 결과를 소개한다.

Abstract A cyber-character is a kind of artificial life inhabiting a virtual world. To be a life form in the virtual world, cyber characters need sensors and control systems. The sensor system enables the cyber character to recognize not only the virtual world but also the real world in such a manner that it can respond to user's commands. The control system provides the cyber character with life-like behavior by generating goals and plans, selecting appropriate actions, and finally by animating the character. Users may feel the cyber character to be alive because of its close interaction and smart performance. In this paper, a cyber-character system designed to provide users with a realistic feeling of an artificial life is discussed.

1. 서 론

지난 10여년간 가상 현실(Virtual Reality)의 실현을 위하여 3차원 그래픽에 의한 가상 환경의 모델링, 캐릭터 디자인, 애니메이션 기법, 가상 물체의 제어에 관한 연구가 수행되어 왔다. 하지만, 가상 환경에서의 현실감이나 실제감은 실세계의 합성과 모방이라는 본질적인 제약을 가지고 있다.

기존 가상 현실의 개념은 사용자의 주변 공간을 무시하고 이를 대신하는 가상 공간을 만들어 내는데 주력하

였으나, 본 연구에서는 사용자의 주변 공간을 가상현실 시스템의 일부 공간으로 통합하도록 하여 사용자에게 보다 자연스러운 가상 현실감을 제공하는 시스템을 제안한다. 기존 시스템에서 사용자가 인식하는 현실 공간과 시스템이 제공하는 가상 현실의 급격한 차이는 사용자 하여금 깊은 몰입감을 갖지 못하게 하고 있다. 사용자의 주위 공간을 이음새 없이 완벽하게 가상 현실로 대체하는 기술은 앞으로도 많은 연구를 필요로 하며 일반적으로 고가의 특수 장비를 필요로 한다. 따라서 본 연구에서는 현실 공간과 가상 현실을 유연하게 연계시키는 기법으로 가상의 캐릭터를 사용자 공간에 투영하고 실제하는 것처럼 사용자와 상호작용시키는 시스템을 제안한다.

최근에 실세계와 가상 환경을 융합하여 실세계의 풍부한 정보를 직접 이용하는 방향의 연구들이 수행되고 있다[1][2]. [1]의 연구에서는 카메라를 통해 사용자의

[†] 비 회 원 : 한국과학기술원 전산학과
hjpark@paradise.kaist.ac.kr
atre@paradise.kaist.ac.kr

^{**} 종신회원 : 한국과학기술원 전산학과 교수
hsyang@cs.kaist.ac.kr

논문접수 : 2000년 10월 19일

심사완료 : 2001년 5월 18일

주변 공간을 영상으로 입력받고, 입력된 영상에 움직이는 캐릭터를 합성하여 보여줌으로써 사용자와 캐릭터가 상호작용하는 시스템을 처음 소개하였다. [2]의 연구에서는 카메라로 방안의 사용자의 반응을 관찰하고, 이에 따라 조금씩 다른 이야기를 합성하여 들려줄 수 있는 '이야기 방' 개념을 도입하였다. 이러한 연구들에서는 지능을 갖춘 가상의 캐릭터가 실제세계의 사용자와 상호 작용하며, 이런 환경에 동참하는 사용자는 보다 깊은 실제감을 느끼게 된다.

기존 연구와 비교하여 본 연구가 갖는 특성은 다음과 같다. [1][2]의 연구에서는 사용자의 의도를 시스템에 전달하는 방식이 제스처로 한정되어 있다. 본 연구에서는 제스처와 음성을 통합하여 보다 입체적인 상호작용이 이루어질 수 있다. 또 [1][2]의 연구에서는 단순 행위기반 조절기법을 이용하였으나, 본 연구에서는 절충형 행위기반 조절기법을 적용하여 캐릭터가 보다 지능적인 행동을 수행할 수 있도록 하였다.

본 논문에서는 캐릭터를 가상 환경에서 동작하는 인공 생명체로 정의하고, 캐릭터 시스템의 일반적인 구조 및 상호작용 시스템의 구성에 대하여 설명한다. 본 연구에서는 캐릭터를 가상 환경에서 생활하는 인공 생명체로 정의한다. 캐릭터는 동작 제어 시스템과 센서(Sensor) 시스템으로 구성된다. 센서 시스템은 캐릭터가 동작하는 가상 환경과 실제세계를 파악하고, 다른 캐릭터나 사용자와의 통신매체로 사용된다. 동작 제어 시스템은 현재 상황이나 과제 목표에 적합한 행위를 선택하고, 이를 기반으로 근육이나 관절을 제어함으로써 캐릭터를 움직이게 한다[6][7].

캐릭터의 센서 시스템은 가상 환경에서의 센서 시스템과 실제세계의 센서 시스템으로 구분된다. 가상 환경에서의 센서 시스템은 미리 만들어진 모델 정보와 통신 규약(Protocol)을 이용하여 구현될 수 있다. 하지만, 실제세계의 센서 시스템은 사용자의 제스처를 인식하고 사용자의 음성을 인식해야 한다[3][4][5].

캐릭터의 동작 제어 시스템은 운동 조절 시스템, 제어 수준 행위 시스템, 계획 수준 행위 시스템으로 구성된다 [8][9]. 운동 조절 시스템에서는 캐릭터의 근육이나 관절을 조절하며, 제어 수준 행위 시스템에서는 저 수준의 기본적인 행위를 제어하고, 계획 수준 행위 시스템에서는 과제 수행을 위해 저 수준의 행위를 계획하고 수행하도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 동작 제어 및 애니메이션 시스템에 대하여 설명하고, 3장에서는 실시간 영상 분석 및 센서 시스템에 대하여 설명한다. 4장

에서는 제안된 센서 시스템과 동작 제어 시스템을 포함하는 캐릭터 시스템의 구현 결과를 보이고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 애니메이션 시스템과 동작 제어

살아있는 생명과 같은 느낌을 줄 수 있는 인공 생명체를 만들기 위하여 사실적인 애니메이션 기법과 지능적인 행동 양식을 보이는 제어 구조가 필요하다. 본 장에서는 주어진 제한 조건 내에서 사실적인 애니메이션을 제공하기 위한 3차원 모델링 및 애니메이션 기법을 설명하고, 지능적인 행동 양식을 만들어 내기 위한 절충형 행위 기반 동작 제어 시스템에 대해 설명한다.

2.1 애니메이션 시스템

사실적인 애니메이션을 위해서는 실제감 높은 3차원 그래픽 모델과 자연스러운 동작 제어가 필요하다. 본 논문에서는 캐릭터를 관절 모델로 표현하고, 키 프레임 애니메이션을 사용하여 캐릭터의 동작을 제어한다.

• 캐릭터의 3차원 그래픽 모델

캐릭터는 기하학적 구성 요소들이 관절로 연결된 3차원 그래픽 모델이다. 관절의 연결 관계는 트리구조이며, 각 관절은 회전과 이동의 자유도를 갖는다. 그림 1은 캐릭터의 몸체를 루트 노드로 하는 관절 연결 구조 트리의 한 예이다.

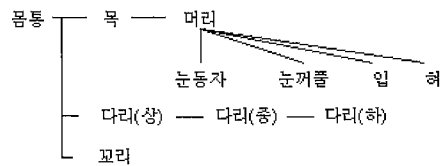


그림 1 관절 연결 구조 트리

• 키 프레임 애니메이션

키 프레임 방식의 애니메이션이란 시간 순서대로 모델의 상태를 저장해 놓고서 재생시에는 저장된 상태를 차례로 보여주는 방식이다. 하나의 키 프레임은 각 관절의 회전이나 이동 수치들의 집합이다. 키 프레임들은 동작 부위 별로 몸통, 머리, 눈동자, 눈꺼풀, 입, 꼬리의 동작 그룹으로 나눌 수 있다. 서로 다른 동작 그룹에 속하는 키 프레임들은 조합되어 병렬적으로 사용된다. 예를 들어, 꼬리를 흔들면서 두리번거리는 동작은 각각 다른 그룹의 키 프레임들의 조합으로 구성할 수 있다. 하나의 동작 그룹은 여러 개의 동작들로 나뉘어지며, 한 동작은 3~20개 정도의 키 프레임들로 구성된다. 대부분의 동작

은 반복 루프로 되어 있고, 다른 동작으로 전이하기 위해서는 별도의 전이 동작을 거쳐야 한다. 각각 동작들의 키 프레임과 전이는 오토마타(Automata)에 의하여 표현된다.

2.2 캐릭터 동작 제어 시스템

인공 생명체에게 사실감을 주는데 있어 가장 중요한 요소는 살아 있는 생명체와 유사한 행동상의 특징을 생성하는 지능적인 제어 구조이다. 살아있는 생명체의 행동은 즉흥적이고, 동시에 여러 목적을 추구하면서, 돌발적인 예외 상황에 유연하게 대처한다. 본 연구에서는 기존의 계획 중심의 제어구조와 행위 기반 제어구조를 병합한 절충형 행위기반 제어구조를 사용하여 캐릭터가 복잡한 과제를 수행하면서도 돌발적인 예외 상황에 유연하게 대처할 수 있도록 하였다. 행위기반 제어는 독립적이고도 병렬적으로 동작하는 행위들의 상호작용을 통해 행동을 결정하는 제어방식이다. 절충형 행위기반 제어구조는 그림 2에서 보이듯 행위를 3단계로 구분된 계층구조로 나누고, 상위 수준의 행위 모듈이 하위 수준의 행위 모듈을 제어하는 방식으로 동작한다. 단순 행위들만으로 구성된 행위기반 제어와 달리 절충형 행위기반 제어구조에서는 상위 수준의 행위가 목표를 달성하기 위한 계획(planning)을 세우고, 계획에 따라 하위 행위들의 실행을 관리함으로써 복잡한 목표(goal)를 달성할 수 있다. 행위들은 센서시스템(음성 및 시각 센서)으로부터 정보를 입력받고, 적절한 판단에 따라 캐릭터의 행동을 생성한다. 캐릭터의 행동은 가상 공간에 반영되어 사용자에게 보여지게 된다.

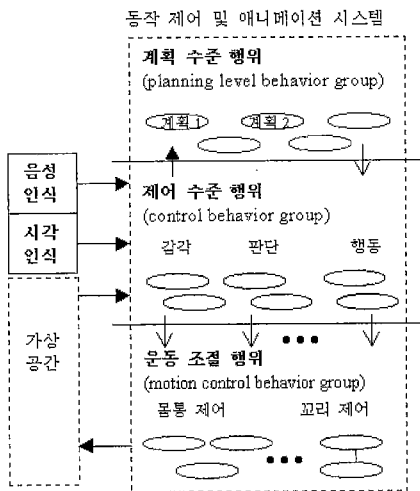


그림 2 절충형 행위 기반 동작 제어 시스템

절충형 행위기반 제어구조에서 행위들을 구분하는 계층별 특성은 다음과 같다.

- 운동 조절 행위(Motion Control Behavior) : 독립적인 동작 그룹별로 한 개씩 존재하며, 각각의 행위는 애니메이션 자동자로 구성되어 키 프레임의 재생을 제어한다. 제어의 관점에서 보면 운동 조절 행위는 피드백을 받지 않고 단순히 동작을 재생하는 개방형 루프(Open Loop) 방식이다.
- 제어 수준 행위(Control Level Behavior) : 외부로부터 얻은 센서 정보를 바탕으로 반사적으로 제어되는 행위들의 집합이다. 제어 수준의 행위들은 병행(concurrent)적으로 동작하며, 이때 둘 이상의 행위 사이에 경쟁(competition) 상황이 생길 수 있다. 경쟁 상황은 우선 순위를 두어 선택적으로 우선순위가 높은 행위만을 활성화함으로써 제어한다.
- 계획 수준 행위(Planning Level Behavior) : 제어 수준 행위들의 조정과 제어를 통하여 특정 목적을 달성할 수 있도록 하는 제어 논리의 집합이다. 계획 수준 행위는 지속적으로 목적 달성 여부를 검사하고, 계획을 수정하며, 하부 행위들을 활성화하거나 비활성화한다.

표 1은 장애물을 회피하면서 물체를 사용자에게 전달하는 과제를 수행할 때 요구되는 행위를 제어 수준에 맞게 구분한 예이다.

표 1 행위의 수준 분류와 예

행위 수준	행위 예
계획 수준 행위	사람에게 물체 회송
제어 수준 행위	목표물 검출, 목표물 추적, 장애물 회피, 공간탐색
운동 조절 행위	몸통 제어, 머리 제어, 꼬리 제어

3. 센서 시스템 및 실시간 영상 분석

캐릭터는 다양한 센서를 이용하여 자신이 동작하는 환경을 감지하고, 사용자와의 상호작용을 통하여 주어진 과제를 수행한다. 본 장에서는 캐릭터의 센서 시스템과 카메라로부터 획득한 영상을 분석하여 사용자의 의도 파악하는 실시간 영상 분석 시스템에 대하여 설명한다.

3.1 가상 공간에서의 센서 시스템

가상 공간에서 활동하는 캐릭터의 센서 시스템은 감지 환경과 목적에 따라 다음과 같은 시스템들로 구성된다.

- 가상 환경을 인지하는 센서 시스템

- 다른 캐릭터들과의 상호작용을 위한 센서 시스템
- 실세계를 인지하는 센서 시스템
- 사용자와의 상호작용을 위한 센서 시스템

캐릭터가 동작하는 가상 환경은 공간 모델이나 지도를 이용하여 구현될 수 있다. 즉, 캐릭터는 지도를 사용하여 벽이나 장애물의 위치를 파악하고, 충돌을 피하면서 움직일 수 있다. 다른 캐릭터들과의 상호작용을 위한 센서 시스템은 애니메이션 시스템에서의 동작 제어 정보와 캐릭터 간의 언어, 통신 규약을 이용하여 상호 정보를 전달함으로써 구현될 수 있다. 사용자와의 상호작용을 위한 센서 시스템은 사용자의 제스처와 음성을 분석하여 사용자의 의도를 파악한다.

3.2 실시간 영상 분석 시스템

사용자의 의도를 파악하고, 사용자와의 상호작용을 위하여 캐릭터의 센서 시스템은 사용자의 제스처를 분석해야 한다. 카메라로부터 획득한 영상을 분석하여 사용자의 제스처를 분석하는 실시간 영상 분석 시스템의 구조는 그림 3과 같다.

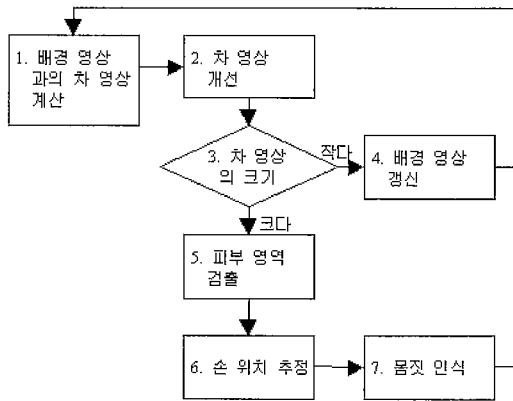


그림 3 실시간 영상 분석 시스템

1. 배경 영상과의 차 영상 계산 : 사용자가 움직이는 실세계 환경은 정적인 단순 영상으로 구성된다. 배경으로부터 사람의 영역을 분할하기 위하여 사람이 없는 상태에서 캡처한 배경 영상과 사람이 있는 영상과의 차 영상을 계산한다.
2. 차 영상 개선 : 차 영상의 잡음을 제거하기 위하여 평탄화(Smoothing) 과정을 거치고, 크기가 작은 영역은 제거한다.
3. 차 영상의 크기 : 차 영상의 크기가 작으면, 배경 영상을 갱신한다. 차 영상의 크기가 크면, 손의 위치를

추정하여 제스처를 인식한다.

4. 배경 영상 갱신 : 시간이 지남에 따라 조명에 의하여 배경 영상의 정보가 변화할 수 있다. 사용자가 없는 영상이 일정 시간 계속되면, 그 영상의 평균을 배경 영상으로 사용한다.
5. 피부 영역 검출 : 차 영상의 색상 정보와 미리 만들어진 피부 색상 정보를 비교하여 피부 색상 정보와 유사한 화소를 선별한다. 피부 화소가 모여있는 영역을 구하고, 영역의 중심을 계산한다.
6. 손 위치 추정 : 피부 영역 중에서 위치에 따라 얼굴, 오른손, 왼손을 할당한다. 실시간 제스처 인식을 위하여 오른손의 위치를 높낮이와 몸에서의 근접 정도에 따라 부호화하고, 이들 부호를 사용하여 다음 단계에서 제스처를 인식한다.
7. 제스처 인식 : 단계 6에서 계산된 위치 부호에 대하여 오토마타를 설계하고, 연속적으로 입력되는 위치 부호에 대하여 자동자가 제스처 인식 노드에 도달할 때 인식 결과를 출력하여 애니메이션 시스템에 전달한다. 방향지시 제스처는 양손에서 얼굴까지의 거리를 비교하여 구별한다.

단계 6에서 구하는 위치 부호는 손의 위치를 그림 7의 (c)에 나타난 구획(grid)을 기준으로 나누어 6가지로 구분한다. 위치 부호는 (near/far, bottom/center/top)과 같이 손의 거리와 높이를 순서쌍으로 나타낸 것이다.

단계 7에서 오토마타는 손의 위치가 변하는 과정을 시간적으로 추적, 요약하여 제스처를 인식한다. 예를 들어 그림 6의 (a)에 나타난 '이리와'라는 제스처는 손의 위치부호가 (near, top)에서 (far, top) 사이를 1번 이상 왕복할 때 인식되는데 이를 인식하기 위한 오토마타는 그림 4와 같다.

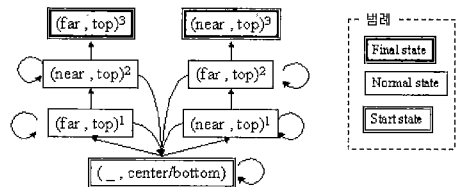


그림 4 '이리와' 제스처를 인식하는 오토마타

그림 4의 범례에서 보여지듯 오토마타는 시작 상태 (start state), 일반 상태(normal state) 및 최종 상태 (final state)로 구성되어 있다. 각 상태의 내부에 표시된 손의 위치부호는 그 상태와 대응되는 손의 위치이다. 시작 상태는 오토마타의 동작이 시작되는 시점을 정해

주는 기능을 한다. 예를 들어 그림 4에서 시작 상태는 손의 위치가 (near~far, center~bottom) 사이 구간에 놓이게 되면 활성화 된다. 이 후 오토마타는 손의 움직임을 추적하며 상태 전이를 한다. 위 오토마타는 특히 손이 머리 높이에서 먼 지점과 가까운 지점을 왕복하는 것인지를 감지한다. 위 오토마타가 최종 상태에 이르는 순간은 손이 먼 곳과 가까운 지점을 왕복한 순간을 의미하게 된다.

제스처의 인식은 위와 같이 각각의 제스처를 인식하는 독립적인 오토마타들에 의해 수행된다. 각각의 오토마타들은 처음에는 비활성 상태에 있다가 시작조건이 만족되면 동작을 시작하며, 최종 상태에 이르게 되면 인식 결과를 출력하고 다시 비활성 상태로 돌아가게 된다.

4. 실험 결과

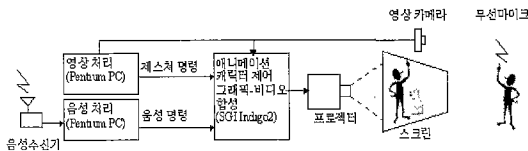


그림 5 시스템 구성도

그림 5는 본 논문에서 제안한 센서 시스템과 동작 제어 시스템을 사용하여 구현한 가상 공간의 시스템 구성도이다. 전체 시스템은 SGI Indigo2 1대, Pentium 컴퓨터 2대, 카메라 1개, 마이크 1개, 스크린, 프로젝터로 구성되어 있다.

본 연구에서는 실험을 위하여 동물(개, 고양이) 캐릭터를 사용하였으며, 캐릭터의 동작 및 행위는 표 2와 같다. 사용자의 명령에 의한 계획 수준 행위는 제어 수준 행위와 운동 조절 행위를 조절하여 캐릭터를 동작시킨다.

표 2 캐릭터의 수준별 행위들

계획 수준 행위	제어 수준 행위	운동 조절 행위
사람에게 다가가기 앉아서 좋아하기 공 물어 오기 공 뜰머다 놓기 사람 주위를 돌기 구르기 인사하기	어슬렁거리며 걷기 목표를 추적 장애물 회피 목표를 바라보기 앉아서 휴식	느리게 걷기, 보통 걷기, 뛰기 공물기, 공 놓기 앉기, 엎드리기 구르기, 흔들기 머리 흔들기 눈동자 흔들기 눈꺼풀 깜박이기 입 움직이기, 핥기 꼬리 움직이기

본 연구에서 구현된 실시간 영상 분석 시스템이 인식하는 제스처는 다음과 같다(그림 6 참조).

- 사용자의 명령 : 이리와, 일어서, 앉아, 방향 지시
- 공의 제어 : 공 잡기, 공 던지기
- 캐릭터와의 접촉 : 쓰다듬기

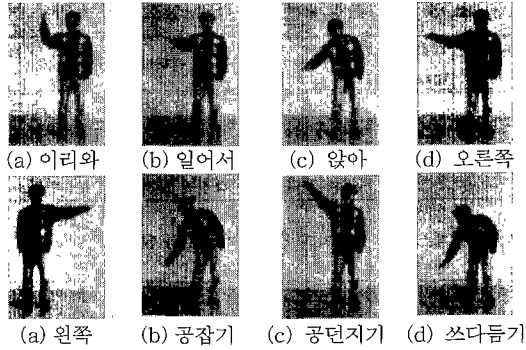


그림 6 인식 가능한 제스처의 종류

그림 7은 영상 분석 시스템의 단계별 분석 결과를 보여준다. (a)는 배경 영상으로부터 차 영상을 구한 다음, 평탄화 과정을 거치고, 작은 영역은 제거한 후의 이진 영상이다. (b)는 차 영상에 대하여 색상 정보가 피부 색상과 유사한 영역을 추출한 것이며, (c)는 오른손의 위치를 분석한 결과이다. (c)에서 오른손의 위치는 근접-밀(near, bottom)이라고 부호화되어 제스처 인식 자동화의 입력으로 사용된다. 제안된 알고리즘을 이용하여 구현된 영상 분석 시스템은 Pentium 160MHz PC에서 약 10 프레임/초의 속도로 영상을 처리할 수 있다.

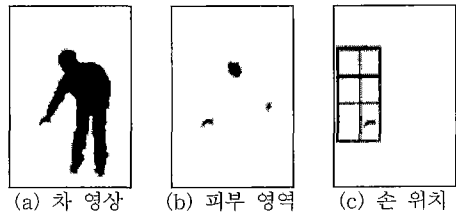


그림 7 실시간 영상 분석 과정

시스템의 구현결과로 가상 환경에서 이루어질 수 있는 캐릭터와 사용자 사이의 상호작용을 요약하면 다음과 같다. 표 3에서 보여지듯이 사용자는 현실에서 애완 동물을 대하듯 캐릭터와 상호작용을 할 수 있다. 사용자는 음성, 제스처를 통해 현실에서와 같은 다양한 대화 방식을 통해 자신의 의도를 전달할 수 있고, 캐릭터는 현실에서의 동물처럼 사용자가 있다는 것을 의식하고

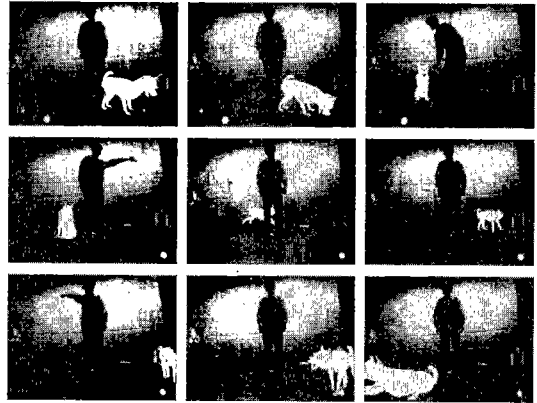
지능적인 반응을 보일 수 있다. 사용자가 관찰할 수 있는 시각적 영상도 사용자와 캐릭터가 공간에 함께 존재하는 것처럼 느끼게 해준다.

표 3 가상 환경과 사용자간의 상호작용 요약

사용자 행동	대화 방식(modality)	가상 환경 및 캐릭터의 행동
사용자 등장	제스처 센서	사용자가 나타나면 반갑게 뛰어나와 옆에 앉는다. 명령이 없이 일정 시간이 지나게 되면 충돌을 피하며 사용자 주위를 어슬렁거리며 돌아다닌다. 돌아다니다가 피곤해지면 앉거나 눕기도 한다.
'이리와'	음성 또는 제스처 센서	사용자의 왼쪽 옆자리에 와 앉는다.
'앉아'	음성 또는 제스처 센서	서있는 상태에서 자리에 앉는다.
'일어서'	음성 또는 제스처 센서	눕거나 앉아 있는 상태에서 일어난다.
'굴러봐'	음성 센서	사용자와 충돌을 피하며 누워서 한바퀴 구른다.
'내 주위를 돌아'	음성 센서	걸어서 사용자의 주위를 한바퀴 돈다.
'저리가 있어'	음성과 제스처 센서	사용자는 음성으로 명령을 내리면서 손으로 방향(왼쪽/오른쪽)을 가르킨다. 캐릭터는 지시한 방향으로 가서 앉는다.
'빨간공 가져와'	음성 센서	지정한 색의 공을 물고 돌아와 사용자 옆에 앉는다.
공 받아 던지기	시각 센서	캐릭터가 물고 있는 공에 사용자가 손을 대면 공이 사용자의 손에 잡힌다. 사용자가 손을 휘두르면 공이 던져진다.
'공 가져다와'	음성 센서	물고 있는 공을 원래 있던 자리에 가져다 놓는다.

가상 환경에서 캐릭터와 사용자가 상호작용 하는 실례는 그림 8, 9와 같다.

그림 8의 첫째 줄에 나타난 영상들은 사용자가 음성으로 '빨간 공 가져와'라고 명령했을 경우의 캐릭터 반응을 보여준다. 명령을 인식하게 되는 시점에 캐릭터는 임의의 위치에 있을 수 있으나, 적절한 경로를 선택해 공이 있는 곳으로 다가갈 수 있으며, 다가가는 동안 사용자와의 충돌을 피해 가게 된다. 첫째 줄의 마지막 영상은 캐릭터가 공을 물고 돌아와 사용자의 오른쪽에 앉아 있는 결과를 보여준다. 둘째 줄의 영상들은 사용자가 '왼쪽으로 가'라는 제스처를 했을 경우의 캐릭터 반응이다. 캐릭터는 현재 위치에서 사용자의 뒤를 돌아 화면 왼쪽으로 뛰어간다. 셋째 줄은 화면의 왼쪽에 있던 캐릭터에게 '오른쪽으로 가'라는 제스처를 했을 경우의 캐릭터 반응을 나타내고 있다.



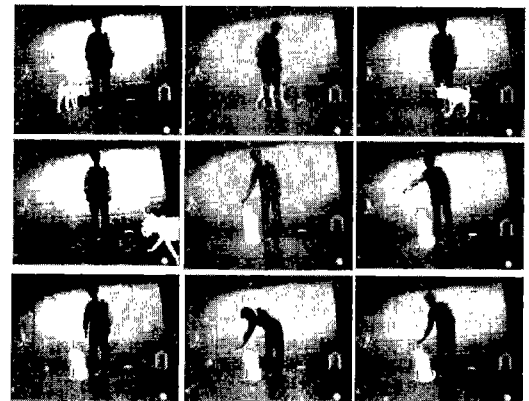
첫째 줄 영상: '빨간 공 가져와' 라는 음성명령에 대한 캐릭터의 반응

둘째 줄 영상: '왼쪽으로 가'라는 제스처에 대한 캐릭터의 반응

셋째 줄 영상: '오른쪽으로 가'라는 제스처에 대한 캐릭터의 반응

그림 8 구현된 시스템에서 사용자와 캐릭터의 상호작용 과정

그림 9는 사용자와 캐릭터가 한 공간에 있음을 잘 나타내는 상호작용의 실례를 보여준다. 첫째 줄 영상에서는 사용자가 음성으로 '내 주위를 돌아봐'라고 명령했을 때 캐릭터가 사용자 주위를 도는 모습을 보여주고 있다. 캐릭터는 사용자 주위를 도는 동안 지속적으로 사용자를 바



첫째 줄 영상: 사용자의 주변을 도는 캐릭터의 행동 모습

둘째 줄 영상: 사용자가 캐릭터가 물고온 공을 받아 던지는 모습

셋째 줄 영상: 머리를 쓰다듬어 주변 꼬리를 흔드는 캐릭터의 반응

그림 9 사용자와 캐릭터 사이의 공간적 상호작용

라보고 있다. 둘째 줄과 셋째 줄 영상들은 캐릭터가 공을 물고 왔을 때, 사용자가 손으로 공을 건네 받고, 공을 다시 공중으로 던지는 상호작용을 보여준다. 셋째 줄에는 공을 던진 후 사용자가 캐릭터의 머리를 쓰다듬어 주었을 때 캐릭터가 꼬리를 흔드는 반응도 보여주고 있다.

5. 결론

가상 환경의 캐릭터는 센서 시스템과 동작 제어 시스템으로 구성된 인공 생명체이다. 본 논문에서는 3차원 그래픽 모델과 애니메이션 동작 제어 및 실시간 영상 분석에 의한 사용자와 캐릭터의 상호작용 기법을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 절충형 행위 기반 제어 구조는 예외 상황에 즉시 반응할 수 있으며, 고 수준의 과제를 계획적으로 수행할 수도 있다. 실시간 영상 분석 시스템에서는 색상 정보를 이용하여 사용자의 모습을 영상에서 분할하고, 얼굴과 손의 위치를 파악하고, 이를 사용하여 사용자의 제스처를 인식한다.

구현된 시스템을 통해 사용자는 가상 환경의 캐릭터와 시각, 청각, 공간의 감각 면에서 현실과 동일하거나 유사한 방식으로 상호작용할 수 있다. 사용자는 특별한 인터페이스 장치를 지니지 않고서도 가상 캐릭터와 한 공간에서 자연스럽게 상호작용할 수 있으며, 가상의 캐릭터는 실제 공간에 존재하는 것처럼 투영되며, 사용자의 위치와 제스처를 시각적으로 인식하고 행동함으로써 사용자에게 강한 실존감을 준다.

본 논문의 결과를 발전시키기 위한 향후 과제로는 센서 시스템의 기능과, 사용자를 위한 시각화 기능의 제고 방법 및 사이버 캐릭터의 지능 향상 방법 등을 들 수 있다. 현재 시스템의 시각 센서 시스템은 사용자를 2차원 형태로 인식하고 있으나, 3차원 정보를 추출할 수 있다면 사용자와 보다 입체적인 상호작용이 가능할 것이다. 사용자에게 보여지는 시각화 기능도 현재는 평면 스크린을 사용하고 있으나, 스테레오 디스플레이를 사용하면 깊이감을 통해 사용자에게 향상된 몰입감을 줄 수 있다. 현재의 사이버 캐릭터를 통제하는 행위들은 사전에 설계된 것이지만 사용자와의 상호작용을 통해 새로운 행위를 학습할 수 있는 능력이나, 진화연산을 적용해 새로운 행동 방식을 창조해 내는 기법을 도입하게 되면 보다 강한 실재감을 줄 수 있을 것이다.

참고 문헌

[1] P. Maes, A. Pentland, B. Blumberg, T. Darrell, J. Brown, and J. Yoon, "ALIVE: Artificial Life Interactive Video Environment," Intercommuni-

cation, Vol. 7, pp. 48-49, 1994.
 [2] A. Bobick, J. Davis and S. Intille, "The KidsRoom: An example application using a deep perceptual interface," Proc. Workshop on Perceptual User Interfaces 97, Oct. 19-21 1997.
 [3] Christopher R. Wren, Ali Azarbayejani, Trevor Darrell, and Alex Pentland, "Pfinder: Real-Time Tracking of the Human Body," IEEE Trans. on PAMI, vol. 19, no. 7, July 1997.
 [4] C.R. Wren and A.P. Pentland, "Dynamic Models of Human Motion," Proc. Int'l Conf. on Automatic Face and Gesture Recognition, Nara, Japan, April 14-16, 1998
 [5] Vladimir I. Pavlovic, Rajeev Sharma, and Thomas S. Huang, "Visual Interpretation of Hand Gestures for Human-Computer Interaction: A Review," IEEE Trans. on PAMI, vol. 19, no. 7, July 1997.
 [6] D. Terzopoulos, B. Blumberg, P. Prusinkiewicz, C. Reynolds, K. Sims and D. Thalmann, "Artificial Life for Graphics, Animation, Multimedia and Virtual Reality," ACM SIGGRAPH 98 Course 22 Notes.
 [7] Norman I. Badler, Ranmamani Bindiganavale, John P. Granieri, Susanna Wei, and Xinmin Zhao. "Posture interpolation with collision avoidance," Proc. of Computer Animation 94, PP. 13-20, 1994.
 [8] Brooks, "A Robust Layered Control System for Mobile Robot," IEEE Journal of Robotics and Automation, (1) PP. 14-23, 1986.
 [9] J. Y. Chung and Hyun S. Yang, "Integrated Control Architecture Based On Behavior and Plan for Mobile Robot Navigation," Robotica, July 1997.



박 현 진
 1995년 한국과학기술원 전산학과 학사.
 1997년 석사. 1997년 ~ 현재 동대학원 박사과정 재학중. 관심분야는 컴퓨터시각, 인공지능, 인지과학



조 용 진
 1994년 한국과학기술원 전산학과 학사.
 1996년 한국과학기술원 전산학과 석사.
 1996년 ~ 현재 동대학원 박사과정 재학중. 관심분야는 인공지능, 컴퓨터 시각, 지능형 에이전트



양 현 승

1976년 서울대 학사. 1983년 Purdue University 전자과 석사. 1986년 Purdue University 전자과 박사 학위취득. 1986년 ~ 1988년 University of IOWA 전자전산과 조교수. 1988년 ~ 현재 한국과학기술원 전산학과 정교수. 1988년 ~ 1999년 인공지능연구센터 시각연구실장. 관심분야는 컴퓨터 시각, 로보틱스, 인공지능, 멀티미디어