

3차원 동작객체 추출기술에 관한 연구

(A Study on a technology of extraction of motion objects)

오영진 박노국*

요약

This paper introduces the research and development of automatic generation technology to develop the character agent. The R&D of this technology includes three major elements-body model generation, automatic motion generation and synthetic human generation. Main areas of application would be cyber space- 3D game, animation, virtual shopping, on line chatting, virtual education system, simulation and security system.

I. 서론

1.1 연구의 배경

20세기 초 로봇의 등장을 시작으로, 인간과 같은 방식으로 말하고, 걷고, 사고하는 물체를 만들어 내기 위해서 많은 연구가 진행되어져 왔다. 또한 연구와 별도로 소설, 만화 등에서 새로운 인조인간 로봇에 대해서 다루어졌다. 이런 인간의 행동을 모방할 수 있는 에이전트의 개발은 인간을 대신 할 수 있는 새로운 객체를 만들어내는 것으로 인간의 한계 때문에 할 수 없는 분야까지 인간 대신 객체를 시험해 볼 수 있게 한다. 그러므로 그 응용폭은 무궁무진하다.

이런 에이전트의 개발은 여러 분야에서 시도되고 있는데, 크게 하드웨어 분야와 소프트웨어 분야로 나누어 볼 수 있다. 하드웨어적으로는 실질적인 인간과 같은 형체와 일을 할 수 있는 로봇을 만들어내는 분야와 소프트웨어적으로 가상현실 속의 가상 인간을 컴퓨터로 시뮬레이션 하는 두 분야로 나누어졌다. 이 중에서 본 연구에서 다루고자 하는 분야는 소프트웨어로 지능형 캐릭터 에이전트를 개발하는 것

이다. 이는 지적능력이 있는 캐릭터 에이전트를 만들어 내는 것으로 인간이 할 수 있는 모든 일, 즉, 말하기, 얼굴에 나타나는 감정, 행동 등을 표현하고 명령대로 움직일 수 있는 에이전트를 프로그램 하는 것이다.

사실상, 인간의 행동을 대신할 수 있는 하드웨어적 부분(로봇 등)의 개발은 20세기초부터 시작되어 현대까지 지속적으로 이루어지고 있다. 하지만 인간의 감성, 이성, 행동을 지닌 소프트웨어의 개발은 컴퓨터의 발전과 함께 본격화되었다. 소프트웨어적인 부분의 지능형 캐릭터 에이전트는 캐릭터 산업의 급속한 성장에 힘입어 더욱 가속화되었는데 그 중에서 만화 캐릭터가 주요했다.

캐릭터 시장이 커져감에 따라서 2차원적이고 평면적인 캐릭터에서 벗어나 인간과 같이 행동을 하는 3차원 캐릭터가 개발되기 시작하였다. 3차원 캐릭터는 게임, 애니메이션에 주로 사용되면서 그 부가가치가 높아지자 3차원 캐릭터를 개발하는 많은 소프트웨어들이 만들어 졌다. 하지만 인간과 같이 자연스럽게 움직이는 3차원 캐릭터를 개발하기 위해서는 3차원 그래픽 소프트웨어뿐만 아니라 인간의 행동을 자연스럽게 표현하기 위한 외부적 장비가 필요하다.

여기에 더하여 많은 시간, 비용, 인력이 투자되어야 한다. 또한 새로운 캐릭터를 개발하기 위해서는 매번 반복되는 작업 때문에 계속해서 비용이 추가된다. 여기에 인간의 얼굴에서 나타나는 표정이나 말하는 모양 등을 표현하기는 더욱 어렵다.

본 연구에서는 이러한 문제점, 즉, 중복되는 비용과 외부 장비에 의한 비용 부담, 몸의 움직임과 얼굴표정의 다양함을 함께 표현할 수 없는 것을 개선하고 더 나아가 인간의 행동과 같은 자연스러운 동작, 사용자와 대화할 수 있는 능력, 얼굴에 감정을 표현할 수 있는 표현 능력 등을 만들고자한다.

이러한 지능형 캐릭터 에이전트는 애니메이션, 게임, CF모델, 가상 쇼핑몰, On-line 채팅 등의 캐릭터로 사용될 뿐만 아니라 상품 개발 시 실질 제품을 만들기 전에 지능형 캐릭터로 하여금 사용하게 하여 문제점의 개선, 인간이 할 수 없는 실험(예 15층 높이에서 떨어졌을 때 사람에게 주어지는 충격, 자동차의 사고 시 다치는 정도)을 할 때 현실과 같은 가상 현실 속에서 캐릭터의 상태를 측정하여 인간의 상태를 알 수 있다.

1.2 국내·외 관련기술의 현황

캐릭터 산업은 1928년 '증기선 윌리 호'로 태어난 미키마우스를 1930년 잉거술사에서 시계에 그려 넣고 디즈니 형제에게 로열티를 지불함으로써 시작되었다. 그 이후 캐릭터 산업은 성장을 거듭하여 한국애니메이션 제작자 협회에 의하면 전 세계의 시장 규모가 약 1,200조원, 국내시장규모는 약 1조 2,000억원 정도로 그 규모가 확대되었다.

이러한 캐릭터 산업에는 문구, 완구, 애니메이션, 출판, 게임, 광고, 기업 캐릭터, 행사 캐릭터 등 무한한 시장 규모를 가지고 있다. 그 중 애니메이션은 시간, 인종과 문화의 장벽을 초월한 무국적성을 갖고 국제 캐릭터 시장에서 가장 많은 부분을 장악하고 있다. 그 예로 디즈니사는 1994년말 기준으로 로얄티로 캐릭터 사용업체로부터 받은 수입이 전세계적으로 10조 3,000억원대에 이르는 것으로 밝혀졌으며, 1997년 현재 전세계적으로 580여군데의 캐릭

터 샵 대형매장을 직영으로 운영하고 있으며, 초대형 테마파크 "디즈니 랜드"를 미국, 유럽, 일본 등 4군데를 운영하고 있다. 이외에도 게임부분이 계속 성장하고 있다.

오늘날 캐릭터 산업은 2차원적인 평면 캐릭터에서 벗어나 3차원적인 캐릭터를 생성하기 시작하였다. 3차원 캐릭터는 VR 게임, 가상 쇼핑몰, 인터넷 게임, 애니메이션, 광고, 모델, 음반, 통신 등에서 사용되고 있으며 그 시장을 넓혀가고 있다. 3차원 캐릭터 시장의 확대는 3차원적인 캐릭터를 개발하기 위한 소프트웨어의 개발을 요구한다. 3차원 캐릭터의 제작을 위한 소프트웨어로는 Alias/Wavefront의 KINEMATION, 프리즘/후디니, 3D STUDIO MAX, Lightwave 3D, ElectricImage, Animation Master, 레이드림디자인어와 리얼 3D, Poser 2, KWON3D 등이 있다.

국내에 가상인간에 대한 연구를 진행하고 있는 연구소로는 서울대학교 휴먼 애니메이션 연구단에서 인간의 움직임에 대한 Automatic Generation 기술을 연구 중에 있다. 외국의 경우 Transom Technologies Inc.에서 인간의 모션을 Automatic Generation 하여 작업자의 안전이나 능률을 높이기 위한 Digital human analysis에 이용하고 있다.

사이버 캐릭터에 관한 많은 연구가 국내외에서 이루어지고 있으나 그 수준은 아직 낮으며 많은 투자비용 때문에 투자자를 찾는 것도 어렵다. 하지만, 오늘날 3차원 캐릭터 산업은 21세기형 무공해 고부가가치 산업이라는 인식이 확대되면서 더 많은 자본과 인력이 투자되고 있으며, 그 시장규모는 점점 확대될 것이다.

II. 기술개발의 목표 및 내용

본 연구의 최종목표는 지적능력이 있는 에이전트의 개발로 인간이 할 수 있는 모든 일을 할 수 있는 새로운 개체를 만들어내는 것이다. 이 컴퓨터 상의

가상인간은 사용자의 명령을 받아서 웃고, 우는 감정을 표현할 수 있으며, 사용자와 대화를 할 수 있으며, 인간과 흡사하게 걷고, 뛰고, 특정한 일을 할 수 있는 개체가 될 것이다.

이 에이전트의 개발을 위해서 첫째 인간의 얼굴형상을 세분화하여 안면에 대한 객체를 만들고, 움직임을 표현할 파라미터를 정의하고, 이것을 3차원 형상으로 표현한다. 또한 안면위에 texture mapping을 사용하여 사실감 있는 얼굴을 만들어 낸다. 다음 단계로 에이전트가 감정 및 언어구사를 하기 위해서는 자연스럽게 facial animation이 필요하며 Motion capture 장비를 사용하여 얼굴형상과 언어, 감정을 일치시킨다. 이 개발이 완료되면 우리는 컴퓨터 상에서 하나의 talking head를 가지게 되고 이 개체는 사용자의 명령을 받아서 감정과 언어를 표현할 수 있게 된다.

둘째로 에이전트의 전체 body model을 인간과 같은 모양을 한 3차원 개체로 만들어 낸다. 이 개체는 인간의 외형을 세분화한 자료를 바탕으로 각 관절과 관절이 연결된 세그먼트로 구성될 것이고 각 관절은 관절마다의 자유도를 갖고 움직이며, 각 세그먼트는 생체역학적인 자료를 바탕으로 질량과 관성값을 갖게 된다. 이 뼈대 위에 3D mesh을 생성시키고 다시 texture mapping을 하여 현실감 있는 물체를 만들어 내게 된다. 다음 단계로 body의 객체를 Dynamics, Inverse Kinematics, nonlinear Control theory, motion planning 등의 이론을 적용시켜 움직임을 만들어 내게 된다. 이때 실제 인간의 움직임을 Motion capture하여 그 유사성을 검증하게 된다.

본 연구에서는 위와 같은 단계로 연구를 수행할 계획이며 기반 기술로 본 연구팀은 인간의 3차원 객체의 그래픽 구현과 motion capture, Body modeling에 대한 기술 및 시제품을 개발했으며, Face model generation, lip synchronization에 대한 기초 기술을 확보한 상태이다.

인간과 유사한 에이전트의 개발은 3-D animation, 가상현실 공간 구현, 인간의 운동 및 작업 분석에 바로 응용이 가능하고 이 기술을 발전시켜서 만화

및 영화 산업, 사이버 교육 시스템, 원격회의 시스템 등에 접목시킬 수 있다.

III. 기술개발의 내용

3.1 개발목표

- 1 단계 : Body model parameter 정의, Inverse Dynamics, Motion planning 등의 관련기술 습득, 기초 자료 조사, GUI 설계
- 2 단계 : Body model generation, 동작 표현 및 제어 parameter 정의
- 3 단계 : Automatic Motion generation
- 4 단계 : 인간과 유사성 검증
- 5 단계 : 완전한 Synthetic human 캐릭터 개발 (1차, 2차 개발 통합)

3.2 개발내용 및 개발범위

3.2.1 에이전트 캐릭터의 가상 Body model generation 기술

캐릭터의 신체 모델은 신체의 구조적인 접근으로부터 정의된다. 먼저 Body라는 통합 객체를 정의하고 이 통합 객체의 부분적인 객체(머리, 팔, 다리, 허리와 골반 등등)간의 관계를 정의하고 각 부분 객체의 애니메이션에 필요한 parameter를 설계한다.

캐릭터의 신체 모델의 motion generation 기술 개발을 다음과 같이 세 부분으로 나누어 순차적으로 진행한다.

- Body model의 전체적인 구조 정의
- Body model의 기본적인 posture 정의
- Body model의 scene generation 기술

신체 모델의 전체적인 구조는 중요한 관절을 중심으로 각 움직임을 정의하기 위해 그림1과 같이 나눈다.

즉 신체 모델의 골격(뼈대) 구조를 정의하고, 각 관절에서의 움직임 방향을 definition parameter로 구체화한다. 그리고 신체 모델을 결정하는 Hand와

같은 중요한 개체를 재 정의한다. 신체를 구성하는 개체의 definition 되면 모델의 scene generation을

body model describing

3) 실제 인간의 모델로부터의 완벽한 Body model

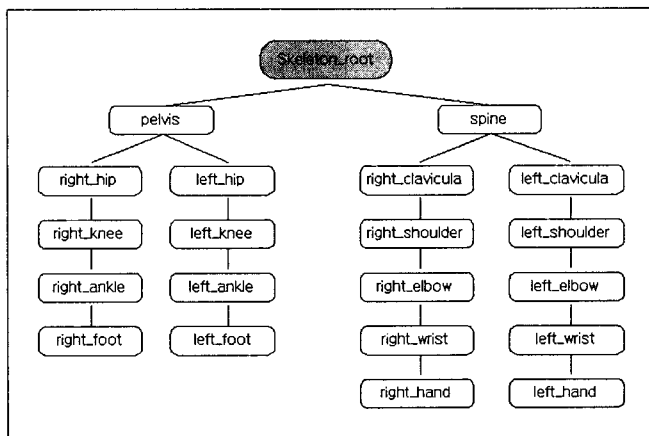


그림 1. Body topology

추출

- Global positioning domain parameters
- Joint angle domain parameters
- Hand and finger parameters
- High level parameters

캐릭터의 신체 모델은 또한 기본적인 자세와 자주 표현되는 gesture를 정의할 수 있도록 설계한다. 따라서 먼저 각 관절에서의 관절 각도 값이 0이 되는 신체 모델의 기본적인 자세를 정의하고, 신체의 각 부분이 3D 공간상에 위치될 내부적인 좌표 시스템을 구축한다.

신체 모델을 위한 3D 좌표 시스템이 구축의 순서대로 body modeling 시스템을 개

위해 다음 parameter를 효율적으로 제어하기 위하여 아래와 같이 grouping하고 각 object(관절)에서의 움직임을 DOF(Degree Of Freedom)으로 나누어 구현한다.

발한다.

- 1) Box와 Cylinder를 사용한 가장 단순한 신체 모델 시뮬레이션
- 2) 뼈와 근육을 묘사하기 위해 많은 타원을 사용한

위의 3) 단계에서는 필요한 신체 모델의 질에 따라서 Video image sequence에서부터 Laser range finder에 이르는 장비를 사용할 수 있다.

3.2.2 동작 표현 및 제어 parameter 정의
가상 신체 모델의 다양한 움직임을 표현하기 위해서 실제 human body model의 video image sequence를 이용한 motion extraction 기술을 개발한다. 이것은 video image sequence에서 한

3.2.3 Automatic Motion generation

인간과 같은 움직임을 구현하기 위해서는 인간이 실제로 받는 외부 힘과 내부 힘을 고려하여 움직임을 구현하고 실제 인간이 하듯이 자기 자신에게 제어를 가함으로써 중심을 잡으면서 행동할 수 있도록 한다. 또한 어떤 움직임에 대한 명령을 가하면 이 행동을 위한 경로를 인간과 같은 방식으로 계산하여야 한다. 따라서 아래와 같이 연구 부분을 세분화할 수 있다.

프레임단위로 추출된 image를 사용하여 시스템에 내장된 standard model과의 matching하여 customize된 모델을 만들고, 이 모델을 다시 video

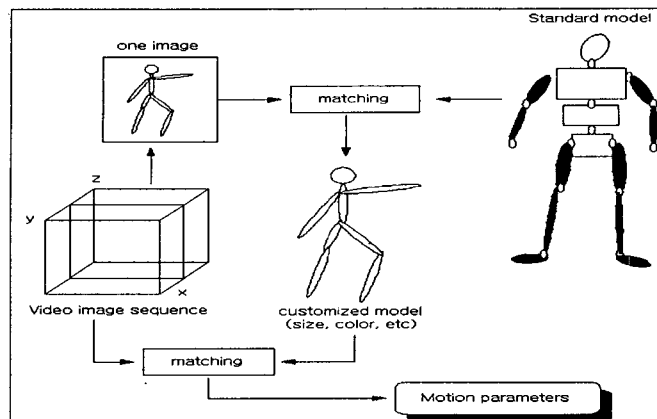


그림 2. 동작 표현 parameter 추출

image sequence상의 frame과 matching시켜서 최종적으로 motion parameter를 추출한다(그림2).

(1) Multi rigid body equation

Body model generation에서 인체의 각 부분을 segment로 나누었고 이 각 부분을 하나의 강체로 가정하여 이 강체 사이의 동역학적인 방정식을 산출할 수 있다. 이때 각 segment는 신체 모델에서 정의된 자유도를 가지고 움직일 수 있으며 각 segment는 BSP (Body Segment Parameter) Estimation된 질량, 질량중심, 관성치를 갖게 된다. 이 결과로 시간에 대한 움직임을 서술할 수 있는 Non-linear state space equation을 얻게 된다. 이 방정식을 시간에 대해서 풀면 원하는 움직임을 얻을 수 있다.

이 움직임을 표현하는 방정식의 코딩에 필요한 변수들은 BSP data, 외부 힘(중력 등), Facial Muscle Weight Map, Mutual Facial Muscles Relation Coefficient Map, time이다. 결과로는 새로운 Body segment의 좌표이다.

이 프로그램의 테스트는 먼저 움직임을 극히 제한하고서 각 segment의 움직임이 실제 움직임과 얼마나 유사한가를 판별하면서 프로그램 해 나가야 한

다. 예를 들어 자유낙하 시뮬레이션이나 의학에서 인체의 관절 테스트로 많이 사용하는 free pendulum test를 하여 그 주기나, 진폭의 자료와 시뮬레이션된 데이터와 비교하여 그 타당성을 검증한다.

(2) Dynamics, Inverse Kinematic

Forward Kinematics에서는 주어진 관절의 각도 값으로 segment의 위치와 orientation을 얻게 된다. 반대로 Inverse Kinematics에서는 segment의 위치와 orientation에서 관절의 각도 값을 얻는 것이 목적이다. 이 단계에서는 위의 Multi rigid body equation에서 나온 데이터를 가지고 각 관절의 각도 값을 얻는데 이때 Inverse Kinematics 방법을 사용한다. Inverse Kinematics는 자체가 Nonlinear equation으로 구성되어 있으며 수치적인 방법으로 풀어서 해를 구하게 된다. 해는 하나가 아닌 어떤 범위내의 값을 가지게 되는 데 이 중에서 각 관절이 가장 적게 움직이는 해를 선택한다.

(3) Realistic behavior control

실제 인간이 걷거나 뛰는 모습은 많은 제어가 가해져서 나온 결과이다. 제어가 얼마나, 어떻게 가해지는가에 따라서 각 사람마다의 특징적인 걸음걸이 등이 결정된다. 또한 자연스러운 움직임과 physical law를 거스르지 않도록 하기 위해서는 Control algorithm이 필수적으로 첨가 되어야 한다.

이 Control algorithm을 구현하기 위해 각 segment 마다 control parameter을 근육의 강도 데이터 (생체역학 참조)를 바탕으로 정의한다. 또한 움직임을 basic process로 구분하여 각 process마다 얼마 control parameter의 gain 값이 바뀌는 지를 조사한다. 각 관절의 controller는 기본적인 PID (Proportional-Integral-Derivative) Controller를 사용한다. 이 gain 값들은 다시 내부 힘의 값으로 계산되고 앞에서 언급한 Multi rigid body equation 에 대입되어서 일정한 시간이후의 신체의 움직임을 계산하게 된다. 각 basic process마다의 gain 값이 정해지면 basic process를 연결하여 다양하고 복잡한 행동을 연속적으로 수행할 수 있다.

따라서 이 단계에서의 주요 수행 연구는 실제와 유사한 행동을 만들기 위한 각 관절의 gain값을 얻는 것이라 하겠다.

(4) Optimal path finding

에이전트에게 운동을 명령하면 이 에이전트는 인간과 유사한 행동 즉 가장 적은 에너지를 사용하고 가장 짧은 시간에 이동하는 행동을 하여야 한다. 이때 필요한 기술이 optimal path finding 으로서 먼저 위에서 언급했듯이 각 basic process을 수행하기 위해서 에너지 및 시간이 가장 적은 행동을 할 수 있는 controller을 설계한다. 먼저 시간과 에너지 등, 운동을 결정하는 parameter의 가중치를 결정하고 다시 운동을 제한하는 constraint을 고려하여 각 경로에 따라서 적분을 한다. 이때의 최소화된 결과가 최적화된값이 되고 이때의 경로가 최적 경로가 된다. constraint 는 여러 가지가 들어가지만 먼저 physical 한 것으로 collision detection and avoidance가 필요할 것이며 외부의 환경 (바닥, 벽 등)역시 고려 대상이 된다.

본 단계에서는 최적 경로를 찾기 위해서 Matlab등의 툴을 사용하여 필요한 controller을 설계하고 이 결과를 운동 시뮬레이션에 대입하여 실제 운동과의 유사성을 검증할 것이다.

(5) Dynamic linkage of object

개발될 에이전트는 어떤 특정한 task수행을 위해

서 여러 가지 물체와 연결되고 task 수행이 끝나면 해당 물체와 분리되어야 한다. 또한 인체의 각 부분 역시 서로 연결될 수 있어야 한다. (예를 들면 손과 손을 마주 잡는 동작) 이를 위해서는 위의 신체모델의 데이터구조가 static 하지 않고 dynamic 하게 생성 되어야 한다.

따라서 본 단계에서는 body model data구조를 동적으로 연결시킬 수 있는 방법을 연구할 것이며 이 단계의 결과로 에이전트는 걷고, 움직이는 동작뿐 아니라 도구를 사용할 수 있는 에이전트로 진화하게 된다.

3.2.4 인간과 유사성 검증

3단계의 연구가 진행되면서 계속하여 각 부분 별로 인간과 유사성을 검증해 나갈 것이며 이때 본 연구에서는 기본적으로 현재 개발중인 Motion capture 장비를 사용하여 basic process별로 검증한다. 두 번째로 생체역학 데이터와 automatic generation 된 움직임과 주파수, 진폭 등의 Auto covariance 와 Cross covariance 값으로 유사성을 검증한다. 전체 움직임이 완성되면 실제 인간의 운동을 비디오로 찍은 화면과 비교하며 마지막으로 디지털화된 인간의 운동과 Automatic generation 된 운동을 일반인에게 비교하여 득표율로 그 유사성을 검증할 것이다.

이 단계에서는 위에서 언급한 연구 단계로의 Feedback이 이루어지는 부분으로 각 basic process 와 인간운동과의 유사성을 계속하여 검증해 나가는 작업이 된다.

3.2.5 완전한 Synthetic human 캐릭터 개발 (1차, 2차 개발 통합)

이 기술은 에이전트 캐릭터가 실시간으로 자동 생성됨을 의미한다. 따라서 자동 생성 기술은 위의 1차 개발 내용 중의 Face Generation 기술과 Lip Synch 기술에 더해서 이 시스템이 실행되는 환경을 고려하여 이루어지며 캐릭터의 활용 분야에 따라 생성될 캐릭터의 성격과 질이 달라지게 된다. 아래에

3D Human 캐릭터 구성도를 보였다(그림 3).

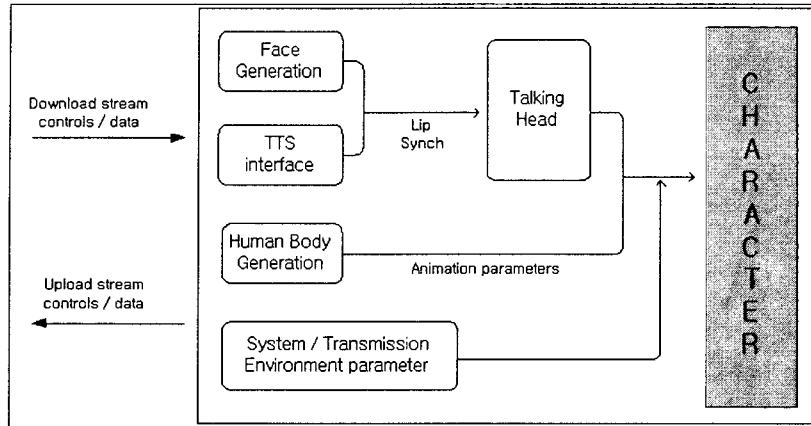


그림 3. Synthetic Human Character

이러한 에이전트 캐릭터의 활용 분야에 따라서 Automatic Generation 기술의 입출력 루틴, 캐릭터 완성도, 제어 파라미터, 전송 환경 등을 고려하여 시스템을 개발한다.

IV. 파급효과 및 활용방안

4.1 파급효과

- 3차원 캐릭터를 개발할 수 있는 기술 확보.
- 3D 그래픽 소프트웨어 프로그램을 제외한 외부 장비에 들어가는 비용의 감소.
- 캐릭터를 개발할 때 사용되는 반복적인 비용의 감소.
- 3차원 캐릭터의 개발을 위한 소프트웨어 도입시 드는 로열티 감소
- 인간의 행동, 감정을 표현하는 얼굴의 형태, 말하는 패턴에 관한 기술 확보.
- 모션 캡처와 같은 외부장비를 사용함으로써 오는 사용자의 불편함 제거.
- 캐릭터 산업뿐만 아니라 의학, 스포츠, 시뮬레이션, 통신, 원격 회의 시스템 등으로 그 시장의 범위 확대

4.2 활용 방안

- 3차원 게임 :
 - 전투 시뮬레이션, 어드벤처 게임 등 인간의 움직임을 묘사하는 게임에서 게임의 재미를 더욱 높일 수 있다. 현재 게임 시장에서는 Virtual Fighter 등의 3차원 대전 게임의 시장 가치가 커져가고 있는 상황이며 PC를 이용한 전략 시뮬레이션 게임이나 Commandos 등의 게임처럼 움직임을 미리 정의하지 않고 사용자의 입력에 따라 다양한 움직임을 생성한다면 게임 부문에서 새로운 시장으로 자리잡을 수 있다.
- 애니메이션 :
 - 개발될 에이전트를 이용하여 여러 가지 움직임을 간단하게 생성하고 이 애니메이션을 가지고 영화, 방송사 등에서 특수 효과로 활용할 수 있다.
- 광고 모델 :
 - 개발될 에이전트는 인간의 행동을 그대로 묘사할 수 있고 인간이 할 수 없는 행동을 컴퓨터 상에서 구현할 수 있으므로 광고 모델로서 손색이 없다. 또한 여러 가지 다양한 움직임과 행동 등을 컴퓨터 상에서 가상으로 시뮬레이션 할 수 있으므로 광고를 촬영하기 전에 먼저 얼마나 광고효과가 있는지에 대한 설계를 할 수도 있다.

- 가상 쇼핑 :

현재 가상 쇼핑 시장은 단지 물건의 리스트를 나열하고 소비자가 원하는 물건을 선택할 수 있는 방식이다. 이때 소비자는 물건의 형태를 단지 2차원으로만 볼게 되고 실제 쇼핑의 기분을 느끼지는 못하게 된다. VRML을 사용한 3차원 인터넷 쇼핑을 구현한다면 사용자는 실제 쇼핑공간에서 걷고 움직여서 원하는 매장에서 물건을 고른 후 이 물건의 3차원 영상화면을 받아볼 수 있고 고객의 만족도는 향상될 수 있다. 가상쇼핑을 구현하기 위한 기본적인 기술이 에이전트의 움직임을 Automatic Generation 하는 것으로 가상쇼핑 개발의 그래픽 표현기술을 제공하게 된다.

- On-line 채팅 :

하이텔, 천리안, 인터넷 등에서 자기분신과 같은 3차원 캐릭터를 통하여 가상현실에서 대화 가능하게 만든다.

- 음반 :

요즘의 신세대를 영상 세대라고 한다. 그 이유는 어려서부터 TV를 보면서 커 와서 영상을 즐기는 세대라는 뜻이다. 에이전트를 사용하면 단지 음악을 듣는 것 뿐 아니라 영상을 보고 즐길 수 있게 만들 수 있다. 개발될 에이전트는 노래 가사에 맞춰서 에이전트가 노래를 부르고 춤을 추게되고 이 영상은 영상세대에게 구매욕을 자극할 수 있다.

- 가상 교육 시스템 :

개발된 에이전트는 말뿐만 아니라 행동을 대신 보여줄 수 있고, 또한 특정 부위를 확대, 반복하는 것 역시 간단하게 처리할 수 있다. 따라서 이런 소프트웨어로의 활용은 단순하게 음성이나 비디오를 사용하는 것보다 교육의 효과를 높일 수 있다.

- 원격 화상 회의 :

Lip synch기능을 사용하면 저용량의 인터넷 통신회선을 통해서 부드러운 움직임을 생성할 수 있으므로 비용의 절감효과를 얻을 수 있다.

- 그룹웨어 :

3차원 캐릭터 분신을 이용하여 핸드 오피스와

같은 그룹웨어에 필요한 모든 작업(전자결재, 파일전송 등)을 가상 환경 안에서 현실감 있게 수행할 수 있다.

- 작업장에서 작업자의 작업 능률이나 안전성을 검증 :

인간의 운동을 예상해서 대신 사이버 인간에게 작업을 시켜서 효율성을 검토하고, 최적의 작업환경을 만들 수 있고, 안전성 문제를 검토할 수 있다. 실제 미국에서는 각 자동차 업체, 공장 등에서 활발히 활용하고 있다.

- 제품을 생산할 때 제품의 사용상 편리성 분석 :

신제품의 개발시 실질적인 제품을 만들기 전에 사이버 캐릭터가 사용해봄으로써 사람이 사용하기 불편한 부분을 개선한다. 그럼으로써 시제품을 만들어 시험할 때 드는 비용을 감소시킬 수 있다.

- 시뮬레이션 :

직접 실험하기에는 위험하거나 막대한 비용이 드는 실험은 컴퓨터 상의 에이전트에게 실험하는 것이다. (예, 15층 높이에서 사람이 떨어졌을 때 인체의 변화)

- 인간과 유사한 로봇을 만들기 위한 제어 기술 확보 :

예를 들어서 인간이 걷는 동작에 대한 분석과, 움직일 때 얼마나 제어가 들어가는 지에 대한 자료가 이번 연구에서 생성되고 축적될 수 있다. 그리고 이 자료는 추후에 실제 로봇을 만드는데 유용한 자료가 될 것이다.

참고문헌

Keeley, J., Mayer, T. G., Cox, R, Gatche, R. J., Mooney, V., "Quantification of Lumbar Function Part 5: Reliability of Range of Motion Measures in the Sagittal Plane and an Vivo Torso Rotation Measurement Technique", *Spine*, Vol. 11, No. 1 (1986), 31~35.

Marras, W. S., Fathallah, F. A., Miller, R. J.,
Davis, S. W., and Mirka, G. A.,
"Accuracy of a Three-Dimensional Lumber
Motion Monitor for Recording Dynamics Trunk
Motion Characteristics", *International Journal of
Industrial Ergonomics*, 9 (1992), 75-87.
Motion Analysis, "ExpertVision HiRES System"
,[http://www.motionanalysis.com/
biomech/hires.html](http://www.motionanalysis.com/biomech/hires.html), (1996)
The Turing Institute, "3D Overview",
<http://www.turing.gla.ac.uk/products/c3d.html>,
Aug. (1996)