

사용자와의 지속적 관계 유지를 위한 인공생명체 로봇 시스템

Robotic system as artificial creatures for long-term relationship with users

김 현¹, 조 준 먼¹

Kim Hyun¹, Cho Joonmyun¹

Abstract For the personal robot to serve humans as a companion in our daily life, it is obviously important that the robot should have a long-term relationship to users. In this paper, we introduce a simple idea on how to make the long-term relationship by using just low-cost and simple robots. We also describe the robotic artificial creature system to implement this idea. The artificial creature robots respond not only physical environment changes but also the logical information changes in the virtual world such as the Web. They consist of a control robot and several simple robots, which show users various group behaviors. Users have a relationship with them by observing these behaviors, rather than interacting with them. We separate physical robots and software applications in order that artificial creature robots can have more various behaviors made by various software applications. Finally, we implemented the system using a robot simulator to show some example cases.

Keywords : Personal Service Robot, Long-term Relationship, Artificial Creature, Robot Software Architecture

1. 서론

최근 우리 생활 속에서 인간과 공존하는 개인 서비스 로봇 개발이 활발하게 이루어지고 있다. 인간과 함께하는 로봇이 되기 위해서 가장 중요한 요소 중의 하나가 인간과 로봇의 지속적 관계(long-term relationship) 유지이다. 하지만 로봇이 인간과 지속적 관계를 유지하기 위해서는 인간과의 고도의 상호작용이 필요하며, 이는 다양한 인식 기능과 이에 따른 지능화된 행위 기능이 요구된다. 이는 기술적 면에서 이루기가 쉽지 않고, 따라서 경제적 면에서 시장성을 갖기 어렵다. 시장에서 비교적 성공을 거둔 것으로 평가되는 일본 Sony사의 AIBO는 인공지능(Artificial Intelligence)과 로봇(Robot)에서 그 이름이 명명된 것이 시사하는 것처럼 많은 지능화된 기능을 제시하고 있지만, 이미 실제 애완견으로부터 예상되는 행위에 대한 선입견을

갖고 있는 일반 사용자들이 이를 지속적으로 관심을 갖고 활용하기에는 미흡한 점이 있었다. 일본 AIST에서 개발한 Paro^[1]는 일반 사용자에게 익숙하지 않은 물개를 모방한 로봇을 제시함으로써 이러한 문제를 해결하려고 했다. 하지만 이 역시 생명체와 비교해 기능이 제한되거나 인터랙션이 부족하기 때문에, 사용자가 지속적인 관심을 갖고 사용되기에 미흡한 점이 있었다. 유럽의 LIREC 프로젝트^[2]에서는 로봇과 사람 간의 지속적 관계 유지를 증진시키기 위한 다양한 과학적 또는 기술적 접근을 시도하였다. G. Castellano 등^[3]은 로봇과의 지속적 관계 유지를 위해 친밀도, 기억, 학습, 인지적 행위 개인화 등 다양한 이슈를 고려한 요구사항을 제시한 바 있다. 하지만 이러한 시도들은 우리가 쉽게 극복하기 어려운 인지과학적 기술과 인공지능 기술을 요구하기 때문에 단기간에 쉽게 해결할 수 있을 것 같지는 않다.

본 논문에서는 어떻게 하면 값싸고 단순한 기능을 갖는 로봇을 사용자가 지속적 관심을 갖고 활용할 수 있는지에 대한 간단한 아이디어를 소개하고 이에 대한 시스템 설계 및 구현에 대해 논의한다.

Received: Aug. 24, 2009; Reviewed: Nov. 16, 2009; Accepted: Jan. 14, 2010

※ 본 연구는 지식경제부의 IT성장동력 기술 개발사업의 일환으로 수행하였음 [2009-S-030-02, 개방형 로봇 소프트웨어 플랫폼(OPRoS) 기술 개발]

¹ 한국전자통신연구원 네트워크로봇연구팀

2장에서는 본 논문에서 제시하는 인공생명체의 개념 및 구성에 대해 논의한다. 3장에서는 시스템 설계 및 구현을 설명하고, 4장에서 결론을 제시한다.

2. 인공생명체 로봇 시스템의 개념 및 구성

2.1 인공생명체 로봇의 개념

본 논문에서 제시하고자 하는 인공생명체 로봇 시스템의 근간이 되는 아이디어는 로봇이 사람과 인터랙션을 하는 것이 아니라 사람이 로봇을 관찰하고 로봇을 알아가면서 관계를 지속시켜간다는 것이다. 이 로봇을 인공생명체 (Artificial Creature) 로봇이라고 명명한 것은 기존의 자연계에 없는 사람에 의해 만들어진 새로운 창조물이라는 것을 의미하기 위함이다. 즉, 로봇의 외형이나 행위를 기반으로 그 로봇의 기능과 행동 원리를 쉽게 짐작할 수 없게 함으로써, 사용자가 로봇에 보다 많은 호기심과 관심을 갖고 지속적으로 관찰하도록 유인하는 목적을 갖는다.

사용자가 인공생명체 로봇을 관찰하면서 계속적으로 호기심을 갖고 관계를 유지해가기 위해서는 로봇이 다양한 센서를 갖고, 이에 다양하게 반응하고 행위할 수 있어야 한다. 하지만 다양한 센서와 다양한 행위를 위해서는 그만큼 로봇이 복잡해지고, 가격이 높아진다는 문제를 갖는다. 본 논문에서는 이러한 문제를 해결하고, 사용자와의 지속적 관심을 갖고 활용할 수 있는 인공생명체로봇 시스템을 위해 다음과 같은 세가지 접근방안을 제안한다.

첫째, 인공생명체 로봇의 센싱 기능을 증강하기 위해 빛, 소리, 온도 등 실제 환경에 반응하는 것뿐만 아니라 무한한 정보를 갖는 웹과 같은 가상공간 상의 정보 변화에 반응할 수 있게 한다.

둘째, 현대의 로봇만 이용하는 것이 아니라 복수의 단순한 로봇들을 활용함으로써 로봇의 군집행위를 통한 다양한 반응과 행위 보여줄 수 있게 한다. 즉, 인공 생명체 로봇은 사회 (또는 가족)를 구성하고, 특정 조건에 의해 함께 어떤 군집행동(Group Behavior)을 함으로써, 다양한 행위를 만들어낸다. 또한 이는 사람이 이해할 수 있는 행위를 하면서 사람과 상호작용을 하는 것이 아니라 오히려 사람이, 왜 인공 생명체 로봇이 이런 행위를 하는지에 대해 관심을 가지고 접근할 수 있도록 유도한다.

마지막으로, 각 인공생명체 로봇의 육체(기구적 하드웨어)와 정신 (사고를 위한 소프트웨어)을 네트워크를 통해 분리한다. 즉, 인공생명체의 하드웨어 개발과 응용 소프트웨어 개발은 별개의 창조자(개발자)에 의해 개발될 수 있도록 한다. 따라서 같은 육체를 가진 인공생명체라고 할지라도 환경에 따라 다른 행위를 취할 수 있다. 이는 하나의 하드웨어 로봇이 다양한 응용 소프트웨어와 바인딩됨으로

써, 다양한 행위를 취하거나 반대로 하나의 응용 소프트웨어가 다양한 로봇에서 구동될 수 있는 장점을 제공한다.

이러한 접근은 기존 로봇을 적용할 때 제약 중의 하나인 복잡한 환경의 인식과 이러한 환경의 동적인 측면을 크게 고려하지 않고서도 다양한 입력과 이에 기반한 다양한 행위를 통해 사용자와의 관계를 지속적으로 유지할 수 있도록 한다.

2.2 인공생명체 로봇 시스템의 구성

그림 1은 본 논문에서 제시하는 인공생명체 로봇 시스템의 개념적 구성도이다.

인공생명체 로봇 시스템은 크게 하나의 어미로봇, 다수의 아기로봇, 가상공간 정보획득 시스템 및 인공생명체로봇 관리 시스템으로 구성된다.

어미로봇은 각 아기로봇을 따로 또는 동시에 제어하는 아기로봇 제어기 역할을 한다. 즉, 웹 등의 가상공간으로부터 정보를 얻거나 각 아기로봇으로부터 환경 정보를 얻고 이에 따른 행위를 결정하고 이를 아기로봇들에게 명령하며, 아기로봇들의 군집행위를 조정한다. 또한 자신을 포함한 모든 구성원들의 상태를 모니터링하며 이를 특별한 방법 (예를 들면, 화면에 특별한 형태의 그래픽 표현)으로 표현하고, 아기로봇에 소프트웨어적인 문제가 발생된 경우, 복구를 시도한다.

결과적으로, 아기로봇은 실세계 환경 변화 또는 웹을 포함하는 가상공간 상의 임의의 정보 변화에 반응하여 특별한 행위를 한다. 아기로봇은 간단한 센서와 액츄에이터 디바이스를 가질 수 있다. 예를 들어 빛 감지 센서, 마이크로폰, 움직임 검출 센서 등의 센서를 가질 수 있으며, 휠, 스피커, LED 디스플레이 등의 액츄에이터를 가질 수 있다.

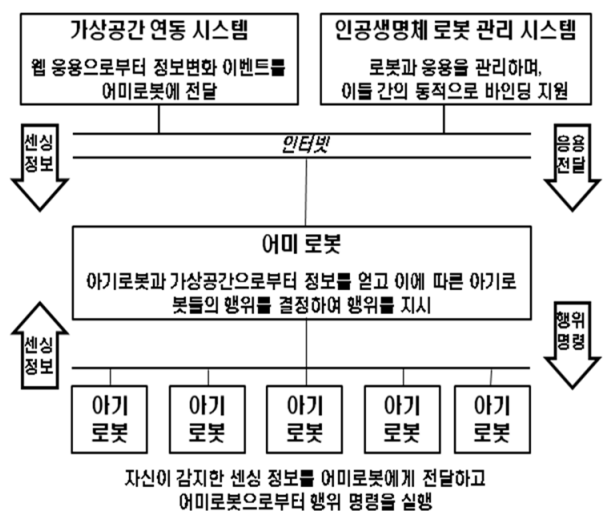


그림 1 인공생명체 로봇의 개념적 구성도

아기 로봇은 어미 로봇으로부터 오는 명령에 따라 지시된 행위를 한다. 즉, 센서에 반응해서 아기 로봇이 어떤 행위를 취해야 할지를 결정하는 것은 어미 로봇이다.

가상공간 연동 시스템은 웹 응용과 연동하여 가상공간에서의 임의의 정보 변화를 어미 로봇에게 전달될 수 있게 한다. 마지막으로 인공생명체 관리 시스템은 하드웨어 개발자가 개발한 로봇, 응용 소프트웨어 개발자가 개발한 응용을 관리하며 필요 시 인터넷을 통해 해당 어미 로봇에 응용을 동적으로 내려 받을 수 있도록 한다.

이러한 구성 요소를 갖는 인공생명체 로봇이 어떻게 사용자와 인터랙션을 하는지에 대한 한 예를 들면 다음과 같다. 어미 로봇이 가상공간 상의 정보로부터 롯데 야구단이 승리를 했다는 정보를 얻는다. 어미 로봇은 이에 반응해 아기 로봇들을 모두 한 곳에 모여 빙글빙글 돌도록 지시한다. 사용자는 이들이 왜 이런 행위를 하는지 호기심을 갖게 되며, 결국 반복되는 과정 중에 롯데 야구단이 승리하면 이러한 행위를 한다는 것을 알게 된다. 이러한 종류의 정보 획득은 매우 다양하며, 또한 이에 대응하는 군집행위 역시 매우 다양하게 만들어질 수 있다. 이러한 과정 속에서 사용자가 인공생명체 로봇들을 좀 더 알기 위해 이들의 생활 양태를 관찰하면서 지속적인 관계를 유지할 수 있다.

3. 인공생명체 로봇 시스템 구조 설계

3.1 인공생명체 로봇

그림 2는 어미 로봇과 아기 로봇으로 구성되는 인공생명체 로봇 시스템의 구조를 보여준다.

어미 로봇은 중앙제어기의 역할을 하며, 크게 통신 모듈, 이벤트 처리기, 로봇응용 구동엔진, 상태 감시자 및 다양한 로봇응용과 로봇응용 관리자로 이루어진다. 어미 로봇은 아기 로봇들과 통신 모듈을 통해 무선 통신을 한다. 이 통신 모듈을 통해 아기 로봇들로부터 주변 환경 정보를 얻거나, 또는 가상공간 상의 환경 변화를 감지하여 아기 로봇들에 대한 행위를 결정하여 해당 로봇에게 행위를 지시한다. 이벤트 처리기는 아기 로봇 또는 가상공간 연동 시스템으로부터 전달되는 센싱 정보를 이벤트 형태로 발송하거나 수신하기 위한 모듈이다. 실제로 센싱 이벤트로부터 아기 로봇의 군집행위를 제어하는 것은 로봇응용에 의해 이루어진다. 로봇응용은 이벤트/조건/행위 규칙 (Event-Condition-Action Rules)으로 구성되는 프로그램 모듈이며, 상태 차트 기반의 엔진에 의해 구동된다. 상태 감시자는 자신을 포함한 모든 구성원들의 상태를 지속적으로 모니터링하며, 액정 모니터에 의한 그래픽이나 LED등의 특별한 방법으로 상태를 표시한다. 또한 상태 감시자는 감시뿐만 아니라

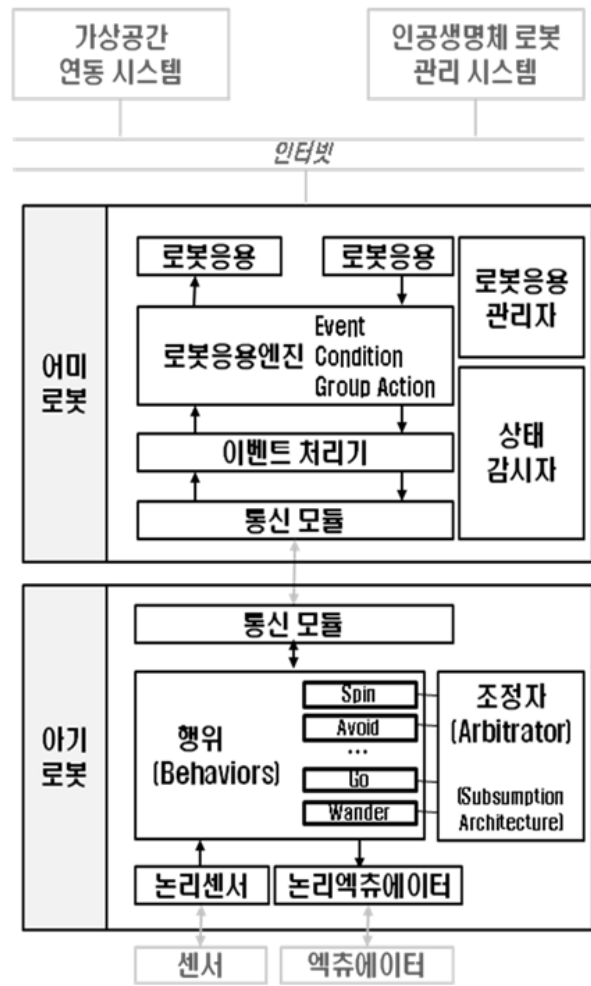


그림 2 인공생명체 로봇 구조도

아기 로봇에 S/W 문제가 발생된 경우, 복구를 시도한다.

아기 로봇은 환경을 인지하거나 행위를 표현하기 위한 간단한 센서와 액추에이터 디바이스를 가질 수 있으며, 시스템에서 이들 물리적 센서와 액추에이터들은 논리적 센서와 액추에이터 형태로 추상화된다. 논리적 센서는 환경 정보를 통신 모듈을 이용해 어미 로봇에게 이벤트 형태로 전달하는 역할을 하며, 논리적 액추에이터는 어미 로봇 측의 로봇응용으로부터의 행위 명령을 실행하는 역할을 한다. 아기 로봇의 제어는 행위기반 제어 방법인 포섭구조 (Subsumption architecture)를 이용한다. 포섭 구조는 로봇의 일련의 행위를 모듈화하여 낮은 수준에서 기본적인 행위를 담당하고, 높은 수준에서는 좀 더 복잡한 행위를 담당하는 구조로 되어있다. 어미 로봇의 로봇응용으로부터 상위 수준의 행위명령이 전달되면, 아기 로봇은 이 행위에 대한 하위 수준의 관련 행위들을 동적으로 구성한다. 조정자(Arbitrator)는 이러한 포섭구조의 행위를 제어하여 목적

행위를 수행할 수 있게 한다.

3.2 가상공간 연동 시스템

가상공간 연동 시스템은 웹 등의 가상공간 상의 정보 변화를 어미로봇에게 전달하는 역할을 한다. 그림 3은 가상공간 연동 시스템의 시스템 구조도를 보여준다.

인터넷과 연결된 웹 응용 등의 다양한 정보 시스템은 Proxy Gateway를 통하여 가상공간 연동 시스템과 연동된다. 서비스 에이전트는 응용 시스템의 정보 변화를 얻기 위한 단위 모듈로서 Proxy Gateway를 통해 획득한 정보변화를 이벤트 형태로 만들어 어미로봇에게 전달하는 역할을 한다. 서비스 에이전트 관리자는 다양한 서비스 에이전트의 설치, 시작, 중지, 제거 등의 생명주기를 관리한다. 가상공간 연동 시스템에서 획득된 정보는 Event Publisher를 통해 어미로봇에게 이벤트 형태로 전달되며, 이 이벤트는 로봇 응용에서 받아 적절한 행위를 결정하고 필요한 명령을 아기로봇에게 지시하게 된다. 이와 같은 어미로봇과의 연동은 어미로봇 Gateway Runtime을 통해 이루어진다.

가상공간 연동을 위한 이러한 일련의 동작은 아기로봇의 논리적 센서 연동을 위한 동작 메커니즘과 동일하며, 결과적으로 외부 정보 시스템 연동을 통해 인공생명체 로봇의 부족한 센싱 기능을 증강하는 역할을 한다.



그림 3 가상공간 연동 시스템 구조도

3.3 인공생명체 로봇 관리 시스템

그림 4는 인공생명체 로봇의 응용 저장소를 갖는 인공생명체 관리 시스템이다.

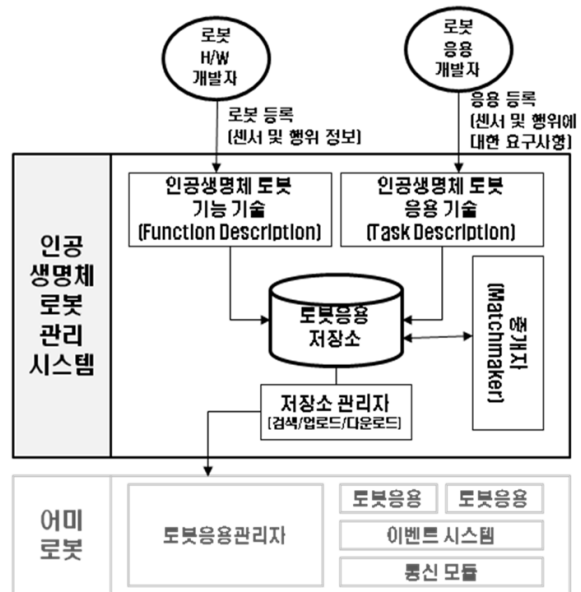


그림 4 인공생명체 로봇 관리 시스템

인공생명체 관리 시스템은 하나의 로봇이 다양한 응용과 동적으로 바인딩되어 다양한 행위를 취하거나 또는 반대로 하나의 응용이 다양한 로봇에서 구동될 수 있게 한다. 하드웨어 개발자는 자신의 인공생명체 로봇(Body)을 개발한 후 그 기능에 대한 속성 정보를 인공생명체 관리 시스템에 등록하며, 마찬가지로 응용 소프트웨어 개발자는 인공생명체 응용 소프트웨어(Mind)를 개발한 후 그 응용의 실행에 대한 요구사항 정보 및 실행 코드를 인공생명체 관리 시스템에 저장한다. 로봇의 기능 속성과 응용 소프트웨어의 요구사항은 XML 형태로 기술 (Description)되며, 임의 시점에서 중개자(Matchmaker)에 의해 매칭되고 그 결과가 제공된다.

인공생명체 로봇이 사용자에게 설치되는 시점에 중개자는 해당 인공생명체 로봇의 기능 속성에 부합되는 응용 소프트웨어를 검색하고, 이를 저장소 관리자를 통해 동적으로 설치 및 바인딩한다. 이러한 과정은 설치 시점뿐만 아니라, 사용자가 새로운 상위 단계의 행위 요청을 할 경우 (인공생명체 로봇의 행위를 알게 되어 새로운 형태의 로봇 행위를 원하는 시점) 인공생명체 관리 시스템을 통해 새로운 응용 소프트웨어가 바인딩될 수 있다.

3.2 시스템 구현 및 검증

본 논문에서는 그림 5에서 보여주는 것과 같이 어미로봇, 가상공간 연동 시스템을 Java 언어로 각각 구현하고, 실제 아기로봇의 행위 검증을 위해 Simbad^[4] 로봇 시뮬레이터를 이용하였다.



그림 5 시스템 구현

실제 로봇의 경우 어미로봇과 아기로봇 간의 통신은 Bluetooth 등 무선통신이 요구되나 시뮬레이션이기 때문에 고려하지 않았으며, 가상공간 연동 시스템과의 통신은 분산 환경을 고려하여 Planet^[5]을 이용하였다.

아기로봇은 거리센서, 터치센서, 빛센서를 갖고 있고, 액츄에이터로는 바퀴, 점멸등 및 스피커를 갖추고 있다. 아기로봇의 단위 행위는 회전하기 (Spin), 깜박이기 (Blink), 빛찾기 (SeekLight), 원더링하기(Wandering), 피하기(Avoid), 임의 지점으로 이동하기(MoveTo) 등으로 구성하였다.

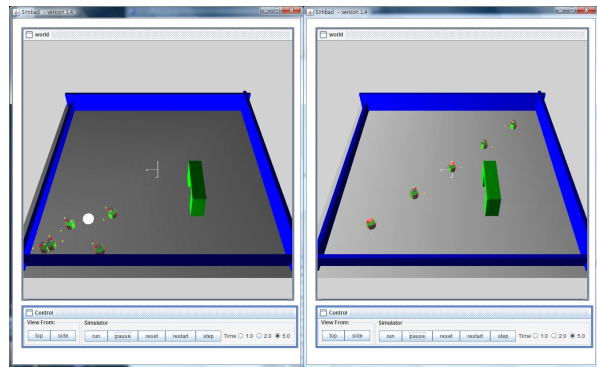
검증을 위해 구현한 예는 크게 3가지의 경우를 고려하였다. 첫째 실제계의 환경 변화에 따른 로봇 행위로써 빛이 감지되면 아기로봇들이 빛 주변으로 모이는 행위, 둘째, 가상공간 정보 변화에 따른 로봇 행위로써 비가 오면 아기로봇들이 일렬로 정렬하여 회전하는 행위 및 추가하락에 따라 사각형태로 정렬하고 LED를 깜빡이는 행위, 마지막으로 외부 환경센서에 반응하는 로봇 행위로써, 문 쪽에 움직임 검출 센서를 두고 움직임이 검출되었을 때 임의 지점에 모여 회전하며 소리 지르는 행위를 고려하였다. 이와 같은 설정은 매우 다양한 형태로 만들어질 수 있으며, 실제 사용자는 이러한 아기로봇들의 행위를 보고, 왜 이러한 행위를 하는지를 알아가는 과정을 통해 로봇과의 지속적

표 1 검증 예

구분	센싱	행위
실세계환경 변화	빛	빛 주변에 모이기
가상공간 정보변화	기상(비)	일렬로 정렬하여 빙글빙글 회전
	추가하락	사각 형태로 정렬하고 LED 깜빡이기
타 시스템 확장 예	움직임 검출	임의지점에 모여 회전하며 소리지르기

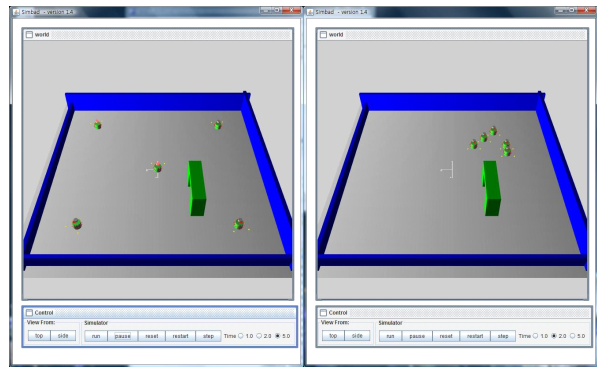
관계를 유지하게 된다는 설정이다.

그림 6은 시뮬레이션 화면을 보여준다.



(a) 빛 주변으로 모이기

(b) 일렬정렬 및 회전



(c) 사각정렬 및 LED점멸

(d) 임의지점 회전 및 소리

그림 6 Simulation of Artificial Creature System

4. 결론

본 논문에서는 저가의 단순한 기능을 갖는 로봇을 사용자가 지속적 관심을 갖고 활용할 수 있게 하기 위한 간단한 아이디어를 소개하고, 이에 대한 시스템 설계 및 구현에 대해 논의하였다. 제안된 인공생명체 로봇은 다음과 같은 면에서 기존의 접근과 다르다.

첫째, 로봇과 사용자간의 인터랙션 측면에서, 기존 로봇

이 생명체와의 인터랙션을 모사하여 로봇/사용자 간의 양방향 인터랙션을 고려한 반면, 제시된 인공생명체 로봇은 사용자의 일방적 방향의 인터랙션을 제안한다. 이는 로봇이 사람이 이해할 수 있는 행위를 하면서 사람과 상호작용을 하는 것이 아니라 오히려 사람이, 로봇이 어떻게 사는 지 관심을 갖고 접근하도록 함으로써 기술적으로는 보다 단순하지만 지속적 관계 유지는 가능할 수 있다는 면을 고려한 것이다.

두번째, 환경변화에 대한 반응의 관점에서, 기존 로봇이 실세계 환경 반응만을 주로 고려한 반면 인공생명체 로봇은 가상공간 상의 정보 변화에도 반응할 수 있게 하였다. 이는 기존 로봇의 제약 중의 하나인 부족한 센싱 기능을 극복하여 다양한 환경 변화를 고려할 수 있게 한 것이다.

셋째 로봇 행위의 다양성 측면에서, 하나의 생명체로서 로봇이 활용되는 것보다는 단순한 형태의 로봇들이 사회 또는 가족을 구성하고 이에 따른 군집행위를 통해 다양한 행위를 사용자에게 보여줌으로써 사용자가 쉽게 싫증을 느끼지 않도록 하였다.

마지막으로 시스템 개발 측면에서 로봇 하드웨어와 응용 소프트웨어 개발을 분리함으로써, 하나의 로봇이 다양한 응용 소프트웨어와 바인딩되어 다양한 행위를 취하거나 반대로 하나의 응용 소프트웨어가 다양한 로봇에서 구동될 수 있게 하였다.

향후, 본 시스템을 시뮬레이션이 아닌 실제 로봇인 e-puck^[6]을 활용하여 구현하고, 실 사용자를 대상으로 지속적 관계 유지도에 대한 실험을 수행하고, 그 결과를 분석할 계획이다.

참고문헌

- [1] T. Shibata, T. Mitsui, K. Wada, A. Touda, T. Kumasaka, K. Tagami, K. Tanie, "Mental commit robot and its application to therapy of children," in Int'l Conf. on Advanced Intelligent Mechatronics, 2001
- [2] G. Castellano, R. Aylett, K. Dautenhahn, A. Paiva, P. W. McOwan, S. Ho, "Long-term affect sensitive and socially interactive companions," International Workshop on Human-Computer Conversation, 2008
- [3] G. Castellano, R. Aylett, K. Dautenhahn, A. Paiva, P. W. McOwan and S. Ho, "Long-term affect sensitive and socially interactive companions," International Workshop on Human-Computer Conversation, 2008
- [4] L. Hugues & N. Bredeche, "Simbad : an Autonomous

Robot Simulation Package for Education and Research," International Conference on the Simulation of Adaptive Behavior, 2006

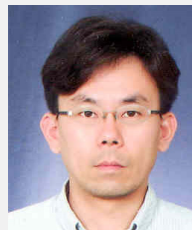
- [5] H. Kim, K.-W. Lee, Y.-H. Suh, J.-M. Cho, and Y.-J. Cho, "Client/server framework for providing context-aware services to network based robots," in Int'l Conf. on Robot & Human Interactive Communication, 2007
- [6] e-puck, <http://www.e-puck.org/>



김 현

1984 한양대학교 기계설계 공학사
 1987 한양대학교 기계설계 공학석사
 1997 한양대학교 기계설계 공학박사

1997~1998 한양대학교 산업공학과 겸임교수
 2007~2008 University of Florida 객원연구원
 1990~현재 한국전자통신연구원 로봇/인지시스템 연구부 책임연구원
 관심분야 : 지능시스템, 분산컴퓨팅, 상황인지, 로봇 S/W



조 준 면

1993 KAIST 기계공학 공학사
 1995 KAIST 기계공학 공학석사
 2006 KAIST 기계공학 공학박사
 1995~2001 볼보건설기계코리아 주식회사 (구 (주)삼성중공업 중앙연구소) 선임연구원

2004~현재 한국전자통신연구원 로봇/인지시스템 연구부 선임연구원
 관심분야 : 지식공학, 온톨로지, 지식 베이스 시스템, 서비스 로봇, 로봇 미들웨어