

동물 행동학에 기초한 로봇의 행동 구조 디자인에 관한 연구*

A study on the Design of Robot Behavioral Structure Based on Animal Ethology

오광명, 이동규

한국과학기술원 산업디자인학과

Oh, Kwang-Myung Lee, Dong-gyu

Dept. of Industrial Design, KAIST

김명석

한국과학기술원 산업디자인학과

Kim, Myung-Suk

Dept. of Industrial Design, KAIST

• Key words: Robot Design, Animal Ethology, Behavioral Structure

1. 서론

이 연구는 로봇의 행동 구조 디자인에 관한 것으로 지능형 서비스 로봇을 대상으로 한다. 최근에 개발되는 로봇은 인간과의 친밀함을 위해 감성적 인터랙션과 같은 새로운 커뮤니케이션 방법이 적용되고 있다. 감성적 인터랙션을 위해서는 직접적인 의사전달뿐만 아니라 손짓이나 끄덕임과 같은 행동 피드백이 무엇보다도 중요하다.

행동의 구조화 및 선택에 관한 연구는 컴퓨터과학 분야에서 로봇과 관련하여 활발히 진행되어왔다. 그러나 선행연구들은 병렬식 행동들을 그룹지은 후, 특정 상황에서 어떤 행동을 선택할 것인가에 문제의 포커스를 두었다. 즉, 행동 자체를 분류하고 구조화 하는 것 보다는 선택에 초점을 두어 선택 메커니즘 및 알고리즘 연구를 진행해 왔다.

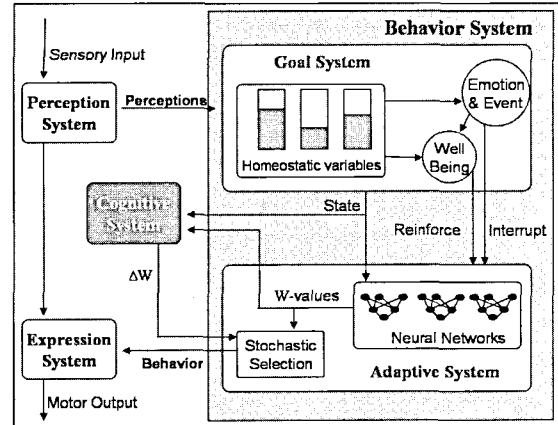
지능형 서비스 로봇의 디자인 단계는 로봇의 역할과 성격을 설정하는 것에서부터 시작하며, 이때 가장 크게 고려되는 요소들 중 하나가 어느 정도의 행동을 발현할 것인가이다. 본 연구에서는 발현 행동들의 단계적 기준을 설정하고 영역별 행동 그룹에 대해 구조화 하는 것을 목표로 하였으며, 이는 추후 로봇의 캐릭터 설정에 있어 핵심적 가이드라인이 될 것으로 기대한다.

2. 로봇의 행동 구현 프로세스

로봇의 행동은 일반적으로 세 가지 시스템에 의해 이루어진다. 센서에 의해서 주변 환경에 대한 정보를 인지하는 인지 시스템(Perception System), 인지된 환경 정보를 토대로 적절한 감정상태 및 적절한 행동으로 연결하는 행동 시스템(Behavior System), 그리고 선택된 행동을 구현하는 표현 시스템(Expression System)이 그것이다.[그림1]

이 세 가지 시스템의 순차적인 프로세스에 의해 로봇의 행동이 구현되며 이때 행동시스템이 메인시스템의 역할을 한다. 행동 시스템은 감정 시스템(Emotion System)이라고도 하며, 환경정보와 감정 및 감정과 행동을 신경망 이론에 의해 연결시키는 역할을 하게 된다. 행동의 구조화는 이때 연결될 행동들의 데이터 풀을 형성하는 작업이며, 로봇의 종류에 따른 모든 세부행동들을 묘사할 수 없기 때문에 행동 데이터를 단계별로 나누는 논리구조를 연구하는 것이 주 목적이다.

* 본 연구는 정보통신부 지원으로 수행하는 대학 IT연구센터 육성 지원 사업 중 Information Technology Research Center (ITRC)의 지원으로 수행되었음.



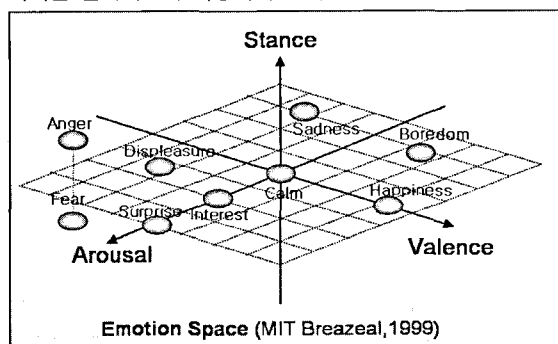
[그림 1] 로봇의 행동 구현 프로세스(ISR, Gadanho, 2002)

3. 로봇의 감정 구조 및 행동 구조

로봇의 행동 구현 프로세스에서 메인 시스템에 해당하는 행동 시스템은 일반적으로 감정과 행동의 두 가지 구조로 이루어진다. 환경변수가 어떻게 연결되는가에 따라 다양한 감정의 다양한 행동들이 발현되며, 이때 전제되는 조건은 로봇이 가지는 감정의 종류와 감정을 표현하는 행동 패턴의 종류는 유한하다는 것이다.

3-1. 로봇의 감정 구조

로봇의 감정 표현은 그 자체로 앞으로 진행될 행동에 대해 미리 짐작 가능하게 함으로써 높은 수준의 인터랙션을 유도한다. 보통 로봇의 감정은 사람의 감정을 인지하는 것과 그에 맞추어 감정을 생성하는 두 가지 단계로 나뉜다. 사람의 내적 상태를 이해하고, 스스로가 내적 상태를 표현함으로써 인간친화적인 인터랙션이 가능하게 된다.



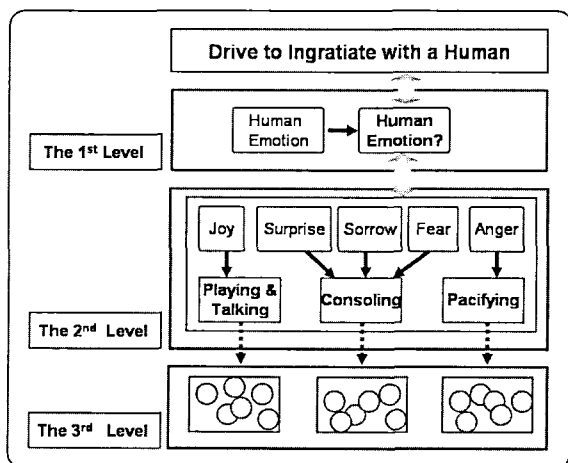
[그림 2] 감정 공간(MIT, Breazeal, 1999)

따라서 인간의 감정을 모델로 로봇의 감정을 설계하게 되는데, 인간의 감정은 구분이 모호하고, 공통적인 감정 추출이 어렵기 때문에 주로 연속적인 감정 공간을 이용한다.[그림 2] 그러나 소프트웨어 로봇은 감정을 행동 구조의 상위개념으로 두기 때문에 명확한 감정 구분이 행동을 결정하는데 용이하다. 따라서 기존 감정 분류 기준에서 공통되는 두려움, 화남, 슬픔, 행복, 흥미의 다섯가지 기본 감정이 일반적으로 적용된다. 로봇의 감정은 MIT의 Kismet과 같이 로봇의 얼굴 표정으로 표현 가능하며, 동경대에서 개발한 Expressive Mobile Robot과 같이 행동과 움직임만으로도 표현가능하다.

3-2. 동물 행동학에 기초한 로봇의 행동 구조

로봇의 행동을 구현하는 행동 시스템에 있어서 감정에 연결되는 행동들은 현재까지 체계적인 연구가 미흡하다. 생태학이나 인성학을 근거로 하여 동물의 행동 양식을 로봇에 접목시킨 '행동기반 로봇학(Behavior Based Robotics)' 분야가 오래전부터 연구되어 왔으나, 애완 로봇 '아이보(Aibo)'의 예와 같이 행동의 선택에만 초점을 맞추어 진행되어 왔다.

본 연구에서는 동물 행동학에 기초하여, 동물이 행동을 수행하도록 하는 행동 유도기작(동기 시스템)을 로봇에 적용하였다. 동기 시스템은 몇 가지의 제한적인 욕구로 이루어지며 본 연구에서는 MIT의 'Kismet' 개발 과정에서 제안된 바 있는 세 가지 욕구 즉, 인간과 인터랙션 하고자 하는 욕구, 인간을 기쁘게 하기 위한 욕구, 자기보호의 욕구를 토대로 행동을 계층적으로 구조화하였다. [그림 3]



[그림 3] 욕구 기반 행동 구조화의 예

세 가지 욕구는 하위의 세 단계로 계층화 되는데, 첫 번째 단계는 어떤 욕구가 활성화될 것인가에 대한 신경망 연산부분이다. 인간과 인터랙션 하고자 하는 욕구라면 사람을 찾기 위한 행동을 하게 되며, 인간을 기쁘게 하기 위한 욕구가 활성화 되었을 경우에는 인간의 감정상태를 인식하기 위한 행동이 발현된다. 두 번째 단계는 앞서 선정된 욕구를 토대로 가능한 상황들을 세부 행동과 연결하는 단계이다. 마지막 세 번째 단계에서는 결정된 세부 행동 모델에 대해서 다양한 표현 방식을 결정하게 된다.

이러한 욕구기반 행동 구조화 논리는 세 번째 단계에서의 표현 방식을 경우에 따라 변형함으로써, 다양한 로봇의 행동 설

계에 적용 가능하다. 표현 방식은 매우 복잡할지라도 동물의 기본적인 네 가지 행동요소 조합에 의해 표현이 가능하다.(Arkins, 2003)

첫 번째 행동요소는 접근하는 행동(approaching behavior)으로서, 먹는 것과 성적 행동의 근본적인 요소이다. 두 번째 행동 요소는 추적하는 행동(chasing behavior)으로서, 물체를 따라가고 잡는 행위 및 번식과 관계된다. 세 번째인 회피하는 행동(avoidance behavior)요소는 주어진 물체와의 물리적 접촉을 피하는 것으로서 인터랙션의 수위와 관계된다. 네 번째 요소는 달아나는 행동(escaping behavior)으로서 물체에서 가능한 멀리 움직임으로서 안전을 확보하는 요소이다.

위의 네 가지 요소는 네 가지의 조합 방식에 의해 표현 가능하다. 독립합산 방식이 첫 번째로서, 독립적으로 실행 가능한 행동 요소에 대해서 센서의 입력을 독립적인 메시지의 집합으로 분배하는 방식이다. 두 번째는 조합방식으로, 몇 가지의 행동 요소를 조합하여 동시에 수행하는 방식이다. 세 번째는 억제 방식으로서, 동시에 일어날 수 없는 행동 요소들일 경우 우선 순위에 따라 특정 행동 요소를 억제하고 하나의 행동 요소를 수행하는 방식이다. 네 번째 방식은 연속적 수행방식으로서, 행동요소들을 순차적으로 실행하는 방식이다.

이러한 행동 요소와 수행방식은 동물과 인간을 모사함으로써 자연스러운 로봇의 움직임으로 구현되며, 행동 애니메이션 방법들에 대한 연구가 적용됨으로써 보다 사실적인 결과를 도출할 수 있을 것이다.

4. 결론

로봇의 사용범위가 넓어지고 외형 디자인기술 또한 점차 세련되어짐에 따라 로봇의 행동에 대한 기대치는 점점 높아지고 있다. 단순히 움직임만을 위한 행동구현에서 벗어나 꼬리를 흔들는 행동이나 숨쉬는 행동 등 자발적이고 무의식적인 행동을 통해 감성적 커뮤니케이션을 요구하고 있으며, 이를 디자인하기 위해서는 동물 행동학과 같은 발현원리에 대한 고찰이 무엇보다도 필요하다.

본 연구에서는 로봇 행동 구조 디자인의 기초 연구로서, 동물 행동학을 토대로 동기 시스템에 따른 행동 구조화에 대해 고찰하였다. 동기 시스템에 대한 연구는 행동 구조화에 필요한 논리 프로세스를 도출하는데 유용하였으며, 추후에는 로봇의 행동이 계획에 의해 결정되는 Deliberative control 방식에 대한 연구가 진행될 것이다.

참고문헌

- C.Breazeal, Toward Social Robots, Robotics and Autonomous System 42, 2003
- Sandra Clara Gadanho, Learning Behavior-Selection by Emotions and Cognition in a Multi-Goal Robot task. IST, 2002
- Ronald C Arkin et, An ethological and emotional basis for human-robot interaction, Robotics and Autonomous Systems 42, 2003
- 이동규, 엔터테인먼트 로봇의 행동 구조 및 반응 모션 디자인에 관한 연구, 석사학위논문, 한국과학기술원, 2004