

지능로봇의 감성행동 기술 동향

안형철, 최진영(서울대학교 전기컴퓨터공학부)

I. 서론

지난 2000년 11월 HONDA社는 휴머노이드 로봇 아시모(Asimo: Advanced Step in Innovative Mobility)를 발표하였다. 계단을 자유롭게 오르내리고 사람과 악수를 나누는 아시모의 모습은, 공장에서 단순 반복 작업을 대신해 오던 로봇이 얼마나 우리 생활에 가까이 다가오고 있는가를 단편적으로나마 보여주었다. 이와 같이 로봇은 점차 인간에게 가까운 모습을 가지는 방향으로 발전하고 있으며, 청소용 로봇 등 일상 생활에서 로봇을 사용하는 사례 또한 날이 갈수록 증가하고 있다. 로봇이 인간의 일상 생활 속으로 들어서기 위해서는, 인간의 생활 환경 속에서 자유롭게 이동할 수 있는 주행 및 보행 기술의 개발과, 주변 상황을 인식할 수 있는 인지 시스템 관련 기술의 개발이 필수적이며, 이러한 하드웨어를 인간에게 도움을 줄 수 있는 방향으로 이용할 수 있는 소프트웨어의 개발 또한 중요하다.

하지만 인간과 비슷한 로봇을 개발하기 위

한 오랜 기간 동안의 다양한 연구 활동에도 불구하고, 아직 많은 사람들에게 로봇은 단지 '로봇'으로만 느껴질 뿐이다. 이러한 로봇에게 '인간다운' 면을 부여하고 사람에게 좀 더 친숙한 느낌을 줄 수 있는 로봇을 개발하기 위한 노력들 중 하나가 바로 로봇에게 감성 행동을 할 수 있는 기능을 부여하는 것이다. 그렇다면 로봇 내부에 인공 마음을 어떤 요소로 어떻게 구성할 것인가가 문제가 된다. 이를 위해 기존의 감정에 대한 정의와 모델링이 어떻게 이루어졌으며 감정과 함께 동기가 어떻게 행동 선택에 영향을 주게 되는지를 살펴보아야 한다. 또한 감정을 모델링할 때 성격이 어떤 역할을 하게 되는지를 살펴보고 각각의 모델이 전체적으로 어떻게 구성이 되어 인간과 상호작용을 위한 행동 선택 등에 관한 연구 개발 현황에 대해서 알아보고자 한다.

II. 인공 감정 (Artificial Emotion)

James는 인간이 서로 통신을 할 때 서로의 감정을 느끼면서 표현을 하기 때문에 인공

마음이 가져야 할 가장 중요한 특징은 감정을 이해할 수 있는 능력이라고 지적하면서 감정이 인식과 행동 사이를 중재하는 역할을 맡는다고 강조했다. 또한 Minsky는 감정이 문제를 해결함에 있어 목표를 설정하는데 중요한 역할을 하며 인공 지능이 감정을 처리할 수 있는 능력을 가져야 한다고 주장했다.

Goleman은 성격과 경험 그리고 시간에 의해 동적으로 변화하는 복합적인 과정이라고 감정을 정의하고 이에 대한 모델링을 시도했다. Strongman에 의해 감정에 대한 서로 다른 정의들이 조사되었고 감정의 정의에 대한 일반화를 위해서 Kleinginna는 “감정이란 주체와 객체 사이의 상호 작용에 의한 복합적인 집합체이며 신경계와 호르몬계에 의해서 조절이 된다.” 라고 포괄적으로 정의했다.

한편 Damasio는 인간의 의사결정 과정에서 감정의 역할에 대한 신경학상의 증거를 발견해 내면서 ‘감정 지능(emotional intelligence)’의 존재와 감정 지능의 역할에 대한 중요성을 언급했다. 신경학적 증거가 밝혀지면서 인공 지능 연구자들은 인간의 지능에 대한 좀 더 정확한 모델링을 위해 노력하기 시작했다¹¹⁾.

Shibata등은 시스템의 향상을 위해 감정을 도입하기도 했다. Shibata는 특정한 업무를 수행하는 로봇들이 서로 도움을 주는 문제에 대해 심리적인 욕구 불만 상태를 적합도 함수(fitness function)로 이용했다. Picard는 감정을 시뮬레이션 하는데 있어 순수하게 생리학적으로 접근하여 각 감정을 생리학적인 반

사작용으로 묘사했다.

사건과 감정간의 연결을 이해하고 확장시키기 위한 사건 평가 모델(event appraisal models)이 Ortony 등에 의해 제시되었다. 이 사건 평가 모델에서, 감정은 사건에 대한 기대와 노력과 같은 변수에 의해 영향을 받는다. 예를 들어, 기쁨이라는 감정은 원하는 사건이 발생했을 경우라고 정의가 되어 있다. 이와 대조적으로 Rosman 등은 사건의 범주에 따라 발생하는 감정을 다르게 정의했다. 사건의 범주를 결정짓는 요소는 사건이 발생할 가능성과 목적을 달성함에 있어 사건이 얼마나 일관성 있게 일어났는지에 대한 정보를 포함하고 있다. 이들은 한 걸음 더 나아가서 자가 인식(self-perception)에 대한 모델을 포함시킴으로써 서로 다른 감정들을 유발할 수 있는 사건들이 에이전트 스스로에게 얼마만큼의 영향을 미치는지를 인식하게 하였다.

Ortony와 Rosman¹²⁾이 제안한 각각의 모델은 두 가지 혹은 세 가지 변수들이 서로 다른 감정을 효과적으로 유발시킬 수 있다는 것을 보여주지만, 다음과 같은 한계를 가지고 있다. 예를 들어, 어떤 순간에 서로 다른 감정들이 각각 다른 강도를 가지고 유발될 것은 분명하지만 그 감정을 유발하게 된 동기나 또 다른 감정의 요소가 무엇인지 정확하게 알지 못한다. 그리하여 이미 정의된 감정에 대한 모델은 제시하였지만 감정의 원인에 대한 모델을 포함시키진 못했으며, 내부 상태나 변수에 대한 계산 모델도 제시하지 못했다.

Bolles 등은 두려움과 고통으로 정의된 동

기간의 상호작용에 의해 감정들간의 영향을 제어하는 모델을 제시함으로써 각 감정들이 서로 어떠한 것에 의해 억제되고 허용되는지를 보여주었다. 예를 들어, 어떤 상황에선 두려움이 고통으로 가려는 심리적 상황을 억제하기도 하고 또 다른 상황에선 고통이 두려움을 억제시키기도 한다. 그렇지만 이 모델 역시 단지 두 가지 동기에 의해 감정들이 영향을 받는 구조이기 때문에 좀 더 다양한 상황에 대한 감정의 변화를 제시하지 못했다.

지능형 에이전트는 인간의 감정 반응을 이해하고 그에 적절한 대응을 할 수 있어야 한다. 인간의 감정 반응을 이해하기 위해서는 여러 가지 상황에 대한 감정 변화 모델이 요구되어 진다. Bates와 Reilly는 감정에 대한 계산 모델을 제시했다. 그들은 신빙성 있는 감정과 사회성을 지닌 에이전트들에 대해 모의 실험을 진행했다. 각각의 에이전트는 특정한 목적에 대해서 특정한 태도를 가지도록 설계되었으며, 각각 내부적으로 목적을 가지고 목적을 이루기 위한 일련의 전략을 세우게 된다. 그리고 각 에이전트는 주어진 환경 내에서 벌어지는 사건을 인지하게 된다. 이 사건은 에이전트의 목적, 기준 그리고 태도의 요소에 의해 각각 다르게 해석이 되어 에이전트 내부에서 계산된다. 이렇게 계산이 되고 나면 구체적인 강도를 지닌 감정을 생성하기 위해 Ortony에 의해 제안된 모델에 의거한 규칙이 적용된다. 규칙에 의해 유발된 감정들은 강도에 따라 특정한 행동으로 매핑 된다.

이 모델은 많은 장점을 가짐에도 불구하고 여전히 단점을 보인다. 왜냐하면 인지된 사

건이 에이전트의 태도에 영향을 미치는 경우와 에이전트가 목적의 성공 여부를 판단할 수 있는 경우에 한해서만 감정을 유발시킬 수 있기 때문이다. 다시 말해, 이 모델에서 제시된 감정들이 오직 기대라는 요소에만 의존하기 때문에 희망, 두려움, 실망 그리고 안도감과 같은 감정들은 시뮬레이션의 대상이 되지 못했다.

여러 가지 요소에 의한 감정 처리과정을 다루기 위해 MIT 인공지능 연구실의 Velasquez는 카텍시스(Cathexis) 모델을 제안했다. 이 모델은 감정, 기분 그리고 체질과 같은 요소들을 도입하여 좀 더 동적이고 다양한 변화에 대한 계산을 통해 에이전트의 행동에 종합적으로 영향을 미치도록 구성되었다. 그는 실험을 통해 가상 환경 속에서 Simon이라는 아기의 모습을 지닌 캐릭터로 즐거움/행복함, 고통/슬픔, 두려움, 노여움, 혐오 그리고 놀람 등의 여섯 가지 감정을 얼굴 표정으로 보여주었다.

Takanishi의 모델을 도입하여 Fujita^[4] 등은 일본 SONY사의 엔터테인먼트 로봇인 AIBO의 여섯 가지의 기본적인 감정의 상태를 정의했다. 이들은 한 걸음 더 나아가 로봇의 본능에 의해 정의된 여섯 가지의 변수를 구성하여 이 변수가 적정 수준을 만족하면 만족도(Pleasantness)가 상승하게 되어 행복한 감정이 유발되도록 하였다. 또한 활성화(Activation)는 24시간을 주기로 하는 생체리듬과 예상하지 못한 자극에 의해 제어되도록 하였고, 확실성(Certainty)은 외부 자극의 여부에 의해 제어되도록 하였다.

III. 동기 (Motivation)

동기는 내부의 욕구나 외부 자극에 의해 행동을 유발하는 원인을 제공한다. Dreyfus는 인공 마음이 가져야할 중요한 특징으로 동기를 이해할 수 있는 능력을 가져야 한다고 말하면서 인간은 어떤 문제와 상황에 대한 의미를 그들의 욕구와 관련 정도에 따라 다르게 해석하기 때문이라고 덧붙였다. 인간은 상대방의 감정과 의도에 따른 행동에 대해서 예상을 하게 될 때 동기를 고려하게 되는데 지능형 에이전트 역시 사용자 즉, 인간의 동기를 이해할 수 있어야 한다. 역으로, 에이전트가 어떤 동기에 의해 행동을 하게 되었는지를 인간이 이해할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 에이전트 내부에 감정과 더불어 동기에 대한 모델링이 필요하다.

Simon으로 실험을 진행한 Velasquez는 그가 제작한 가상환경에서 슬라이더, 아이콘, 버튼 그리고 메뉴 등을 조작하여 Simon의 내부 상태의 변화를 주고 먹을 것을 준다거나 방안의 온도와 불빛의 변화를 주어 Simon에게 자극을 가하였다. 이에 따라 Simon 내부에 있는 동기 시스템에 자극을 주게 되어 Simon이 감정적으로 반응하게 하였다. 예를 들어, 놀고 싶어하는 욕구가 클 때 장난감을 보여 주게 되면 Simon은 행복한 표정을 짓는다. 이와 비슷하게 배고픔에 대한 동기의 레벨이 높을 때 주변에 먹을 음식이 없으면 고통의 감정이 생겨나서 결국 슬픈 표정을 짓거나 화난 표정을 짓게 된다. 또한 욕구가 충족이 되고 나면 노여움과 슬픔의 감정이 줄어들게 되고 행복한 감정을 느끼게 된다. Simon은

배고픔, 목마름, 온도유지, 피로 그리고 흥미의 다섯 가지 동기 시스템을 가지고 있다.

Caamero^[5]는 2차원 상의 가상환경에서 에이전트가 처음으로 발생이 되었을 때 에이전트의 행동 선택이 신체적 욕구에 근거한 동기 상태에 따라 강하게 영향을 받는 것을 모의 실험으로 보여주었다. 그리하여 Abbotts라는 주인공으로 설정된 에이전트가 적을 피해서 2차원상의 격자세계(Gridland)에서 자신의 삶을 즐기도록 구성하였다. 이 실험에서 쓰인 동기는 환기(Arousal), 포만(Satiation) 그리고 개척(exploitation)의 요소에 기반하여 구분이 되며 항상성 유지에 의한 접근 방식을 취하고 있다.

Kismet을 제작한 Breazeal^[6] 등도 욕구와 감정으로 동기 시스템을 구축하였다. 이 논문에서 정의된 욕구는 사람과 상호작용을 하고 싶어하는 사회적 욕구(social drive), 장난감과 어떤 대상들에 의해 자극을 받고 싶어하는 자극적 욕구(stimulation drive), 휴식을 취하고 싶어하는 욕구(fatigue drive)로 구성이 된다. 또한 Kismet에게 어린 아이 수준의 지능을 이식한 뒤 어린 아이를 돌보는 역할을 하는 인간과 통신을 하는 실험을 했다. 로봇도 인간의 어린아이와 마찬가지로 말을 할 수 없는 상황이기 때문에 마치 인간의 어린아이가 자신의 욕구를 만족시키는 방향으로 대화 기술을 향상시켜 나가는 것처럼 Kismet도 위에서 말한 세 가지 욕구를 충족시켜 나가는 방향으로 인간과의 대화 기술을 습득해 나간다.

Breazeal 역시 Caamero가 사용했던 항상성 유지에 의한 접근 방식을 취해서 이 각각의 욕구들이 얼마만큼 원하는 정도에 근접했는지를 욕구 충족의 척도로 삼았다. 항상성 유지에 대한 방법은 Arkin에 의해서 소개된 내용으로 AIBO로 실험을 진행한 Fujita⁶⁴ 등에 의해서도 도입이 되어 로봇 내부의 변수 값들이 적정 수준의 영역에 포함되는 정도에 따라 감정에 영향을 미치게 하였다. 로봇 내부에 설정된 여섯 가지 변수인 영양, 습도, 방광의 상태, 피로, 호기심 그리고 애정이 각각 배고픔, 목마름, 배설욕구, 피로, 호기심 그리고 애정의 여섯 가지 본능에 대한 변수를 조절하게 되는데, 로봇은 이 여섯 가지의 본능에 대한 변수를 사용하여 행동에 영향을 주는 동기를 발생시키게 된다.

Michaud⁶⁵ 등은 각 동기를 로봇의 특정한 목적에 연결짓는 구조를 제시하였는데 이 개념은 Simon이 놀고 싶은 욕구가 커졌을 때 장난감을 보여주면 행복함을 느끼는 개념과 유사하다. Michaud 등은 동기 m 에 대한 에너지 레벨을 활성화 레벨 A_m 으로 매핑시키는 구조를 제시하였는데 이 논문에서 제시한 동기의 요소는 입력으로 표시된 다섯 가지로 구성이 되며 0%부터 100%의 레벨값을 갖게 된다. 에너지 레벨은 각 요소들과 가중치들의 곱에 대한 전체합으로 계산이 되며, 각 요소는 자신이 관련된 사건이 일어날 때마다 영향을 받는 구조이다.

IV. 성격(Personality)

심리학 분야에서 Five Factor Model(FFM)은

지금 까지 제안된 인간의 성격에 관한 내용 중 가장 최근에 소개된 모델이다⁶⁶. 다섯 가지 성격 요소는 성격 공간(personality space)의 기본 축으로 고려가 된다.

Kshirsagar 등은 이 모델을 도입하여 네 가지 측면에서 가상환경의 인간을 의인화시켰다. 이들은 이 작업을 통해 게임, 오락 그리고 가상 환경에서의 대화와 같은 여러 가지 응용분야를 위한 좀 더 일반적인 구조를 제시했다. 이와 더불어 성격-기분-감정의 3단계로 계층화된 성격 모델링법을 제안했다. 계층화된 모델링 기법은 Wilson에 의하여 이미 소개된 바 있다. Wilson은 행동 선택의 기본 바탕에는 감정이 세 개의 계층으로 이루어져 있다고 개념적으로 구분하였다. 가장 상위 계층을 이루는 것이 바로 우리가 일시적인 감정(momentary emotions)이라고 부르는 것들인데 어떤 사건에 대하여 우리가 잠시 행동을 보이는 것을 말한다. 예를 들어, 우리가 농담을 듣고 미소짓거나 웃을 때, 혹은 오래된 친구를 예상치 못하게 보게 되어서 놀랄 때가 이 경우에 해당된다. 그 다음 계층에 해당되는 것은 기분(mood)이다. 기분이란 일시적인 감정들의 누적된 효과로 인해 좀 더 오래 지속되는 정서적인 상태를 말한다. 이 두 가지 계층은 성격(personality)에 기반을 두고 있다. 성격은 항상 나타나는 것으로, 일시적인 감정이나 기분이 발생되지 않는 상황에서도 일반적으로 보이는 태도이다. 이 계층들은 각각 우선권을 가지고 있다. 어떠한 행동을 보일 것인가를 결정할 때, 일시적인 감정은 기분보다 우선한다. 또한 기분은 성격에 우선한다.

우선권은 해당되는 시간에 대해서 행동 선택에 미칠 수 있는 영향력의 크기에 따라 정해지게 된다. 일시적인 감정은 어떤 사건에 대한 즉각적인 반응으로, 우리가 행동을 선택할 때 가장 높은 우선권을 가지지만 이러한 일시적 태도는 수명이 짧고 금방 사라져 버린다. 기분은 대개 일시적인 감정들의 누적으로 인해 발생되며 일시적인 감정이 사라진 후에도 점차적으로 두드러지게 증진될 수도 있다. 발달된 기분은 일시적인 감정이 긍정적이거나 아니면 부정적이거나 달려있다. 이 개념은 강화학습에서의 보상인가 처벌인가에 대한 개념과 유사한 것이다. 만일 어떤 사람이 부정적인 일시적 감정들을 계속해서 받게 된다면 기분은 분명히 나빠지게 될 것이고 사라지는 데에도 아주 오래 걸릴 것이다. 성격은 일시적인 감정과 기분에 상관없이 가장 낮은 우선순위를 가지고 항상 일정한 영향을 미치게 된다.

성격 모델에 대한 평가를 통해 타당성을 검증하려는 시도가 진행됨에 따라 Ushida¹⁸⁾ 등은 에이전트 내부의 성격을 미리 정의해 놓고 가상 환경의 캐릭터들이 각각 사람들에게 어떻게 평가가 되는지를 연구하였다. 서로 다른 성격을 지닌 세 가지 캐릭터가 내부적으로 파라미터로 설정이 되었다. 캐릭터에게 주어지는 성격은 내부적인 목적과 경험상의 목적에 대한 요소와 퍼지 규칙으로 계산이 되는 감정에 대한 문턱 값 그리고 행동 결정에 대한 문턱 값에 대한 요소로 구성이 되어 있다.

V. 행동 선택 (Behavior Selection)

Frijda는 감정 시스템이 심리화적인 변화를 일으키고 그런 변화가 감정을 유도해 내는 일련의 변화가 행동 선택에 영향을 주지 못한다면 의미를 지니지 못한다고 주장했다. 이 심리적인 변화에 의한 감정 변화와 동기가 함께 작용을 하여 행동 선택에 영향을 주도록 행동 선택 시스템이 구성되어야 한다.

Velasquez의 Simon에 대한 실험에서 사용된 행동 선택 메커니즘은 경쟁 방법(competitive methods)에 의한 것이다. 각각의 행동이 에이전트에 대한 제어권을 획득하기 위해 경쟁을 하는 것이며 가장 높은 값을 가지는 행동이 활성화된다. 계산된 행동의 값은 감정, 기분 그리고 외부 자극과 같은 동기에 의해 매 주기마다 갱신이 된다. 이렇게 행동을 유발시키는 요소들을 일컬어 해발인(releaser) 혹은 해소 메커니즘(releasing mechanism)이라고 하는데, 이 개념은 생태학 분야의 Tinbergen의 연구로부터 도입된 것이다. 해소 메커니즘에 기반한 Velasquez의 Simon에 대한 실험에서 행동 선택 알고리즘의 순서는 다음과 같다.

(1) 동기에 의한 내부변화와 외부 환경에 의한 자극이 감지된다.

(2) 변화에 따라 Simon의 감정 값과 동기 값이 갱신이 된다.

(3) 갱신이 된 감정 값과 동기 값 그리고 외부 자극에 의해 행동 값이 계산된다.

(4) 이렇게 계산된 행동 값 중 가장 큰 것이 활성화되어 Simon의 표정에 변화를 가져오고 이 경험에 의한 요소는 감정과 동기의 계산을 위해 피드백 된다.

그리고 Tinbergen의 개념을 Blumberg[9]가 도입해 행동 선택 모델 설계에 성공적으로 사용을 하였다. 행동들간의 경쟁을 좀 더 복잡한 구조로 만들기 위해 서로의 행동을 억제시키는 방법도 제안이 되었는데 Ludlow^[10]는 소모(depletion)와 피로(fatigue)를 행동을 억제시키는 요소로 사용하는 모델을 제시했다. Caamero^[5]는 차원상의 격자세계(Gridland)에서 에이전트의 행동을 위해 Maes의 경쟁 모듈(competence module)과 유사한 개념을 도입하였다. Caamero는 소비적인 행동(comsumatory behavior)과 증진적인 행동(appetitive behavior)으로 행동들을 구분해서 경쟁하도록 하였다.

Fujita^[6] 등도 로봇과 로봇이 카메라로 인식한 물체 사이의 거리와 같은 외부 환경에 대한 자극을 위에서 소개된 해소 메커니즘(releasing mechanism)을 도입하여 내부 변수에 의해 동기를 유발시키는 동기 제작자(motivation creator)와 함께 행동 선택에 영향을 주는 구조를 제시하였다.

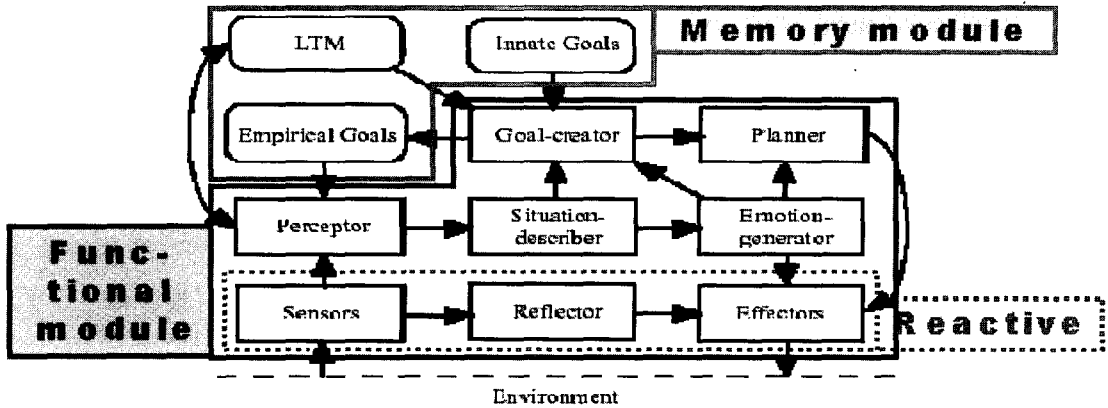
Breazeal^[3]은 Kismet의 행동 선택을 위해 3 단계로 나누어진 행동 체계(behavior hierarchy)를 제안했다. 상위 레벨의 행동들은 동기들과 곧바로 연결이 되어 있고 하위 레벨의 행동들은 모터 구동을 위한 반응을 위한 것이다. 그리고 CEG(Cross Exclusion Groups)라고 명명한 모듈 각각에서는 주어진 시간에 대해 하나의 행동만을 선택할 수 있도록 승자독식(winner-take-all) 경쟁 방법을 취하고 있다. 그리고 CEG는 현재의 감정, 동기유발 상태 그리고 외부에서 감지된 자극에 의하여 내부적으로 경쟁을 하게 된다.

이 외에도 행동선택에 영향을 미치는 요소들을 역할에 따른 각각의 레벨로 분류하고 퍼지 규칙을 사용해서 행동을 선택하는 방법과 Q-learning을 사용해서 각 행동들에 대한 학습이 아닌 로봇의 전체적인 목적에 의한 학습을 통해 행동을 선택하는 방법 등이 제안되었다.

VI. 전체적인 구조 (Architecture)

지금까지 지능형 에이전트의 행동 선택에 필요한 감정, 동기, 성격 그리고 행동 선택 메커니즘에 대해 알아보았다. 이번 절에서는 각 요소들이 인공 감정 모델 내부를 어떻게 구성되며, 구성된 모델을 인간과의 상호작용을 위한 엔터테인먼트 로봇에 적용함에 있어 어떤 한계점을 갖는지를 알아본다.

Ushida^[8] 등은 가상 환경에 있는 캐릭터들을 위한 내부 모델을 그림 1과 같이 제시하였다. 이 구조의 특징은 각 모듈간의 상호작용이 순차적으로 일어나는 것이 아니라 병렬적으로 일어난다는 점이다. 모든 모듈에 영향을 미칠 수 있는 중앙 명령자(central commander)가 없고 모듈간의 지엽적인 상호작용에 따라 복합적인 행동을 유발시킬 수 있는 구조이다. 예를 들어, 점선으로 표시된 부분은 센서로부터 입력을 받고 곧바로 행동으로 옮기는 순간적인 반응을 위한 모듈들을 표시한 것이다. 이 구조는 내부적으로 각 에이전트가 목적을 갖고 있기 때문에, 뚜렷한 목적을 가지지 않고 인간과 상호작용을 하는 엔터테인먼트 로봇에 적용하기 어렵다.



〈그림 1〉 생체 모방 로봇을 위한 감정 모델

Miwa 등도 감정 표현을 얼굴과 목의 움직임으로 표현하는 WE-3RV 로봇에 적용하는 감정모델을 제시하였다. WE-3RV 로봇은 인간이 서로 다른 성격을 지니고 있는 것처럼 내부에 성격을 가지고 있는데 감각적 성격(sensing personality)과 표현적 성격(expression personality)의 두 가지 요소로 구성이 된다. 전자는 로봇의 감정 상태에 자극이 얼마만큼 작용할 것인가에 대한 요소이고, 후자는 감정 모듈에 의해 계산된 값이 로봇의 얼굴 표정과 목의 움직임에 얼마만큼의 영향을 가할 것인가에 대한 요소가 된다. 이 구조의 특징은 감각적 성격 모듈과 표현적 성격 모듈을 구분 지어서 각각 다르게 영향을 줄 수 있다는 점이다. 그렇지만 외부 자극만이 감정 변화에 관여하는 구조이기 때문에 행동 결정에 있어 좀 더 다양한 영향을 고려하기에는 어려움이 따른다.

Kismet으로 실험을 한 Breazal^[6] 등도 내부 모델을 구성하여 인간과 상호 작용을 하게 하였다. 각각의 시스템들은 중앙에 있는 행동

시스템과 메시지를 주고받는 구조를 가지며 동기 시스템 안에 욕구 모듈과 감정의 시스템이 포함되어 있는 특징을 갖는다. 그리하여 감정 시스템은 로봇의 표정과 행동에 직접적인 영향을 주게 되고 동기 시스템은 행동 시스템과 연동하여 모터 구동 시스템에 영향을 주게 된다. 로봇은 자신의 욕구에 의해 동기를 유발하여 행동을 선택함으로써 인간으로 하여금 자신이 원하는 행동을 유도한다. 그렇지만 감정은 현재 로봇의 기분을 나타내는 것으로만 사용되고 자신의 행동을 선택하는데는 동기가 주도적인 역할을 하게 된다.

El-Nasr^[10] 등은 학습 모듈, 감정 모듈 그리고 판단 모듈로 구성된 모델을 제시하였다. 외부로부터 입력된 사건은 판단 모듈에 의해 학습 모듈과 감정 모듈에 동시에 전달되며 학습 모듈은 외부로부터 발생된 사건의 발생과 연속적인 변화를 계속해서 모니터링하는 역할을 맡는다. 감정 모듈은 인지된 사건과 학습 모듈로부터 나온 정보를 바탕으로 사건이 에이전트의 목적에 연루된 정도를 파악하

여 감정적 행동(emotional behavior)을 발생시켜 판단 모듈에 전달한다. 그리하여 판단 모듈로 되돌아온 감정적 행동과 사건의 발생 상황을 바탕으로 행동이 결정되게 된다. 이 구조는 외부에서 발생한 사건에 따른 학습 모듈이 오직 감정 모듈에만 영향을 주는 단순한 형태이지만, 감정이 학습되어 행동에 영향을 미치기 위해서는 학습 모듈과 감정 모듈간의 상호 작용이 필요하게 된다.

Fujita^[6] 등은 자신의 논문에서 감정적 근거 기호(Emotionally Grounded Symbol)라는 개념을 소개하면서 감정적 근거 아키텍처(Emotionally GrOunded Architecture)를 제시했다. 외부로부터 들어온 영상과 소리가 해소 메커니즘에 영향을 주게 되어 자극을 가하게 되고 감정 시스템(emotion system)으로부터 계산된 내부 변수와 3차원 공간상에 매핑된 감정이 동기 모듈에 영향을 주게 된다. 그리하여 행동 값이 계산되고 이는 상태 공간 도표(state-space diagram)에 매핑되어 행동을 선택하게 된다. 동기가 본능과 감정에 의해서 유발되는 구조를 가지며 해소 메커니즘과 함께 행동에 영향을 미치게 된다. 이 구조는 로봇의 본능에 의해 감정이 변화하여 행동 선택에 영향을 미치기 때문에 인간과의 상호작용에 의한 감정의 피드백을 받기 어렵다.

Ⅶ. 결 어

동물이나 인간과 같이 감정의 표현을 통해 자신의 의사를 전달하고, 상대방의 감정을 이해할 수 있는 지능 로봇을 개발하려는 노력이 시간된 지 10여 년의 세월이 지났다. 시

각 정보 처리, 음성 정보 처리 기술 및 로봇 제조 기술 등의 발달로 로봇에게 외부 환경을 인식하고, 동작이나 얼굴 표정을 통해 자신의 감정을 표현할 수 있는 능력을 부여할 수 있게 되었다. 또한 심리학 및 동물생물학 등의 타 학문에서 진행된 인간의 감정에 대한 연구 결과를 접목시켜 로봇이 좀 더 상황에 적합한 감정 표현을 할 수 있게끔 하기 위한 노력들이 이루어져 왔다.

하지만 현재까지의 결과는 실험실 내에서 이루어지는 시뮬레이션 수준에 머물고 있으며, 실제 인간의 실생활에서 지능 로봇을 사용할 수 있기까지는 기계적 안정성 확보, 인지 능력의 향상, 복잡한고 예측 불가능한 현실 공간에서의 적합한 행동 결정 방법 구현 등 넘어야 할 고비들이 많이 남아있다. 앞으로 현재 진행 중인 로봇의 인지 및 이동 능력을 향상시키기 위한 연구들과 함께, 현실 생활에서 로봇의 행동의 적합성을 향상시키기 위한 행동 결정 모델 개발 및 실험, 성능 개선이 계속 될 것으로 전망된다.

참고문헌

- [1] Masuyama, A. 1994. *A Number of Fundamental Emotions and Their Definitions*. In Proceedings of IEEE Communication, 156-161. Tokyo, Japan.
- [2] Rosman, J., Jose, P.E., and Spindel, M.S. 1990. *Appraisals of Emotion-Eliciting Events : Testing a Theory of Discrete Emotions*. Journal of Personality and Social Psychology 59 : 899-915.
- [3] C. Breazeal, B. Scassellati. 1999. *How to build robots that make friends and influence people*. Proceedings of

the International Conference on Intelligent Robots and Systems.

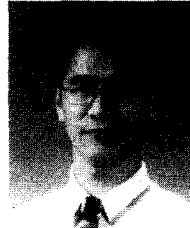
- [4] R.C. Arkin, M. Fujita, T. Takagi, R. Hasegawa. 2003. *An Ethological and Emotional Basis for Human-Robot Interaction*. Robotics and Autonomous Systems 42 : 191-201.
- [5] L. Cañamero. 1997. *Modeling Motivations and Emotions as a Basis for Intelligent Behavior*. in : W. Johnson (Ed.), Proceedings of the International Conference on Autonomous Agents.
- [6] Michaud, F. Robichaud, E. & Audet, J. 2001. *Using Motives and Artificial Emotions for Prolonged Activity of a Group of Autonomous Robots*. In Emotional & Intelligent II : The Tangled Knot of Social Cognition. 2001. AAAI Fall Symposium, Technical Report FS-01-02 : 85-90. Menlo Park, CA : AAAI Press.
- [7] Digman, J.M. 1990. *Personality Structure : Emergence of the Five Factor Model*. Annual Review of Psychology, 41. 417-440.
- [8] H. Ushida, Y. Hirayama, H. Nakajima. 1998. *Emotion Model for Life-like Agent and Its Evaluation*. In Proceedings of the Fifteenth National Conference on Artificial Intelligence, 62-69. Menlo Park, Calif : AAAI Press
- [9] Blumberg, B. 1994. *Action-Selection in Hamsterdam : Lessons from Ethology*. In Third International Conference on the Simulation of Adaptive Behavior, 108-117. Brighton, England : MIT Press.
- [10] El-Nasr, M.S., Ioerger, T.R., Yen, J. 1998. *Learning and Emotional Intelligence in Agents*. Proceedings of AAAI Fall Symposium.

저자소개



안형철

1995년 2월 잠실고등학교 졸업
2001년 8월 선문대학교 전자공학과 학사
2004년 2월 서울대학교 전기컴퓨터공학부 석사
주관심 분야 인공지능 로봇



최진영

1982년 2월 서울대학교 제어계측공학과 학사
1984년 2월 서울대학교 제어계측공학과 석사
1993년 2월 서울대학교 제어계측공학과 박사
주관심 분야
- Neuro Computing and Control(뉴로 연산 및 제어)
- Adaptive and Switching Control(적응 및 스위칭 제어)
- Robot Behavior Learning and Control(로봇 행동 학습 및 제어)
- Cognitive Vision (인지 비전)