

---

## 3단계의 사고 작용 모델을 응용한 사회적 감성지능 에이전트 프레임워크

### Framework for Socially Intelligent Agent using Three-Layered Affect Functioning Model

신현용, Hunyong Shin\*, 우운택, Woontack Woo\*\*

광주 과학기술원 U-VR 연구실

---

**요약** 사회적 감성 에이전트는 인간과 유사한 사회지능(Social Intelligence)을 가지고 있는 에이전트로서, 인간의 감정을 인지 및 학습하고 적응을 통하여 상대방의 감정과 상황에 따라 적절한 반응을 할 수 있는 능력을 가지고 있다. 이 에이전트는 인간이 에이전트를 더 살아 있는 것처럼(Believable) 느끼게 하여, 인간과 컴퓨터간의 상호작용을 도와줌으로써 인간에게 더욱더 개인화되고 적합한 서비스 창출하고 제공할 수 있는 에이전트 모델이다. 본 논문에서는 인간의 사고 과정과 동일한 3단계 사고 작용 모델(Three-Layered Affect Functioning Model)을 통해서, 에이전트가 사용자의 감정과 상황을 인식하여, 지능적 반응이나 행동을 가능하게 하는 프레임워크를 제안한다. 그리고 에이전트의 감정과 상황인식을 위해서는 심리학 모델인 OCC 모델과 결정트리 구성 알고리즘인 ID3를 활용하였다. 이를 통해서 교육, 예술, 연예, 디자인, 의료 등 다양한 분야에서 응용될 수 있는 사회적 감성지능형 에이전트를 개발할 수 있을 것으로 기대 된다.

**Abstract** Socially Intelligent agent is the agent not only having the ability to recognize and to process human affect through learning and adaptation, but also having human-like social intelligence. By making human feel familiar with the computer, the agent is expected to enhance human-computer interaction (HCI) by providing users with the personalized services and interfaces. This paper proposes the framework for socially intelligent agents behaving socially according to the emotions recognized by ID3 algorithm and psychological OCC model. Also, the agent could process with the emotion to make socially intelligent response through three layered affect functioning model. Finally, the proposed agent can be applied for the development and application of socially intelligent agent in wide areas as the agent framework having similar affect and cognitive structure with human being.

**핵심어:** *Socially Intelligent Agent, ID3, OCC model, affect, Social Intelligence*

---

본 논문은 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 원천기반 기술개발 사업의 지원에 의한 것임

\*주저자 : 광주과학기술원 정보통신공학과 석사과정; e-mail: hyshin@gist.ac.kr

\*\*교신저자 : 광주과학기술원 정보통신공학과 교수; e-mail: wwoo@gist.ac.kr

## 1. 서론

기쁨, 슬픔, 공포와 같은 감성은 중요한 인간 고유의 특징 중의 하나이다. 최근 들어, 감성의 중요성이 부각되면서, 교육, 연예, 디자인, 의료 등 광범위한 분야에 걸쳐서 제품 및 서비스에 인간의 감성적인 측면을 반영하려는 다양한 시도가 진행되고 있다 [1-2]. 인간이 사용하는 컴퓨터와 같은 기계를 생명체와 같이 만들고, 인간과 이음매없이 (Seamless) 상호 작용할 수 있도록 설계하기 위해서는 기계에 감성기능과 사회기능을 부여하는 것이 필요하다 [12]. 예를 들면, 감성을 지닌 인터페이스 에이전트는 사용자의 감성과 요구를 더 잘 이해할 수 있어서, 사용자의 필요를 충족시켜줄 수 있다 [24]. 여기서 감성기능이란 감정을 인식하고 표현할 수 있는 능력이고 [3], 사회기능은 주변의 상황에 대해서 이해하고 이를 바탕으로 개인적으로나, 사회적으로 효율적으로 반응할 수 있는 능력이다 [4]. 그래서 감성기능과 사회기능은 모두 인간과 기계의 효율적인 상호작용을 목적으로 시스템에 적용되고 있다 [24]. 이전까지는 감성과 관련된 연구가 활발하게 진행되고 있었지만, 최근에 들어서는 감성과 더불어 사회성까지도 부여하려는 연구가 활발하게 진행되고 있다 [5-8].

사회적 감성에이전트와 관련된 대표적 연구는 로봇과 합성 캐릭터(Synthetic Character) 분야 걸쳐서 활발하게 진행되고 있다. MIT의 Kismet은 인간과 사회적 상호작용에 참여할 수 있고, 시뮬레이션 된 감정과 표정을 표현할 수 있는 유아 수준의 사회성을 가진 로봇이다 [5]. 그리고 필립스의 iCat은 가정환경에서의 사회기능을 가진 가정용 상호작용 고양이 로봇이다 [6]. 합성 캐릭터와 관련해서 카네기 멜론 대학에서 수행한 OZ프로젝트는 에이전트간의 상호작용을 통하여 감정을 생성하여 OZ세계에서 시뮬레이션한 연구이다 [7]. 그리고 SCREAM은 성격과 감정뿐만 아니라, 상황에 따른 사회적 맥락을 인지할 수 있는 사회기능을 보유한 감정 기반 대화형 캐릭터이다 [8]. 에이전트를 살아있는 것 같이 (Lifelike), 믿을 수 있게(Believable) 만들기 위해서는 에이전트가 사용자의 감성을 이해하고, 이에 따른 적합한 사회적 반응을 표현할 수 있도록 해야 한다 [7,9]. 하지만 기존의 연구들은 주로 에이전트들에게 감정을 부여하고, 이를 에이전트가 표현하게 하는 측면에서 연구들이 대부분 진행되어 왔고, 에이전트가 인간이나 다른 에이전트의 감정 상태를 인지 및 이해하고 사회적으로 지능적인 반응을 하게 만들려는 연구는 부족하였다 [26].

본 논문에서는 인간의 사고 과정(Functioning)과 유사한 3단계 사고 작용 모델을 통해서, 에이전트가 내부와 외부의 정보를 활용하여 사용자의 감정과 상황을 인식하게 함으로써 사회성을 부여하였다. 이러한 사용자에 대한 이해를 바탕으로, 상대방이 심리적인 위안을 가질 수 있게 동정이나 동

의 등의 지능적인 반응이나 행동을 가능하도록 하였다. 에이전트는 센서로부터 정보를 받아들이는 Perception, 3단계의 사고 작용 모델이 적용된 Agent Functioning, 사고 작용으로 선택된 행동을 시각화하는 Action으로 크게 구성되어 있다. 감정 인식에 있어서는 사용자에 따른 개인적인 차이를 반영하기 위해 학습 데이터를 개별적으로 획득하게 하여 학습을 진행하였다. 학습은 최적화된 결정트리구성을 위해 ID3 알고리즘을 이용해서 수행한 후, 심리학 모델인 OCC모델을 적용함으로써 정확성을 높였다. 그리고 에이전트 사고 작용에서는 인간 두뇌의 구성 메커니즘과 유사한 본능적, 행동적, 반성적 사고로 구성된 3단계 사고 작용 모델을 응용하였다 [12]. 이렇게 이해된 사용자의 감정과 추론된 상황정보를 통해서 에이전트는 사회적으로 지능적인 행동을 보여지게 된다.

제안된 프레임워크에서 사회적 감성기능형 에이전트는 인간과 같은 사회기능을 보여주는 로봇이나 컴퓨터 시스템으로서, 인간과 인터페이스하는 에이전트 시스템을 의미한다 [25]. 본 논문에서 제안된 사회적 감성 기능형 에이전트 프레임워크에서는 에이전트가 인간의 감성을 인지하고, 학습과 적용을 통하여 인간의 감성상태에 따른 사회적 반응을 할 수 있도록 시스템을 구성하였다. 이는 인간이 에이전트를 살아있는 것 같이 느끼게 하여서(Believable) 인간과 컴퓨터간의 상호 작용을 도와줄 뿐만 아니라, 사용자의 감성에 대한 이해를 바탕으로 사용자에게 개인화된, 감성인지기반 서비스를 제공할 수 있다. 이러한 사회적 감성 에이전트는 인간의 감정 인식과 피드백에 따라 각각의 상황과 사용자에 따라서 적절한 반응을 수행할 수 있어, 자율 행위 시스템인 인공생명체(Artificial Life) 연구에 있어서 주요 기술 중 하나이다 [3]. 또한 에이전트 프레임워크의 구성을 통하여 인간이 어떻게 감정을 느끼고, 사회성을 가지게 되는지에 대한 인간 자체에 대한 이해를 높일 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 사회적 감성 기능형 에이전트의 사회적 반응 생성구조에 대해서 설명하고, 제3장에서는 전체 프레임워크 구조를 설명하고, 제4장에서는 구현 및 실험에 대한 설명을 하였다. 그리고 제5장에서는 토의, 마지막으로 제6장에서는 결론과 앞으로의 연구로 구성되어 있다.

## 2. 3단계 사고 작용 모델

다단계의 사고 작용 모델은 인간의 복잡한 인지, 사고, 감정생성의 과정을 규명하고 모델링하기 위한 연구로서 진행되어왔다 [10-13]. 제안된 사회적 감성 에이전트 프레임워크에서는 이러한 연구들에 착안하여, 3단계의 사고 작용 모델을 응용하여 에이전트가 감정을 정확하게 인식하고, 반응하게 함으로써 사회기능을 부여하고자 하였다.

표 1 3단계 단계별 사고과정의 주요기능들 [12]

	입력	출력	학습	시간표현
본능적	가능	가능	습관 고전적 조건	과거
행동적	가능	가능	자발적 고전적 조건	미래
반성적	불가능	불가능	개념적 비유적/은유적/ 비사실적 추론	가정상황

3단계의 사고작용 모델은 인간이 태어날 때부터 미리 프로그래밍 된 본능적 단계(Reactive), 일상생활 행동을 제어하는 사고 활동을 포함하는 부분인 행동적(Routine) 단계, 그리고 가장 고차원적인 사고를 진행하는 반성적(Reflective) 단계로 이루어져 있다 [10,11]. 동물들은 주로 본능적 단계에서만 행동하고, 인간과 같은 포유류는 더 높은 분석단계인 행동적 단계를 거친다. 그래서 단순한 감성상태는 본능적 단계에서 결정되게 되고, 상황을 분석하고 그에 따라 행동을 변화시키는 좀 더 복잡한 사고 작용은 행동적 단계로 이루어진다. 특히 행동적 단계는 특정 작업을 위해 학습하는데서 사용되어 진다. 가장 진화된 인간의 두뇌는 스스로의 행동에 대해 생각할 수 있는데, 이것이 가장 고차원인 반성적 사고에서 이루어진다. 이러한 3단계 사고과정은 독립적인 것이 아니라, 그림1과 같이, 단계 간에서도 영향을 주고 받으며 경정을 한다 [2].

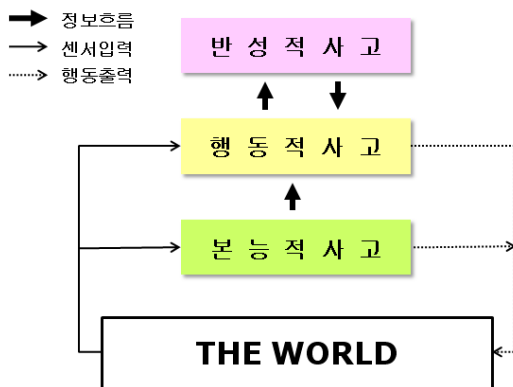


그림 1 3단계 사고과정 개요도 [12]

사고 과정은 입력의 종류에 따라서 제각각 다른 수준의 사고활동을 통해서 생성되어지고 변화 되어지는 것이다. 이러한 이론에 기초해서 사회적 감성 에이전트는 인간과 유사한 3단계의 사고 과정 구조를 통해서 형성된 감성을 통해서 상황에 적합한 사회적 반응을 형성할 수 있게 구성되어 있다. 사회적 감성 에이전트는 사용자의 감정 상태를 인지하고, 이에 따라, 반응을 결정함으로써 사회적 반응을 학습하고 개선하게 되는 것이다.[9,10] 인간의 하위 사고과정인 본능적 사고에 대한 모델이나 구현은 많이 진행되었지만

[17], 인간의 고차원의 사고 작용에 대한 신뢰할 만한 모델은 아직 많이 부족한 실정이다. 이는 고차원의 사고 작용에 대한 연구를 통해서 실질적인 구현과 적용이 요구되는 부분이다.

### 3. 사회적 감성 지능형 에이전트의 프레임워크

제안하고자 하는 사회적 감성지능형 에이전트의 전체 구조는 그림2와 같다. 크게 Perception, Agent Functioning, Action으로 구성 되어있다. 에이전트의 Perception 부분은 사용자의 성격, 에이전트와의 상호작용 빈도를 통한 사회적 관계와 같은 사용자 프로파일 뿐만 아니라, 온도, 목소리 높낮이, 앉은 자세와 같은 동적인 센서데이터를 에이전트가 감성을 인식하기 위해서 사용한다. Perception을 통해서 입력된 센서와 사용자 정보는, 감정을 결정하고, 생성하는 Agent Functioning 부분에서 감정의 상태를 결정하게 된다. Agent Functioning 내부의 Emotion Engine은 3단계 구조에서 최하위인 본능적 사고 단계에 위치하여, 센서로부터 받은 정보를 이용하여 사용자의 감정을 생성하는 부분이다. 이 단계 이후에 형성된 사용자의 감성은 Social Engine에서 장소와 사용자의 감정 상태에 따라서 사회적인 행동을 결정하여서 Behavior Engine으로 전달한다. 마지막으로, Behavior Engine을 통한 최종적인 출력은 에이전트의 행동변화, 얼굴 표정 등을 통한 감정 표현, 서비스 등의 다양한 형태로서 활용 가능할 것이다.

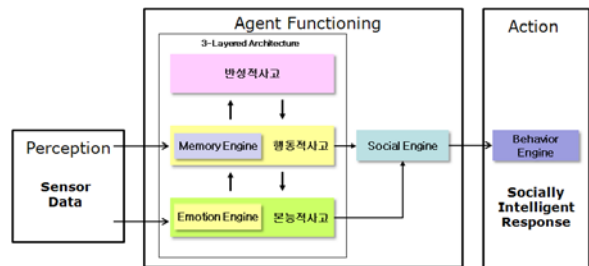


그림 2 사회적 감성 지능형 에이전트 프레임워크

### 4. 구현 및 실험

제안된 사회적 지능형 감성에이전트는 Ortony, Clore, Collins (OCC)의 감성 생성모델에 기초하여 사용자의 감정 상태를 예측하고 이해한다. OCC 모델은 감정의 생성과 강도를 이론적으로 설명할 뿐만 아니라, 감정을 간단하게 구조화하여 구현이 용이한 장점을 가지고 있어서 감성 모델링을 위한 여러 응용에 활용되어 왔다 [7,21]. OCC 모델은 감정을 감정 유형에 영향을 미치는 세 가지의 요인인 사건, 개체, 에이전트에 대한 평가의 결과라는 것을 제안하였다. 사건은 에이전트의 목표에 관련된 행위이고, 개체는 다른 개체

를 의미하고, 에이전트는 감성의 주체로 사건과 개체들에 따라 감성 유형을 가지게 된다. OCC 모델에서 분류된 정의된 대표적 감성유형은 기쁨과 고통, 희망과 두려움, 자부심과 수치심, 칭찬과 비난, 분노와 감사, 만족과 후회가 있다 [9,12,13]. 예를 들어, 에이전트가 원하는 목표에 대한 평가로서 사건이 발생하게 된다. 표2와 같이, 목표의 달성을 통해서 에이전트는 이에 관련된 감정인 기쁨의 감정을 가지게 되는 반면에, 목표의 실패는 고통의 감정을 나타내게 된다 [7].

표 2 원인과 이에 따른 감정 상태 [21]

감정	원인
기쁨(Joy)	목적의 성공
고통(Distress)	목적의 실패
자부심(Pride)	자신을 인정하는 행동
수치(Shame)	자신을 불인정하는 행동
존경(Distress)	목적의 실패
사랑(Love)	좋아하는 개체에 대한 주의
증오(Hate)	싫어하는 개체에 대한 주의

제한된 사회적 감성지능형 에이전트 프레임워크에서는 유비쿼터스 환경 내에서 산재한 센서로부터 그림3에 나타난 데이터들을 획득한다고 가정하였다. 그림 4와 같이, 수집된 학습 정보를 이용하여 사회적 감성 에이전트는 결정트리(Decision Tree)를 구성하는 기본적인 방법인 ID3 알고리즘을 활용하여 통계적으로 가장 유용한 특징을 추출하여 결정 트리를 구성한다 [14]. 에이전트는 이렇게 추출된 규칙과 OCC 모델을 이용하여 사용자의 감정 인식을 수행하게 된다.

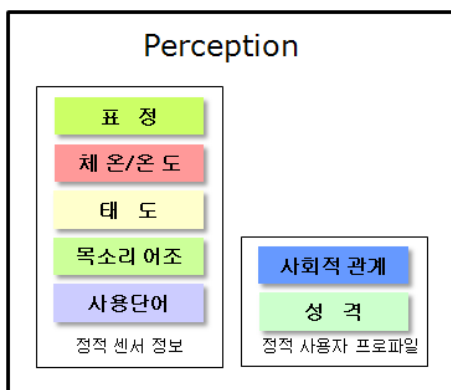


그림 3 Perception에 사용된 데이터

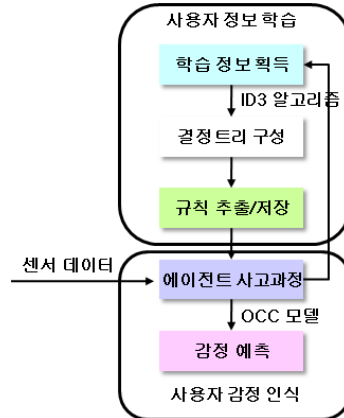


그림 4 감정 학습 및 인식 알고리즘

ID3는 결정트리를 구성하는 대표적인 알고리즘으로, 샘플들을 각각의 클래스로 가장 잘 분류할 수 있는 속성을 고르기 위해서 정보 이득이라는 엔트로피를 이용하는 방법이다. 하지만, 결정트리는 모든 속성들은 이산적인 값으로 분류된다는 가정을 가지고 있기 때문에, 이 방법을 감정 인식에 적용하기 위해서는 감정 상태를 위한 각각의 임계값을 설정해 주어야 한다. 결정트리의 구성에는 가장 큰 정보이득을 가지고 있는, 즉 가장 큰 엔트로피 감소를 가지는 속성이 테스트 속성으로 선택된다.

엔트로피(Entropy)는

$$I(s_1, s_2, \dots, s_m) = - \sum_{i=1}^m p_i \log_2(p_i) \quad (1)$$

$$E(A) = \sum_{j=1}^m \frac{(s_{1j} + \dots + s_{mj})}{s} I(s_{1j}, \dots, s_{mj}) \quad (2)$$

이다.

그리고 정보이득 (Information gain)은

$$Gain(A) = I(s_1, s_2, \dots, s_m) - E(A) \quad (3)$$

를 통해서 구해진다.

모든 속성에 대한 정보이득을 구한 후에, 가장 큰 정보이득을 가지는 속성이 결정트리 구성을 위한 속성으로 선택된다. 이러한 과정이 모든 노드에 반복 적용되어서, 사용자의 감정 인식을 위한 결정트리가 생성된다 [18].

감정인식의 구현을 위해 JAVA를 이용한 기계학습 알고리즘 플랫폼인 WEKA (Waikato Environment for Knowledge Analysis)가 이용되었다. 이는 데이터 처리, 분류, 회귀, 클러스터링, 시각화를 위한 도구로서 새로운 기계학습 설계 개발 및 기존의 기계학습 알고리즘을 쉽게 구현할 수 있다. 사용자의 감성 이해를 위한 데이터의 수집을 가정하여, 이를 입력 값으로 하여 결정트리 구성은 WEKA를 이용하여 구현되었다 [19].

표 3 결정에 사용된 속성과 내용

Attributes	Contents
Facial Expression	Smile, Angry
Voice Tone	High, Low
Posture	Stable, Unstable
Use Words	Positive, Negative
Body Temperature	Normal, Abnormal
Goal	Happy, Normal, Unhappy

그림4의 과정을 거쳐서 결정트리가 형성되고, 규칙이 추출된다. 표3에 언급된 속성을 가진 12개의 실험데이터를 이용하여 ID3 알고리즘을 이용한 결과, 그림5와 같은 결정트리가 구성되었다. 이를 바탕으로 에이전트는 규칙을 사용자의 감정인식을 위한 규칙을 추출하게 된다. 초기에 이러한 학습이 진행된 이후, 사용자의 입력이 들어오면 추출된 규칙에 근거해서 에이전트는 사용자의 감정 상태 예측을 수행하게 된다. 규칙을 통해서 얻어진 감정 상태는 사용자가 추구하는 목표, 개체, 주치의 달성과 실패에 따라서, OCC 모델을 통해서 감정을 결정하게 된다. 그림 5에서 얻어진 결과에서 사용자의 상태 정보 중 Body Temp가 정상(Normal)으로 입력되면, 사용자의 감정은 Happy가 된다. 이는 사용자의 목표와 일치하여, 목표 달성을 의미하게 되고, 이는 감정을 일으키는 원인으로 작용하여, 사용자의 감정 상태는 기쁨(Joy)이라는 것을 에이전트는 인식하게 된다.

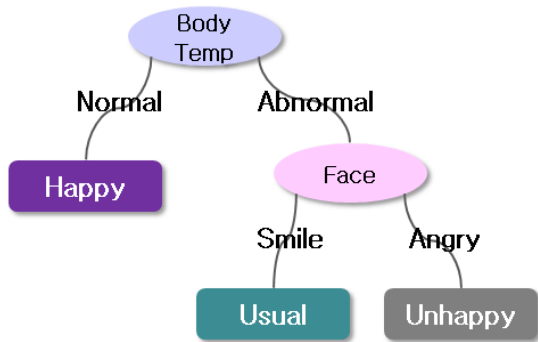


그림 5 실험데이터에 대한 결정트리

이러한 감정인식 단계에서 진행된 결과는 에이전트의 행동을 결정하는 Social Engine에 입력되고, 에이전트는 감정과 상황에 근거하여서 행동을 선택하여 Behavior Engine에 적합한 행동을 요청하게 된다. 앞에서 구현된 감정 분석 결과와 사용자의 상황 추론에 따른 행동선택과 행동모델은 앞으로 추가적인 구현이 요구되는 부분이다.

## 5. 토의

제안된 사회적 감성에이전트 프레임워크의 기여로는 첫째, 사용자의 감성 이해를 위해서 유비쿼터스 환경에 존재하는 센서를 통한 동적 데이터와 정적인 사용자 프로파일을

동시에 활용하였다. 일반화된 감성 데이터베이스를 이용해서 초기 감성인식률을 보장하려 하였고, 이에 동적데이터를 통한 학습으로 개인화된 감정인식을 실행할 수 있도록 구성하였다. 그리고 감정기억은 경험과 같은 역할을 하여, 지속적인 학습 수행을 통해 정확성을 높일 것이 기대된다.

하지만 이 프레임워크는 감성 데이터베이스 정보의 이용에 따른 한계가 존재한다. 사용자 감성 인식은 감성 데이터베이스 정보의 정확도에 따라서 변화할 것이다. 감정기억의 이용은 에이전트의 감정인식이 정확하다고 가정하지만, 에이전트의 감정인식은 정확하지 않을 수 있기 때문에, 감성 기억을 효율적 활용을 위해서 피드백을 위한 추가입력과 계속적인 학습이 요구된다. 그리고 사용자의 감정 변화에 에이전트가 의존하기 때문에, 에이전트의 일관성 있는 행동을 보장하기 어렵다. 그래서 에이전트 고유의 성격(Personality)이 반영된다면, 사용자가 더 믿을 수 있는(Believable) 에이전트의 구성이 가능할 것이다. 마지막으로, 사용자의 감정을 추론에 따른 사용자의 만족도와 제공 가능한 서비스에 대해서는 추가적인 연구가 요구된다.

## 6. 결론 및 앞으로의 연구

본 논문은 인간과 유사한 사고과정을 가진 감성지능과 사회지능을 가지는 사회적 감성 에이전트를 위한 프레임워크를 제안하였다. 센서로부터 받은 정보를 통해서 사용자의 감정을 인식하기 위해서, ID3알고리즘과 심리학적 감정 생성 모델인 OCC모델을 하여 정확성을 높이고자 하였다. 그리고 감정이 인간의 사고과정을 응용한 3단계 사고 과정인 본능적 단계, 행동적 단계, 반성적 단계를 통해서, 사용자의 감정 인식하고 이해하게 된다. 그런 후, 에이전트는 사용자의 감정과 상황에 적절한 사회적 반응을 선택하여 표현하게 된다. 그래서 제안된 프레임워크를 사용함으로써 사용자의 감성에 대한 이해를 바탕으로 사용자에게 개인화된, 감성인지기반 서비스를 제공할 수 있을 것이다. 에이전트 프레임워크의 구성을 통하여 인간이 어떻게 감정을 느끼고, 사회성을 가지게 되는지에 대한 인간 자체에 대한 이해를 높일 수 있을 것으로 기대될 뿐만 아니라, 중요성이 부각되고 있는 사회적 컴퓨팅(Social Computing)과 인공생명체(Artificial Life) 연구를 위한 초석이 될 것으로 기대된다.

## 참고문헌

- [1] R. Piccard, "Affective Computing", MIT Media, 1997.
- [2] D. Norman, "Emotional Design", 2006.
- [3] 문애경, 정인철, 손강민, 강태근, 함호상, 감성지능형 컴퓨팅 기술동향, 주간기술동향, ETRI, pp. 1~14, 2003,

- [4] Norman D. Livengood.  
<http://www.hermes-press.com/socint4.htm>
- [5] C. Breazeal, "Sociable Machine: Expressive Social Exchange Between Human and Robots", Ph.D Thesis, MIT, 2000.
- [6] P. Markopoulos and B. Ruyter and S. Privender and A. Breeman, "Cast Study: Bringing Social Intelligence into home dialogue systems," Interactions, 2005.
- [7] W. Reilly, "Believable Social and Emotional Agents", Ph.D Thesis, Technical Report CMU-CS-96-138, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, May 1996.
- [8] H. Prendinger, M. Ishizuka, "Social Computing: Like-like Characters as Social Actors" Proceedings 1st Salzburg Workshop on Paradigms of Cognition, Salzburg, Austria, 2002.
- [9] A. Ortony, "On making believable emotional agents believable" In R. Trappl, P. Petta & S. Payr (Eds.), Emotions in humans and artifacts, Cambridge, MA.: MIT Press, 2003.
- [10] C. Lisetti, A. Marpaung, "A Three-Layered Architecture for Socially Intelligent Agents: Modeling the Multilevel Process of Emotions" ACII 2005, pp. 956-963, 2005.
- [11] C. Lisetti, A. Marpaung, "Affective Cognitive Modeling for Autonomous Agents Based on Scherer's Emotion Theory" KI 2006, pp. 19-32, 2007.
- [12] A. Ortony and D. Norman and W. Revelle, "Affect and proto-affect in effective functioning. In J.M. Fellous & M.A. Arbib, Who needs emotions: The brain meets the machine, Oxford University Press, New York, USA, pp. 173-202, 2005.
- [13] Ortony, A. Norman, D. A. Revelle, W. "Affect and machine: Lessons for the development of autonomous machines," IBM System Journal, Vol. 42, No. 1, pp. 38-44, 2003.
- [14] A. Ortony and L. Clore and A. Collins, "The Cognitive Structure of Emotions. Cambridge University Press, Cambridge, 1988.
- [15] 최영일, "감성 인터페이스 에이전트", 정보과학회지, 제 18권, 제5호, 한국정보과학회, pp. 36~40, 2000. 5.
- [16] J.R. Quinlan, "Induction of Decision Trees" Machine learning, pp. 81-106, 1986.
- [17] A. Marpaung and C. Lisetti, "Multilevel Emotion Modeling for Autonomous Agents" Proceedings AAAI FSS'04, 2004.
- [18] T. Mitchell, "Machine Learning", McGraw Hill, 1997.
- [19] <http://www.cs.waikato.ac.nz/~ml/weka/>
- [20] P. Chalfoun and S. Chaffar and C. Frasson, "Predicting the Emotional Reaction of the Learner with a Machine Learning Technique", workshop on Motivational and affective Issues in ITS 8th International Conference, pp. 13-20, 2006.
- [21] W. Scott and J. Bates, "Building Emotional Agents", Technical Report CMU-CS-92-143, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.
- [22] S. El-nasr and J. Yen and T. Ioerger, "FLAME-Fuzzy Logic Adaptive Model of Emotions", Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, 3, pp. 219-257, 2000.
- [23] D. Goleman, "Emotional Intelligence", Bantam Book, New York, USA, 1995
- [24] P. Maes, "Agents that reduce work and information overload," Communication of ACM, vol. 37, No. 7, pp. 30-40, 1994
- [25] K. Dautenhahn, "The art of designing socially intelligent agents-Science, fiction, and the human in the loop," Appl. Artif. Intell.J.,vol.12, 12, No. 7-8, pp. 573-617, Oct.-Dec. 1998.
- [26] Cynthia L. Breazeal, "Emotion and Sociable Humanoid Robots" International Journal of Human-Computer Studies, 59, pp. 119-155, 2003