

# 인지적 맥락에 기반한 감정 평가 시스템

## An Emotion Appraisal System Based on a Cognitive Context

안 현 식\*  
(Hyunsik Ahn)

**Abstract:** The interaction of emotion is an important factor in Human-Robot Interaction(HRI). This requires a contextual appraisal of emotion extracting the emotional information according to the events happened from past to present. In this paper an emotion appraisal system based on the cognitive context is presented. Firstly, a conventional emotion appraisal model is simplified to model a contextual emotion appraisal which defines the types of emotion appraisal, the target of the emotion induced from analyzing emotional verbs, and the transition of emotions in the context. We employ a language based cognitive system and its sentential memory and object descriptor to define the type and target of emotion and to evaluate the emotion varying with the process of time with the a priori emotional evaluation of targets. In a experimentation, we simulate the proposed emotion appraisal system with a scenario and show the feasibility of the system to HRI.

**Keywords:** HRI, emotion appraisal, cognitive system, semantic parsing, cognitive emotion model

### I. 서론

인간과 로봇이 일상생활을 함께 영위하는 동반자로서의 로봇에 대한 관심이 높아짐에 따라 HRI (Human Robot Interaction)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이러한 동반자로서의 로봇은 인간과의 감정 교류가 중요한 역할을 한다. 지금까지의 로봇의 감정에 대한 연구는 심리학과 인지과학의 발전과 함께 감정 상태의 정의와 이에 대한 표현에 대한 것에 집중되어왔다[1]. 여기에 관한 연구들은 주로 감정의 표현을 로봇의 얼굴에 어떻게 표현할 것인가에 대한 얼굴표정 표현연구[2,3], 감지된 정보 또는 자극으로부터 어떻게 감정을 평가할 것인가에 대한 연구와[4,5], 그 평가된 감정을 성격모델에 따라 감정을 어떻게 표현할 것인가에 대한 연구가 주를 이루고 있다[6,7]. 로봇이 인간과의 상호소통을 하며 적절한 감정을 표현할 수 있도록 하기 위해서는 우선적으로 감정의 평가가 적절하게 이루어져야한다.

그러나 단순한 감지 정보를 이용한 감정의 평가는 HRI의 보다 복잡한 상황에 제대로 적용하기가 어렵다. 어떤 물체나 인간에 대한 감정은 과거로부터 기억에 기초한 맥락에 의해 정의된다고 할 수 있다. 따라서 과거로부터 현재까지의 맥락을 어떻게 조합하여 로봇의 감정 상태를 평가할 것인가는 로봇 감정에 있어서 중요한 과제이다. 여기에 대한 인지심리학 분야에서의 연구는 상당히 이루어져 있는데, Ortony 등은 감정이 사건이나 행위자 대상에 대한 관심에 대한 반응으로 감정을 유발하는 맥락의 해석에 따라 결정된다고 주장하고 기존의 감정연구를 토대로 22가지의 맥락에 근거한 감정 평가과정을 분류하였다[8]. 이러한 심리학적 모델을 로봇에 적용하기 위한 시도들이 있어왔는데, 물체와 행위 리스트를 정의하고 그 것에 부합 여부를 이용하여 감정을 평가하는 연구와[4], 감지된 정보에 대한 설명적 과정(explanatory process)을 이용하여 감정을 평가하는 방법

이 연구되고 있다[7]. 그러나 이러한 연구들은 과거로부터 현재에 이르는 맥락에 의거한 감정의 평가라기보다는 물체나 한 시점의 사건만을 감정 평가의 대상으로 삼는다는 면에서 맥락에 근거한 감정표현이라고 하기가 곤란하다. 이러한 맥락적 감정의 평가를 로봇에 응용하기 위한 연구는 아직 초보적 단계에 머물러 있으며 이를 해결하기 위해 다양한 학제적 연구가 필요하다고 할 수 있다.

본 논문에서는 로봇에 적용할 수 있는 초보적인 맥락적 감정 평가 시스템을 제안한다. 제안하는 감정평가 시스템은 언어기반의 인지시스템에 근거하되[9], 문장메모리와 물체 기술자 등을 이용하여 감정의 대상에 대한 감정평가를 수치화하여 과거로부터 현재까지의 맥락적 감정표현에 활용할 수 있도록 한다. 이를 위해 기존의 인지적 감정 표현 모델을 간략화하여 로봇에 적용 가능한 감정표현 모델을 정의하고, 감정의 대상을 물체, 에이전트, 사건 등으로 분류하고 대상에 따른 맥락적 감정의 의미를 분석한다. 또한 언어기반의 인지 시스템을 이용하여 문장으로 표현되는 사건을 통사적 파싱과 의미적 파싱을 거쳐서 현재의 감정에 대상과 감정 내용을 추출하고 감정에 대해 평가함으로써 HRI에 있어서 맥락적 감정의 평가가 가능함을 보인다.

본 논문의 구성은, 다음 장에서 HRI용 맥락적 감정평가 모델을 기술하는데 로봇에 적용할 수 있는 맥락적 감정의 분류와 감정의 전이에 대해 설명하고, 다음으로 인지정보와 감정 평가를 연결하여 적용 가능한 맥락기반 감정평가 시스템을 설명한다. 이어서 제안한 감정평가 시스템을 간단한 시나리오에 적용하여 로봇이 맥락에 의거하여 감정을 표현할 수 있음을 보이며 마지막으로 결론을 맺는다.

### II. HRI용 맥락적 감정 평가 모델

로봇이 인간과 상호 소통하면서 감정을 서로 교류하기 위해서는 감정이론을 로봇지능의 관점으로 해석하고 모델링하여야 한다. 그림 1은 인지과학이나 로봇 감정 연구 분야에서 적용되고 있는 감정모델로서 감정의 입력과 평가

\* 책임저자(Corresponding Author)

논문접수: 2009. 9. 11., 수정: 2009. 11. 16., 채택확정: 2009. 11. 17.  
안현식: 동명대학교 로봇시스템공학과(hsahn@tu.ac.kr)

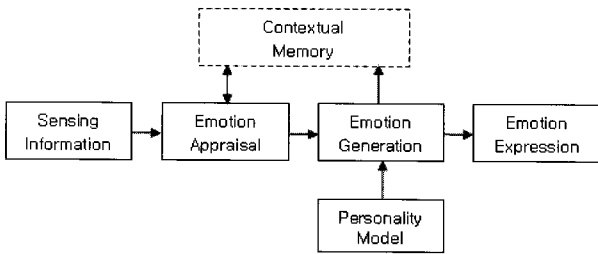


그림 1. 감정의 발생과 표현의 흐름.

Fig. 1. The flow of emotion appraisal and generation.

및 감정의 발생과 표현에 대한 일련의 과정을 보여주고 있다. 외부로부터 입력된 감지 정보는 감지 정보의 의미를 해석하는 과정을 거쳐서 감정을 평가(appraisal)한다. 평가된 감정은 감정을 표현하는 에이전트에 따라 정의된 성격(personality)에 따라 온건하거나 과격한 형태의 반응을 보일 수 있는 성격모델과 적절히 조합되어 감정을 발생(generation)시키고, 에이전트의 외부로 얼굴표정이나 언어형태로 표현(expression)된다. 기존의 감정연구 분야에서는 그림 1의 실선의 블록으로 이루어진 것과 같이 감지정보로부터 감정의 평가가 제한되는 경우가 대부분이다. 그러나 보다 인간 친화적 감정 교류를 위해서는 감정의 평가가 단순히 외부로부터 감지된 정보에 의해 결정되는 것이 아니라 그 에이전트와 관련된 시공간적 맥락에 따라 결정될 필요가 있다. 본 논문에서는 그림 1의 점선 블록에 나타난 바와 같이 맥락적 기억의 저장과 재생을 이용하여 감정 평가를 함으로써 맥락적 감정평가가 가능하도록 한다.

한편 인지 심리학에서 감정모델로 많이 응용되고 있는 OCC 모델은 그림 2와 같이 맥락적 감정 평가에 대한 의미를 내포하고 있다[8]. 이 모델에서는 대상이나 행위 그리고 사건의 결과를 가져오는 맥락에 따라 발생하는 22가지 감정으로 분류하는데 에이전트의 행위나 사건의 결과는 단순한 감지가 아니라 현재와 과거 사이의 맥락적 관계로부터 도출될 수 있음을 알 수 있다. 본 장에서는 OCC 모델을 기초로 하여 로봇에 적용할 수 있는 인지적 감정 평가와 감정대상의 분류 및 감정의 전이과정을 모델화 한다.

1. 로봇용 감정 평가 모델

본 논문에서는 물체와 에이전트 및 사건의 맥락에 기반한 인지적 감정모델을 적용하기 위해, 감정평가 과정의 분석을 근거로 하여 로봇에게 적용 가능한 감정평가 모델을 구성한다. 이를 위해 OCC 모델을 응용하여 로봇에 적용하기 위한 감정평가 모델로 재구성하기 위해 다음과 같은 제한 조건을 둔다.

- 감정의 의미는 다양하게 해석될 수 있으나 그 중에서 가장 1차적인 의미로 해석한다.
- 다양한 감정의 종류로 구분하는 대신에 중심이 되는 감정과 그 감정의 강약으로 표현한다.
- 로봇의 자신에 초점이 맞추어진 감정으로만 제한한다.
- 로봇이 가지고 있는 감지 모듈과 그 입력 데이터의 해석으로부터 정의할 수 있는 감정으로만 제한한다.
- 사건 당 하나의 에이전트, 즉 하나의 인간이나 로봇만이 개입되도록 한다.

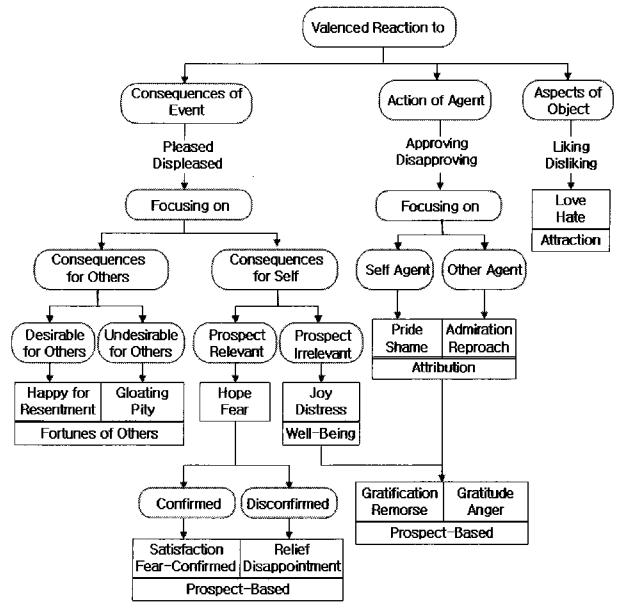


그림 2. 감정 평가에 대한 OCC 모델.

Fig. 2. OCC model of emotion appraisal.

이러한 조건으로부터 HRI에 적용할 수 있는 감정을 중심으로 OCC 모델을 재구성한다. 먼저 OCC 모델은 감정을 긍정적인 것과 부정적인 것의 이항적 관계로 정의하였으므로 22가지의 감정모델은 11가지의 맥락에 따른 결과라고 할 수 있는데 본 논문에서는 10가지 감정 모델과 5가지 맥락으로 간략화 한다. 이 중에서 간략화하면서 삭제된 감정을 보면, 에이전트의 행위의 결과에 대해서 pride-shame과 admiration-reproach가 있는데, admiration-reproach는 다른 에이전트의 행위가 직접적으로 로봇에게 영향을 미치지 않으므로 제외하였다. Gratification-remorse는 joy-distress와 통합된 개념으로 설정하였으며, 미래에 일어날 상황에 대한 감정 상태로서 hope-fear는 satisfaction-fearconfirmed 및 relief-disappointment를 포함한 감정으로 정의하고 강약으로 감정의 미묘한 차이를 표현할 수 있도록 설정한다. Happy for-resentment와 gloating-pity는 맥락의 결과가 다른 에이전트에 미치게 되는 감정 상태이므로 제외하였다. 이와 같은 간략화를 거쳐서 표 1과 같이 로봇에게 적용할 수 있는 10가지 감정을 감정 평가의 맥락에 따라 분류한다.

표 1. 감정의 종류와 감정을 발생시키는 맥락.

Table 1. The types of emotions and the context of emotion.

#	Emotion	Appraisal context
1	Love	Aspects of Targets
2	Hate	Aspects of Targets
3	Pride	Action of Self
4	Shame	Action of Self
5	Gratitude	Action of Agent
6	Anger	Action of Agent
7	Joy	Consequence of Event/Prospect irrelevant
8	Distress	Consequence of Event/Prospect irrelevant
9	Hope	Consequence of Event/Prospect relevant
10	Fear	Consequence of Event/Prospect relevant

표 2. 감정 동사를 중심한 감정의 종류와 문장의 예.

Table 2. The types of emotions and sentences based on emotional verbs.

#	Emotional verbs	Examples
1	Love	I love him.
2	Hate	I hate him.
3	Pride	I boast the event.
4	Shame	I am shamed for the event.
5	Gratitude	I thank him for the event
6	Anger	I anger to her by the event.
7	Joy	I rejoice at the event.
8	Distress	I am distressed by the event.
9	Hope	I hope for the event.
10	Fear	I fear the event.

2. 감정 대상의 분석

위에서 제시한 10가지의 감정을 로봇이 스스로 평가하기 위해서는 감정평가가 로봇에게 주어진 환경 하에서 발생하는 사건들을 구체적으로 관련 지워져야 한다. 이를 위해 10개의 감정 분류로부터 감정의 맥락과 그 맥락이 의미하는 물체와 에이전트 및 사건의 관계를 정의하기 위하여, 감정 분류에 따른 감정 동사를 이용하여 그 감정을 표현하는 문장을 구성하고 그 구성된 문장으로부터 맥락의 구체적 의미를 분석한다. 사건에 대해 동사를 이용한 언어적 분석은 문장에 표현되어 있는 개체와 사건의 맥락을 보다 분명하게 파악할 수 있으며 사건 자체를 한 문장으로 표현할 수 있다는 장점이 있다.

먼저 감정 상태를 동사로 표현하여 대표적 감정 표현 문장을 구성하고 통사적 파싱과 의미론적 파싱을 거쳐 그 의미를 분석한다. 이를 위해 Gratitude는 Thank로, Joy는 Rejoice로, Pride는 Boast로 보다 단순하며 일반적 동사적인 표현으로 바꾼다. 또한 동사의 문법적 활용성보다는 인지적 관점에서의 동사의 의미를 이용한다. 즉 수동태와 능동태보다는 그 의미의 맥락에 따라 동사의 의미를 활용한다. 동사로 표현된 감정을 기본적 문장으로 바꾼 결과의 예를 표 2에서 보여주고 있다.

표 2에서 나타난 감정동사를 구성한 결과를 구 단위로 분석하기 위해 (1)-(10)과 같이 통사적 파싱을 실시한다. 통사적 파서는 Penn TreeBank의 태그 집합을 이용한다[10].

- (1) (S (NP I) (VP love (NP him)))
- (2) (S (NP I) (VP hate (NP him)))
- (3) (S (NP I) (VP boast (NP the event)))
- (4) (S (NP I) (VP am (VP shamed (PP for (NP the event))))))
- (5) (S (NP I) (VP thank (NP him) (PP for (NP the event))))
- (6) (S (NP I) (VP anger to (NP her) (PP by (NP the event))))
- (7) (S (NP I) (VP rejoice (PP at (NP the event))))
- (8) (S (NP I) (VP am (VP distressed (PP by (NP the event))))))
- (9) (S (NP I) (VP hope (PP for (NP the event))))

(10) (S (NP I) (VP fear (NP the event)))

통사적 파싱을 실시하면 한 문장은 여러 개의 구(phrase)로 구성된다. Penn TreeBank 파서는 동사구(verb phrase)가 명사구(noun phrase)나 전치사구(propositional phrase)를 포괄하는 형태를 보인다. 인지언어학의 연구의 결과로 문장 내에서 동사의 역할이 그 문장의 특성을 결정하는 것이 일반적으로 받아들여지고 있다[11]. 따라서 동사의 의미론적 구조에 따라 문장의 주요 의미가 결정되며, 통사적으로 파싱된 문장은 문장의 성격을 결정하는 논항구조(argument structure)로 분석될 수 있다. 논항은 문장을 구성하는데 필수적인 구를 의미하며 논항구조는 통사적 구조와 의미론적 구조를 연결시키는 역할을 한다[12]. 예를 들어 동사 love는 (1)에서와 같이 동사 자체의 특성에 따라 2개의 논항을 가지며, thank는 (5)에서와 같이 3개의 논항을 가진다.

감정 동사와 관련하여 논항의 구조가 결정되면 그 문장에 포함되어 있는 감정의 대상이 정의될 수 있다. 어떤 사건을 표현한 한 문장에서 로봇은 감정의 주체가 되므로 주어 'I'로 표현되며 감정의 대상은 명사구나 전치사구의 형태로 정의된다. 본 논문에서는 구들로부터 감정의 대상을 분류하는데, 표 3은 논항 구조에 따라 그 감정의 대상을 분류한 결과이다. 여기서 물체는 스스로 환경을 변화시킬 수 없는 수동적 대상을 의미하며, 에이전트는 인간이나 로봇처럼 환경을 능동적으로 변화시킬 수 있는 대상이다. 사건은 로봇과 에이전트 및 물체를 중심으로 일어난 단회의 사건으로 정의한다. Love-Hate는 감정의 대상이 물체나 에이전트가 될 수 있으며, Pride-Shame은 자기 자신에 대한 감정으로서 타 에이전트가 감정의 대상이 될 수 없고 스스로와 관련된 사건에 대한 감정표현으로 정의한다. Gratitude-Anger는 (5)과 (6)에서와 같이 감정을 표현하는 대상이 에이전트와 사건이 있다고 할 수 있다. Joy-Distress와 Hope-Fear는 각각 현재의 사건과 미래의 사건이 감정의 대상이 된다고 할 수 있다.

감정의 평가를 감정 발생의 원인에 따라 분류하면, 크게 현 시점에서의 감지 정보가 하나의 자극으로 작용하여 감정을 나타내는 경우와 일정 시간에 걸쳐서 일어난 사건들의 맥락적 정보인 경우로 구분할 수 있다. Love-Hate는 단순한 감지 결과로부터 로봇이 선호하는 감지데이터가 발생했을 경우이며 나머지의 감정의 경우는 일정한 맥락에 따라 발생하는 것으로 정의한다.

3. 감정의 전이 모델

표 3에서 제시한 감정의 상태는 단 하나의 감정이 나타나기 보다는 여러 개의 감정이 동시에 나타나는 경우가 많다. 즉 Love 감정과 Gratitude 감정이 동시에 나타날 수 있다는 점이다. 이것은 감정의 상태가 맥락에 대한 해석의 다양성 때문에 나타나는 현상이라고 할 수 있다. 본 논문에서는 이러한 감정의 복합성과 중첩성의 문제를 보다 간략화하는 감정 중첩 모델을 구성하였다. 그림 3에는 감정의 중첩과 전이 모델을 보여주고 있다. ①의 경우는 Joy-Distress를 로봇에게 제공하는 에이전트를 인지하게 되었을 때 그 대상에 대해 Gratitude-Anger 감정이 나타나게 됨을 의미한다. ②는 에이전트에 대한 Love-Hate의 감정이 그 에이전트

표 3. 감정의 대상과 사건의 발생 형태.

Table 3. The types of targets and the events of the emotions.

#	Emotions	Targets			Source of events	
		Object	Agent	Event	Sensory	Contextual
1	Love	○	○		○	○
2	Hate	○	○		○	○
3	Pride			○		○
4	Shame			○		○
5	Gratitude		○	○		○
6	Anger		○	○		○
7	Joy			○		○
8	Distress			○		○
9	Hope			○		○
10	Fear			○		○

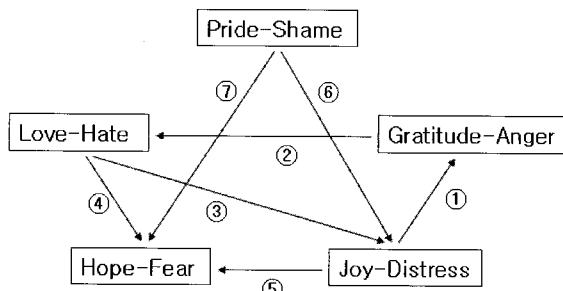


그림 3. 감정의 전이와 상호 관련성.

Fig. 3. The transition of emotions and their mutual relationship.

- ① Aware agent, ② Experience, ③ Encounter theme, ④ Expected encountering theme, ⑤ Expected, ⑥ Encounter event, ⑦ Expected encountering event.

에 대한 Gratitude-Anger의 경험으로부터 나오게 됨을 나타낸다. ③과 같이 Love-Hate하는 대상을 만나게 되었거나, ④와 같이 만나는 것이 기대될 경우도 Joy-Distress와 Hope-Fear의 감정이 발생하게 된다. ⑤는 Joy-Distress의 상황이 기대될 때 Hope-Fear가 발생함을 나타내며, ⑥과 ⑦은 Pride-Shame의 상황이 발생하였거나 발생할 것으로 기대될 때 역시 Joy-Distress와 Hope-Fear의 감정이 각각 발생함을 보여준다. 이와 같이 감정의 전이 모델은 한 사건이 여러 가지 감정이 중첩성을 띠고 서로 관련성을 가지며 서로 전이되는 특성을 모델화한 것이다.

### III. 인지기반의 맥락적 감정평가 시스템

본 장에서는 인지 시스템에서 획득되는 인지 정보와 감정평가 시스템을 연결한 맥락에 기반한 감정 평가 시스템을 설명한다.

#### 1. 맥락적 감정평가 시스템

맥락에 기반하여 감정을 평가하기 위하여 언어기반의 인지시스템을 이용한다[9]. 언어기반 인지시스템은 그림 4에 나타난 바와 같다. 외부세계로부터 정보를 받아들이는 시각모듈(visual module), 청취모듈(listening module), 감지모듈(sensing module)과 외부로 행위하는 발화모듈(utterance

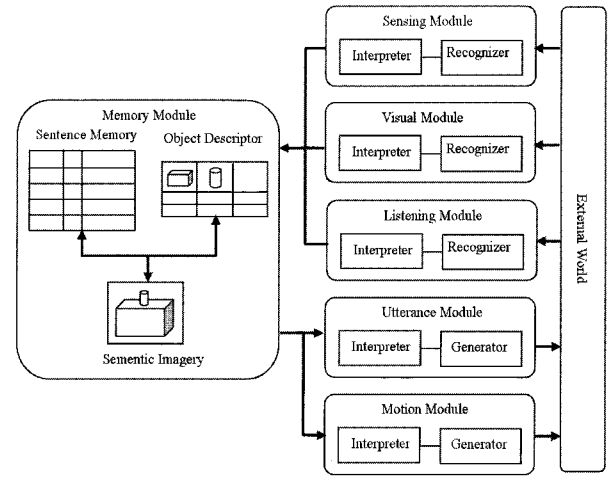


그림 4. 맥락에 기반한 감정 평가시스템의 구조.

Fig. 4. The schematic of contextual emotion appraisal system.

module), 동작모듈(motion module)이 외부 세계와 연결된다. 외부로부터 일어나는 사건은 한 문장으로 표현하는 해석자(interpreter)가 있어서 문장 형태로 기억할 수 있도록 한다. 사건과 대상을 기억하기 위한 기억모듈(memory module)은 인지된 정보와 감정평가 데이터를 저장하는 기능을 하는데, 문장메모리(sentence memory)는 문장으로 표현된 사건을 순서적으로 저장하는 기능을 하며 사건에 대한 감정평가 값을 저장한다. 언어적 표현과 함께 보다 효율적인 사건을 표현하기 위한 보조적 기억 매체를 이용하는데 물체나 에이전트에 대한 외형을 저장하고 그 인지적 특징과 감정평가 값을 저장하기 위한 물체묘사기(object descriptor)가 있으며, 공간적 추론을 위해 물체를 가상으로 배치시키는 역할을 위해 도식영상(schematic imagery)이 있다.

#### 2. 감지 정보의 선형적 정의

로봇에게 감지된 정보는 감정평가와 연결되기 위해서는 그 정보에 대한 호-불호가 미리 정의되어 있어야 한다. 예를 들어 어떤 대상에 대해 Love-Hate 감정을 가지고 있다면 어느 날 갑자기 그 감정이 나타나는 것이 아니라 그 대상에 대한 경험으로부터 주어진다고 할 수 있다. 따라서 어떤 대상으로부터 감정이 생기기 위해서는 로봇 자체의 자아의 관점에서의 호-불호가 선형적(a priory)으로 정의되어야 한다. 즉 로봇이 맛을 볼 수 없으므로 사과를 좋아하는 감정적 의미를 미리 정의해 두어야 한다. 또한 대상으로부터 전달된 감지된 내용에 대한 로봇의 주체적 해석이 없다면 감정을 평가할 수 없다. 머리에 대한 터치 종류에 따라 쓰다듬었을 경우와 때렸을 때의 경우가 완전히 다른 의미를 가지게 된다. 따라서 감지된 정보가 로봇에게 주는 의미가 미리 정의되어 있어야 한다. 본 논문에서는 감정의 입력에 해당하는 부분은 로봇의 감지의 범위로 제한하며 그 감지된 정보의 의미를 선형적으로 정의 한다고 가정한다.

#### 3. 맥락적 감정 평가

본 절에서는 언어기반 인지시스템 기반의 감정평가 시스

템을 이용하여 인지된 사건이 어떤 과정을 거쳐서 맥락적 감정평가가 이루어지는지 설명하고자 한다. 제한한 맥락적 감정 모델은 표 3과 같이 맥락에 따라 서로 대립되는 2가 감정의 쌍들로 이루어진다. 긍정적인 감정이 평가되는 경우와 그 반대로 부정적인 감정이 평가되는 경우는 동일한 맥락에 대해 서로 반대되는 해석으로 정의한다. 또한 감정의 정도를 정량적으로 표현하기 위해 -1에서 1사이의 실수로 표현하는데, 감정의 중립은 0, 긍정적 감정은 양수, 부정적 감정은 음수로 정량화한다. 다음은 감정의 분류에 따라 감정평가를 처리하는 과정을 설명한다.

### 3.1 Love-Hate(LH)

LH는 물체의 경우 선행적 호-불호로 설정된 감각적 정보로부터 발생한다. Love를 기준으로 보면, Love 감정은 선호하는 감각이 센서에 입력되었거나 선호하는 물체 또는 에이전트가 인식되었을 때 발생한다. 에이전트에 대해서는 맥락적으로 에이전트에 대한 Love 감정이 일어날 수 있다. 예를 들어 에이전트가 선호하는 물체를 주었을 때 Gratitude가 발생하고 이어서 Love로 감정의 전이가 일어난다.

### 3.2 Pride-Shame(PS)

PS는 어떤 대상이 존재하지 아니하고 사건과 관련하여 자기 스스로에게 느끼는 감정 상태이다. 이것은 맥락적으로 발생한다고 할 수 있는데, 예를 들어 로봇이 하고자 하는 어떤 행위를 성공적으로 완료했을 때 Pride라는 감정 상태를 가질 수 있으며 반대로 실패했을 경우 Shame라는 감정이 생긴다.

### 3.3 Gratitude-Anger(GA)

GA는 에이전트와 사건이 동시에 영향을 미치게 되는데 Gratitude의 경우 에이전트의 행위가 로봇이 선호하는 것을 제공해 준 맥락으로부터 발생한다.

### 3.4 Joy-Distress(JD)

JD는 어떤 사건의 나타난 결과가 로봇 자신에게 이익을 가져다주거나 그 반대로 불이익을 가져다 준 것으로 확인되었을 때 나타나는 감정으로 정의한다.

### 3.5 Hope-Fear(HF)

HF는 사건이 미래에 나타날 결과로 로봇 자신에게 이익을 가져다주거나 그 반대일 것으로 믿는 사건이 있을 때 나타나는 감정이라고 정의한다.

## IV. 실험 및 결과

본 논문에서는 언어기반 인지시스템을 이용한 감정평가 시스템을 구현하고 시나리오를 이용하여 실험하였다. 실험에서의 시나리오는 로봇이 선호하는 물체와 불호하는 물체를 에이전트가 주거나 가져갔을 때 로봇의 감정 상태를 분석하는 것이다. 그림 5에서는 로봇의 동작을 실험할 수 있는 로봇과 그 전면에 앉아 있는 에이전트와 로봇의 가시영역에 로봇이 호-불호하는 파일을 두고 에이전트들의 행동에 따른 로봇의 감정 상태를 확인하는 모습을 보여주고 있다. 감정평가 시스템은 IBM PC기반으로 Visual C++ 환경에서 구성하였으며 그림 4에서 나타난 각 모듈을 프로그래밍하여 전체 시스템을 구성하였다. 통사적 파서는 Link Grammar Parser의 Penn Treebank 파서를 이용하였으며[12],

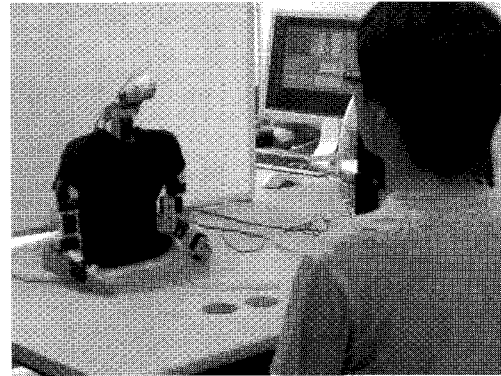


그림 5. 로봇용 감정평가 시스템과 에이전트.

Fig. 5. The emotion appraisal system and an agent.

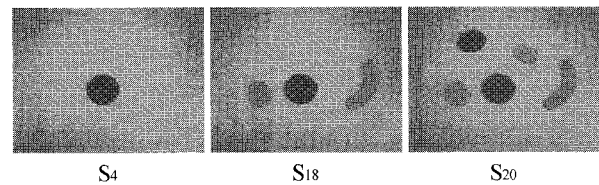


그림 6. 입력 영상의 예.

Fig. 6. The example of Input images.

사건을 문장으로 표현하고 그 문장과 대상에 대한 감정을 평가하기 위해 자동으로 파싱이 되도록 하였다[9].

대상에 대한 감정평가는 표 3에서 설명한 바와 같이 5개의 서로 반대의 의미를 가지는 감정쌍으로 이루어진 10가지의 감정으로 분류되었으며, 물체는 (LH), 에이전트는 (LH, GA), 사건은 (PS, GA, JD, HF)로 감정이 평가될 수 있도록 하였다. 사건에 대한 감정 평가는 사건 하나에 하나의 감정만이 할당되도록 하였으며 그림 3에 설명한 것과 같이 5가지 부류의 감정 상태는 서로 전이될 수 있도록 하였다. 로봇은 물체가 있는 공간과 에이전트를 번갈아 가면서 확인하고 에이전트가 존재한 상태에서 물체의 이동이 있을 경우 그 에이전트가 처리한 것으로 판단하며, 에이전트의 구분은 얼굴의 특징을 인식하여 구분하게 하였다.

그림 6은 감정평가 시스템의 시각모듈로 입력된 물체 영상 중 일부이다. 시각모듈로 입력된 영상은 배경으로부터 물체를 영역분할 하며, 비스듬히 입력된 영상은 카메라 보정에 의해 실제 좌표계인 테이블의 평면 공간상으로 변환된다. 변환된 영상에서 평면 좌표계 상의 물체의 중심위치를 찾고, 그 물체의 형상(shape)도 물체의 중심에서의 장축(maximum axis)을 중심으로 하여 색깔 정보와 함께 분할된다. 물체의 위치는 문장메모리의 문장에서의 위치(pose)로 저장되며, 동시에 물체묘사기에 물체의 현재의 위치와 실제 좌표계로 정규화된 형상은 물체묘사기에 저장된다.

그림 7은 입력영상으로부터 얻어진 물체가 도식영상에 표현된 것으로서 물체의 등장과 이동 및 퇴장을 나타내 준다. 표 4는 감정평가 시스템의 문장메모리에 저장된 사건과 감정평가를 보여주고 있다. 로봇의 전방에 일어난 에이전트와 관련된 사건과 테이블 내에서 일어난 물체와 관련된 사건들이 시간 순서대로 저장되어 있다. 모듈은 그림 4에서

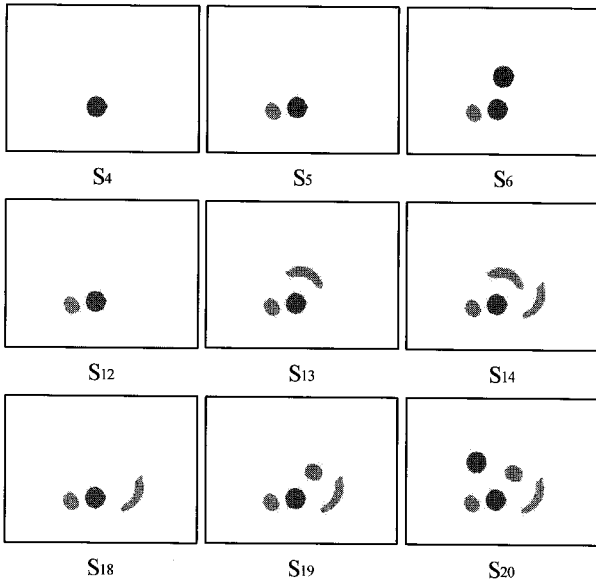


그림 7. 도식영상과 물체들.

Fig. 7. Semantic imagery and objects.

표 4. 감정 평가시스템의 문장메모리.

Table 4. Sentence memory of the emotion appraisal system (V: Visual, L: Listening, S: Sensing, U: Utterance, and M: Motion Modules).

#	Module	Sentence	Emotion appraisal of events (PS, GA, JD, HF)
S1	V	A new human appeared at the front	(0.0, 0.0, 0.0, 0.0)
S2	U	What is your name	(0.0, 0.0, 0.0, 0.0)
S3	L	I am John	(0.0, 0.0, 0.0, 0.0)
S4	V	An apple appeared at 148,165,0	(0.0, 0.2, 0.2, 0.0)
S5	V	An orange appeared at 109,172,0	(0.0, 0.1, 0.3, 0.0)
S6	V	An apple appeared at 158,112,120.3	(0.0, 0.2, 0.5, 0.0)
S7	U	I love John	(0.0, 0.0, 0.5, 0.0)
S8	V	John disappeared	(0.0, 0.0, 0.5, -0.2)
S9	V	A new human appeared at the front	(0.0, 0.0, 0.5, -0.1)
S10	U	What is your name	(0.0, 0.0, 0.5, 0.0)
S11	L	I am Tom	(0.0, 0.0, 0.5, 0.0)
S12	V	An apple disappeared	(0.0, -0.2, 0.3, 0.0)
S13	V	A cucumber appeared at 166,117,175.4	(0.0, -0.2, 0.1, 0.0)
S14	V	A cucumber appeared at 217,161,81.2	(0.0, -0.2, -0.1, 0.0)
S15	U	I hate Tom	(0.0, 0.0, -0.1, 0.0)
S16	V	Tom disappeared	(0.0, 0.0, -0.1, 0.2)
S17	V	John appeared	(0.0, 0.0, -0.1, 0.3)
S18	V	A cucumber disappeared	(0.0, 0.2, 0.1, 0.2)
S19	V	An orange appeared at 178.121,-52.7	(0.0, 0.1, 0.2, 0.1)
S20	V	An apple appeared at 114,102,0	(0.0, 0.2, 0.4, 0.0)
S21	U	I love John very much	(0.0, 0.0, 0.4, 0.0)

설명한 각 모듈들을 나타내고 있으며 감정평가 시스템은 최근의 발생한 사건을 기준으로 하여 변동이 일어났을 경우 하나의 사건으로 처리한다. 에이전트가 나타나거나 사라지게 되면 하나의 사건으로 처리하며(S1, S8, S9, S16, S17), 에이전트나 물체를 처음 접하여 물체묘사기에 저장되어 있지 않은 경우 물체묘사기에 저장될 물체의 이름을 붙이기

표 5. S20에서의 물체묘사기.

Table 5. Object descriptor at S21.

#	Label	Class	Shape	Pose	Emotion appraisal Agents: (LH, GA) Objects: (LH)
O1	John	Agent		front	(1.0, 0.2)
O2	Tom	Agent		-	(-0.6, 0.0)
O3	Apple1	Object		129,51,-8.1	(0.2)
O4	Orange1	Object		129,51,-8.1	(0.1)
O5	Apple2	Object		-	(0.2)
O6	Cucumber1	Object		-	(-0.2)
O7	Cucumber2	Object		217,161,81.2	(-0.2)
O8	Orange2	Object		129,51,-8.1	(0.1)
O9	Apple3	Object		114,102,0	(0.2)

(labeling) 위한 질의가 자동적으로 이루어진다(S2, S8, S10).

모든 사건은 문장으로 표현되며, 동시에 감정평가가 이루어진다. 로봇의 선행적 감지 정보의 해석에서는 사과(LH: 0.2)와 오렌지(LH: 0.1)는 선호하는 물체이며 오이(LH: -0.2)는 싫어하는 물체로 정의하였으며 한 번 나타났다가 다시 나타날 경우 동일 종류라 하더라도 다른 물체로 인식하도록 하였다. 에이전트의 경우 GA에 따라 LH로 감정이 전이되게 하였으며, GA는 당시 사건에 대한 감정이며 LH는 과거로부터 누적된 감정으로 정의하였다. 사건에 대해서는 GA는 당시 사건의 감정이며, JD는 누적된 감정으로 정의하였고, HF는 미래에 일어날 상황에 대한 기대치로 설정하였다. 예를 들어 S3-S6에서 시각모듈로부터 사과(LH: 0.2) 2개와 오렌지(LH: 0.1) 1개가 입력되면, JD는 누적되어 나타나서 사건에 대한 감정은 JA가 0.5로 나타나며, GA는 누적되지 않고 물체의 LH에 의해 감정이 전이되어 나타나게 된다. 선호하는 물체를 가져다주었을 때 감정이 누적되어 일정한 값(LH: 0.5) 이상이면 감정을 언어로 표현하였으며(S7), 최대값이 되면(LH: 1.0) 감정을 최대로 표현하였다(S21). 싫어하는 물체를 에이전트가 가져다주었을 때 부정적 감정을 동일한 방식으로 표현하였다(S15). 좋아하는 에이전트가 사라지면 HF가 낮아지게 되며, 이러한 감정 상태는 시간이 지나면서 0.1씩 소실되는 것으로 정의하였다(S8-S9).

표 5는 S20 시점에서 물체묘사기에 정의된 대상의 특징들과 감정평가 결과를 보여주고 있다. 이 시점에서 두 에이전트를 이미 경험하였으므로 그 대상에 대한 감정이 LH로 누적되어 나타나고 있으며 GA는 그 시점의 에이전트에 대한 감정값으로 정의되었다. S20 시점에서 전방에는 O1만 나타나고 있으며 O2는 존재하지 않으므로 위치에 값이 존재하지 않는다. O3에서 O9까지는 물체에 대한 내용이며 O5와

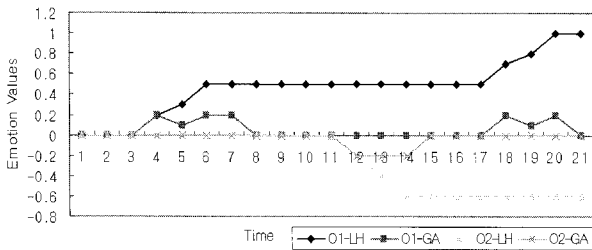


그림 8. 에이전트에 대한 감정평가 결과.

Fig. 8. The results of emotion appraisal of agents .

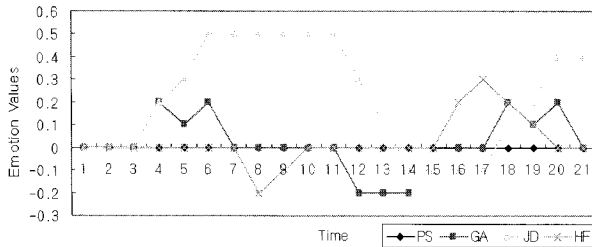


그림 9. 사건의 감정평가 결과.

Fig. 9. The results of emotion appraisal of events.

O<sub>6</sub>은 S<sub>21</sub> 시점에 테이블 상에 존재하지 않으므로 빈 공간으로 남아있으며 가장 최근의 위치는 문장메모리로부터 검색할 수 있다.

감정평가를 실시한 결과를 시간 축에 대해서 살펴보면, 그림 8은 에이전트 O<sub>1</sub>과 O<sub>2</sub>에 대한 감정평가 값을 나타내며, 그림 9는 각 사건에 대한 감정평가 값을 보여준다. 감정평가의 추이를 보면 기존의 단순한 인지된 정보로부터 얻어지는 감정평가 방법에 비해, 과거로부터 현재까지 이르는 기억과 대상에 대한 감정의 평가와 전이로 통해 얻어진 맥락에 의한 감정평가가 이루어짐을 알 수 있다.

**V. 결론**

본 논문에서는 HRI에 적용할 수 있는 언어기반 인지시스템을 이용한 감정평가 시스템을 제안하였다. 먼저 로봇에 적용 가능한 인지적 맥락기반의 감정평가를 위한 10가지 감정의 종류를 기존의 인지적 감정평가 모델을 재 정의하여 분류하였으며, 감정표현 동사를 이용한 문장의 통사적 파싱과 의미적 파싱과정으로 감정의 대상이 물체와 에이전트 및 사건으로 분류할 수 있음을 보였다. 또한 언어기반 인지시스템을 이용하여 감정평가시스템을 구성하였는데, 문장메모리와 물체묘사기를 이용하여 감정의 대상의 정의, 시간에 따른 감정 평가 정보의 발생과 저장, 및 감정의 전이로 통한 맥락적 감정 평가가 가능하도록 하였다. 실험을 통해 물체의 선호와 불호하는 물체를 에이전트가 주거나 가져갈 때의 로봇의 감정 평가를 통해 맥락적 감정 평가가 가능함을 보였다. 실제로 제안한 감정모델이 활용되기 위해서는 로봇 비전 등 로봇의 인지적 기능이 보다 강화되어야 하며 이 분야의 성과가 이루어진다면 멀지 않은 미래에 인간과 로봇이 맥락에 근거하여 상호 소통하는 것이 가능할 것이다.

**참고문헌**

- [1] 안신호, “인간-로봇 정서적 상호작용 연구를 위한 정서심리학적 기초,” *로봇공학회지*, vol. 2, no. 3, pp. 44-67, 2005.
- [2] M. Hashimoto, C. Yokogawa, and T. Sadoyama, “Development and control of a face robot imitating human muscular structures,” *International Conference on Intelligent Robots and Systems*, pp. 1855-1860, Beijing, China, 2006.
- [3] H. S. Lee, J. W. Park, and M. J. Chung, “A linear affective space model based on the facial expressions for mascot-type robots,” *SICE-ICASE International Joint Conference 2006*, pp. 5367-5372, Korea, Oct. 2006.
- [4] G.-Y. Park, S.-I. Lee, W.-Y. Kwon, and J.-B. Park, “Neurocognitive affective system for an emotive robot,” *Proceedings of the 2006 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robot and Systems*, pp. 2595-2600, Oct. 2006.
- [5] R. C. Arkin, M. Fujita, T. Takagi, and R. Hasegawa, “An ethological and emotional basis for human-robot interaction,” *Robotics and Autonomous Systems*, vol. 42, no. 3, pp. 191-201, Mar. 2003.
- [6] 김원일, 김동현, 홍유식, 이창민, “감정 에이전트를 이용한 지능 이야기 생성 시스템의 설계,” *대한전자공학회 논문지*, vol. 45, CI, no. 5, pp. 140-146, 2008.
- [7] Sejin Oh, Jonathan Gratch, and Woontack Woo, “Explanatory style for socially interactive agents,” *Proceedings of the 2nd international conference on Affective Computing and Intelligent Interaction*, pp. 534-545, Lisbon Portugal, 2007.
- [8] A. Ortony, G. L. Clore, and A. Collins, “The cognitive structure of emotion,” Cambridge University press, 1988.
- [9] 안현식, “언어기반의 인지시스템을 위한 시공간적 기초화,” *제어·로봇·시스템학회 논문지*, 제15권 제1호, 2009.
- [10] M. P. Marcus, B. Santorini, and M. A. Marcinkiewicz, “Building a large annotated corpus of english: The penn treebank,” *Computational Linguistics*, vol. 19, no. 2, pp. 313-330, 1993.
- [11] S. M. Garnsey, N. J. Pearlmutter, E. Myers, and M. A. Lotocky, “The contributions of verb bias and plausibility to the comprehension of temporarily ambiguous sentences,” *Journal of Memory and Language*, vol. 37, pp. 58-93, 1997.
- [12] 정태구, *논항구조와 영어 통사론*, 한국문화사, 2002.
- [13] <http://www.abisource.com/projects/link-grammar/>

**안 현 식**

제어·로봇·시스템학회 논문지 제15권 제1호 참조.