

감성 요인을 사용한 BDI 에이전트 모델의 환경적응력 확장에 관한 연구

유상현[○], 장영철*, 이창훈[○]

[○]건국대학교 컴퓨터공학과

*경민대학 멀티미디어 방송과

{simonyoo[○], chlee[○]}@konkuk.ac.kr

agenj*@empal.com

A study on Expanding Environmental Adaptation in BDI Agent Model using Emotional Factors

Sang Hyun Yoo[○], Young Cheol Jang*, Chang Hoon Lee[○]

[○] Department of Computer Engineering, Konkuk University

* Department of Multi-Media Broadcasting, KyungMin College

요 약

본 논문에서는 사람이 생각하고 표현하는데 영향을 주는 감성 요인을 사용하여 컴퓨터가 다양한 환경에 적응하며 지능을 표현할 수 있는 에이전트 모델을 제안한다. 감성은 사람이 생각하고 판단하는데 중요한 요소가 되고, 이러한 감성을 에이전트에 표현하면 사람의 추론하는 과정을 효과적으로 표현할 수 있다. 이에 사람의 추론 과정을 표현하기에 적합한 한 에이전트 모델인 BDI(Belief, Desire, Intention) 에이전트 모델을 감성과 결합하여 에이전트들의 행동을 빠르게 결정할 수 있는 ExMEBDI(Expanded Multi Emotional BDI) 에이전트 모델을 제안한다. 또 기존의 사람의 감성을 모델로 구성된 OCC모델을 기반으로 ExMEBDI 모델의 감성 추출 방법인 GEM(Generated EMotion)을 제안하였다.

1. 서 론

사람의 감성은 한마디로 표현하기 어렵지만 Damasio라는 학자는 감성을 사람의 행동을 선택하고 판단하는 중요한 요소라고 정의하였다. 즉 사람은 감성을 인식(cognitive)하고 환경에 대해 판단하고 행동하는 것이다. 또한 감성은 어떤 목표의 성취를 위해 집중할 수 있도록 도와주기도 한다. 그러므로 이러한 환경의 영향을 평가하고 원하는 목표를 달성하는데 있어 감성이라는 요인을 사람의 추론과정에 표현하는 에이전트 연구가 활발히 진행되고 있다.

이러한 에이전트 중 하나인 BDI(Belief, Desire, Intention) 에이전트 모델은 에이전트가 사람의 추론과정(reasoning process)을 표현하기 위해 적합한 모델이다. BDI 에이전트가 사람의 추론과정을 잘 표현 할 수 있는 이유는, 사람은 많은 환경적 요소와, 감성(emotion) 등에 의해 영향을 받아 사람은 어떤 환경에 적응하는 능력을 가지고, 그러한 환경하에서 목표(goal)를 가지고 의도(intention)를 선택하고 행동하는 일련의 추론과정을 거친다.

BDI 에이전트 모델에서는 이러한 인간의 추론 과정을 믿음(Belief), 욕구(Desire), 의도(Intention)의 세가지 요소로 형식화 한 것이다.

BDI 모델 에이전트에서의 믿음은 환경에 대한 특성을 나타내며, 환경의 변화를 감지하며, 시스템에서 정보제공자의 역할을 한다. 욕구는 목적에 대한 성취 정도를 나타내며, 시스템의 동기부여 역할을 한다. 의도는 욕구에 대한 선택적인 행동을 의미한다[1]. 결국 BDI 에이전트는 에이전트가 이룰 수 있는 목표를 이루기 위한 믿음, 그리고 목표를 이루기 위한 계획 및 행동을 에이전트로 모델화 한 것이다. 이러한 모델은 사람의 추론과정을 표현하는데 적합하나, 또 다른 요소인 감성에 따라서 변화 될 수 있다.

감성은 BDI 에이전트 모델에서 가장 중요한 문제인 목표를 이루기 위해 행동할 때 그 행동이 믿음이 가는 행동인지 아닌지 판단할 때 영향력을 크게 행사한다. 즉 감성은 BDI 에이전트의 요소인 욕구와 믿음에 중계자 역할을 담당하는 중요한 역할을 한다. 이러한 이유로 BDI 에이전트 모델에 감성을 사용하게 되었고, 이를 하나의 BDI 에이전트 모델에서 표현하는 연구가 진행돼 왔다.

그러나 하나의 BDI 에이전트 모델에서 감성을 이용한

본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구센터 육성지원사업의 연구결과로 수행되었음

사람의 추론과정을 해석하기에는 에이전트 내에서의 환경의 불확실성 때문에 BDI의 환경을 확장한 모델을 요구하게 되었다.

이에 본 논문에서는 사람의 추론과정을 표현하는 BDI 에이전트에 감성을 추가한 Emotional-BDI 에이전트 모델을 소개하고, 위에 모델의 환경적 요소인 믿음과 욕구에 영향을 주어 의도된 행동을 바꾸도록 확장한 멀티에이전트의 개념의, ExMEBDI(Expanded Multi Emotional BDI)을 에이전트 모델을 제안한다. ExMEBDI 에이전트 모델은 기존의 Emotional-BDI에서 제안한 외부 환경 요소와 하나의 에이전트의 행동에 대한 결과값을 합하여 감성을 생성하여 에이전트의 행동을 변화할 뿐만 아니라, 다른 에이전트들이 의도된 행동의 결과값만을 환경요소에 적용하여 감성을 생성하는 모델이다. 이렇게 한 에이전트 내에서 감성이 부합된 의도에 대한 행동을 도출하고 도출된 의도에 대한 행동의 결과값을 다른 에이전트로 전달하여 에이전트들이 사람처럼 판단하는 모델을 제안한다. 또한 ExMEBDI 에이전트 모델내의 감성추출 방법인 GEM(Generated Emotion)을 제안하였다.

본 논문의 흐름은 다음과 같다. 2절에서는 제안된 감성추출 방법을 위해서 심리학 모델 중에 하나인 OCC 감성모델 와 기존의 EBDI 에이전트 모델에 대해서 기술하였고, 3절에서는 제안된 감성추출 방법과 ExMEBDI을 제안하고 분석하였다. 마지막으로 4절에서는 제안된 모델의 향상된 능력에 대한 결론 및 향후 ExMEBDI에 추가될 기능 및 과제에 대해서 서술하였다.

2. 관련연구

2.1 OCC 모델

OCC 모델은 Ortony, Collins, Clore 세 사람에 의해 제안된 심리학적 감성 평가 모델이다. OCC 모델에서는 사람의 감성을, 비슷한 원인에 의해 생성되어 구별되는 감성을 하나의 감성 유형(emotion type)으로 정의 하고 있다. 예를 들면, 고뇌(distress)라는 감성은 사건의 원인과 정도의 차이에 따라 슬픔(sad), 복받치는 감정(distraught), 사랑의 아픔(lovesick) 등과 같은 감성을 포함하고 하나의 감성 유형으로 정의된다[2].

OCC 모델에서의 감성 유형은 세가지 요소로 평가되고 있다. 첫째로 에이전트의 목표와 관련된 만족도, 둘째로 다른 에이전트에 대한 승인 정도에 대한 평가, 마지막으로 에이전트의 태도와 관련하여 다른 에이전트의 호감 정도를 평가하고 있다.

OCC모델에서 첫 번째 요소인 만족도를 평가하는데 사건과 목표가 필요하다. 사건은 에이전트가 목표를 위해서 행동을 하는 것을 의미한다. 사건은 각각의 에이전트가 가지는 목표에 따라 다르게 표현되고

결과적으로는 만족 또는 불만족을 표시한다. 목표는 하나의 에이전트가 행동해야 하는 요구사항이며 능동적 또는 수동적으로 요구될 수 있다. 하나의 예로써 에이전트의 목표가 운동을 한다는 것이면, 축구를 하는 사건은 그 목표를 만족하는 행위로 판단되는 것이다.

다른 에이전트의 승인 정도에 대한 평가는 에이전트가 서로 동등한 자격으로 존재하는 서로 다른 에이전트들을 의미할 때 평가된다. 이 때 에이전트들의 행동은 행동 표준집합에 따라 정의되고 그 행동에 대해서 자부심(pride) 또는 수치심(shame)을 느끼게 되며 이 자부심과 수치심을 가지고 다른 에이전트의 승인을 내린다.

또한 에이전트의 태도는 대상에 따라 좋고 싫음을 나타내며, 만약 에이전트의 개인적인 취향이 다른 에이전트의 취향과 상응되면 좋아하는 감성이 발생되고, 싫어하면 증오의 감성이 발생하게 되며 이러한 감성을 가지고 다른 에이전트의 호감 정도를 평가한다. 위와 같은 방법으로 OCC모델은 실제 감성의 주체로 사건과 에이전트들에 따라 감성 유형을 세가지 분류로 나누고 최종적으로 28가지 감성 유형으로 나눈다.

OCC 모델은 감성의 생성과 감성의 강도 계산을 설명하는데 있어 강한 이론적 배경을 가지고 있으며, 감성을 이용하는 에이전트 구현에 용이한 구조로 되어 있다.

위에 OCC 모델을 사용한 프로젝트 중에 Oz 프로젝트는 Carnegie Mellon 대학에서 감성추론에 대한 연구로 에이전트간의 상호작용을 통하여 감성을 생성한다[3].

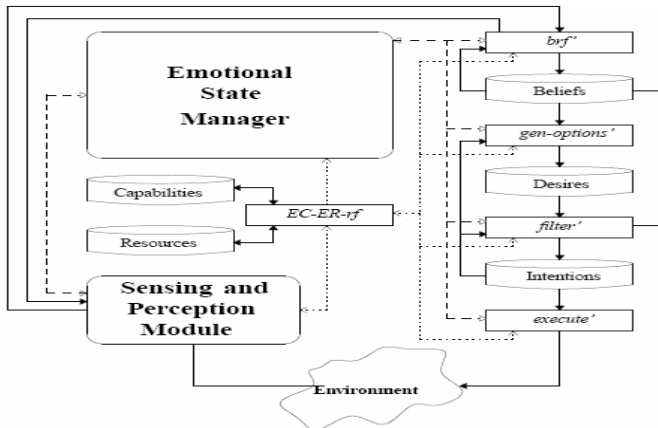
2.2 Emotional-BDI

Emotional-BDI 에이전트 모델은 BDI 에이전트의 확장 모델로써, 감성을 담당하는 컴포넌트뿐만 아니라 환경에 대한 지각을 담당하는 컴포넌트, 에이전트가 어떠한 환경에서 추상적인 계획에 대한 행동을 정의한 Capabilities 모듈과 그 행동을 수행하는 Resource 모듈로 구성되어 있다[4]. 아래의 그림은 Emotional-BDI을 보여주고 있다.

오른쪽에 순서대로 보여주고 있는 부분이 BDI 에이전트 모델이다. 이 BDI 에이전트 모델 위에 brf(belief revision function)을 두고 Sensing and Perception Module 에서 들어오는 새로운 환경에 대한 정보와 기존의 믿음을 기초로 하여 믿음을 갱신한다. 또한 gen-options function을 두어서 의도를 실행하기 전에 반복적인 계획을 수행할 수 있도록 해준다. 그 후 욕구를 갱신하고 filter function을 통해 기존의 의도, 믿음, 그리고 욕구를 가지고 의도를 새롭게 갱신한다. 갱신된 의도는 실행에 옮겨지고 실행된 의도는 다시 환경으로 돌아가는 구조로 되어 있다[5].

감성을 담당하는 컴포넌트는 Emotional State

Manager라고 불리며, 이 컴포넌트는 Capabilities 모듈과 그 행동을 수행하는 Resource 모듈들의 컨트롤을 담당한다. 새롭게 지각되는 환경은 위에 둘 모듈을 거치거나 바로 Emotional State Manager로 전달돼서 감성을 생성한다. 이렇게 생성된 감성은 brf로 들어가서 반복적으로 감성을 생성하는 에이전트 구조로 되어 있다.



[그림 1] Emotional-BDI 에이전트 모델[4]

3. 제안 모델

3.1 GEM(Generated Emotion)

본 논문에서 제안하고자 하는 모델은 BDI 에이전트 모델에서 감성의 요인을 결합하고 이를 다른 BDI 에이전트의 믿음으로 적용하는 모델을 제안하고 있다. 이때 가장 중요한 부분이 감성을 생성하고 추출할 수 있는 방법을 연구하는 것이다. 이에 BDI 에이전트 모델에 감성을 추출하는 방법인 GEM을 제안한다. GEM에서 감성을 추론하기 위해서는 환경에서 많은 데이터들을 입력 받는다. 예를 들어 다른 에이전트가 행동을 결과나 아니면 신체변화 등 다양한 입력데이터들을 받는 것이다.

GEM에서 감성 생성 방법은 첫째로 Induce 방법을 사용한다. Induce 방법은 어느 한 감성에서 다른 감성을 유발시킨다. OCC 모델은 실질적으로 감성을 전부 표현하지 않고 그 감성에 대한 유형만을 정의하였기 때문에 OCC 모델을 근거하여 새로운 감성을 유발 시킬 수 있다. 이때 감성에서 또 다른 감성을 생성하기 위해서는 어떠한 행동을 수행해야 한다. 또한 하나의 감성에서 유발된 감성은 그 감성에 포함관계를 가진다.

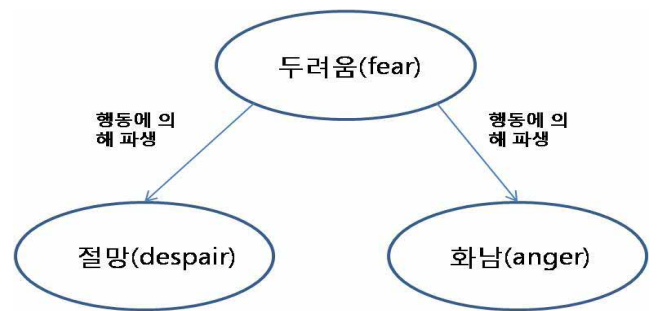
아래의 예제는 감성의 포함 관계와 새로운 유형의 감성을 생성한 것이다.

distress(고뇌) ⊃ homesick(향수) → crying(울음)

위에 설명은 향수를 느껴서 울음을 터트리면 고뇌를

느끼는 것이며, 향수의 감성에서 또 다른 감성인 고뇌가 생겨났고 그 고뇌는 울음이라는 행동을 하였기 때문에 생겨났다.

또 하나의 방법으로 하나의 감성은 다른 감성을 유발하는 즉 1차감성에서 2차 감성으로 파생된다는 것에 착안했다. 만약 두려움(fear) 라는 감성이 유발되면 두려움은 절망(despair) 또는 화남(anger)의 감성으로 파생된다. 이러한 이유는 두려움을 느끼면 사람마다 감성을 느끼는 방법이 다르기 때문에 환경에 따라서 절망 또는 화남을 느끼게 되는 것이다. 아래의 그림은 1차감성에서 2차 감성으로 행동에 따라 감성이 변화하는 모습을 보여주고 있다.



[그림 2] 감성 파생의 효과

결론적으로 감성은 사람이 어떠한 목표를 위해 생각하고 판단해야 할 때 다른 감성을 유발 시킬 수 있고 그 감성에 따라서 행동하게 된다. GEM은 제안된 모델에서 감성을 유출하고 환경변수에 영향을 주는 역할을 담당하게 된다.

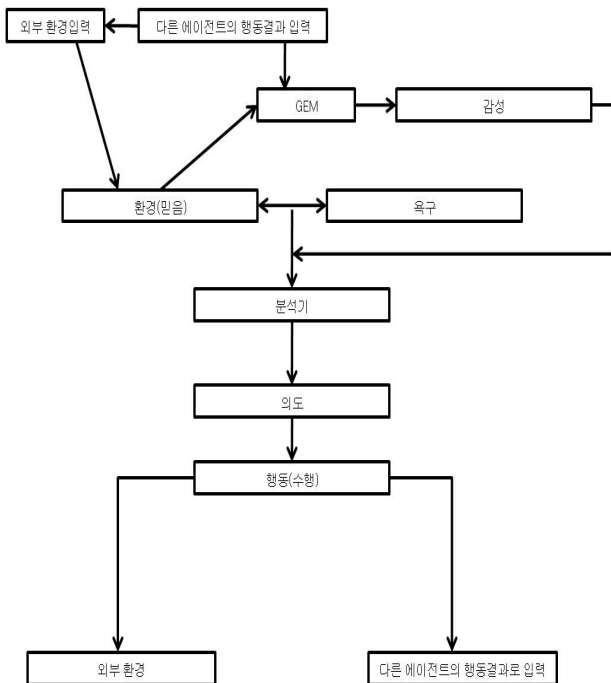
3.2 ExMEBDI(Expanded Multi Emotional BDI)

ExMEBDI는 기존의 Emotional-BDI 에이전트 모델에서 감성생성 부분에 외부 환경에서 들어오는 입력들뿐만 아니라, 추가적으로 다른 에이전트들의 의도에 대한 행동의 결과값을 가지고 감성을 생성한다. 이렇게 다른 에이전트들의 의도에 대한 행동의 결과값을 가지고 감성을 생성하면 에이전트간의 협력이 형성이 되고 하나의 에이전트는 의도된 행동을 빠르게 표현할 수 있다. 아래 그림3은 제안된 모델인 ExMEBDI의 구조를 보여주고 있다.

ExMEBDI의 흐름은 우선 단순 외부환경의 입력을 통해서, GEM에 전달되고 그 입력을 바탕으로 감성을 생성한다. 이렇게 생성된 감성은 믿음과 욕구와 함께 결합하여 분석기로 넘어가게 된다. 분석기의 역할은 생성된 감성이 얼마만큼 욕구를 충족해주고 그 욕구에 맞게 의도를 갱신하는 역할을 한다. 그리고 그 갱신된 의도에 맞게 에이전트는 행동하게 된다. 즉, 에이전트는 어떠한 외부환경에 대한 정보를 가지면 목적의식이 발생하고 그 목적의식에 따라서 행동하게 된다. 이때

감성의 요인은 그 의도를 바꾸고 에이전트의 행동을 바꿀 수 있을 만큼 큰 역할을 한다. 이러한 특성이 기존의 Emotional BDI 에이전트 모델과 다른 점이다.

또 다른 차이점은 다른 에이전트의 행동결과를 직접적으로 입력 받아서 GEM을 통해 감성을 생성할 수 있다. 다른 에이전트의 결과값은 다른 에이전트들의 의도된 행동들의 결과 값이다. 즉 하나의 에이전트가 목표를 이루었고 그 목표는 감성의 요인에 의해 변화되었고 에이전트는 만족이라는 결과값을 도출한다. 그 결과값을 가지고 다른 에이전트에서 감성을 생성한다면 에이전트들은 더 빠르고 정확하게 행동을 할 수 있다. 또한 하나의 에이전트는 의도되지 않은 행동을 할 때 있을 것이다. 이때는 다른 에이전트와 협력관계를 맺기 원할 것이고, 그 협력관계를 위해 의도되지 않은 행동의 결과값을 넘겨주면 불만족이라는 감성을 통해 다른 에이전트의 목표가 바뀌어 진다. 하나의 에이전트가 불만족을 표시하더라도 다른 에이전트가 만족된 결과값을 전달해주면 바로 환경이 바뀌어서 에이전트가 빠르게 의도된 행동을 할 수 있는 모델이다. 제안된 모델은 감성이 믿음에 대한 행동을 선택해주는 중요한 요소이기 때문에 그 감성을 생성하는 과정에서 여러 환경변수를 두고 선택할 수 있는 기준을 제공한다.



[그림 3] ExMEBDI의 구조

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서 제안된 멀티 에이전트 모델인 ExMEBDI는 기존의 Emotional BDI 에이전트 모델보다 환경 적응력에서 확장성을 보였다. 그 이유는 하나의

에이전트에서 반복적으로 결과값을 받고 재조정 하는 Emotional BDI 에이전트 모델보다 다른 에이전트들간의 협력을 통해서 행동하는 ExMEBDI 에이전트는 다양한 감성 생성을 통해 하나의 에이전트가 다른 에이전트와 협력관계가 형성되어 에이전트들간의 행동에 영향을 미치고 그 행동에 따라 에이전트가 목적 달성을 위한 판단의 중요한 요소가 되기 때문이다.

제안된 ExMEBDI 모델은 멀티에이전트 환경에서 각 에이전트들의 협력층 부분에 설계되었다. 이러한 협력층의 기능 변화에 따라 통신층에서는 다른 에이전트들과 환경변수 및 행동 결과를 주고받을 수 있는 그룹 통신 포맷이 추가되어야 한다.

협력과정의 변화, 결과들의 종합 결론 도출 형태에 따라 통신 방법의 변화가 필요하고 에이전트들은 적절한 통신 유형을 선택하게 된다. 두 개 또는 세 개의 에이전트가 조정 에이전트 없이 통신을 할 수도 있고, 에이전트간 조정 에이전트를 두고 조정 에이전트와의 합의된 포맷과 중재된 결과를 의해서 통신 할 수도 있다.

향후 과제로는 환경변화의 특징에 따라 ExMEBDI 모델의 멀티 에이전트 통신층 부분이 설계되는 연구가 필요하다. 또 새로운 명제들의 유도를 통해 더 많은 감성을 정의하여 다양한 감성을 추론하는 GEM의 확장이 필요하다. 마지막으로 행동의 결과값을 다른 에이전트에게 전달하는 방법 외에 한 에이전트 내에서 감성을 생성하고 의도한 행동을 수행하고 그 결과를 자신의 감성에 영향 요인으로 다시 입력 받아 감성을 되먹임 정제하는 연구가 필요할 것이다.

5. 참고문헌

- [1] R.Plesa, "Applying the BDI paradigm in Communications Systems", Presentation papers, University of Ottawa OCICS-SITE, November, 2006.
- [2] 최형일, "감성 인터페이스 에이전트", 정보과학지, 제18권, 제5호, 2000..
- [3] W.S.Reilly, Joseph Bates, "Building Emotional Agents", Technical Report CMU-CS-92-143, School of Computer Science, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, May 1992.
- [4] D. Pereira, E. Oliveira, N. Moreira "Towards on Architecture for Emotional BDI Agents", Technical Report Series DCC-2005-09, Departamento de Ciencia de Computadores, Universidade do Porto, September 2005.
- [5] D. Pereira, N. Moreira "The Role of Emotions in BDI Agents", Technical Report Series, Departamento de Ciencia de Computadores, Universidade do Porto, April 2005.