

인공정서를 가진 스마트폰용 인터랙티브 캐릭터 개발*

Developing an Interactive Character having an Artificial Emotion for a Smart Phone

함준석** · 여지혜** · 박성호** · 고일주**†

Jun-Seok Ham** · Ji-Hye Yeo** · Sung-Ho Park** · Il-Ju Ko**†

송실대학교 미디어학과**

Department of Media, Soongsil University**

Abstract

This paper purposes to develop an artificial emotion reflecting emotional features contains situations, time, and characteristics, also to develop an interactive character having this artificial emotion with a smart phone. The artificial emotion has an Emotion Module and Drive Module for expressing emotion according to external emotional stimulus and internal drive. The Emotion Module administrates emotions according to time, characteristic, interrelation between different emotions. The Drive Module controls sensitivities of emotion according to changing drives over long time. Also due to defence mechanism for expressing emotions, emotions are processed by two pathways: The first pathway which is affected by the Emotion Module and the Drive Module, and the second pathway that is not to be done. We developed an interactive character having the artificial emotion with this structure using smart phone. And we simulated the artificial emotion what differences there are according to situations, characteristic, and time under same input conditions. The result of this paper has meanings developing the interactive character having the artificial emotion actually, and making it possible to personalize an artificial emotion with expressing the artificial emotion using smart phone.

Keywords : Artificial Emotion, Smart phone, Interactive Character

요약

본 논문은 상황, 시간, 성격에 따른 정서적 특징이 반영된 인공정서를 개발하고, 이를 가진 인터랙티브 캐릭터를 스마트폰을 통해 개발하는 것을 목적으로 한다. 본 논문의 인공정서는 외부의 정서적 자극과 내부의 욕구에 의한 정서 표현을 위해 정서 모듈과 추동 모듈을 갖는다. 정서 모듈은 시간, 성격, 서로 다른 정서 간의 상호관계에 따른 정서의 변화를 담당하는 모듈이다. 추동 모듈은 장시간에 걸친 욕구 변화에 따라 정서적 민감도에 영향을 주는 모듈이다. 또한 방어기제에 의한 정서표현을 위해, 정서를 정서모듈과 추동모듈에 영향을 받는 제 1경로와, 받지 않는 제 2경로로 나누어 처리한다. 이러한 구조를 갖는 인공정서를 가진 인터랙티브 캐릭터를 스마트폰을 통해 개발하였다. 또한 동일한 입력이 주어졌을 때 상황, 시간, 성격에 따라 어떠한 정서적 차이를 갖고 표현을 하는지 시뮬레이션 하였다. 본 논문의 결과물은 인공정서를 가진 인터랙티브 캐릭터를 실제적으로 구현하고, 스마트폰을 통해 표현함으로써 인공정서의 개인화를 가능하도록 한 것에 의의가 있다.

주제어 : 인공정서, 스마트폰, 인터랙티브 캐릭터

* 이 논문은 2010년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업 지원을 받아 수행된 것임(2010-0016540).

† 교신저자 : 고일주 (송실대학교 글로벌미디어학부)

E-mail : andy@ssu.ac.kr

TEL : 02-820-0719

FAX : 02-822-3622

1. 서론

정서는 상황, 시간, 성격에 따라 변화한다. 같은 정서적 자극을 받아도 어떠한 상황, 어떠한 환경에 있는가에 따라 다른 정서를 가지게 된다. 어떠한 정서도 무한히 지속되진 않으며, 시간이 지남에 따라 소멸하기도 하고, 다른 정서적 자극과 상호작용하기도 한다. 또한 동일한 상황과 시간에도 정서 주체의 성격에 따라 정서는 달라진다. 예민한 성격이라면, 작은 정서적 자극에도 쉽게 정서가 변화하고, 털털한 성격이라면 웬만한 정서적 자극에도 정서가 변화하지 않는다.

본 논문은 상황, 시간, 성격에 따른 정서적 특징이 반영된 인공지능을 개발하고, 인터랙티브 캐릭터를 통해 표현하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해선 인터랙티브 캐릭터가 구현될 적절한 플랫폼이 필요하다. 스마트폰은 터치인터페이스를 가지고 있어 자연스러운 입력환경을 제공한다. 또한 스마트폰은 휴대하기 좋고 1인 미디어라는 점에서 일시적인 정서 변화뿐만 아니라 배고픔, 졸림 같이 수 시간이 요구되는 정서적 상호작용을 가능하게 한다. 따라서 본 논문에서는 정서적 특징이 반영된 인공지능을 개발하고, 이를 가진 인터랙티브 캐릭터를 스마트폰을 통해 구현한다.

본 논문의 인공지능은 외부의 정서적 자극과 내부의 욕구에 의한 정서 표현을 위해 정서 모듈과 추동 모듈을 갖는다. 정서 모듈은 시간, 성격, 서로 다른 정서 간의 상호관계에 따른 정서의 변화를 담당하는 모듈이다. 추동 모듈은 장시간에 걸친 욕구 변화에 따라 정서적 민감도에 영향을 주는 모듈이다.

이러한 구조를 갖는 인공지능을 가진 인터랙티브 캐릭터를 스마트폰에 탑재한다. 그리고 동일한 입력이 주어졌을 때 상황, 시간, 성격에 따라 어떠한 정서적 차이를 갖고 그에 따른 정서적 표현을 하는지 시뮬레이션 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 제안하는 인공지능의 구조를 설명하고, 내부 모듈을 세부적으로 설명한다. 3장에서는 스마트폰용 인터랙티브 캐릭터를 개발하고 설문문을 통해 정서표현을 평정하며 정서 변화를 시뮬레이션 한다. 4장은 결론 및 향후 연구로 본 논문의 의의를 논의하고 향후 진행할 연구에 대해 다룬다.

2. 기존 연구 분석

인공지능을 인터랙션이 가능한 형태의 캐릭터에 탑재하는 것은 주로 로봇에 정서를 부여하는 연구로 진행되어 왔다. MIT 미디어랩의 경우, 상황을 학습하여 표정을 통해 정서를 표현하는 로봇 Kismet(Breazell, 2003)을 만들었고, 2008년부터는 보다 진보된 형태의 Nexi를 개발 중에 있다. Kismet은 상황에 따라 여러 가지 표정을 짓는 것을 통해 정서를 표현하는 것에 주안점을 둔 머리형태의 휴머노이드 로봇이다.

Kismet은 내부 욕구를 발생시키는 추동(drive) 모듈과, 발생된 동기에 따라 어떠한 감정을 표현할지 표현해주는 감정 공간(Affect space)을 가진다. 그래서 특정 상황에 따라 욕구가 발생되고 해당 욕구와 현재 상태가 감정 공간에 사상되어 얼굴표정을 통해 현재의 정서를 표현할 수 있다. 또한 목소리의 억양을 듣고 얼굴 표정을 통해 정서 반응을 할 수 있다.

유럽에선 영국, 덴마크, 프랑스 등 유럽 여섯 개 국가에서 25명의 신경과학자, 심리학자, 로봇 과학자들이 모여 Feelix Growing이란 프로젝트를 진행 중에 있다. Feelix Growing은 사회적, 감정적으로 반응하는 로봇을 만들기 위한 프로젝트로, 이 프로젝트의 전신인 된 것은 2001년에 개발되었던 Feelix(Cañamero & Fredslund, 2001)라는 로봇이다. Feelix는 LEGO MindStorm으로 제작되었는데, Kismet처럼 얼굴에 달린 여러 개의 모터를 움직여 표정의 변화를 통해 정서를 표현한다.

Feelix Growing의 책임자인 Cañamero(2005)에 의하면 로봇에 정서를 부여하는 연구는 다음 네 가지 측면에서 이점이 생긴다. 첫 번째 측면은 인간의 정서에 대한 인식으로 인한 이점으로, 정서를 표현하는 로봇에 대한 인간의 반응을 통해 특정 정서에 대한 인간의 정서적 반응을 연구할 수 있다. 두 번째 측면은 로봇이 정서에 대한 이론의 실험과 연구를 위한 도구가 될 수 있다는 점이다. 정서적 상호작용을 할 수 있는 로봇은 기존의 정서에 대한 심리학 기반의 이론과 연구를 실험해 볼 수 있는 도구가 될 수 있다. 세 번째 측면은 정서에 대해 통합적으로 접근할 수 있다는 점이다. 로봇에게 정서적 능력을 부여하기 위해서는 어떤 원인으로 정서가 생성될지, 성격과 시간에 따라 정서가 어떻게 느껴질지, 또한 정서가 어떻게 표현될지를 고려해야한다. 이러한 점들은 심리학적, 공학적으로 통합된 접근 방법을 요구한다. 네 번째 측면은 구조화와 단순화로 인한 이점이다. 로봇에 정서를 부여

하기 위해서는 복잡하고 추상적인 이론을 구체적으로 필요한 것만을 선택적으로 구조화하여야 한다. 이러한 구조화와 단순화는 정서적 반응의 양상을 이해하는데 도움이 된다.

Cañamero가 언급한 로봇에 정서를 부여하는 것에 대한 네 가지 측면의 이점은 스마트폰용 인터랙티브 캐릭터에 정서를 부여했을 때도 같은 효과를 얻을 수 있다. Bartneck(2003)은 동일한 정서적 의사소통 기능을 가진 로봇 형태의 캐릭터와 2차원 그림 형태의 스크린 캐릭터를 개발하였다. 그리고 사용자평가를 통해 두 캐릭터의 정서적 의사소통 능력을 비교해본 결과, 캐릭터의 물리적 구현(embodiment)은 사람들의 정서 인지에 큰 영향을 줄 수 없음을 발견하였다(Bartneck et al., 2004). 따라서 스마트폰용 인터랙티브 캐릭터가 사용자와 정서적 의사소통을 할 수 있다면 로봇과 마찬가지로 인간의 정서적 반응을 유발할 수 있고 정서에 대한 실험과 연구를 위한 도구로 사용될 수 있으며 정서에 대해 통합적으로 접근할 수 있고 정서를 구조화하고 단순화 할 수 있다.

뿐만 아니라 스마트폰용 인터랙티브 캐릭터는 로봇에 비해 언캐니 밸리(Uncanny Vally)(Masahiro, 1970)를 야기할 가능성이 적다. 언캐니 밸리는 로봇이 인간과 가까워질수록 친근감을 주지만, 인간과 매우 흡사해 지면 오히려 혐오감을 준다는 이론이다. 그래서 안드로이드 같이 인간과 비슷한 형태의 로봇이 정서 표현을 하면 혐오감을 줄 가능성이 있다. 반면, 스마트폰용 인터랙티브 캐릭터는 가상의 대상이기 때문에 혐오감을 줄 가능성이 적다. 또한 스마트폰은 1인 미디어 특성상 사용자와 캐릭터 간에 장기적이고 지속적인 정서 상호작용을 가능하게 한다.

3. 스마트폰용 인터랙티브 캐릭터를 위한 인공정서 설계

본 논문의 인공정서는 정서의 특성과 스마트폰의 환경적 특성을 반영하기 위해 입력모듈, 정서모듈, 추동모듈, 출력모듈의 네 가지 부분으로 구성된다.

그림 1은 본 논문에서 제안하는 인공정서의 구조를 나타낸다. 먼저 (a) 입력모듈(Input Module)은 스마트폰의 입력 채널을 통한 것으로 화면 터치와 가속도 센서를 통한 입력으로 이루어진다. (b) 정서 모듈(Emotion Module)은 정서를 시간, 성격, 서로 다른 정서 간의 관계에 따라 처리하기 위한 모듈이다. (c) 추동

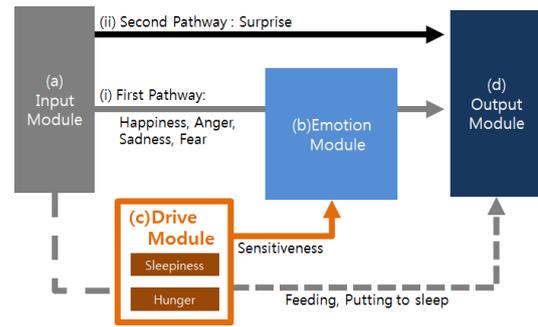


Figure 1. Structure of Artificial emotion

모듈(Drive Module)은 수면욕(Sleepiness), 식욕(Hunger)을 다루는 모듈로 정서의 민감도(Sensitiveness)를 조정한다. (d) 출력모듈(Output Module)은 캐릭터를 통한 정서 표현을 출력하는 부분이다.

본 논문의 인공정서에서는 Ekman(1992)의 여섯 가지 기본 정서에서 혐오를 제외한 행복, 슬픔, 분노, 공포, 놀람의 정서를 다룬다. Ekman의 기본 정서는 사람의 얼굴 표정을 통해 기본이 되는 정서를 여섯 가지로 분류한 것으로, 얼굴 표정과 행동을 통해 정서 상태를 표현하는 캐릭터에 적용하기 적합하다. 혐오의 정서의 경우 사용자와 캐릭터가 상호작용하는 데 적합하지 않으므로 배제하였다.

3.1. 방어기제에 따른 정서 표현

Ledoux(2000)에 따르면 사람은 정서 자극을 받았을 때 두 가지 경로를 통해 반응한다. 하나는 제 1경로로 정서 자극을 받았을 때 피질을 통해 충분한 인지과정을 거친 후 편도체로 정보를 전달하여 정서반응을 유발하는 경로다. 제 1경로는 자극의 세밀한 부분까지 부호화하기 때문에 상세하고 정확한 표상이 가능하지만 그만큼 오랜 시간이 요구된다는 한계가 있다.

정서 반응에 대한 다른 경로는 방어기제인 제 2경로다. 이 경로는 정서 자극을 받았을 때 피질을 거치지 않고 곧바로 편도체로 정보를 전달하여 정서반응을 유발한다. 그래서 자세한 표상을 만들어 내는 것에는 약하지만 불확실한 상황에 대해 생존확률을 높여 준다. 예를 들어 산을 오르다 뱀처럼 생긴 물체를 보면 제 2경로에 의해 즉각적으로 동결반응이 일어나고 혈압이 상승하며 스트레스 호르몬이 분비된다. 그래서 도망가거나 공격할 수 있는 최적의 신체 상태를 만들어낸다. 뱀처럼 생긴 물체에 대한 정확한 인식은 제 1경로에 의해 이루어진다.

두 가지 경로를 통해 정서 반응을 유발하는 시스템은 뱀처럼 생긴 물체가 실제론 나뭇가지일 수도 있기 때문에 다소 비효율적이기도 하다. 하지만 생존의 관점에서 보면 반응을 하지 않는 것보다는 실제 상황처럼 반응하는 것이 유리하다. 나뭇가지를 뱀으로 인식하는 것이 뱀을 나뭇가지로 보는 것보다 치러야 할 대가가 적기 때문이다(Ledoux, 1998).

본 논문의 인공정서에서는 정서반응에 대한 두 가지 경로에 착안하여 정서를 두 가지 경로로 분할하여 표현한다. 첫 번째 경로는 정서 자극이 들어왔을 때 캐릭터의 기존 정서 상태가 반영되기 위한 제 1경로이고, 두 번째 경로는 기존 정서 상태와 관계없이 반응하기 위한 제 2경로이다. 그림 1의 (i)와 (ii)는 이러한 경로를 나타내는 것으로, 행복, 분노, 슬픔, 공포에 대한 정서는 (i) 제 1경로(First Pathway)를 통해 정서 모듈을 거쳐 표현된다. 또한 놀람에 대한 정서는 자극이 들어오면 (ii) 제 2경로(Second Pathway)를 통해 기존의 정서 상태와 무관하게 우선적으로 표현된다.

Ledoux의 두 가지 경로는 원칙적으로 위협이 될 수 있는 급작스러운 자극에 의한 공포에 대한 정서에 관한 것이고, 놀람에 대한 정서는 이에 대한 반응으로서 동결반응이나 경악반응을 나타낸다. 하지만 본 논문에서 다루는 인터랙티브 캐릭터에는 뱀과 같은 포식자가 존재하지 않으므로 급작스러운 자극으로 인한 공포 정서를 유발시키기 힘들다. 따라서 제 2경로를 통한 정서는 놀람에 대한 정서로 제한하였다. 공포에 대한 정서는 놀람과 달리 급작스러운 자극 외에 상황과 기억에 따라서도 유발될 수 있다. 따라서 공포의 정서는 제 1경로를 통해 표현되도록 설계하였다.

3.2. 정서모듈

정서모듈은 제 1경로를 통해 입력된 행복, 분노, 슬픔, 공포에 대한 정서를 시간, 성격, 정서 간의 상호관계에 따라 표현하기 위한 모듈이다.

정서는 시간이 지남에 따라 소멸된다. 만약 슬픔이나 공포 같이 괴로운 정서가 소멸되지 않는다면 정신적인 장애가 생길 것이다. 또한 무시할 수 있는 사소한 도발도 지속적으로 받으면 화가 나듯이 연속된 자극은 보다 큰 정서 상태를 유발한다.

정서는 성격에 따라 다르게 느껴지고 표현된다. 같은 정서적 자극에도 받아들여지는 정서의 크기와 표현되는 정도는 성격에 따라 달라질 수 있다. 예를 들

어 흔히 ‘다혈질’이라 불리는 사람은 같은 자극에도 보통 사람 보다 많은 정서를 느끼고 표현할 것이다. 정서모듈에서는 이러한 정서의 시간, 성격에 따른 차이를 식1을 통해 표현한다.

$$E_x(t) = S_x(t) \cdot \alpha e^{-\beta t} \quad (1)$$

여기서 x 는 정서의 종류로 행복, 슬픔, 분노, 공포를 나타낸다. t 는 시간이고, α 와 β 는 성격에 따른 정서의 차이를 나타내기 위한 요소로, 정서의 강도와 정서변화의 완급을 결정한다. $S_x(t)$ 는 욕구상태에 따라 정서의 민감도를 조정하기 위한 함수로, 자세한 내용은 다음 절인 추동모듈에서 언급한다.

α 는 e 의 계수로서 정서의 강도를 결정한다. α 가 증가하면 동일한 t 에 대해 $E_x(t)$ 값이 α 증가량에 비례하여 증가하므로 같은 정서적 자극에도 보다 큰 정서를 느끼게 된다. 반면 α 가 감소하면 보다 작은 정서를 느끼게 된다. β 는 e 의 지수로서 정서변화의 완급을 결정한다. β 가 증가하면 정서의 크기가 지수승에 비례하여 감소하여 보다 짧은 시간 동안 정서를 느끼게 된다. 반면 β 가 감소하면 보다 긴 시간 동안 상대적으로 약한 정서를 느끼게 된다(Picard, 2000). 그림 2는 이러한 식을 이용하여 연속된 시간동안 정서적 자극이 입력됐을 때 정서가 어떻게 표현되는지를 나타낸다.

정서 모듈에서 연속된 시간동안 정서를 느끼고 표현하는 것은 다음 세 가지 규칙에 의해 이루어진다. 첫째, 단일한 정서적 자극은 식1의 형태로 표현된다. 그림 2에서 t_1 의 시간에 정서적 자극이 입력되면 식1에 의해 그림 2의 (a)와 같은 형태의 그래프가 생성된다. 둘째, 연속된 정서적 자극은 병합되어 표현된다. 그림 2에서 t_2 의 시간에 정서적 자극이 입력되었다가 이어서 t_3 의 시간에 정서적 자극이 입력되면 t_2 의 시간에 생성된 그래프와 t_3 의 시간에 생성된 그래프가 병합되어 (b)와 같은 형태의 그래프가 생성된다. 셋째로, 정서는 임계값이 초과되어야 표현된다. 본 논문에서는 정서모듈 상에 존재하는 정서를 내적 정서로, 임계값이 초과되어 외부로 표현되는 정서를 외적 정서로 정의한다. 외적 정서는 2단계에 걸쳐서 표현되는데, 임계값 h_1 을 초과하면 1단계 외적 정서를 표현하고 임계값 h_2 를 초과하면 보다 강한 정서표현인 2단계 외적 정서를 표현한다. 그림 2의 (a)의 경우 h_1 을 초과하므로 1단계 외적 정서를 표현한다. 반면 (b)의 경우 h_2 를 초과하므로 2단계 외적 정서를 표현한다.

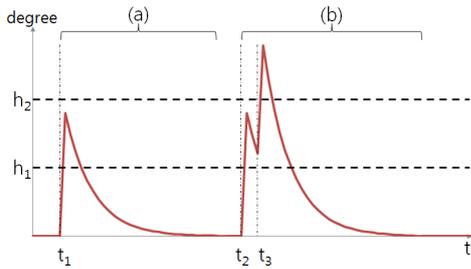


Figure 2. Expressing emotion according to continuous time sequence

Picard(2000)에 따르면 서로 다른 정서가 섞여 있는 상태는 두 가지 메타포어로 표현될 수 있다. 하나는 전자레인지와 같은 혼합상태이고 다른 하나는 수조 속의 물과 같은 복합상태이다. 전자레인지는 ‘켜짐’과 ‘꺼짐’을 반복하면서 온도를 유지한다. 이처럼 정서도 두 가지 정서가 공존하면서 혼합된 상태로 특정 정서 상태를 나타내는 경우가 있다. Clynes(1977)에 의하면 ‘멜랑콜리’의 경우 ‘사랑’과 ‘슬픔’이 공존하는 정서로서 ‘사랑’의 정서로 시작하여 ‘슬픔’의 정서로 끝나는 형태가 혼합된 정서다.

수조 속의 물과 같은 상태 메타포어는 뜨거운 물과 차가운 물이 수조 속에 섞여서 따뜻한 물이 되는 것과 같다. 복합되어 생겨난 따뜻한 물은 완전히 새로운 상태이며 기존의 뜨거운 물의 상태와 차가운 물의 상태는 남아있지 않다. 예를 들어 ‘경계(wary)’는 ‘관심(interest)’과 ‘공포(fear)’가 복합되어 새로운 형태의 정서가 된 것이다(Picard, 2000).

Plutchik(1980)의 정서이론에 의하면 행복과 슬픔 사이, 분노와 공포 사이는 상반되는 정서로 동시에 느껴지기 힘든 관계를 갖는다. 정서모듈에서는 Picard의 메타포어와 Plutchik의 정서이론에 착안하여 서로 다른 정서가 섞여있는 상태를 표현한다. 행복과 슬픔 사이, 분노와 공포 사이의 관계를 서로 공존하지 않고 새로운 상태로 복합 되는 수조 메타포어의 관계로 정의한다. 그리고 행복과 슬픔으로 인한 복합정서와 분노와 공포로 인한 복합정서의 혼합 상태를 서로 공존하면서 특정 정서 상태를 나타내는 전자레인지 메타포어의 관계로 정의한다.

수조 메타포어이자 복합 관계를 갖는 행복과 슬픔, 분노와 공포 사이는 서로 가감되어 복합정서를 산출한다. 예를 들어 행복이 1만큼이고 슬픔이 1만큼이라면 행복과 슬픔 사이의 복합정서는 서로 가감되어 0이 되고, 행복이 2이고 슬픔이 1이라면 행복과 슬픔 사이의 복합정서는 행복 1이 된다.

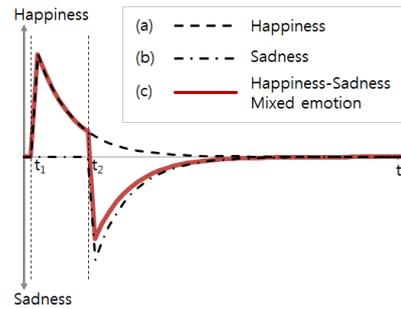


Figure 3. Complex emotion between Happiness and Sadness

그림 3은 복합정서의 예로서, 식1에 의해 생성된 슬픔과 행복에 대한 정서가 복합 관계에 의해 어떠한 복합 정서를 산출하는지 보여준다. t_1 의 시간에 입력된 행복에 대한 자극으로 (a)와 같은 형태의 그래프가 형성되고 t_2 의 시간에 입력된 슬픔에 대한 자극으로 (b)와 같은 형태의 그래프가 형성된다. 이들은 서로 상반되고 가감되는 관계를 가지므로 복합정서는 (c)와 같은 형태로 표현된다. 그래서 t_1 부터 t_2 의 시간까지는 행복의 정서가 되고 t_2 부터는 슬픔의 정서가 된다.

전자레인지 메타포어이자 혼합 관계를 갖는 두 복합 정서 사이는 서로 영향을 주지 않고 공존하면서도 보다 큰 쪽이 출력되는 관계를 갖는다. 또한 두 복합 정서의 값이 동일할 경우 혼합정서는 표현되지 않는다. 예를 들어 행복-슬픔에 대한 복합정서가 행복 2이고 분노-공포에 대한 복합정서가 분노 1이라면 혼합정서는 보다 큰 쪽인 행복 2가 된다. 한편 행복-슬픔에 대한 복합정서가 행복 1이고, 분노-공포에 대한 복합정서가 분노 1이라면 혼합정서는 표현되지 않는다.

그림 4는 혼합정서의 예로서 행복-슬픔에 대한 복합정서와 분노-슬픔에 대한 복합정서를 한 그래프에

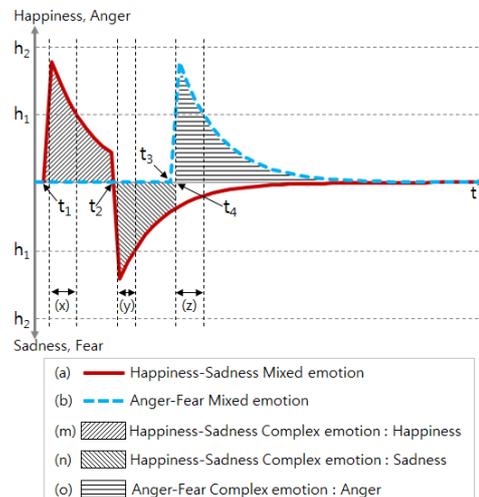


Figure 4. Mixed emotion by two Complex emotion

나타낸 것으로, 두 복합정서 사이의 관계가 어떠한 혼합 정서를 산출하는지 나타낸다. 먼저 t_1 의 시간에 입력된 행복에 대한 자극과 t_2 의 시간에 입력된 슬픔의 자극으로 인해 (a) 형태의 복합 정서가 생성된다. 그리고 t_3 의 시간에 입력된 분노의 자극으로 인해 (b) 형태의 복합 정서가 생성된다. 이때 t_1 의 시간에 입력된 자극으로 인해 (m)만큼의 행복에 대한 정서가 생성된다. 그런데 t_2 의 시간에 입력된 슬픔에 대한 자극과 t_3 의 시간에 입력된 분노에 대한 자극은 서로 혼합 정서의 관계에 있다. 그러므로 t_2 부터 (n) 슬픔에 대한 정서가 생성되지만 t_3 에 입력된 자극으로 인해 t_4 부터는 (o) 분노의 정서가 생성된다. 여기서 임계값 h_i 를 초과한 (x), (y), (z) 시간대에 각각 행복, 슬픔, 분노의 정서가 표현된다.

이처럼 정서모듈은 제 1경로를 통해 입력된 행복, 슬픔, 분노, 공포에 대한 정서적 자극을 성격, 시간, 정서간의 복합-혼합 관계에 따라 표현한다. 정서모듈은 캐릭터의 욕구 상태의 영향을 받는데 이러한 욕구 상태는 추동모듈에 의해 표현된다.

3.3. 추동모듈

추동모듈은 캐릭터에 자극이 입력되지 않아도 시간이 지남에 따라 욕구를 생성시켜 정서에 영향을 주기 위한 모듈이다.

시상하부의 일반적인 역할은 신체적인 욕구를 발생시키고 만족시키기 위한 행동을 유발하여 항상성을 유지할 수 있도록 하는 것이다(Banich, 2004). 또한 Damasio 외(2000)는 행복, 슬픔, 분노, 공포의 정서가 시상하부를 포함하는 항상성과 밀접한 연관이 있음을 밝혀냈다. 한편 Hull(1943)은 추동의 개념을 내부 욕구가 만족되지 않음으로서 불쾌하고 긴장된 상태가 유도되는 것으로 설명하였다.

이러한 점에 착안하여 시간이 지남에 따라 신체적인 욕구를 발생시키고, 욕구의 크기에 따라 정서모듈에 영향을 주도록 설계한다. Hull의 이론에 따르면 욕구가 증가함에 따라 정서 상태는 불쾌하고 긴장된 상태로 유도되어야 한다. 이에 따라 추동모듈에서는 욕구가 증가하면 쾌한 정서인 행복은 둔해지도록 조정하고 불쾌한 정서인 슬픔, 분노, 공포는 예민해지도록 조정한다.

본 논문의 인터랙티브 캐릭터는 신체적인 욕구 중에 식욕과 수면욕을 갖는다. 식욕과 수면욕은 시간의

흐름에 따라 증가하여 불쾌의 정서를 유도한다. 또한 먹이주기, 잠재우기에 따라 감소한다.

$$D_d(t) = \frac{1}{1 + e^{-\gamma \cdot t + \delta}} + c, \quad (2)$$

$\{D_d | d = \text{hunger, sleepiness}\}$

식2의 $D_d(t)$ 는 시간에 따른 욕구의 변화를 나타내는 것으로 d 는 식욕을 나타내는 hunger와 수면욕을 나타내는 sleepiness가 있다. γ 는 욕구의 증가 속도를 결정해주는 상수고 δ 는 욕구의 발생 시점을 결정해주는 상수다. 또한 c 는 욕구의 초기값을 나타내는 상수다.

식욕은 하루에 세 번 식사하는 것을 기준으로 하였다. 그래서 식사를 마친 시간으로부터 약 4시간 이후 식욕이 발생하여 약 8시간까지 식욕이 증가하도록 γ 은 2로, δ 는 12로 설정하였다. 또한 식욕의 초기값 c 는 계산의 편의상 1로 설정하였다. 이에 따른 형태는 그림 5의 (a)와 같이 된다. 식욕은 먹이를 먹을 경우 c 로 초기화된다.

수면욕은 미국의 국립수면재단(National Sleep Foundation)이 권장하는 3~5세 유아에 대한 수면시간을 기준으로 하였다. 그래서 약 12시간 이후부터 수면에 대한 욕구가 생겨서 약 24시간까지 욕구가 증가하도록 γ 은 1로, δ 는 18로 설정하였다. 또한 초기값 c 는 계산의 편의상 1로 설정하였다. 이러한 형태는 그림 5의 (b)처럼 표현된다. 수면욕은 먹이를 먹을 경우 바로 초기화 되는 식욕과 달리 12시간 이후 증가속도에 비례하여 감소한다. 예를 들어 현재 수면욕이 2라면 초기값 1이 되기 위해선 12시간 동안 연속으로 수면을 취해야 한다.

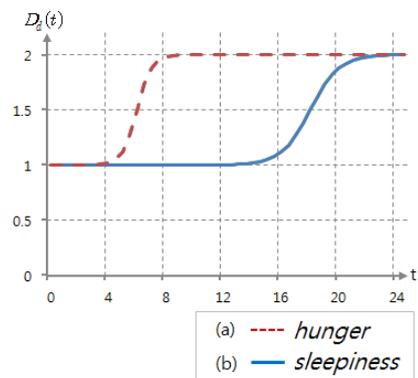


Figure 5. Changing drives over time

수면욕과 식욕은 시간, 성격에 따른 정서 표현을 나타내는 3.2절의 식1에서 $S_x(t)$ 에 반영되어 정서의 민감도에 영향을 준다. $S_x(t)$ 가 1 이상의 값이 되면 단

위 시간 동안 느껴지는 정서의 크기 $E_x(t)$ 가 커져 같은 정서적 자극에도 보다 큰 정서를 느끼게 된다. 반면 $S_x(t)$ 가 1 이하의 값이 되면 보다 작은 정서를 느끼게 된다. 식3은 식육과 수면욕에 따라 $S_x(t)$ 가 변경되는 것을 나타낸다.

불쾌한 정서에 해당하는 분노, 슬픔, 공포의 경우 욕구가 증가함에 따라 민감도가 증가하도록 $S_x(t)$ 는 식3의 상단 식과 같이 욕구의 평균값을 갖는다. 반면 쾌한 정서에 해당하는 행복의 경우 민감도가 감소하도록 식3의 하단 식과 같이 불쾌 정서와 반비례 하는 값을 갖는다.

$$S_x(t) = \begin{cases} \frac{\sum_d^n D_d(t)}{n} & \text{for } x \in \{Anger, Sadness, Fear\} \\ \frac{n}{\sum_d^n D_d(t)} & \text{for } x \in \{happiness\} \end{cases} \quad (3)$$

이처럼 본 논문의 인공정서는 입력모듈로부터 제 1 경로, 제 2경로를 거쳐 정서모듈에 의해 정서를 생성하고 표현하며 추동모듈에 의해 욕구를 발생시켜 정서적 민감도를 조정하여 최종적으로 출력모듈을 통해 정서를 표현한다. 다음 장에서는 이러한 인공정서를 스마트폰용 인터랙티브 캐릭터에 적용하고 시물레이션 한다.

4. 스마트폰용 인터랙티브 캐릭터

제안한 인공정서를 가진 인터랙티브 캐릭터를 설계하고 스마트폰에 탑재한다. 스마트폰은 iOS를 사용하는 iPhone 계열을 사용하였으며 보급 가능한 배포판 버전으로 빌드하여 Apple社의 앱스토어에 한글판 ‘플레이터틀’, 영문판 ‘Play turtle’로 등록하였다.

4.1. 입출력 환경 설정

인터랙티브 캐릭터에 정서적 자극을 주기 위해 화면 터치와 가속도 센서를 이용하며 세부 사항은 표 1과 같다. 한 손가락으로 캐릭터를 슬라이드 하는 동작은 쓰다듬는 것으로 인식되어 행복의 정서적 자극이 입력된다. 한 손가락으로 캐릭터를 짧게 슬라이드 하는 동작은 때리는 것으로 인식되어 슬픔의 정서적 자극을 입력시킨다. 한 손가락으로 캐릭터를 터치하는

동작은 찌르는 것으로 인식되어 분노의 정서적 자극을 입력시킨다. 손을 잡고 흔드는 동작은 캐릭터가 있는 곳이 흔들리는 것으로 인식되어 공포의 정서적 자극을 입력시킨다. 손을 급하게 떨어뜨리는 동작은 급작스런 떨어짐으로 인식되어 놀람의 정서적 자극을 입력시킨다.

Table 1. Emotional stimulus by inputs

Inputs	Contents	Emotional Stimulus
one finger slide	pat	Happiness
one finger short-term slide	smacking	Sadness
one finger touch	stab	Anger
shaking the phone	shaking	Fear
dropping the phone	dropping	Surprise

캐릭터의 성격 설정에 따라 한두 번의 입력으로는 정서를 표현하지 않을 경우가 있는데, 이 때 유저는 캐릭터가 정서적 자극을 받았는지, 입력에 오류가 있었는지 구분할 수 없다. 따라서 본 논문의 인터랙티브 캐릭터는 정서를 내적 정서와 외적 정서로 분리하여 표현한다.

내적 정서는 이모티콘을 이용하여 표현된다. 표 2는 행복, 분노, 슬픔, 공포에 대한 내적 정서 상태에 대한 이모티콘을 나타낸다. 놀람의 경우 제 2경로를 통해 즉각적으로 외적 정서를 통해 표현되므로 별도의 내적 정서가 존재하지 않는다.

Table 2. Internal emotion expression

Happiness	Angry	Sadness	Fear
			

그림 6은 스마트폰에서 캐릭터가 표시되는 화면을 나타낸다. (a)는 현재 시간에 따른 낮과 밤 상태를 나타내주는 부분이다. (b)는 불을 켜고 끌 수 있는 스위치이다. 불을 끌 경우 캐릭터는 수면을 취하게 된다. (c)는 내적 정서 상태를 나타낸다. (d)는 캐릭터로, 외적 정서 상태를 표현한다. (e)는 먹이를 주는 버튼이다. (f)는 정보 버튼으로 캐릭터를 지우고 새로 생성하는 기능을 한다.

그림 7은 외적 정서에 따른 정서 표현을 나타낸 것이다. 임계값을 초과하는 정서가 없을 때는 보통 상태

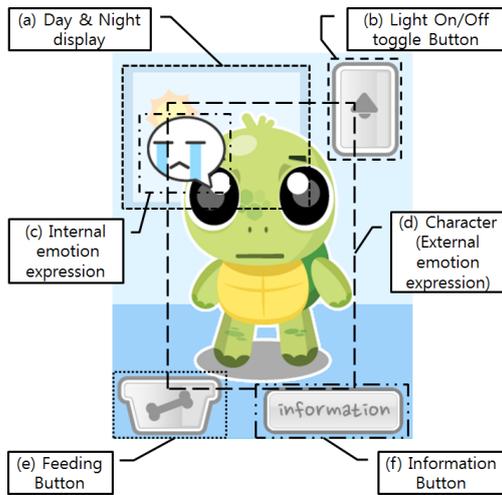


Figure 6. Character Display

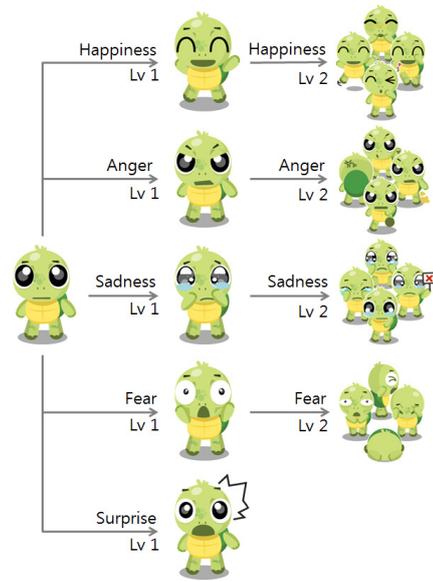


Figure 7. Expressing emotion

로 있다가 임계값 h_1 을 초과하면 1단계의 외적 정서를 표현 한다. 1단계 정서 표현은 정서별로 하나씩 존재한다. 임계값 h_2 를 초과하면 좀 더 강한 표현인 2단계의 정서를 표현하는데, 다양성을 위해 네 종류 이상의 표현 중 하나를 임의로 표현한다. 단, 놀람의 경우 제 2경로에 의한 급작스러운 정서 표현이기 때문에 2단계의 외적 정서가 존재하지 않는다.

표 3은 설문을 통해 그림 7의 정서 표현을 평정한

것이다. 설문은 20~30대로 이루어진 남녀 20명을 대상으로 하였다. 행복, 분노, 슬픔, 공포에 대한 1단계 이미지 한 장씩과 2단계 이미지 3장씩, 그리고 놀람과 중립에 대한 이미지 1장씩 총 18장의 이미지를 무작위로 배치하여 보여주었다. 각각의 이미지는 3~5 프레임으로 이루어진 GIF 애니메이션으로 만들어 사용하였다. 설문 대상자는 18장의 이미지에 대해 각각 어떠한 정서에 속하는지와 정서의 강도가 얼마 만큼

Table 3. The result of GIF animation based evaluation

		Happiness	Angry	Sadness	Fear	Surprise	Neutral	% Correct	Intensity
Happiness	Lv 1	100	0	0	0	0	0	100	3.55
	Lv 2.A	100	0	0	0	0	0	100	4.35
	Lv 2.B	100	0	0	0	0	0	100	3.6
	Lv 2.C	100	0	0	0	0	0	100	3.8
Angry	Lv 1	0	100	0	0	0	0	100	3.15
	Lv 2.A	0	100	0	0	0	0	100	4.25
	Lv 2.B	0	100	0	0	0	0	100	4.1
	Lv 2.C	0	100	0	0	0	0	100	3.55
Sadness	Lv 1	0	0	100	0	0	0	100	3.5
	Lv 2.A	0	0	100	0	0	0	100	4.15
	Lv 2.B	0	0	100	0	0	0	100	3.65
	Lv 2.C	0	0	100	0	0	0	100	4.25
Fear	Lv 1	0	0	0	40	60	0	40	3.2
	Lv 2.A	0	0	0	65	35	0	65	3.65
	Lv 2.B	0	0	0	45	40	15	45	3.45
	Lv 2.C	0	0	0	55	45	0	55	4.05
Surprise		0	5	5	0	85	5	85	3.5
Neutral		5	0	10	0	0	85	85	3.15

인지 5점 척도를 기준으로 평가하였다. 정서 강도의 경우 1점에 가까울수록 강도가 약한 것이고 5점에 가까울수록 강한 것이다.

Ekman과 Friesen(1971)은 피험자들에게 서로 다른 정서표현에 대한 세 장의 사람 얼굴사진을 보여주고 요구하는 정서 표현을 나타내는 척도를 하였는데, 다른 정서를 구분하는 과제는 높은 정확도를 보였으나 공포와 놀람의 정서를 구분하는 과제는 낮은 정확도를 보였다. 특히 공포, 놀람, 슬픔 중에서 공포를 찾는 과제에서 28%의 낮은 정확도를 보였다. 이처럼 얼굴 표정에 있어서 공포는 놀람과 혼동되기 쉬운 정서다. 표 3의 설문 결과에서도 행복, 분노, 슬픔에 대한 정서는 100%의 정확도를, 놀람과 중립은 85%의 정확도를 보였지만 공포의 경우 1단계는 40%, 2단계는 각각 65%, 45%, 55%의 낮은 정확도를 보였다.

정서 강도의 경우 모두 1단계의 정서 표현이 2단계의 정서표현보다 낮은 수치를 보여서 강도에 따른 정서 표현의 단계가 잘 나타나져 있음을 확인하였다.

4.2. 상황, 시간, 성격에 따른 감정 변화

인공정서를 가진 인터랙티브 캐릭터에서 상황, 시간, 성격에 따라 정서가 어떻게 변화되는지 시뮬레이션하기 위해 표 4와 같이 설정한다.

Table 4. Input time scheduling

Time (sec)	Emotional Stimulus	Number of Inputs
10	Anger(stab)	1
30	Happiness(pat)	6
36	Sadness(smacking)	3
65	Anger(stab)	3
70	Surprise(dropping)	1
100	Sadness(smacking)/Happiness(pat)	6/6
120	Fear(shaking)	10
130	Happiness(pat)	10

표 4는 캐릭터에 정서적 자극이 입력되는 상황을 나타낸다. 정서 변화 시뮬레이션은 총 200초 동안 이루어지며 지정된 시간에 지정된 정서 자극을 지정된 횟수만큼 입력한다. 이때 정서 자극은 1초 동안 1회만 입력할 수 있도록 한정한다. 예를 들어 10초에는 분노의 정서 자극에 해당하는 찌르기 입력을 한 번 입력

한다. 30초에는 행복의 정서 자극에 해당하는 쓰다듬기 입력을 1초에 1번씩 6회에 걸쳐 입력한다. 한편, 100초에는 12초 동안 때리기와 쓰다듬기를 한 번씩 번갈아 입력하여 총 쓰다듬기 6회와 때리기 6회를 입력한다. 시간에 따른 정서 자극 입력은 보다 정확한 시뮬레이션을 위해 표 2의 스케줄에 따라 자동으로 입력 되도록 설정하였다.

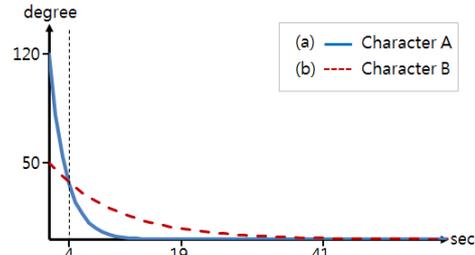


Figure 8. α and β Setting of two Characters

시뮬레이션을 위한 캐릭터는 두 가지 성격으로 설정하였다. 캐릭터 A는 다혈질로, 쉽게 정서를 표현하지만 금방 잊어버리도록 설정하였다. α 는 120으로, β 는 0.4로 설정하였고 이에 대한 그래프는 그림 8의 (a)와 같다. 이에 따라 120으로 시작하여 약 19초가 지나면 정서적 자극이 완전히 소멸되는 형태의 정서가 생성된다.

반면, 캐릭터 B는 내성적이고 마음에 담아두는 성격으로, 정서를 쉽게 표현하지는 않지만 한번 받은 정서적 자극을 오랫동안 유지하는 성격으로 설정하였다. 이를 위해 정서모듈의 식1의 α 는 50으로, β 는 0.1로 설정하였고 이에 따른 그래프는 그림 8의 (b)와 같다. 그래서 정서적 자극이 입력되면 정서의 크기가 50으로 시작하여 약 41초가 지나면 정서적 자극이 소멸되는 형태로 생성된다. 캐릭터 B의 경우 초기 값이 캐릭터 A보다 작다. 하지만 캐릭터 A의 정서가 급격히 감소하므로 약 4초가 지나면서부터는 캐릭터 B의 정서가 보다 오래 지속된다.

이러한 설정에 따라 두 가지 시뮬레이션을 한다. 첫 번째 시뮬레이션은 상황, 시간, 성격에 따른 정서의 차이에 대한 것으로 욕구가 없는 상태에서 캐릭터 A, B에 표 2의 입력이 주어졌을 때 정서 변화를 분석한다. 두 번째 시뮬레이션은 욕구가 정서에 어떤 영향을 주는지 확인하기 위한 것으로 첫 번째 시뮬레이션의 조건에서 욕구가 있을 경우 어떠한 차이가 발생하는지 분석한다.

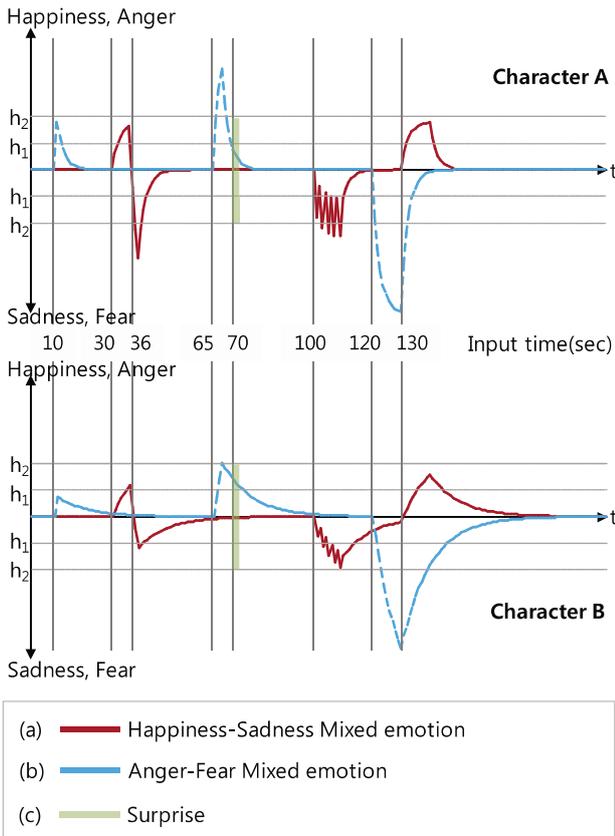


Figure 9. Emotion changing in Emotion Module according to input time schedule

그림 9는 첫 번째 시뮬레이션에 대한 것으로 추동 모듈에 욕구가 없을 때 정서 모듈에서 정서가 변화되는 것을 나타낸다. 먼저 10초에 분노에 대한 정서 자극이 1회 입력되면 캐릭터 A는 정서의 크기가 임계값 h_1 이 초과하여 분노에 대한 1단계의 외적 정서 표현을 한다. 반면 캐릭터 B는 정서의 크기가 임계값을 초과하지 못하여 내적 정서표현만을 한다. 이것은 다혈질로 설정된 캐릭터 A가 적은 횟수의 정서적 자극에도 쉽게 정서를 표현하는 반면 내성적으로 설정된 캐릭터 B는 일정 이상 자극을 받지 않는 이상 정서를 표현하지 않음을 의미한다.

30초에는 행복에 대한 정서 자극이 6초 동안 6회 입력되어 캐릭터 A와 B 모두 정서의 크기가 임계값 h_1 를 초과하여 행복에 대한 1단계의 외적 정서를 표현한다. 또한 36초에 슬픔에 대한 정서 자극이 3초 동안 3회 입력되어 캐릭터 A는 행복에 대한 외적 정서를 표현하다가 이어서 슬픔에 대한 외적 정서를 표현한다. 반면 캐릭터 B는 행복에 대한 외적 정서를 표현하다가 복합관계에 있는 행복과 슬픔 간의 상쇄에 의해 아무런 정서도 표현하지 않게 된다. 이는 다혈질인 캐

릭터 A는 정서의 기복이 심하지만 내성적인 캐릭터 B는 정서가 쉽게 변하지 않음을 의미한다.

65초에는 분노에 대한 정서 자극이 3초 동안 3회에 걸쳐 입력되어 캐릭터 A는 2단계의 외적 정서 표현을, 캐릭터 B는 1단계의 정서 표현을 한다. 70초에는 놀람에 대한 정서 자극이 입력되는데 방어기제인 제 2경로에 의해 기존에 유지되고 있던 분노에 대한 정서의 크기와는 무관하게 놀람에 대한 외적 정서를 즉각적으로 표현한다.

100초에는 복합 정서 관계에 있는 슬픔에 대한 정서 자극과 행복에 대한 정서 자극이 번갈아 입력되어 지그재그 모양의 정서가 생성된다. 캐릭터 A의 경우 처음 1회에만 정서의 크기가 임계값 h_1 을 초과하여 슬픔에 대한 외적 정서를 표현하지만 나머지 자극에 대해서는 모두 내적 정서를 표현한다. 반면 캐릭터 B는 내적 정서표현만을 번갈아가면서 표현한다.

120초에는 공포에 대한 정서 자극이 10초 동안 10회에 걸쳐 입력되고 이어서 130초에는 행복에 대한 정서 자극이 10초 동안 10회에 걸쳐 입력된다. 이에 대해선 캐릭터 A와 캐릭터 B가 유지시간만 다를 뿐 같은 식의 정서를 표현한다. 이는 일정 횟수 이상의 연속된 자극에는 성격과 상관없이 모두 비슷하게 반응함을 의미한다.

추동모듈은 욕구의 상태에 따라 정서의 민감도를 조정한다. 욕구의 크기가 일정 이상이 되면 쾌한 정서인 행복은 민감도가 떨어지고 불쾌한 정서인 분노, 슬픔, 공포는 민감도가 높아진다. 다음은 욕구가 있을 때 정서의 변화를 나타낸다.

그림 10은 두 번째 시뮬레이션으로 수면욕이 1, 식욕이 2일 때 정서변화를 나타낸다. 3.3절의 식3에 의해 불쾌 정서에 대한 $S_x(t)$ 는 1.5가 되고 쾌 정서에 대한 $S_x(t)$ 는 약 0.66이 된다. 그래서 분노, 슬픔, 공포에 대한 정서는 1.5배로 증폭되고 행복에 대한 정서는 약 0.66배로 감소하게 된다. 이로 인해 30초에 입력된 행복에 대한 정서적 자극에 대해 욕구가 없는 그림 9에선 두 캐릭터가 모두 2단계의 외적 정서를 표현하는 반면 욕구가 있는 그림 10에서는 1단계의 외적 정서 표현에 그친다. 또한 36초에 입력된 슬픔에 대한 정서 자극에 대해 그림 9에선 캐릭터 A만이 슬픔에 대한 정서를 표현했지만 그림 10에선 두 캐릭터가 모두 슬픔에 대한 정서를 표현한다.

100초에 입력된 슬픔과 행복의 반복된 정서 자극의 경우 그림 9에선 복합 관계에 의해 대부분 상쇄되어

외적으로 표현되지 않았지만 그림 10에선 불쾌한 정서인 슬픔이 증폭되어 두 캐릭터 모두 슬픔에 대한 외적 정서를 표현한다. 이렇듯 추동모듈에 의한 욕구에 따른 정서의 민감도 조절은 캐릭터의 정서 표현을 전반적으로 불쾌한 상태로 유도한다.

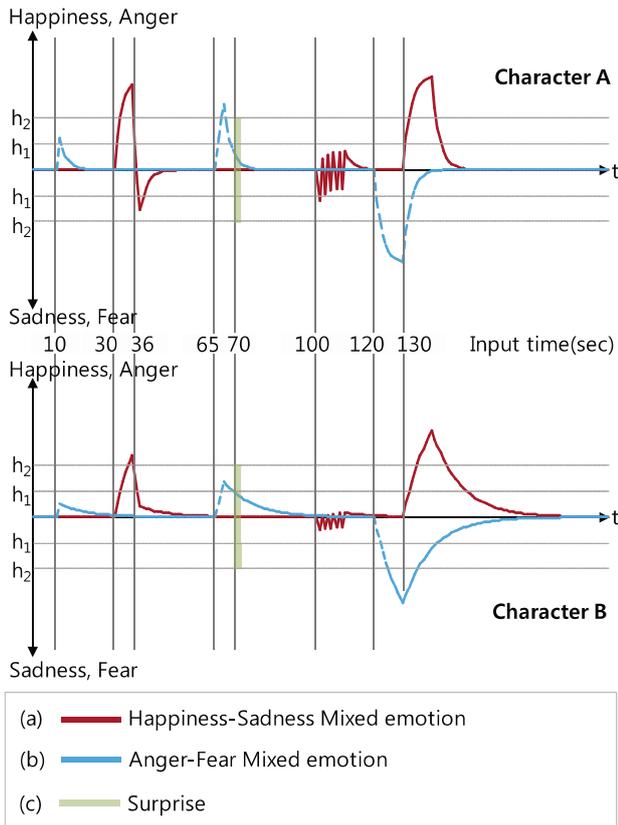


Figure 10. Emotion changing in Emotion Module with drives according to input time schedule

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 시간, 성격, 정서 간의 관계가 반영된 인공정서를 제안하고 설계하였다. 정서 자극에 대해 두 가지 경로를 통해 반응하도록 설계하였고, 시간, 성격, 정서 간의 관계에 따라 정서를 표현하기 위한 정서모듈을 설계하였다. 또한 내부 욕구에 의한 정서적 민감도를 반영하기 위한 추동모듈을 설계하였다. 이러한 인공정서를 인터랙티브 캐릭터에 탑재하였고, 스마트폰의 인터페이스를 통해 상호작용 가능하도록 개발하였다. 또한 실험을 통해 시간과 성격에 따른 정서 표현의 차이를 확인하였다.

스마트폰을 통해 인공정서를 가진 캐릭터를 구현한 것은 다음 두 가지 의의가 있다. 하나는 인공정서의

실제 구현이다. 이는 Cañamero가 언급한 로봇에 인공정서를 부여하는 연구로 인한 이점들을 얻게 해준다. 두 번째 의의는 인공정서의 개인화 가능성이다. 기존 인공정서 연구는 주로 로봇 형태의 플랫폼을 이용하여 왔기 때문에 개인에 대한 접근성이 떨어져 인공정서의 개인화가 어려웠다. 반면 스마트폰은 개인 미디어이기 때문에 개인과 인공정서 간의 양방향 상호작용이 수월하다. 이러한 점은 인공정서를 특정 개인에 특화시키는 것을 가능하게 해준다.

카툰 기반의 캐릭터는 사람과 달리 과장된 표정과 몸짓으로 보다 효과적인 정서 표현이 가능하다. 따라서 캐릭터의 정서 표현에 대한 연구가 병행된다면 캐릭터의 정서 전달 능력이 향상될 수 있을 것이다. 또한 본 논문에서는 캐릭터의 성격을 임의로 설정하였는데, 성격심리학을 근거로 캐릭터의 성격을 정의한다면 보다 다양하고 생동감 있는 정서 표현이 가능할 것으로 기대된다.

본 논문은 인공정서를 개발하고 인터랙티브 캐릭터를 통해 표현하는 데 목적을 두었기 때문에, 인공정서가 탑재됨으로써 얻게 되는 효용성에 대한 검증이 이루어지지 않았다. 따라서 기존의 단순한 행동 대응 정서표현을 보이는 Talking Tom Cat과 같은 인터랙티브 캐릭터 어플리케이션과 재미, 정서 전달력, 몰입도 등을 비교한다면 인공정서의 효용성을 검증할 수 있을 것이다.

REFERENCES

Banich, M. T. (2004). *Cognitive Neurosciences and Neuropsychology*, California: Wadsworth Publishing.

Bartneck, C. (2003). Interacting with an Embodied Emotional Character, *DPPI '03 Proceedings of the 2003 international conference on Designing pleasurable products and interfaces*, 55-60.

Bartneck, C., Reichenbach, J., & Breemen, A. V. (2004). In Your Face, Robot! The Influence of a Character's Embodiment on How Users Perceive Its Emotional Expressions, *Proceedings of the Design and Emotion*, 32-51.

Brezel, C. (2003). Emotion and sociable humanoid robots, *International Journal of Human-Computer Studies*, 59, 119-155.

Cañamero, L. & Fredslund, J. (2001). I show you how I

like you: Can you read it in my face? *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, Part A*, 31(5), 454-459.

Cañamero, L. (2005). Emotion understanding from the perspective of autonomous robots research, *Neural Networks*, 18, 445-455.

Clynes, D. M. (1977). *Sentics: The Touch of the Emotions*, Doubleday: Anchor Press.

Damasio, A. R., Grabowski, T. J., Bechara, A., Damasio, H., Ponto, L. B., Parvizi, J., & Hichwa, R. D. (2000). Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions, *Nature Neurosciences*, 3, 1049-1056.

Ekman, P. (1971). Constants across cultures in the face and emotion, *Journal of Personality and Social Psychology*, 18(2), 124-129.

Ekman, P. (1992). An argument for basic emotion. *Cognition and Emotion*, 6, 169-200.

Hull, C. L. (1943). *Principles of behavior*, New York: Simon & Schuster.

LeDoux, E. J. (1998). *The emotional brain : The mysterious underpinnings of emotional life*, New York: Simon & Schuster.

LeDoux, E. J. (2000). Emotion Ciurcuits in the Brain, *Annual Review of Neurosciences*, 23, 155-184.

Masahiro, M. (1970). The Uncanny Valley, *Energy*, 7(4), 33-35.

Picard, R. W. (2000). *Affective Computing*, Cambridge: The MIT Press.

Plutchik, R. (1980). *Emotion : A psychoevolutionary synthesis*, New York: Guilford.

Plutchik, R. (2000). *Emotions in the Practice of Psychotherapy*, Washinton, DC: American Psychological Association.

원고접수 : 2011.06.29

수정접수 : 2011.08.31

게재확정 : 2011.09.19