

에듀테인먼트 로봇을 위한 소리기반 사용자 감성추정과 성장형 감성 HRI시스템

Sound-based Emotion Estimation and Growing HRI System for an Edutainment Robot

김 종 철¹, 박 귀 홍¹

Kim Jong-Cheol¹, Park Kui-Hong¹

Abstract This paper presents the sound-based emotion estimation method and the growing HRI (human-robot interaction) system for a Mon-E robot. The method of emotion estimation uses the musical element based on the law of harmony and counterpoint. The emotion is estimated from sound using the information of musical elements which include chord, tempo, volume, harmonic and compass. In this paper, the estimated emotions display the standard 12 emotions including Eckman's 6 emotions (anger, disgust, fear, happiness, sadness, surprise) and the opposite 6 emotions (calmness, love, confidence, unhappiness, gladness, comfortableness) of those. The growing HRI system analyzes sensing information, estimated emotion and service log in an edutainment robot. So, it commands the behavior of the robot. The growing HRI system consists of the emotion client and the emotion server. The emotion client estimates the emotion from sound. This client not only transmits the estimated emotion and sensing information to the emotion server but also delivers response coming from the emotion server to the main program of the robot. The emotion server not only updates the rule table of HRI using information transmitted from the emotion client and but also transmits the response of the HRI to the emotion client. The proposed system was applied to a Mon-E robot and can supply friendly HRI service to users.

Keywords : Small Face Detection, Mean-shift, Omega Shape Detection, Human Robot Interaction

1. 서론

최근 산업의 발달과 소득수준의 향상과 더불어 산업사회에서 지식기반사회로, 지식기반사회에서 감성기반사회로 급격히 발전함에 따라 로봇은 단순히 대량생산과 노동 대체의 수단에서 인간과 공존하고, 다양한 기식을 전달해 주면서 인간과 상호작용이 가능한 유익한 서비스를 제공 하도록 진화하고 있다.

인간과 공존하는 서비스로봇에서 중요시되고, 주목받고 있는 로봇의 핵심기능이 인간과 로봇 사이의 상호작용성 (HRI, Human Robot Interaction) 이다. 근래에 인간과 로봇사이의 상호작용에 대한연구가 활발하게 진행되고 있다^[1-3].

이러한 연구 중에는 감정을 표현하고, 인지하는 방법, 언어로 상호 대화하는 방법, 상황으로부터 인식하거나 학습하는 방법, 사회적 관계를 구성하고 유지해가는 방법, 개성과 성격특질을 나타내는 방법 등의 인간의 사회적 특징을 기반으로 한연구들이 주로 이루어 지고 있다.

최근에 사용자의 목적에 따라 인간, 동물 혹은 가상캐릭터를 닮은 형태를 지닌 로봇이 살아있다고 느낄 수 있는 감성기반의 시각, 소리, 모션, 촉각을 이용한 감성HRI기술로 확대되어 활발히연구되고 있다^[4]. 연구되어 온 감성 HRI 기술들은 감성생성과 행동표현을 하나의 모델로 정의한 감성모델 혹은 행동모델을 정의하였고, 로봇의 표현 가능한 감정을 주로 Eckman의 6정서^[5]로 도입하였다. 또 일시적인 자극과누적된 반응에 대응가능 하도록 내부 행동 생성 메커니즘을 제안하기도 하였다^[6,7]. 감성HRI 기술을 구현하기 위해서 로봇에필요한 요소들은 다음과 같다. 우

Received: Sep. 23, 2009; Reviewed: Nov. 16, 2009; Accepted: Jan. 14, 2010

※ 본 연구는 지식경제부 선업원천기술개발사업 지능형로봇분야 과제 지원으로 수행되었음.

¹ KT 중앙연구소 Exploration담당 선임연구원

선 인간과 의사소통이 가능한 정형화된 방법이 존재해야 하고, 현재의 상황을 인지하거나 학습이 가능해야 하고, 인간의 감정을 이해하고, 로봇 자신의 감정을 표현할 수 있어야 한다. 또 이동이나 모션으로 행동을 자연스럽게 표현할 수 있어야 한다. 무엇보다도 다른 HRI과 구별되는 특징을 보여 줄 수 있어야 한다.

근래에 로봇에서 HRI를 표현하기 위해서 가장 직접적인 방법으로 인간의 감정이나 상황을 인식하기 위한 기술들이 활발히 연구되고 있다^[9-11]. 로봇에 부착된 카메라로부터 들어온 영상을 이용한 얼굴표정으로 사람의 감정을 인식하는 기술, 사용자의 신체에 센서를 부착하여 생체신호로부터 사람의 감정을 인식하는 기술, 로봇에 탑재된 마이크로 들어온 음성을 이용하여 사용자의 감정을 추정하는 기술들이 있다. 영상에서 얼굴표정 인식을 이용한 감정추정 기술은 카메라의 한정된 시각에 제약을 받고, 환경의 밝기에 의존적이며, 미묘하게 변화하는 다양한 얼굴표정을 인식하는데 제약이 있다. 또 생체신호를 사용하기 위해서는 별도의 센서를 부착하는 것 자체가 사용자에게 번거롭고, 센서 비용도 고려되어야 한다. 비교적 제약조건이 적고 쉽게 정보를 획득할 수 있다는 장점 때문에 음성신호를 이용한 감정추정 기술이 보다 더 활발하게 연구가 진행 중이다 [8]. 종래의 소리기반의 감성인식기술은 화자의 연령, 성별, 지역사투리와 발음 형태 등의 개인 편차가 심하여 그 신뢰성이 낮은 문제점들이 있었다.

본 논문에서는 유아용 네트워크 로봇을 위한 소리기반 사용자 감성추정 엔진과 성장형 인간-로봇 상호작용 표현을 위한 감성 HRI 시스템을 제안한다. 로봇에 탑재된 마이크를 이용하여 소리기반으로 한 음악적 구성요소인 화음, 템포, 볼륨, 배음과 음역 정보를 이용하여 화성법과 대위법을 적용함으로써 사용자의 감성을 추정한다. 추정된 감성은 Eckman의 6감성과 이것에 대비되는 6감성을 더하여 표준 12감성으로 표시된다. 성장형 감성 HRI 시스템은 로봇으로부터 수집한 센싱 정보, 사용자 감성 정보, 서비스 이용 정보를 분석하여 로봇이 사용자에게 행동을 표현하고, 사용자의 반응을 분석한 후 다시 반응케 하는 시스템이다. 또 성장형 감성 HRI 시스템은 로봇단말에 탑재되어 사용자 감성추정엔진과 각종센싱정보를 서버로 전송하고, 서버에서 온 응답을 처리하는 역할을 담당하는 감성 클라이언트와 감성 클라이언트로부터 전달받은 정보를 이용하여 감성인터랙션을 성장시키고, 결정하는 감성서버로 나누어진다. 제안된 본 시스템은 유아용 에듀테인먼트 풍이 로봇에 적용되었고, 사용자에게 보다 친화적인 맞춤형 서비스를 효과적으로 제공 할 수 있도록 구현되었다.

2장에서는소리에 기반한 사용자 감성추정 엔진에 대해

여 소개한다. 먼저 추정할 감성을분류하고, 분류된 감성에 대한 추정 알고리즘을 설명한다. 3장에서는 감성 클라이언트와 감성서버로 구분된 성장형 감성 HRI 시스템에 대해서 소개한다. 특히 성장형 인터랙션은 ARR (Action-Reaction-Reaction) 알고리즘에 의해 조절된다. 4장에서는 제안한 감성추정 알고리즘의 검증 결과와 HRI 시스템에 대한 구현결과를 보여준다. 마지막으로 결론에서 제안된 시스템을 유아용 로봇에 적용 결과를 요약하도록 한다.

2. 소리기반 사용자 감성추정 엔진

소리기반 사용자 감성추정 엔진은 화성법과 대위법을 기반으로 한 음악적 구성요소인 화음, 템포, 볼륨, 배음과 음역 정보를 이용하여 화자의 감성을 추정한다. 화자의 감성을 추정하기에 앞서 화자의 감성을 정의하고 분류한 후에 추정엔진에 대해서 설명한다. 화성법이란 여러음들의 주파수 관계에 따라 달라지는 화음을 체계화한 것이고, 대위법은 선율을 목적에 맞게 배역하는 방법을 체계화한 것이다.

2.1 감성의 분류

인간의 감정은 여러가지로 분류되지만 주로 사용되는 Eckman에 의하면, 행복, 슬픔, 혐오, 놀라움, 분노, 두려움의 6가지 감정으로 나누어진다. 하모니칼라의 감성분류법에 의하면, 위에서 긍정적인 감정이 ‘행복’ 하나뿐이고, 나머지는 부정적인 이미지라 하여, ‘행복’을 화목, 기쁨, 사랑, 편함 여유, 자신감으로 세분화 시키고, 혐오와 분노를 무관심과 분노로 대치하였다. 이와 같이 정의된 감성을 화목 ↔ 고독, 기쁨 ↔ 슬픔, 사랑 ↔ 무관심, 편함 ↔ 놀람, 여유 ↔ 긴장, 두려움 ↔ 자신감으로 대치시키고 12감성으로 분류된다. 또 그림 1과 같이 정적, 동적인 느낌과 밝음, 어두움의 느낌을 기준으로 하위 12감성을 3단계로 추가하여 전부 48가지의 감성으로 분류하였다.

48가지 하모니감성표는 감성정보와 화음코드정보를 매핑하여 유사성과 대비되는 구조로도 설명되어진다. 그림 2(a)는 분류된 하모니감성표 48감성을 보여준다. 그림 2(b)는 48감성에서 Eckman의 6감성과 대칭되는 6감성을 배치한 그림을 보여준다.

그리고 감성에 해당하는 색깔은 색채공학에서 설명하고 있는 색과 감성의 느낌을 매핑한 그림이다. 이와 같이 본 논문에서 사용하는 12 감성은 사랑 ↔ 혐오, 기쁨 ↔ 슬픔, 행복 ↔ 불행, 자신감 ↔ 두려움, 편함 ↔ 놀람, 여유 ↔ 분노로 분류되어 진다.

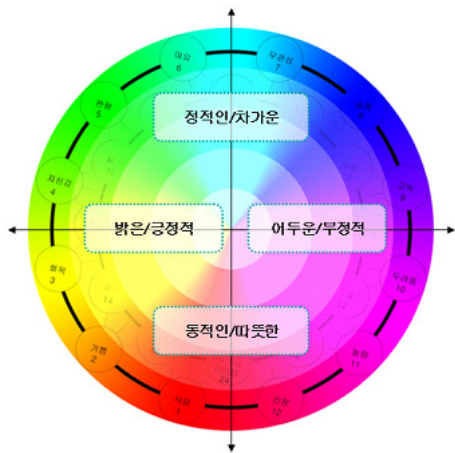
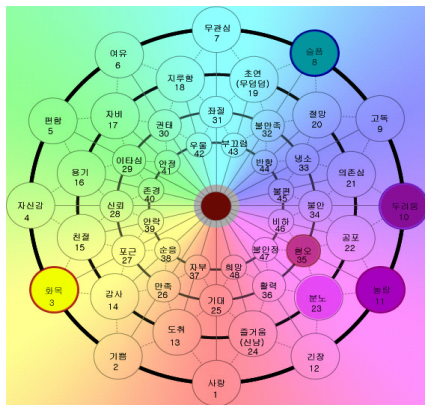
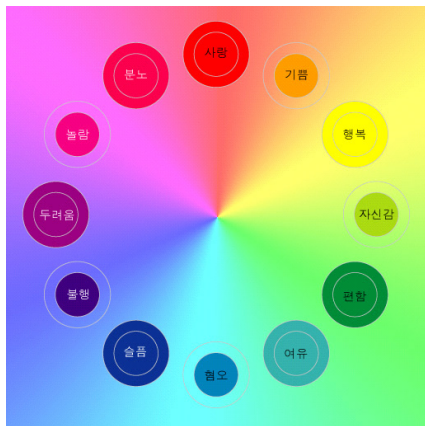


그림 1 하모니감성분류법에 의한 감성의 배치특성



(a) 하모니감성표의 48감성



(b) 제안된 12감성

그림 2 하모니감성표의 48감성과 제안된 12감성

2.2 감성추정엔진

감성추정엔진(HVE Engine: Harmony Voice Emotion)은 목소리에서 피치와 배음들의 구조 변화를 음악적으로 분

석하여 전문가가 분석한 기본DB와 비교하여 화자의 감성 상태를 추정하는 감성인식 엔진이다. 그리고 화자의 목소리에 대한 특성을 사전에 분석한 화자 특성DB가 있다면 전문가 기본 DB와 비교하여 감성을 보다 정확하게 추정할 수도 있다. 전문가 기본 DB는 소리의 화성 및 선율 등 음악적 분석에 의한 감성언어로의 매핑 정보를 저장하고 있다. 이러한 정보는 클래식과 대중음악 전문가 12인의 작곡 습관을 설문으로 DB화 한 것이다. 그림 2의 (a)는 전문가 기본 DB에 하모니칼라 감성 48가지를 매핑한 예를 보여주고 있다.

HVE 엔진으로 로봇환경에서 수집되는 음향을 분석하여 감성을 추정하는 절차는 그림 3에서 보이는 바와 같다. 먼저 음성을 포함한 음향이 입력되면 음성의 화음으로 감성을 추출하고 블록으로 나눈다. 나뉜 블록에서 템포를 추출하여 감성을 추출하고 다시 블록에서 음성의 볼륨으로 감성을 추출한다. 이 단계를 거쳐 구한 값을 통해서 다시 음정, 템포, 볼륨의 변화량을 계산하여 감성을 추출하여 변화량에 대한 파형으로 감성을 추출한다. 마지막으로 홀수, 짝수의 배음구조와 고음, 저음의 음역대를 동시에 고려하여 감성별 가중치를 적용한다. 각 단계별 정보에 대한 감성별 가중치는 화음, 템포, 볼륨과 그 변화량 그리고 배음구조 및 음역대 데이터 정보의 분포에 따라서 음악적 전문가들이 감성별로 수치화하여 적용한 것으로 특정 감성에 비중을 두고 추출하는 것은 아니다.

이러한 단계를 거쳐 12감성 중에서 해당 음향에 존재하는 감성을 결정한다. 이 감성은 백분율(%)로 표시되며, 모든 감성의 합은 100%가 된다. 이중 가장 큰 백분율을 차지하는 감성을 최종 대표 감성으로 선택한다.

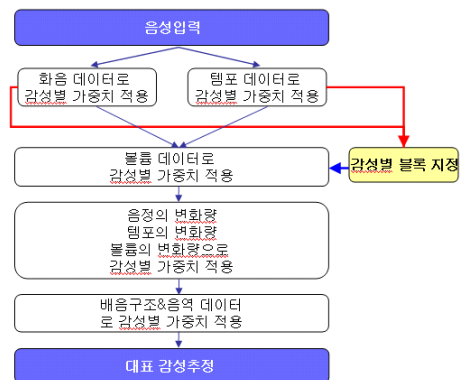


그림 3 감성추정 알고리즘 구조

3. 성장형 감성HRI시스템

성장형 감성 HRI 시스템은 로봇으로부터 수집한 센싱

정보, 사용자 감성 정보, 서비스 이용 정보를 분석하여 로봇이 사용자에게 행동을 표현하고, 사용자의 반응을 분석한 후 다시 반응케 하는 시스템이다. 성장형 감성HRI시스템은 감성 클라이언트와 감성 서버로 나누어 진다. 이런 감성HRI 시스템은 그림 4에서 보이는 바와 같이 몽이로봇의 HRI 감성모델에서 성장형 감성알고리즘으로 구동되는 시스템이다.

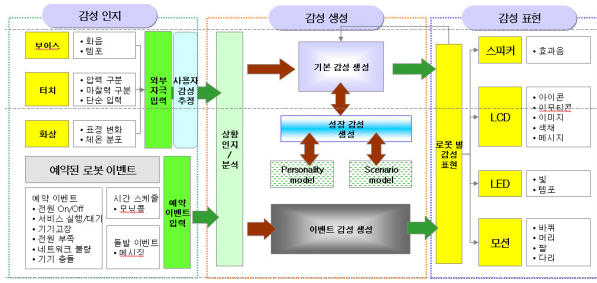


그림 4 몽이 로봇의 HRI 감성모델

3.1 감성 클라이언트

감성 클라이언트는 몽이 로봇단말에 탑재되어 감성추정 (HVE) 엔진을 이용하여 음성데이터를 분석하여 감성데이터를 추출한 후 이를 각종 환경정보 (터치, 콘텐츠, 사용내역, 센서 정보 등)와 함께 감성 서버로 전송한다. 또 서버로부터 해당 데이터에 대한 적절한 응답이 왔을 경우 그에 대한 명령을 로봇 하드웨어에 전달한다. 그림 5는 몽이 로봇의 감성 클라이언트 시스템의 구조를 보여준다. RESE (Robot Emotion System Environment) Client 프로그램은 robot main 어플리케이션에 하나의 프로그램으로 동작하고, HVE 엔진과 각종 센서로부터 들어오는 Environment data 수집기 역할을 하게 된다. 또 감성 서버와 통신을 담당하게 되고, HREI (Human Robot Emotion Interaction) 명령을 감성서버로부터 입력받아 로봇 메인 어플리케이션에

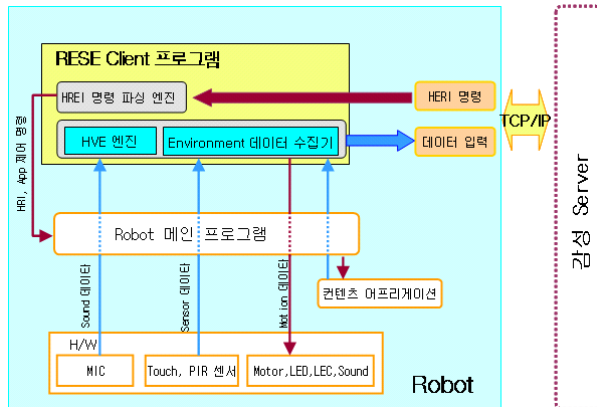


그림 5 감성 클라이언트 구성도

전달한다. HVE로부터 추정된 사용자 감성추정 결과와 환경 데이터들을 data input으로 감성 서버에 전달하여, 성장형 감성 HRI 생성에 이용케 한다. 몽이 로봇의 감성 클라이언트와 서버간의 통신 프로토콜은 TCP/IP를 사용한다.

3.2 감성 서버

감성 서버는 감성 클라이언트로부터 수신한 사용자 감성 데이터 및 각종 환경 데이터를 DB (Data Base)화 하여 이를 분석하고 그것을 바탕으로 최적의 반응 코드를 유추하여 감성 클라이언트로 전송한다. 그림 6은 감성 서버 시스템의 구조를 보여준다. HRI (Human Robot Interaction) 프로세서는 감성 클라이언트에서 온 User Action data 정보를 ARR Sync DB에 넘겨주고, 표준감성 table이나 Reaction code table의 코드값을 피드백 받아서 다시 감성 클라이언트에 전달한다. 표준감성 table은 앞서 추정된 사용자 감성 12가지에 대한 로봇행동을 정의한 테이블이고, Reaction code table 은 사용자의 액션에 대한 로봇의 리액션을 정의한 테이블이다.

또 성장형 감성HRI 표현을 위해서 ARR Processor는 ARR Data Base에서 사용자와 로봇의 인터랙션 정보를 받아서 감성성장과 ARR 엔진으로 정보를 업데이트하고 DB에 저장한다. ARR Engine은 감성성장 알고리즘에 의거하여 ARR Sync DB 및 ARR Sync Chain DB를 관리하는 엔진이다. ARR알고리즘은 사용자의 행동에서 로봇 클라이언트로부터 입력 되는 데이터를 Action으로 보고 그에 따라서 선택된 출력 데이터를 로봇 서버 측에서 Reaction을 보낸다. 출력 데이터가 보내진 이후 로봇 클라이언트에서 다시 되돌아오는 데이터를 클라이언트 측의 Reaction으로 보고 그에 대한 데이터의 서버측 Reaction의 확률을 조절하는 알고리즘이다.

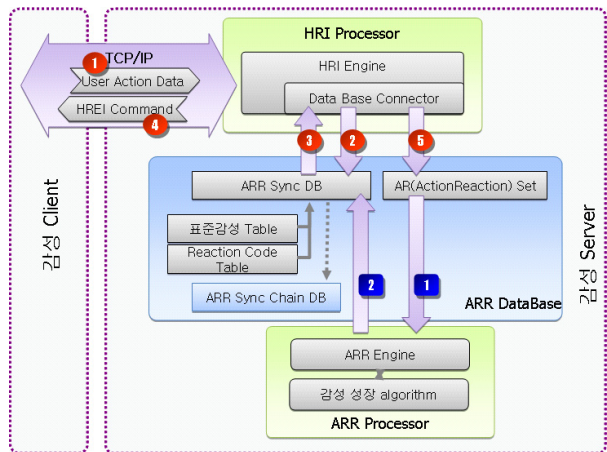


그림 6 감성 서버 구성도

그림 7은 ARR 구성도를 보여준다. ARR 알고리즘은 Action(User)-Reaction(Robot) - Reaction (User)의 최소 3개의 데이터가 있을 때 동작한다. ARR 알고리즘에 의해서 분석되는 데이터의 순서는 다음과 같다. 먼저 하나의 데이터가 수신 되었을 때 해당 데이터가 이전 로봇의 반응 코드와 연관성이 있는 지를 연관성 검토 엔진에 의해서 분석하게 된다. 분석된 결과가 연관성이 있다고 판단 될 경우 해당 데이터는 다시 긍정성 검토 엔진에 의해서 해당 데이터의 긍정률을 산출 하게 되며 분석된 긍정률 데이터는 이전 사용자 액션에 대한 로봇의 반응코드간의 SynchroList에 반영이 되게 된다. 여기서 SynchroList란하나의 사용자 액션에 대해서 반응할 수 있는 로봇의 반응 코드들 간의 연동률을 나타내는 것으로서 해당 연동률은 사용자 액션에 대해서 반응코드를 무작위로 추출 할 때에 가중치로서 적용된다. 사용자의 액션에 대한 로봇의 특정 반응코드에 대해서 사용자가 반복적으로 긍정의 반응을 보일 경우 로봇은 점차적으로 해당 액션에 대해서 해당 반응을 좀더 많은 빈도수로 나타내게 되므로 이는 사용자 입장에서 로봇이 사용자에 맞춰 성장하는 것으로 보이게 된다.

그림 8은 ARR SynchroList에 대한 구조를 보여준다. 액

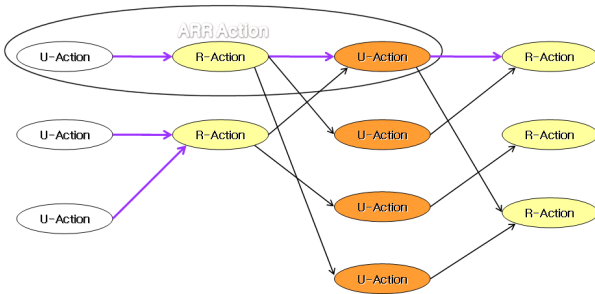


그림 7 ARR 구성도

액션 코드값 (Action Code)	인덱스 (Index)	싱크로값 (Synchro)	리액션 코드값 (Reaction Code)
1	1	10.0%	1
1	2	11.0%	2
1	3	20.1%	3
1	4	2.0%	4
1	5	0.0%	5
1	6	1.0%	6
1	7	30.0%	7
2	8	12.2%	1
2	9	0.3%	2
2	10	7.9%	3
2	11	22.4%	4
2	12	19.0%	5
2	13	0.2%	6
2	14	0.1%	7

그림 8 ARR SynchroList 구성도

션 코드값 (Action Code)은 사용자가 로봇에게 하는 행동을 사전에 설정해 놓은 코드이고, 리액션 코드값 (Reaction code)은 로봇이 사용자에게 반응하는 행동을 사전에 설정해 놓은 코드이고, 싱크로값 (Synchro)은 사용자의 액션에 대한 로봇의 리액션을 나타내는 확률적 가중치이다. 여기서, 확률적 가중치가 높은 필드의 해당 리액션 코드값이 선택될 가능성이 높은 것이다.

예로서, 로봇은 사용자로부터 양쪽 등쪽에 위치한 터치 센서 입력을 받게 되면 구연동화, 사물카드, 게임서비스 중 하나는 추천하는 기능이 탑재되어 있다. 여기서 action code값은 touch sensor의 입력값이 되고, reaction code값은 구연동화, 사물카드, 게임 서비스 값이 된다. 처음의 싱크로값은 3가지 서비스가 33.3%로 각각 할당되지만, 구연동화 서비스 추천 시에 사용자가 수락하는 머리버튼을 누르면 해당 싱크로값은 10%로씩 증가하게 되고, 총 싱크로값은 100%를 유지하기 위해서 나머지 싱크로값들은 그 만큼 감소하게 된다. 이후에 다시 터치센서 입력에 구연동화는 36.6%, 사물카드와 게임서비스는 31.7% 확률비율로 반영되어 서비스 추천을 하게 된다.

4. 구현결과

성장형 감성추정엔진과 감성HRI 시스템은 몽이 로봇에 탑재되고 적용되었다. 몽이 로봇은 유아용 에듀테인먼트 감성형 로봇이다. 그림 9에 보이는 바와 같이 몽이 (Mon-E) 로봇은 ARM9 CPU에 임베디드 리눅스의 OS를 사용하고, 무선랜과 3.5인치의 LCD를 탑재하고 있다. 목을 상하/좌우로 움직일 수 있고, 이동도 가능하다. 또 유아용으로 인터페이스 능력을 향상시키기 위해서 RFID 리더기를 탑재하고 RFID 카드를 갖다대면 행동 콘텐츠나 서비스가 가능하도록 구현되었다.

본 논문에서 제안한 감성추정엔진의 정확도를 평가하기 위하여 일반인을 대상으로 직접 실험하여 평가하였다. 2007년 광주 비엔날레행사 기간 중에 실험하였다. 실험환경으로 가로와 세로 4미터 공간에서 주변이 조용한 가운



그림 9 유아용 에듀테인먼트 몽이 로봇

데 노이즈는 최소화하여 일반 오디오 마이크를 사용하여 마이크에서 30cm 거리 이내에서 소리를 녹음하였다. 이용자는 목소리에 대한 감정을 실어서 말하게 하고, 그 감정에 대한 엔진의 표현이 맞는지를 질문하여 그 답변을 정리하였다. 실험에 대한 결과는 그림 10과 같다. 구체적인 결과는 표 1에서 보여준다. 남녀 각각에 대한 응답자수와 백분율을 표시하였고, 전체 대상자 989명의 실험에서 감성추정엔진에 대한 긍정적 답변은 약 63.8% 이상이고, 추정 감정이 틀리거나 모름이라고 한 답변은 각각 14.4%, 21.8% 정도이다.

사람의 감성을 객관적이고 정량적으로 평가하는 것이 어렵고, 답변하는 사람들의 심리적요소도 포함되어 있으므로 실험결과에서 긍정적 답변에 의미를 부여할 수 있겠다.

그림 11에서는 몽이 로봇에서 HVE엔진으로 추정한 12 감성과 감성에 따른 표정아이콘으로 그 결과를 몽이로봇의 LCD화면으로 실시간으로 보여주는 그림을 보여준다. 그리고, 성장형 감성 HRI시스템은 ARR 알고리즘으로 로봇 감성 성장분화를 3단계로 구분하여 사용자와의 인터랙션의 증가에 따른 로봇의 반응이 구체화 되도록 구축되었다. 또 감성서버와 통신에 의해서 성장단계별 HRI 변화가 가능하도록 하였다. 로봇 감성성장은 1단계로 긍정적 감성과 과 부정적 감성이 각각 하나로 된 기쁨과 슬픔 2감성

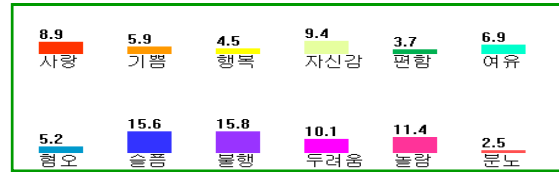


그림 11 몽이 로봇에서의 감성추정 화면

만을 추정하고 표현하는 단계이다. 감성Client에서 HVE엔진이 기쁨과 슬픔 2감성만 추정하고, 로봇 입력에 따른 사전에 예약된 행동만 하게된다. 2단계는 1단계에서 행복, 불행, 사랑, 혐오가 추가된 긍정과 부정적 감성이 각각3개로 된 6감성을 추정하고, 표현할 수 있는 단계이다. 로봇 입력에 따른 reaction 행동을 1회 하게된다. 3단계는 2단계에서 편안, 두려움, 여유, 놀람, 자신감, 분노가 추가된 긍정과 부정이 각각 6개로 된 12감성을 추정하고, 표현가능한 단계이다. 로봇 reaction 행동은 2회 반복하게 되고, 로봇의 모션시에 LCDP 표정과 효과음을 동시에 표현한다. 로봇의 단계별 성장은 1주일 동안사용한 서비스의 회수와 사용 시간을 기준으로 결정된다.

5. 결론

논문에서는 소리기반 사용자 감성추정 엔진과 성장형 감성HRI 시스템을 소개하였다. 감성추정엔진은 자체의 정확도에 의존하기보다는 로봇과 사람과의 상호작용에서 감성적 요소를 추가하여 로봇이 사용자의 반응에 다양하고 구체적인 행동을 보임으로써 보다 지능적이고, 사용자 맞춤형 서비스가 가능하도록 초점을 맞추었다. 성장형 감성 HRI시스템은 사용자들의 장기적인 사용 빈도를 분석하여ARR synchrolist의 확률 증감률을 변동시킬 필요가 있고, 향후에 이것에 대한 실험적 분석과 로봇자체의 감성변화와 결합된 다양한 입력에 대한유연한 HRI 성장시스템으로 발전시켜 나갈 것이다.

제한된 감성추정엔진과 감성HRI 시스템은 실제 몽이 로봇에 적용되어 다양하고 재미있는 서비스로 사용자에게 능동적인 서비스의 가능성을 보여 주었다.

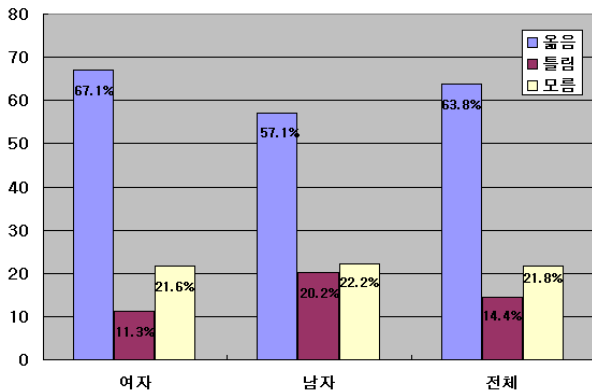


그림 10 HVE 감성추정 실험 결과

표 1 HVE 감성추정 실험 결과표

	여 자		남 자		합 계	
	응답자수	백분율	응답자수	백분율	응답자수	백분율
맞 음	443 명	67.1 %	188 명	57.1 %	631 명	63.8 %
틀 림	74 명	11.3 %	68 명	20.7 %	142 명	14.4 %
모 림	143 명	21.6 %	73 명	22.2 %	216 명	21.8 %

참고문헌

[1] Fong, I. Nourbakhsh, and K. Dautenhahn, "A Survey of Social Interactive Robotics: Concepts, Design, and

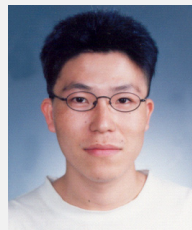
- Applications”, CMU-RI_TR-025-29, 2002.
- [2] C. Breazeal, “Social Interaction in HRI: The Robot View”, IEEE Trans. On Systems, Man, and Cyber-Part C., Vol.34, No.2, pp.181-185, 2004.
- [3] T. Shibata, T. Tashima and K. Tanie, “Emergence of Emotional Behavior through Physical Interaction between Human and Robot”, In Proc. of IEEE Int'l. on Robotics and Automation, USA, pp.2868-2873, May, 1999.
- [4] R.C. Arkim, M. Fujita, T. Takagi, and R. Hasegawa, “An Ethological and Emotional basis for Human-robot Interaction”, Robotics and Autonomous Systems, Vol.42, pp.191-201, 2003.
- [5] Yo-Chan Kim, Hyuk-Tae Kwon, Wan-Chul Yoon, Jong-Cheol Kim, “Designing Emotional and Interactive Behaviors for an Entertainment Robot”, Proc. of Int'l Conf. on Human Computer Interaction, LNCS 5611. pp.321-330, 2009.
- [6] 이태근, 이동욱, 소병욱, 이호길, “인간 친화적 상호작용을 위한 안드로이드 로봇의 감성 시스템”, Proc. Of KFIS Spring Conf., Vol.17, pp.95-98, 2007.
- [7] 김형록, 김영민, 박종찬, 박경숙, 강태운, 권동수, “서비스 로봇을 위한 리액티브 감성 생성 모델”, 로봇공학회 논문지, 제2권, 제2호, 2007.
- [8] P. Eckman and W. V. Friesen, “Facial Action Coding System/Investigator’s Guide”, Consulting Psychologists Press, 1978.
- [9] 문병현, 심귀보, “음성신호에 기반한 엔터테인먼트 로봇 감성 표현 시스템”, Proc. of KIIS Fall Conf., Vol.18, No.2, 2008.
- [10] 박천수, 류정우, 손주찬, “로봇 감성 기술”, 전자통신동향분석, 제22권, 제2호, pp.1-9, 2007.
- [11] 박면웅, 안승민, 하성도, 정도연, 류인균, “감정 및 정서상태 전이를 위한 감성 콘텐츠 추천 시스템 개발”, 감성과학, Vol.10, No.1, pp.1-11, 3, 2007.



김 종 철

2000 창원대학교 제어계측공학과(학사)
 2002 포항공과대학교 전자전기공학전공(석사)
 2007 Keio Univ. Integrated Design Engineering(Ph.D)

2007~현재 KT 중앙연구소 선임연구원
 관심분야: 지능로봇, 인간로봇상호작용, 로봇감성 기술, 로봇비전, 지능제어



박 귀 홍

1997 한양대학교 전자공학과(학사)
 1999 한국과학기술원 전기및전자공학과(석사)
 2004 한국과학기술원 전기및전자공학과(박사)

2004.5~2005.4 호주 Griffith 대학 Post. Doc.
 2005.12~현재 KT 중앙연구소 선임연구원
 관심분야: 지능로봇, 로봇제어, 기계학습