

인간의 공감 측정에 대한 기술 및 활용방안

진정아*, 김선우*, 최연성*

An approach to utilize human empathy measurement

Jung-A Jin*, Sun-Woo Kim*, Yeon-Sung Choi*

요약 다른 사람이 차 문에 손가락을 찢는 것을 보면 마치 내게 일어난 일처럼 움찔하지 않는가? 소설을 읽고 감정을 느끼는 것은 왜일까? 이는 공감하기 때문이다. 공감이란 “다른 사람이 느끼는 감정을 목격하거나 기대하는 순간에 정서적으로 반응하는 것”이다. 즉, 공감은 함께 느끼는 것이다. 본 논문에서는 이러한 공감을 측정하는 방법에 대해서 기술하고자 한다. 사람의 감정을 측정하는 것은 쉽지가 않다. 사람들이 소통하는 방식이 다양하기 때문이다. 사람마다 공감을 표현하는 것과 느끼는 감정이 다 다르기 때문에 다양한 방법의 데이터 분석이 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 짧은 단위(1초 단위: 응, 좋아, 아하 등)의 음성과 Head Nodding을 이용한 새로운 공감 측정방법을 제안하려고 한다.

Abstract When another person is injured finger in the car door do you know that feeling? Do you feel the emotion reading a novel? How do you feel the emotion of other person? This is due to empathy. Empathy is feel emotion or react emotionally of other person. Empathy is feel together. In this paper, we are going to describe how to measure these empathy. Before you begin, it is not easy to measure human empathy. The reason is that humans have communications system is diverse. Because it is different feel and be expressed sympathy for each person, is required various data analysis. In this paper, we proposed a new method to utilize Head Nodding and a short speech units (1sec : A-ha, Yes, Good etc.).

Key Words : Empathy, Head Nodding, Speech, Sensor, Sociometer

1. 서론

공감이라는 개념은 19세기 말 독어에서 처음으로 나왔는데, ein(안에)과 fühlen(느끼다)이 결합된 말로, ‘들어가서 느끼다’라는 의미로 사용되었다. 즉, 공감은 상대방의 감정을 이해하고 느끼며 소통하는 능력이라 할 수 있다. 이러한 인간의 공감 능력과 큰 상관관계를 지니고 있는 것은 모방(imitation)이다. 모방은 대화중에 웃음을 짓고 감탄하며 고개를 끄덕이면서 반사적으로 상대의 행동을 따라하는 것인데, 이러한 모방이 공감 능력과 큰 상관관계를 지니는 것은 공감을 표시하는 효과적인 방법이 다른 사람의 얼굴표정이나 몸짓을 그대로 따라하는 것이기 때문이다. 여기서 흥미로운

사실은 사람과의 관계에서 영향력을 표현할 때 모방은 크게 작용한다.[1] 예를 들어 대학교 강의 중 고개를 끄덕이면서 이해한다는 제스처나 감탄사를 취하는 학생들을 볼 수 있을 것이다. 이와 같이 우리는 상대방 말에 공감했을 때 공감표현을 한다. 즉, 교수의 강의는 학생들에게 큰 영향력을 표현했다고 볼 수 있다. 그러나 지금까지 공감을 측정하는 소시오미터 구현의 연구는 없었다. 그래서 본 논문에서는 이러한 공감 측정에 대한 방법을 제안하고자 한다. 시작에 앞서 인간의 공감을 측정하는 일은 쉽지 않았다. 그 이유는 인간이 갖고 있는 의사전달방식이 많기 때문이다. 그래서 이러한 광범위한 인간의 공감 측정을 기존 공감시스템을 활용하여 다음과 같은 방법으로 제시하려 한다. 첫 번

*Corresponding Author : Division of Information Communication, Kunsan National University(yschoi@kunsan.ac.kr)
 Received January 29, 2016 Revised February 3, 2016 Accepted February 10, 2016

짧은 단위(1초 단위 : ‘응!’, ‘좋아’, ‘아하!’ 등)의 음성을 측정하여 다른 사람의 공감신호가 서로에게 끼치는 영향이 얼마나 되는지를 파악한다. 두 번째 말의 효과를 더할 수 있는 Head Nodding이 발생했을 때 어떤 변화가 있는지 측정한다. 본 논문에서는 이러한 인간의 공감 측정을 위한 소시오미터를 구현하기 위해 기존 공감시스템을 활용한 방법들을 사용하여 인간의 공감을 측정하려고 한다. 2장에서 다른 연구사례에서는 인간의 공감능력이 어떻게 작용했는지 어떤 결과를 초래했는지에 대해 설명한다. 3장에서는 음성과 센서를 활용하여 어떻게 공감능력시스템을 분석할 것인지 구체적인 방법들을 제시한다. 4장에서는 기존실험과 제안실험대한 분석과 향후방향에 대해 설명하고 5장에서 결론으로 마무리한다.

2. 관련연구

본 논문에서는 인간의 공감을 측정하는 사례연구는 모방을 미러링으로 표현하였다. 사례연구에서의 미러링 측정은 인간의 사회적인 신호는 어떻게 이루어지고 있는지에 대한 것이다. 본 사례연구는 MIT대학에서 데이터를 분석한 것이다. 데이터를 분석하기 위해 인사부 면접관 두 명을 놓고 같은 대학의 학생들을 대상으로 질문지를 선택하여 질문을 차례로 답하게 한다. 질문에 답하는 동안 이상황을 영상으로 녹화하고 관찰하였다.[2]

2.1. 강세 측정

강세는 운율적 강조의 변화이다. 이를 측정하기 위하여 각각의 음성 구간에서는 평균 에너지, 기본형태의 주파수 스펙트럼 엔트로피를 추출한다. 이후 에너지, 포먼트 주파수와 스펙트럼 엔트로피의 평균 스케일 표준편차의 추정치를 얻는다. 이러한 표준 편차는 z-scored의 합을 중점으로 하여 말하는 강세를 측정한다. 이와 같은 강세측정을 통해 다른 사람의 상태를 파악 수 있다.(e.g. 불편으로 인한 생리적 스트레스)[3]

$$- \text{Emphasis measure} = \sum \text{std}(\epsilon) + \text{std}(\mu) + \text{std}(\rho) \quad (1)$$

Where ϵ = formant frequency,
 μ = spectral entropy,
 ρ = energy \in frame,
 and std is standard deviation

2.2. 미러링 측정

중중 대화에서 우리는 일반적으로 한 단어로(‘됐어?’, ‘응!’, ‘좋아’) 구성되고, ‘음’, ‘아하’와 같이 짧은 감탄사의(1초) 대화를 관찰한다. 이 용어는 미러링 행동으로, 한 참가자의 말하는 스타일이 다른 미러링에 의해 공감신호로 간주된다. 따라서 1초의 긴밀한 간격이 있는 두 사람에 대한 짧은 음성 부분을 발견했다.[4][5]

$$- \text{Mirroring measure} = \{(S1(i) - S2(j)) \leq 1\text{sec}\} / n \quad (2)$$

where $S1(i)$ = time of occurrence of short speaking frame (< 1s) for speaker1
 $S2(j)$ = time of occurrence of short speaking frame (< 1s) for speaker2
 n = length of speech segment \in seconds
 $\{ \}$ = total number of such pairs \in time n

2.3. 연구사례 결론

연구사례에서는 면접 시 인터뷰와 인터뷰 사이의 지속적인 사회적 신호(짧은 단위의 말 주고받기)를 줄 때 그 결과에 대해 예측하는 연구를 시도했다. 이때 목소리 톤과 운율 기능을 사용하여 모델링할 수 있었으며, 추출된 특징은 전체 평가에 높은 상관관계를 보였다. 이 의미는 면접 시 비언어적인 대화신호가 있을 뿐 아니라, 언어적인 신호에서도 반응을 보였다. 이러한 연구가 미래의 결과를 예측하는 기준으로 사용될 것으로 기대해본다.

3. 음성과 센서를 이용한 공감시스템

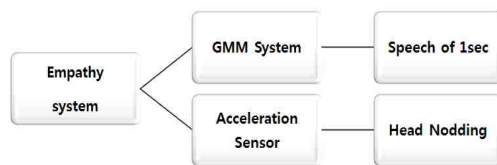


그림 1. 공감 시스템 분류
 Fig. 1 Classification of Empathy system

본 논문에서는 제안하는 시스템은 다음과 같다. 인간이 공감행동을 할 때 한마디로(감탄사) 할 수도 있고, 고개를 끄덕이거나, 대화(문장)를 통해 할 수도 있다. 그리고 말을 할 때 인간의 감정에 따라 평소의 어투보다 낮을 수도 있고 높아질 수도 있다. 이렇게 다양한 공감방법을 감안하여 그림 1과 같이 음성과 센서를 이용한 공감시스템을 제안한다.

첫 번째로 GMM(Gaussian Mixture Model)기법을 활용하여 음성 구간 검출을 한다. ‘됐어?’, ‘응!’, ‘좋아’ 등과 같은 짧은 감탄사를 측정하여 대화 중 공감이 이루어지고 있는지 판단한다. 두 번째로 인간은 공감행동을 할 때 이해한다는 표시로 머리를 세로짓는 긍정적인 행동과 머리를 가로짓는 부정적인 행동을 한다. 본 논문에서는 이러한 행동을 Head Nodding이라 하며 Head Nodding이 발생했을 때 어떤 변화가 있는지 가속도 센서를 이용하여 측정한다.

본 논문에서는 두 가지 기법을 인간의 공감측정을 위한 소시오미터로 사용한다.

3.1 짧은 단위의 음성과 Head Nodding

3.1.1 짧은 구간 음성측정 흐름도

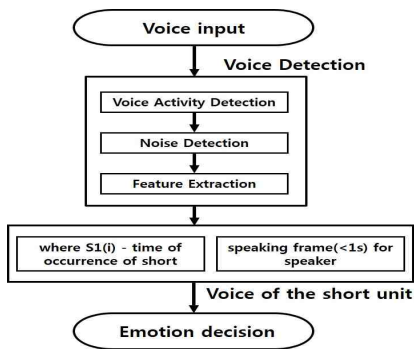


그림 2. 짧은 구간 음성측정 흐름도
Fig. 2 Measurement of voice of the short unit algorithm

보통 짧은 단위의 음성을 검출하는 방법은 그림 2

와 같다. 전달받은 음성신호에서 음성과 묵음사이를 구분하고, 구분된 음성신호는 잡음구간을 검출한다. 검출한 잡음구간을 제거한 후 음성의 특징검출(음성의 특징)을 한다. 여기에서 음성의 특징이라는 것은 1초단위의 짧은 음성측정을 통해 공감을 측정하는 것이다.[4] 그리고 음성구간검출은 GMM기법을 이용한다. 식 (3)과 같이 음성에는 잡음:N(t), 깨끗한 음성:S(t)가 섞여있다. 이를 식 (4)처럼 N(t)을 제거하고 좀더 S(t)에 가깝게 음성을 검출을 하도록 한다.[6][7]

$$X(t) = S(t) + N(t) \quad (3)$$

$$P(s) = \sum_k^K p(k)N(s; \mu_k; \Sigma_k) \quad (4)$$

3.1.2 Head Nodding

대부분의 사람은 동의 또는 이해하고 있다는 긍정적인 의미로 머리를 세로짓는 행동을 하고 부정적인 의미로 머리를 가로짓는 행동을 한다. 본 논문에서는 이러한 행동을 Head Nodding이라 한다. 본 논문에서는 이러한 Head Nodding의 측정을 위해 위 식(2)를 활용하였다. 그리고 머리에 가속도 센서를 장착하고 Bluetooth 통신을 통해 데이터를 전송하였으며, 데이터 수집은 연구실 회의시간 중 30분씩 여러 번 측정하였다. 실험에 참여 인원은 4명이었으며, 대화를 주고받을 때에 짧은 단위의 음성의 실험대상은 참여인원 4명 전원이었으며, Head Nodding은 한 사람을 대상으로 실험하여 실험 대상에 대해서 한 사람의 Head Nodding이 얼마나 발생했는지 분석하였다.

4. 실험 결과 및 분석

4.1 짧은 단위의 음성과 Head Nodding

표 1. 짧은 단위 음성데이터 수집
Table. 1 Data collection of short unit voice

	시 간 (minute)	종 류 / 횟 수(회)				총 횟수 (회)
		아하	그레	그렁쥌	네	
피험자1	30	20	25	23	-	68
피험자2	30	-	-	26	34	60
피험자3	30	22	-	-	32	54
피험자4	30	24	-	21	28	73
평 균						64

우선 30분간에 짧은 단위의 음성(1sec)만을 측정 한 결과 피험자1은 주로 ‘아하’, ‘그레’, ‘그렁쥌’, 피험자2는 ‘그렁쥌’, ‘네’, 피험자3은 ‘아하’, ‘네’, 피험자4는 ‘아하’, ‘그렁쥌’, ‘네’라는 짧은 단위의 음성을 얘기했으며 평균적으로 64번의 짧은 단위 음성을 사용하였다. 짧은 단위의 음성 측정은 인간이 얼마나 공감을 하는지에 대해 분석한 것이다. 연구 결과 30분이라는 단시간동안 평균적으로 64번의 짧은 단위 음성을 사용한다는 것은 인간은 무수히 많은 공감신호를 형성하며 살고 있다는 것을 추측할 수 있다. 하지만 이렇게 짧은 단위의 음성만으로 공감을 판단하는 것은 어려운 일이다. 그 이유는 공감하지 않더라도 형식적인 짧은 단위의 음성을 하는 경우도 있기 때문이다. 이를 보완하기 위해 본 논문에서는 사람 머리의 움직임을 통한 Head Nodding을 판단하는 방법을 추가하였다. 그림 3의 Head Nodding 실험을 그림 4와 같은 실험 장비로 측정하였다.



a) 윗 모습



b) 옆 모습

그림 3. Head Nodding 측정
Fig. 3 Measurement of head nodding

실험을 위해서 웨어러블 기기인 릴리패드(LilyPad Arduino USB - ATmega3 2U4 Bord)에 Bluetooth module, 3축가속도 센서(Breakout-3-axis Analog Accelerometer ADXL335), 배터리를 장착하여 Head Nodding를 측정하였다. Head Nodding의 횟수는 가속도 센서로 측정하였으며 Bluetooth 통신을 이용하여 데이터를 전송할 수 있도록 하였다.

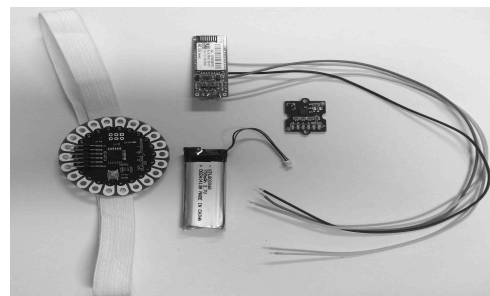


그림 4. Head Nodding 실험장비
Fig. 4 Experiment equipment of head nodding

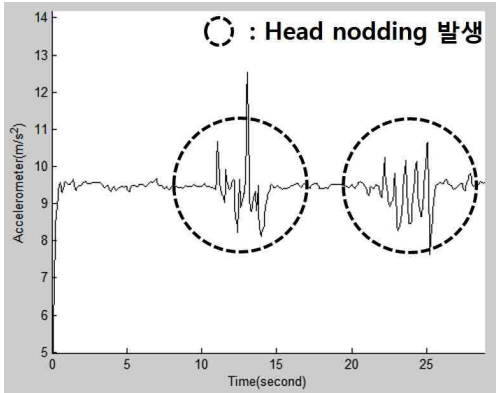


그림 5 Head nodding 발생
Fig. 5 Occurrence of head nodding

그림 5는 Head Nodding 발생에 대한 분석결과이며 Head Nodding이 발생하였을 때 그림 5와 같은 파형이 검출되었다. Head Nodding을 측정할 때 어려웠던 점은 짧은 시간 내에 많은 Head Nodding이 발생하기 때문에 가속도 센서 만으로는 긍정의 신호와 부정의 신호를 파악하기가 어려웠다. 또한 머리를 세로짓는 것과 가로짓는 것 이외에도 다른 Head Nodding이 발생하였을 때 구분되는 것도 있지만 전부 비슷하게 발생하여 구분이 어려운 경우도 있었다.

4.2 성능평가

본 논문에서는 음성과 센서를 이용하여 인간의 공감 측정방법을 제시하였으며, 기존 공감시스템을 활용하여 세 가지 방법을 제시하였다.

첫 번째는 짧은 단위의 음성을 실험하면서 놀라웠던 것은 우리는 정말 많은 공감신호 주고받기가 이루어지는 것이었다. 그리고 의식적이든 무의식적이든 공감 표시와 공감 할 수 없다는 표시를 낸다는 것이다.

하지만 이러한 짧은 단위에 음성측정만으로는 공감이 이루어 졌다는 것을 정확하게 판단하기는 어려웠다. 그래서 이를 보완 할 방법으로 두 번째는 가속도 센서를 이용하여 Head Nodding기법을 추가하였다.

표 2. 제안시스템 실험 결과표

Table. 2 Result table of experiment for proposal system

	음성(회)	Head Nodding(회)
피험자1	68	199
피험자2	60	183
피험자3	54	154
피험자4	73	220

표 2는 음성과 Head Nodding에 대한 실험 결과 표이다. 피험자1은 음성이 68회였고, Head Nodding이 199회 발생하였다. 실험 결과의 횟수에서 볼 수 있듯이 음성보다 Head Nodding의 횟수가 훨씬 더 많이 검출되었으며, 음성의 약 3배 정도의 차이가 발생하였다. 이렇듯이 단순하게 음성만으로 공감능력을 파악하는 것 보다는 Head Nodding을 추가하여 공감을 측정하는 것이 보다 많은 데이터를 가지고 판단할 수 있어서 효율적인 것을 알 수 있었다.

그리고 기존 짧은 단위 음성만을 이용한 측정 방법은 명확한 공감방법 제시가 쉽지 않았지만, 제안시스템은 Head Nodding을 추가하여 더 많은 데이터를 이용하여 공감 여부를 파악하기 때문에 기존의 방법보다는 좀더 명확하게 파악 가능하였지만 활용범위는 좁았다. Head Nodding의 기존 시스템은 Head Nodding에 대해 언급만 했을 뿐 실제 데이터는 없었으며, 제안시스템은 가속도 센서를 이용하여 Head Nodding이 발생하였을 때의 파형을 분석하였다.

그래서 기존 시스템과 제안시스템의 전체적인 시스템을 비교해본 결과 기존시스템의 경우 다양한 공감제시가 없었지만 활용분야는 명확하였으며, 제안시스템은 활용범위는 좁았지만 다양한 공감 측정방법을 제시하였고 여러 가지 변수를 생각하였다.

5. 결론

인간이 공감할 때 표현하는 말이나 행동은 다양하다. 본 논문에서는 이러한 인간의 공감측정을 위

한 소시오미터 구현을 위해 기존 공감시스템의 구성 요소에 대해 알아보고 더 나은 공감 측정이 이루어 질수 있도록 다방면의 공감시스템을 제안하였다. 실험을 하면서 사람마다 공감을 표시하는 것도 다르고 감정을 표출하는 것도 다르기 때문에 데이터를 수집하는데 어려움이 있었다. 이를 위해 본 논문에서는 GMM기법을 이용한 짧은 구간 음성측정, 가속도 센서를 이용하여 Head Nodding을 측정하였다.

실험 결과 Head Nodding은 음성보다 약 3배정도 높은 공감횟수가 발생하였다. 기존공감시스템에서 제시하지 못한 Head Nodding의 측정을 통해 공감을 측정할 수 있는 활용범위는 넓어졌다. 반면 본 논문에서는 활용분야 제시가 기존시스템에 비해 크진 않았지만 다양한 공감측정 방법을 제시함으로써 기존공감시스템 못지않게 좋은 연구가 되었다고 생각한다. 향후에는 음성과 Head Nodding을 동시에 측정할 수 있는 시스템과 Head Nodding시 세로젓기와 가로젓기를 구분하여 긍정과 부정의 신호를 판단하는 연구가 필요하고, 리얼리티 마이닝을 이용하여 많은 음성데이터를 수집하고 분석할 수 있는 연구가 추가적으로 필요하다.

REFERENCES

[1] Alex Pentland, Honest signal, bussinessmap, pp35-38, 2009.
 [2] Alex Pentland, To Signal Is Human, American Scientist Volume98, feature articles, pp.204-211, 2010.
 [3] Anmol Madan, Thin Slices of Interest, thesis, pp.21-26, 2003.
 [4] MIT, Technology Review, TR10 : Reality Mining, TechnologyReview.com, 2008.
 [5] Jared R. Curhan and Alex Pentland, Thin Slices of Negotiation: Predicting Outcomes From Conversational Dynamics Within the First 5 Minutes, American Psychological Association, pp.802-811, 2007.

[6] Jung A Jin, Senior citizen activity detection system using the volume of the voice, KIISE KCC 2014, pp.3.3-12, 2014.
 [7] Kollias, Emotion recognition in human-computer interaction, IEEE SIGNAL PROCESSING MAGAZINE, pp.33-80, 2001

저자약력

진 정 아(Jung-A Jin)

[정회원]



- 2013년 2월 : 군산대학교 정보통신공학과 (정보통신공학 공학사)
- 2015년 2월 : 군산대학교 군산대학교 대학원 정보통신전파공학과 (정보통신전파공학 공학석사) 예정

<관심분야>

정보통신, 인공지능

김 선 우(Sun-Woo Kim)

[정회원]



- 2000년 2월 : 군산대학교 정보통신공학과 (공학사)
- 2002년 2월 : 군산대학교 대학원 정보통신전파공학과 (공학석사)
- 2008년 2월 : 군산대학교 대학원 정보통신전파공학과 (공학박사)
- 2010년 2월 ~ 현재 : 군산대학교 정보통신기술연구소 선임연구원 영상처리, 컴퓨터 비전, 실시간 감시 시스템, 인간 행동분석, 빅데이터, 사물인터넷

<관심분야>

최 연 성(Yeon-Sung Choi)

[중심회원]



- 1982년 2월 : 중앙대학교 전자공학과 (전자공학 공학사)
- 1984년 2월 : 중앙대학교 중앙대학교 대학원 전자공학과 (정보공학 공학석사)
- 1990년 2월 : 중앙대학교 중앙대학교 대학원 전자공학과 (정보공학 공학박사)
- 1999년 ~ 현재 : 군산대학교 정보통신공학과 교수

<관심분야>

정보통신, 인공지능