

심박 정보 기반 위치 정보 융합형 감정 추론 어플리케이션 개발

차경애¹, 최현수², 홍원기³, 박세현^{4*}

^{1,3,4}대구대학교 정보통신공학부, ²대구대학교 대학원 정보통신학과

Development of Emotion Inference Application with Location Information and User's Heartbeat Rate

Kyung-Ae Cha¹, Hyun-Su Choi², Won-Kee Hong³, Se Hyun Park^{4*}

^{1,3,4}School of Computer and Communication Eng., Daegu University

²Graduate School of Information and Communication Eng., Daegu University

요약 최근 웨어러블 디바이스를 통한 다양한 개인 정보를 수집하고 이를 활용하는 분야가 활성화되고 있다. 본 논문에서는 스마트폰과 함께 일상 생활에서 착용하여 사용이 용이한 웨어러블 디바이스인 스마트워치를 통하여 심박 정보를 수집하고, 이를 위치 정보와 결합한 분석을 토대로 해당 위치에서의 감정 맞춤형 장소 추천이 가능한 어플리케이션을 개발한다. 이는 감정 추론 결과에 위치 정보를 추가함으로써 개인화서비스 제공 분야의 활용도를 높일 수 있으며, 부가적인 장치가 필요 없이 단지 스마트폰의 어플리케이션과 스마트워치의 사용으로 정보 수집과 분석이 이루어지므로 다양한 맞춤형 서비스 제공에 용이하게 활용될 수 있다.

• 주제어 : 웨어러블 디바이스, 위치 정보, 심박 정보, 감정 추론, 개인화 서비스, 정보 융합

Abstract The personal activity information is expanding as a way to utilize wearable devices that are emerging as next generation smart devices. This paper develops an application for collecting heartbeat rate and location information of a user using SmartWatch, which is a smartphone and wearable device, and analyzing it through machine learning to infer user's emotion information. By using smart phone and smart watch, developed application can collect biometric data and location information by simply executing application and doing everyday life. In addition, adding the location information to the hearbit rate data, it proves higher utilization than existing ones.

• Key Words : Wearable device, Location Information, Heartbeat rate Information, Emotion Inference, Personal Service, Information Convergence

1. 서론

최근 스마트워치와 같은 소형의 간편한 웨어러블 기기는 스마트폰과 함께 웨어러블 컴퓨팅 시대를 열고 있

다. 이와 더불어 심박 수와 같은 생체 정보 측정 기술의 발전으로 사람의 생활 패턴 등을 기반으로 감정을 추정하여 이에 부합되는 개인화된 스마트 서비스의 제공이

*이 논문은 대구대학교 학술연구비지원에 의한 논문임.

*Corresponding Author : 박세현(sehyun@daegu.ac.kr)

Received June 17, 2017

Accepted August 20, 2017

Revised August 3, 2017

Published August 28, 2017

가능한 컴퓨팅 환경이 급속히 발전하고 있다[1]. 그러나 기존의 방법들은 하루운동량과 같은 단편적인 데이터를 수집하고 출력하는 일차원적인 형태로 활용하는 것이 대부분이며[2], 신뢰성을 높이기 위해 다양한 생활정보를 정량화할 경우, 고비용의 기기가 필요하거나 웨어러블 디바이스에 많은 센서를 부착하는 해야 한다. 그러므로 향후 웨어러블 디바이스의 시장 확대를 위해 생체 정보의 활용성을 높이는 융합형 콘텐츠의 개발이 필요하다.

본 논문에서는 위치 기반의 생체 정보를 분석하여 여러 개인화 서비스 분야에 활용이 가능한 스마트 어플리케이션을 개발하고자 한다.

생체 정보는 웨어러블 디바이스의 심박도 측정 센서를 사용하여, 스트레스의 정도나 감정 상태를 추론하는데 사용한다[3,4,5]. 수집된 심박 정보 샘플을 학습 과정을 거쳐 특정 감정에 대한 표준치를 정하여 측정된 심박 정보를 감정 표준치와 비교하여 가장 근사한 감정 영역으로 분류한다.

이러한 감정 추론을 사용자의 이동 지역에 따른 위치별로 적용하여 사용자에게 적합한 서비스가 제공되도록 하는 것이 본 논문의 목적이다. 즉, 사용자가 특정 장소마다 느끼게 되는 감정을 심박도 분석을 통해서 추론하여 해당 감정에 적합한 위치의 기반 마케팅이나 개인 의료 서비스 등에 응용 할 수 있는 어플리케이션을 구현하고 그 결과를 보인다.

본 논문의 2장에서는 관련 연구를 설명하고, 3장에서는 사용자의 심박을 측정하고 수집하여 위치 정보를 융합한 감정추론방법을 설명한다. 4장에서는 제안한 시스템의 검증을 위해서 구현한 어플리케이션을 이용한 실험 결과를 기술하고 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 개인 웨어러블 디바이스의 활용

최근 스마트 기기 개발 기술의 발전으로 다양한 웨어러블 디바이스들이 출시되고 있으며, 헬스케어, 웰니스(Wellness) 등에서 상용화되고 있다[6].

출시된 웨어러블 디바이스들은 여러 개의 센싱된 정보를 낱자 단위로 저장하고 이를 시각화된 형태로 사용자에게 제공하거나 비교적 단순한 형태의 알람 기능 등의 서비스를 제공하고 있다. 하지만 보다 향상된 개인화 서비스를 위해서는 서로 다른 성질을 가지는 유형의 센

싱 정보의 융합을 통한 연구도 활발히 이뤄져야 할 것이다.

2.2 위치 정보기반 서비스

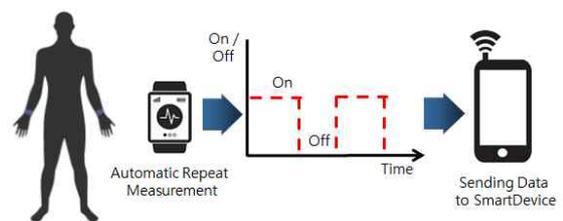
위치 정보기반 서비스는 스마트 폰 보급의 증대에 따라 사용자의 위치 파악이 용이해 졌으며, 이를 기준으로 주변 정보를 출력하는 형태를 나타내고 있다[7,8].

즉, 사용자와 사업자의 위치를 연결시켜 택시의 호출, 버스위치 확인, 업소 예약, 배달서비스,등을 제공할 수 있도록 위치 정보는 장소별 서비스를 구체화할 수 있는 매개가 되고 있다. 이와 같이 사용자는 장소마다 서로 다른 목적을 가지게 되며, 또한 이에 의해 느끼는 감정이 다를 것이다. 따라서, 위치 정보의 특성을 생체 정보와 융합함으로써 해당 위치의 감정을 자동으로 추론하여 주변의 적합한 정보를 제공하는 개인화 서비스를 구현할 수 있다.

3. 위치 정보 융합형 심박 정보 기반 감정 추론 어플리케이션 설계

3.1 사용자의 심박 정보 수집

제안하는 시스템에서는 사용자의 감정 추론을 위해 심박 정보를 이용하고자 한다. 사용자의 심박 정보는 Fig. 1과 같이 일반인에게 널리 알려진 웨어러블 디바이스인 스마트워치에 탑재된 심박측정 센서를 사용하여 1분 동안의 심박동 수를 반복적으로 측정한 후, 위치 정보와의 융합을 위해 스마트 디바이스로 전달한다. 심박측정 센서는 기기 하단에 위치하여 LED 불빛을 동맥에 비추어 반사되는 값을 통해서 심박 상태를 측정할 수 있다.



[Fig. 1] Major roles of wearable devices

여기에서 1분 간의 심박동 수만으로는 감정을 추론하기에 데이터의 종류가 부족하므로, 스마트워치로 측정된

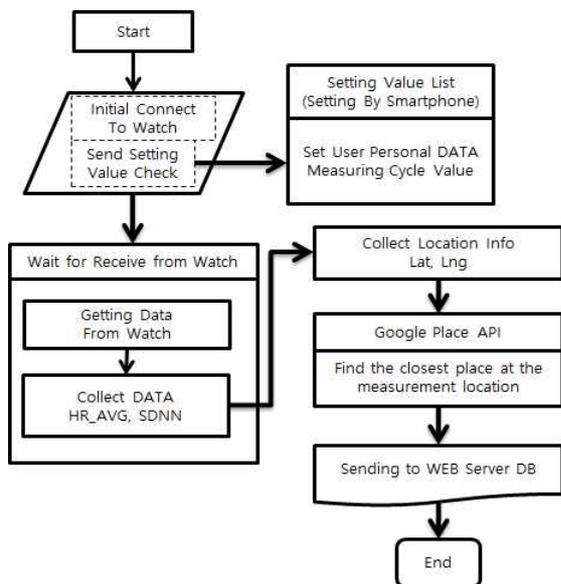
값을 토대로 통계적 수치를 구한다. 스마트워치 어플리케이션은 1분 간의 측정주기만큼 사용자의 심박정보를 측정하여 이를 심박 표준편차(Standard Deviation of NN Interval)을 포함한 평균 심박 수와 최대측정값, 최소측정값을 계산한다. 심박 표준편차는 자율신경계의 상태, 스트레스 대처 능력 등의 전반적인 건강상태를 가늠하는데 사용되며, 감정 추론에 활용할 수 있는 중요 벡터이다 [9,10].

이러한 정보가 스마트폰 어플리케이션으로 전송되고 그 후에 설정된 주기만큼 휴식 시간을 갖은 후 주기가 끝나면 다시 자동으로 심박 정보를 수집함으로써 최초 입력만으로도 스마트워치가 지속적으로 생체 데이터를 수집할 수 있다.

3.2 위치 정보와 심박 정보의 분석

위치 정보와 생체 정보는 서로 극명히 다른 성격을 가지지만, 이러한 정보를 융합하여 어떤 장소에 따른 행동 양식이나 감정 변화에 대한 정보를 연관하여 분석하는 것이 가능하다[11,12].

이를 위해 웨어러블 디바이스로부터 얻은 심박 정보와 스마트 디바이스의 GPS 기능으로 파악한 사용자의 현재 위치 정보를 매칭 해야 한다. Fig. 2는 스마트 디바이스에서 이루어지는 심박 정보와 사용자 위치 정보의 매칭 과정을 나타내고 있다.



[Fig. 2] Smartphone application operation flowchart

웨어러블 디바이스에서 수집된 평균 심박 수와 심박 표준편차 값이 스마트 디바이스에 전달되면 GPS 서비스를 실행하여 현재 위치를 파악한다. 그리고 가장 가까운 학교, 병원, 카페 등의 구체적인 장소(Place) 정보를 Google Place API를 사용하여 얻어와, 장소마다 사용자가 느끼는 감정의 빈도수를 측정한다.

획득한 위치 정보와 심박 정보를 통합하여 웹 DB에 저장 및 관리를 하도록 하여, 특정 장소에서 사용자가 어떤 심박 정보를 갖는지 모니터링을 실행한다. 또한, 통합 정보를 웹 DB에 누적시킴으로써 위치 정보와 융합된 감정 추론을 위한 학습 데이터로 사용한다.

3.3 사용자의 감정 정보 추론

본 논문에서는 위치 정보에 의한 장소 추천 기능을 제공하는 Google Place를 활용하기 위해서, 사용자의 감정을 5가지의 분류인 [기쁨, 놀람, 온화, 우울, 슬픔]으로 추론한다. 각 감정에 대응하는 특정 패턴을 분류하기 위해서 K-평균 알고리즘[13]을 이용하며, 학습데이터를 기준으로 실제 수집 시에 사용자가 직접 기록한 감정과의 일치 여부를 확인하여 평가를 실시한다.

K-평균 알고리즘은 주어진 데이터를 K개의 클러스터로 분류하는 알고리즘으로 제안하는 어플리케이션에서는 측정된 심박 정보를 토대로 랜덤하게 초기 중심값을 선택하여 각 심박 수 간의 거리를 측정한다[13,14,15]. 이후 가장 가까운 클러스터에 해당 심박 정보를 할당하는 과정을 반복하여 5가지의 감정 카테고리를 분류한다. 감정 카테고리별로 나타나는 심박표준편차의 확률분포를 학습하여 서로 다른 군집으로 분류할 수 있기 때문이다. 측정된 심박 정보를 통해서 감정을 추론한 후 우울하거나 슬프다면 “기쁨”이라는 감정을 느꼈던 장소로 이동을 유도하거나 추천 장소를 알려주는 형식의 서비스를 제공할 수 있다.

4. 개발 및 실험 결과

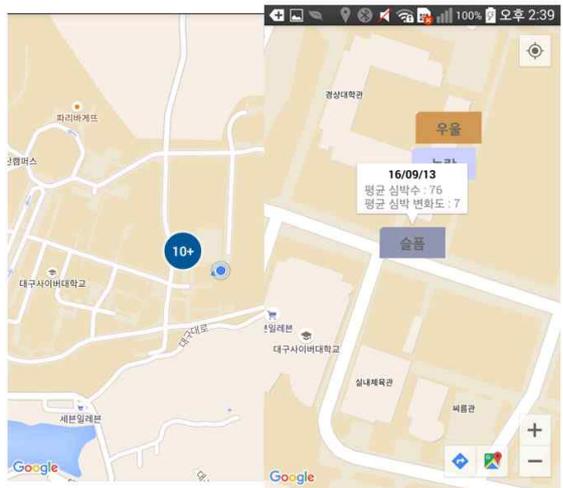
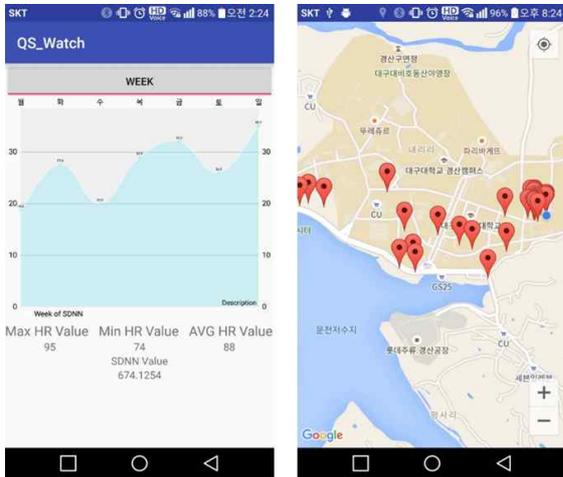
4.1 사용자 감정 추론 어플리케이션 구현

제안하는 어플리케이션은 Window 10 64bit 운영체제의 Android Studio 2.1.2 버전을 사용하여 웨어러블기기 및 스마트 폰에 사용할 모바일 어플리케이션을 개발하였다. 실험을 위해서 LG G3 Beat 스마트 디바이스와 LG의

G Watch Urbane 스마트워치를 활용하였다.

스마트 디바이스 어플리케이션에서의 주요 기능은 Fig 3과 같이 사용자의 심박 정보를 그래프로 시각화 하여 출력하는 기능과 지도 상의 특정 위치에서 사용자가 나타낸 심박 정보를 확인할 수 있는 기능이 구현하였다.

심박정보의 측정은 초당 실시하며, 측정이 끝나면 자동으로 수집된 심박정보 및 통계 정보를 스마트 디바이스 어플리케이션에 전송한다. 이때, 좌표정보를 얻기 위한 서비스가 동작하여 사용자의 현재 위치 정보를 갱신하게 되며, 이를 토대로 장소 정보를 Google Place API를 활용하여 감정 정보에 적합한 가장 가까운 장소를 추천한다.



[Fig. 3] Graph output (upper left), position information based output (upper right), Emotion representation based on a location(bottom)

웹서버의 DB에서 관리되는 심박 정보와 장소 정보는 Mac의 iOS 운영체제 환경에서 TensorFlow를 이용하여 K-평균 알고리즘으로 분류하고 감정카테고리를 정한다. 또한, K-평균 그래프를 위한 중심값을 각 분류집합의 기준이 되는 5가지 감정을 추천하기 위한 기준이며, 심박 정보의 실제 측정 당시에 사용자가 직접 입력한 감정 카테고리 기준을 기준으로 각 클러스터의 중심값을 가우시안 정규분포 계산을 통해 선택하여 분류할 수 있도록 한다.

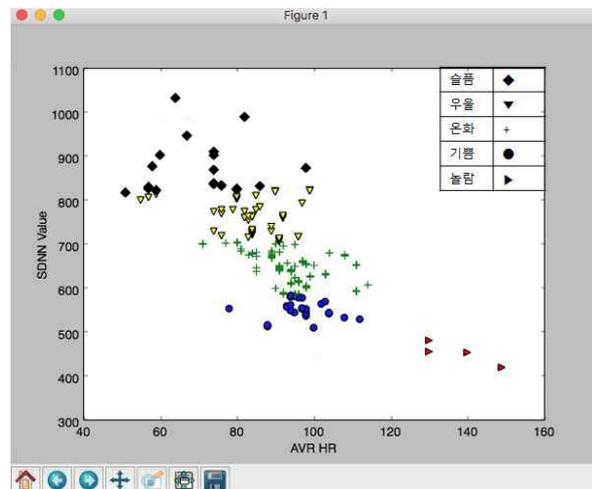
4.2 실험 및 결과

실험은 피실험자 10명으로부터 약 일주일 간 일상 생활에서 이동하는 장소에 따라 수집된 약 400 세트의 정보 집합을 사용하여 진행하였다. 각 정보 집합은 심박 정보의 측정 값 및 통계 값과 실제 사용자가 입력한 감정 정보로 구성된다.

먼저 K-평균 알고리즘에 적용하여 샘플 100개로 분류의 정확도를 측정한다. 그 후 위치 정보에서 알 수 있는 주변의 특정 장소를 매칭하여 사용자가 해당 장소에서 느끼는 감정의 빈도수를 측정한다.

분석 결과, 대체적으로 놀라거나, 기쁨 경우에는 심박 표준편차의 값이 낮아지고 우울하거나 슬픈 경우에는 높은 수치를 나타내는 것으로 측정되었다.

이러한 특성을 K-평균 알고리즘에 적용하여 대략적으로 5개의 클러스터로 분류되어지는 양상을 보여, 감정 분류가 이루어지는 것을 Fig 4에서 볼 수 있다. 여기에서 평균 심박도를 X 축으로, 심박 표준편차를 Y 축으로 나타내고 있다.



[Fig. 4] K-means algorithm result with 5 emotion categories

온화인 상태인 평균 심박수 100과 심박표준편차 650 사이에 가장 많은 분포를 보이고 있으며, 슬픈 감정과 놀랐을 때의 경우 적은 분포를 나타내고 있는 것을 확인 할 수 있었다.

실제로 측정 시 사용자가 직접 입력한 감정 분류와 K-평균 알고리즘의 분류 결과의 차이는 Table 1과 같이 나타나는 것을 확인하였다.

<Table 1> Classification Accuracy of K-Mean Algorithm for Actual Data

Classification	Accuracy
sadness	87.88%
depressed	31.57%
orderliness	69.12%
pleasure	52.94%
surprised	41.66%
All feelings	61.80%

분석 결과, “슬픔”의 경우 다른 감정에 비해 높은 정확도를 보였다. 문제점으로는 감정의 중간계층이 되는 “기쁨”과 “우울”의 분류 능력이 비교적 낮게 나타나는 점이다. 하지만 “슬픔”과 “우울”의 감정을 부정적인 감정 분야로 하고, “기쁨”과 “온화”의 감정을 긍정적인 감정 분야로 다시 분류하였을 때, 각각의 인식율이 59.72%, 61.03%로 나타났다. 따라서 감정 분류의 인식율이 33% 이상으로 본 실험을 통해서 긍정적인 감정과 부정적인 감정의 분류 자체는 가능한 것을 증명할 수 있었다.

이러한 감정 분류 실험결과를 토대로 사용자의 위치 별로 감정의 빈도수를 누적하고 이에 따른 적절한 장소를 추천하도록 하였다. 현재의 위치를 중심으로 하여 주변에서 나타나는 가장 가까운 장소(Place) 정보를 Google Place API로 획득한다. 그리고 감정 분류에 알맞은 장소를 어플리케이션을 통해서 추천한다. 실험 결과로, Google Place에서 school의 경우 온화와 기쁨에 대한 빈도수가 가장 높았고, hospital 이나 local_government_offices는 놀람이나 슬픔 등의 부정적인 감정을 느끼는 것으로 나타났다.

이와 같이 스마트워치의 심박 정보 분석으로 사용자 주변 위치에서 특정 장소에 대한 감정 정보를 파악할 수 있다.

5. 결론

본 논문은 스마트워치를 활용하여 심박 정보를 수집하고 위치 정보와의 융합을 통해서 장소에 따른 사용자 감정을 추론하는 어플리케이션의 개발 결과를 보였다.

개인의 심박 정보와 그 때의 위치 정보는 웹 DB를 통해서 누적할 수 있으며 이는 K-평균 알고리즘과 같은 학습 알고리즘을 이용하여 개인화 컨텐츠나 여러 서비스에 활용할 수 있을 것이다.

향후, 생체 정보 수집과 학습 알고리즘을 많은 실험을 통해서 개선하여 감정 분류를 정확성을 높이고, 개인 맞춤형 서비스 제공에 관한 연구를 진행하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENTS

이 논문은 대구대학교 학술연구비지원에 의한 논문임.

REFERENCES

- [1] S. S. Kim, J. Park, W. Woo, “Quantified Lockscreen : Intergration of Personalized Facial Expression Detection and Mobile Lockscreen application for Emotion Mining and Quantified Self,” Journal of KIISE, Vol. 42, No. 11, pp. 1459-1466, 2015.
- [2] J. S. Park, J. M. Lim, H. T. Jeong, “State-of-the-Art on Quantified Self Technology Based on Wearable Sensing,” Electronics and Telecommunications Trends, Vol. 30, No. 4, pp. 1-11, 2015.
- [3] S. Park, D. Jeung, G. Noh, J. Cho, “A study on the human emotion infer in meaningful place using HRV signal and text mapping,” Proceedings of HCI Korea, pp. 253-260, 2014.
- [4] J. K. Lee, J. H. Kang, E. S. Ahn, M. J. Oh, H. Jo, “Influencing Factors on Intention to Adopt of Wearable Device : Focusing on the Smart Watch,” The Journal of Internet Electronic Commerce Research, Vol. 16, No. 1, pp. 195-213, 2016.
- [5] C. Dobbins, R. Rawassizadeh, “ Clustering of Physical Activities for Quantified Self and mHealth Applications,” CIT/IUCC/DASC/PICOM, 2015 IEEE Internat, pp. 1423-1428, 2015.

[6] H. S. Jung, "Trends and Prospects of Healthcare Wearable Devices," Journal of KHIDI, Vol. 115, pp. 1-20, 2014.

[7] S. M. Kim, "Study on the Usage of Location-Based Services App on SmartPhones : Focusing on the Perceived Risk," Hanyang Cyber University, MS. thesis, 2014.

[8] J. Yim, J. Joo, S. Jeong, "Integrated Indoor Positioning Systems Reflecting Map Information for Location Based Services," The Journal of Information Systems, Vol. 17, No. 1, pp. 131-153, 2008.

[9] K. J. Park, H. Jeong, "Assessing Methods of Heart Rate Variability," Korean J Clin Neurophysiol. 2014 Dec;16(2):49-54.

[10] Lee, J. H, Kim, K.H, "A Study of Bio signal Analysis System for Sensibility Evaluation," Journal of Korea Society of Computer and Information, Vol. 15, No. 12, pp. 19-26, 2010.

[11]C. Y. Lee, B. J. Lee, K.W. On, J. W. Ha, H. I. Kim, B. T. Jang, "Place Recognition Using Ensemble Learning of Mobile Multimodal Sensory Information," KIISE Transactions on Computing Practices, Vol. 21, No. 1, pp. 64-99, 2015.

[12]K. Y. Chung, "Correlation between Visual Sensibility and Vital Signal using Wearable based Electrocardiogram Sensing Clothes," Journal of The Korea Contents Association, Vol. 9, No. 12, pp. 596-503, 2009.

[13]https://en.wikipedia.org/wiki/K-means_clustering

[14]J. S. Lim, J. M. Kim, "An Empirical Comparison of Machine Learning Models for Classifying Emotions in Korean Twitter," Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 17, No. 2, pp. 232-239, 2014.

[15]E. J. Lee, S.K. Yoo, "The Design of Feature Selection Classifier based on Physiological Signal for Emotion Detection," Vol. 50, No. 11, pp. 206-216, 2013.

[16]H. S. Choi, "Developed QS (Quantified Self) based emotional reasoning application," Daegu University, MS thesis, 2017.

저자소개

차 경 애(Kyung-Ae Cha)

[정회원]



- 1996년 2월 : 경북대학교 컴퓨터과 학과 (학사)
- 1999년 2월 : 경북대학교 컴퓨터과 학과 (이학석사)
- 2003년 8월 : 경북대학교 컴퓨터과 학과 (이학박사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 대구대학교 정보통신공학부 교수

<관심분야> : 멀티미디어시스템, 멀티미디어저작, 모바일 및 스마트 콘텐츠응용, 컴퓨터언어 등

최 현 수(Hyun-su Choi)

[정회원]



- 2014년 2월 : 대구대학교 정보통신 공학부 (학사)
- 2017년 2월 : 대구대학교 정보통신 공학과 석사(공학석사)

<관심분야> : 모바일 콘텐츠, 스마트어플리케이션, 기계학습 등

홍 원 기(Won-kee Hong)

[정회원]



- 1995년 2월 : 연세대학교 컴퓨터 과학과 학사
- 1997년 2월 : 연세대학교 컴퓨터 과학과 석사
- 2001년 8월 : 연세대 컴퓨터과학 과 박사
- 2002년 11월 ~ 2004년 2월 : LG 전자 선임연구원

• 2004년 3월 ~ 현재 : 대구대학교 정보통신공학부 교수
<관심분야> : 임베디드시스템, 무선센서네트워크, 사물 통신 등

박 세 현(Se Hyun Park)

[정회원]



- 1995년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공 학과 (학사)
- 1997년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공 학과 (공학석사)
- 2000년 2월 : 경북대학교 컴퓨터공 학과 (공학박사)
- 2004년 3월 ~ 현재 : 대구대학교 정보통신공학부 교수

<관심분야> : 컴퓨터비전, 인공지능, 머신러닝