

비행 드론을 위한 G-센서 기반의 직관적 제어기

신판섭, 김선경, 김정민*
대진대학교 컴퓨터공학과

Intuitive Controller based on G-Sensor for Flying Drone

Pan-Seop Shin, Sun-Kyung Kim, Jung-Min Kim*

Dept. of Computer Engineering, Daejin University

요 약 최근 들어 고성능 비행 드론이 주목받고 있다. 특히, 다중 로터를 장착한 헬기 형태의 비행 드론은 항공촬영, 방송영상제작, 항공구조, 물류배송, 감시, 측량, 방역 방제, 군사용 등으로 그 활용범위를 확장해가고 있다. 그러나 이를 조종하는 제어기의 형태는 매우 단순하다. 따라서 본 연구에서는 모바일 기기에 탑재된 G-센서를 이용하여 사용자의 직관적인 동작으로 비행 드론을 조종할 수 있는 향상된 제어기를 구현한다. 구현된 제어기는 신경망 알고리즘을 사용하여 동작 인식 성능을 향상시켰다.

주제어 : 중력 센서, 제스처 인식, 직관적 제어

Abstract In recent years, high-performance flying drones attract attention for many peoples. In particular, the drone equipped with multi-rotor is expanding its range of utilization in video imaging, aerial rescue, logistics, monitoring, measurement, military field, etc. However, the control function of its controller is very simple. In this study, using a G-sensor mounted on a mobile device, implements an enhanced controller to control flying drones through the intuitive gesture of user. The implemented controller improves the gesture recognition performance using a neural network algorithm.

Key Words : Gravity Sensor, Gesture recognition, Intuitive control

1. 서론

현재 모바일 기기의 성능과 기능은 괄목할만한 발전을 이루고 있다. 특히, 모바일 기기에 내장된 각종 센서들은 다양한 앱을 통하여 활용도를 다양하게 확장시켜주고 있다. 그 중에서 동작 인식 기술의 대표적인 G-센서(가속도 센서 + 자이로스코프 센서)에 대한 관심이 증대되고 있다. 그 원인은 센서를 통해 사용자의 제스처만으로 원하는 출력 결과를 얻어 낼 수 있기 때문에 사용자 측면

에서 어떠한 입력보다 직관적으로 즉, 누구나 쉽게 사용이 가능하기 때문이다. 이러한 이유로 G-센서는 다양한 분야에서 그 활용도가 매우 높아지고 있다[1]. 특히, 모바일 기기와 결합된 G-센서는 단말기의 UI, 브라우징, 기타 편의 기능 제어뿐만 아니라 게임, 멀티미디어 등의 컨트롤러 장치에 널리 적용되어 활용도가 매우 높아지고 있는 추세이며[2], 최근 들어 사용자의 모션을 캡처하여 게임 혹은 제어장치의 UI로 활용하는 동작인식 연구들이 다양하게 수행되어지고 있다[3][4][5][6].

Received 17 December 2013, Revised 17 January 2014
Accepted 20 January 2014
Corresponding Author: Jung-Min Kim(Daejin University)
Email: jmkim@daejin.ac.kr

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1738-1916

그러나 기존의 G-센서 기반 동작인식 기법은 단순한 동작에는 정확성과 인식률이 높았지만, 복잡하고 정교한 동작에는 인식률과 정확성이 떨어지는 문제점을 갖고 있다[7][8].

따라서 본 논문에서는 신경망 알고리즘을 적용하여 정교한 동작인식이 가능한 G-센서의 동작 인식 기법을 설계하고, 이를 적용하여, G-센서가 내장된 스마트폰으로, 비행 드론(Drone)을 조종하는 제어기 시스템을 구현한다. 본 연구에서는 제어장치 실험을 위해 프랑스 패럿(Parrot)사의 ARDrone 2.0 쿼드콥터를 사용하였으며 [9], 이를 통해 구축된 제어기가 사용자의 직관적 동작으로 비행 드론을 정교하게 제어함을 보인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 G-센서 활용 연구들을 살펴보고, 3장에서는 본 연구에서 설계 및 구축한 비행 드론 제어기 시스템에 대하여 기술한다. 마지막으로 4장에서 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 연구 동향

최근 많이 활용되는 G-센서(Gravity Sensor)는 중력 가속도 기반의 반도체 센서로서, 가속도 센서와 자이로 센서 등의 기능을 지니고 있다. 이러한 G-센서는 직선 방향의 움직임이나 회전뿐만 아니라 방위각 등의 공간적 상황까지도 인식이 가능하다. 특히, G-센서가 탑재된 모바일 기기를 이용하여 사용자의 제스처를 인식하고, 이를 게임, 멀티미디어 장치 등의 입력 데이터 또는 제어 동작으로 활용하는 응용들도 점차 일반화 되고 있다. 다음은 G-센서를 이용한 주요 응용 예를 나타낸 것이다.

(Table 1) G-Sensor Applications

Categories	Content	Function
UI	Smartphone automatic setting	·The grasp the state of the user, and sets the environment of the smartphone ex)Detects the hand in the pocket, vibration conversion
	Browsing	·Automatic scrolling by tilting the terminal ex)If you look at the magnified picture, automatic scrolling by tilting the smart phone
	Etc	·Controlled by the movement of specific

Applications	Game	·Move a character by tilting the smart phone ex)Move easily and quickly the characters in RPG games
	Photographing	·It provides a convenient feature when you want to use the functions of the video camera and camera ex)Stabilizer function
Services	LBS	·The combination of the three-dimensional information and position information planar ex)Number of stories in the building and the location of the user
	Telematics	·Operation propensity of the driver, the service provider corresponding to the operation course ex)Calibration to determine the operation pattern of rough driver
	Multimedia	·music, VOD, broadcasting ex)To adjust the playback speed of music and VOD Tilt the terminal
	Healthcare & Safety	·Healthcare, Diet ex1)passometer ex2)Notify parents automatically when a large change occurs suddenly in motion(for children, old people)

이와 같이 다양한 분야에서 활용되고 있는 G-센서 연구들 중, 사용자의 제스처를 인식하는 연구는 초기의 단순한 동작으로부터 점차 복잡하고 정교한 동작을 인식하는 방향으로 발전해가고 있으며, 이를 통해 다양한 응용 분야에 사용자의 직관적인 동작을 활용하려는 연구들이 수행되고 있다[3],[4],[5],[6].

[3]은 Pigeonhole Principle을 이용한 모션 캡처에 관한 연구로, 동작 인식 시의 노이즈에 대한 적응성과 정확도를 향상시키려고 하였다. 이 알고리즘은 특정 물체나 사람의 움직임의 인식이 가능하기 때문에 정확도는 높지만 표본데이터와 알고리즘만으로 센서의 움직임을 정확하게 인식하기 어렵다는 단점을 지닌다. [4]는 스마트폰을 게임용 모션 입력 장치로 활용한 연구이다. 하지만, x, y, z 축 중, 특정 축의 부분적인 정보만을 이용하여 동작을 인식하므로, 정확성이 떨어지고 스마트폰을 잡는 위

치, 자세에 따라 인식률이 다르다는 단점이 있다. [5]는 숫자 인식에 관한 연구로, 스마트폰을 이용하여 각 축의 센서 값에서 기울기 값을 제외한 이동 값만을 추출해 숫자나 제스처를 인식하는 정규화 분류 알고리즘을 이용한다. 이를 통해, 정확성과 인식률을 높였지만, 제한된 입력 패턴에 대해서만 분류와 인식이 가능하고 제스처를 취하는 방법이 다르면 인식이 불가능하다는 문제점이 있다. [6]에서는 스마트폰의 동작인식과 상호 통신을 결합한 게임을 구현하였다. 이 연구에서는 스마트폰의 위치 정보를 좌표 값으로 받아와 단말기를 매개체로 상호작용을 통한 광선검 대결, 서부극, 야구 게임 등이 가능하도록 하였다. 하지만, 센서 값의 민감도, 정확성, 통신 속도와의 적합성 등에 따라 동작 인식 정도의 편차가 많이 발생한다.

이와 같이, 동작 인식과 관련된 기존 연구들은 공통적으로 제스처의 인식률이 높지 않다. 즉, 오차가 많고, 정확도가 떨어지거나 정밀하고 복잡한 움직임에는 적용하기 어려운 문제점을 내포하고 있다. 또한, 제스처 인식 알고리즘들은 주로 움직임에 따른 센서의 좌표 값 변화와 그 추정 값을, 수집된 데이터와 비교하거나 움직임에 대한 분류 등에 사용되는데, 이 때, 사용자에게 동작에 대한 가이드라인을 제시하고 사용자가 움직임을 취한 경우에는 인식률이 높지만, 움직임의 속도와 모션의 크기를 다르게 할 경우 인식률이 현저하게 떨어지거나 불가능해지는 단점이 있다. 이를 해결하기 위해, 최근에는 신경망 알고리즘을 이용하여 복잡한 동작에 대한 인식률을 높여주는 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구들이 사용한 신경망 알고리즘은 다음과 같은 특징을 갖는다[7][8].

신경망 알고리즘은 비선형으로 움직이는 센서의 변화 값을 측정하는데 유용하며, 모션 인식의 데이터들 중, 잘못된 데이터를 필터링하기에 편리한 장점을 지닌다. 또한 초기 학습에 사용되지 않은 동작 데이터가 입력되어도 오류를 내지 않고 학습 결과와 가장 유사한 결과를 도출할 수 있으며, 인식 과정을 병렬로 처리하기에 적합하다. 이러한 이유로 신경망 알고리즘을 이용한 제스처 인식 기술은 다양한 분야에서 활용되고 있다.

따라서 본 논문에서는 정교한 제스처 인식이 가능하도록 신경망 알고리즘을 적용하여 G-센서 기반의 동작 인식 기법을 설계하고, 이를 G-센서가 내장된 스마트폰에 적용하여 직관적인 비행 드론 제어기 시스템을 안드로이드 환경에서 구현한다.

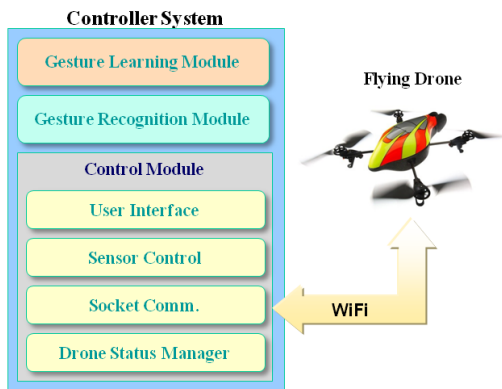
3. 제어기 시스템

본 장에서는 신경망 알고리즘을 적용한 G-센서 기반의 직관적인 비행 드론 제어기 시스템에 대하여 기술한다. 제어기 시스템은 크게 G-센서의 동작 인식을 위한 제스처 학습 모듈, 제스처 인식 모듈과 비행 드론을 제어하기 위한 제어 모듈로 구성된다. 제어기 시스템과 연동되는 비행 드론은 프랑스 패럿(Parrot)사의 쿼드콥터인 AR-Drone 2.0을 사용하였으며, 제어 모듈 코드는 안드로이드 플랫폼에서 JAVA Drone의 JAVA API를 기반으로 작성되었다. JAVA API는 "Codeminders"에서 개발되었으며, 이를 이용해 개발된 라이브러리는 PC/Mac뿐만 아니라 Android를 모두 지원하는 특징을 가지고 있다. 본 연구에서는 JavaDrone v1.3 (8/08/2012)을 기반으로 하였다.

<Table 2> Implementation of environment

Item	Contents
CPU	· Intel® Core™ i3-2120
Main Memory	· DDR3 8GB 1,600 MHz
OS	· Windows 7 Ultimate K 32bit
Development Tools	· SDK : jdk 1.7.0_40 · Eclipse : Eclipse Kepler 4.3.1 · Library/API : Java Drone v1.3 (8/08/2012)
Mobile Terminal	· Device : SHV-E160S(Galaxy Note 1) · Firmware : version : 4.1.2(JellyBean), Kernel : 3.0.31-1133407
AR-Drone 2.0	· 1GHz 32 bit ARM Cortex A8 processor with 800MHz video DSP TMS320DMC64x · Linux 2.6.32 · 1Gbit DDR2 RAM at 200MHz · Wi-Fi b,g,n · 3 axis gyroscope / accelerometer · 3 axis magnetometer 6° precision · Pressure sensor +/- 10 Pa precision · Ultrasound sensors for ground altitude measurement

제어 시스템과 비행 드론은 WiFi를 이용한 양방향 소켓 통신으로 연결되어 제어 명령과 데이터를 송수신하도록 구성되었다. 본 연구에서 구현한 제어기 시스템의 개발 환경은 <Table 2>와 같으며, 전체 제어기 시스템의 구성도는 [Fig. 1]에 도시하였다.



[Fig. 1] Control System Configuration

3.1 제스처 학습 모듈

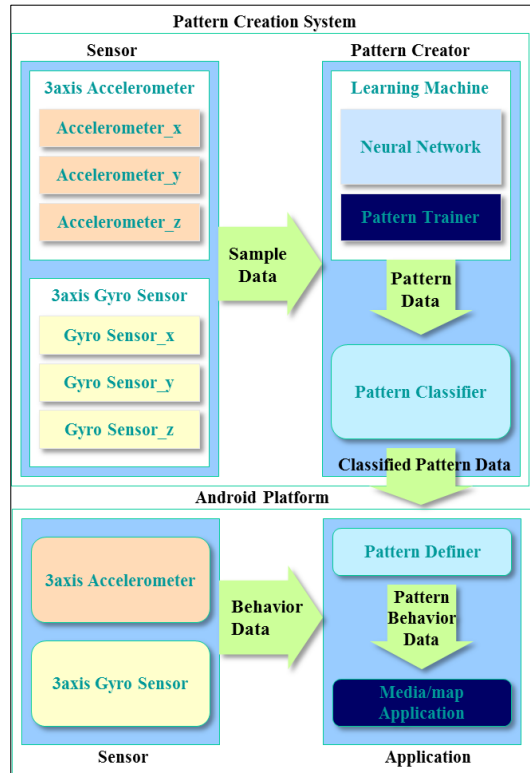
제스처 학습 모듈은 비행 드론을 제어할 명령어 코드를 생성하기 위해 제어가 인식해야 할 동작을 미리 학습 시키는 기능을 수행한다. 제안 시스템은 신경망 알고리즘으로 HMM(Hidden Markov Model)을 이용한다[10].

HMM은 원래 음성의 단위를 통계적으로 모델화한 것으로 음성신호의 변동을 확률적으로 취급해서 동적인 입력음성의 변화를 표현하는 기법이다. 제스처 인식 분야에서는 몇 개의 제스처를 미리 정의해놓고 통계적으로 다음 움직임에 대한 확률을 측정해 제스처를 인식하는 알고리즘에 사용한다. 최근에는 스마트폰 기반의 게임 환경에서 DTW(Dynamic Timing Warping)기법이 사전에 정해진 제스처에 대해 인식률이 높다는 사실을 알 수 있지만, 동작을 표현하는 시간의 편차가 많은 환경에서는 DTW가 유의하나, 본 연구의 제어기에 적용하여 실험한 결과 HMM이 제스처 인식 측면에서 조금 더 우수한 결과를 내어주었기 때문에 이를 채택하였다. [Fig. 2]는 사용자의 제스처 학습 과정을 나타낸 것이다.

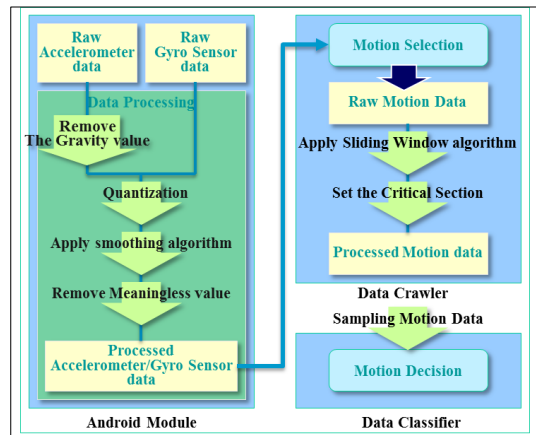
3.2 제스처 인식 모듈

제스처 인식 모듈은 제스처 학습 모듈에서 반환된 동작 데이터를 기반으로 실제 센서로부터 전달된 사용자의 제스처를 인식하는 기능을 수행한다. 제스처 인식 모듈 제어 모듈로부터 전달된 G-센서 데이터를 입력받아 동작하는데, 이 때 안드로이드 플랫폼의 센서 매니저에 의해 가속도 센서와 자이로 센서로부터 얻어진 값들은 일

련의 처리 과정을 거친 후 사용된다.



[Fig. 2] Gesture learning process



[Fig. 3] Gesture recognition process

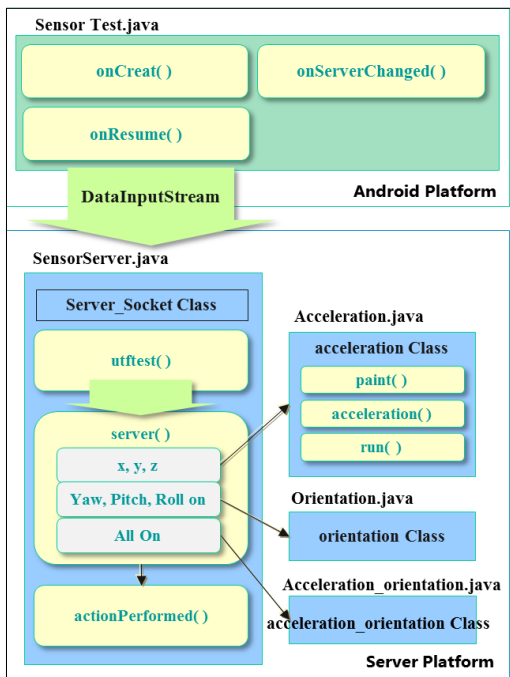
이후 사용자의 동작을 감지한 스마트폰의 센서 데이터

는 신경망을 통해 인식된다. 인식된 동작은 비행제어명령어로 변환되어 본 논문에서 설계된 제어 모듈을 거쳐 비행 드론으로 전달된다. 현재 본 제어기 시스템은 스마트폰의 움직임과 동일한 모사 동작으로 비행 드론을 정밀 제어 가능하고 제스처를 통한 6개의 비행 관련 명령과 카메라 on/off 같은 추가 제어 명령 3개를 지원한다. [Fig. 3]은 제스처 인식 모듈의 동작 과정을 나타낸 것이다.

3.3 제어 모듈

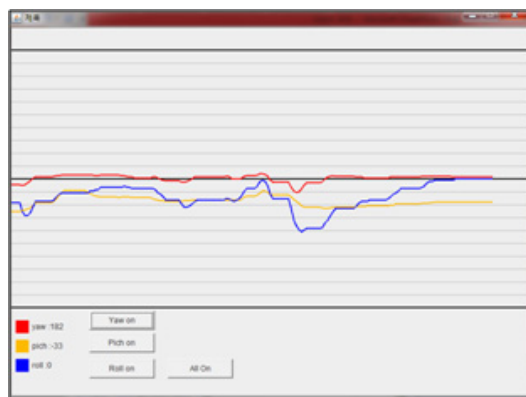
본 절에서는 제스처 인식 모듈을 거쳐 반환된 사용자의 직관적인 동작으로 비행 드론을 조정하는 제어 모듈에 대하여 기술한다.

제어 모듈은 크게 사용자 인터페이스와 센서 제어부, 소켓 통신부 그리고 비행 드론의 상태 관리자로 구성된다. 이 중에서 센서 제어부는 실시간으로 G-센서 값을 읽고 이를 제스처 인식 모듈에게 전달하고 반환된 동작 결과를 드론 제어 명령어로 변환하여 소켓 통신부에 전달하는 역할을 수행한다. 센서 제어부의 동작 과정은 [Fig. 4]와 같다.



[Fig. 4] Sensor control of Control module

먼저 안드로이드 센서를 접속대기 상태로 만들고 인풋스트림을 연결한다. 스마트폰이 움직이게 되면, 안드로이드 플랫폼의 SensorTest 클래스의 onResume() 메소드가 실행되어 센서의 객체를 생성하게 되고, onSensorChanged()에서 센서의 종류를 알아낸 후, 출력 인터페이스를 통해 str의 값을 출력한다. 출력된 str은 서버 플랫폼의 utfTest() 메소드로 전달되며, 여기서는 입력스트림을 통해 받은 값이 sensor_data header 이면 변수에 받은 값을 숫자 형태로 형 변환을 수행하여 server()로 전달한다. 전달된 값들은 해당 클래스의 값들로 변환되어 양자화를 한 후, 제스처 동작 모듈로 전달되고, 제스처 동작 모듈에서 반환된 결과 값을 기반으로 actionPerformed()가 호출된다. [Fig. 5]는 센서 제어부에서 양자화를 거친 사용자 제스처 검출 데이터의 예를 보인 것이다.



[Fig. 5] Example of gesture data

4. 결론

본 연구에서는 최근 주목받고 있는 쿼드콥터 형태의 무인 비행 드론을 위한 제어기 시스템을 구현하였다. 기존 제어기의 단점인 단순한 조종 방법과 기능을 뛰어넘어 사용자의 직관적 동작을 인식하여 이를 제어 명령어로 표현 가능하도록 하였다. 직관적 동작 인식을 위해 신경망 알고리즘을 사용하였으며, 제어기 시스템은 안드로이드 플랫폼의 모바일 단말기에서 프랑스 패럿(Parrot)사의 ARDron2.0 을 제어할 수 있도록 코딩하였다. 이를

통해 본 연구의 제어기는 사용자의 조종 동작을 그대로 모사하여 드론의 비행을 직관적으로 제어 가능하며, 미리 학습시킨 추가 제어 명령을 조종 중 함께 사용할 수 있어 제한적인 중력센서 기반 제어기의 기능과 성능을 향상시켰다. 현재, 제어기 명령 시퀀스를 활용한 자동 비행 기법과 자동 비행 제어 명령과 실제 비행동작의 매칭 기법 등을 연구 중이며, 향후 이들의 연구 결과를 바탕으로 정교한 무인 자동 비행 제어기 시스템을 설계하고자 한다.

REFERENCES

- [1] T. Schlomer, B. Poppinga, N. Henze, and S. Boll, "Gesture recognition with a Wii controller," Proc. of The 2ndInt.Conf.onTangibleandEmbedded Interaction(TEI'08),2008
- [2] S. Kallio, J. Kela and J. Mantyjarvi, "Online gesture recognition system for mobile interaction," IEEE International Conference on System, vol. 3, pp. 2070-2076, 2003
- [3] Hongyeon Kim, Junki Min, "Implementation of a Motion Capture System using 3-axis Accelerometer", Journal of KIISE : Computing Practices and Letters, Vol. 17, Nu. 6, Jun 2011
- [4] Sangchul Kim, Zhong Yong Che, "A Method for Tennis Swing Recognition Using Accelerator Sensors on a Smartphone", Journal of Korea Game Society Vol. 13, Issue 2, pp.29-38, 2013
- [5] Seok Chan Bae, Bo-Gyung Kang, "Number Recognition Using Accelerometer of Smartphone", Journal of the Korean association of information education, Vol.15 No.1, pp.147-154, 2011
- [6] Soong-Hee Lee, "Implementation of Smartphone Games Combining Motion Recognitions and Mutual Communications of Terminals", Journal of The Korea Institute of Information And Communication Engineering, Vol. 16, No. 9, pp. 2064-2071, 2012
- [7] A. Hofer, A. hadjakos, M. Muhlhauser, "Gyroscope-based conducting gesture recognition," NIME09, 2009

- [8] B. Widrow, R.G. Winter, R.A. Baxter, "Layered neural nets for pattern recognition," ASSP. Vol. 36, pp. 1109-1119, 1988.
- [9] <http://ardrone2.parrot.com/>
- [10] Andrew D. Wilson, Aaron F. Bobick, "Hidden Markov Models For Modeling And Recognizing Gesture Under Variation", Int. J. Patt. Recogn. Artif. Intell., Vol. 15, Issues 01, DOI: 10.1142/S0218001401000812, 2001

신 판 섭(Shin, Pan Seop)



- 1994년 2월 : 홍익대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2000년 8월 : 홍익대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 현재 : 대진대학교 컴퓨터공학과 부교수
- 관심분야 : 데이터베이스, 시맨틱 웹, 멀티미디어 시스템

· E-Mail : psshin@daejin.ac.kr

김 선 경(Kim, Sun Kyung)



- 2003년 2월 : 홍익대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2013년 6월 : 홍익대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 현재 : 대진대학교 컴퓨터공학과 초빙교수
- 관심분야 : 시맨틱 웹, 멀티미디어 시스템

· E-Mail : skkim0512@gmail.com

김 정 민(Kim, Jung Min)



- 1994년 2월 : 홍익대학교 컴퓨터공학과(공학석사)
- 2007년 2월 : 서울대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
- 현재 : 대진대학교 컴퓨터공학과 조교수
- 관심분야 : 온톨로지, 시맨틱웹, 지식표현, 인터넷미디어

· E-Mail : jmkim@daejin.ac.kr