고령자 낙상에 의한 응급 상황의 4족 로봇 기반 알리미 시스템 설계 및 구현

박철호* · 임동하* · 김남호** · 유윤섭***

Design and Implementation of Robot-Based
Alarm System of Emergency Situation Due to Falling of The Eldely

ChulHo Park* · DongHa Lim* · Nam Ho Kim** · YunSeop Yu***

요 약

본 논문에서는 노인의 낙상에 의한 위급상황을 모니터링 하기 위한 4족 로봇 및 모니터링 시스템을 소개한다. 4족 로봇은 FPGA Board(Field Programmable Gate Array)를 이용한 특정 색을 판별하는 영상처리에 기반하여 자율 이동한다. 노인의 낙상을 감지하기 위해 가슴에 센서노드를 착용하고, 낙상에 의한 응급 상황 시에 4족 로봇이 낙상신호를 관리자에게 전송한다. 관리자는 전송된 영상을 기반으로 4족 로봇을 제어 및 상황판단을 하고, 위급상황이면 119에 신고를 한다. 센서노드만을 사용한 낙상 감지 시스템에서 98.33% 낙상의 Sensitivity와 일상행동 94.375% Specificity가 측정 되었다. 100% 낙상 감지를 못했던 점을 낙상 감지 시스템과 이동형 카메라(로봇)의 결합 알고리즘을 제안 및 실험을 통해 100% 검증 하였다.

ABSTRACT

In this paper, we introduce a quadruped robot-based alarm system for monitoring the emergency situation due to falling in the elderly. Quadruped robot includes the FPGA Board(Field Programmable Gate Array) applying a red-color tracking algorithm. To detect a falling of the elderly, a sensor node is worn on chest and accelerations and angular velocities measured by the sensor node are transferred to quadruped robot, and then the emergency signal is transmitted to manager if a fall is detected. Manager controls the robot and then he judges the situation by monitoring the real-time images transmitted from the robot. If emergency situation is decided by the manager, he calls 119. When the fall detection system using only sensor nodes is used, sensitivity of 100% and specificity of 98.98% were measured. Using the combination of the fall detection system and portable camera (robot), the emergency situation was detected to 100 %.

키워드

낙상, 3축 가속도계, 자이로스코프, 4족 로봇

Key word

Falling, Tri-axial Accelerometer, Gyroscope, Quadruped robot

* 준회원 : 한경대학교 전기전자제어공학과
** 정회원 : 한경대학교 바이오정보기술전문대학원
*** 종신회원 : 한경대학교 전기전자제어공학과(ysyu@hknu.ac.kr)

접수일자 : 2012. 09. 27
심사완료일자 : 2013. 04. 08

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.4.781>

©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.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

의학기술의 발달과 출산율의 저하로 인한 평균수명의 증가로 인구의 고령화가 급속히 진행 중이다. 이러한 고령화 인구의 증가는 사회적 구조의 변화와 함께 경제적, 신체적, 심리적 문제를 증가시킨다. 특히, 고령화 사회의 진전에 따라 치매, 중풍 등 요양보호가 필요한 노인의 수도 급격히 증가하고 있다. 건강에 관한 문제는 의료비 지출을 증가시킬 뿐 아니라 심리적 불안을 초래한다. 그 결과 활동과 신체기능이 감소되어 의존성이 증가되고 삶의 질의 저하로 이어진다. 고령화로 기인한 독거노인의 증가 때문에 독거노인의 건강을 위협하는 요인을 감지하고 처리할 수 있는 기술에 대한 요구가 증가하고 있으며, 이와 같은 독거노인의 건강을 위협하는 대표적인 요인의 하나로 낙상을 들 수 있다. 낙상의 발생으로 의식을 잃거나 몸을 움직일 수 없는 상태에서 빠른 응급조치가 이루어지지 않으면 사망에까지 이를 수 있다. 따라서 노인이 넘어졌을 때 낙상 감지 시스템을 통해 빠른 대처를 할 수 있는 연구가 필요하다. 낙상 감지 방법은 감지하는 방식에 따라 크게 2가지로 구분할 수 있다.

하나는 영상정보를 이용하여 낙상의 상황을 판단하는 방법과 다른 하나는 낙상 대상자에게 센서노드를 부착하여 낙상을 검출하는 방식이다. 센서노드를 부착하는 방식은 주로 가속도 센서노드를 사용하여 낙상을 검출하며, 센서노드 사용과 영상을 이용한 방식에 따른 관련 논문에 대해 살펴보면 다음과 같다.

T. Zhang 등은 허리에 가속도 센서노드를 부착하여 낙상을 감지하는 방법을 제안하였다. 3축 가속도 센서 x , y , z 에서 신호의 벡터 합으로 검출하였다[1-6]. Maarit Kangas 등은 자이로스코프만을 몸통에 부착해 가속도, 각가속도, 각도 값을 이용하여 일상 행동과 낙상을 분리해 100%의 sensitivity의 결과를 얻었다. 각속도의 SVM(Sum Vector Magnitude)과 각가속도의 변화, 각도의 변화량을 이용해 낙상을 판단하였다[2]. T. Degen 등은 손목시계 형태의 낙상 감지 장치를 개발하였다. 가속도 센서 x , y , z 에서 신호의 벡터 합으로 검출하고 심박수 측정을 위해 손목시계위에 장착된 포토다이오드를 사용하여 검출하였다[3].

B. U. Töreyin 등은 영상정보와 오디오 정보를 사용한 낙상감지 알고리즘을 제안하였다. 은닉 마르코프모델

(Hidden Markov Model; HMM)을 기반으로 시간적 웨이블릿 신호에서 특징점을 추출하여 낙상을 감지하였다[7]. Zhengming 등은 CMOS 카메라를 사용하여 5가지 Pixel의 특징 점을 나누고 차 영상을 이용해 낙상을 감지하였다[8]. Shaou-Gang Miao 등은 전방향(Omni)카메라를 이용해 BMI(Body Mass Index) 체질량 지수 값을 이용해 사람의 높이와 넓이를 계산 후에 차 영상을 이용해서 낙상을 감지하였다[9].

센서 노드는 매우 작은 크기이므로 인체에 쉽게 부착할 수 있으며 무선 모듈과도 쉽게 연결할 수 있어서 많이 사용할 수 있으나 센서 노드로는 낙상 상황을 100%를 감지할 수 없다[1-6]. 영상기반의 단점은 고정된 카메라가 고령자의 이동시 낙상감지가 한정되어 있다는 점과 장애물로 인해 낙상감지 확률이 떨어진다 [7-9].

지금까지 발표된 낙상 감지 시스템의 최대 Sensitivity는 100%이고 최대 Specificity는 90%로 알려져 있으므로 [2] 좀 더 정확한 낙상 및 일상생활 구분에 대한 연구는 더 필요하다. 낙상 감지 시스템의 최대 sensitivity와 specificity를 향상시킬 수 있는 방법으로 센서노드와 영상정보를 결합하는 방법도 가능하다.

본 논문은 센서노드를 고령자에 착용한 후에 로봇에 장착된 카메라를 이용해 고령자를 트래킹 및 실시간 확인을 통해서 고령자의 낙상에 의한 응급상황을 모니터링하는 시스템을 제안한다. 고령자에게 부착된 센서로 구성된 낙상 감지 시스템과 대상자 곁에서 임무를 수행할 카메라가 장착된 로봇 시스템 및 대상자를 실시간으로 모니터링하며 로봇에게 명령을 내릴 수 있는 제어시스템으로 구성된 하드웨어 시스템과 이 시스템들이 상호 조직적으로 임무를 수행할 수 있는 알고리즘을 소개한다. 마지막으로 대상자에게 낙상이 있을 경우에 제안한 시스템의 효율성을 증명한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 로봇의 시스템 구성과 센서 노드의 시스템을 설명하고, 3장에서 대상자 추적 기반과 낙상 감지 시스템 결합에 대한 알고리즘을 제안한다. 4장에서 제안한 알고리즘을 바탕으로 일상행동(ADL: activities of daily living) 및 낙상행동(fall)에 대한 실험 및 결과를 설명하고 성능을 검증한다, 5장에서 실험결과를 바탕으로 제안한 응급상황 모니터링 시스템에 대한 평가와 문제점, 향후 과제에 대한 내용을 기술한다.

II. 본 론

2.1. 전체적인 시스템 구성도

본 논문에서 제안한 전체적 시스템 구성도는 그림 1과 같다. 낙상 감지 시스템은 대상자와 1:1 대응관계이며 낙상 감지를 위해 센서 노드를 대상자의 가슴에 부착한다. 빨간색 마커는 대상자의 종아리에 착용한다. 4족 로봇에 달려있는 영상처리 카메라로 대상자의 빨간색 마커를 트래킹하다가 대상자가 낙상 시에 낙상 알림 장치는 대상자에 근접한 Gateway를 통해 낙상 이벤트 값을 관리자에게 보내며, 관리자가 이벤트 값을 받으면 로봇에서 무선으로 전송된 영상을 모니터링하여 로봇을 제어하고 대상자의 상태를 확인한다. 위급상황 시에 위급상황 버튼을 누르면 4족 로봇에 달린 벨이 울리게 되며 관리자는 119에 신고를 한다.

그림 1. 전체적인 시스템 구성도
Fig. 1 System configuration for emergency alarm system due to falling

2.2. 로봇의 구성

본 논문에서 제안한 로봇은 그림 2와 같이 ARM7 (SAM7S256)에 기반한 자율 이동제어 보드와 FPGA (Field Programmable Gate Array) 기반의 영상처리 보드 (DE2, Altera)로 구성된다. 이동제어 보드는 12개의 모터 (Rx28)를 제어하고 PSD(Position Sensitive Device)를 이용하여 자율적으로 보행한다. 통신은 무선 송수신기 (CC2530, Texas Instruments)를 사용하여 Zigbee 무선 통

신을 한다. FPGA 영상처리 보드는 대상자를 추적하는데 이용된다. 전면에는 2개의 CCD 카메라가 장착되어 있다. 하나는 대상자를 추적하는 용도로, 다른 하나는 무선 카메라로 영상을 촬영하여 관리자에게 전달하는데 사용된다.

그림 2. 로봇의 구성
Fig. 2 Robot configuration

2.3. 낙상시스템의 구성

낙상 센서노드 구성은 그림 3과 같다. 3축 가속도계 (MMA7260Q, Freescale), 자이로스코프 (IDG-650, Inven sense), 무선 송수신기 (CC2530, Texas Instruments)가 포함된다. CC2530은 RF와 마이크로컨트롤러 기능이 포함되어 있다. 센서노드와 Base Station의 통신은 2.4GHz IEEE 802.15.4를 이용한다.

그림 3. 낙상 시스템 구성
Fig. 3 Fall detection system configuration

2.4. 실시간 모니터링 및 컨트롤러

실시간 모니터링 및 컨트롤러는 그림 4와 같다. 낙상 시스템에서 Zigbee 무선통신으로 낙상 이벤트 값을 보

내면 1번 버튼인 LED 버튼이 On된다. 무선카메라로 현재 고령자의 상태는 2번의 모니터링을 통하여 실시간으로 확인할 수 있다. 낙상 이벤트 값을 받고 고령자의 상태를 확인할 수 없을 때에 3번 컨트롤러를 이용하여 로봇을 제어할 수 있다. 3번 컨트롤러를 이용하여 고령자의 위치를 파악하고, 현재 상태를 확인해서 고령자가 위급상황이면 4번 버튼을 눌러서 로봇에 달린 벨을 울리도록 하고 관리자는 119 신고를 한다. 본 시스템은 관리자가 부재시에 TCP/IP 통신을 통해 관리자 핸드폰으로 응급상황이 전송되어 로봇제어가 가능하다.

그림 4. 실시간 모니터링 및 컨트롤러 화면
Fig. 4 Screen capture of real-time monitoring and controller

III. 구 현

3.1. 전체 시스템 알고리즘

낙상 감지 시스템의 전체 알고리즘은 그림 5와 같이 표현된다. 고령자의 낙상 감지하기 위해서 가슴에 낙상 센서노드를 착용하고, 4족 로봇이 고령자의 부착된 특징색을 판단해 추적한다. 고령자가 넘어질 시에 몸에 찬 낙상시스템에서 Zigbee 통신으로 낙상 이벤트 값을 PC와 로봇에게 보내고, PC에서 Labview 기반 모니터링 및 컨트롤러 시스템을 이용해서 관리자에게 낙상을 알린다. 관리자는 로봇에서 전송된 영상을 모니터링하여 로봇을 제어하고 그것을 통해서 고령자의 상태를 확인한다. 만약 고령자의 상태가 위급하면 응급상황 버튼을 눌러서 로봇에 벨이 울리게 한 후 119에 신고를 한다.

그림 5. 전체 시스템 알고리즘
Fig. 5 Algorithm of emergency alarm system due to falling

3.2. 대상자 추적 알고리즘

대상자 추적 알고리즘은 그림 6과 같다. 영상처리 카메라는 구역을 세로로 3등분으로 IM1(중앙), IM2(왼쪽), IM3(오른쪽) 나눈다. 빨간색 검출 알고리즘을 FPGA Board에 적용하여 고령자에게 부착된 빨간색 마커가 IM1안에 들어오면 4족 로봇이 전진을 하고 IM2에 들어오면 왼쪽으로 이동을 하며 IM3에 들어오면 오른쪽으로 이동을 하게 된다.

그림 6. 대상 추적 알고리즘
Fig. 6 Tracking algorithm

3.3. 낙상 감지 시스템 알고리즘

낙상 감지 시스템 알고리즘은 그림 7과 같다. SUM_{Acc} 은 가속도에 X축, Y축, Z축의 벡터 크기 합이고 $MEAN_{Angle}$ 은 낙상이 발생한 경우 대상의 평균 각도 값을 나타낸다. 처음 SUM_{Acc} 값이 2.5g가 있는지 판단한다. 가속도의 임계값을 초과한 이후 70개의 데이터 중에 $MEAN_{Angle}$ 의 값이 60° 를 넘으면 낙상을 감지한다[10].

Algorithm
<pre> 1. if $SUM_{Acc} > 2.5g$ then 2. if $MEAN_{Angle} > 60^\circ$ (among 70 samples after satisfying the condition in Line) then 3. return Fall Detection else 4. return No Fall Detection </pre>

그림 7. 낙상 감지 시스템 알고리즘
Fig. 7 Algorithm of fall detection system

IV. 실험 및 결과

4.1. 낙상 상황과 일상 활동 데이터 값

본 논문에서는 낙상센서 노드는 낙상 상황과 일상 활동 중에 발생하는 데이터의 차이점을 알아보기 위해 일상 활동 중 일어날 수 있는 행동과 가속도와 각속도를 유발할 수 있는 행동, 낙상이 감지될 수 있는 행동에 대해 실험을 하였고 실험 결과 그래프의 한 예는 그림 8과 9에 나타나 있다. 실험항목은 다음과 같다.

- ADL-A: 뛰기
- ADL-B: 점프
- ADL-C: 의자의 앉고 일어나기
- ADL-D: 침대에 눕기

고령자들의 낙상 상황은 대표적으로 물건에 걸려 넘어지는 경우, 앉았다가 일어날 때 자세의 균형을 유지하지 못해서 넘어지는 경우, 욕실이나 화장실에서 미끄러져 넘어지는 경우가 있다. 본 논문에서는 다음과 같은 낙상 상황에 대한 실험을 하였다.

그림 8. 일상행동에서 측정된 SUMACC
Fig. 8 SUMACC measured at ADL

그림 9. 낙상행동에서 측정된 SUMACC
Fig. 9 SUMACC measured at falling

- Fall-A: 물건에 걸려 앞으로 넘어짐
- Fall-B: 앉았다가 일어날 때 자세의 균형을 잃고 측면으로 넘어짐
- Fall-C: 미끄러져 뒤로 넘어짐

낙상 상황은 고령자들의 행동을 모방해 실시하였으며, 20cm 높이의 매트릭스에서 진행되었다. 실험에는 25세에서 28세사이의 남성 3명이 참가하였으며, 키는 170cm에서 175cm, 몸무게 68kg에서 80kg이다. 일상행동 201회, 낙상행동 152회의 실험을 실시하였다. 센서노드로부터 수신되는 실험 데이터는 LabView를 PC에서 실시간으로 모니터링 하였다.

4.2. ROC(Receiver Operating Curve) 곡선

ROC(Receiver Operating Curve) 곡선[11]은 그림 10과 같다. 그림 7에 제안한 알고리즘에 사용된 최적의 파라미터 값을 구하기 위해서 그림 10은 가속도 SUMACC 임계값을 0g, 1g, 2g, 3g, 2.5g로 고정하여 각도 MEANANGLE 임계값을 0° , 50° , 60° , 70° , 80° , 90° 로 변화

시키면서 ROC 곡선을 구한 결과이다. 그림 10에서 나타난 것처럼 가속도 SUM_{ACC} 임계값 2.5g와 각도 $MEANANGLE$ 임계값 60° 를 적용했을 때 가장 좋은 98.33% 낙상의 Sensitivity(= true positive rate)와 일상행동 94.375% Specificity(= 1-false positive rate)가 측정되었다. 따라서 일상행동과 낙상상황을 구분할 수 있었으며, 낙상이 감지된 후 일반적인 낙상과 응급상황을 구분할 수 있다.

그림 10. ROC 곡선
Fig. 10 ROC curve

4.3. 4족 로봇 자율 보행

4족 자율 보행은 그림 11과 같다. 4족 로봇은 PSD 센서를 로봇 앞, 뒤, 좌, 우에 달아서 보행 중에 장애물이 감지되면 회피하여 자율 보행을 한다.

그림 11. 4족 로봇 자율 보행 화면
Fig. 11 Screen captures of autonomous walking quadruped robot tracking a red-marker

4.4. 빨간색 마커 추적

빨간색 마커 추적은 그림 12과 같다. 대상자는 가슴에 센서 노드 부착 및 빨간색 마커를 종아리에 착용한다. 대상자와 로봇에 최대 간격은 100cm이다. 4족 로봇에 달린 영상처리 카메라로 대상자의 빨간색 마커를 추적한다. 그림 6과 같이 구역을 세로로 3등분으로 IM1(중앙), IM2(왼쪽), IM3(오른쪽)나눈 후 빨간색 마커가 IM1안에 들어오면 전진을 하고, IM2에 들어오면 왼쪽으로 이동을 하며 IM3에 들어오면 오른쪽으로 이동을 하게 된다.

1번 화면은 대상자가 오른쪽으로 이동했을 때 로봇이 빨간색 마커가 IM1안으로 들어오도록 트래킹하는 장면이며 2번 화면은 대상자가 왼쪽으로 이동 시에 빨간색 마커가 IM1안으로 들어오도록 트래킹 하는 장면이다. 마지막으로 3번 화면은 대상자가 정면으로 이동시에 추적하는 장면을 보여주고 있다.

그림 12. 빨간색 마커 추적의 화면
Fig. 12 Screen captures of tracking a red-marker

4.5. 응급 상황

그림 13는 응급 상황시에 영상을 나타내고 있다. 대상자가 낙상 후에 관리자는 무선 카메라로 들어오는 영상을 통해 Labview의 컨트롤러로 4족 로봇을 제어하면서 대상자의 상태를 파악하고 위급 상황이면 관리자가 Call 버튼을 누르면 4족 로봇에 달린 벨이 울리게 되며 119에 신고를 하게 된다.

4.6. 낙상 후 일어남

낙상 후 일어나는 화면은 그림 14와 같다. 4족 로봇이 대상자를 추적 중 낙상을 하였을 때 대상자의 가슴에 부착한 센서 노드에서 이벤트 값을 Zigbee 무선 통신을 통해 관리자에게 전송을 하면 LED가 점등 된다. 관리자는

무선 카메라로 들어오는 영상을 보면서 Controller로 4족 로봇을 제어해서 대상자의 상태를 파악을 한다. 확인 후 대상자가 일어나면 LED가 소등 되며 4족 로봇이 다시 빨간색 마커를 추적을 한다.

그림 13. 응급 상황 화면

Fig. 13 Screen captures of emergency situation

그림 14. 낙상 후 일어나는 화면

Fig. 14 Screen captures of standing up after falling

V. 결론 및 추후과제

본 논문은 고령자의 낙상에 의한 위급상황을 모니터링 하기 위한 4족 로봇 및 모니터링 시스템을 소개하였다. 낙상 감지 시스템을 이용해 낙상행동에서 98.33%의 Sensitivity와 일상행동에서 94.375% Specificity가 측정되었고 센서 노드만을 사용했을 시 100% 낙상 감지를 못했던 점을 낙상 감지 시스템과 이동형 카메라(로봇)의 결합 알고리즘을 제안 및 실험을 통해 100% 검증 하였다. 향후 연구 과제로 첫째는 실제 낙상에 대한 부족한 데이터 보완, 둘째는 로봇이 계단 및 높은 방지턱을 자유

롭게 이동할 수 있도록 하는 시스템 보완, 셋째는 로봇의 트래킹 방법으로 빨간색 마커를 추적해야하므로 대상자가 항상 착용해야 한다는 점과 본 논문 결과는 제한된 장소에서 빨간색 색상만 인식을 할 수 있어 타 동일색상과의 인식오류 문제점을 보완, 넷째는 현재는 실시간 카메라를 로봇에 장착해서 사용하고 있지만 대상자의 상태를 한눈에 확인할 수 있도록 원하는 위치에 실시간 카메라를 설치할 수 있도록 보완, 다섯째는 대상자가 방향 전환 등으로 인하여 로봇 영상에서 사라질 경우 대처방법 보완, 여섯째는 로봇을 한번 충전으로 약 30분가량 밖에 사용을 못하므로 로봇의 무게를 줄이고 적절한 설계를 통해 로봇을 좀 더 오래 사용하도록 보완이 필요하다. 또한 응급상황 목적만으로 사용이 아닌 고령자들이 로봇과 소통을 할 수 있는 새로운 알고리즘을 연구해 진행해 나갈 것이다.

참고문헌

- [1] T. Zhang, J. Wang, L. Xu and P. Liu, "Fall detection by wearable sensor and one-class SVM algorithm," Lecture Notes in Control and Information Sciences, Vol. 345, pp. 858-863, 2006.
- [2] M. Kangas, I. Vikman, J. Wiklander, P. Lindgren, L. Nyberg, T. Jamsa, "Sensitivity and specificity of fall detection in people aged 40 years and over," Gait & Posture, Vol. 29, pp. 571-574, 2009.
- [3] T. Degen, H. Jaekel, M. Rufer and S. Wyss, "SPEEDY: a fall detector in a wrist watch," in Proc. 7th IEEE Int. Symp. Wearable Computers, Oct. 2005, pp. 184-187.
- [4] B. Kaluža and M. Luštrek, "Fall detection and activity recognition methods for the confidence project: A survey," in Proc. 12th International Multiconference Information Society 2008, Vol. A, pp. 22 - 25, 2008.
- [5] 김남섭, "유비쿼터스 헬스케어에 위한 효율적인 낙상감지 기법," 한국정보기술학회논문지, 제8권, 제8호, pp. 133-140, 2010.
- [6] 김성현, 박진, 김동욱, 김남균, "가속도센서와 기울기센서를 이용한 실시간 낙상 감지 시스템에 관한 연구," 한국정밀공학회지, 제28권, 제11호, pp.

- 1330-1338, 2011.
- [7] B. U. Töreyn, Y. Dedeo lu and A. E. Çetin, "HMM Based Falling Person Detection Using Both Audio and Video," Lecture Notes in Computer Science, Vol. 3766, pp. 211-220, 2005.
- [8] Z. Fu, T. Delbruck, P. Lichtsteiner, E. Culurciello, "An address-event fall detector for assisted living applications," IEEE Trans. Biomedical Circuits and Systems, Vol. 2, No. 2, pp. 88-96, 2008,
- [9] S.-G. Miaou, P.-H. Sung, and C.-Y. Huang, "A customized human fall detection system using omni-camera images and personal information," in Proc. 1st Distributed Diagnosis and Home Healthcare (D2H2) Conference, April 2006, pp. 39-42.
- [10] 이윤재, "심전도, 가속도계, 자이로스코프를 이용한 고령자 응급상황 모니터링 시스템에 관한 연구", 환경대학교 대학원 석사학위 논문, 2011.
- [11] M. Gönen, "Receiver operating characteristic (ROC) curves," in Proc. SUGI 31, March 2006, pp.210-231. Available: <http://www2.sas.com/proceedings/sugi31/210-31.pdf>.

저자소개

유윤섭(YunSeop Yu)

1995년 8월 고려대학교 전자공학과 (공학사)
1997년 8월 고려대학교 일반대학원 전자공학과 (공학석사)

2001년 8월 고려대학교 일반대학원 전자공학과 (공학박사)
2001년 9월 - 2002년 10월 미국 NIST 초청연구원
2002년 10월 - 현재 환경대학교 전기전자제어공학과 부교수
※ 관심분야: 반도체 소자 및 회로 설계, 고령친화 IT 기술

김남호(Nam Ho Kim)

1996년 2월 고려대학교 전자공학과 (공학사)
1998년 2월 고려대학교 일반대학원 전자공학과 (공학석사)

1998년 3월 현대전자 멀티 미디어연구소
2004년 8월 팬택앤큐리텔 UMTS연구소
2013년 2월 환경대학교 바이오정보기술전문대학원 신호처리전공 (공학박사)
2013년 3월 - 현재 동양미래대학교 소프트웨어정보학과 조교수
※ 관심분야: 임베디드시스템, 영상처리, 센서네트워크, 파일 시스템

박철호(ChulHo Park)

2011년 2월 환경대학교 정보제어공학과
2011년 3월 환경대학교 일반대학원 전기전자제어공학과 (석사 과정 중)

임동하(DongHa Lim)

2011년 2월 환경대학교 정보제어공학과
2011년 3월 환경대학교 일반대학원 전기전자제어공학과 (석사 과정 중)