논문 2012-07-37

무선센서 네트워크를 이용한 가축생육환경정보 실시간 모니터링 시스템 구현 (Implementation of Real-Time Monitoring System for Livestock Growth Environment Information using Wireless Sensor Network)

김 영 웅, 백 승 현, 전 용 준, 이 대 기, 박 홍 배*

(Young-Wung Kim, Seung-Hyun Paik, Yong-Jun Jon, Dae-Ki Lee, Hong Bae Park,)

Abstract: In this paper, a real-time monitoring system based on WSN is designed and implemented to monitor livestock growth environment information which includes the temperature, humidity and harmful gases such as CO_2 , CO , NH_3 , H_2S and so on. The proposed system consists of the wireless sensor nodes, the monitoring management device, the management server and the user interface program based on PC/Smart phone. To verify the performance of the implemented system, gas measurement experiments are performed in laboratory environment by using the designed wireless sensor nodes. And it is able to estimate the concentration of gases. The implemented system is able to monitor the proposed environmental element information through the developed GUI.

Keywords: WSN, Growth environment monitoring, Wireless gas sensor node, Remote monitoring

1. 서론

축산업에서 각종 소모성 질병을 예방하여 폐사율을 줄이고 고품질의 축산상품을 생산하기 위해서 가축사육환경 개선 및 관리가 필수적이다. 이를 위한 가축사육환경 기본지표로 계절에 따른 시간별 온도, 습도, 이산화탄소량, 산소량, 사료급여 횟수와량, 음수량 등이 있으며, 사육환경에서 성장환경지표로 암모니아(NH_3), 황화수소(H_2S), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO_2) 등의 농도가 중요하다. 최근 축산생육환경에서 점차적인 가축사육 조밀화와 밀폐화에 따라 악취를 동반한 분뇨에서 발생하는 유해가스들의 농도가 짙어져 허용 노출기준을 초과할 수 있다. 이러한 악취를 동반하는 유해가스는 분뇨에 존재하는 혐기성세균발효의 최종산물로 휘발성 유기물질에서 발생한다. 가축사육환경 내에서 발생

하는 주된 유해가스는 암모니아와 황화수소이며, 암모니아 가스는 유독성 가스로 무색이며, 수용성으로 물에 쉽게 녹으며, 낮은 농도로도 사람의 코로 감지할 수 있고, 사람의 눈, 폐 등을 자극한다. 황화수소 가스는 유독성 가스이며, 공기보다 무거워 축사의 슬러리 표면에 깔려 있다. 낮은 수준에서도 달걀 썩는 냄새가 발생하고 두통, 어지러움, 메스꺼움 등을 유발하는 원인이 된다. 이러한 암모니아와 황화수소 가스는 가축의 육질저하, 각종 질병유발, 성장부진 등을 초래한다. 특히 외부기온이 저하되는 동절기에 실내 온도유지를 위해 최소 환기율을 적용하는 경우 농가작업자가 장시간 또는 높은 농도의 유해가스에 노출되면 유독가스로 작용할 수 있고 가축 또한 유사한 영향을 받는다. 밀폐된 공간에서 15 [ppm]의 암모니아 가스는 호흡기계통의 질병을 유발할 수 있다. 또한 외부로 방출된 암모니아는 주변의 인근농가까지 많은 피해를 주고 있다. 겨울철 난방에 의해 발생하는 CO 와 밀폐경향에 따른 CO_2 농도의 증가는 가축의 호흡곤란으로 인해 집단폐사로 이어질 수 있다 [1-2]. 그러므로 허용 기준치 이상의 유해가스 발생시 신속한 환기와 발생 유해가스

* Corresponding Author (hbpark@knu.ac.kr)

Received: 30 July 2012, Revised: 06 Sep. 2012,
Accepted: 04 Oct. 2012.

Y.W. Kim, S.H. Paik, H.B. Park: Kyoungpook
National Univ.

D.K. Lee, Y.J. Jon: ACROEM Co.

의 종류와 농도에 따른 피해예상과 대처방안을 시행하여 사육가축과 인적 피해를 줄이고 가축종류에 따른 생육환경을 적절히 유지하여 고품질의 가축을 사육하기 위해서는 항상 가축사육의 기본이 되는 생장환경지표 및 유해가스를 정확히 측정하고 진단하는 것은 매우 중요하다.

국내 축산농가 인력의 고령화와 감소라는 문제점과 농부가 직접 축사 내 환경을 측정하고 적절하게 유지하기에는 어려움이 많을 뿐만 아니라 효율적 관리가 불가능한 실정이었으나, 최근 정보통신기술의 발전으로 인해 IT와 전통산업 간의 융합기술을 적용한 응용서비스가 대두되고 [3-6], 이를 이용한 축산업관련 응용서비스로 자동 및 원격으로 가축생육환경을 모니터링하여 제어하고 유지·관리할 수 있는 USN(Ubiquitous Sensor Network)기반의 가축생육환경 통합관리시스템에 대해 활발하게 논의되고 있다 [7-11]. 하지만 기존 생육환경정보 모니터링 시스템은 밀폐된 공간에서 가축에 더 큰 피해를 줄 수 있는 유해가스는 고려하지 않고 대부분 온도, 습도, 음수량, CO₂와 같은 기본 생장환경지표 요소에만 초점이 맞추어져 있다.

본 논문에서는 환경정보를 측정하여 모니터링 장치로 전송하는 무선센서노드, 센서노드로부터 수집한 데이터를 취합하고 디스플레이 및 서버로 환경정보를 전송하는 모니터링관리장치, 사육환경정보 이력관리를 위한 관리서버, 원격 모니터링을 위한 PC/스마트폰 기반 사용자 운용프로그램으로 구성하여, 가축 생장환경지표 기본요소인 온도, 습도, 사육 환경에서 발생하는 유해가스 CO₂, CO, NH₃, H₂S, 혼합(NH₃+ H₂S) 가스를 측정하고, 모니터링하는 무선센서 네트워크(WSN: Wireless Sensor Network)기반의 실시간 모니터링 시스템을 설계하고 구현한다.

II. 무선센서노드 구현

생육환경정보 모니터링 시스템을 구축하기 위해서는 무엇보다 환경요인을 측정할 수 있는 센서노드 개발이 중요하다. 본 장에서는 제안하는 시스템의 측정요소인 온도와 습도 그리고 CO₂, CO, NH₃, H₂S 가스를 측정하고, 수집장치로 데이터를 전송하는 ZigBee기반의 무선센서노드를 설계한다. 그림 1은 무선센서노드의 전체 시스템 구성을 보여준다.

1. 상용센서 기술

그림 1. 무선센서노드의 시스템 구성도
Fig. 1 Diagram of Wireless Sensor Node

표 1. 선택한 상용센서
Table 1. Selected Sensors

센서종류		세부사항
온도		측정범위: -45~120℃ 정밀도: ±1℃ 측정단위: 1℃
습도		모델명: SY-HS-220 측정범위: 20~95% RH 입력전압: 5VDC 소비전류: 3mA
CO		모델명: GSET11-P1XX 측정범위: 200~1000ppm 입력전압: 5VDC 소비전류: 96mA
CO ₂		모델명: T6613 측정범위: 400~2000ppm 입력전압: 5VDC 소비전류: 33mA
NH ₃		모델명: MiCS-5914 측정범위: 0.1~100ppm 입력전압: 5VDC 소비전류: 30mA
VOCs		모델명: MiCS-5135 측정범위: 0.1~1000ppm 입력전압: 5VDC 소비전류: 32mA

가스센서는 기체와 물질 사이의 상호작용을 이용하는 것으로 그 검지방식에 따라 여러 가지로 나누어진다. 이중 상용화되어 시판되고 있는 가스센서의 검지방식을 크게 나누면 반도체식, 고체전해질식, 전기화학식, 접촉 연소식 및 비분산 적외선식

등이 있다[12]. 반도체식 가스센서는 저가의 저전력 소형으로 제작할 수 있고 수명이 길다는 장점이 있으나 선택성이 낮다는 단점이 있다. 전기화학식은 선택성이 뛰어나지만 수명이 짧고 고가의 소형제작이 힘들다는 단점이 있으며, 접촉 연소식과 고체전해질식은 현재 측정 가능한 가스가 적어 특정가스 검출에만 적용된다. 광학적 측정방식인 비분산 적외선식은 선택성이 뛰어나고, 수명이 길지만 고가에 소형 제작이 어렵다. 이러한 특성 때문에 측정대상 가스와 적용목적에 맞게 센서를 채택하고, 설계해야 한다 [13].

무선센서노드의 소형화와 집적도향상 그리고 저전력의 조건을 만족하기 위해 표 1에서 보인 센서들을 선택·사용한다.

2. 무선센서노드 제작

센서측정값에 대한 물리적 매칭을 위해 센서출력은 선형적인 것이 좋다. 이를 위해 대부분의 센서는 선형성을 보장하기 위한 보정알고리즘이 하드웨어적으로 구현되어 있다. 온도, 습도, CO, CO₂에 대한 상용센서는 현재 산업에서 많이 사용되고 있으며, 센서출력값을 물리적 수치로 교정하기 위한 일반화 식이 주어진다. 또한 이러한 센서들은 공기 중 복합적으로 존재하는 이종의 가스에 대한 영향을 적게 받는다. 하지만 본 연구에서 선택한 저전력 반도체식 상용 가스센서는 이종의 가스에도 반응을 보이며, 센서출력의 선형성 또한 보장하지 않는다. 따라서 암모니아, 황화수소 가스를 분류하고 농도추정에 대한 가스인식알고리즘을 추가로 개발한다. 그림 2는 MiCS-5914, MiCS-5135 센서를 이용하여 암모니아, 황화수소 가스를 식별하고, 식별한 가스의 농도를 추정하는 알고리즘이 탑재된 무선가스센서노드의 시스템구성을 보여준다.

그림 2. 무선가스센서노드 시스템

Fig. 2 Wireless Gas Sensor Node System

그림 3. 무선센서노드 구현

Fig. 3 Designed Wireless Sensor Node

그림 4. 무선가스센서노드 구현

Fig. 4 Designed Wireless Gas Sensor Node

무선가스센서노드 시스템의 저장용량과 복잡성 그리고 연산시간을 고려하여 가스인식알고리즘은 연산과정이 간단한 퍼지 최소-최대 신경망 기반의 가스식별 알고리즘[14]을 이용하며, 농도추정 부분에서는 뉴로-퍼지 기반의 농도추정 알고리즘[13]을 적용한다.

각종센서 디바이스드라이버를 설계하기 위해 IAR 사의 컴파일러, 디버거, MSP-FET430 에뮬레이터 등을 이용하여 개발환경을 구축하고, 인 서킷 프로그래밍방식을 사용하여 모든 센서 디바이스 구동 프로그램을 작성하고 테스트한다. 제작한 센서보드를 ZigBee보드와 결합하고 이렇게 구현한 최종 무선센서노드에 작성한 모든 디바이스 구동 프로그램과 제어 프로그램을 내장하여 보드 상호간에 하드웨어적인 문제가 발생하지 않는지 확인하고 수정한다. 그림 3은 온도, 습도, CO, CO₂를 측정하기 위해 구현한 통합무선센서노드이며, 그림 4는 암모니

그림 5. 가스측정실험 환경

Fig. 5 Gas Measurement Experiment

아, 황화수소 가스를 측정하기 위해 구현한 무선가스센서노드이다.

3. 가스측정실험 및 결과

제작한 무선가스센서노드의 동작 여부 및 센서측정값을 테스트하기 위해 암모니아, 황화수소, 혼합가스를 대상가스로 실험실 환경기반에서 가스측정 실험을 그림 5와 같이 수행한다. 자세한 실험환경조건 및 방법은 이진연구[15]에서 제안한 바와 같다. 측정결과 각 대상가스에 대한 분류는 오 분류없이 수행되고, 가스농도 추정실험 또한 암모니아, 황화수소, 혼합가스에서 각각의 RMSE(Root Mean Square Error)가 1.4924, 0.0295, 1.2742/0.0291 [ppm]으로 실제 주입농도에 근사하는 것을 알 수 있다.

III. 생육환경정보 모니터링 시스템 구현

제안하는 WSN기반 가축생육환경정보 모니터링 시스템은 개발한 무선센서노드와 무선가스센서노드를 통해 축사환경상태 정보를 수집하여 사용자에게 축사 내의 온도, 습도, 유해가스 상태를 현장 및 원격지에서 효

그림 6. 제안한 모니터링 시스템 구성

Fig. 6 Proposed Monitoring System

율적으로 모니터링할 수 있도록 지원하는 시스템이다. 시스템 구성요소는 무선가스센서노드, 무선센서노드, 모니터링관리장치, 관리서버, PC기반 사용자 운용프로그램, 스마트폰기반 사용자 운용프로그램으로 이루어지며, 전체 시스템구성을 그림 6에 보인다.

1. 모니터링관리장치

모니터링관리장치는 각 무선센서노드와 무선가스센서노드로부터 송신된 데이터를 사용자설정기준값과 비교하여 위험상황인지 아닌지를 판단하고 위험상황발생시 디스플레이장치 화면상에 위험상황임을 표시하고, 부저를 통하여 소리로 위험상황이나 이상발생을 알려준다. 그리고 원격알람을 위해 CDMA모뎀을 통하여 등록된 사용자전화번호로 경고문자를 전송한다. 또한 모니터링관리장치는 사용자가 설정한 일정시간마다 CDMA모뎀을 이용하여 수집한 축사생육환경정보 문자를 발송하고, 사용자가 현장의부에서 축사환경을 모니터링할 수 있도록 웹을 지원하는 관리서버로 환경정보를 전송한다.

그림 7에서 보인 바와 같이 모니터링관리장치는 통신, 설정, 파워, 디스플레이 블록으로 구성한다. 통신블록은 모니터링관리장치와 각 센서노드간의 통신을 위해 ZigBee 무선통신을 이용하고, 서버간의 통신은 CDMA모뎀을 적용하여 구성하였으며, 설정블록은 사용자가 직접 조작하는 부분으로 경고문자를 보낼 전화번호 설정, 측정센서노드의 종류에 따른 표시장치 설정, 위험상황을 알리기 위해 각 센

그림 7. 모니터링관리장치의 시스템구성
Fig. 7 System of Monitoring Management Device

그림 8. 모니터링관리장치의 구현보드
Fig. 8 Monitoring Management Device

서노드에서 수집한 환경데이터와 비교하기 위한 기준값 설정, 서버 및 센서노드 간 통신에서 사용되는 ID 설정, 서버의 IP주소 및 포트 설정 부분으로 이루어진다. 디스플레이블록은 통신이 정상적으로 이루어진 각 센서노드의 현재상태와 위험상황경고 등을 표시하는 부분이다. 이러한 모든 기능을 수행하기 위해 ATMEL사의 ATmega128 마이크로컨트롤러에 제안하는 시스템목적에 적합한 미들웨어 소프트웨어를 프로그래밍하고, 모든 관련디바이스에 대한 구동회로를 설계하여 그림 8과 같이 구현한다. 그림 9는 개발한 가축 생육환경정보 실시간 모니터링 시스템의 전체 하드웨어 구성과 II 장에서 언급한 무선센서노드와 제작한 모니터링관리장치 간의 연동시험 중의 사진이다.

그림 9. 개발한 환경모니터링 시스템의 하드웨어
Fig. 9 Designed Environment Monitoring System

그림 10. 관리서버 구조
Fig. 10 Management Server

2. 관리서버

관리서버는 모니터링관리 장치로부터 수집한 축사 내의 환경데이터를 데이터베이스에 저장한다. 관리서버는 Linux(Ubuntu) 기반으로 동작하며 PC기반 사용자 운용프로그램을 구동하기 위해 자바기반의 Apache Tomcat6.0을 사용한 모니터링관리 장치와 PC기반 사용자 운용 프로그램은 관리서버를 통하여 실시간 가축 생육환경정보를 확인할 수 있다. 데이터베이스는 Postgre를 사용하여 환경정보들을 저장하도록 구현한다. 그림 10과 11은 각각 관리서버의 구조와 블록다이어그램을 보여준다.

그림 11. 관리서버 블록다이어그램

Fig. 11 Block Diagram of Management Server

그림 12. Flex UI 구성도

Fig. 12 Diagram of Flex UI

3. PC기반 사용자 운용프로그램

PC기반 사용자 운용프로그램은 관리서버의 데이터베이스에 축적된 환경정보 데이터를 시간별/시간별로 실시간 축사환경데이터를 모니터링하기에 적합하도록 Adobe Flex를 이용하여 웹 방식으로 구성하고, 관리서버와 데이터 교환은 HTTP (Hypertext Transfer Protocol) 기반의 SOAP (Simple Object Access Protocol)을 이용하여 개발한다. 그림 12는 개발한 운용프로그램의 사용자 인터페이스에 대한 Flex UI구성을 보여준다.

그림 13은 센서측정 값에 대한 이력관리 웹페이지로 ①은 서버에 등록한 자신의 농장을 나타내는 농장리스트박스, 농장에 설치한 모니터링관리장치 리스트박스, 모니터링관리 장치와 연동되어 있는 센서노드 리스트박스, 기간설정박스로 구성되어 있다. ②는 확인하고자 하는 센서에 대하여 기간별 환경

그림 13. 센서측정값 이력 화면

Fig. 13 Sensor Measurement History

데이터 변화를 그래프로 확인할 수 있는 창이다. 그래프에서 빨간선은 사용자 설정기준값을 나타내며, 파란선은 실제 환경데이터의 기간별 변화량을 나타낸다. ③은 ①에서 선택한 센서에 대한 데이터이력 테이블이다.

4. 스마트폰기반 사용자 운용프로그램

안드로이드 앱을 이용하여 개발한 스마트폰기반 사용자 운용프로그램은 등록된 이동통신망에 접속하여 인터넷을 통해 관리서버 데이터베이스에 축적된 환경정보 데이터를 실시간으로 확인할 수 있으며, 기간별 설정으로 원하는 시기의 축사환경 이력 정보를 확인할 수 있다.

그림 14는 로그인과 농장목록 화면으로, 스마트폰 사용자 운용프로그램을 실행하여 로그인 화면에서 자신의 ID와 Password를 입력한 다음 로그인

그림 14. 로그인과 농장목록 화면

Fig. 14 Login and farm List Screen

그림 15. 구역목록과 센서목록 화면
Fig. 15 Area and Sensor List Screen

그림 16. 스마트폰 앱 실행과 데이터이력 표시화면
Fig. 16 Data History and Execution on App

버튼을 누르고 인증절차가 완료되면 현재 등록되어 있는 농장목록이 나타난다. 정보조회를 원하는 농장을 리스트에서 선택하면 그림 15와 같이 해당농장의 구역목록 화면을 출력하고, 농장의 구역목록에서 사용자가 정보조회를 원하는 구역을 선택하면 해당 구역에 설치되어있는 각 센서종류와 마지막으로 업데이트된 센서측정 값과 일시를 표시한다. 해당 구역 센서목록에서 특정 센서를 선택하여 해당센서의 측정데이터 이력을 조회할 수 있다.

그림 16은 개발한 스마트폰기반 사용자 운용프로그램 실행과 측정데이터 이력에 대한 표시화면이다. 화면 상단에는 이력조회기간을 설정하는 부분이 있고, 하단에는 해당 기간의 데이터이력이 그래프로

표시된다. 녹색그래프는 센서노드로부터 수집한 센서측정 값이며, 적색그래프는 위험알람을 설정하기 위한 사용자 설정기준을 나타낸다.

IV. 결 론

가축생육에 영향을 주는 환경요소 및 유해가스 정보를 주기적으로 수집하여 사용자가 다양한 플랫폼에서 축사환경상태를 감시하고, 축적된 환경요인데이터를 통하여 생산품의 질적 향상과 생산량의 증대를 가지며, 각 환경요소의 위험범위를 지정하여 범위초과시 신속하게 대응하기 위해 사용자에게 SMS, 경고등, 부저 등을 이용하여 시청각적으로 위험을 알리는 실시간 모니터링시스템을 구현하였다. 시스템은 온도, 습도, CO, CO₂를 측정하기 위한 무선센서노드와 암모니아, 황화수소 가스를 식별하고 농도추정을 하는 무선가스센서노드, 그리고 이러한 센서노드에서 수집된 정보를 수집, 분석하여 관리서버에 저장하고 위험상황을 알려주는 모니터링관리장치를 연구개발 구성하였다. 그리고 사육환경정보 이력 관리 및 웹서비스를 지원하는 관리서버, 실시간 원격모니터링을 위한 PC/스마트폰기반 사용자 운용프로그램을 구현하여 사용자중심의 시스템이 되도록 구현하였다.

시스템의 수행성을 검증하기 위해 실험실기반의 가스측정 실험환경을 구축하고 가스실험에서 무선가스센서노드는 각 대상가스별 농도추정이 가능함을 보였다. 제작한 모든 센서노드와 모니터링관리장치를 실험실환경에 설치하여 각 플랫폼 별 GUI(PC, 휴대폰, 스마트폰)를 통해 제안한 환경요소 정보를 모니터링 할 수 있었으며, 위험상황 인지 시 경고문자, 경고등, 부저가 잘 수행함을 확인하였다.

본 논문에서 제작한 WSN기반 가축생육환경정보 실시간 모니터링시스템은 미래형 농업환경인 u-IT 기반의 가축생육환경 통합관리시스템에서 가축생육환경에 영향을 미치는 유해가스 모니터링시스템으로 유용하게 활용될 수 있으리라 판단한다. 추후과제로는 구현한 시스템의 장기 안정도실험과 더불어 실제적용을 위한 센서하우징 방법에 대한 연구가 있다.

참 고 문 헌

- [1] E.Y. Lee, J.S. Lim, "Current Status and Perspectives of Livestock Environment Improving Agents for the Characteristics and Control of Swine Manure Odor," Journal of Microbiology and Biotechnology, Vol. 38, No.

- 3, pp.244-254, 2010 (in Korean).
- [2] G.H. Park, G.Y. Oh, K.H. Jung, S.Y. Jung, G.S. Cha, "The Odor Characteristics of Livestock Raising Facility," Journal of Odor Research and Engineering, Vol. 4, No. 4, pp.207-215, 2005(in Korean).
- [3] Dublin City University, "Ireland National botanic garden Eco-Sensor Network System," [http:// www.ecosensorweb.dcu.ie](http://www.ecosensorweb.dcu.ie).
- [4] Israel Phyttech Ltd, "Environment Monitoring System of Crop Cultivation," <http://www.phyttech.com/>
- [5] M.H. Lee, K.E. Eom, H.J. Kang, C.S. Shin, H. Yoe, "Design and Implementation of Wireless Sensor Network for Ubiquitous Glass Houses," Proceedings on Seventh IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science, pp.397-400, 2008.
- [6] B. Stojkoska, D. Davcev, "Web Interface for Habitat Monitoring Using Wireless Sensor Network," Proceedings on 2009 Fifth International Conference on Wireless and Mobile Communications, pp.157-162, 2009.
- [7] C. Ma, Y. Wang, G. Ying, "The Pig Breeding Management System Based on RFID and WSN," Proceedings on 2011 Fourth International Conference on Information and Computing, pp.30-33, 2011.
- [8] Brandt Tracks Its Beef, RFID Journal, <http://www.rfidjournal.com/article/articleview229/1/1/>, 2009.
- [9] D.H. Kwak, T.H. Kim, J.W. Han, Y.S. K, J.N. Choi, "Implementation of Remote Piggery Management System using Wireless Sensor Network," 2011 Summer Conference on Korea Institute of Information Technology, pp.550-552, 2011 (in Korean).
- [10] J.H. Hwang, M.H. Lee, H.D. Ju, H.C. Lee, H.J. Kang, H. Yoe, "Implementation of Swinery Integrated Management System in Ubiquitous Agricultural Environments," Journal of Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 35, No. 2, pp.252-262, 2010 (in Korean).
- [11] Jeju Livestock FCG Management System, <http://pigfarm.kr>
- [12] D.D. Lee, "Chemical Sensors Technology," Journal of Sensor Science and Technology, Vol. 18, No. 1, pp.1-21, 2009(in Korean).
- [13] Y.W. Kim, S.J. Lee, K.H. Kim, I.S. Lee, "An Implementation of a Wireless Gas Automatic Measurement and Identification System for Monitoring of Crop Growth Environment," Journal of Korea Institute of Information Technology, Vol. 9, No. 1, pp.11-23, 2011 (in Korean).
- [14] J.H. Seo, Y.W. Kim, S.H. Paik, S.H. Yang, I.S. Lee, H.B. Park, "Classification System of Gas Mixture using Fuzzy Min-Max," Summer Conference on Institute of Electronics Engineers of Korea, Vol. 34, No. 1, pp.1037-1038, 2011 (in Korean).
- [15] J.H. Cho, Y.W. Kim, K.J. Na, G.J. Jeon, "Wireless electronic nose system for real-time quantitative analysis of gas mixtures using micro-gas sensor array and neuro-fuzzy network," Sensors and Actuators B: Chemical, Vol. 134, No. 1, pp.104-111, 2008.

저 자 소 개

김 영 웅 (Young-Wung Kim)

2006년 경일대학교 제어
계측공학과 학사.

2008년 경북대학교 전자
공학과 석사.

2008년~현재 경북대학
교 전자전기컴퓨터학부 박
사과정.

관심분야: 전자후각시스템, 무선센서 네트워크, 임
베디드시스템, 지능시스템.

Email: khero2002@naver.com

백 승 현 (Seung-Hyun Paik)

2006년 경북대학교 전자
전기컴퓨터학부 학사.

2008년 경북대학교 전자
전기컴퓨터학부 석사.

2009년~현재 경북대학
교 전자전기컴퓨터학부 박
사과정.

관심분야: 이동통신, 센서네트워크, 임베디드시
스템.

Email: ksgino1@nate.com

이 대 기 (Dae-Ki Lee)

2001년 경일대학교 제어
계측공학과 학사.

2001~2009년 광중계기,
고속-고화질 FA카메라,
핸디형써멀프린터, 보안등
제어기 개발참여.

2009년~현재 (주)아크로
엠 개발실 책임연구원.

관심분야: 임베디드시스템, 로봇공학, 의용공학.

Email: leedaeki@gmail.com

전 용 준 (Yong-Jun Jon)

1992년 경북대학교 컴퓨
터공학과 학사

1994년 경북대학교 컴퓨
터 공학과 석사

2007년 ~ 현재 (주)아크
로엠 기술연구소장

관심분야: 센서네트워크, 임베디드시스템.

Email: braveheart@acroem.com

박 홍 배 (Hong Bae Park)

1977년 경북대학교 전자
공학과 학사.

1979년 경북대학교 전자
공학과 석사.

1988년 University of
New Mexico 전자공학과
박사.

2004년~2006년 모바일단말상용화센터장.

1988년~현재 경북대학교 IT대학 전자공학부
교수.

관심분야: 건설제어, 이동통신, 임베디드시스템,
전자후각시스템.

Email: hbpark@knu.ac.kr