

논문 2009-5-11

## RFID, GPS 및 센서를 이용한 동물 상태 추적 서비스

## A Tracking Service of Animal Situation using RFID, GPS, and Sensor

김소현\*, 김도현\*, 박희동\*\*\*

So-Hyeun Kim, Do-Hyeun Kim, Hee-Do Park

요 약 최근 센서 네트워크를 이용하여 특정 환경에서 동물의 행위나 반응 등을 모니터링하고, RFID 기술을 이용하여 동물 이력을 추적하거나 동물을 식별하는 연구가 진행되고 있다. 그리고 GPS 기술을 동물에 적용하여 애완동물 도난 방지이나 관리 등에 대해 연구하고 있다. 그러나 아직 GPS, RFID, 센서 네트워크를 이용하여 동물원에서 일반 사용자나 관리자를 대상으로 지능적인 서비스를 제공하는 연구는 미흡하다. 따라서 본 논문에서 GPS, RFID, 센서를 동물원에 적용하여 동물 상태를 추적하는 지능적인 서비스를 제안한다. 이를 위해 먼저 동물 상태 추적 서비스 시나리오를 제시하고, 이 서비스를 제공하기 위한 시스템 구성을 작성한다. 제시된 동물 상태 추적 서비스는 GPS, RFID, 센서를 이용하여 동물의 현재 위치, 체온, 사진 등의 상태 정보를 실시간으로 제공하고, 또한 동물이 우리를 이탈할 경우 위치와 상태를 알고 추적할 수 있다. 더불어 제시한 서비스 시나리오에 따른 동물 상태 추적 시스템의 프로토타입을 구현하고 실험하여 동작됨을 확인한다.

**Abstract** Recently, many researches are being carried out on monitoring animal behaviour and interactions with the environment using sensor networks and for tracing animal chain management and identifying animals using RFID techniques. And we are studying about the management and burglarproof of a pet using GPS technique. But there is a lack of study for providing users intelligence services in zoo using GPS, RFID, and sensor networks. Accordingly, in this paper, we propose a intelligence tracking service of animal situation based on GPS, RFID, and sensor in zoo. Firstly, we present a tracking service scenario of animal situation and system configuration according to this scenario. The proposed service provides users realtime animal situation information of animal like the present location, temperature, image, etc. In addition, we can chase the animals to know a location and situation of animal when the animals escapes from their cages. Next, we implement and test prototype operations of animal tracking system based on this scenario to verify the proposed service.

**Key Words :** RFID, GPS, and Sensor.

## I. 서 론

최근 RFID를 이용하여 식별 정보를 획득하여 사람이나 사물을 추적하거나 관리하고 있으며, GPS를 이용하여 위치 정보를 획득하고, 센서 네트워크를 이용하여 상

황 정보를 획득하는 연구가 진행되고 있다[1,2].

이들 RFID, GPS, 센서 네트워크를 이용하여 실시간 상황 정보 서비스를 개발하고 있으며, 특히 센서 네트워크는 국방 분야에서 적군 침투 감지, 생물 및 화학 무기를 이용한 적 공격 감지 등에 활용하고 있으며, 더불어 산불 및 홍수 감지 등의 재난 대비에도 활용되고 있다. 더불어 교량, 도로 등의 분야에도 사용되고 있다. RFID 기술은 물류 유통 관리, 출입 관리 등의 분야에서 이용되

\*준회원, 이지케어텍(주)

\*\*정회원, 제주대학교 컴퓨터공학부(교신저자)

\*\*\*정회원, 나사렛대학교 정보통신과

접수일자 2009.9.1, 수정일자 2009.9.30

고 있고, GPS는 차량의 교통을 비롯한 다양한 분야에 적용되고 있다. 센서 네트워크 주로 환경감시, 생태계 모니터링, 재해 방지, 의료 분야에서 활발히 연구되고 있다[2].

최근에 RFID, GPS, 센서 네트워크 기술을 동식물에 적용하여 실시간적으로 감시하는 연구가 진행되고 있다. 철갑상어, 다금바리 등의 고급 어종의 이력 관리를 위해 물고기에 RFID를 이용하고 있으며, 경주마의 RFID를 적용하여 마의 개체 확인과 건강 기록, 도핑 검사, 경주 기록 등을 확인하고 있다. 그리고 바다제비, 얼룩말, 삼나무 등의 동식물의 생태계를 관측하는 데 센서 네트워크를 활용하고 있다. 더불어 GPS와 위성을 이용하여 소의 위치를 추적하는 서비스도 개발하고 있다. 그러나 아직 RFID, GPS 및 센서 네트워크를 종합적으로 동물원에 적용하여 동물과 사육사의 위치 및 상황을 추적하는 연구는 미흡하다[2-5].

이에 본 논문에서는 동물원에서 센서를 활용하여 동물의 온도를 감지하고, GPS를 이용하여 동물과 동물 우리의 위치를 파악하고, RFID를 이용하여 동물과 사육사 및 수의사를 식별하는 동물 상태 추적 서비스를 연구한다. 이를 위해 먼저 RFID, GPS 및 센서 기반의 동물, 동물 우리 및 사육사 상태를 추적하는 시나리오를 제시하고, 이를 기반으로 동물 상태 추적 서비스를 위한 시스템 프로토타입을 구현하여 검증한다. 동물원에 센서, RFID 및 GPS기술을 접목하여 실시간적으로 관광객에게 인터넷으로 동물의 체온, 위치, 관련 정보뿐만 아니라 동물 우리의 위치를 웹을 통하여 제공할 수 있다. 그리고 사육사가 동물 우리나 동물에 접근을 제어할 수 있으며, 동물이 우리 밖으로 탈출할 경우 위치를 추적할 수 있다.

서론에 이어 2장에서는 동물원에서 RFID, GPS 및 센서를 이용하여 동물 상태를 추적하는 서비스 시나리오와 이를 위한 시스템 구성을 제시하고, 3장에서는 동물 상태 추적 서비스의 시나리오를 따른 프로토타입 구현을 기술하고, 4장에서는 결론을 맺는다.

## II. 동물 상태 추적 서비스 시나리오 및 시스템 구성

원거리에서 동물과 사람을 식별하여 관리하기 위해 RFID를 이용하고, 동물의 체온을 확인하기 위해 센서 한 온도 센서를 활용한다. 그리고 GPS를 이용하여 동물과

동물 우리의 위치를 파악한다. 여기서는 기본적으로 기존의 GPS, RFID 및 센서의 하드웨어로부터 센싱 데이터를 수집하고, 기존 개발된 미들웨어를 이용하여 센싱 데이터를 필요한 형태로 데이터베이스에 저장하고 있다. 그들을 바탕으로 사용자와 개발자에게 응용 서비스를 제공하기 위한 시나리오와 이 시나리오를 위한 시스템 구성을 제시하고자 한다.

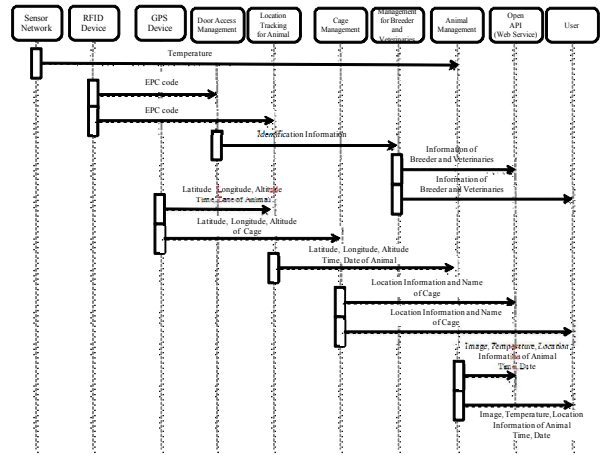


그림 1. 동물 상태 추적 서비스 시나리오  
Fig. 1. A Service Scenario for Tracking Animal Situation

그림 1과 같이 센서에서 획득된 체온 정보는 동물 관리에 전달되어 동물의 상태를 확인하고, RFID에서 수집된 EPC 코드 정보는 출입문 관리와 위치 추적에 동물을 식별하는 데 활용된다. 그리고 GPS에서 얻어진 위도, 경도, 고도 및 날짜, 시간, 속도 등의 위치 추적 정보는 동물 위치 추적에 이용되고, 동물 우리의 위도 및 경도 정보는 우리 관리에서 위치 정보로 활용된다. 동물 관리에서는 동물의 체온, 위도, 경도, 고도 및 날짜, 시간, 속도뿐만 아니라 동물의 사진을 비롯한 대상 동물 관련 정보를 사용자에게 제공한다. 더불어 사육사 및 수의사 관리에서는 RFID의 식별 정보를 활용하여 동물 우리의 접근을 제어하고, 사육사 및 수의사에 관련된 정보를 제공한다. 동물 관리를 종합적으로 구현할 개발자를 위해 웹 서비스 기반의 개방형 API를 제공하고 있다. 여기서 사용자는 관광객과 수의사 및 사육사를 대상으로 하고 있다. 먼저 관광객에게 동물원에 특정 구역마다 설치된 RFID에 배치된 태그를 이용함으로써 동물의 상태 정보와 사용자에게 동물마다 할당된 태그 값을 사용하여 그에 맞는 정보를 제공해 줄 수 있게 된다. 수의사는 실시간적으로 동물의

현재 체온을 확인함으로써 건강 상태를 점검할 수 있으며, 급격한 체온의 변화가 발생할 경우 수의사는 진료할 수 있다. 그리고 동물이 우리를 벗어나 탈출할 경우 동물에 설치된 GPS를 통해 사육사는 실시간으로 위치를 파악할 수 있다. 동물 상태 추적 시나리오는 그림 1에서 보여주고 있다.

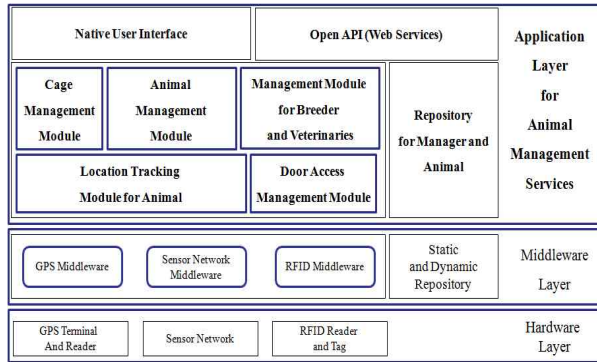


그림 2. 동물 상태 추적 서비스를 위한 시스템 구성  
Fig. 2. A System Configuration for Tracking Animal Situation

동물 상태 추적 서비스를 사용자에게 전달하기 위해서는 기본적으로 하드웨어, 미들웨어, 응용 등의 3 계층이 요구된다. 하드웨어는 GPS 수신기, 센서노드와 싱크노드를 구성된 센서 네트워크, RFID 태그와 수신기 등이 있다. 그리고 이들 장비로부터 센싱 데이터를 수집하고, 이를 중복/에러 처리하여 실시간적으로 데이터를 저장하는 미들웨어가 요구된다. 응용 계층에서는 동물의 위치 추적 모듈, 우리 문 접근 제어 모듈, 그리고 우리 관리 모듈, 동물 관리 모듈, 사육사 및 수의사 관리 등의 동물 상태 추적 응용이 있으며, 이에 관련 정보를 저장하는 레포지토리가 있다. 그리고 일반 사용자에게 동물 관리정보를 제공하기 위한 고유 사용자 인터페이스와 웹 상에서 공개된 형태로 서비스를 제공하기 위해 웹 서비스 기반의 개방형 API가 있다. 동물 상태 추적 서비스를 위한 시스템 구성은 그림 2에서 보여주고 있다.

### III. 동물 상태 추적 서비스 프로토타입 구현

동물 상태 추적 서비스의 동작을 검증하기 위해 프로토타입을 개발하며, 사용한 서버는 윈도우서버(Windows

Server) 2003 운영체제를 이용하고, 데이터베이스 관리 시스템으로 MS-SQL2000을 사용한다. 그리고 클라이언트는 윈도우즈 XP 운영체제를 사용하며, 개발은 비주얼 스튜디오 닷넷(Visual Studio.Net) 기반에서 C#을 사용하여 구현한다. 위도, 경도, 고도, 시간, 날짜 등의 위치 데이터는 Leadtek 사의 GPS 수신기를 이용하여 획득하며, 센서는 Tip700 시리즈를 사용하여 온도 데이터를 수집한다. 여기서는 GPS, RFID, 센서 네트워크 관련 미들웨어는 기존 개발된 것을 사용하고 있으며, 실험에서는 기존 하드웨어 및 미들웨어에서 얻어진 센싱 데이터를 데이터베이스에 저장하고, 이를 통해 응용 서비스를 제공하고 있다.

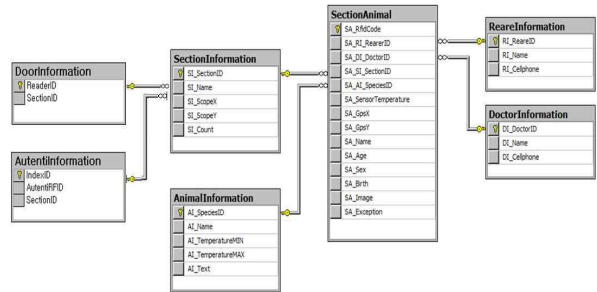


그림 3. 동물 상태 추적 서비스를 위한 데이터베이스  
Fig. 3. A Database for Tracking Animal Situation

구현한 데이터베이스는 그림 3에서와 같이 7개의 테이블로 구성되며, 동물, 사육사 및 수의사, 동물 우리 등 기능별로 테이블을 구성한다. 그리고 각 각의 테이블에 접근할 수 있는 외래키와 온도, 좌표, 나이, 성별 등이 있다.

웹 서비스 기반의 개방형 API 모듈은 개발자가 효과적으로 데이터베이스에 접근하여 동물의 센싱 데이터와 관련 정보를 획득할 수 있다. 기본적으로 개방형 API 모듈은 원격 메시지를 XML 형식으로 SOAP 프로토콜로 제공함으로써 웹 기반의 다양한 단말기가 사용할 수 있다. 또한 개방형 API 모듈은 하나의 접근 인터페이스로 제공함으로써 응용 서비스가 중복하여 데이터베이스 접근하는 것을 줄일 수 있다. 그림 4에서는 웹 서비스 기반의 개방형 API 목록을 보여주고 있다. 웹 서비스를 이용하여 데이터가 저장된 웹서버에 접근하여 동물 관련된 정보와 더불어 현재 위치, 체온, 사진 등의 여러 정보를 수집할 수 있다. 그림 5는 웹 서비스 기반의 개방형 API 중 우리(섹션)별 동물 정보를 얻어오는 메소드를 이용하여 실행한 결과를 보여주고 있다. 여기서 구현 각 모듈은 웹 서

비스 기반의 개방형 API를 이용하여 사용자에게 제공하고 있다.

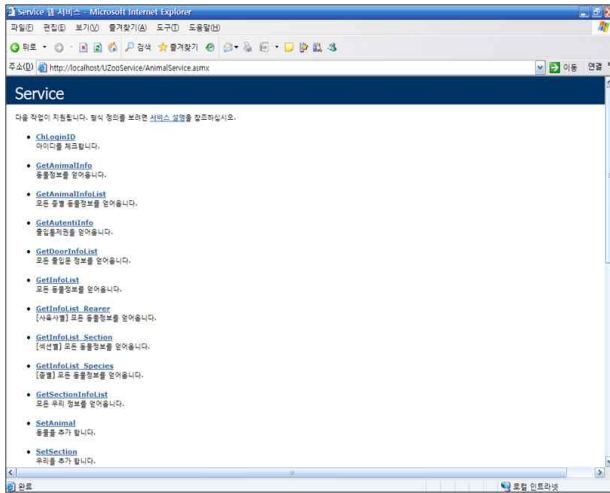


그림 4. 웹 서비스 기반의 개방형 API 목록  
Fig. 4. Open API List Based on Web Services

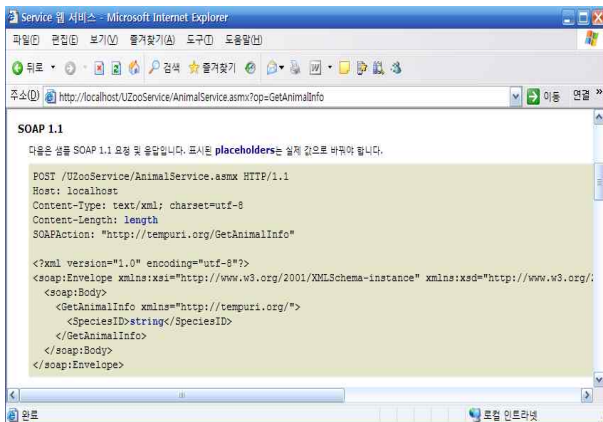


그림 5. 웹 서비스 기반의 개방형 API 실행 결과  
Fig. 5. An Executive Result of Open API Based on Web Services

동물 관리 모듈에서는 동물의 다양한 신상정보 및 위치, 체온, 사진 등의 정보를 웹을 통해 제공한다. 그림 6과 같이 먼저 동물에 관한 자료 입력, 수정, 삭제, 조회 등의 기본적인 기능을 지원한다. 그림 6에서는 동물 관리에서 동물 식별자, RFID 코드, 우리(섹션) 식별자, 해당 수의사 식별자, 사육사 식별자, 현재 체온 및 위치 정보를 제공하고 있다. 그리고 동물 관리 모듈에서는 동물, 종, 우리 별로 등의 검색을 지원하고, 동물에 관한 사진이나 체온, 관련 설명 등을 지원하고 있다. 그림 6에서는 동물 관련 정보 및 위치 정보를 보여주고 있다.

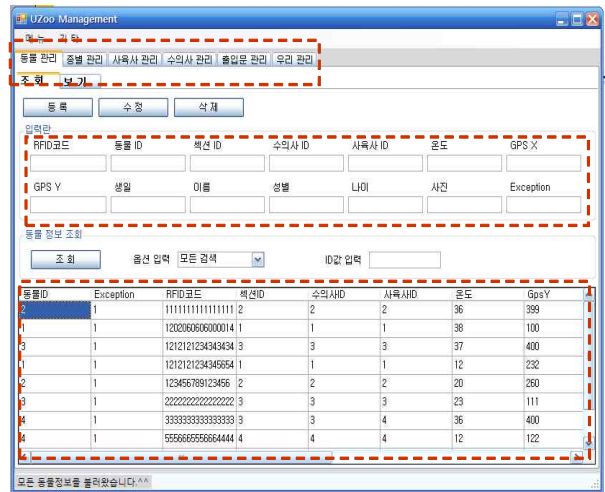


그림 6. 동물 관리의 조회 화면  
Fig. 6. A Searching Display for Tracking Animal Situation



그림 7. 동물 관련 정보 및 위치 정보 도시  
Fig. 7. A Display of Location Information and Related Animal Information

동물 관리 모듈에서는 데이터 베이스에 GPS, RFID 와 센서 데이터를 저장하고, 그림 7과 같이 동물에 관한 체온이나 위치정보 뿐만 아니라 동물의 사진 및 동영상 등을 지원할 수 있다. 그리 동물의 위치 정보를 이용하여 지도 상에서 동물 관련 정보 및 위치 정보를 제공할 수 있다. 더불어 그림 8과 같이 동물의 RFID 식별 정보를 이용하여 동물의 현재 위치와 관련 정보를 지도상에서 도시한다.

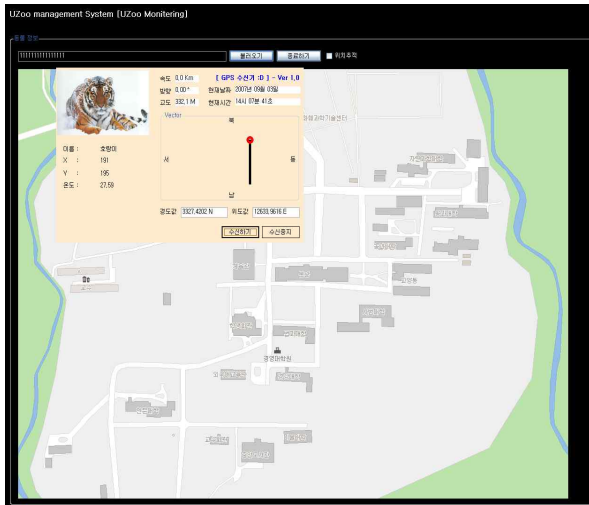


그림 8. RFID 식별 정보를 이용한 지도 상에서 동물 정보 도시

Fig. 8. A Display of Animal Information on Map Using RFID Identification Information

위치를 모두 출력할 수 있다. 따라서 동물원 지도 위에서 동물의 위치를 표시함으로써 신속하게 조치가 가능하다. 그림 10에서는 지도 상에서 동물의 이동할 경우 현재 위치를 추적하는 것을 보여주고 있다.

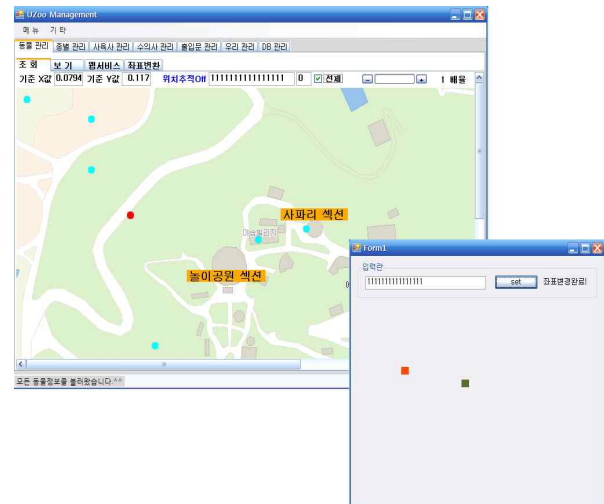


그림 10. 지도 상에서 동물의 위치 추적  
Fig. 10. Location Tracking of Animal on Map

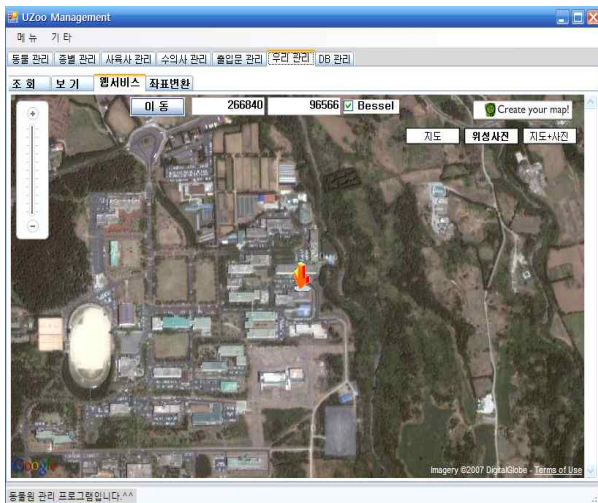


그림 9. 지도 상에서 동물의 우리 표시  
Fig. 9. A Mark of Animal Cage on Map

우리 관리 모듈에서는 동물원 관광객을 위해 동물의 우리를 지도 상에서 표시하여 효과적으로 확인할 수 있다. 더불어 동물의 우리에 관련된 위치, 동물명, 해당 동물의 수 등을 제공하고 있다. 그림 9는 좌표 변환 공식을 이용하여 지도 위에 동물 우리의 위치 정보를 도시하고 있다.

위치 추적에서 동물의 위치 정보를 획득한 동물 관리 모듈은 동물이 우리를 이탈 할 경우 동물의 현재 위치를 나타낸다. 그림 10은 동물의 식별자를 입력하고, 위치 정보가 연속적으로 변경할 경우 지도 상에서 현재 위치 정보를 보여주고 있다. 동물의 수를 고려하여 여러 동물의

#### IV. 결 론

최근 IT 기술을 활용하여 지능적인 서비스를 제공하기 위해 RFID, GPS 및 센서 네트워크 기술이 발달하고 있으나, 이들 기술은 개별적으로 시스템이 개발되고 서비스되고 있다. 더불어 특정 동물의 생태나 움직임을 관찰하기 위해 이들 기술을 개별적으로 적용하고 있다. 이에 본 논문에서는 동물원에서 RFID, GPS 및 센서를 이용하여 동물의 정보를 관리할 뿐만 아니라 동물의 상태를 추적하는 서비스를 제시하고, 이 서비스의 프로토타입을 구현한다. 이 서비스에서는 RFID를 이용하여 동물과 사육사를 식별하고, GPS를 통해 동물 우리와 동물의 위치를 파악하고, 센서를 통해 동물의 체온 등의 상태를 확인한다. 이 서비스의 프로토타입에서는 웹 서비스 기반의 개방형 인터페이스를 이용하여 동물 추적 모듈, 동물 관리, 우리 관리 등을 구현하여 서비스 동작을 검증한다. 이를 통하여 동물원에서 동물의 안전이나 건강 상태를 원격에서 확인할 수 있으며, 동물이 우리 밖으로 이탈할 경우에도 효과적으로 추적할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 조규조, "RFID 정책 추진 방향", 전자파기술 제15권 제2호, pp.5-11, 2004.
- [2] *Hans-Joachim Hof*, "Algorithms for Sensor and Ad Hoc Networks", Springer, 2007
- [3] <http://www.eie-korea.com/petinfo/default.aspx>, 애완견 관리
- [4] 정재훈, 이승학, 김남기, 윤현수, " 무선 센서 네트워크를 이용한 애완견용 무선 관리 시스템의 설계 및 구현", 한국정보통신설비학회논문지, 제5권, 제1호, 2006. 3, pp 13-24
- [5] Rebecca N. Handcock, Dave L. Swain, "Monitoring Animal Behaviour and Environmental Interactions Using Wireless Sensor Networks, GPS Collars and Satellite Remote Sensing", Sensors, Vol 9, pp 3586-3603, 2009

※ 본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음.  
(IITA-2009-C1090-0902-0040)

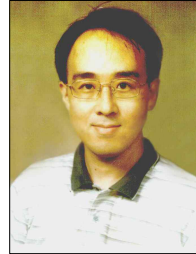
## 저자 소개

김 소 현(준회원)



- 2008년 2월 제주대학교 컴퓨터공학과 학사
- 2008년 ~ 현재 이지케어텍(주) 사원  
<주관심분야: 의료정보화, 센서 네트워크, 데이터베이스>

김 도 현(정회원)



- 2000년 경북대학교 전자공학과(공학박사)
- 1990년 ~ 1995년 국방과학연구소 연구원
- 1999년 ~ 2004년 천안대학교 조교수
- 2004년 ~ 현재 제주대학교 부교수

<주관심분야: 유비쿼터스 서비스, 센서 네트워크, 이동 컴퓨팅>

박 희 동(정회원)



- 2005년 8월 : 경북대학교 전자공학과 (공학박사)
- 1998년~2007년 포항대학 컴퓨터응용 계열 조교수
- 2007년~현재 나사렛대학교 정보통신학과 전임강사

<주관심분야: 모바일 IP, 네트워크 이동성, WPAN, 센서네트워크>