
상황인식 기반의 u-Health Care 시스템 설계에 관한 연구

이강환*

A Study on u-Health care System Design based on Context-awareness

Kangwhan Lee*

본 연구는 지식경제부와 한국산업기술진흥원의 전략기술인력양성사업으로 수행된 결과임
본 연구는 한국기술교육대학교 교육연구진흥비 프로그램의 지원에 의하여 수행된 결과임

요 약

본 논문에서는 인간의 신체와 관련된 상황정보를 기반으로 한 u-헬스케어 시스템 설계 연구이다. 최근 운동 클럽에서 전문 트레이너와 함께 체계적인 운동을 하는 것이 웰빙에서 이슈가 되었지만, 그중에서 기존의 헬스케어 시스템은 단지 고정된 시스템에서 현재 자신의 혈압과 맥박, 심전도, 근전도 등의 일반적인 정보만 제공하기 때문에 장시간이나 장기간의 운동을 하기에는 시간이 지날수록 흥미도가 떨어지고, 사용자 자신에 맞는 관리를 하기가 어렵다. 본 논문에서 개발된 u-헬스케어 시스템은 센서 네트워크와 DB를 접목한 상황 인식 시스템을 이용하여 자신의 현재 상태와 운동 진행 상태를 분석한 맞춤형 운동을 할 수 있는 상황인식 기반의 서비스를 제공하는 u-헬스케어 시스템을 설계 개발 하였다.

ABSTRACT

This paper presents an u-health Care system based on context-awareness information. Extended project induced an education for creative engineering design. It could occur one of the issue for life care or wellness in recently life. Especially u-health Care system help on achieving this object as an efficient care-training with user blood pressure or with echocardiogram, electromyogram, electroencephalogram, or Electrocardiography. In this paper, development project show an u-health care system based on this parameters of the context-awareness with network service and analysis provide with working memory(DB) for user data base applications.

키워드

상황인식, 헬스케어, 무선 센서 네트워크

Key word

Context-awareness, Health care, Wireless sensor network

* 증신회원 : 한국기술교육대학교컴퓨터공학과(kwlee@kut.ac.kr)

접수일자 : 2011. 06. 27

심사완료일자 : 2011. 07. 13

I. 서 론

21세기에 들어서 건강관리에 대해 많은 사람들의 관심이 늘어나면서 혁신적인 의료 서비스에 대한 기대가 높아졌다. 하지만 아직까지 대부분의 의료 서비스는 병원이라는 한정적인 공간에서 이뤄지고 있다. 그러나 최근 정보 산업과 이동 통신 기술이 발전함에 따라 컴퓨터의 개념이 빠르게 확장되고 있다. 이에 따라 새롭게 나타난 개념으로 유비쿼터스와 더불어 상황 인식 시스템은 이미 우리 주위에 널리 쓰이고 있다. 상황 인식 시스템은 여러 가지 센서에서 수집된 정보와 DB에 저장되어 있는 Rule Based System을 이용하여 상황에 따른 이벤트를 발생시키는 시스템으로써 작게는 집에서 간단히 사용할 수 있는 헬스케어 시스템에서 시작하여 크게는 군사적인 정보를 얻기 위해 사용하는 노드들에 이르기까지 생활 전반에 걸쳐 사용된다. 또한 삶에 여유가 생기면서 웰빙이라는 개념이 쓰이게 되었는데 그 중에서도 음식과 건강은 우리 삶과 밀접한 관련이 있는 것으로써 상황 인식 시스템도 웰빙과 접목되어 병원과 집을 네트워크를 이용하여 하나로 연결시켜 주는 U-헬스케어 시스템[1]이나 웨어러블 컴퓨터를 접목시킨 바이오서츠[2]로 사용되고 있다.

본 논문에서는 위의 시스템들과는 별도로 센서 네트워크와 상황 인식 시스템을 이용한 개선된 헬스케어 시스템을 제안한다. 위의 두 시스템의 경우 현재의 건강을 체크하는데 중점을 두었고, 기존의 헬스케어 시스템이 한정된 운동 효과를 주었다면, 본 연구 개발된 시스템은 현재의 운동량을 관리함과 동시에 앞으로의 운동 계획을 체크하여 효율적인 운동을 할 수 있도록 하였다. 또한 충격감지 센서와 유압펌프제어, Python을 이용한 실감 장치도 제공 하고 있다.

본 논문은 2장에서 센서 네트워크 및 상황 인식 시스템모델의 개념에 대해 간단히 설명하고, 3장과 4장에서는 상황인식기반 시스템 구성 및 구현을 설명하고, 기존 기기와의 차별화된 기술과 실제 사용에서의 효율을 보인다. 마지막으로 5장에서는 결론으로 끝을 맺는다.

II. 상황인식기반 자원 모델

센서 네트워크란 유비쿼터스 컴퓨팅 구현을 위한 기반 네트워크로 초경량, 저전력의 많은 센서들로 구성된 무선 네트워크이다. 하나의 네트워크로 연결되어 있는 수많은 센서들이 필드(Field)의 지리적, 환경적 변화를 감지하여 베이스 스테이션으로 그 정보를 전달한 후 센서 네트워크 서버를 통해 사용자에게 전달되는 방식으로 정보 수집이 이루어진다. 센서 네트워크는 각 센서 노드들의 크기가 작기 때문에 전력과 컴퓨팅 능력 그리고 메모리에 제한이 있다.

센서 네트워크는 기본적으로 센서 노드(Sensor Node)와 싱크 노드(Sink Node)로 구성된다. 센서 네트워크 내의 각각의 센서 노드에서 센싱된 데이터는 싱크 노드에 의하여 수집되어 인터넷 등의 외부 네트워크를 통하여 사용자에게 제공된다. 센서 노드는 저가의 초소형 저전력(일반적으로 배터리를 이용) 장치로 센싱을 위한 센서, 센싱 정보를 디지털 신호로 변환하기 위한 ADC (Analog to Digital Converter), 데이터 가공 처리를 위한 프로세서와 메모리, 전원 공급을 위한 배터리, 그리고 데이터 송수신을 위한 무선 트랜시버 (transceiver) 등으로 구성된다. 상황 인식 시스템 또한 유비쿼터스 컴퓨팅 구현을 위한 시스템의 하나로 인간-컴퓨터 인터페이스(Human-Computer Interface : HCI)의 불편을 개선하고자 하는 노력에 의해 만들어진 시스템이다. 먼저 상황 인식 컴퓨팅이란 사용자에게 관련된 상황인식 (Context-awareness) 정보를 센서 등을 통해 미리 수집해둠으로써 사용자가 서비스를 사용할 때, 세세하게 할 일을 지정할 필요가 없도록 하고자 하는 컴퓨팅 기술을 말하는데[3], 컴퓨터는 who, what, where, when 등에 관련된 응답을 미리 수집된 정보를 바탕으로 하여 상황 즉 Context에 맞게 제공하고 이를 상황 인식 시스템이라고 한다. Dey가 제시한 상황인식 어플리케이션은 다음과 같이 분류될 수 있다[3].

- 컨텍스트에 따라 자동으로 사용자에게 정보나 서비스를 제공하는 컨텍스트 기반의 정보 및 서비스 제공 (contextual presentation)
- 컨텍스트에 따라 자동으로 서비스를 실행하거나 수행하는 컨텍스트 기반의 서비스 자동 실행(contextual

execution)

- 디지털 데이터를 사용자의 컨텍스트와 연관시켜서 차후 검색을 위한 컨텍스트 기반의 정보 증강 (contextual augmentation)

상황정보를 이용한 정보의 수집 및 전송은 그림 1에서 보여주는 구성과 같이 각 사용자의 신체정보와 환경정보 및 운동정보를 활용하여 시스템을 구성하게 된다. 이때 구성되는 각 기구 및 사용자는 노드로 인식하게 되고 이의 정보를 구축된 망을 통하여 전송 관리하는 기법을 적용하게 된다.



그림 1. U-헬스 케어 시스템
Fig. 1. U-Health Care system

III. 상황인식 기반 시스템 구성

3.1. 상황인식 기반의 계층구조 모델

본 연구 개발의 상황인식기반 시스템 설계 모델로는 한정적인 공간에서의 건강관리를 위한 서비스를 우리가 자주 이용할 수 있는 사이클과 스텝퍼에 칩과 센서를 장착함으로써 자신의 신체를 단련함과 동시에 의료 서비스를 제공하려는 목적으로 연구를 시작하게 되었다.

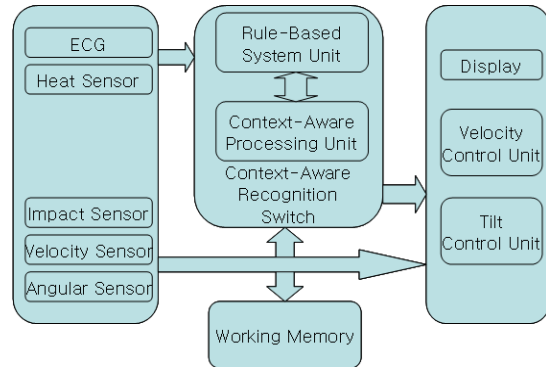


그림 2. U-헬스 케어 시스템 구성
Fig. 2. U-Health Care system configuration

본 연구에서 개발된 시스템의 기본 구성은 다음의 그림과 같으며, 이의 상세한 설명은 다음과 같다.

- ECG(Electrocardiogram), Heat Sensor

각각의 센서들은 소스 노드에 신호를 보내어 센서네트워크를 생성하게 된다. ECG와 Heat Sensor는 운동 중인 사람으로부터 운동자의 생체기능과 관련된 정보들을 획득한다.

- CRS(Context-Aware Recognition Switch)

센서네트워크로부터 얻은 신호들을 받아들이고 각각의 신호들에 가중치를 두게 된다. 과연 현재 운동자가 운동을 지속할 수 있는 상태인지를 파악하기 위해 ECG에 높은 가중치를 두어 처리한다. 구성되는 상황인식 기반의 가중치는 다음에 의해 시스템 프로세서에 의해 제어 처리된다.

$$CRS = \sum_{i=1}^n (DB_i * W_N) * V_{CRS(Ref)}$$

- CRS(Context-Aware Recognition Switch) : 상황 연산자
- DB(i) : 상황정보 인자 (Database, 워킹 메모리)
- W(n) : 상황정보 가중치 값 (Weight value, 센서부)
- V(CRS_REF) : 상황인식 기준 값

- Working Memory

ECG와 Heat Sensor로부터 지속적인 센싱이 되어 이곳에 저장된다. CRC를 위해서 신호들은 개별적으로 저장된다.

- Impact/Velocity/Angular Sensor

이 세 가지 센서는 운동을 하는데 있어서 흥미를 지속 시키기 위한 센서들이다. python으로 제작한 게임에서는 운동자에게 발 이외의 동작을 유도시켜 위 센서로부터 값을 읽어 들이게 된다.

- Display Control Unit

사용자에게 가상현실적인 환경을 제공하기 위한 장치 중 첫 번째이다 사용자의 운동속도, 헬스싸이클의 기울기에 따라 화면의 진행속도, 기울기가 같이 반응하게 된다. 이러한 환경은 운동자에게 좀 더 몰입감을 줄 것으로 기대된다.

- Tilt Control Unit

헬스싸이클의 바닥에 유압펌프를 설치하여 헬스싸이클의 경사도를 화면과 일치시킨다. 가령 좌/우측 회전을 하거나 흔들리거나 할 때에 유압퍼프를 이용해 헬스싸이클에 경사도를 변화시켜 현실감을 높일 수 있다.

본 논문에서의 연구는 상황 인식을 기반으로써 다음의 표1과 같은 상황 정보를 취득하여 사용자의 운동 상태를 상기 식에 의해 가중치를 두고 조절하게 된다.

표 1. 운동 상태 조절을 위해 수집되는 정보
Table1. Health-care information for Context-awareness

분류	종류
신체정보	이름, 성별, 나이, 키 몸무게, 신체질량지수(BMI)
운동정보	날짜, 시간, 심전도, 칼로리, 거리
환경정보	온도, 습도

본 장에서는 다중기기를 위한 상황 인식 기반의 U-헬스케어 시스템에 대한 시스템의 구성 및 동작에 대해 소개한다.

3.2. 상황인식 기반의 u-Health care시스템 구성

본 연구에서 설계된 u-Health care 시스템은 여러 운동 기계들에 장착된 센서를 통해 사용자의 운동 정보를 수집하여 사용자의 휴대용 기기에 저장함과 동시에 센터의 싱크 노드로 이를 무선으로 전송하여 트레이너가 이

를 모니터링 할 수 있도록 한다. 그에 대한 전체적인 망 구성은 그림 3과 같다.

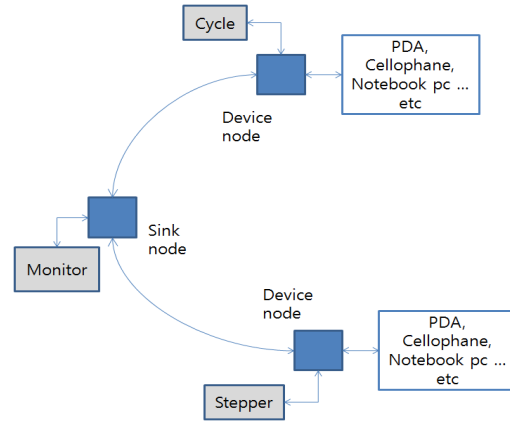


그림 3. U-헬스 케어 망 구성도
Fig. 3. U-Health Care Network configuration

사용자는 자신의 휴대용 기기에 설치된 사이버 트레이너를 통해 자신의 운동 상태를 관리 받을 수 있으며, 트레이너는 싱크노드의 모니터를 통해 이용자 전체를 관리 할 수 있게 된다.

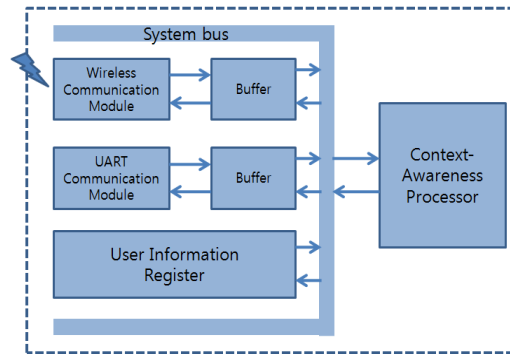


그림 4. U-헬스 케어 싱크 노드의 기능 블록도
Fig. 4. U-Health Care functional Diagram

그림 4는 싱크 노드의 기능블록 구성도이며, 사용자의 운동 정보를 수집하는 디바이스 노드로부터 무선으로 전송된 데이터를 싱크노드의 모니터를 통해 이용자 전체를 관리할 수 있는 기능을 포함하는 것으로 구성된다.

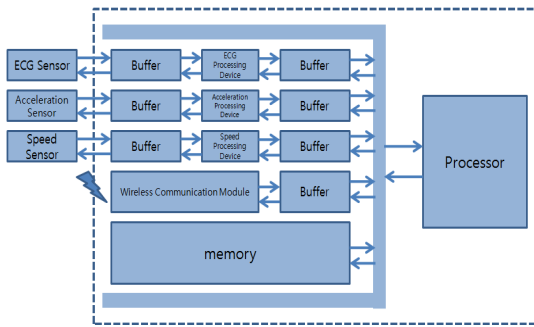


그림 5. U-헬스 케어 장치 디바이스 노드의 기능 블록도
Fig. 5. U-Health Care functional Diagram

상기 그림 5는 단위 장치 노드의 기능블록 구성도이며, 사용자의 운동 정보를 수집하는 ECG, 가속기센서 및 속도 감지기 등을 활용하여 사용자의 운동정보를 채집하고 이를 저장하여 프로세서에서 규칙기반에 따른 운용 가능한 판단을 하는 기능을 포함 한다. 따라서 사용자를 인식한 프로세서는 심전도, 칼로리, 거리, 신체질량지수를 계산하여 사이버 트레이너에 전송하고, 사이버 트레이너가 현재 상황을 인식하여 사용자가 운동을 계속 할 것 인지를 결정한다.

아래의 표2에서는 상황인식 정보의 인자를 보여주는 것으로 주어진 정보는 워킹메모리의 데이터베이스에 저장 관리되어 가중치와 함께 사용자 권리에 적용된다.

표 2. 사이버 트레이너가 저장하는 정보
Table 2. Cyber Trainer information for Context-awareness

분류	종류
사용자 정보	이름, 성별, 나이, 키, 몸무게, BMI
운동 상태	날짜, 시간, 심전도, 칼로리, 거리

3.3. u-Health care 시스템 상황인식 구성 정보

(1) 목표량

사용자 정보(나이, 성별, 몸무게, 신체질량지수)에 따라 목표량을 정하며, 사용자가 운동을 하면, 운동 거리와 소모 칼로리가 자신의 목표량에 얼마나 근접했는지 쉽게 확인 할 수 있도록 막대그래프로 시각화 하고, 매일 매일의 운동량을 사용자 정보와 함께 장치노드에 저장

한 후 운동을 시작할 때 사용자가 운동 이력을 즉각 확인할 수 있다. 이 목표량 알고리즘은 사용자에게 부착된 ECG센서를 이용하여 심전도를 검출한 후 제공되는 목표량과 비교하여 사용자가 직접 자신의 운동을 컨트롤 할 수 있도록 한다.

(2) 심전도

일반적으로 운동 중 가장 이상적인 심박 수는 최대 심박 수의 60% 수준이라고 한다. 최대 심박 수를 구하는 방법은 [최대 심박 수=220-나이]를 이용해 구한다. 이 심전도 알고리즘은 총 3단계의 상황정보로 분해 해석 기능을 가지며, 1단계는 사용자의 심박 수가 최대 심박 수의 60% 미만이라면 유저 인터페이스 프로그램을 통해 녹색의 경고등을 켜고 동시에 사용자에게 운동 강도 심화를 의미하는 메시지를 전달한다. 2단계에서는 심박 수가 60% 이상 80% 미만 이라면 황색의 경고등이 켜지며, 마지막 3단계에서는 사용자의 심박 수가 80% 이상이 될 때 적색 경고등을 켜고 운동 강도 감소를 의미하는 경고 메시지를 전달하여 사용자가 적절한 강도의 운동을 계속 할 수 있도록 유도한다.

3.4. u-Health care 시스템 동작

(1) 사용자

- 현재 자신의 운동 상태를 확인 할 수 있다.
- 사용자는 지난 운동 정보를 확인 할 수 있다.
- 휴대용 기기에 설치된 사이버 트레이너로 자신의 운동 상태를 트레이닝 받을 수 있다. 결과적으로 자신의 운동량을 조절할 수 있게 된다.

(2) 트레이너

- 현재 사용되고 있는 기계의 상태를 확인 할 수 있다.
- 현재 운동중인 모든 사용자의 상태를 확인 할 수 있다.

(3) 사용자의 운동정보 저장

- 사용자의 운동 정보의 히스토리가 개개인의 휴대용 기기에 저장된다.

(4) 모니터링 프로그램

- 싱크 노드에서 모든 사용자의 운동 상태 정보를 트레이너가 관리 할 수 있도록 모니터링 프로그램을 제공한다.

(5) 양방향 통신

- 사용자가 ID카드를 소지하지 않았을 경우 싱크 노드에 저장되어 있는 사용자의 기본적인 정보를 장치 노드와 양방향 통신 후 가져올 수 있게 된다.

IV. 상황인식 기반 u-Health care 시스템 구현

구현된 전체 시스템의 동작은 아래 그림과 같다. 사용자 노드는 데이터의 수집과 처리를 하게 된다. 이때 노드는 운동기계의 중계 노드에게 인증 처리 절차를 가지게 된다. 인증 처리된 사용자 정보는 과거의 사용자 운동이력을 피드백 받아 현재 사용자의 운동량을 권고하게 된다. 이를 위해 초기 설정에서 사용자는 자신의 운동 목표량 등을 워킹 메모리에 저장하여 관리하고, 이로부터 제공된 정보를 바탕으로 제공되는 규칙기반의 시스템에 따라 사용자의 운동량을 조정하게 되는 것이다. 이를 간략히 설명하면 다음과 같다.

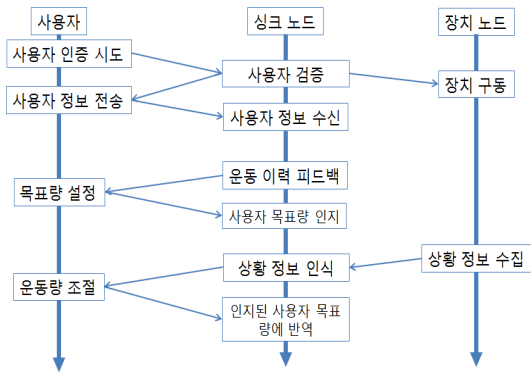


그림 6. U-헬스 케어 시스템의 동작 흐름도
Fig. 6. U-Health Care operational Diagram



그림 7. 장치노드(사용자)와 중계노드(운동기계)의 구성
Fig. 7. Configuration of device(User) and Relay node (Bicycles machine)

- ① 사용자는 자신이 사용할 운동기기에 자신의 단말기를 인식 시켜 운동을 준비한다.
- ② 단말기를 통하여 사용자의 정보를 파악 한 후 사용자는 자신의 컨디션에 따라 운동 목표량을 설정 한 후

운동을 시작한다.

- ③ 운동 시작과 동시에 사용자는 자신의 심박 수와 운동 거리, 속도, 소모 칼로리를 유저 인터페이스 프로그램을 통해 그래프로 확인 할 수 있다.
- ④ 목표량에 도달 시 경고 메시지를 전달하고 또는 심박 수가 80% 이상으로 측정될 때 경고 창에 적색에 불이 들어오게 되므로 사용자는 자신의 운동을 적절하게 조절 할 수 있게 된다.
- ⑤ 사용자가 운동을 정지하면 오늘의 측정을 종료하며 각각의 심박 수, 속도, 운동거리, 소모 칼로리 등의 데이터를 종합하여 그 평균값을 단말기에 저장하게 된다.

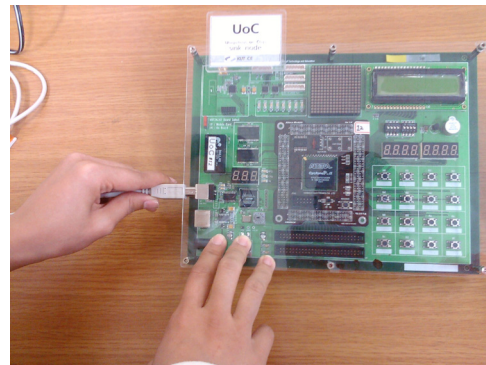


그림 8. 싱크노드와 휴대용 기기 간의 인터페이스
Fig. 8. Interface of sink node and mobile node



그림 9. U-헬스케어 시스템의 바이클 구현 예
Fig. 9. Implementation of U-health Care Service for Bicycles machine

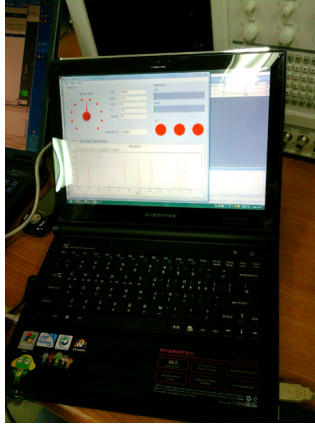


그림 10. U-헬스케어 시스템의 디스플레이 응용서비스 구현 예
Fig. 10. Implementation of U-health Care Service for User Interface

V. 결론

본 논문에서는 노드의 다중기기로 구성된 상황 인식 기반의 U-헬스케어 시스템을 연구하고 구현해 보았다. 본 시스템은 과거의 사용자 정보를 생체 인식 또는 ID 카드로 인식하였던 것과는 달리 PDA나 랩탑 컴퓨터 등의 단말기로 사용자의 기존 정보(이름, 나이, 성별, 체중, 키)를 Device node가 인식하여 sink node에 알려주게 되는데 이를 받은 Sink node는 사이버 트레이너로서 역할을 수행 하게 된다.

감사의 글

본 연구는 한국기술교육대학교 교육연구진흥 프로그램지원에 의해 수행되었음.

참고문헌

[1] A. K. Dey. Providing Architectural Support for Building Context-Aware Applications. Ph.D. dissertation. Georgia Institute of Technology. (2000).

[2] J.I. Hong & J.A., "An Approach to Context-awareness," *Computing*, HCI Journal 16(2-3), 2001

[3] A. Dey, J. Mankoff, G. Abowd, S. Carter. Distributed mediation of ambiguous context in aware environments. *Proc. of the 15th annual ACM symp. on User interface software and technology*. (Paris 2002)

[4] Young-Chul Shim, "Distributed Processing of Context-awareness in ubiquitous Computing Environments," ICCSA 2005

[5] G. Judd & P. Steenkiste, "Providing Contextual Information to Pervasive Computing Application," IEEE PerCom'08, 2003

[6] Sun-guk Kim, "A study on Inference Network Based on the Resilient Ontology-based Dynamic Multicast Routing Protocol," The Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences, 2007.

[7] Kyoung-min Doo, "A study on the Context-Aware Architecture for Ubiquitous on Computing System," The Korea Institute of Maritime Information and Communication Sciences, 2007.

저자소개

이강환(Kangwhan Lee)



1983년 한양대학교 전자공학과 학사

1989년 중앙대학교 전자공학 석사
2002년 중앙대학교 전자공학 박사

1989년 한국전자통신연구원 선임연구원

2004년 특허청 서기관

2005년~ 한국기술교육대학교 정보기술공학부 교수

※ 관심분야: USN, Ad-hoc network, 차세대이동통신 기술, Wireless SoC