
유비쿼터스 센서 네트워크 기술에 관한 연구

이현재* · 이헌택* · 신현식*

A Study On Ubiquitous Sensor Network Technologies

Hyeon-Jae Lee* · Houn-Taek Lee * · Hyun-Sik Shin*

요 약

본 논문에서는 21세기의 사회적 환경적 그리고 기술 발전의 방향까지도 대표하는 유비쿼터스 환경에 적합한 센서 네트워크 기술에 대해 발전 동향을 살펴본다. 지금 연구되고 있는 다양한 유비쿼터스 센서 네트워크의 기술들을 이해하고 앞으로의 발전 방향을 예측하기 위해 센서 네트워크 기술 개요를 살펴보고, 센서네트워크의 요소기술인 하드웨어 플랫폼과 센서 OS 기술을 알아보며, 센서 인터페이스 기술과 센서 미들웨어에 대해 연구한다.

ABSTRACT

In this paper, we study the development trend of Ubiquitous Sensor Network Technologies which represent social, environmental and technical development at 21century. To understand and forecast various Ubiquitous Sensor Network Technologies, we introduce element technic; hardware platforms, sensor operating system sensor interface and sensor middleware.

키워드

USN, WSN, 센서 OS, 센서 인터페이스, 센서 미들웨어

I. 서 론

최근 정보통신 환경에서는 음성 데이터, 영상 멀티미디어 등 모든 정보의 디지털화를 바탕으로 네트워크 기술의 적용 범위를 일반 생활의 영역으로 확장시켜 가고 있다.

유비쿼터스 센서 네트워크(USN : Ubiquitous Sensor Network)란 ‘필요한 모든 곳에 전자태그를 부착하여 사물의 인식정보를 기본으로 주변의 환경정보까지 탐지하고, 이것을 실시간으로 네트워크에 연결하여 정보를 관리하는 것을 말한다. 또한 광범위하게 설치되어 있는 유무선 네

트워크 인프라에 상황인지를 위한 다양한 센서 디바이스를 결합하여 감지된 환경 데이터를 응용서비스서버와 연동하는 기술이다[1].

USN 기술은 다가올 유비쿼터스 사회에서 사회적 기반 환경이 될 중요한 기술 중의 하나로서, 이를 통해 전반적인 산업구조 및 시장 구조의 큰 변화를 주도할 기술이다.

본 논문에서는 지금 연구되고 있는 다양한 유비쿼터스 센서 네트워크의 기술들을 이해하고 앞으로의 발전 방향을 예측하기 위해 II장에서는 기술 개요를 살펴보고, III장에서는 센서네트워크의 요소기술인 하드웨어 플랫폼과 센서 OS 기

* 전남대학교 전자통신공학과
접수일자 : 2009. 01. 17

** 인천전문대학 정보통신과

술, IV장에서는 센서 인터페이스 기술을 고찰하고, V장에서는 센서 미들웨어에 대해 조사였고, 마지막으로 VI장에서는 논문의 내용을 요약, 정리하여 결론을 맺는 내용으로 구성하였다.

II. 유비쿼터스 센서 네트워크의 기술 개요

2.1 USN의 기술 개요 및 특징

유비쿼터스 센서 네트워크 연구는 미국의 버클리, UCLA, USC, MIT, 하버드 등의 주요 대학들을 중심으로 활발히 진행되고 있다. 버클리대학의 경우 센서 네트워크 운영체제인 TinyOS를 중심으로 다양한 라이브러리 요소 기술 개발과 함께 대규모 응용을 구축하고 있으며, 기타 주요 연구기관들과 버클리대학과 협조하여 다양한 응용을 개발하고 있다. 라이브러리 및 요소 기술의 경우 네트워킹 기술을 중심으로 많은 연구 결과가 발표되고 있다. 네트워킹 기술은 저전력 라우팅 기술, 데이터 전파 및 신뢰보상 기술과 같은 정보 전달 기술에 초점이 맞추어져 있다. 시스템 기술은 센서 위치 인식 기술, 코드 전파 기술 등이 주로 연구되고 있다. 국내의 센서 네트워크 기술 개발 동향은 ETRI, KETI 같은 연구기관 및 대학 그리고 산업체에서 센서 네트워크 관련 연구를 활발히 진행하고 있다[2][3].

센서 네트워크는 유선환경에서부터 시작되었다. 하지만 유선환경에서는 이동성 망 구축의 신속성, 구조 변경, 설치 유지 보수의 유연성 등의 측면에서 한계를 보였기 때문에 무선 기술을 이용하는 방향으로 발전해 왔다. 무선 자원은 여러 장치들에 의해 공유되며 주변 환경의 영향을 많이 받고, 센서는 기능적인 측면에서의 제약이 많기 때문에 무선 센서 네트워크에서 원활한 네트워킹을 수행하기 위해서는 무선 환경 및 센서 네트워크에 특화된 기술이 요구된다.

무선 센서 네트워크는 단말기의 이동성과 유연성을 갖추어 신속한 망 구축이 필요하기 때문에 무선 Ad-hoc 네트워크를 기반으로 낮은 데이터 전송률과 다수의 노드를 지원하는 연구가 진행

되고 있다.

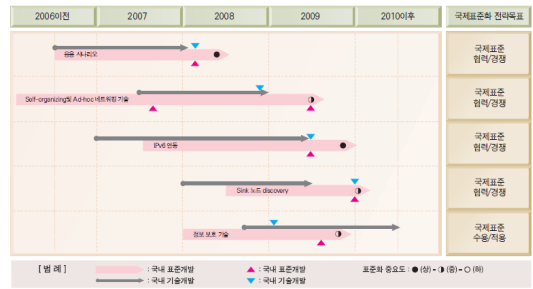


그림 1. USN 기술의 로드맵
Fig. 1. Roadmap of USN Technologies

2.2 센서 네트워크의 고려사항

센서 네트워크에서 가장 고려해야 할 문제는 일반적인 Ad-hoc 네트워크와는 달리 센서 네트워크를 구성하는 노드들은 상당히 제한적인 자원을 가지고 있다는 점이다. 네트워크를 구성하는 노드는 센서이며, 센서 네트워크의 가장 큰 목적은 센서들에 의해 센싱된 정보들 수집하는 것이므로 목적에 맞는 라우팅 프로토콜이 필요하다. 또 접근이 불가능한 재난 지역이나 전투 지역에 무작위로 배치될 수 있으며, 이는 네트워크 프로토콜과 알고리즘이 자동 구성(self-organizing) 기능을 지녀야 한다. 다른 특성은 감지한 데이터를 그대로 전송하는 것이 아니라 노드 내부의 내장형 프로세스를 이용해 데이터에 대한 연산을 수행한 후 노드간의 협업(collaboration)을 통해 상황인지 이벤트를 송신한다[4].

센서 네트워크의 특징에 따라 일반적인 Ad-hoc 네트워크에서는 고려하지 않지만 다음과 같은 사항들을 센서 네트워크에서는 고려해야 한다.

- ① 센서 필드의 생명 주기 : 센서 네트워크 구축 후 네트워크가 유지되는 시간을 말하며 각 노드들이 가지고 있는 에너지와 밀접한 관계를 가진다. 센서 노드는 데이터를 전송하고 받는데 가장 많은 에너지를 소모한다.
- ② 싱크 노드의 이동성 : 센서가 수집한 정보는 싱크 노드로 전송되기 때문에 싱크 노드의 이동은 센서 필드에서 데이터의 흐름을 변화시

키는 역할을 한다. 따라서 싱크 노드가 자주 이동하는 경우 주위 노드들의 정보갱신이 요구된다. 또한 데이터 이동 경로가 자주 변하게 되면서 수집된 데이터의 신뢰성은 떨어지게 된다. 그러므로 센서 네트워크의 설계과정에서 싱크 노드의 이동성을 고려해야 할 필요가 있다.

- ③ 센서 노드의 이동성 : 센서 노드의 이동 유무가 네트워크의 연결성에 미치는 영향은 상당하다. 노드의 이동이 없을 경우에는 한 번의 라우팅 갱신을 통해 연결성을 확보할 수 있지만 노드가 자주 이동하는 환경에서 연결성을 유지하기 위해 다양한 기법을 고려해야 한다. 특히 센서 네트워크의 연산 능력 및 자원이 제한적이므로 라우팅 경로가 삭제되는 경우에 경로 회복을 위한 방법 또한 복잡하지 않은 방법을 이용해야 할 필요성이 있다.
- ④ 센서 노드의 설치 방식 : 사람에 의해서 설치되었을 때에는 지역정보가 확실하고 설치자가 원하는 라우팅 경로를 가지는 네트워크를 구성할 수 있고 최적의 라우팅 테이블을 구성할 수 있다. 하지만 유포에 의해서 설치되는 경우에는 여러 개의 센서 노드들이 같은 지역의 정보를 획득하게 되는 센서 필드 겹침(overlap) 문제가 발생한다. 이 문제를 해결하기 위해서 중복되는 정보는 하나의 노드에서 전송되어 불필요한 전송을 막는 것이 필요하다(5)(6).
- ⑤ 이벤트의 처리 : 이벤트의 발생은 크게 센서 노드에서 발생한 이벤트와 싱크 노드 또는 사용자 단말에서 요청한 이벤트 2가지로 나눌 수 있다. 센서 노드에서 발생하는 실시간 이벤트의 경우에는 이 이벤트를 유효한 기간 이내에 전송시키는 것과 데이터를 보낼 싱크 노드로의 경로 탐색이 중요하다. 싱크 노드 또는 사용자 단말에서 이벤트를 요청했을 경우에는 그 이벤트가 특정 센서 노드의 정보를 요청하는 메시지만이, 특정한 속성 값을 가지고 전체 센서 노드들에서 보내는 쿼리 메시지만이기에 따른 적절한 라우팅 알고리즘 및 미들웨어가 필요하다.

- ⑥ 데이터의 신뢰성 : 센서 노드의 이벤트로 인해 발생된 데이터가 얼마나 안정적으로 전달 가능한지에 대한 여부는 센서 네트워크의 궁극적인 목표이다. 무선 네트워크는 무선이라는 환경의 근본적인 문제 때문에 노드 간의 메시지 전달을 수행하는 과정에서 유선 네트워크에서는 나타나지 않는 다른 문제점들이 발생된다. 따라서 무선 환경에서 데이터를 신뢰성 있게 전달할 수 있는 방법에 대한 연구가 필요하다.

III. 센서 네트워크 요소 기술

3.1 하드웨어 플랫폼 기술동향

USN의 가장 큰 장점은 센서 네트워크 노드들이 독자적으로 네트워크를 구성한다는 것이다. 즉, 무선 네트워크 기술을 이용해 Ad-hoc 네트워크를 구성해야 되는데 지금까지 개발된 Bluetooth나 무선 랜 등의 무선 네트워크 기술들은 반드시 컴퓨터나 PDA같은 컴퓨팅 장치를 필요로 했다. 하지만 센서 네트워크의 특성상 센서 노드는 가격과 유지 보수 문제로 고급 컴퓨터 장비를 사용할 수 없다. 그래서 센서 노드를 위한 하드웨어 플랫폼은 다음과 같은 특징을 가져야 한다.

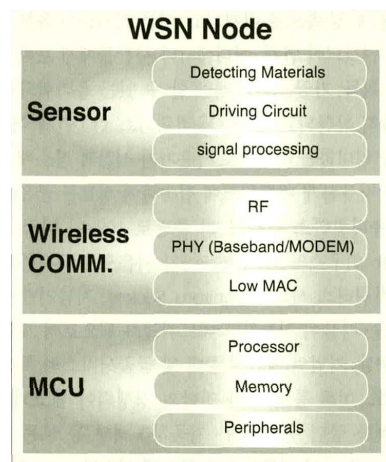


그림 2. 센서노드의 블록도
Fig. 2. Block diagram of Sensor Node

- ① 한번 배치되면 유지보수가 어렵기 때문에 강한 구조에 저전력으로 설계되어야 한다.
- ② 응용 분야에 따라 크게 달라질 수 있기 때문에 어떠한 구조에도 효과적으로 사용될 수 있도록 유연성과 모듈성을 갖추고 있어야 한다.
- ③ 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 맞게 무선 네트워크 기술을 지원해야 한다.
- ④ 많은 센서 노드가 산재되기 위해 가격이 저렴하고 크기가 작아야 한다.

3.2 센서 OS 기술

센서 네트워크 운영체제 기술은 운영체제 기술과 프로그래밍 기술로 구분된다.

센서 노드는 마이크로 컨트롤러를 내장한 소형 컴퓨터 시스템으로 센싱 응용처리와 노드 간 통신 등을 위한 운영체제를 필수적으로 요구한다. 이 같은 센서 운영체제는 자원이 제한적인 센서 노드 하드웨어에서 수행되어야 하므로 크기가 작고 전력 소모가 적어야 하며, 센서 노드 간에 저전력 통신을 제공하면서도 프로세서와 메모리를 효율적으로 관리하도록 설계되어야 한다. 또한 다수의 하위 레벨 이벤트 발생과 상위 레벨의 프로세싱이 상존하므로 이들을 동시에 처리할 수 있는 정밀한 프로세싱 동시성이 요구된다 [7][8].

센서 노드는 일반적으로 제한된 병렬처리 능력과 하드웨어 제어구조를 가지며, 센서와 같은 하드웨어 I/O 장치를 지능형 제어기가 아닌 원시적인 직접 접근 방식에 의해 제어하므로 이러한 I/O 제약 사항 역시 운영체제 설계에 고려되어야 한다.

그리고 다양한 응용 분야를 가지는 센서 네트워크에서는 범용 하드웨어와 소프트웨어가 존재하는 것이 아니라 응용 분야에 따라 크게 달라질 수 있으므로 운영체제가 어떠한 하드웨어 구조에서도 효과적으로 사용할 수 있도록 유연성과 모듈성을 갖추고 있어야 한다.

센서 노드들은 한번 배치가 이루어지면 유지보수가 어려우며 운영 환경 또한 열악할 수 있으

므로 이들을 고려해 강한 구조로 설계되어야 한다.

마지막으로 센서 네트워크의 핵심 프로토콜인 Ad-hoc 라우팅 프로토콜과 프로그래밍 용이성도 고려되어야 한다.

센서 운영체제는 TinyOS(UC Berkeley), SOS(UCLA), MANTIS(Colorado), MagnetOS(Cornell), SensorWare(UCLA), EYES(University of Twente), TRON(동경대) 등과 프로그래밍 시스템은 nesC(UC Berkeley), galsC(UC Berkeley), TinyTCL(UCLA), SQT(L Delaware) 등이 개발되었다.

표 1. 센서 네트워크의 운영체제
Table 1. Sensor Network OS

운영체제	세부 내용
TinyOS	이벤트 발생에 의한 상태 천이방식을 채택한 State Machine 기반
SOS	런타임시에 응용 프로그램은 물론 커널 모듈까지 업그레이드가 가능하도록 설계
MANTIS	초소형 스레드를 기반으로 하는 멀티스레드 구조 채택
PEEROS	센서 노드끼리 협력하기 위해 메시지 통신에 강조한 EYES 프로젝트에 관련된 운영체제
T-Engine	일본의 T-Engine 표준에서 제안한 유비쿼터스 플랫폼 프로젝트 TRON에서의 센서 네트워크용 표준 마이크로 커널
ANTS	한국정보통신대학교에서 개발중인 진화형 네트워크 개념을 가지는 시스템 아키텍처로 시스템의 실행시간 중 소프트웨어의 재구성과 진화에 초점
QPlus	한국전자통신연구원(ETRI)에서 개발한 센서네트워크용 운영체제

IV. 센서 인터페이스 기술

마이크로프로세서는 지능형 센서와 장치들을 현실화시켰는데 이것을 통해 지능형 센서는 장치들 및 시스템과 직접 통신하는 것이 가능해졌다. 하지만 어떤 응용 프로그램에서도 센서나 네트

워크의 사용은 각자의 요구사항에 따라 독립적으로 이루어지기 때문에 현실적으로 이러한 기능을 하는 모듈들은 공통의 인터페이스 없이 쉽게 통합되기 어렵다.

IEEE 1451 지능형 변환기 인터페이스 표준은 다양한 형태의 변환기들을 마이크로프로세서, 네트워크, 데이터 및 각종 시스템에 연결하기 위한 공통의 인터페이스를 정의하여, 시스템이나 네트워크 제어를 위한 연결을 단순화시킨다.

또한 소자레벨에서 각기 다른 제어망을 형성하고 있는 1451에 호환성이 있는 센서나 작동기에 대해 PnP를 지원하여 센서 제작자나 사용자에게 다중제어망의 지원을 용이하게 한다.

센서의 제어망 연결이 용이해지면 센서 및 제어망의 확산을 가져올 수 있을 뿐만 아니라 유선을 연결하는 데 드는 비용 및 유지 보수비용을 절감할 수 있으며, PnP로 설치가 간편해지고, 점대점 연결 시스템보다 풍부한 유연성을 가질 수 있다.

일반적으로 센서나 컨트롤 네트워크는 유선으로 연결된 최대 256개의 네트워크 노드로 구성된다. 각 노드는 마이크로프로세서를 포함하며 센서는 인터페이스를 통해 각 노드에 연결된다.

센서와 작동기를 위한 표준인 IEEE P1451 프로젝트의 목적은 작동기들을 마이크로프로세서에 기반한 시스템 및 장치들에 네트워크를 독립적으로 연결할 수 있는 공통의 인터페이스를 정의하는 것이다.

IEEE P1451 프로젝트는 7개의 서브 그룹으로 나누어져 있는데 그 서브 그룹들마다 지능형 센서와 네트워크 연결을 위한 하드웨어와 소프트웨어의 표준화된 방법들을 정의하는 일을 담당하고 있다. 따라서 이 인터페이스들 통해 신호상태와 처리 기술, ADC, 마이크로프로세서, 네트워크 프로토콜, 네트워크 통신 매체의 제한없이 네트워크화된 지능형 변환기를 개발하고 변형시킬 수 있다(9)(10).

이 표준들은 여러 개의 변환기들과 네트워크간의 호환성 제공 및 하나의 변환기로 다양한 네트워크를 이용 가능하게 하는 것을 궁극적 목표로 두고 있다. 또한 최소한의 노력으로 변환기를

을 대체하거나 이동시킬 수 있게 하며, 수동 시스템 설정 방식을 탈피하여 에러가 일어날 가능성을 제거한다.

이를 위한 핵심요소는 확장 가능한 TEDS, 변환기를 위한 일반적인 측정, 보정 모델 및 IEEE 부동소수점 수와 같은 공통된 표준에 기반한 데이터 모델, SI 단위에 기반한 물리적 단위 표시, 다른 종류의 변환기를 위한 제어 및 작동 모델, 유연한 보정엔진 등이다.

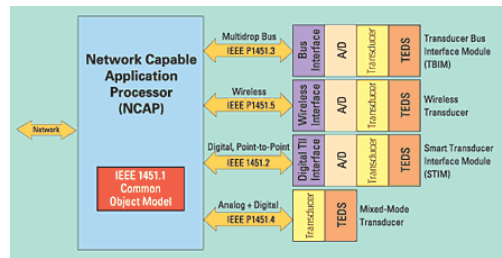


그림 3. IEEE P1451 관계
Fig. 3. The IEEE P1451 Family Relationship

V. USN의 미들웨어 기술

5.1 US 미들웨어의 정의

이기종 센서 네트워크로부터 수집한 센싱 데이터를 필터링/통합/분석하여 의미있는 상황정보를 추출/저장/관리/검색하고, 응용 서비스로 전달 및 서비스 간 연계, 통합하는 기술이다.

USN은 먼저 인식정보를 제공하는 전자태그(RFID)를 중심으로 발전한다. 그리고 여기에 센싱기능을 추가하고, 이들 간의 네트워크가 구축되는 형태로 발전하는 것이다. 현재 유비쿼터스 센서 네트워크 시스템에 대한 연구는 환경정보 센싱 단계까지 진행 중이다.

USN 환경에서 미들웨어 기술은 가장 다양한 측면으로 연구가 이루어져야 한다. 특히 위치인식 기술은 현재의 중앙 집중형 모델에서 분산형 모델로 발전이 될 필요가 있으며 서비스 검색을 위한 범위 및 검색 대상은 점차 확대될 필요가 있다.

상황인지를 위한 기술 또한 계속해서 연구되어

야 하는 부분이며 지능화된 통합 미들웨어 개발을 목적으로 연구가 진행되어야 한다.

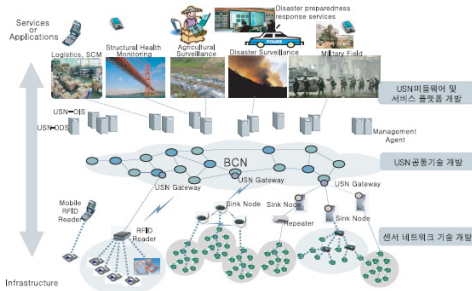


그림 4. USN 미들웨어
Fig. 4. USN Middleware

5.2 센서 데이터베이스

5.2.1 센서 노드의 질의처리

센서 데이터베이스 시스템의 주요 목적은 센서 네트워크 환경에 흩어져 있는 센싱 정보들에 대하여 센서 노드들의 제한된 리소스들-저성능의 CPU, 작은 용량의 메모리, 저용량의 통신 대역폭-을 고려하면서 효율적으로 사용자의 질의를 만족시켜 주는 것이다.

다시 말하면, 각 센서 노드들에서의 에너지 소모율을 최소화시키면서 질의에 대한 정확성 및 신속성을 최대화시킬 수 있는 질의처리(query processor)를 만드는 것이다.

센서 데이터베이스에서의 질의처리는 센서 네트워크 상에서 센싱 정보들이 어디에 저장되는가에 따라서 다양한 방법들이 제안되고 있는데, 센싱 정보들을 내부 저장, 외부 저장 그리고 데이터 저장하는 방법에 따라 구분되고 있다.

- ① 내부 저장 기반 질의 처리기 : 각 센서 노드들이 수집한 정보들을 자신이 직접 저장하는 방식으로, 사용자가 원하는 질의 결과를 얻기 위해서는 질의를 각 센서 노드들에게 범람하게 해야 하고, 각 노드들이 질의를 처리하여 사용자에게 결과를 전송해주는 방법이다.
- ② 외부 저장 기반 질의 처리기 : 내부 저장과 반대로 각 센서 노드들이 자신의 저장을 전혀

가지지 않는 방식으로 노드들에서의 센싱 정보가 바로 base station(data sink)으로 범람되는 방식이다.

- ③ 데이터 중심 저장 기반 질의처리기 : 내부저장과 외부저장 방식을 혼합한 방식으로 각 센서 노드들로부터 센싱된 정보를 분석하여 그 정보가 의미하는 값의 특징에 따라 그룹을 결정한다. 다음, 각 그룹을 대표하는 센서 노드(home node)에게 정보들을 전송하여 각 그룹 대표 노드가 그룹 내의 모든 정보들을 저장하는 방식이다[11].

5.2.2 센서 네트워크 미들웨어의 기술동향

센서 네트워크 애플리케이션은 센서 네트워크의 제한된 능력과 제한된 전원 그리고 라디오 채널의 불안정성 때문에 일반 응용 개발과는 다른 개발 특성을 지니게 된다.

센서 네트워크에서 각 응용에 따라 요구되는 기능은 모두 다르며 따라서 응용에 대한 의존도가 일반적인 응용 프로그래밍보다 크고 이는 응용 개발 과정의 복잡도가 증가함을 의미한다.

센서 네트워크 미들웨어는 센서 운영체제와 애플리케이션 사이에 존재하며 하드웨어에 의존적인 구현에서 오는 복잡함과 하위 레벨 종속적인 특징들을 추상화하여서 애플리케이션 개발자에게 API를 제공하는 계층으로 정의할 수 있다.

표 2. 다양한 미들웨어 구조의 특징
Table 2. Sensor Network OS

구조	특징
데이터 중심	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 센서와 수집된 데이터의 비일관성 • 불필요한 자료수집으로 비효율적 • 효율적인 신뢰성있는 데이터의 필요성
이벤트 중심	<ul style="list-style-type: none"> • 이벤트는 센서가 데이터를 취득하는 시점 • 불특정 발생하는 이벤트로 데이터 신뢰성저하 • 사용자의 필요성에 따른 이벤트 발생으로 신뢰성 높임

원격 관리	<ul style="list-style-type: none"> • 관리 취약한 곳에 장시간 효율적인 관리필요 • 응용프로그램 및 프로토콜 업데이트 필요
제한자원 보호	<ul style="list-style-type: none"> • 제한된 에너지로 교환없이 장시간 사용 • 에너지 및 메모리, 계산 절감 서비스 필요성
서비스 중심	<ul style="list-style-type: none"> • 하드웨어 및 운영체제에 독립적 • 자동설정을 통한 사용자의 편의 도모 • 서비스발견 방법 제공 • USN을 위한 필수적인 기능

센서 네트워크 미들웨어의 가장 주요한 개념인 추상화는 센서 네트워크를 위해서 필수적인 데이터의 수집, 이벤트 처리 메커니즘, 전력 관리 그리고 네트워킹 등의 기능을 사용자에게 숨겨서 최종적으로 센싱 결과들이 마치 하나의 블랙 박스와 같이 인식될 수 있도록 하며 다양한 응용이 하위 계층에 대한 고려없이 쉽게 개발할 수 있도록 도와준다.

이러한 다양한 미들웨어 도입은 센서 네트워크 응용이 개발, 배포되고 운영되는 전체 센서 네트워크 구현 흐름의 변화를 의미한다.

어플리케이션에 대한 의존도가 높고 하위 레벨 프로그래밍과 어플리케이션 사이에 경계가 명확하지 않은 센서 네트워크에서의 미들웨어 연구는 주로 특정 기능의 구현에 초점을 맞추어서 수행되고 왔으며, 여러 가지 기능이 복합적으로 수행되기도 한다.

VI. 결 론

21세기의 사회적 변화, 환경적 변화 그리고 국제 사회적 큰 흐름에 부합하며 21세기 기술 발전의 방향까지도 포함하는 의미의 단어가 ‘유비쿼터스’라 할 수 있다. 즉, 디지털전자 기술의 급속한 발달로 인해 다양한 종류의 초소형 컴퓨팅 기기가 사람, 사물, 환경 속으로 내재되고, 이들 기기들이 유무선 네트워크로 연결되어 언제, 어디서나 사람들에게 보이지 않게 정보를 획득,

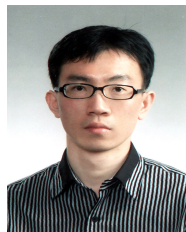
가공, 전달, 제공할 수 있는 유비쿼터스 환경이 급속히 확산되고 있다.

본 논문에서는 이러한 유비쿼터스 환경에 적합한 센서 네트워크 기술의 전반에 대해 발전 동향을 살펴보았다.

참 고 문 헌

- [1] 전자부품연구원, WSN 기술 동향 및 응용
- [2] IT839 전략 표준화로드맵 Ver.2007 종합보고서
- [3] 이상학 · 정태충, 무선 센서네트워크 기술
- [4] 한백전자, Zigbex를 이용한 유비쿼터스 센서 네트워크 시스템
- [5] 남상엽 · 정교일, 유비쿼터스 센서 네트워크 구조 및 응용
- [6] 이상학 · 김대환, 유비쿼터스 센서 네트워크 기술 개발 동향
- [7] 이재현, USN 기술동향
- [8] NIST, <http://ieee1451.nist.gov/>
- [9] <http://www.tinyos.net/>
- [10] <http://www.tinyos.re.kr/>

저 자 소 개



이현재(Hyeon-Jae Lee)
 2008년 2월 : 전남대학교 전자통신공학과(공학사)
 2009년 현재 전남대학교 전자통신공학과 석사과정
 ※관심분야 : Wireless Sensor Network, RFID, 마이크로프로세서, 안테나 공학

이 현 태(Houn-Taek Lee)

1972년 광운대학교 무선통신공학과 졸업(공학사)
 2003년 한국해양대학교 대학원 전자통신공학과 졸업(공학박사)
 2009년 2월 현재 인천전문대학 정보통신공학과 교수
 ※관심분야 : 이동통신, 통신정책



신 현 식 (Hyun-Sik Shin)

1969년 광운대학교 무선통신
공학과 졸업 (공학사)

1980년 건국대학교 행정대학원
졸업 (행정학석사)

1995년 경남대학교 대학원 졸
업 (행정학박사)

현재 전남대학교 전자통신공학과 교수

전남대학교 산학협력대학원장

(사)한국해양정보통신학회, 명예 회장

(사)한국전자통신학회 회장

※관심분야 : 정보통신, 통신정책데이터통신