

USN 환경에서 동작하는 지능형 로봇을 위한 효율적 싱크노드 아키텍처 구현

An Efficient Architecture on a Sink-node for an Intelligence Robot in USN Environment

최병욱, 신동관, 이수영
Byoung-Wook Choi, Dong-Gwan Shin, Soo-Yeong Yi

Abstract - The systems for assisted living and convenience of user real-time requirement in data communication among devices. therefore, it system was requirement to implementation of the hardware which guarantees the real-time to load the high-performance processor with suitable Operation System. This paper apply to operated intelligence robot in USN(Ubiquitous Sensor Network) environment. particularly, it is architecture research for guarantees the real-time of a sink-node that collect various sensor information from sensors and sending to main control unit.

Key Words : USN, real-time, sink-node, architecture

1. 서론

USN(Ubiquitous Sensor Network)은 물리공간의 상태인 빛, 소리, 온도, 움직임 등과 같은 물리적인 데이터를 센서 노드에서 감지하고 측정하여 Base Station(Sink Node)으로 전달하는 센서노드들로 구성되는 네트워크로서 멀티 홉 무선 네트워크 형태의 다수의 분산 센서 노드들로 구성된다. 상호간의 정보 전달을 주요 목적으로 갖는 기존의 네트워크와는 달리 자동화된 원격 정보의 수집에 주요 목적을 가지고 있는 유비쿼터스 센서 네트워크는 각 센서 노드가 특정 목적을 위해 필요한 주변 정보를 감지하고, 감지된 정보를 센서노드간의 무선통신을 이용하여 특정지점으로 자동화된 방식으로 전달함으로써 사용자가 센서필드 주변의 정보를 원격으로 수집하여 활용할 수 있다.

이러한 센서 네트워크는 용도에 따라 네트워크에서 원활한 통신을 위해 충족되어야 할 설계 요구조건 및 적합한 라우팅 알고리즘이 다르게 된다. 센서 네트워크의 주요 네트워크 구조 및 특징은 센서 노드의 제한된 자원 등으로 인해 대부분의 경우에 1홉 간의 통신이 아니라 멀티 홉 라우팅을 통하여 산재해 있는 센서들 간 통신이 이루어지게 되고 최종적으로 싱크노드를 통해 센서로부터 취득한 데이터를 취합하게 된다. 여기서 싱크노드는 센서 네트워크에서 이루어지는 센싱 정보를 위한 통신의 최종 목적지로서, 기존의 유무선 네트워크와 센서 네트워크의 게이트웨이 역할을 한다[1].

이와 같이 싱크노드는 다수의 분산된 센서 노드들로부터 감지된 데이터를 취합하고 유무선 네트워크를 통하여 관리자

에게 전달하여 원격 관리할 수 있도록 한다. 그 외에도 센서 필드에 있는 센서 노드들의 라우팅 상태를 수시로 확인하여 감지된 데이터가 싱크노드까지 안전하게 올 수 있도록 관리하는 기능 등 싱크노드가 수행하는 작업은 여러 가지가 있으며, 이는 유비쿼터스 센서 네트워크에서 싱크노드가 상당히 중요한 역할을 수행함을 알 수 있다.

본 논문은 USN 환경에서 동작하는 지능형 로봇을 대상으로 제어 보드에 실장되어 다양한 센서 정보를 수집하고, 주 제어장치로 전달하는 싱크노드의 실시간성 보장을 위한 아키텍처에 대한 연구이다. 실시간성을 보장하는 적절한 운영체제와 고성능의 프로세서를 탑재한 하드웨어 구현을 위해 기존에 연구되었던 시스템 아키텍처를 분석하여 문제점을 보완, 수정함으로써 보다 나은 시스템 아키텍처를 제안하며, 특히 실시간 임베디드 리눅스인 RTAI를 고성능의 프로세서인 PXA270에 포팅하고 실시간 운영체제로 활용하는 방법을 기술하고자 한다.

2. 선행연구 분석

2.1 PXA255를 이용한 싱크노드 구성

2005년 IEEE학회지에 소개된 "The Design and Evaluation of a Hybrid Sensor Network for Cane-toad Monitoring"는 두꺼비의 분포도 및 이동경로를 센서 네트워크를 이용하여 조사한 논문이다[2].

기존에 생태환경을 조사할 때는 각종 측정 장치를 부착한 200MHz 싱글보드 컴퓨터를 야외에 설치하여 데이터를 취합하였다. 이 장비들은 통신이 되지 않아 관리자가 일정 기간마다 설치된 장소로 가서 데이터를 수거해 와야 했다. 이러한 조사환경은 비용이 많이들 뿐만 아니라 관리자가 수동으로 데이터를 수거하는 번거로움이 있고 데이터의 연속성이 떨어지게 된다.

저자 소개

- * 신동관 : 서울산업대학교 전기공학과 석사과정
- ** 이수영 : 서울산업대학교 전기공학과 부교수 · 공학박사
- *** 최병욱 : 서울산업대학교 전기공학과 부교수 · 공학박사

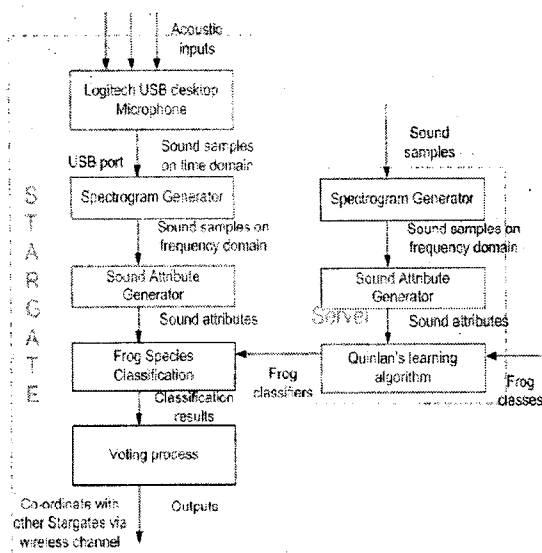


그림 1. PXA255로만 구성

위 논문에서는 2가지 센서 네트워크 모델을 가지고 실험하였다. 첫 번째는 PXA255 프로세서만을 사용하여 센서 네트워크를 구성하였고, 두 번째는 PXA255를 싱크노드로 만들고 센서노드로 CrossBow사의 Mica2를 이용하여 센서 네트워크를 구성하였다.

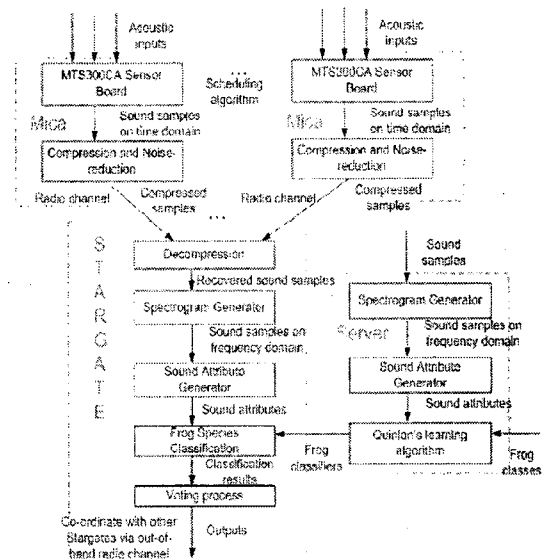


그림 2. PXA255와 Mica2를 이용한 구성

이와 같은 센서네트워크 모델을 가지고 실내와 실외에서 두꺼비의 종을 판별하는 테스트를 한 결과 실내에서는 별 차이가 없었지만 실외에서는 그림2의 방식을 이용하여 구성한 센서 네트워크 모델이 근소한 차이를 보였다. 하지만 그림 1의 PXA255를 센서노드로 이용한 경우는 비용이 많이 들어 가격대비 성능에서 그림 2의 구성이 좀 더 바람직한 구성이라는 결론을 얻었다.

2.2 I-Living Project

65세 이상의 노인들이 증가함에 따라 건강관리에 지출하는 돈이 해마다 증가하고 있고 2010년에는 이에 관련된 산업이 GDP의 15.9%에 이를 것이라 전망하고 있다. 또한 사람들은 값비싼 전문기관에 의탁하여 지내기보다는 집에 머물며 사생활을 즐기기를 원하고 있다. 따라서 집안에서 노인들의 생활을 보조할 수 있고 값을 절약할 수 있는 인프라스트럭처가 요구되어지며, 그림 3은 I-Living Project에서 제시한 인프라스트럭처이다[6].

다음 사항들은 위와 같은 환경에서 반드시 제공되어야 할 서비스들이다.

- 대상자의 위치 파악
- 질병의 조기 발견
- 위급 상황이 발생한 경우 보호자 및 주치의에게 실시간 통신

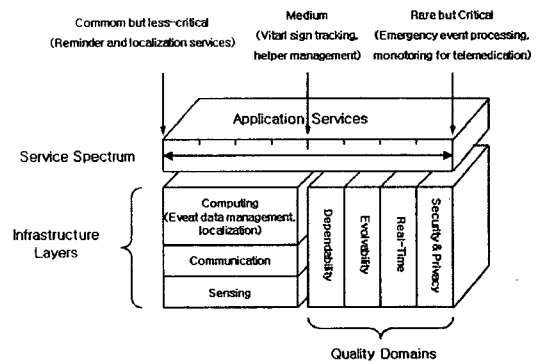


그림 3. Software Infrastructure

이와 같은 기반환경에서 많은 연구가 이루어져왔는데 그중에서 몇 가지를 알아보도록 하겠다.

2.2.1 IBM On-Demand Innovation Services

IBM에서는 메시지 처리기술과 데이터 통합기술을 바탕으로 e-Healthcare Solution에 대해 연구하였다. 이 솔루션에서 이용할 수 있는 서비스들은 다음과 같다.

- 중요 Event에 대한 통지
- 환자의 이상증상의 자동검출 및 생체 모니터링
- 개인적인 진료 정보의 모바일 액세스
- 무선 환경에서의 데이터 모음 및 통신

여기에서 관심 있게 볼 부분은 무선 환경에 대한 것으로 IBM에서는 m-Health Wireless Healthcare Solution을 제시하였다. 만성 질환자 및 응급환자의 바이탈 사인을 모니터링 하는 무선 디바이스들을 설치하여 환자의 건강정보 통계치를 자동으로 측정하고 저장하여 매일 서버로 전송한다. 이렇게 취합된 정보로 인해 환자의 건강상태에 관한 정보를 연속적으로 얻을 수 있어 환자의 건강 호전 및 응급상황시 즉각 대응할 수 있다.

2.2.2 An Open System Architecture for Assisted Living

이 연구는 I-Living 프로젝트 내에서 진행 중인 프로젝트

중 하나로 생활 보조 디바이스들로부터 들어오는 정보들을 취합, 통계, 분석할 수 있는 시스템 아키텍처를 제시하였다. 이 연구에서는 해당 정보들의 확실한 취합을 위해 Gateway Router가 작동하지 않을 경우에 대한 시스템 아키텍처도 같이 고려하였다. 그림 4는 Gateway Mode로 WLAN과 블루투스 환경에서의 정보 교환 과정을 보여주고 있다. 그림 5는 Gateway Router가 작동하지 않을 경우 WLAN이 커버하던 영역을 블루투스가 대신하여 이동전화(Cell phone)를 통해 외부 서버로 전송하는 모습을 보이고 있다[7].

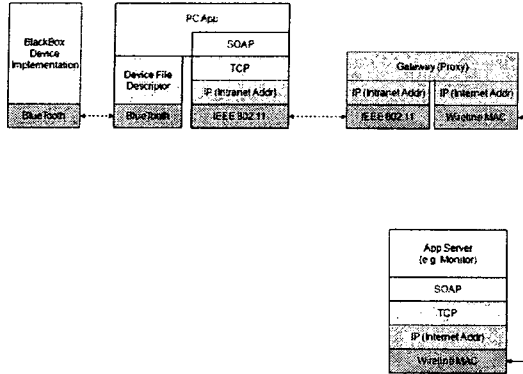


그림 4. Gateway Mode System Architecture

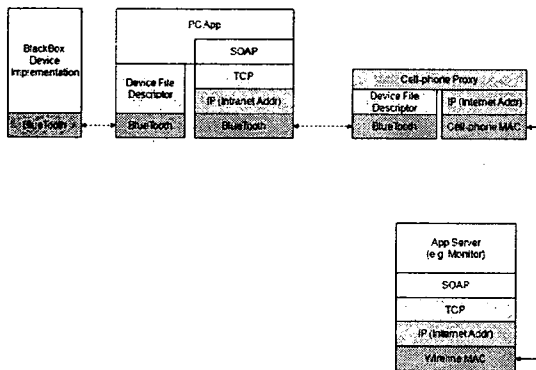


그림 5. Cell-phone Mode System Architecture

3. 제안하는 시스템 구조

앞에서 논의된 선행 연구들을 분석해 본 결과 고성능의 프로세서를 센서노드로 사용하기 보다는 저가형의 프로세서를 센서 노드로 사용하여 고성능의 프로세서로 만든 싱크노드에서 데이터를 취합하는 구조가 성능 및 가격적인 면에서 더 적합한 구조라는 것을 알았다. 또한 현재 개발되어 있는 고성능 프로세서들은 대부분 Ethernet을 지원하기 때문에 별도의 Gateway를 두는 것은 바람직하지 않다고 본다.

따라서 본 논문에서는 고성능 프로세서인 PXA270에 무선 통신모듈인 CC2420을 연결하여 센서 노드로부터 데이터를 취합하고, Ethernet 포트를 통하여 데이터를 통합 관리하는 외부 서버와 연결하고자 한다. 또한 각종 디바이스들로부터 데이터를 취합하는 싱크노드는 데이터의 중요도로 분리하여 가장 중요한 형태의 데이터를 실시간으로 보고해야한다. 하지만 기존의 OS 환경에서는 이런 긴급한 데이터에 대한 실시간성을 보장하지 못하기 때문에 본 논문에서는 실시간 임

베디드 리눅스인 RTAI를 고성능의 프로세서인 PXA270에 포팅하고 실시간 운영체제로 활용하는 방법을 연구하고자 한다. 그림 6은 앞에서 논의한 내용을 바탕으로 제안하는 싱크노드 아키텍처이다[3][4][5].

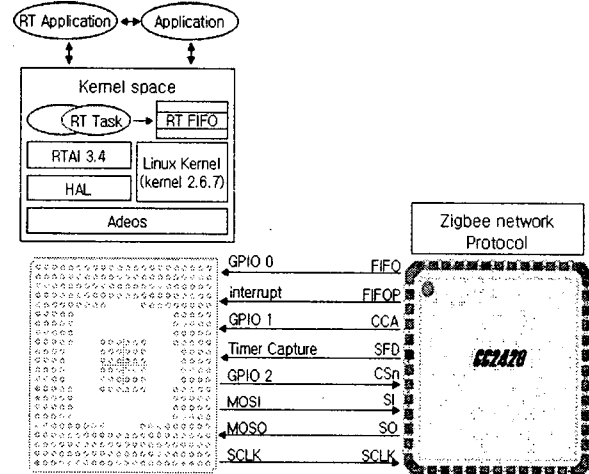


그림 6. PXA270과 CC2420을 연결한 Sink node 구조

4. 추후 연구

본 논문에서는 I-Living Project에서 연구 중인 서비스 및 시스템 아키텍처에 대하여 알아보았고, 우리는 이것을 바탕으로 USN 환경에서 동작하는 지능형 로봇에 좀 더 효과적인 시스템 아키텍처를 제안하였다. 이는 기존의 시스템 아키텍처에서의 데이터 전달과정을 축소함으로써 전송 딜레이를 줄일 수 있으며, 싱크노드에서 실시간 OS를 사용하여 데이터를 취합 및 처리함으로써 우선순위가 높은 데이터에 대해 보다 신속하게 처리할 수 있는 특성이 있다.

향후 CC2420과 연결된 PXA270에 임베디드 리눅스를 포팅하고, CC2420에 대한 디바이스 드라이버를 작성하여 싱크노드의 비 실시간 OS 환경에서의 데이터 처리능력을 분석할 것이다. 그 다음에 실시간 임베디드 리눅스인 RTAI를 제어 보드에 포팅하고, CC2420에 대한 실시간 디바이스 드라이버를 작성하여 비실시간 환경에서의 실시간 환경에서의 데이터 처리 능력을 비교 분석할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 남상엽, 송병훈, "MOTE-KIT를 이용한 무선센서네트워크 활용", 2006.2.
- [2] Wen Hu, Van Nghia Tran, Nirupama Bulusu, Chun Tung Chou, Sanjay Jha, Andrew Raylor, "The Design and Evaluation of Hybrid Sensor Network For Cane-toad Monitoring", IEEE 2005
- [3] PXA270 Datasheet
- [4] CC2420 Datasheet
- [5] www.rtai.org
- [6] <http://lion.cs.uiuc.edu/assistedliving/technical.html>
- [7] Qixin Wang, Wook Shin, "I-Living: An Open System Architecture for Assisted Living", IEEE SMC 2006