韓國컴퓨터情報學會 論文誌
第14卷 第10號, 2009. 10.

2009-14-10-3-3

무선 센서 네트워크 환경에 대한 센서 웹 서비스 프레임워크의 설계

김 용 태*, 정 윤 수**, 박 병 주***, 박 길 철****

A Design of Sensor Web service Framework for Wireless Sensor Networks Environment

Yong-Tae Kim*, Yoon-Su Jeong**, Byung-Joo Park***, Gil-Cheol Park***

요 약

센서 웹은 무선 네트워크 환경의 기술 발전과 센서의 소형화로 물리적 환경에 대해 실질적인 모니터링이 가능하다. 본 논문에서는 센서 네트워크의 센서와 원격 센싱 서버가 무선 연결을 통하여 데이터 저장소로 데이터를 전송하고, 센서 노드에 의해 수집된 정보에 대한 모바일 웹 서비스를 위해 지그비(ZigBee) RF 기반의 프레임워크를 설계한다. 본 논문의 제안 시스템은 센서의 관리와 SOA 기반의 센서 웹 접근 제공을 위한 센서 네트워크의 통합 플랫폼이다. 본 논문은 SOA 기술과 센서 네트워크를 결합하고 센서 노드를 웹 관점으로 구성하고 센서 웹에 접근하는 사용자에게 높은 성능, 확장성, 신뢰성과 유용성을 제공한다. 본 논문에서 제안한 프레임워크의 성능 향상을 위해 모바일 메시지 변환 모듈, SOAP 메시지 처리 모듈, WSDL 메시지 생성기 그리고 모바일 웹 서비스 모듈을 센서 웹서버에 각각 구현하였다. 본 논문에서 제안한 근거리 무선 통신 시스템의 성능 평가는 NS-2 시뮬레이션을 통해서 분석하였다.

Abstract

In this paper, we design ZigBee RF based framework for mobile web service on collected data by sensor node and transmitting data to data base by sensor network and remote sensing server through wireless connection. The proposed system is an integrated platform of sensor network for the sensor management and providing SOA based sensor web access. This paper combines SOA technology with sensor network, composes sensor node as web view, and provides high capability, extensiveness, reliability, and usability to the user who accesses to sensor web. The mobile message conversion module, SOAP message processing module, WSDL message generator, and mobile web service module is embodied for improving the capacity of the framework. The capacity evaluation of local wireless communication system which is proposed in this paper is analyzed through NS-2 simulation.

• 제1저자 : 김용태 교신저자 : 정윤수
• 투고일 : 2009. 08. 19, 심사일 : 2009. 08. 24, 게재확정일 : 2009. 10. 13.
* 한남대학교 멀티미디어학부 강의전담 교수 ** 충북대학교 전자계산학과
*** 한남대학교 멀티미디어학부 교수
※ 이 논문은 2009년 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(2009-0074117)

▸ Keyword : Wireless Sensor Network, Sensor Web, WPAN, SOA, Sensor Node, Coordinator, Ad-hoc Network, ZigBee RF

Ⅰ. 서 론

무선 센서 네트워크(WSN)는 물리적 환경과 상호 작용하고 각각의 물리적 현상의 공간과 시간적 패턴을 식별하기 위해 서로 통신하는 작고 저렴한 컴퓨팅 장치로 구성된다. 무선 센서 네트워크는 산업 현장 설비의 감시 및 제어, 환경 정보의 실시간 탐지, 네트워크 기반의 모니터링이 가능하다. 센서 웹(Sensor Web)은 위성 촬영 시스템, 기상 방송국, 보안 카메라와 같은 높은 대역폭의 센싱 플랫폼을 포함하는 네트워크의 이질적인 수집이다[1].

센서 웹은 웹 기반 기술의 새로운 트렌드이며 IT 기반의 무선 네트워크 기술과 소형화, 나노/바이오 기술의 융합에 의해, 다양한 유형의 센서들의 제작과 배포된다. 웹을 통한 접근, 정보 수집 그리고 제어가 가능하게 발전되었다. 따라서 센서 웹은 다양한 유형의 센서의 연결과 센서 정보 공유에 의해 물리적인 환경에서 상호 작용이 가능하게 되었다[2]. 그러나 다양한 분야에서 무선 센서 네트워크 시스템에 대한 수요가 지속적으로 증가하고 있지만 기술의 한계와 표준화 미비로 아직은 활발하게 전개되지 못하고 있다.

그러므로 본 논문에서는 무선 센서 네트워크를 사용한 현장 센서 노드의 배열과 센싱 정보 수집을 위해 서버와 무선 연결을 통하여 데이터 저장소로 데이터를 전송하고, 센서 노드에 의해 수집된 정보를 SOA(Service Oriented Architecture) 기반으로 모바일 웹 서비스를 처리하는 프레임워크를 설계한다. 그리고 이질적인 플랫폼 호출 서비스를 위해 표준의 SOAP과 XML을 사용한다.

본 논문은 배포된 센서로부터 무선 연결을 통한 전송과 모바일 웹 서비스를 지원하는 센서 웹 어플리케이션 프레임워크를 설계하고 간단한 환경 모니터링 센서 어플리케이션을 수행한다. 제안 시스템의 성능 시험은 시뮬레이션 환경에 의해 제공된 실제 센서 하드웨어에서 수행한다. 성능 평가는 수집 서비스의 능력 및 측정 가능성과 시스템 확장성을 위하여 본 논문의 실험에서 실행한다.

본 논문은 다음과 같이 구성한다. 2장은 센서 웹 기반의 웹 서비스에 대하여 기술한다. 3장에서는 본 논문에서 제안한 센서 웹 서비스 시스템의 설계에 대하여 기술하고, 4장은 제안한 시스템의 실행 환경과 실험 결과를 평가한다. 마지막으로 5장에서 결론과 본 논문과 연관된 향후 연구에 대하여 기술한다.

Ⅱ. 관련연구

2.1 센서 웹 기반의 웹 서비스

현재 센서 기술의 빠른 발전으로 센서 노드는 센서, CPU, 메모리와 무선 송수신기 등이 통합되어 센서의 기능은 더욱 강력하고 스마트하게 발전하고 있다. 센서 웹은 공간적으로 분산된 센서가 인트라 네트워킹 시스템을 통해서 새로운 환경의 모니터링과 탐색을 위해 배치된다. 센서 웹은 다양한 센서, 기구, 영상 장치, 센서 데이터 저장소 등이 웹을 통해 모든 센서의 발견과 접근한다. 데이터 획득, 교환과 정보처리 그리고 제어가 가능한 환경으로 이질적인(heterogeneous) 센서 자원들에 대하여 표준화된 연결 및 공유가 가능하다[3]. 센서 웹은 다양한 센서들로 구성된 센서 네트워크를 구축하고, 웹 기반의 정확성과 신뢰성 있는 데이터 수집을 통해 조기 경고 시스템의 구축에 이용된다.

센서 웹 서비스는 XML과 SOAP 표준을 이용하여 이질적인 플랫폼들로부터 다양한 서비스들을 기술하고(describe), 발견하고(discover), 호출(invoke)이 가능하다. 웹 서비스는 소프트웨어 시스템뿐만 아니라 이용 가능한 어떠한 하드웨어도 포함시킬 수 있다. 그러므로 센서 웹을 통한 발견, 접근, 이용 및 제어가 가능한 웹을 자원화하는 과정에서 SOA 개념을 도입하는 것은 매우 중요한 단계이다[4].

센서웹 클라이언트는 웹상의 센서로부터 실시간 데이터나 또는 원격의 데이터베이스로부터 기존 데이터를 취득할 수 있다. 클라이언트는 실제 센서의 위치, 내부적인 연산 수행 과정과 관계없이 단지 필요한 파라미터를 설정하여 해당 서비스를 호출한다. 이는 결과적으로 웹을 통해 센서 서비스를 생성하고, 접속하고, 이용하도록 하는 미들웨어 구조 및 개발 환경을 제공하는 것이다[5].

센서 웹은 주변 환경 및 물리적 공간에 독립된 무선 센서 노드들을 배치하여 감지된 여러 가지 정보를 유무선 통신 기술을 기반으로 센서 노드간에 자율적으로 형성되는 네트워크이며 무선으로 실시간 감지, 관리하는 기술이다[6,8]. 그러므로 센서 웹은 무선으로 인한 편리성, 자율성 및 효율성 등의 장점을 갖는다.

센서 웹을 위한 센서 노드의 구성 요소는 센서, 센서 제어 회로, 프로세서, 무선 통신 모듈, 안테나, 전원 공급 장치 등을 포함한다. 센서 노드는 감지된 정보를 유무선 통신 기술로

전달하며 데이터 처리, 통신 경로 설정, 미들웨어 처리 등을 수행하는 프로세서와 통신 모듈을 포함된다. 그리고 싱크 노드는 센서 태그 또는 센서 노드가 외부 네트워크와 연결을 위해 접속하는 중계 노드이며 베이스 노드라고도 한다.

센서 노드는 특정 목적을 위해 센서 네트워크로 전달된 서비스 요구 또는 이미 설정한 조건에 따라 필요한 주변 정보를 탐지하고, 생성된 정보를 주변 센서 노드들과 협업하여 자율형 무선센서 네트워크가 싱크 노드로 전달하고 해당 정보는 감지된 초기데이터 또는 주변 센서 노드간의 커뮤니케이션에 의해 가공된 형태로서 저전력을 소모하는 경로를 찾고 Ad-hoc 통신 기법[6]으로 데이터를 전송한다. 싱크노드로 전달된 정보는 사용자의 서비스에 대한 응답으로 사용되거나 통계적 자료로 활용된다[7].

2.2 지그비 무선 통신의 특징

무선 호출기로 사용 가능한 무선 네트워크 규격에는 여러 가지가 있는데, 무선랜(IEEE 802.11x) 규격, BLUETOOTH(IEEE 802.15.1) 규격, ZigBee(IEEE 802.15.4) 규격 등이 존재한다. 무선랜은 보안성이 뛰어난 반면 프로토콜 규격이 복잡하고, 불필요한 신호에 대한 전파 간섭이 심하며, 소비 전력이 커서 배터리를 자주 교환해야하는 불편함이 있다.

IEEE 802.15.4 지그비(ZigBee) 무선 통신 규격은 대용량 정보 전달에 대한 요구보다는 긴 배터리 시간과 일정 거리 이상의 전송 커버리지 확보에 대한 요구 사항을 충족시킨다.

지그비는 IEEE 802.15.4 기반의 하드웨어와 소프트웨어 표준 규격이다. 지그비는 저속 전송 속도를 갖는 홈오토메이션 그리고 데이터 네트워크를 위한 표준 기술로서 버튼 하나의 동작으로 집안 어느 곳에서나 전등 제어 그리고 홈 보안 시스템, VCR on/off 등이 가능하고 인터넷을 통한 전화 접속으로 홈오토메이션의 편리한 이용을 목적으로 개발한 기술이다. 또한, 지그비 통신 모드가 마스터-슬레이브 방식을 기본으로 하고 있지만, 메쉬 모드(Mesh Mode) 형태의 점대점 방식으로 네트워킹이 가능하여 하나의 대역내의 수용되어 있는 수많은 기기들이 동일한 레벨로서 상호 양방향 통신이 가능한 장점이 있다[9].

지그비는 듀얼 PHY 형태로 주파수 대역은 2.4GHz, 868/915MHz를 사용하고, 모뎀 방식은 DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum), MAC은 CSMA/CA를 사용하며, 데이터 전송 속도는 20kbps에서 250kbps까지 가능하다. 또한 통신 가능 거리는 약 100~500m이고, 전력 소모량은 500㎼ 이하의 저전력을 소모한다.

2.3 근거리 무선 통신 기술

근거리 무선 데이터 통신 기술은 IEEE 802.15 WPAN (Wireless Personal Area Network)과 IEEE 802.11 WLAN(Wireless Local Area Network) 기술이 존재한다. 무선 개인 영역 네트워크인 WPAN은 수십m 떨어진 컴퓨터와 주변기기, 휴대폰, 가전제품 등을 무선으로 연결하여 디바이스들 간의 통신을 지원하는 것으로 무선랜, 지그비(Zigbee), 블루투스(Bluetooth), 초광대역 무선 통신(UWB: Ultra Wide Band) 등과 같은 무선 통신 방식을 이용한다[10].

기존의 블루투스, WiFi, IrDA 등을 사용하는 WPAN은 기술이 고가이며, 전력소모 문제 등으로 시장 활성화가 부진한 상황에서 ZigBee는 단순한 기능의 저기능성 센서 네트워크를 가능하게 하기 때문에 ZigBee 기술은 USN 구축을 위한 기본 네트워크로 사용되는 무선 센서 네트워크의 구현을 위한 기술이다.

WPAN은 지그비 네트워크를 나타낸 것으로 코디네이터(Coordinator), 라우터(Router), 엔드 디바이스(ED)가 일정한 영역(CELL)의 필요 위치에 설치되어 메쉬(Mesh) 형태의 무선 통신 네트워크를 구성한다. 즉, WPAN은 코디네이터와, 코디네이터의 관리하에 무선 통신이 이루어지는 다수의 라우터와 다수의 엔드 디바이스(ED)로 구성된다.

코디네이터는 WPAN을 구성하는 디바이스들, 즉 다수의 라우터와 다수의 엔드 디바이스(ED)의 정보를 저장하고 저장된 정보를 이용하여 상기 디바이스들을 관리한다. 라우터는 코디네이터와 엔드 디바이스(ED)의 데이터 통신과 엔드 디바이스들(ED) 사이의 데이터 통신을 중계한다. 엔드 디바이스(ED)는 코디네이터로 직접 네트워크 접속을 요청하거나, 라우터를 경유하여 네트워크 접속을 요청한다. 그리고 코디네이터를 통해 네트워크에 접속되면 코디네이터 또는 라우터를 경유하여 다른 엔드 디바이스(ED)와 데이터 패킷을 송수신한다.

III. 제안 시스템의 설계 및 구현

본 논문의 제안 시스템은 센서의 관리와 SOA 기반의 센서 웹 접근 제공을 위한 센서 네트워크의 통합 플랫폼이다. 본 논문은 SOA 기술과 센서 네트워크를 결합하고 센서 노드를 웹 관점으로 구성하고 센서 웹에 접근하는 사용자에게 높은 성능, 확장성, 신뢰성과 유용성을 제공한다.

3.1 센서 웹 시스템의 구성도

본 논문에서 센서 네트워크의 센서와 서버가 무선 연결을

통하여 데이터 저장소로 데이터를 전송하고, 센서 노드에 의해 수집된 정보에 대한 모바일 웹 서비스를 위해 지그비(ZigBee) RF 기반의 프레임워크를 설계한다. 본 논문의 제안 시스템은 지그비 RF 모듈을 사용하며, 넓은 공간에 배포한 센서로부터 센싱 결과를 저장하고 사용자의 요구에 따라 센싱 정보를 무선으로 전송한다.

본 논문에서 제안하는 센서 웹 시스템은 센서 노드, 휴대용 모바일 수신 장치, 원격 센싱 시스템 그리고 센서 웹 서버 등으로 구성한다. 그림 1은 본 논문에서 제안한 센싱 정보의 모바일 웹 서비스를 위한 센서 웹 시스템의 구성 형태를 나타낸다.

센서 노드는 지그비 RF 모듈로 구성하고 물리적인 환경에서 관측한 센싱 데이터를 전송한다. 휴대용 모바일 수신 장치는 센서 노드와 무선 주파수 통신으로 센싱 결과를 필요에 따라 확인한다. 원격 센싱 시스템은 센서 노드와 휴대용 수신 장치로부터 센싱된 데이터를 수집하여 통합 관리하는 서버이다. 마지막으로 센서 웹 서버는 모바일 사용자의 서비스 요구를 처리하는 센서 웹 어플리케이션 모듈 등으로 구성한다.

센서 웹 서비스는 하위 계층의 구성 요소에 의해 제공하고 상위 계층의 구성 요소는 센서 네트워크를 통해 캡처된 데이터의 웹 서비스를 생성하는 어플리케이션과 관리를 제공한다. SOA 기반의 센서 웹 서비스 플랫폼은 많은 센서 서비스를 제공한다.

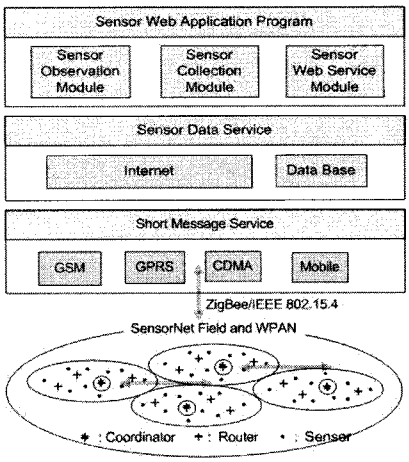

그림 1. 센서 웹 서비스를 위한 시스템의 구성 요소
Fig 1. Components of a system for Sensor Web service

본 논문은 물리적인 환경의 측정을 위하여 사용처에 배포된 센서로부터 입력되는 센싱 데이터를 저장하는 코디네이터, 수집용 지그비 RF 모듈로 구성된 코디네이터는 일정 거리 내에 존재하는 다수의 코디네이터 모듈과 원격 연결되어 선택적으로 아이디 식별하여 상호통신하고, 수신된 정보를 원격 센싱 시스템으로 전송한다. 원격 센싱 시스템은 다수의 센서로부터의 센싱 정보를 데이터베이스에 저장하고 관리한다. 그리고 데이터베이스에 저장된 각각의 센싱 정보는 모바일 사용자 요구에 따라 서비스를 제공한다.

센싱 정보 처리의 오버헤드는 센서 네트워크로부터 웹 서비스 시스템까지 영향을 끼친다. 따라서 본 논문에서는 센싱 정보의 전송과 처리를 분산된 시스템을 이용하여 센서 네트워크의 많은 에너지를 세이브하고, 일관성이 있는 프로토콜을 사용하여 모바일 웹 서비스 시스템에 연결한다.

3.2 코디네이터의 설계

WPAN을 구성하는 데이터 코디네이터는 데이터 통신 에이전트, 코디네이터 제어 에이전트, 지그비 통신 에이전트, 전원 공급 모듈을 추가한다. 라우터는 해당 센서와 데이터 코디네이터의 사이에 배치한다. 다음의 그림 2는 데이터 코디네이터의 구성 요소를 나타낸다.

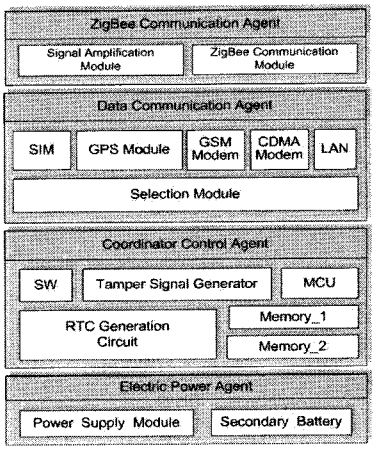

그림 2. 데이터 코디네이터의 구성
Fig 2. Configuration of Data Coordinator

데이터 코디네이터의 지그비 통신 에이전트는 지그비 통신 모듈, 신호 증폭부로 구성하며, 센서 그리고 라우터로부터의 센싱 데이터들을 코디네이터 제어 에이전트로 송신한다. 그리고 코디네이터 제어 에이전트의 제어 신호와 GPS 시간 정보를 각각의 센서와 라우터로 전송한다. 또한 FFD(Full Function Device) 지그비 모듈로 지그비 통신을 위한 기본적인 기능 이외에 WPAN망 형성, 관리 그리고 라우팅 기능까지 포함한다. 신호 증폭부는 각각의 센서 그리고 라우터와

지그비 통신모듈 간의 송수신 신호들을 증폭한다. 송수신 되는 신호들의 전송거리 증가를 위하여 2.4GHz에서 출력이 가능한 최대 전력인 14dBm으로 증폭하여 전송 거리를 160m에서 1.2Km까지 연장한다.

데이터 통신 에이전트는 GPS 시간 정보, 위치 정보, 상태 정보 그리고 수집된 센싱 데이터들을 기지국을 통해 원격 센싱 시스템으로 전송하고, 원격 센싱 시스템으로부터 제어 신호를 수신한다. 지그비 통신 에이전트는 센서 그리고 라우터로부터 센싱 데이터를 수신하고 제어 신호를 센서와 라우터로 전송한다.

데이터 통신 에이전트는 SIM 카드와 결합하여 GSM 통신을 위한 GSM 모뎀, CDMA 통신을 위한 CDMA 모뎀, 로컬 영역에서의 네트워크 통신을 위한 LAN 인터페이스 모듈, GPS 시간 정보 위치 정보를 수신하는 GPS 모듈, 그리고 선택 모듈로 구성한다. 선택 모듈은 코디네이터 제어 에이전트의 선택 신호에 따라 GPS 모듈, GSM 모뎀, CDMA 모뎀 그리고 LAN 인터페이스 모듈 중 하나를 선택하여 제어 신호를 수신하여 코디네이터 제어 에이전트로 전송한다.

코디네이터 제어 에이전트는 원격 센싱 시스템으로부터 데이터 통신 에이전트의 GPS 시간 그리고 위치 정보와 제어 신호에 따라 데이터 코디네이터의 구성 요소들을 제어한다.

코디네이터 제어 에이전트는 MCU(Microcontroller Circuit Unit), 템퍼(Tamper) 방지회로, RTC 발생회로, 메모리1, 메모리2, 스위칭 모듈로 구성한다. 템퍼 방지회로는 데이터 코디네이터의 계폐 그리고 파손을 감지하고 템퍼 신호를 생성하여 MCU로 전송한다. MCU는 데이터 통신 에이전트와 지그비 통신 에이전트의 동작을 제어하고, 센싱 데이터들을 수신하여 데이터 통신 에이전트로 전송한다. 그리고 MCU는 상태 정보를 RTC 발생회로와 센싱 서버에 전송하고 메모리2에 저장한다. 메모리1은 MCU의 기본 동작 프로그램을 저장하며 익스터널 SRAM을 사용한다. 메모리2는 상태 정보와 사용자로부터 입력되는 정보들을 저장하고 WPAN의 구성 정보를 저장한다.

RTC(Real Time Clock) 발생회로는 수신한 GPS 시간 정보에 따라 현재 시간 정보를 보정하며, 제어 신호에 따라 센싱 시간을 셋팅한다. RTC 발생회로는 저전력 시간 유지를 위하여 절약 모드로 설정하여 최소한의 전력으로 시간을 유지한다. 스위칭 모듈(SW)은 DIP 스위치 등으로 구성하여 데이터 코디네이터의 전원을 온/오프하며, 통신 선택 정보, 주변 환경의 이동통신 정보, 네트워크의 망 정보 등과 같은 사용자의 입력 정보를 MCU에 전송한다. 데이터 코디네이터의 전원 공급 에이전트는 전원 공급 모듈, 2차 전지로 구성하며, 상용 전원을 구동 전압 레벨(DC3.3V~5V를)로 변환하여 각각의 구성 모듈에 공급하고, 2차 전지는 비상 전원을 저장한다.

3.3 센서 웹 어플리케이션 서비스

본 논문에서 제안한 센서 웹 어플리케이션 모듈은 웹 기반의 센서 네트워크의 생성을 가능하게 하고 물리적인 환경으로부터 다양한 종류의 정보에 빠르게 접근하기 위한 기술을 제공한다.

센서 관측 모듈(Sensor Observation Module)은 센서 웹을 위한 중요한 관측과 측정을 위해 관측한 데이터, ID, 위치 등이 XML 형태로 인코딩을 정의한다. 관측 모듈은 센서 수집 모듈(Sensor Collection Module)이 필요하고 센서 웹 서비스 능력과 관계된 구성 요소이다.

센서 관측 모듈과 센서 수집 모듈은 XML 표준을 따르는 XML 스키마에 의해 정의된다. 시스템의 실행과 신뢰성에 영향을 미치므로 XML Schema를 따르는 XML에 대한 컴퓨터 프로그램 언어의 데이터 표현을 변형시키는 것은 XML 데이터 바인딩을 참조한다.

센서 수집 모듈은 데이터를 센싱하고 원시의 정보를 다른 서비스의 이용을 위하여 실시간 센싱 데이터에 대한 XML 인코딩과 트랜젝션으로 번역한다. 센서 수집 모듈은 센서 네트워크와 직접적으로 통신하는 구성 요소이며, 센서 어플리케이션 기반으로 스트리밍 데이터와 쿼리 양쪽 모두에게 인터페이스를 제공한다. 센서 수집 모듈은 관찰 데이터를 수집하기 위해 다양한 센서에 연결하고 표준 형식으로 데이터를 문법적으로 분석하고 다른 센서 어플리케이션과 이질적인 자원에 확장시킨다. 센서 수집 모듈의 구성 요소는 연결처리부와 데이터 처리부와 데이터 생성부로 구성한다.

연결처리부는 이질적인 자원을 위한 게이트웨이를 제공하고 데이터베이스와 센서 노드의 연결을 담당한다. 그리고 비동기적으로 메시지가 도착하면, 각각의 메시지를 처리하고, 그리고 처리된 메시지가 미리 정의된 수에 도달하면 데이터 처리부로 데이터를 전송한다. 데이터 처리부는 센서 관측 모듈으로부터 주어진 데이터를 실제로 처리하고, 데이터 생성부는 원시의 포맷하지 않은 표준 관찰 데이터를 필요에 따라 측량 데이터로 변경한다.

3.4 센싱 정보에 대한 모바일 웹 서비스

본 논문은 WPAN 기반의 지그비 RF 모듈을 이용한 무선 원격 센싱과 원격 센싱 시스템에 저장된 센싱 정보에 대한 모바일 웹 서비스를 제공한다. 모바일 웹 서비스를 위하여 모바일 웹서비스의 성능 향상, 무선 네트워크 환경의 확장 그리고 모바일 디바이스와 센서 웹 서버의 상호운용을 위해 SOA 기반의 모바일 센서 웹 서비스 프레임워크를 설계한다. 본 논문

의 제안 시스템은 모바일 디바이스의 SOAP 요청과 응답 메시지를 직접 처리하는 SOA 기반의 시스템을 설계한다. SOA 기반의 센서 웹 서비스 구현을 위해서 표준의 WSDL 문서와 SOAP 메시지를 사용한다. 본 논문에서 제안한 프레임워크는 모바일 디바이스가 센서 웹 서비스의 호출을 위하여 기존 시스템의 확장된 구조를 나타낸다. 다음의 그림 3은 센서 데이터에 대한 모바일 센서 웹 서비스를 위한 구성 요소를 나타낸다.

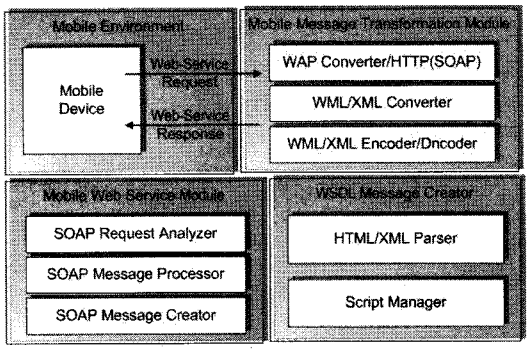

그림 3. 모바일 센서 웹 서비스 구성 요소
Fig 3. Mobile Sensor Web Service Components

그림 3의 모바일 웹 서비스를 위한 구성 요소는 기본적으로 모바일 센서 웹 서버와 무선 통신을 담당하는 모바일 디바이스로 구성하며, 세부적인 구성 요소는 모바일 메시지 처리 에이전트, WSDL 생성기, SOAP 메시지 분석기와 SOAP 메시지 처리기를 포함한다.

본 논문에서 제안한 모바일 웹 서비스는 휴대폰, PDA, 네비게이터 등과 같은 모바일 디바이스와 인터넷 기반에서 제공되는 각종 컨텐츠들과 동적인 웹 서비스를 모바일 사용자에게 제공한다. 또한 모바일 웹 서비스 환경과 인터넷 기반 환경이 다양한 면에서 서로 상이하므로 필요한 구성 요소로 HTTP/SOAP 프로토콜과 WAP 프로토콜 사이의 변환 기능 그리고 인터넷 기반의 XML 문서와 WML 문서의 변환/인코딩 기능 등을 제공한다.

모바일 메시지 처리 에이전트는 HTTP/WAP 프로토콜 변환기, WML/XML 변환기, WML/XML 인코더/디코더로 구성하며, 모바일 디바이스로부터 센서 정보 요청 메시지, WSDL에 대한 요청 메시지를 수신하여 분류 처리한다. HTTP/WAP 프로토콜 변환기는 모바일 환경과 인터넷 기반의 메시지 전송이 상이하므로 클라이언트의 요청 메시지 또는 서버의 서비스 결과 전송을 위하여 각각의 환경에 적합한 프로토콜로 변환하는 기능을 담당한다. 모바일 디바이스의 센서 정보 요청 메시지인 경우는 웹 서비스 처리 에이전트에서 WAP을 사용하는 클라이언트의 WML 센서 정보 요구 처리를 위하여 WML/XML 변환기에서 XML로 변환하여 센서 정보가 존재하는 웹 서버와 HTTP 통신 기반 XML/SOAP 메시지 송수신으로 연결한다. 그리고 웹서버에서 수신한 서비스 결과는 WML/XML 변환기에서 모바일 형식(WML)으로 변환하여 모바일 디바이스로 전송한다.

센서 정보에 대한 모바일 웹 서비스를 위한 WSDL 데이터 형식 변환을 위하여 WSDL 생성기를 설계한다. WSDL 생성기는 센서 정보에 대한 요청을 WSDL 파일로 자동으로 생성한다. 본 논문에서 제안한 WSDL 생성기는 HTML/XML 파서를 구현하여 WSDL 생성을 지원하고, HTML/XML 파서를 통하여 클라이언트로부터 요청된 메시지를 WSDL로 간단하게 변환한다. WSDL 전처리기는 AXIS에 독립적으로 실행하며, Dom의 Document 객체를 사용하고, 모든 태그는 Element 객체를 사용한다.

SOAP 메시지 처리기는 모바일 클라이언트의 센서 정보 요청 접수와 처리를 위하여, SOAP 요청 접속 모듈과 SOAP 메시지 분석 모듈, 서비스 프로세서 모듈 그리고 SOAP 메시지 생성 모듈로 구성한다. 클라이언트가 SOAP 형태의 XML 문서로 센서 정보 요청을 위해 요청 서비스명, 입력값, 세션 아이디를 포함한 SOAP 메시지를 서버로 전달한다. SOAP 요청 접속 모듈은 모바일 메시지 에이전트가 전달한 클라이언트 요청을 접수/분석하여, WSDL 요청인 경우는 WSDL 전처리기에 요청을 전달하고, 센서 정보 요청인 경우는 SOAP 메시지 분석 모듈에 전달한다. SOAP 메시지 분석 모듈에서는 클라이언트의 요청을 분석하고, 클라이언트가 요청한 SOAP 메시지를 분석하여 정보를 생성한다. 분석한 정보에서 서비스명과 입력값들을 추출한 후 서비스 처리부에 서비스 처리를 요청한다.

SOAP 메시지 생성 모듈에서는 서비스 처리부에서 처리한 결과를 SOAP 메시지로 생성한다. 응답 SOAP 메시지 생성을 위해 응답 헤더 정보와 응답 SOAP 메시지에 대한 정보를 생성하고, 서비스 처리 결과가 정상인지 확인하여, 서비스 결과값과 세션 아이디를 추가/실패 정보를 추가한다. SOAP 메시지 정보에서 SOAP 메시지를 생성하여 모바일 메시지 에이전트로 전달하면, 모바일 메시지 에이전트는 다시 모바일 클라이언트로 전달한다.

IV. 실험 환경 및 성능 평가

4.1 실험 환경 및 방법

본 논문에서는 센서 정보에 대한 모바일 웹 서비스 시스템의 성능 평가를 위해 센서 네트워크 환경에 대한 기본 모델은

정의된 LR-WPAN 표준을 기반으로 설정하고 성능 평가를 위한 시뮬레이션 툴은 NS-2를 사용하여 실험하였다. 본 논문의 제안 시스템에서 센서 정보 수집에 관한 실험을 위하여 표 2의 성능 평가를 위한 파라미터의 초기값에 의해 임의적으로 생성되는 실험 시나리오 모델을 사용한다.

표 1. 성능 평가를 위한 파라미터의 초기치
Table 1. The initialization of Parameter for Performance Evaluation

환경 변수	값
네트워크 크기	(0,0)×(100,100)
노드의 개수	60
라우터의 개수	10
임계거리	$80m$
데이터 병합 에너지	5nJ/bit
ThreshUpper	N/C + (N/C)/2
ThreshLower	N/C - (N/C)/2
데이터 패킷 크기	100 bytes
쿼리 패킷 크기	25 bytes
헤더 패킷 크기	25 bytes
무선 회로부에너지(E_{elec})	50nJ/bit
무선 증폭 에너지((ϵ_{amp})	10pJ/bit/m2
무선 증폭 에너지(=ϵ_{amp})	0.013pJ/bit/m2
노드의 초기에너지(E_{Init})	1J
싱크 노드의 위치	(100,100), (50,100)

WPAN 센서 네트워크의 구성은 코디네이터, 라우터, 종단 디바이스 형태의 트리(tree) 구조를 갖는다. 실험 필드에 설정된 실험 영역의 크기는 100m2이며, 실험에 사용된 센서 노드의 개수는 60개이다. 종단 노드는 초당 1개의 데이터 패킷을 코디네이터 노드에게 전송한다. 실험 영역에 존재하는 WPAN 셀(cell) 크기는 10m2로 설정하고 600초 동안 실험을 수행한다.

그리고 각 센서의 초기 에너지는 1 줄(Joule)의 에너지를 가지는 것으로 가정하고 버퍼의 크기는 100패킷의 크기를 가진다. 만약 노드의 에너지 레벨이 0줄이 되면 노드는 동작하지 않는다. 각 패킷은 패킷 전송동안 매 패킷 에너지를 계산하기 위해 갱신되는 에너지 필드를 가지며, 이때 패킷 드롭 확률은 0.01과 같다.

4.2 실험 결과 및 평가

기존의 PNC(PicoNet Coordinator) 선출 방법은 디바이스의 개수와 GTS(Guaranteed Time Slot) 개수에 의해 PNC 선출에 많은 시간을 소비하는데 이는 GTS가 여러 디바이스에 분산되어 해당 GTS를 보장하는 디바이스의 개수가 적어진다. 그리고 기존의 방식에서 PNC의 선출은 디바이스의 연결성, GTS 할당 개수 등과 같은 변수와는 무관하게 무작위로 디바이스를 PNC로 선출한다. 따라서 무작위로 PNC로 선택하는 기존의 방법과 본 논문에서 제안하는 방법과 성능 평가를 비교한다.

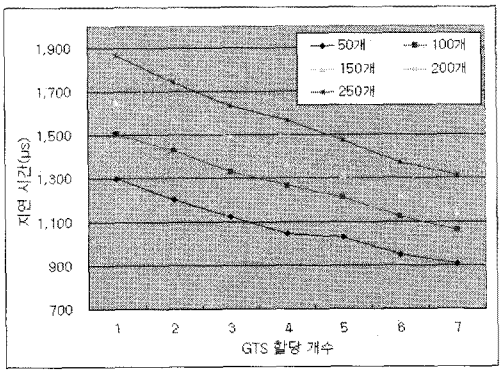

그림 4. GTS 개수와 PNC 선출 지연 시간
Fig 4. GTS number and PNC election delay time

그림 4는 PNC 선출 과정에서의 지연 시간을 나타낸다. PNC 선출의 지연 시간은 노드 개수가 250개일 때 GTS 할당 개수에 의해 1868μs이고 가장 작은 최악의 CAP(Contention Access Period) 길이인 경우도 1530μs 정도로 대략 340μs의 서비스 지연이 발생한다. 그러나 본 논문의 제안 기법은 PNC 선출 과정에서 소요되는 처리 지연 시간을 절약하기 위하여 실험 영역을 WPAN 셀 단위로 구성하고, WPAN 셀 내부의 노드가 데이터 코디네이터, 라우터, 종단 노드의 그룹으로 구성되고 PNC를 선출하지 않고 각각의 라우터, 종단 노드는 해당 셀의 데이터 코디네이터에게 데이터를 전송하기 때문에 서비스 지연이 발생하지 않는다.

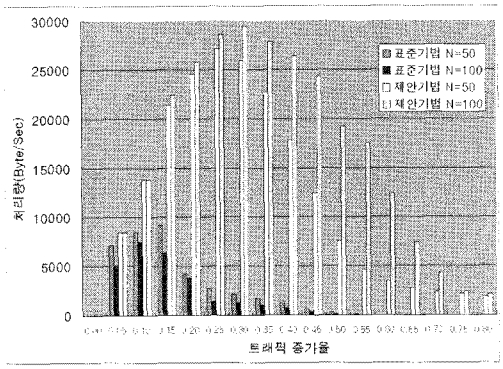

그림 5. 트래픽 증가에 대한 처리량 변화
Fig 5. A throughput change regarding traffic increase

그림 5는 HNC(Hidden Node Collision) 발생 환경에서 데이터 트래픽 따른 표준 기법과 제안된 기법의 평균 처리량의 비교를 나타낸다. 종단 노드가 코디네이터로 데이터를 전송하고 있을 때, 전송범위 밖의 다른 노드의 데이터 전송에 의한 HNC가 발생하여 데이터의 충돌이 발생하는데 표준 기법은 RTS(Request to Send)/CTS(Clear to Send) 회피 기법의 미사용으로 데이터 트래픽 증가는 충돌의 증가와 처리율 감소를 나타낸다. 제안된 기법은 WPAN을 그룹으로 분류하여 전송하므로 데이터 충돌과 폐기 데이터 감소로 높은 처리량을 나타낸다. 그림 5에서 보는 것처럼 트래픽이 증가하면 폐기되는 데이터가 증가하여 처리량이 감소하지만 제안 기법은 WPAN을 그룹으로 정의하고 데이터를 전송하므로 표준 기법에 비하여 데이터 충돌에 의해 폐기되는 데이터가 감소하여 처리량이 증가됨을 나타낸다.

그림 6은 사용자가 모바일 디바이스를 통해 시스템에 접근하여 센서 웹 서비스를 요구하는 경우 표준 시스템과 제안 시스템에 대한 트랜젝션 지연에 대한 결과이다. 실험은 하나의 연결에 다수의 문자를 전송한다. 초기 TCP, HTTP 연결을 설정하고 SOAP 메시지로 문자를 전송한다. 제안 시스템의 지연이 적은 이유는 서버의 처리 시간 단축으로 인한 것이다. 본 논문의 실험은 모바일 웹서비스 시스템의 실행 평가에 초점을 맞췄다.

실험 결과는 서블릿 컨테이너를 사용하는 것보다 본 논문의 제안 시스템의 효율이 높다는 것을 의미한다. 그리고 웹서비스의 성능 향상은 전체 시스템의 성능 향상을 가져와 누적되는 연결 신호 처리의 향상을 의미한다. 즉 하나의 처리 시간이 짧기 때문에 연속적인 요청을 빠르게 처리한다.

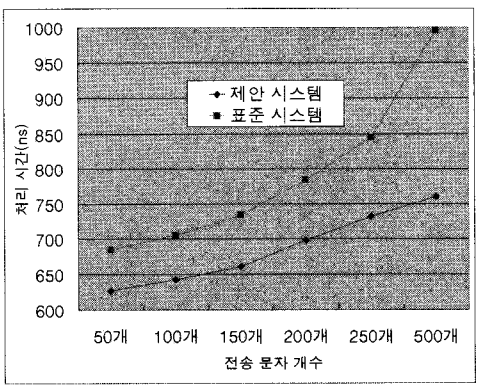

그림 6. 전송 문자에 대한 처리 결과
Fig 6. The process results for transmission character

Ⅵ. 결론

본 논문은 물리적 공간에 배치된 다양한 센서에서 발생되는 데이터를 저전력하의 지그비(ZigBee) 기반의 주파수를 사용하는 RF송수신 수단을 사용하여 일정 거리 안에서 상호 선택적으로 송수신하여 정보를 교환하는 유비쿼터스 환경의 자율적인 센싱, 저전력 통신 기능 제공 및 수천 개 이상의 노드 객체들로 무선 센서 네트워크를 구성하여 원격 센싱 시스템과 센싱 정보에 대한 모바일 웹 서비스를 제공한다.

본 논문은 지그비(ZigBee/IEEE 802.15.4) 기반의 알에프 모듈을 이용하여 양방향으로 송수신하므로 공간적, 시간적 제약을 극복하여 네트워크화하였고, 통신 모듈의 사용 전력이 500㎼ 이하의 저전력이 소모되므로 각 센서의 의무 교환 주기 시기인 5년보다 많아지게 됨으로써 추가적인 비용없이 안정적으로 센서 네트워크를 유지하고, 원격 센싱 시스템 및 네트워크 구현시 종래와 같은 복잡하고 장비 및 과다한 비용 없이 구축이 가능하다.

본 논문의 향후 연구 방향은 실험 범위의 확대와 센서의 전력소모를 줄여 센서의 라이프 타임 증대에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

[1] Amundson, I.; Kushwaha, M.; Koutsoukos, X.; Neema, S.; Sztipanovits, J, "Efficient Integration of Web Services in Ambient-aware Sensor Network Applications," Broadband Communications, Networks and Systems, 2006., pp. 1-8, Oct. 2006.

[2] Xingchen Chu, Tom Kobialka, Bohdan Durnota, and Rajkumar Buyya, "Open Sensor Web Architecture: Core Services," ICISIP 2006, pp. 98-103, 2006, Bangalore, India.

[3] Xingchen Chu and Rajkumar Buyya, "Service Oriented Sensor Web," In: Sensor Network and Configuration: Fundamentals, Standards, Platforms, and Applications, N.P. Mahalik (ed.), Springer-Verlag, Germany, 2007.

[4] Yamaizumi, T.; Sakairi, T.; Wakao, M.; Shinomi, H.; Adams, S., "Easy SOA: Rapid Prototyping

environment with Web Services for End Users, Web Services," 2006. ICWS '06. International Conference, pp. 931-932, 2006.

[5] Aijaz, F., Hameed, B., Walke, B., Towards Peer-to-Peer Long-Lived Mobile Web Services, Innovations in Information Technology, 2007. Innovations '07. 4th International Conference on 18-20, pp. 571-575, 2007.

[6] David B. Johnson, "Routing in ad hoc networks of mobile hosts," in IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, Dec.1994.

[7] Pelczar, C., Meiners, M., Gould, D., Lang, W., Benecke, W.:Contactless Liquid Level Sensing using Wave Damping Phenomena in Free-Space, Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems Conference, 2007, pp. 2353-2356, 2007.

[8] Bryan L. Gorman, Mallikarjun Shankar, and Cyrus M. Smith. "Advancing Sensor Web Interoperability," Sensors, 22(4):14-18, April, 2005.

[9] Minsoo Kim; Chungho Lee; Yongjun Lee, Towards Query Processor over Heterogeneous Wireless Sensor Networks, Convergence Information Technology, 2007., pp. 2332-2331, 2007.

[10] W. B. Heinzelman et al., "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks," IEEE Trans. on Wireless Communications, Vol.1, No.4, pp.660-670, Oct. 2002.

저 자 소 개

김 용 태

1984. 한남대학교 계산통계학과 학사.
1988. 숭실대학교 전산학과 석사.
2008년 충북대학교 전산학과 이학박사
2002년-2006년 가림정보기술 이사
2006.3-현재 한남대학교 멀티미디어 학부 강의전담교수
〈관심분야〉 모바일 웹서비스, 정보보안, 센서 웹, 모바일 통신보안, 멀티미디어

정 윤 수

2000. 2. : 충북대학교 전산학과 석사.
2008년 2월 : 충북대학교 대학원 전자계산학 이학박사
〈관심분야〉 센서 보안, 암호 이론, Network Security, 이동통신 보안

박 병 주

2002. 연세대학교 전기전자 학사
2004. University of Florida 전기컴퓨터공학 석사
2007년 University of Florida 전기컴퓨터공학 박사
2009.3. ~ 현재 한남대학교 멀티미디어학부 교수
〈관심분야〉 Mobility Management, IPv6, IEEE 802.16e, IPTV, IMS

박 길 철

1983. 한남대학교 전산학과 학사.
1986. 숭실대학교 전산학과 석사.
1998년 성균관대학교 전산학과(박사)
2006년 UTAS, Australia 교환교수
1998년 - 현재 한남대학교 멀티미디어학부 교수
〈관심분야〉 multimedia and mobile communication, network security