USN 용 성능측정 기술

김세한*, 김내수*, 김병철**, 이재용**, 표철식*
*한국전자통신연구원 RFID/USN 연구부
** 충남대학교 정보통신공학부
e-mail : shkim72@etri.re.kr

Performance Estimation Technology for USN

SeHan Kim*, Naesoo Kim*, Byung Chul Kim**, Jae Yong Lee**,Cheol- Sig Pyo*
*RFID/USN Research Division, ETRI
**Dept. of Infocom Eng., Chungnam National University

요 약

다양한 서비스에서 활용되는 USN 환경에서 각 응용의 기술적 특성에 따른 다양한 계층별 프로토코 기술의 개발이 이루어 지고 있다. 본 논문에서는 무선 센서 네트워크의 다양한 프로토콜 개발에 필수인 분석기에 대한 것으로 무선 상의 여러 채널을 통해 송수신 되는 다양한 프로토콜을 쉽게 분석하는 장치의 구현에 대해 설명한다. XML 을 활용하여 하드웨어 및 소프트웨어의 코드를 바꾸지 않고 사용자 정의에 따른 프로토콜 분석, 시나리오 검증 및 GUI 처리를 가능하게 하여 USN 을 위한 센서 노드들의 성능 측정에 활용하고자 한다.

1. 서론

미래의 IT 산업은 RFID/USN 기술의 발달과 직결되며 하드웨어뿐만 아니라 소프트웨어와 네트워크 기술 등 파급효과가 매우 크다. USN 은 센서들이 지능화된 네트워크를 통해서 환경 정보를 센싱, 연동하여 재난재해, u-City, u-SCM, 홈 오토메이션, 군 응용 서비스 등 다양한 분야에 적용 될 수 있을 것으로 예상된다. 이러한 USN 의 다양한 응용 범위에 따라 특성에 따른 다양한 프로토콜들이 사용될 것으로 예상된다.

특히 저전력 및 신뢰성을 기본으로 하는 무선 센서 네트워크 프로토콜은 각 서비스가 가지는 실내/실외, 실시간/비실시간, 센서노드 및 사용자의 이동성, 센서 노드의 밀집 성, 센서네트워크 망 규모, 네트워크 형상(Topology), 센서의 센싱 주기 및 센서 데이터 형태, 필요한 데이터 양 등의 특성, 신뢰성 정도 여부, 최소 운영 시간, 보안 등 다양한 요구 사항에 따라 개발된다. 이런 다양한 프로토콜들의 개발에 있어 필요한 요소는 실제 패킷을 분석하기 위한 장비의 사용은 절대적이라 할 수 있다. 본 논문은 USN 에서 사용되는 다양한 MAC 프로토콜들을 분석하기 위한 장치인 멀티채널 분석기에 대한 것으로 최대 16 개의 트랜시버가 탑재된 하드웨어에서 여러 개의 채널을 통해 수신되는 패킷을 사용자가 정의한 XML 을 통해 디코딩(분석)하거나 패킷을 인코딩(Encoding)하여 송신하는 기능, 송수신과정에서 다양한 통계를 GUI 를 통해 프로그램 사용자에게 제공하는 프로토콜 분석기에 관한 것이다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서 USN 에서 사용되는 성능 측정 도구의 요구사항 3 장에서는 USN 프로토콜 분석기의 구성에 대해 설명한다. 마지막으로 4 장에서 결론을 맺도록 한다.

2. USN 성능 측정 도구의 요구사항

센서네트워크를 구성하는 각 노드는 이웃 노드가 송신하는 패킷과의 충돌 없이 감지된 데이터를 송신하고, 대부분의 기간에는 sleep 함으로써, 배터리 교체 없이 장시간의 동작을 지원하는 구조로 설계된다. 이렇게 무선채널을 공유하면서 패킷을 오류 없이 전달하면서, 전력소모 최소화를 지원하는 특성을 갖는다.

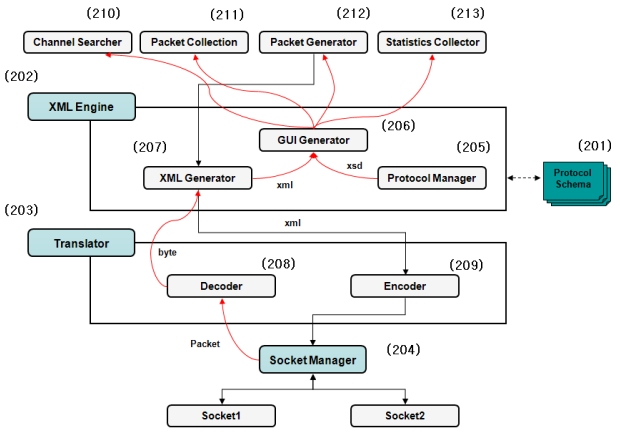
경쟁 방식[1][2]은 전력소모를 고려하지 않는 MACA 를 개량하여 Idle listening 이나 Overhearing 을 회피하도록 한 방식으로 고정/가변의 Duty cycle 방식, 데이터와 별도의 제어 채널을 사용하는 방식, 채널 감지 기간을 고려하여 긴 프리엠블을 미리 전송 방식 등이 사용된다. 스케줄 방식[3][4]은 경쟁기반 MAC 에 비하여, 충돌 없이 동작하므로 채널 사용 효율이 높아, 센서 노드들의 밀집도가 높고, 실시간성이 요구되는 응용에 주로 사용된다. 하지만 빈 슬롯에 의한 낭비를 최소화 해야 하고, 이웃 노들이 모두 sleep 할 수 있도록 이웃 노드들이 알 수 있도록 하는 복잡한 제어 프로토콜이 필요하다. 특히 동기를 맞추기가 쉽지 않아 구현이 어렵다. 다중 채널을 활용한 방식은 기존의 Ad-hoc 방식에 주로 사용되었던 각각 전용의 제어 채널을 사용하는 방안, 일정 시간 동안 채널 협상을 하는 방안, 동일한 주파수 천이를 해가면서 채널 협상을 수행하는 방안 및 각자 단말 별로 채널 호핑을 하면서 데이터 전송이 필요할 경우 목적지의 주파수로 천이해 통신을 시도하는 방안[5]을 활용하고 센서 네트워크가 갖는 여러 제약사항을 고려하여 연구가 진행되고 있다. USN 을 위한 성능 측정도구는 표준으로 만들어진 프로토콜뿐만 아니라 사용자가 정의

하여 분석할 수 있는 패킷 분석기, 패킷 생성기, 계획된 절차에 따른 자동 검증 기능, 다양한 성능 측정 모듈, 패킷과 패킷 사이의 시간차의 분석이 가능한 기능 등의 기능이 요구된다.

3. USN 프로토콜 분석기

분석기는 트랜시버 16 개로 구성되며, 타이밍 분석을 위해 하드웨어적 동기를 맞추어 작동한다. 사용자 프로그램에서 전달되는 패킷 및 명령에 따라 안테나를 통해 프레임을 전송 또는 수신한다. 만약 하나의 안테나로 구성하는 경우 간섭의 영향을 줄이기 위해 채널을 고정한다. 송신(Tx)의 경우 사용자 프로그램에서 만들어진 패킷을 CPU, Memory 를 거쳐 Rx/Tx Engine, 트랜시버별 버퍼를 통해 트랜시버로 전달된다. 수신(Rx)의 경우 안테나, 트랜시버을 통해 수신한 패킷은 수신버퍼를 통해 Rx/Tx Engine 의 제어를 통해 CPU, Memory 를 거쳐 사용자 프로그램으로 전달된다. 여러 개의 트랜시버를 통해 패킷을 송신/수신하는 경우 각 채널을 통해 송수신 되는 패킷들간의 비교 및 전송 제어를 위해 각 트랜시버와 Rx/Tx Engine 사이의 시간 동기화를 위해 동기선(Synchronized Line)을 확보하고, Rx/Tx Engine 의 제어를 통해 전체 타이밍을 제어 한다.

XML 정의에 따른 USN 프로토콜 분석을 위한 사용자 소프트웨어의 구조는 (그림 1)와 같다. 다양한 USN 프로토콜이 정의되는 Protocol Schema, XML 및 GUI 를 생성하는 XML Engine, XML Engine 에서 만들어진 xml 을 이용하여 송수신 패킷을 처리하는 Translator, 통신을 제어하는 Socket manager 로 구성된다. Protocol Manager 는 프로토콜 규격에 따라 여러 개 존재하는 프로토콜들의 정의인 Protocol Schema 를 기반으로 하여 다양한 프로토콜들을 관리한다. XML Generator 는 Protocol Schema 를 xml 형태로 변형하여 Translator 가 수신된 패킷을 Decoding 하거나 Encoding 하여 패킷을 전송할 수 있도록 한다. GUI Generator 은 사용자에게 Decoder 나 Encoder 를 통해 패킷을 송수신하고, 각종 통계 데이터를 화면에 작성하도록 하는 Channel Searcher, Packet Collection, Packet Generator, Statistics Collector 등의 GUI 를 생성하도록 한다.



(그림 1) 소프트웨어 구성도

프로토콜 정의를 위한 XML 구조는 파일의 정보를 포함하는 HEADER 영역, 패킷 정의, 송수신 옵션, 통계 등을 정의하는 BODY 영역, 각 부분을 정의하는 Container 등으로 구성된다. HEADER 영역은 사용자가 정의하는 프로토콜 명, 패킷의 최대 길이, 프로토콜 버전, XML 작성일, XML 파일에 대한 설명, 작성자, 회사명 등으로 구성된다. <BODY>~</BODY> 태그영역에서는 패킷을 정의한다. 각 패킷은 <item container="name"/>의 "name"에 HEADER, DATA, CHECKSUM 등으로 세분화하여 기술한다. <item> 태그에 수신 옵션 설정의 상세 설정 항목을 기술하며, name 속성에 <attribute>의 링크정보를 갖는다. 각 항목에 대한 것은 <item>의 하위 태그인 <kind>태그에 기술한다. <STATISTICS>~</STATISTICS> 태그 영역에서 패킷 분석기에서 정보를 수집하기 위한 통계항목과 그 종류를 기술한다. H/W 와 S/W 통신에 필요한 기능은 패킷을 분석하고, 트래픽을 생성하기 위한 실제 데이터 및 시간 정보가 포함된 데이터 패킷, 하드웨어의 채널 설정, 리셋, 송수신제어, 장비 설정 등의 제어 기능을 위한 컨트롤 패킷, RX/TX 패킷수, 송수신 Error 발생 수 등, 각종 성능 측정을 위한 통계 자료 패킷으로 구성된다.

4. 결론

USN 기술은 사물의 정보화를 통해 신규 부가가치 창출에 기여하며 신규 수익모델의 창출이 가능하다. 이에 따른 그 응용 범위는 무한하며, 각 응용에 따른 다양한 프로토콜 연구 및 개발이 이루어 지고 있다. 전력 소비를 최소화 시키기 위해 송수신 하지 않는 경우에는 트랜시버의 전원을 꺼서 전력 소비를 최소화 한다. 이 때문에 전원의 On/Off 의 정확한 타이밍 조절을 위한 기술 개발 필요하다. 또한 저전력을 위해 짧은 통신 거리 및 단순한 모뎀 방식을 사용하며, 이러한 약점을 극복 하기 위해 여러 채널을 동시에 사용하는 MAC 연구도 활발히 이루어 지고 있다. 본 논문은 16 채널의 하드웨어와 사용자 정의에 따른 XML 을 활용하여 패킷을 분석할 수 있는 패킷 분석기, 사용자 정의에 따른 패킷 생성기, 계획된 절차에 따른 자동 검증 기능, 다양한 성능 측정 모듈, 패킷과 패킷 사이의 시간차의 분석이 가능한 기능 등의 기능을 갖는 분석기 구현에 대한 것이다.

참고문헌

[1]Wei Ye, John Heidemann, and Deborah Estrin, "Medium Access Control with Coordinated, Adaptive Sleeping for Wireless Sensor Networks," IEEE/ACM Transaction on Networking, Vol.12, NO.3, pp. 493-506 April, 2004

[2]T. Dam and K. Langendoen, "An Adaptive Energy-Efficient MAC Protocol for Wireless Sensor Networks," SENSYS, 2003

[3]K. Sohrabi, et. al., "Protocols for Self-Organization of a Wireless Sensor Network," IEEE Personal Communications, Vol.7, NO.5, pp.16-27 Oct., 2000

[4]V. Rajendran, K. Obraczka, and J. J. Garcia-Luna-Aceves, "Energy-Efficient, Collision-Free Medium Access Protocol for Wireless Sensor Networks," SENSYS, 2003

[5]Jeonhoon Mo, Wilson So and Jean Walrand, “Comparison of Multi-channel MAC Protocols,” MSWiM 05, Oct. 10-13, Montreal, Quebec, Canada.