

## 이종 센서 네트워크간 정보교환을 위한 미들웨어 구조\*

안상임<sup>o</sup> 이광용\* 정기원

송실대학교 대학원 컴퓨터학과, 한국전자통신연구원 편재형컴퓨팅미들웨어연구팀\*  
siahn69@ssu.ac.kr<sup>o</sup>, kylee@etri.re.kr\*, chong@ssu.ac.kr

### A Middleware Architecture for Information Exchange in Heterogeneous Wireless Sensor Networks

Sangim Ahn<sup>o</sup>, Kwangyong Lee\*, Kiwon Chong  
Department of Computing, Graduate School, Soongsil University  
Embedded S/W Research Division, ETRI\*

#### 요 약

디지털 홈이 구체화되면서 실내 환경조절, 방법, 가전기기 제어, 건강 모니터링 분야에서 센서 네트워크가 활용됨에 따라 이질적인 센서 네트워크간의 정보교환에 대한 요구가 증대하고 있다. 본 논문에서는 이러한 홈 환경에서 이질적인 센서 네트워크간 정보교환을 위한 메커니즘으로 홈 서버를 이용한 상호운영성 미들웨어 구조(Interoperable Middleware Architecture)를 제안한다. 이를 위하여, 홈 서버와 센서 네트워크 미들웨어 구조를 소개하고, 미들웨어가 상호운영성을 제공하기 위한 정보교환 메시지 포맷을 정의한다. 메시지 교환 양식은 XML 문서를 이용하고, 메시지 전송을 위한 프로토콜로 SOAP(Simple Object Access Protocol)을 선정한다. 본 논문의 적절성을 검증하기 위하여 홈 환경에서 이종 센서 네트워크간 정보교환 사례연구를 실시하고 이를 통해 확장성과 유연성을 보유한 정보교환 메커니즘의 효과를 확인한다.

#### 1. 서 론

최근 일상생활에 산재한 사물과 물리적 대상이 정차 정보의 대상으로 확대됨에 따라 센서 네트워크는 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 인프라로 주목을 받고 있다. 특히, 디지털 홈이 구체화되면서 실내 환경조절, 방법, 가전기기 제어, 건강 모니터링 분야에서 센서 네트워크가 활용됨에 따라 이질적인 센서 네트워크간의 정보교환에 대한 요구가 증대하고 있다.

따라서, 본 논문에서는 이러한 가정내 이질적인 센서 네트워크간 정보교환을 위한 메커니즘으로 홈 서버를 이용한 상호운영성 미들웨어 구조(Interoperable Middleware Architecture)를 제안한다. 운영체제와 어플리케이션 사이에서 개발 복잡성을 감소시키고 높은 수준의 시스템 인터페이스를 제공하는 미들웨어가 상호운영을 위한 역할을 수행하기 위하여 첫째, 미들웨어간 메시지 포맷을 정의하고 둘째, 메시지 교환은 XML 문서를 이용하며, 셋째, 메시지 전송을 위한 프로토콜로 SOAP(Simple Object Access Protocol)을 이용한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구로 센서

네트워크 미들웨어 기능과 SOAP 기술에 대해 알아보고, 3장에서는 상호운영성 미들웨어 구조에 대해 기술한다. 그리고, 4장에서는 본 논문의 적절성을 검증하기 위하여 홈 환경에서 이종 센서 네트워크간 정보교환관련 사례연구를 실시한다. 마지막으로 5장에서는 본 연구의 기대효과 및 향후 연구방향에 대하여 기술하고 결론을 맺는다.

#### 2. 관련 연구

##### 2.1 센서 네트워크 미들웨어

센서 네트워크를 위한 미들웨어는 네트워크 요소 개발, 센서 노드의 배포, 유지 및 관리, 감지기반 응용의 수행을 원활하게 하는 것을 기본으로 목적으로 한다. 이를 지원하기 위해 미들웨어는 계속해서 감지된 센서 데이터를 조합해 상위레벨에 적합한 정보를 만들기 위해 데이터를 융합 및 전달을 실시한 후, 최종적으로 사용자에게 데이터를 보고하는 기능을 제공해야 한다. 또한, 제한된 에너지의 효율적 이용, 동적환경에서의 네트워크 건설성, 네트워크 확장성 등 센서 네트워크의 요구를 만족시켜줘야 한다

\* 본 연구는 송실대학교 교내연구비 지원으로 이루어졌음

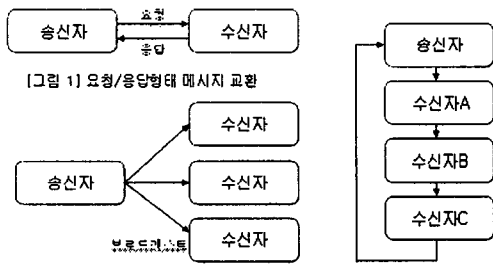
[1][2]. 주요 기능은 다음과 같다.

- 전력관리(Power management) 센서노드들은 전력이 제한적이므로 에너지를 효율적으로 소모하는 기능
- 위치인식(Localization) 메시지내의 컨텍스트 조건을 만족하는 센서 노드를 파악하기 위한 위치인식 기능
- 시간동기화(Time Synchronization) 다양한 센서노드들간의 협력작업을 위해 시간 동기화 기능
- 소프트웨어 배포 및 자동갱신(Software update) 널리 분산되어 있는 많은 센서노드들에 새로운 코드 전송 기능
- 데이터 분배 및 복제(Data placement & replication) 센싱 데이터를 최적의 위치에 저장하고, 필요 시 복사본을 접근이 용이한 곳에 저장하는 기능
- 센서노드 이질성의 일반화(Abstraction of sensor node's heterogeneity) 이질성으로 파생되는 여러 가지 제약 또는 다양한 문제 상황에 대처하는 기능

2.2 메시지 전송 프로토콜

메시지 전송 프로토콜인 SOAP(Simple Object Access Protocol)은 XML과 HTTP 통신을 기반으로 하여 네트워크 상에 존재하는 각종 컴포넌트간의 호출을 효율적으로 실현하기 위한 방법을 제시하는 규약이다. SOAP는 텍스트 기반의 프로토콜이므로 어떠한 플랫폼 의존에 영향을 받지 않는다.

플랫폼 독립성은 메시지 포맷으로 XML(eXtensible Markup Language)의 사용으로 좀더 향상된다. 기본적으로 SOAP의 메시지 교환은 XML문서를 이용하고 송신자에서 수신자로 전달된다. XML 문서를 메시지로 이용하면 쉽게 메시지를 작성할 수 있고 디버깅도 간단하며, XML 특성상 유연성과 확장성을 가질 수 있다. SOAP의 메시지 교환 방식은 다음과 같다[3].



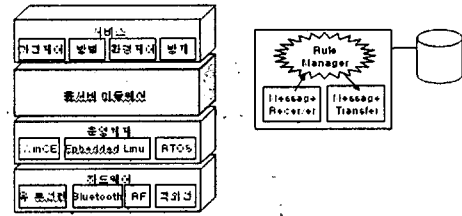
[그림 1] 요청/응답형태 메시지 교환 [그림 2] 브로드캐스트 형태의 메시지 교환 [그림 3] 유니캐스트 형태의 메시지 교환

3. 상호운영성 미들웨어 구조

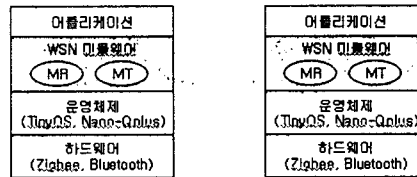
3.1 미들웨어 구조

본 논문의 목적은 조도, 온도, 습도 등 실내환경과 관련된 홈환경의 센서 네트워크에서 제품 벤더 및 센서 노드의 구성요소가 상이할 경우 발생하는 이질화 문제를 극복하는 것이다. 이를 위해 각 센서 네트워크간 정보교환을 위한 메커니즘으로 홈 서버

와 SOAP을 통해서 메시지 전송이 가능한 상호운영성 미들웨어 구조를 제안한다. 정보를 교환하기 위한 문서형식은 사용이 용이하고 유연성을 겸비된 XML 문서로 일원화하고, 프로토콜은 융통성과 확장성을 감안하여 SOAP을 채택함으로써 향후 홈 환경에서 웹 서비스를 이용한 정보교환의 근간을 마련하였다. 홈 서버는 정보교환을 위한 게이트웨이 역할뿐만아니라 각 센서 네트워크로부터 전달되는 요청과 응답에 적절히 대응할 수 있도록 규칙을 관리하기 위한 메니저 기능을 수행한다[4][5].



SOAP(Simple Object Access Protocol)



[그림 4] 상호운영성 미들웨어 구조

각 미들웨어에 존재하는 주요 기능중 MR(Message Receiver)은 송신자로부터 전송된 요청메시지를 분석하는 기능을 담당하며, MT(Message Transfer)는 응답메시지를 수신자에게 전달한다. 그리고, 홈 서버 미들웨어에만 존재하는 RM(Rule Manager)은 각 센서 네트워크의 주요 역할과 기능에 대한 정보를 보유하고 있으며, 센서 네트워크에서 전송된 정보를 분석하여 필요시 다른 센서 네트워크로 전달하는 기능을 담당한다. 또한, 필요할 경우 규칙에 의거 센서 네트워크를 제어한다.

3.2 메시지 포맷

센서 네트워크와 홈서버 미들웨어사이의 정보교환을 위한 메시지 포맷은 메시지 타입, 목적지, 소스, 일련번호, 비고로 구성된다. 비고에는 메시지 타입에 따른 응답 및 상태 정보가 수록된다. 메시지 타입은 요청메시지 처리를 위한 질의부문과 요청메시지에 대한 응답을 처리하는 통지부문으로 구분하고 메시지의 형태는 2.2에서 언급한 형태 중 일대일, 일대다(브로드캐스트) 교환 형식을 처리토록 한다[6].

[표 1] 메시지 구성요소

메시지 타입	목적지	소스	일련번호	비고
<MessageType>	<To>	<From>	<No>	<Note>

[표 2] 메시지 타입 종류

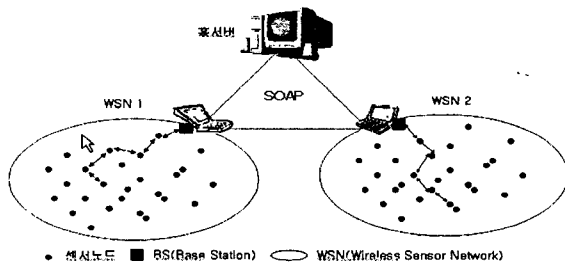
메시지 타입	메소드	설명
queryWSN	queryWSNId	WSN 위치 요청
	queryWSNState	WSN 정보 요청
notifyWSN	notifyWSNId	WSN 위치 응답
	notifyWSNStatus	WSN 정보 응답
	notifyWSNEvent	WSN 이벤트 응답

4. 사례연구: 홈 환경에서 이중 센서 네트워크간 정보교환

4.1 시나리오

집안에 위치인식을 위한 센서 네트워크(WSN1)와 온도조절을 위한 센서 네트워크(WSN2)를 구성한다. WSN1은 지그비, WSN2는 블루투스를 사용함으로써 두 센서 네트워크간 직접 통신은 불가능한 상태이다. 이때, 거실에 사람이 나타났을 경우 실내 온도가 자동 조절되도록 하는 상황에 대한 사례연구를 실시한다.

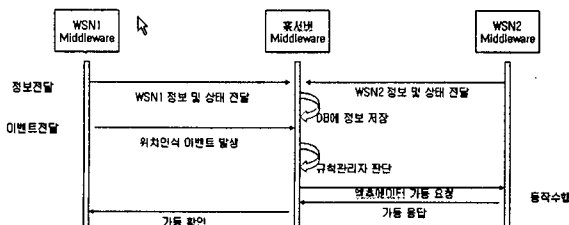
- ① 거실에 사람이 없는 경우 에어컨은 오프라인 상태이다.
- ② 거실에 사람이 인식되면 WSN1 미들웨어는 위치인식 내용을 홈 서버로 전달한다.
- ③ 홈 서버는 거실에 사람이 존재하므로 에어컨을 가동하여 실내 온도 조절이 수행되도록 WSN2로 관련 정보를 전달한다.
- ④ WSN2 미들웨어는 홈 서버에서 전달된 정보를 가지고 에어컨이 가동되도록 액추에이터를 동작시킨다. 그리고 이후 온도센서들로부터 수집된 정보로 실내 온도조절을 지속한다.



[그림 5] 이중 센서 네트워크간 정보교환 구성도

4.2 정보교환 절차

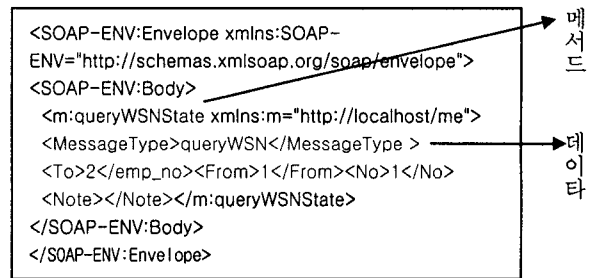
정보교환서비스는 최초 WSN1/WSN2 센서 네트워크의 미들웨어가 자신의 정보를 홈 서버로 전달하는 것으로부터 시작한다. 홈 서버는 전달된 센서 네트워크 정보를 DB에 저장하여 메시지 교환 레퍼지토리로 활용한다. 그리고, WSN1에서 위치인식 이벤트가 발생되면 홈 서버는 위치인식 이벤트 발생에 따른 규칙에 따라 관련 센서 네트워크의 액추에이터를 가동한다.



[그림 6] 정보 교환 절차

4.3 정보교환 메시지

정보교환은 3.2에서 언급된 메시지 포맷을 근거로 SOAP을 이용하여 수행한다. SOAP 요청 및 응답 메시지에는 XML 네임스페이스뿐만 아니라 메소드 이름(예:queryWSNState)과 일부 데이터(예:메시지타입,목적지,소스 등)가 포함된다.



[그림 7] WSN 정보 요청 메시지

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 홈 환경에서 이질적인 센서 네트워크간 정보교환을 위한 메커니즘으로 홈 서버를 이용한 상호운영성 미들웨어 구조(Interoperable Middleware Architecture)를 제안하였다. 본 논문의 적절성을 검증하기 위하여 네트워크 프로토콜이 상이한 상황에 대한 사례연구를 통해 확장성과 유연성을 보유한 정보교환 메커니즘의 효과를 확인할 수 있었다. 향후 연구에서는 제안된 상호운영성 미들웨어 기능 중 규칙관리자에 의한 레퍼지토리를 상세화하는 작업과 웹 서비스 개념을 확장하여 모바일 기술을 통한 미들웨어 제어와 관련된 연구가 진행될 것이다.

참고문헌

- [1] Yang Yu 외, " Issues in Designing Middleware for Wireless Sensor Networks," IEEE Network, 2004
- [2] 김영만, " 센서 네트워크 미들웨어 구조 및 연구현황," 한국정보과학회학회지, 제22권 제12호 pp.13~20, 2004
- [3] 정지훈, " 웹서비스," 한빛미디어, 2002
- [4] Flávia Coimbra Delicato 외, " A Flexible Middleware System for Wireless Sensor Networks," IFIP International Federation for Information Processing, 2003
- [5] Carlo Curino 외, " TinyLIME: Bridging Mobile and Sensor Networks through Middleware," Proceedings of the 3rd IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications, 2005
- [6] 박준희, " 정보가전기기간 상호운영성 제공 미들웨어 기술," TTA Journal, 2004