

가상 센서 장치를 이용한 센서 미들웨어 설계

박찬용*, 권오영*, 박준희**

*한국기술교육대학교 컴퓨터공학과

**한국전자통신연구원 홈네트워크그룹 디지털홈연구단

e-mail : zsani2@kut.ac.kr, oykwon@kut.ac.kr, juni@etri.re.kr

Design of Sensor Middleware using Virtual Sensor Device

Chan-Yong Park*, Oh-Young Kwon*, Jun-Hee Park**

*Dept. of Computer Engineering, Korea University of Technology and Education

**Digital Home Research Division, ETRI

요 약

최근들어 무선 홈 네트워크에 기반한 센서들에 대한 연구가 많이 이루어지고 있다. 무선 환경에서 센서 장치들은 대량의 장치들이 특정 위치가 아닌 편재된 환경에 존재하는 특징을 가진다. 이러한 센서 장치들의 정보를 제어하고 관리하기 위해서는 센서 정보를 활용하는 어플리케이션과 센서 장치 간, 정보를 중계해주고 관리해주는 미들웨어 소프트웨어가 필요하다. 본 논문에서는 어플리케이션과 센서 장치간 정보를 중계하고 관리해주는 미들웨어 소프트웨어를 설계하여 구현하였으며, 향후 다양한 센서 장치와 네트워크 프로토콜을 지원하도록 하여 홈 네트워크 서비스를 실현하는데 도움이 되고자 하였다.

1. 서론

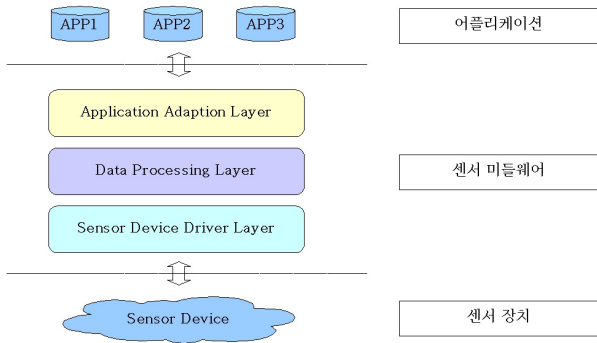
차세대 성장 동력으로 각광 받고 있는 홈 네트워크는 국내외적으로 많은 연구가 이루어지고 있다. 특히, 상황인지(context awareness) 서비스를 위한 센서 장치의 활용 방안이 크게 주목받고 있으며, 이러한 센서 장치를 활용하여 다양한 서비스가 연구되고 있다. 이러한 센서 장치를 활용하기 위해서, 어플리케이션은 각 센서 장치의 특성과 센서 장치간 통신을 위한 네트워크 환경, 프로토콜등을 모두 탑재하고 있어야 한다. 하지만 수 많은 센서 장치의 특성과 네트워크 특성을 어플리케이션이 모두 지원하는 것은 매우 비효율적이다. 이러한 단점을 극복하기 위해서는 어플리케이션과 센서 장치 간, 정보를 중계하는 미들웨어를 구성하고 미들웨어는 어플리케이션에 일관적인 인터페이스를 제공하여 센서 장치의 종류에 상관없이 원하는 정보를 제공받도록 하여야 한다. 그리고 센서 장치는 미들웨어가 관리하며 다양한 센서 장치의 지원과 네트워크 프로토콜의 지원이 가능하도록 하여야 한다. 그리고 미들웨어가 센서 장치들을 효과적으로 제어하고 관리하는 것은 매우 중요한데, 본 논문에서는

VDT 구조[1]를 확장하여, 무선 환경의 센서 장치에 적합한 가상 센서 장치를 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2 장에서는 어플리케이션과 미들웨어, 센서 장치에 대한 센서 서비스 모델을 제안하고, 본 논문에서 제시하는 가상 센서 장치와 가상 센서 장치를 표현하는 방법인 Virtual Device Template 을 설명한다. 3 장에서는 2 장에서 제안한 내용을 바탕으로 센서 미들웨어의 세부 모듈에 대한 설계와 예제를 소개하며, 4 장에서는 결론과 향후 과제에 대해 언급한다.

2. 센서 서비스 구조

센서 서비스는 상황 정보를 센싱하는 센서 장치와 센싱한 정보를 사용하는 어플리케이션, 그리고 센서 장치와 어플리케이션 간에 정보를 중계해주는 미들웨어 소프트웨어로 나눌 수 있다. 본 연구에서 제시한 센서 서비스 구조는 그림 1 과 같이 세 가지 구성요소로 나눌 수 있다.



(그림 1) 센서 서비스 구조

그림 1의 상단에 위치한 어플리케이션 모듈은 일반적으로 센서 장치로부터 센싱된 데이터를 수신하고 센서 장치를 제어하도록 명령을 내리는 역할을 담당한다. 중간에 위치한 미들웨어 모듈은 어플리케이션과 센서 장치의 중간에 위치하여 센서 장치로부터 센싱된 정보를 수집하고, 수집한 정보를 관리, 가공하여 어플리케이션에 가공된 데이터를 보내는 역할을 수행한다. 또한, 어플리케이션이 센서 장치에 명령을 내리고자 할 때, 어플리케이션의 명령을 해석하여 해당 센서 장치에 제어 요청을 하는 역할도 수행한다. 하단에 위치한 센서 장치들은 물리적인 센서 장치들을 의미하며 센싱한 데이터를 미들웨어로 전송하거나 미들웨어로부터 제어 명령을 받아들이는 역할을 수행한다. 그림 1의 센서 서비스 모델의 핵심적인 부분은 미들웨어의 존재이다. 어플리케이션과 센서 장치간 정보를 중계해주는 미들웨어는 어플리케이션과 통일된 인터페이스로 통신해야 하며, 다양한 센서 장치들을 제어할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 이러한 역할을 하는 미들웨어를 센서 미들웨어로 부르기로 한다.

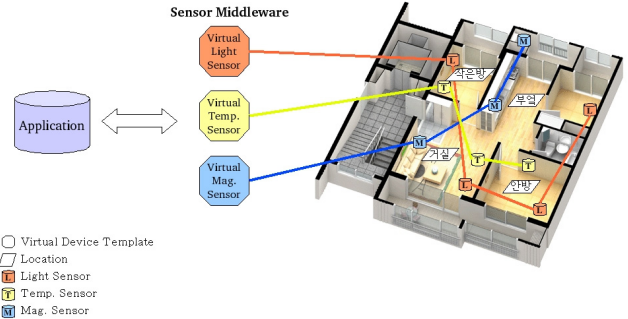
2.1 가상 센서 장치(Virtual Sensor Device)

가상 센서 장치는 어플리케이션이 센서의 정보를 사용하고자 할 때, 동일한 형태를 가진 센서 장치들을 하나로 묶어 단일 센서 군(群)으로 표현하고 이 센서 군을 하나의 가상 센서 장치로 나타내는 방법이다. 여기서 설명한 동일한 형태란, 센서의 종류에 따라 센서를 구분하는 것을 뜻한다. 예를 들면, 센서의 형태를 빛 센서, 온도 센서, 툰 센서 등으로 구분하는 것이다. 따라서, 가상 센서 장치는 동일한 센서 형태를 가진 센서를 하나의 장치로 표현할 수 있다. 센서 장치를 가상 센서 장치로 표현하는 방법의 장점은 다음과 같다.

- (1) 실제 센서 네트워크 상에 수십, 수백개의 다량의 센서 장치들이 놓여져 있을 때, 모든 센서 장치를 어플리케이션이 각각 관리하는 것은 매우 비효율적이므로 가상 센서 장치를 통해 단일화된 접근방법 제공.
- (2) 어플리케이션은 센서 장치의 하드웨어 특성이나 센서 네트워크의 형식에 구애받지 않고 센서 미들웨어가 제공하는 메시지를 통해 센서 장치 이용 가능.
- (3) 다수의 센싱 데이터를 필요로 하거나, 다수의 데이터에 특정한 처리나 가공을 필요로 할 때,

- 가상 센서 장치에서 제공하는 기능으로 사용 가능.
- (4) 새로 추가되는 센서 장치나 기능은 어플리케이션에 적용할 필요 없이 센서 미들웨어가 제공하는 가상 센서 장치에서 제공.

그림 2는, 가정 내의 동일한 형태의 센서 장치를 하나의 가상 장치로 나타내는 예제 이다.



(그림 2) 센서 장치들의 가상 센서 장치화

그림 2의 센서들은 가정 내의 안방, 거실, 작은방, 부엌등으로 구분된 지역에 놓여져 있으며, 각각의 센서는 T(온도 센서), L(빛 센서), M(자기 센서)의 형태로 이루어져 있다. 그림 2에서는 모든 지역에 놓여져 있는 빛 센서를 연결하여 Virtual Light Sensor 장치로 표현하는데, 동일한 형태를 가진 센서들을 센서 미들웨어 내에서 논리적으로 연결하여 하나의 가상 장치로서 어플리케이션으로 표현한다. 그림 2의 센서 미들웨어가 가상 센서 장치를 생성하기 위해서는, 각 센서 장치들을 어떻게 표현하고 논리적으로 어떻게 연결하는지에 대한 방법이 필요하다. 표 1은 센서 미들웨어가 센서 장치들을 표현하기 위한 세 가지 속성을 나타낸다.

<표 1> 센서 장치를 표현하는 속성

필수 속성	설명
Type	센서 장치의 형태(Light, Temp, Mag...)
Location	센서 장치의 위치(Area1, Area2, Area3...)
Node ID	센서 장치마다 할당된 ID

센서 미들웨어가 센서 장치에 접근하기 위해서는 표 1의 속성이 지정되었을 때 가능하다. 센서 네트워크 상의 센서 장치들은 표 1의 속성이 각각 할당되어 있어, 센서 미들웨어가 전송하는 메시지에 포함된 속성으로 메시지의 허용 여부를 판단하게 된다. 센서 미들웨어는 표 1의 각 속성의 할당 여부에 따라 센서에 접근하는 방식을 다음과 같이 제공한다.

- (1) Type, Location, Node ID 속성 할당 - 특정 형태를 지닌, 특정 지역에 위치한, 특정 ID를 가진 센서
- (2) Type, Location 속성 할당 - 특정 형태를 지닌, 특정 지역에 위치한 모든 센서
- (3) Type 속성 할당 - 특정 형태를 지니고, 모든 지역에 위치한 모든 센서

표 2의 세 가지 속성을 사용하여 센서 장치들을 논리적으로 연결할 수 있으며, 센서 장치를 군(群:group) 단위로 접근이 가능하다. 가상 센서 장치는 표 2의 형태, 위치, 센서 ID의 속성을 포함하고 있으며, 이 속성을 통해 센서 미들웨어에 센서 장치로 접근할 수 있도록 한다. 센서

필요한 유틸리티 및 DPL 계층과 통신

(2) Sensor Communication - 실제 센서 장치와 통신을 담당하는 모듈

어플리케이션과 센서 미들웨어가 교환하는 메시지 형식은 지정된 메시지 속성을 가진 XML 형식으로 이루어져있으며, 표 3 과 같은 메시지들을 제공한다.

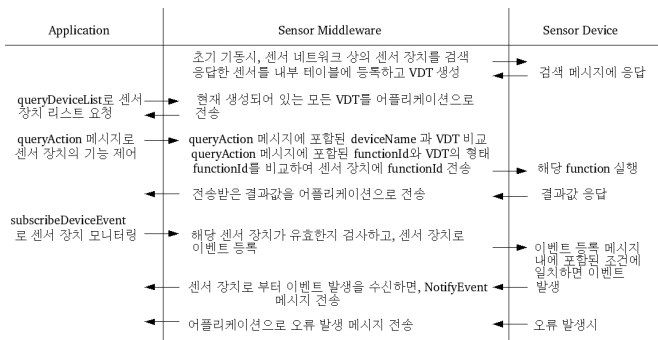
<표 3> 어플리케이션과 센서 미들웨어의 통신에 사용되는 메시지

메시지 종류	설명
queryDeviceList	센서 장치 리스트 요청
queryAction	센서 장치 제어 요청
notifyEvent	센서 장치의 이벤트 통보
subscribeDeviceEvent	센서 장치로 이벤트 등록
Fault	오류 메시지

센서 네트워크 상의 센서 장치는 센서 장치에 탑재되어 있는 Message Dispatcher 모듈이 센서 미들웨어로부터 수신한 메시지를 해석하여 해당 기능을 실행한다.

3.2 센서를 활용한 서비스 사용 예제

그림 1 의 가정내에 설치된 센서 장치를 대상으로 집안 전체의 온도를 구하는 예제를 설명한다. 본 예제에서는, 표 1 의 메시지와 표 2 의 VDT 속성을 사용하고, 그림 3 의 센서 미들웨어 모듈과 상호작용하는 과정을 설명한다. 가정내에 설치된 온도 센서 전체를 나타내기 위한 VDT 는 2 장에서 설명한 가상 온도 센서 장치의 VDT 를 참고한다. 센서 미들웨어는 어플리케이션이 온도 센서 장치를 요구하는 queryDeviceList 메시지 요청에 가상 온도 센서 장치의 VDT 로 응답한다. 집안 전체의 온도를 구하기 위해 집안 내에 설치되어 있는 모든 온도 센서의 센싱 값을 획득하여 평균을 구하는 방법을 사용하였으며, VDT 에 기술되어 있는 function 중, 온도 센서 주변의 센싱 값을 얻고 센싱 값의 평균을 구하는 GetValueAvr function 을 이용하였다.



(그림 4) 센서 미들웨어 내의 각 모듈간 데이터 흐름

위와 같이, 어플리케이션이 다수의 센서를 제어하는 서비스를 요구할 때, 가상 센서 장치를 제공하는 센서 미들웨어의 동작에 대해 설명하였다.

4. 결론 및 향후 연구 계획

본 논문에서는 무선 홈 네트워크 환경에서 센서를

이용한 서비스 모델을 제안하고, 센서 서비스를 효율적으로 지원하도록 센서 미들웨어를 설계하였다. 센서 서비스를 보다 효율적이고 쉽게 제공하려면, 어플리케이션과 센서 장치 사이에 미들웨어를 구성하여 센서 장치를 가상화 시키고, 가상화된 센서 장치를 사용하여 통일된 인터페이스, 군(群) 단위 센서 접근을 지원할 수 있도록 하였다. 향후 연구는 본 논문에서 제안한 센서 모델을 바탕으로 센서 미들웨어를 구현하고 실제 환경에서 사용가능하도록 하는 것이다.

참고문헌

[1] K.D. Moon, Younghee Lee, and Chang-Eun Lee, "Design of a for Device Interoperability in Heterogeneous Home Network Middleware," IEEE Transaction on Consumer Electronics, Vol. 51, No. 1, pp 314-318, Feb. 2005.

[2] 손영성의 5 인, "디지털 홈 서비스를 위한 홈 네트워크 미들웨어 기반 서비스 프레임워크", Telecommunication Review, 2004. 4

[3] W. Heinzelman, A. Murphy, H. Carvalho and M. Perillo, "Middleware to Support Sensor Network Applications", IEEE Network Magazine Special Issue, pp. 6--14, January 2004.

[4] P. Schramm, E. Naroska, P. Resch, J. Platte, H. Linde, G. Stromberg, T. Sturm, "A Service Gateway for Networked Sensor Systems", IEEE Pervasive Computing, Volume 3, Number 1, pp. 66-74, 2004

[5] A. Boulis, C. C. Han, and M. B. Srivastava, "Design and implementation of a framework for programmable and efficient sensor networks," in The First International Conference on Mobile Systems, Applications, and Services(MobiSys), San Francisco,CA, 2003.

[5] [Shuoqi Li](#), [Ying Lin](#), Sang Hyuk Son, [John A. Stankovic](#), [Yuan Wei](#), "Event Detection Services Using Data Service Middleware in Distributed Sensor Networks,". [Telecommunication Systems 26\(2-4\)](#): 351-368 (2004)

[6] T. Liu and M. Martonosi, "Impala: A Middleware System for Managing Autonomic, Parallel Sensor Systems," ACM SIGPLAN Symp. Principles and Practice of Parallel Programming, June 2003

[7] Anand Ranganathan, [Roy H. Campbell](#), "A Middleware for Context-Aware Agents in Ubiquitous Computing Environments," [Middleware 2003](#): 143-161