

센서 네트워크에서 컨텍스트 인지 서비스 개발을 위한

미들웨어

김정현, 김대영, 성종우, 송형주, 김수현
{dowagic^o, kimd, jwsung, iamhjoo, lure1214 @ icu.ac.kr}

A Middleware for Building Context Aware Service in Sensor Network

Junghyun Kim^o, Daeyoung Kim, Jongwoo Sung, Hyungjoo Song, Suhyun Kim
Daejeon, Information and Communications University

요 약

본 논문에서는 스마트 센서 네트워크에서 컨텍스트 인지 서비스를 제공하는 미들웨어를 제안한다. 미들웨어는 UPnP를 이용하여 어플리케이션과 스마트 센서 네트워크가 플러그 앤 플레이로 서비스의 상호운용을 제공하며, 컨텍스트 인지 서비스 에이전트를 통해 XML 기반의 서비스 명세가 개별 센서 네트워크에서 자동으로 실행 될 수 있는 코드를 생성한다. 이상의 미들웨어를 이용하여 개발자는 UPnP나 스마트 센서 네트워크에 대한 고려 없이 XML을 이용한 간단한 서비스 명세만으로 손쉽게 컨텍스트 인지 서비스를 지원하는 어플리케이션을 개발 할 수 있다.

1. 서 론

사용자는 디바이스, 어플리케이션 및 시스템에게 보다 좋은 성능과 높은 수준의 기능들을 요구하기 시작하였다. 센서는 이들 디바이스 및 시스템들에게 측정 파라메타에 대한 정보를 제공하거나, 제어상태 인식을 위해 사용되기 시작하면서 지식 기반 시스템을 위한 기반 디바이스로 사용되기 시작하였다. 아울러 마이크로 프로세서 및 무선 통신 기술의 발달은 스마트 센서 네트워크를 가능하게 하였다. 스마트 센서 네트워크는 네트워크로 연결된 센서나 액추에이터를 통해 컨텍스트 인지, 즉 실 세계 상태에 대한 측정, 에 따라 적절한 제어 서비스를 제공하는 분산 시스템이다.

이러한 스마트 센서 네트워크의 출현에도 불구하고 현재 많은 연구들은 센서 네트워크를 상위 시스템에게 상태 정보의 수집만을 제공하는 데이터베이스로 인식하고 있다. 그리하여 효율적인 데이터 전달을 위한 연구들이 진행 중이며 다음의, 노드 레벨에서 데이터의 선 처리를 통해 사용자의 sql-like 질의 요청을 수행하는 TinyDB[1]가 대표적이다.

또한 widget, interpreter, aggregator, service, discovery의 요소들로 빠른 컨텍스트 인지 어플리케이션 개발을 지원하는 Anind K.Dey의 context-toolkit[2]과 센싱 데이터의 선-처리를 바탕으로 컨텍스트의 유도를 지원하는 Schmidt의 cue[3]의 대표적인 컨텍스트 인지 시스템들은 스마트 센서 네트워크에 바로 적용 할 수 없다. 이는 스마트 센서 네트워크 시스템은 다음의 새로운 요구조건들, 1> 컴퓨팅 파워, 통신 대역폭등의 자원 한정적인 노드에서의 컨텍스트의 처리지원, 2> 노드들의 ad

hoc 네트워킹 및 노드 이동성에 의한 높은 동적인 네트워크에서의 컨텍스트 인지 서비스를 위한 통신 지원, 3> 사용자 어플리케이션이나 외부 기반 시스템과의 통합지원, 에 대한 고려가 필요하기 때문이다.

이에, 본 논문에서는 스마트 센서 네트워크에서 컨텍스트 인지 서비스를 제공하는 미들웨어를 제안한다. 미들웨어는 어플리케이션과 스마트 센서 네트워크의 서비스 상호운용, XML 기반 컨텍스트 명세의 센서 네트워크에서의 자동 실행을 제공하여, 컨텍스트 인지 서비스를 지원하는 어플리케이션 개발의 편리한 환경을 제공한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 스마트 센서 네트워크에서 컨텍스트 인지 서비스 개발을 위한 UPnP 기반 미들웨어 구조를, 3장에서는 본 논문의 요약 및 향후 연구 과제를 제시하며 논문을 마무리한다.

2. 센서 네트워크에서의 컨텍스트 인지 서비스를 위한 UPnP 기반 미들웨어 구조

UPnP(Universal Plug and Play)는 자동적인 서비스 디스커버링을 제공하는 표준 기술로 TCP/IP 및 Web을 통해 연결된 디바이스들 사이의 서비스 상호운용을 지원한다. UPnP는 디바이스 정보 및 서비스를 요청하는 클라이언트 측의 컨트롤포인트와 디바이스 정보 및 서비스를 제공하는 디바이스로 구성된다.[4] UPnP기반 미들웨어는 컨텍스트 인지 서비스를 요청하는 어플리케이션 측의 컨트롤 포인트와 컨텍스트 인지 서비스를 제공하는 스마트 센서 네트워크 디바이스로 구성된다.

스마트 센서 네트워크 디바이스는 네트워크 노드들로 구성되어 센서 나 제어 네트워크를 구성한다. 네트워크

노드는 마이크로 프로세서, 다수의 센서 나 액추에이터, 통신을 위한 송신기 및 안테나로 구성되어 있다. 노드는 배터리를 이용하여 동작하고 TCP/IP같은 글로벌 어드레싱을 사용하지 않고 자체적인 스마트 센서 네트워크 스킴을 이용하여 통신한다. 컨텍스트 인지 서비스 에이전트는 노드와 TCP/IP 스택 위에서 동작하는 UPnP를 베이스 스테이션에서 연결하여, 컨트롤 포인트에서 요청한 컨텍스트 인지서비스를 스마트 센서 네트워크 디바이스에서 제공한다. 그림 1은 컨텍스트 인지 서비스 기술자, 스마트 센서 네트워크 프로파일, 센서 네트워크 컨텍스트 인지 컴파일러 및 센서 네트워크 컨텍스트 로더로 구성된 UPnP기반의 미들웨어 구조를 나타낸다.

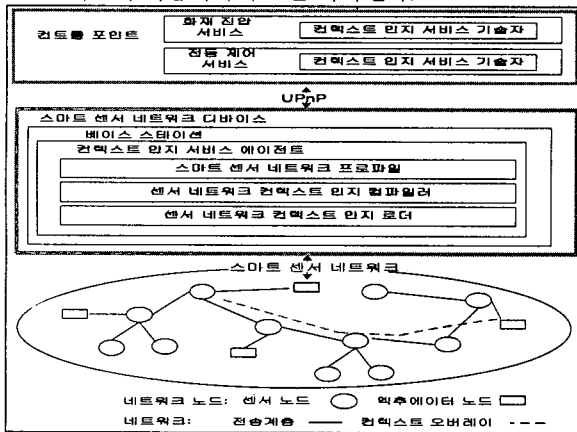


그림 1 컨텍스트 인지 서비스 미들웨어 구조

본 논문에서 제안하는 UPnP기반 미들웨어의 전반적인 동작은 다음과 같다. 먼저, 컨트롤 포인트의 사용자 어플리케이션은 UPnP를 통해 스마트 센서 네트워크에서 제공하는 컨텍스트 인지 서비스 목록을 플러그 앤 플레이를 통해 자동으로 디스커버링한다. 이후 사용자는 스마트 센서 네트워크에서 실행되기 원하는 컨텍스트 인지 서비스의 명세를 XML기반의 기술자를 통해서 명세한 후, UPnP를 이용하여 스마트 센서 네트워크 디바이스에 요청한다.

컨텍스트 인지 서비스 에이전트는 베이스 스테이션에서 사용자가 요청한 XML기반의 서비스 기술에 따라 센서 네트워크에서 컨텍스트를 인지하여 이에 적절한 제어 서비스를 제공하기 위한 코드를 생성 하고 이를 노드에 다운로드 하여 스마트 센서 네트워크 디바이스에서 컨텍스트 인지 서비스 실행을 위한 코드를 생성한다. 이를 위해 스마트 센서 네트워크 프로파일은 코드 생성에 필요한 디바이스 및 네트워크 정보를 추출하여 컨텍스트 인지 컴파일러에게 제공한다. 컴파일러는 프로파일에서 제공하는 정보를 이용하여 컨텍스트 인지 서비스를 제공할 적절한 센서 노드들을 선택하고, 선택한 노드에서 컨텍스트 인지를 위한 데이터 처리, 노드 사이의 데이터 교환, 제어 서비스를 지원하는 코드를 생성한다. 컨텍스트 로더는 생성된 코드를 해당 노드들에게 다운로드 한다. 이후 코드를 다운받은 노드들은 코드를 실행하여 사용자가 원하는 컨텍스트 인지 서비스를 최종적으로 제공한다.

2.1 XML 기반 컨텍스트 인지 서비스 기술자

XML(Extensible Markup Language)은 W3C에서 제안한 컴퓨터 시스템이 쉽게 처리 할 수 있고, 대부분의 사람이 이해 할 수 있는 구조화된 문서를 지원하는 언어이다. 컨텍스트 인지 서비스 기술자는 이러한 XML을 사용함으로써 사용자에게 손쉽게 스마트 센서 네트워크 디바이스에게 원하는 서비스를 요청 할 수 있도록 한다.

다음의 스마트 홈 예제 시나리오를 통해 컨텍스트 인지 서비스 기술자를 설명한다.

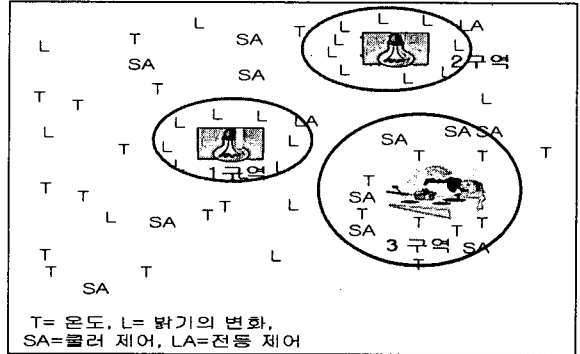


그림 2 예제 시나리오

그림2의 1과 2구역은 실내 빛 밝기의 변화 감지 센서들과 진동 제어 액추에이터가, 3구역은 온도 센서들과 쿨러 제어 액추에이터가 배치되어 있는 상황을 보여준다. 이러한 스마트 홈 환경에서 사용자가 원하는 화재 진압 서비스 시나리오는 다음과 같다. “3구역에서 화재가 발생하였을 시, 3구역의 쿨러들을 작동시키고 또한 1이나 2 구역의 전등이 켜져 있다면 이 구역들의 전등을 꺼라”이다. 이러한 서비스를 기술하기 위해 사용자는 인지되기 원하는 컨텍스트와 컨텍스트의 발생에 따라 적절한 제어를 실행할 컨트롤로 구성되어 있고, 이들은 각각 식별자, 속성 타입-값, 다른 컨텍스트와의 관계, 시간, 장소를 명시하는 컨텍스트 인지 서비스 기술자를 통해 다음과 같은 xml 코드를 생성한다.

```

<context aware service description>
<context id = c1, type=temperature, value = over 300, relationship = initial >
<timeduration> 365 days </timeduration>
<area>3</area>
</context>
<context id = c2, type=light, value = bright, relationship = immediately c1 occur>
<timeduration> 5minutes </timeduration>
<area> 2 && 1 </area>
</context>
<control id = a1, type= cooler, value = on, relationship = immediately c1 occur>
<timeduration> 20minutes </timeduration>
<area> 3 </area>
</control>
<control id = a2, type= light controller, value = off, relationship = immediately c1&& c2 occur>
<timeduration> 5minutes </timeduration>
<area> 2 && 1 </area>
</control>
</context aware service description>
    
```

그림 3 xml 코드

2.2 컨텍스트 인지 서비스 에이전트

2.2.1 스마트 센서 네트워크 프로파일

그림 4는 통신 프로토콜, 플랫폼 및 보안 속성 클래스와 각기 속성 클래스 조작을 위한 연산자로 구성된 센서네트워크 프로파일 구조를 보여준다. 통신 프로토콜 속성 클래스는 센서 네트워크 내에서의 데이터 교환을 위한 프로토콜을, 플랫폼 속성 클래스는 특정 센서 네트워크를 구성하는 센서 노드들에 대한 식별자, 디바이스, OS 및 위치정보에 대한 속성을 나타낸다. 또한 보안 핸들러 속성 클래스는 각각의 속성 클래스에 대한 접근 권한을 나타낸다. 속성 클래스 조작을 위한 연산자에는 센서네트워크에서 클래스 정렬 추출하는 setprotocolinfo, setplatforminfo, 및 setsecurityinfo 연산자 및 추출된 정보를 요청자에게 제공해주는 getprotocolinfo, getplatforminfo 및 프로파일 클래스 생성 및 삭제에 위한 createInstance 및 deleteInstance 연산자로 구성되어 있다.

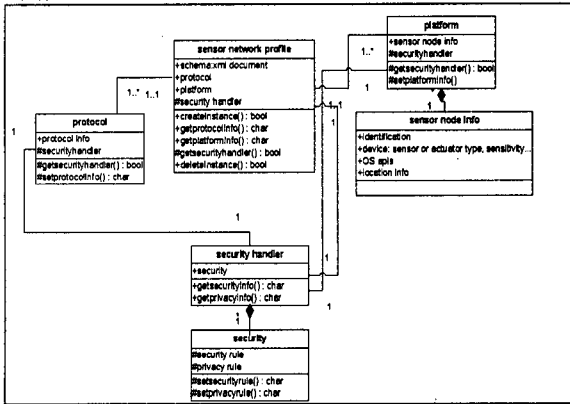


그림 4 스마트 센서 네트워크 프로파일

2.2.2 센서 네트워크 컨텍스트 인지 컴파일러

그림 5는 센서 네트워크 컨텍스트 인지 컴파일러가 프로파일과의 상호 작용을 통해 코드를 생성하는 단계를 보여준다.

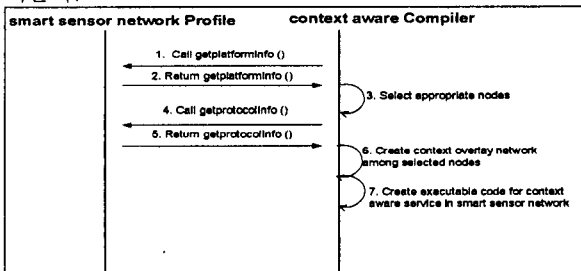


그림 5 센서 네트워크 컨텍스트 인지 컴파일러

1, 2 단계: 컴파일러는 구역내 배치된 노드들의 식별자, 센서나 액추에이터 종류와 같은 디바이스 정보를 얻는다. 스마트 홈 예제 시나리오에서 컴파일러는 1,2,3구역에 대한 노드들의 정보를 얻는다.
3 단계: 노드 정보를 바탕으로 컴파일러는 서비스를 실행할 노드들을 선택한다. 예제 시나리오에서 컨텍스트 c1

을 위해서 3구역내의 온도 측정센서가 내장된 노드들을, c2을 위해서 구역 1과 2에서 밝기 측정센서가 내장된 노드를 추출한다. 아울러 a1, a2의 쿨러 제어, 전등 제어 액추에이터를 내장한 노드들을 추출한다.

4, 5단계: 전송계층 네트워크 정보를 얻는다.
6 단계: 컴파일러는 선택한 노드들간의 통신을 위한 컨텍스트 오버레이 네트워크를 생성한다. 예제 시나리오에서 전체 센서 네트워크의 데이터 통신을 지원하는 전송 계층 상위에서 구역 1,2,3내의 온도, 밝기 측정 및, 쿨러, 전등제어를 위한 노드들간의 네트워크를 생성한다.
7 단계: 컴파일러는 1,2 단계에서 얻은 노드 플랫폼 정보 중에서 3단계에서 선택한 노드에 대한 OS api 함수 정렬 추출하고, 이들 api함수를 이용하여 노드에서 컨텍스트 인지 서비스 실행을 위한 데이터 처리, 노드 사이의 데이터 교환을 위한 코드를 생성한다. 예제 시나리오에서 구역 3내의 온도측정 노드들이 센싱한 온도 값이 300이상이면, 자신의 구역내의 쿨러 제어 액추에이터 노드들에게 쿨러 작동 메시지를 보내고, 구역 1와 2의 밝기 측정 센서 노드들에게 밝기 측정을 지시하는 메시지를 전달한다. 이후 구역 2의 밝기 측정 센서들이 전등 점화 여부를 측정하여 자신의 구역의 전등 제어 액추에이터에게 적절한 메시지를 전달한다.

2.2.3 센서 네트워크 컨텍스트 인지 로더

컨텍스트 로더는 컴파일러에 의해 생성된 코드를 구역의 노드들에게 다운로드 한다. 이후 노드들은 자신에게 해당하는 코드를 실행시킴으로, 사용자가 원하는 컨텍스트 인지 서비스를 제공한다.

3. 결론

본 논문에서는 스마트 센서 네트워크에서 컨텍스트 인지 서비스를 제공하는 미들웨어를 제안하였다. 미들웨어는 어플리케이션과 스마트 센서 네트워크의 서비스 상호 운용, XML 기반 컨텍스트 명세의 스마트 센서 네트워크에서의 자동 실행을 제공하여, 컨텍스트 인지 서비스를 지원하는 어플리케이션 개발을 위한 편리한 환경을 제공한다. 향후 연구에서는 본 논문에서 제시한 미들웨어의 구현을 통한 성능 분석이 필요하며, 또한 다수의 노드 정보의 효율적 분석 처리를 위한 알고리즘의 개발과 복잡한 컨텍스트 인지 서비스 제공을 위한 노드 레벨에서의 컨텍스트 추론의 지원 또한 필요하다

4. 참고문헌

[1] S. R. Madden, M. J. Franklin, J. M. Hellerstein, and W. Hong. TAG: a Tiny Aggregation Service for Ad-Hoc Sensor Networks. In *OSDI 2002*, Boston, USA, December 2002
[2] Anind K. Dey, Daniel Saiber and Gregory D. Abowd A Conceptual Framework and a Toolkit for Supporting the Rapid Prototyping of 컨텍스트-인지 Applications: In *HCI journal*, 2001
[3] H.W. Gellersen, A. Schmidt, M. Beigl, "Multi-Sensor context-awareness in Mobile Devices and Smart Artefacts", *Mobile Networks and Applications*, 7(5): 341-351, Oct. 2002
[4] <http://upnp.org/>