

# 사물 인터넷 디바이스 모니터링 및 제어 프레임워크

김대영, 김수동  
 송실대학교 컴퓨터학과  
 e-mail : {daeyoungkim000, sdkim777}@gmail.com

## A Framework for Monitoring and controlling in the Internet of Things devices

Dae Young Kim and Soo Dong Kim  
 Dept. of Computer Science, Soongsil University

### 요 약

사물인터넷은 환경을 구성하고 있는 사물이나 사람들이 모두 인터넷으로 연결되어 언제, 어디서든 커뮤니케이션이 가능한 것을 의미한다. 이런 사물 인터넷의 특징으로 인하여, 사물 인터넷 환경은 기기종 디바이스들 간의 커뮤니케이션을 통해서 모니터링 및 제어가 이루어지게 된다. 그러나 각 디바이스에서 다른 통신 프로토콜과 인터페이스를 활용하고 있기 때문에 사물 인터넷 디바이스의 모니터링 및 제어가 비효율적으로 이루어진다. 따라서 본 논문에서는 사물 인터넷 디바이스의 효과적인 모니터링 및 제어를 위한 기법을 제안한다.

### 1. 서론

사물 인터넷(Internet of Things, IoT)이란, 어떠한 사물이나 누구라도, 공간과 시간의 제약 없이 인터넷을 통해 디바이스간의 커뮤니케이션을 가능하게 하는 기술을 의미한다[1][2]. IoT 디바이스를 이용하면 원격으로 디바이스를 제어하고, 주변 상황에 대한 정보를 모니터링 하여 사용자에게 유용한 정보를 자율적으로 알려주게 된다. 이러한 IoT 디바이스를 활용하려면 디바이스와 디바이스, 디바이스와 사람간에 커뮤니케이션이나 연결이 원활하게 이루어져야 하고, 정확하고 일관성 있는 제어가 필요하다. 하지만, 서로 다른 인터페이스를 가진 디바이스간 연결이 필요한 IoT 특성상 디바이스 모니터링과 제어가 쉽지 않다. 따라서 본 논문에서는 효과적으로 IoT 디바이스 모니터링 및 제어를 위한 기법을 제안한다.

2장에서는 IoT 디바이스를 모니터링과 제어에 대한 관련 연구를 정리하고, 3장에서는 IoT 디바이스 메타 모델에 대해 정의하고, 4장에서는 IoT 디바이스 모니터링과 액추에이션을 위한 프레임워크 프로토타입에 대해서 정의하고, 5장과 6장에서 IoT 디바이스 모니터링과 액추에이션 기법에 대해서 제안한다. 마지막으로 7장에서 본 논문에서 제안된 IoT 디바이스의 모니터링 관련 기법의 적용가능성을 확인한다.

### 2. 관련 연구

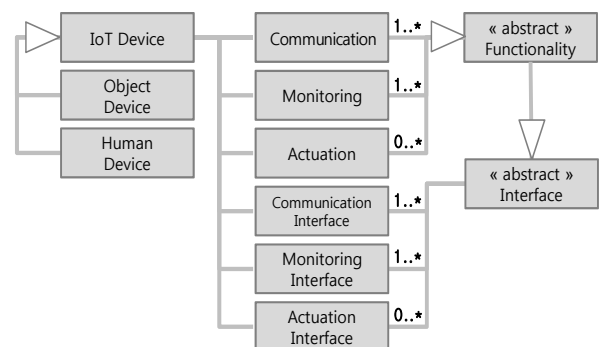
Ding의 논문에서는 대량의 IoT 센서 데이터를 어떻게 처리해야 하는지에 초점을 맞추어 방대한 이질적 데이터들의 관리를 위한 플랫폼에 대해 소개하고 있다[3]. 그리고 센서 데이터를 샘플링 하여 선택적으

로 센싱 하는 방법에 대해 소개하고 있다. 하지만 제시하고 있는 센서의 종류가 제한적이라는 한계를 보인다.

이 밖의 많은 연구에서는, IoT 디바이스 자체보다 센서 계층, 네트워크 계층 또는 하드웨어 계층처럼 범위를 크게 설정한 연구가 활발히 진행되고 있다 [4][5][6]. 하지만 실제 IoT에서의 도전적인 부분은 기본 단위인 IoT 디바이스를 어떻게 모니터링하고 제어하는가에 대한 방법에서 발생한다. 따라서 본 연구에서는 IoT 디바이스를 효과적으로 모니터링하고 제어하기 위한 기법을 제시한다.

### 3. IoT 디바이스의 메타모델

본 절에서는 IoT 디바이스의 메타 모델에 대해서 정의하고, 모니터링과 액추에이션 기법에 대해 간략히 제안한다.



(그림 1) 디바이스의 메타 모델

IoT 디바이스는 (그림 1)의 메타 모델을 바탕으로 정의 한다. IoT 디바이스는 크게 3 가지의 주요 기능을 수행 하는데, 다른 디바이스나 사람과의 커뮤니케이션과 IoT 디바이스를 식별하거나 주변 상황의 정보를 수집하는 센싱, IoT 디바이스를 동작하게 하는 액추에이션이 가능하다. 스마트폰도 하나의 IoT 디바이스로서, 내장 되어 있는 센서를 통해서 커뮤니케이션 및 센싱이 가능하고 때에 따라서 각종 정보를 화면에 보여주는 액추에이션도 가능하다. RFID 나 NFC 도 마찬가지로 IoT 디바이스의 한 종류다. 위 기기들도 각종 정보를 인터넷을 이용해 주고 받을 수 있고 센싱 및 액추에이션을 위한 인터페이스가 제공된다.

IoT 디바이스의 제어를 위해서는 IoT 디바이스 센싱을 통한 식별과 컨텍스트 수집이 필요하고, 액추에이션 활동이 정의 되어야 한다. 이는 (그림 1)에서 정의된 것처럼 IoT 는 기본 기능으로 커뮤니케이션과 센싱 및 액추에이션을 가지고 있다.

IoT 디바이스는 서로 연결 될 때, 센싱을 통해서 IoT 디바이스가 식별 된다. 즉, 센싱을 통해 디바이스의 정보를 수집하고 해당 디바이스의 사용 목적을 판단 한다. 식별 결과에 의해 IoT 디바이스가 사람이나 사물에 적용되는지를 식별하고 식별 된 유형에 따라서 액추에이션을 결정한다. 이 때, 액추에이션은 스케줄과 실시간으로 다시 분류한다. 스케줄 액추에이션은 사전에 설정되어 있는 시간에 액추에이션을 발생시키게 된다. 이러한 종류의 액추에이션을 가지고 있는 IoT 디바이스는 필요한 시점에만 연결이 유지되고 있으면 되기 때문에 항상 연결되어 있을 필요가 없게 된다. 반면, 액추에이션이 실시간으로 발생하는 디바이스의 경우에는 디바이스간 연결을 유지시켜줄 필요성이 있다.

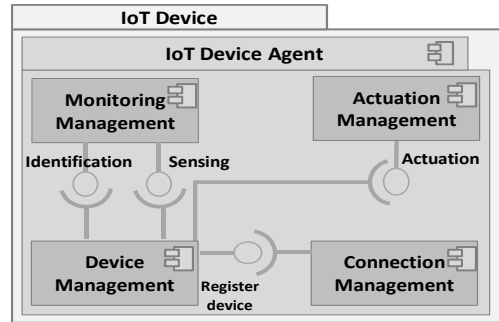
IoT 디바이스의 식별 외에도 컨텍스트를 수집하기 위해서 센싱이 필요하다. 센싱 활동은 IoT 에 내장되어 있는 센서를 통해서 주변 컨텍스트 정보를 모니터링 하는 활동을 말한다. 이 모니터링 된 컨텍스트는 다른 디바이스나 사용자에게 전송되어 새롭게 가공된다. 상황 인식 기반 시스템에서는 이렇게 모니터링 된 컨텍스트 정보들을 기반으로 상황을 추론하고 적절한 액추에이션을 제공 하게 된다.

액추에이션 활동은 각종 디바이스에 내장되어 있는 동력 기관에 일정 움직임을 명령하거나 화면에 특정 정보를 출력하게 하는 활동을 의미한다. 예를 들어, IoT 기능이 내장된 냉 난방기의 경우에 스마트폰 어플리케이션을 통해서 켜고 끄는 행위가 액추에이션 활동의 한 종류이다.

**4. 프레임워크 프로토타입 설계**

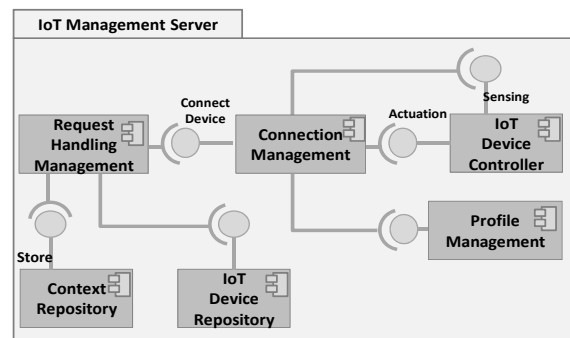
본 장에서는 본 논문에서 제안할 기법을 지원하기 위한 프로토타입을 설계하고, 각 컴포넌트간 관계를 보여준다.

(그림 2)의 IoT 디바이스는 내부에 디바이스 에이전트를 포함하여 디바이스 관리, 연결 및 제어를 할 수 있다.



(그림 2) IoT 디바이스 컴포넌트

먼저 커넥션 매니지먼트에 의해서 현재 디바이스의 유형을 판단 할 수 있도록 하고, 모니터링 매니지먼트를 통해서 컨텍스트를 센싱 하고 식별하고, 액추에이션 매니지먼트를 통해서 디바이스의 움직임을 컨트롤 한다. 센싱의 경우에 IoT 디바이스의 모니터링 매니지먼트에 의해서 컨텍스트의 유형이 파악되고 지속적, 분리적 또는 반고정 형태인지에 따라서 센싱 주기를 결정하여 IoT 매니지먼트 서버로 전송한다. 액추에이션의 경우 IoT 매니지먼트 서버로부터 액추에이션 신호를 전달 받아 동작 하는 경우와 스케줄 되어 있는 정보에 의해서 동작하는 경우로 분류한다.

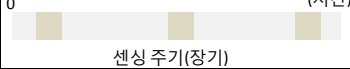
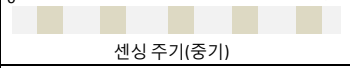
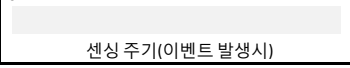


(그림 3) IoT 디바이스 관리 서버 컴포넌트

IoT 디바이스가 (그림 3)의 IoT 매니지먼트 서버에 최초 연결이 될 때, 리퀘스트 핸들링 매니지먼트에 의해서 연결 신호가 최초 등록이 필요한 디바이스인지 컨텍스트 전송에 대한 신호인지를 판별하고 관리하게 된다. 최초 등록이 필요한 디바이스라면 식별 매니지먼트에 의해서 디바이스가 사람과 사물 중 어디에 연관되어 있는지 판단하게 되고, 그에 대한 정보는 프로파일로 저장되게 된다. 디바이스가 연결이 될 때, IoT 디바이스의 센서 및 액추에이션 정보, 디바이스 식별 ID 등의 등록 정보를 IoT 매니지먼트 서버는 IoT 디바이스 저장소에 저장한다. 이미 저장되어 있는 정보를 바탕으로 식별 기법 적용이 가능하다. 컨텍스트 저장소에는 IoT 디바이스로부터 전송 받은 컨텍스트들이 저장된다. 마지막으로 커넥션 매니지먼트가 IoT 디바이스의 연결에 대한 관리를 한다.

**5. IoT 컨텍스트 모니터링 기법**

본 장에서는 IoT 디바이스에서 컨텍스트의 센싱에서 고려 되어야 하는 분류 기준과 그에 따른 IoT 디바이스 제어 기법에 대해서 설명한다.

컨텍스트 특성	컨텍스트 변경빈도	분류 적용 결과
패턴	지속적	0 (시간)  센싱 주기(장기)
패턴	분리적	0 (시간)  센싱 주기(중기)
패턴	반고정	0 (시간)  센싱 주기(이벤트 발생시)

(그림 4) 컨텍스트 특성과 빈도에 따른 분류

(그림 4)는 IoT 디바이스로부터 센싱 되는 컨텍스트가 패턴을 이룰 경우에 컨텍스트가 변경되는 빈도가 지속적, 분리적 또는 반 고정 형태인지에 따라서 센싱의 주기와 빈도수를 결정 한 그림이다.

컨텍스트가 일정한 패턴을 띄고서 지속적으로 변경되는 데이터라고 하면, 센싱 시간을 고정하고 주기를 장기로 설정하여 모니터링을 한다. 모니터링 되는 데이터가 패턴을 이루고 연속적이기 때문에 중간에 일정 데이터가 모니터링 되지 않더라도 컨텍스트의 이해가 가능하다. 따라서 적은 횟수의 센싱으로 자원 효율을 증가 시킬 수 있다. 예를 들어, GPS의 경우 사용자의 현재 위치 데이터가 수시로 변하지만, 물리적으로 GPS가 내장된 디바이스가 일정 범위 이상을 한번에 이동 할 수 없기 때문에 센싱 도중에 연속적으로 컨텍스트를 센싱하지 않더라도 충분히 판단 가능하다. 컨텍스트가 패턴 형태이지만 컨텍스트 변경 빈도가 분리적이라면 지속적인 경우보다 상대적으로 길게 센싱 주기를 정한다. 예를 들어 온도 센서가 내장된 실내 온도 조절기의 경우에 미세한 온도차이를 센싱 할 필요가 없다. 0.5℃에서 1℃ 정도의 컨텍스트만 센싱 하더라도 컨텍스트 분별이 된다. 실내 온도는 급격한 변화를 보이지 않기 때문에 센싱 주기를 중기로 설정한다. 마지막으로 패턴을 이루고 반고정 형태의 경우, 해당 IoT 디바이스에서 이벤트가 발생했을 때만 센싱이 일어난다.

### 6. IoT 디바이스 제어 기법

본 절에서는 IoT 디바이스가 사용되는 유형에 따라 다른 액추에이션을 보일 수 있음을 설명하고, 각 유형에 따른 제어 기법을 제안한다.

먼저, IoT 디바이스의 액추에이션 실행 시간이 스케줄 되어 있는 경우에는 스케줄 되어 있는 시간에 맞추어서 연결을 한다. IoT 디바이스에 내장되어 있는 에이전트에 스케줄 데이터가 입력될 수 있지만 최대한 디바이스를 저렴하고 가볍게 유지하기 위해서는 에이전트에 저장 공간을 두지 않는 것이 유리하다. 따라서, 스케줄 된 액추에이션을 실행 시킬 경우 서버에서 스케줄 액추에이션 신호를 해당 IoT 디바이스로 전송해 준다.

실시간으로 액추에이션이 필요한 IoT 디바이스의 경우에는 항상 연결되도록 유지한다. 실시간의 경우는 짧은 시간에 액추에이션 명령이 전송되어야 하는데 연결이 끊어졌다가 다시 연결되면 액추에이션이 딜레이 되는 현상을 보이게 된다. 따라서, 실시간 디바이

스 액추에이션인 경우에는 IoT 디바이스 저장소에 해당 디바이스의 연결 정보를 저장할 때 연결 우선순위를 최우선으로 설정하고, 동시에 여러 IoT 디바이스의 연결 요청이 들어오더라도 연결 우선 순위에 따라서 실시간 디바이스를 먼저 연결한다.

```

// 연결
...
// 액추에이션 프로파일 검색
IF (저장소에 해당 액추에이션 프로파일 존재 유무) THEN
// 연결 우선 순위 확인
...
IF (액추에이션 스케줄 정보 존재 유무) THEN
EXECUTE 액추에이션
// 연결 종료
...
ELSE
// 액추에이션 스케줄 정보 없음
// 실시간으로 액추에이션 신호 수신됨
CALL LISTENING_ACTUATION
ENDIF
ELSE
// 해당 IoT 디바이스의 정보 저장
ENDIF
    
```

(수도코드 1) 액추에이션 유형에 따른 연결 과정

```

// 액추에이션 신호 수신 대기에 대한 프로세스
FUNCTION LISTENING_ACTUATION
IF (연결 상태 == FALSE) THEN
디바이스 연결 시도
...
ENDIF
WHILE (연결 유지 확인)
액추에이션 신호 수신 시까지 대기
디바이스 액추에이션 실행
ENDWHILE
ENDFUNCTION
    
```

(수도코드 2) 액추에이션 신호 수신 함수

(수도코드 1)에서 IoT 디바이스가 연결될 때 해당 디바이스에 관련된 프로파일이 저장소에 있는지 확인 후, 액추에이션의 유형이 스케줄 또는 실시간인지에 따라서 액추에이션을 실행하거나 (수도코드 2)의 LISTENING\_ACTUATION을 호출하게 된다. 이 함수는 IoT 디바이스의 연결을 지속적으로 확인하고 액추에이션 신호를 실시간으로 수신하여 실행한다.

추가적으로 디바이스 유형이 사람이 대상일 경우, 액추에이션은 화면에 각종 정보를 출력하는 액추에이션을 실행한다. 예를 들어 모바일 디바이스는 사람에게 의해 사용되기 때문에 디스플레이 형태의 액추에이션을 실행한다.

디바이스 유형이 사물이 대상일 경우 그 사물 자체를 움직이게 하거나 동력을 사용하는 액추에이션을 실행한다. 예를 들어 IoT 디바이스가 달린 커튼의 경우에, 빛이나 외부의 신호에 의해서 커튼을 치거나 걷는 액추에이션을 실행한다.

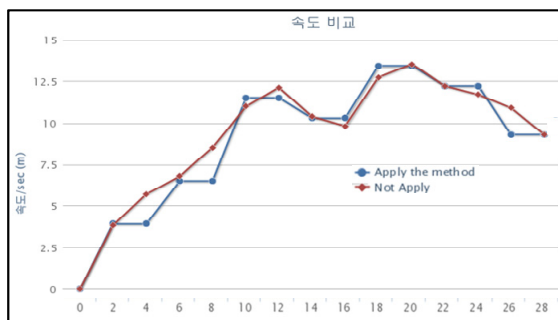
### 7. 실험

본 절에서는 5장에서 제안된 센싱 기법을 적용할 때와 적용하지 않을 때 센싱 데이터의 결과가 차이가 있는지를 확인한다. 제안된 기법을 적용할 경우 자원 절약 효과를 확인하기 위해 실험을 진행한다. (그림

4)의 컨텍스트 변경빈도가 분리적일 경우에, 센싱 주기를 중기로 설정하여 연속적으로 센싱하는 경우에 비해 자원 효율을 증가시킨다. 컨텍스트 변경빈도가 반고정일 경우에, 이벤트 발생시에만 컨텍스트를 수집하여 연속적으로 센싱하는 경우에 비해 자원 효율을 높일 수 있다. 위와 같이 빈도를 중기 또는 이벤트 발생시에만 센싱을 하면 연속적으로 센싱하는 경우보다 센싱 횟수가 줄어들기 때문에 자원 효율을 증가시킬 수 있다.

본 장의 실험에서는 컨텍스트 변경빈도가 지속적일 경우에 센싱 주기를 장기로 설정하여 연속적으로 센싱하는 경우에 비해 자원 효율이 증가됨을 실험을 통해 증명한다. 실험 결과를 통해 컨텍스트가 패턴을 이루고 주기적이라면 일정 주기마다 센싱을 하더라도 상황 판단이 가능한량의 컨텍스트가 수집 될 것으로 예상된다. 따라서 본 논문의 센싱 기법을 적용한다면 센싱을 통한 자원 소비를 줄일 수 있게 될 것으로 기대된다.

안드로이드폰에 내장되어 있는 가속도 센서를 사용하여, 사용자의 가속도를 센싱하여 속도를 구한다. 본 논문 IoT 디바이스 모니터링 기법 중 컨텍스트가 패턴을 이루고 지속적일 때의 센싱 기법을 적용한다. 컨텍스트의 유형은 신발에 부착된 가속도 센서이기 때문에, 패턴을 띄고 지속적인 특성을 지닌다. 비교를 위해 기법을 적용하지 않고 모든 컨텍스트를 센싱한다. 센싱 기법을 적용하게 되면 사람의 신발에 부착된 가속도계로부터의 데이터는 지속적이고 패턴의 특성을 지니고 있기 때문에, 중간에 센싱되는 컨텍스트가 부족하더라도 모든 컨텍스트를 센싱하는 것과 비교하여 큰 차이가 없을 것으로 예상하였다.



(그림 5) 센싱 기법에 대한 속도 값 비교

(그림 5)을 보면 각각의 기법을 적용한 결과가 큰 차이를 보이지 않는 것을 알 수 있다. 본 논문에서 제안하는 기법을 사용하게 되면 모든 컨텍스트를 센싱하는 방법에 비해 센싱 횟수가 적더라도 자원 절약 측면에서 상대적으로 높은 효율을 낼 수 있을 것으로 보인다.

## 8. 결론

IoT 디바이스는 어떠한 사물이나 누구라도 시간과 공간의 제약 없이 서로 연결 하는 기본 단위가 된다. 하지만 다수의 이질적 디바이스들을 원활하게 커뮤니케이션 하도록 하는 것은 풀어야 할 과제로 남아있다. 본 논문에서는 디바이스들간 원활한 커뮤니케이션을

위하여 IoT 디바이스의 모니터링과 컨텍스트의 유형에 따른 제어 기법 대해 설명했다. 3장에서 IoT 디바이스의 메타모델에 대해서 정의하고, 4장에서 IoT 디바이스의 모니터링과 제어를 위한 프레임워크와 각 컴포넌트를 제안하고, 5장과 6장에서 4장의 프로토타입을 통한 모니터링 기법과 제어 기법에 대해서 제안하였다. 마지막으로 우리는 이러한 연구를 바탕으로 IoT의 개념처럼 전세계의 어떤 사물이나 누구든지, 시간과 공간의 제약 없는 연결의 기본 단위인 IoT 디바이스를 효과적으로 모니터링하고 제어 하는 기본틀을 제시하였다.

## 참고문헌

- [1] Haller, S., Karnouskos, S., and Schroth, C., "The Internet of Things in an Enterprise Context," *FUTURE INTERNET - FIS 2008*, Vol. 5468, pp. 14-28, 2009.
- [2] "International Telecommunication Union 2005", *The Internet of Things, ITU Internet Reports 2005*, 2005<[http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/InternetofThings\\_summary.pdf](http://www.itu.int/osg/spu/publications/internetofthings/InternetofThings_summary.pdf)>.
- [3] Ding, Z., Yang, Q., and Wu, H., "Massive Heterogeneous Sensor Data Management in the Internet of Things," In proceedings of *Internet of Things, 2011 International Conference on and 4th International Conference on Cyber, Physical and Social Computing*, pp. 100-108, Oct., 2011.
- [4] Shi, W., and Liu, M., "Tactics of handling data in Internet of things," In proceedings of *2011 IEEE International Conference on Cloud Computing and Intelligence Systems (CCIS)*, Vol. 515., Sept., 2011.
- [5] Huansheng, N., et al. "Layered Structure and Management in Internet of Things," In proceeding of *Future Generation Communication and Networking (FGCN 2007)*, Vol. 2., pp. 386-389., Dec., 2007.
- [6] Gao, J., et al. Wireless, "RFID Coding, Name and Information Service for Internet of Things," In proceeding of *2007 (CCWMSN07) IET Conference on Mobile and Sensor Networks*, pp. 36-39., Dec. 2007.