

# 유비쿼터스 서비스를 위한 영역기반 상황정보관리 미들웨어

김강석<sup>a</sup>, 이동철<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Department of Computer Engineering., <sup>b</sup> Department of Management Information Systems, Cheju National University  
66, Jejudaehakno, Jeju-si, Jeju Special-Governing Province, 690-756, Korea  
Tel: +82-64-754-3656, Fax: +82-64-755-3655, E-mail: gangseok@cheju.ac.kr

제주대학교 <sup>a</sup>공과대학 컴퓨터공학과, <sup>b</sup>경영대학 경영정보학과  
제주 특별자치도 제주시 제주대학로 66, 690-756  
Tel: +82-64-754-3656, Fax: +82-64-755-3655, E-mail: gangseok@cheju.ac.kr

## Abstract

유비쿼터스 센서 네트워크 기술은 새로운 컴퓨팅 패러다임인 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 분야로서, 무선 센서 네트워크를 이용한 상황정보 모니터링 시스템에 적합한 기술이다. 이 기술을 모니터링 시스템에 적용하면 열악한 환경에 간편하고 저렴한 비용으로 실시간으로 발생된 상황데이터를 수집 및 분석하여 즉각적인 상황대처와 사용자가 원하는 환경의 조건을 효율적으로 수행할 수 있다. 한편, 센서 네트워크 미들웨어는 에너지 사용에 제약을 가지는 센서 네트워크의 요구사항과 다양한 서비스 제공을 위한 서비스 확장성을 고려하여 센서 네트워크와 응용 서비스가 상호 분리되어 각각의 기능을 수행하고 제어 및 모니터링이 쉽도록 설계되어야 한다. 본 논문에서는 유비쿼터스 센서 네트워크 기반에서 무선 노드의 센싱 기술을 이용하여 영역기반 상황 정보 관리 미들웨어를 제안한다. 제안된 시스템은 수집될 데이터의 양이 적고 지속적인 모니터링이 불필요하고 일정한 간격으로 특정 지역에서 발생하는 상황을 감지하는 작업에 기존 유선 통신을 이용한 상황감시보다 효율적이다.

## Keywords:

Middleware; Sensor Network; Zone-based

## 1. 서론

최근 홈 네트워크 환경은 가전기기의 단순 제어가 아닌 통합적인 관리와 상호연동을 필요로 하는 네트워크 환경으로 발전하고 있으며, 가전기기의 통신 기능 및 컴퓨팅 능력 향상으로 유비쿼터스 환경으로 변화되고 있다. 사용자에게 따른 서비스 구별 및 에이전트의 학습에 따라 차별화된 서비스가 제공된다면, 사용자를 인식하고 사용자의 기호에

따라 TV 의 채널을 선택한다거나 방의 온도를 조절하는 것이 가능하며 방범시스템에서 외부인의 침입을 감지했을 경우 자동으로 위험을 외부에 알리는 서비스가 가능할 것이다. 이러한 서비스들은 가전기기들의 상호작용에 의해 가능하며 홈 네트워크를 관리하는 미들웨어에 의해 지원되어야만 할 것이다. 따라서 홈 네트워크를 관리하고 모니터링 하는 미들웨어는 가정의 모든 가전기기 상태 정보를 관리하여 홈 네트워크 서비스를 제공하는 에이전트들이 동작할 수 있는 프레임워크를 제공해야 한다. 홈 네트워크 구축을 위해 기존의 중앙 집중식 구조[5]나 완전 분산 관리 구조[3,4]는 홈 네트워크의 안전성과 에이전트 동작환경에 문제점을 가진다. 중앙 집중식 관리의 경우 서버의 다운은 홈 네트워크 전체 서비스의 중단을 가져오게 되며, 완전 분산 관리는 네트워크 부하를 증가시킬 뿐만 아니라 미들웨어를 기반으로 동작하는 애플리케이션 에이전트들이 디바이스의 상태정보를 수집하고 제어하는 데 어려움을 줄 수 있다. 이러한 미들웨어의 문제점을 해결하고 실질적인 홈 네트워크 환경을 구축하기 위해 본 논문은 영역기반의 상황정보관리 미들웨어를 제안하고자 한다.

## 2. ZigBee

### 2.1 ZigBee기반의 센서네트워크 환경

IEEE 802.15.4로부터 발생한 표준 활동 그룹인 ZigBee Alliance는 저전력, 저비용의 무선 네트워크 기술의 구체적인 활용과 응용을 목적으로 무선을 이용한 차세대 홈 네트워크의 효율적인 구축과 적용 기기간의 상호운용성을 증진할 수 있는 산업 표준인 ZigBee Specification 1.0[6]를 발표하였다. ZigBee 및 IEEE 802.15.4에서 지원하는 장치의 종류는 FFD(Full

Function Device), RFD(Reduced Function Device)가 있으며 FFD는 FFD나 RFD 모두와 통신 가능하며 코디네이터, 라우터, 단말장치의 역할을 할 수 있는 반면, RFD는 FFD와만 통신할 수 있어서 단말장치의 역할만 수행할 수 있다. 이 때문에 RFD는 FFD에 비해 메모리 크기 등 장치를 운용하는데 더 작은 메모리 자원만 필요로 한다. ZigBee 네트워크 계층은 스타 및 트리 토폴로지뿐만 아니라 점-대-점 방식의 메쉬 토폴로지를 지원한다. 또한 네트워크를 스스로 형성할 수 있으며, 디바이스의 합류(join) 및 이탈(leave) 등 네트워크의 동적인 변화에 적응할 수 있는 네트워크 디스커버리 특성을 갖는다. 네트워크의 주소 할당 방식은 Low cost & Low complexity를 지향하는 ZigBee 솔루션에 적합하도록 라우팅 테이블을 사용하지 않고 라우팅을 지원할 수 있는 Cskip 값 기반의 블록 어드레싱을 사용한다. 이렇게 할당된 주소는 계층적인 네트워크 토폴로지 정보를 담게 되고 라우팅 테이블을 지원할 수 없는 RFD들도 무선 환경에서 멀티 홉으로 데이터를 전송할 수 있게 된다.

## 2.2 ZigBee기반의 Network Topology와 라우팅

IEEE 802.15.4 MAC에서 제공하고 있는 Network Topology는 사용형태에 따라 Star Topology와 Peer-to-Peer Topology로 나뉘어진다. Star Topology는 홈오토메이션, PC 주변장치, 장난감, 헬스 케어 등 작은 규모의 네트워크에서 이용되며 Peer-to-Peer Topology는 공장 모니터 및 통제, 센서 네트워크, 군사 시설 같은 광범위한 지역에서 이용된다. 그림 1은 영역기반 Star Topology를 표현한 것으로 최소한의 센싱 기능만을 가진 RFD를 이용하여 수집된 정보를 PAN Coordinator인 FFD를 통하여 미들웨어에 전송 가능하다.

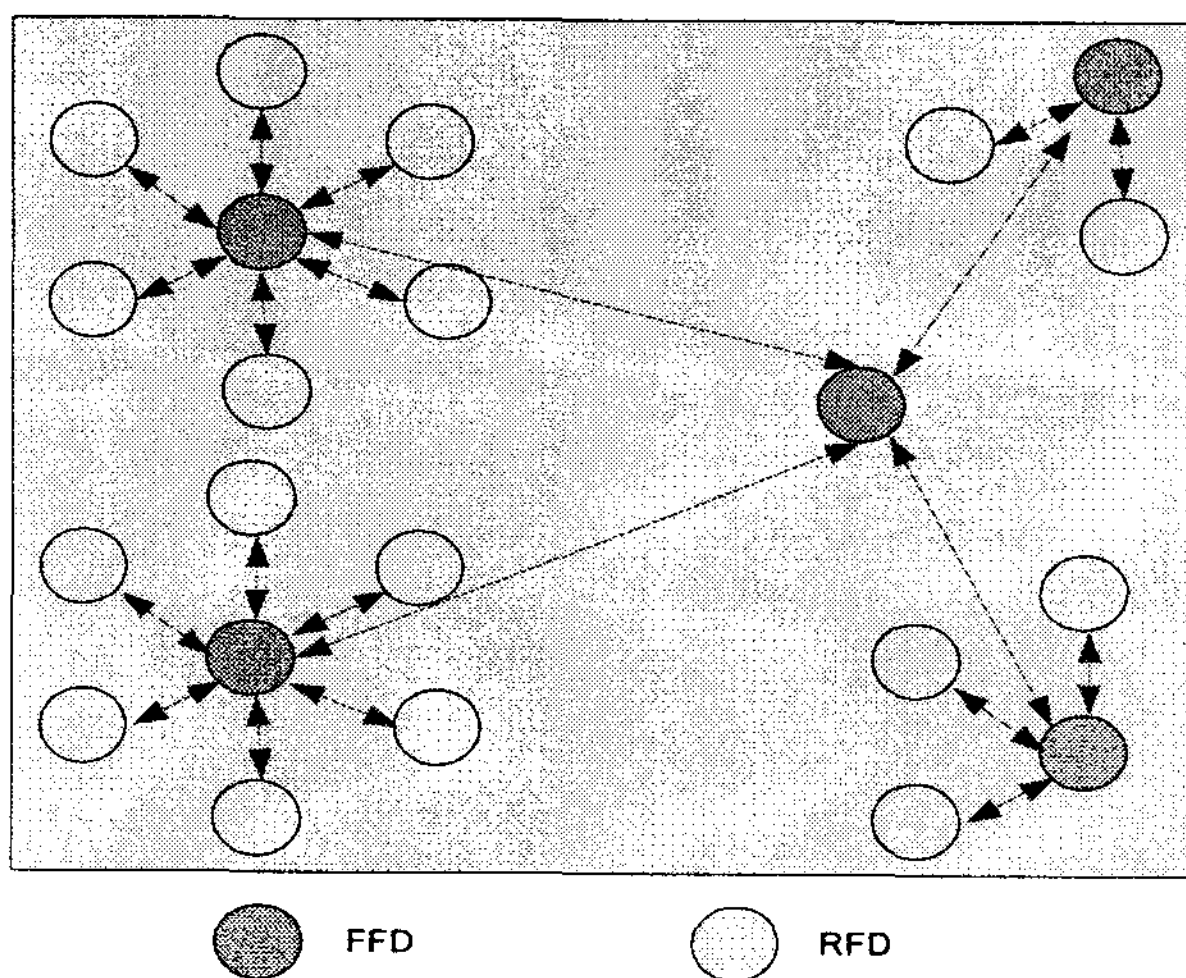


그림 1 - 영역 기반 ZigBee Star Topology

IEEE 802.15.4 MAC기반의 네트워크로 구성된 RFD Device들은 PAN Coordinator인 FFD에게 연결을 요청하고 FFD는 연결을 허락한 모든 Device의

연결을 제어한다. 그러나 RF 송수신 거리를 벗어난 경우 통신이 불가능해진다. 즉 거리적 제한으로 인한 넓은 범위의 데이터 수집을 위해서는 독립적인 Device들의 라우팅 프로토콜이 요구된다. 본 논문에서는 일정 지역에 특정 목적을 위해 배치되는 Device들이 PAN Coordinator의 물리적 배치 위치에 관계없이 영역기반 구분이 가능하도록 ZigBee Stack의 Network Layer에서 제공하는 멀티홉 라우팅 기능을 이용한다.

## 2.2 ZigBee기반 Device의 계층적 주소체계

IEEE 802.15.4 에서는 Extended address와 Short address라는 2개의 Address Mode 방식을 사용한다. Extended address는 Device가 본래 가지고 있는 64bit address이고 Short address는 Device가 PAN Coordinator에게 Association과정을 통하여 할당 받게 되는 16bit address이다. 통신할 때 Short address를 사용하면 전체적인 프레임의 길이가 짧아지기 때문에 전송하는데 시간을 단축시킬 수 있어 파워 소모를 줄일 수 있다. 그러나 PAN Coordinator에 의해 자동으로 설정되는 Short address는 한 Device에 대해 항상 같은 address를 할당하지 않는다는 특성이 있다. 따라서 응용 수준에서 영역기반 Device의 관리를 위해 유일한 address를 부여해야 할 필요가 있다. 본 논문에서 영역기반 트리 토폴로지를 이용하여 구성된 Device의 영역 구분을 위한 주소 체계는 다음과 같다.

- Zone ID : 미들웨어에 의해 부여되는 PAN Coordinator의 ID
- Router ID : PAN Coordinator에 의해 라우팅 Device에 부여되는 ID
- Device ID : PAN Coordinator에 연결된 End-Device에게 부여되는 ID

## 3. 영역기반 상황정보관리 미들웨어

### 3.1 영역기반 모델

다중 에이전트 환경을 제공하기 위해 원격에서 제어하는 에이전트와 제어되는 가전기기 사이의 약한 연결 관계는 중요한 이슈가 되고 있다[1,2]. 또한 모든 에이전트가 중앙 집중식 자원 저장소에서 가전기기 정보를 가지고 온다면 트래픽은 집중될 것이며 네트워크는 신뢰성을 보장할 수 없게 된다. 결과적으로 위의 상황을 해결하고 더욱 신뢰성 있는 동작을 보장하기 위해 본 논문에서는 그림 2와 같은 영역기반 분산 및 중첩 자원 저장소 모델을 제시한다. 그림 2와 같이 각 영역 단위의 서브 네트워크( $\mu$ -PAN Agent)는 로컬 자원 저장소를 가지고 있어 로컬 가전기기의 상태 정보를 저장하고 관리한다. 가전기기의 상태 정보 변경은 로컬 자원

저장소에 저장되며 원격의 자원 저장소(Middleware & Database)에 전달되어 모든 자원 자장소의 가전기기 상태 정보를 가지게 된다. 제안하는 영역기반 상황정보관리 미들웨어는 크게 미들웨어와 영역 관리 에이전트로 구성된다.

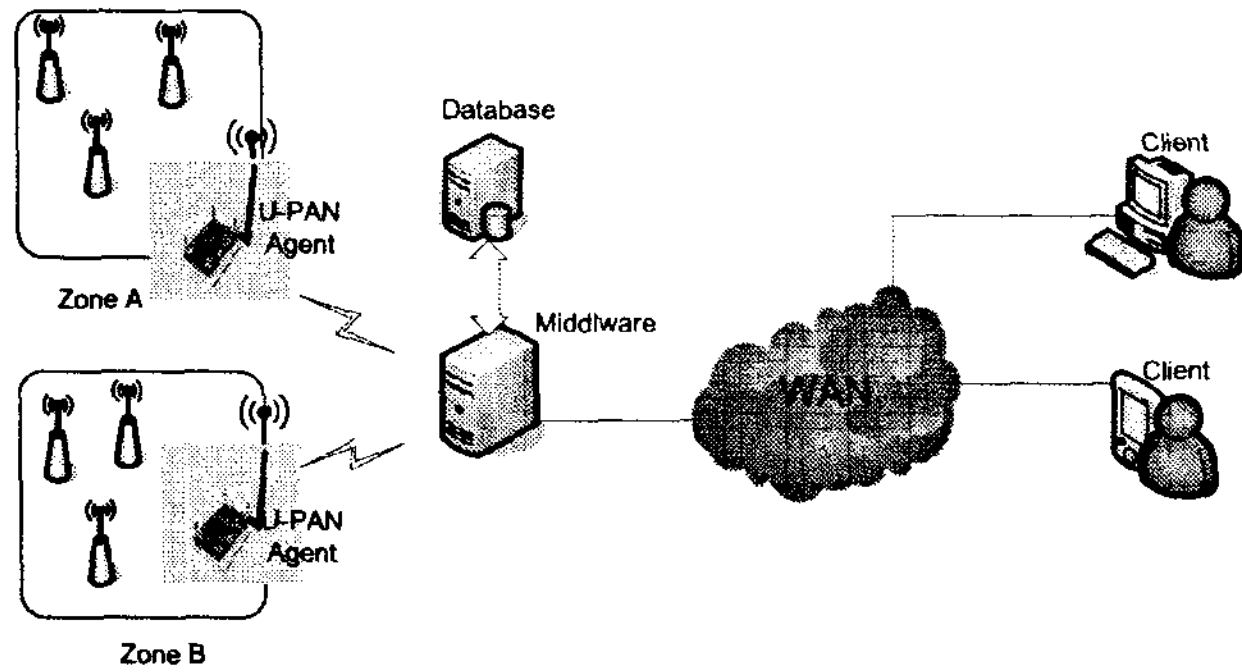


그림 2- 전체 시스템 구성도

제안하는 미들웨어는 계층적 구조를 바탕으로 구현되어 미들웨어는 하위의 영역 관리 에이전트의 상태를 감시하며 영역 관리 에이전트는 가전기기들의 상태를 감시하고 관리한다. 상황정보관리 미들웨어는 영역 관리 에이전트의 정보를 관리하고 감시하는 역할을 한다. 상황 정보 관리 미들웨어는 내부에 하부 시스템인 영역 관리 에이전트 정보를 관리하기 위해 영역 관리 에이전트 정보(영역 정보, 위치 정보)를 가지고 있다. 새로운 영역 관리 에이전트가 미들웨어에 추가되면 하부 네트워크를 초기화하고 가전기기 등록을 기다리게 된다.

### 3.2 상황정보관리 미들웨어의 구조

상황정보관리 미들웨어는 다음과 같이 4가지 부분으로 구성된다. 센서 네트워크와 미들웨어와의 통신을 담당하는 EWCM(Ethernet/Wireless Communication Manager), 응용 서비스를 수행하는 클라이언트를 위한 API를 제공하는 Application Interface, μ-PAN Agent들과의 세션유지와 응용 프로토콜을 지원하기 위한 PANCM(PAN Coordinator Manager) PANCM으로부터 데이터를 분석하여 실제적인 정보로 변환하는 CM(Context Manager) 부분, PANCM과 CM 및 관리자로부터 입력된 정보를 관리하는 DM(Database Manager)부분으로 구성된다. 그림 4는 제안된 상황정보관리 미들웨어의 전체적인 구성요소를 나타낸다. 하위의 EWCM에서 센서 네트워크와의 통신을 담당하고 상위의 Application Interface에서 다양한 기능의 응용서비스를 제공하는 클라이언트들과의 메시지 전달을 담당한다. EWCM모듈의 경우 클라이언트들과의 유·무선 통신, μ-PAN Agent들과의 ZigBee통신을 담당한다. PANCM모듈은 ZigBee의 Network Coordinator 기능을 탑재하여 센서 네트워크내의 μ-PAN Agent와 양방향 통신이

가능하다.

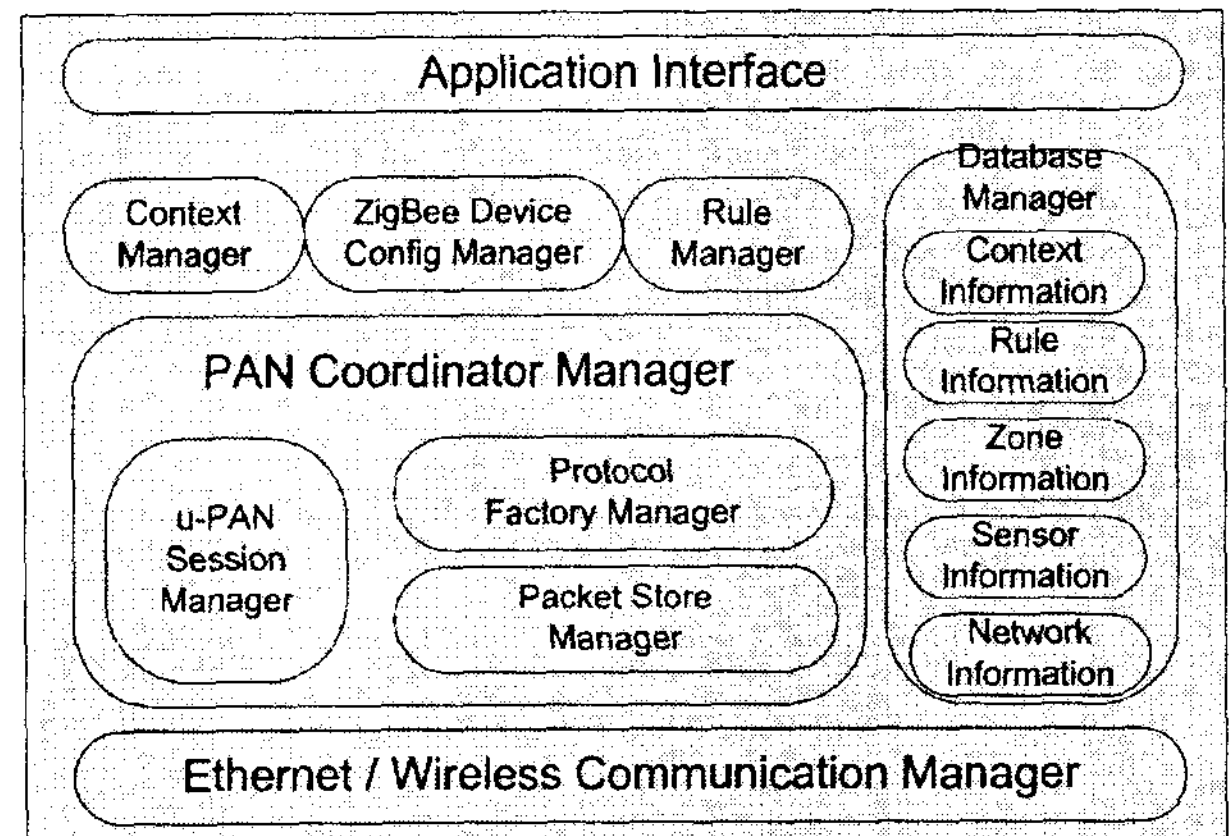


그림 4-미들웨어 시스템 구조

기존의 센서 미들웨어의 경우 이벤트가 발생하면 발생한 이벤트와 긴밀히 연결된 응용 서비스만을 제공하지만, 본 논문에서 제안된 상황 정보 관리 미들웨어 시스템은 특정 지역의 센서가 이벤트 발생을 감지하면 해당 이벤트에 대응하는 액션을 수행할 뿐만 아니라 동시에 주변의 다른 기능을 수행하는 센서의 정보를 융합하여 연속적인 액션수행이 가능하도록 설계하였다. 이를 위하여 상황 정보 관리 미들웨어의 ZDCM(ZigBee Device Config Manager)모듈이 센서 디스커버리 과정에서 센서 네트워크의 구성 정보를 주기적으로 통합하고 관리하는 NI(Network Information)모듈을 생성하고 관리한다. 즉 각각의 ZoneID에 연결된 다양한 기능의 센서들의 종류와 수량을 파악하고 ZoneID단위로 분류해서 관리한다. 이를 통하여 이벤트가 발생할 경우 미들웨어 시스템에서는 계층적 영역주소를 이용하여 이벤트가 발생한 곳의 ZoneID와 해당 센서의 종류와 EndDeviceID를 파악하고 이를 제외한 다른 기능의 센서들로부터 정보를 가져오게 함으로써 동일한 영역내에서 동시에 연속적인 정보수집이 가능하다. 수집된 정보는 CM모듈에서 상황인지 과정을 거쳐 센싱된 내용이 실제로 어떠한 내용과 의미를 담고 있는가로 분석된다. 분석된 정보는 상황정보관리 미들웨어의 RM(Rule Manager) ZDCM 모듈을 거쳐 특정 지역에 적합한 디바이스와 액션을 결정하고 이를 Application Interface를 통하여 클라이언트에게 서비스를 제공한다.

### 3.3 상황정보관리 미들웨어의 영역 기능

상황정보관리 미들웨어 시스템의 EWCM모듈을 거쳐 전달된 데이터는 CM모듈에서 파싱 과정을 거쳐 구체적이고 세분화된 정보로 바뀐다. 즉 단순한 이벤트의 발생으로부터 이벤트 발생 지역정보, 이를 감지한 센서의 종류, 센싱된 정보의 실제적인 내용으로 분류되어 상위 RM모듈로



전달된다. RM모듈에서는 CM으로부터 받은 정보 가운데 센서의 종류와 센싱된 정보의 내용만을 추출하고 데이터베이스에 저장된 Rule Information을 통하여 미들웨어에서 수행시켜야 하는 응용 디바이스의 종류와 액션 정보들을 결정한다. 클라이언트에서는 하위로부터 전달받은 센싱 정보와 센서 디바이스들이 위치한 특정 지역에 대한 정보를 포함하는 Zone Information과 센서 디바이스의 정보를 포함하는 Sensor Information, Rule Information을 이용하여 이벤트가 발생한 지역에서 서비스 되어질 응용 정보와 실행 디바이스를 선택하게 된다.

#### 4. 영역기반 상황정보관리 미들웨어의 동작과정

ZigBee기반의 USN 환경에서 영역기반 센싱과 실행 기능을 수행하는 상황정보관리 미들웨어의 동작 시나리오는 다음과 같다.

- 1) 미들웨어 시스템이 활성화되면 PANCM 모듈과 EWCM 모듈이 활성화된다.
- 2) EWCM 모듈은 클라이언트와의 통신을 위한 네트워크 목록과 u-PAN Agent들과의 통신을 위한 Network Information을 작성한다.
- 3)  $\mu$ -PAN Agent가 미들웨어에 접속을 요청해 온다.
- 4)  $\mu$ -PAN Session Manager는 접속을 요청한  $\mu$ -PAN Agent와의 송수신용 세션을 설정한다.
- 5) PANCM 모듈에서는 protocol Factory Manager와 Packet Store Manager를 이용하여  $\mu$ -PAN Agent의 상태정보를 받아온 후 관련 정보를 Zone Information에 저장한다.
- 6)  $\mu$ -PAN Agent로부터의 이벤트가 발생한다.
- 7) 센서 디바이스의 On/Off와 관련된 정보인 경우, ZDCM 모듈은 센서 네트워크로부터 이벤트 발생 지역의 각 ClusterID 하위에 존재하는 다양한 센서들의 계층적 영역 정보를 받아 Set/Reset한 후 Sensor Information과 Zone Information에 저장한다.
- 8) 센싱과 관련된 정보인 경우, 이벤트 발생지역의 계층적 영역주소정보와 이벤트 내용이 미들웨어의 EWCM으로 전달
- 9) Zone Information의 정보를 기반으로 동일한 ClusterID하위의 다른 기능을 가진 센서의 유무 파악
- 10) 해당 ClusterID내에 다른 기능의 센서들이 있을 시 센서 네트워크로 정보 센싱을 요구하고, 없을 시
- 11)번 수행
- 11) Context Manager에서 이벤트 발생 지역 정보, 센서의 종류, 센싱된 정보의 내용으로 분류하고 Rule Manager를 트리거
- 12) Rule Manager에서 클라이언트에 서비스할 액션의 종류 결정

#### 13) 클라이언트에서 관련 정보를 전달

#### 5. 결론

본 논문에서는 ZigBee기반의 USN 환경에서 이벤트 발생지역의 계층적 논리주소체계를 관리하는 ZigBee Device Config Manager모듈과  $\mu$ -PAN Agent와의 통신과 자료교환을 담당하는 PANCM을 두어 연속적으로 다른 기능의 센서들의 정보를 유도하는 지능형 상황정보관리 미들웨어를 설계하였다. 이와 더불어 다양하게 센싱된 데이터들을 상황인지 과정을 통하여 정확한 정보로 분석하는 Context Manager모듈, 이벤트 발생을 중심으로 지역적으로 분리된 특정 서비스 수행이 가능하도록 Rule Manager모듈과 ZigBee Device Config Manager모듈을 관리한다. 각각의 모듈들은 최적의 인터페이스로 구성되고 효율적인 상호연동을 통하여 센서 필드의 이벤트에 따라 지역적인 데이터 처리가 가능하도록 설계되었다. 향후 제안된 상화 정보 관리 미들웨어는 다양한 응용 서비스를 제공하는 디바이스와 연동을 통하여 WPAN 환경에서 보다 확장된 서비스 제공이 가능하게 될 것이다.

#### References

- [1] N. Carriero and D. Gelernter, "Linda in Context", Comm. ACM, vol. 32, no. 4, Apr. 1989
- [2] P. Wyckoff, S. McLaughry, T. Lehman, D. Ford, "TSpaces", IBM Systems Journal, Volume 37, Number 3 August. 1998. pp 454-474
- [3] Specification of the Home Audio/Video Interoperability (HAVi) Architecture Version 1.0, 18 Jan. 2000
- [4] Universal Plug and Play: Background. <http://www.upnp.com/resources/UPnPbkngnd.htm>, 1999
- [5] jini Architecture Specification Revision 1.0 Sun microsystems, Jan. 1999
- [6] <http://www.zigbee.org>