

http://dx.doi.org/10.7236/IIBC.2014.14.5.153

IIBC 2014-5-21

## 이동 에이전트 기반 능동규칙을 이용한 분산형 절전제어시스템

### Distributed Power Saving Control System Using Mobile Agent Based Active Rules

이연식\*, 장민석\*\*

Yonsik Lee\*, Minseok Jang\*\*

**요약** 본 논문에서 제안하는 이동 에이전트를 이용한 분산형 절전제어 방법은 다수의 센서와 이동 에이전트를 이용하여 능동적 지능적으로 조명장치의 제어(on/off 및 디밍 조절 등)를 가능하게 하여 에너지 절감에 효과적이며, 다양한 능동규칙들의 적용에 의한 원격감시 및 제어기능 추가가 용이하므로 효율적 절전제어시스템 설계 및 구축에 따른 비용절감 등의 효과를 유도한다. 또한, 이동 에이전트 기반의 센서네트워크 미들웨어의 기능을 통하여 상황정보나 사용자의 감성 등을 규칙화하여 실시간으로 이벤트 처리 및 제어함으로써 센싱 데이터의 효용성을 향상시킨다. 본 논문의 결과는 다양한 능동적 센서네트워크 응용들의 개발에 있어 제안한 이동 에이전트를 이용한 제어시스템의 활용가능성을 제시한다.

**Abstract** In this paper, we propose the Distributed Power Saving Control System that enables the active and intelligent control(on/off and/or dimming control) of the lightning device using sensors and mobile agents. The proposed system is effective for energy saving and induces cost reductions in design and development of power saving control system as adding remote-monitoring or controlling functions is easier with the application of a variety of active rules. Moreover, the system improves the effectiveness of the acquired sensing data by real-time event handling and device controlling using a mobile agent based sensor network middleware that regularize the contextual information or a user's emotion. The results of this paper present the potential applicability of the proposed distributed control system using mobile agent in various active sensor network applications.

**Key Words** : Mobile Agent, Active Rule, Sensor Network Middleware, Distributed Control System

#### 1. 서론

최근 LED의 성능 개선이 빠르게 이루어지면서 조명 관련 분야는 자동화 및 지능화 기술을 기반으로 발전 되

고 있다. 기존 조명기기는 센서 동작에 따른 단순 on/off 나 디밍 조절 기능만을 구현하기 때문에 제어회로 설계가 복잡하지 않았으나 LED 조명기기에서는 인체감지 및 주광감응 센서와 사용자 환경에 따른 설정 등 많은

\*정회원, 군산대학교 컴퓨터정보공학과

\*\*정회원, 군산대학교 컴퓨터정보공학과

접수일자 : 2014년 8월 5일, 수정완료 : 2014년 9월 5일

게재확정일자 : 2014년 10월 10일

Received: 5 August, 2014 / Revised: 5 September, 2014

Accepted: 10 October, 2014

\*Corresponding Author: yslee@kunsan.ac.kr

Dept. of Computer Information Engineering, Kunsan National University, Korea

기능을 통제하고 운영하는 제어 시스템을 사용할 수 있으므로 센서네트워크 환경에서의 절전제어 시스템의 설계가 필요하다<sup>[1,2]</sup>. 이를 위하여 본 논문에서는 센서네트워크 기반의 이동에이전트를 이용한 분산형 절전제어 시스템을 설계 제안한다. 제안시스템은 이동에이전트를 이용하여 센서노드 주변 환경정보 데이터를 원격으로 센싱하고 Zigbee 통신을 통해 싱크노드와 센서데이터 서버로 전송하도록 한다. 센서데이터 서버의 제어 소프트웨어는 센싱 값을 비교 분석하여 미리 설정된 제어방식(능동규칙)의 적용 여부를 결정한다. 조명시스템의 경우, 만일 조광레벨의 조정이 필요하면 해당 능동규칙을 이동에이전트에 탑재하여 이벤트 발생 센서노드로 이주 시킨 후 실시간으로 조명기기를 제어할 수 있도록 한다. 또한 제안시스템의 효율성과 신뢰성 확보를 위하여 센서데이터에 따른 디바이스(조명장치)를 자동적으로 제어하고 관리할 수 있는 능동규칙을 적용함으로써 능동적이며 체계적으로 센서노드, 센서데이터 및 디바이스를 관리 할 수 있는 능동규칙 탑재 이동에이전트 기반의 센서네트워크 미들웨어 환경을 구축하고, 그를 기반으로 분산형 절전제어 프레임워크를 제안한다. 이는 센서노드뿐 만 아니라 싱크노드와 클라이언트 그리고 서버 상에서 연산처리기능을 수행하고, 센서데이터 수집 과정에서 자체적인 필터링, 이벤트에 따른 능동규칙 실행, 각 장치 간 명령 전달, 데이터 송수신의 원활한 통신 등을 지원한다. Java의 RMI(Remote Method Invocation) 기반으로 생성되는 이동에이전트는 사용자 또는 관리자, 싱크노드, 서버를 에이전트 화하여 연동함으로써, 센서데이터 정보 수집 및 응용, 관리 체계 확립의 효율과 정보를 제공 받는 사용자의 서비스 질을 향상 시킬 수 있다<sup>[4,6,8]</sup>. 또한, 이러한 기능과 역할 등을 이용하여 감성마진을 적용한 능동규칙 기반의 절전제어시스템 프로토타입을 설계 구현하는 과정을 보임으로써 제안 시스템의 활용성과 효율성을 보인다.

## II. 이동에이전트 기반 센서네트워크 미들웨어

### 1. 이동에이전트 미들웨어 플랫폼

센서네트워크 미들웨어는 상황에 적합한 데이터 수집기능, 센서노드들의 신뢰성을 위한 조절기능, 속성(메

시지, 규칙)기반 통신 처리기능과 이벤트 중심의 데이터 처리기능을 지원한다<sup>[5,6]</sup>. 또한, 이는 능동규칙을 탑재한 이동에이전트를 이용하여 데이터가 통신의 주체가 되는 새로운 방식의 통신을 지원하며, 사건 중심의 능동적 데이터 처리 방식으로 능동규칙 시스템과의 연동이 가능하다<sup>[3,5,6]</sup>. 센서네트워크 상에서의 이동에이전트 효율적 이주와 주어진 역할 수행을 위한 이동에이전트 미들웨어 플랫폼의 구조는 다음 그림 1과 같다.

구성요소는 이동에이전트의 송수신을 담당하는 Agent Communication Module과 에이전트의 이주, 데이터 수집, 능동규칙 실행 등의 작업을 수행하는 Agent Control Module로 이루어진다<sup>[3,7]</sup>.

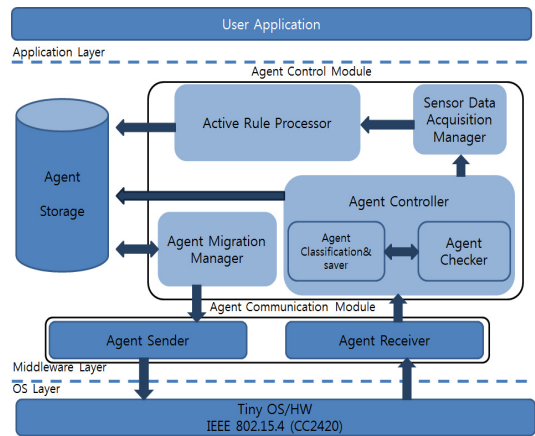


그림 1. 이동에이전트 미들웨어 플랫폼 구조  
Fig. 1. Structure of Mobile Agent Middleware Platform

### 2. RMI 기반 이동에이전트

이동에이전트는 Java RMI를 기반으로 동작하며, RMI통신 규약을 위한 통신 모듈, 사용자와 서버 측의 각 객체정보를 가지는 객체 정보 모듈, 이주 방식을 나타내는 라우팅 모듈, 작업 수행과 규칙들을 수정하기 위한 이동 명령을 전달하는 명령 제어 모듈로 구성된다.

본 논문에서 사용하는 이동에이전트는 자신의 고유 정보, 싱크노드 ID, 출발노드, 목적노드, 이주 대상 목록인 이주리스트와 규칙실행을 위한 파라미터, 각 센서데이터의 임계 값 등의 정보를 보유한다<sup>[4,7]</sup>. 이러한 이동에이전트는 이주리스트를 가지고 대상 센서노드들로 순차적으로 이주하며 센서데이터 획득한 후 능동규칙과의 연동 과정을 거친 후 규칙에 적용된 작업을 수행하고 적

합한 데이터를 싱크노드로 보내며, 응용에 따라 정방향 또는 역방향으로 방향성 이주를 수행한다<sup>[4,7,9]</sup>. 구체적인 감성마진 적용 능동규칙 탑재 이동에이전트의 이주 및 규칙 실행을 위한 연동과정들은 3장에서 설명한다.

### 3. 이동에이전트 기반의 분산형 제어 프레임 워크

센서네트워크 시스템은 센서모듈, 제어모듈, 로컬노드, 중앙 제어서버로 구성되어 있으며, 제어서버를 통해 중앙집중식 제어방식으로 제어모듈들을 제어하고 있다. 하지만 특성상 분산되어 있는 제어모듈들로 구성되어 있는 센서네트워크 환경에서 중앙제어서버에 의한 중앙 집중식 제어방식은 비효율적인 측면을 가지고 있다. 특히 노드의 부하가 많아지거나 통신 이상 현상 발생 시 속도 저하 및 제어 불능 문제가 발생한다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 극복하기 위해 이동에이전트 기법을 적용한 센서네트워크 시스템과 그 제어 방법의 기반을 제안한다. 본 논문에서 이용하는 이동에이전트 기법을 적용한 센서네트워크 시스템의 구성도는 다음 그림 2와 같다.

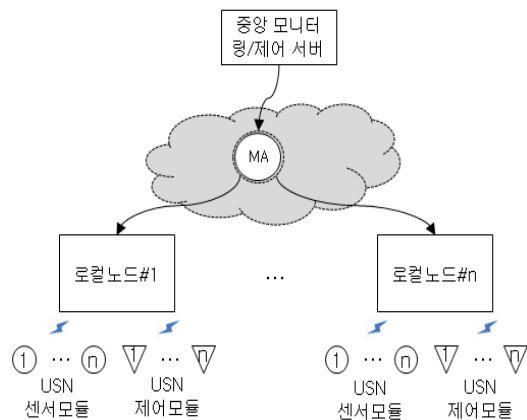


그림 2. 이동에이전트 기법을 적용한 센서네트워크 시스템 구성도  
 Fig. 2. Components of Sensor Network System applying with Mobile Agent Technology

이동에이전트 기법을 적용한 센서네트워크 시스템은 한 개의 중앙 모니터링/제어 서버(센서데이터 서버)와 원격지에 분산되어 있는 다수의 로컬노드(싱크노드(Zigbee Coordinator))들로 구성되어 있으며, 각 로컬노드들은 다수의 센서모듈(Zigbee 단말장치)들과 제어모

듈들을 관장한다. 로컬노드는 센서모듈들로 부터 센서 데이터 정보를 무선방식으로 수집하여 환경 정보를 획득하고, 이를 기반으로 제어모듈들을 무선방식으로 제어한다. 이때 제어 규칙은 중앙서버로부터 이동에이전트를 통해 전달받는다. 각 제어모듈들에는 제어 대상인 장치들이 접속되어 있다. 또한, 로컬노드는 수집한 환경 정보를 중앙서버에 주기적으로 전달함으로써 새로운 제어규칙 생성과 규칙베이스와 연동된 능동규칙 시스템의 동작을 유도한다. 여기서, 이동에이전트는 중앙서버와 로컬노드뿐만 아니라 Zigbee 단말장치인 센서노드들 사이를 이주하면서 능동규칙을 전달 및 실행하는 역할을 수행한다. 이는 중앙서버의 클라이언트/서버 방식의 중앙집중식 관리기능을 이동에이전트에 의해 로컬노드나 단말노드에 위임하여 중앙서버의 부하를 줄여주는 효과를 유도한다.

다음 그림 3은 이동에이전트 기법을 적용한 센서네트워크 시스템의 내부 구조를 상세히 보여주는 그림이다. 이는 요구되는 분산 제어방식의 동작을 가능하게 하는 이동에이전트 시스템 구조를 설명하고 있다.

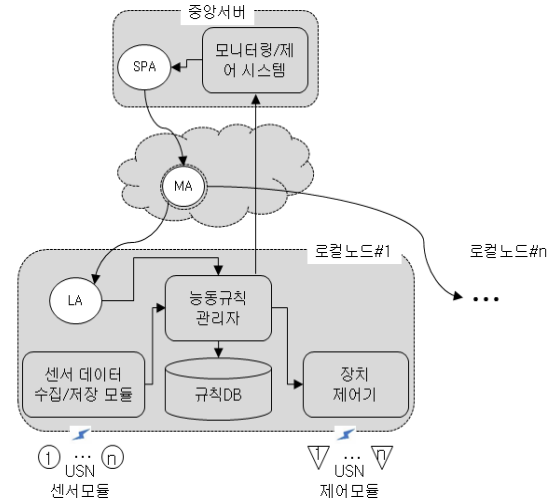


그림 3. 이동에이전트 기법을 적용한 센서네트워크 시스템의 내부 구조도  
 Fig. 3. Inner Structure of Sensor Network System applying with Mobile Agent Technology

제안 센서네트워크 시스템에 다중 에이전트 기법을 적용하기 위해 도입한 에이전트들로는 SPA(서버 푸시 에이전트), MA(이동에이전트), LA(로컬 에이전트)가 있다. SPA는 RMI 통신을 위한 인터페이스 역할로 모니

터링/제어 시스템으로부터 객체 참조자를 전달받아 이동에이전트의 이주를 지원한다. 이동에이전트는 로컬노드들로 이주하여 능동규칙을 LA에 전달하거나 탑재된 능동규칙을 실행한다. 이때 중앙서버와 로컬노드간의 통신은 RMI환경 하에서 이루어진다. 능동규칙관리자는 LA로부터 전달받은 능동규칙을 규칙DB에 저장하고, 장치제어기를 제어하기 위한 기본 규칙으로 활용한다. 센서데이터 수집/저장 모듈은 센서모듈로부터 원격지의 상황/환경 정보를 수집하고 이를 저장할 뿐만 아니라, 이를 능동규칙관리자에게 전달하여 장치제어를 위한 데이터로 활용하게 한다. 장치제어기는 능동규칙관리자의 지시에 따라 접속되어 있는 제어모듈의 장치들을 제어한다. 이때 센서모듈과 제어모듈은 무선방식으로 센서데이터 수집/저장 모듈과 장치제어기에 각각 접속되어 원격지의 상황/환경 정보를 전달하고 원격지의 장치들을 제어하는 기능을 수행한다. 중앙서버의 모니터링/제어 시스템은 로컬노드들의 동작과 상태를 모니터링하고, 능동규칙을 생성하고 전달함으로써 로컬노드들을 제어하는 역할을 담당한다.

위와 같은 분산 제어방식은 분산되어 있는 개별 장치들을 센서네트워크 무선 방식으로 효율적으로 제어하기 위해 개별 장치에 센서모듈들을 배치하고, Zigbee 통신을 이용한 센서네트워크 제어모듈을 통해 개체를 분산 제어함으로써 효율적인 모니터링/제어 시스템의 설계 및 응용이 가능하다.

### III. 절전제어시스템 프로토타입 설계 및 구현

#### 1. 절전제어용 능동규칙

능동규칙(ECA Rule)의 의미는 사건(Event)이 발생하면 조건(Condition)을 평가해서 조건을 만족할 경우 정해진 조치(Action)를 실행하는 것이다<sup>[3]</sup>. 절전제어용 능동규칙 설계 시 본 논문에서는 사용자의 조도에 대한 감성마진을 고려하여 사용자의 감성마진을 헤치지 않는 범위 내에서 조광제어(Dimming)시스템이나 ON/OFF 스위치와 같은 적절한 제어를 수행함으로써 전력 절감을 유도할 수 있도록 한다.

능동규칙 설계를 위한 사용자의 감성마진 설정은 기존 연구<sup>[10]</sup>에서 제안한 방법으로 IES 기준조도의 최소값

과 IES 측정방식의 평균값을 사용한다. 위에서 제시한 규칙 생성을 위한 기본 구문을 기반으로 사용자 감성마진을 적용한 조명 제어용 능동규칙의 예는 다음과 같다.

```

RULE <E_Margin_Control> [((<Lux_data>,
    <E_Margin>, <MigrationList>]
WHEN <Acquiring Lux_data>
IF <E_Margin <= Lux_data>
    THEN <Dimming Control of local_light();
        sendSensorNode(local.id + 1, local_light());>
ENDRULE <E_Margin_Control>

```

제시한 능동규칙은 이동에이전트가 광원에 부착된 조도 센서의 데이터를 주기적으로 수집하여 싱크노드로 보내면 이를 센서데이터 서버에서 상황(시간 대, 사용자 재실 유무 등)별로 주어진 감성마진 하한 값과 비교하여 하한 조도보다 작을 경우 디밍조절을 하고 인접 노드의 센서에 별도의 에이전트를 전송하여 전등을 제어하는 것이다. 이는 다양한 능동규칙을 탑재한 이동에이전트를 센서노드가 부착된 광원으로 이주시켜 주어진 규칙(on/off, 디밍조절 또는 인접노드 제어 등)을 수행하도록 함으로써 다양한 기능과 역할들을 적용한 절전제어용 도구로 사용될 수 있음을 보인다.

RMI통신을 이용하여 이동에이전트 미들웨어시스템과 연동된 센서데이터 서버 내의 응용 모듈인 능동규칙 시스템은 사건검출기, 조건평가기, 조치실행기 및 규칙관리자 등의 하부시스템들로 구성되며<sup>[3,10]</sup>, 센서노드나 싱크노드로부터 들어오는 센싱 정보를 사건으로 처리하여 주어진 조건에 따른 필요한 조치를 사용자의 개입 없이 자동으로 실행함으로써, 자원 활용의 조절 및 능동적인 작업을 수행할 수 있는 시스템이다.

#### 2. 이동에이전트 이주 및 탑재 규칙 실행

이동에이전트의 노드 이주는 그림 1에서 보여 지는 것과 같이 Agent Migration Manager와 Agent Communication Module의 Agent Sender를 통해 수행된다<sup>[37]</sup>. 이동에이전트의 이주는 라디오 통신을 사용하며, TinyOS의 액티브 메시지 구조를 통해 이루어진다.

액티브 메시지는 message\_t 구조체로 표현되며 내부 구성은 프레임 및 패킷에 대응하는 필드 외에도 라디오 모델을 운영하는데 필요한 추가 정보가 메타 데이터 형

식으로 포함된다. 라디오 통신용 message\_t 구조체는 MAC 계층과 물리 계층의 헤더 필드에 대응하는 구조를 가지며 사용자 데이터 영역의 경우 TOSH\_DATA\_LENGTH 매크로 상수에 의해 28로 정의하고 있으므로 사용자는 이 상수의 크기를 재정의해 최대 116 바이트까지 늘릴 수 있다. 이동에이전트는 이 영역을 사용하며, 이동에이전트 mobileAgent\_t 구조체를 message\_t 액티브 메시지에 담아 보냄으로 이주를 수행한다. 다음 그림 4는 구현된 이동에이전트의 이주 과정을 나타낸다.

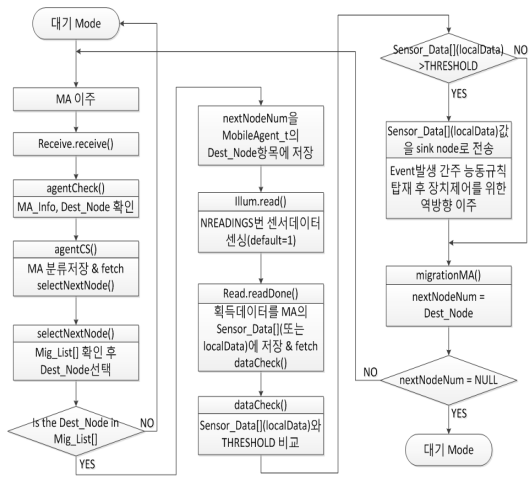


그림 4. 이동에이전트 이주 과정  
 Fig. 4. Migration Process of Mobile Agent

최초의 대기모드에서 이동에이전트가 이주되면 Receive.received() 메서드와 agentCheck() 메서드를 이용하여 이동에이전트 ID인 MA\_Info와 Dest\_Node(이전 노드의 목적지 노드)를 확인하고, agentCS() 메서드를 이용하여 message\_t 형태의 메시지를 MobileAgent\_t 형태로 분류 저장한다. Start\_Node를 현재 노드로 설정하고, selectNextNode()에 의하여 Mig\_list[]의 내용으로부터 다음 이주 대상 노드 번호를 nextNodeNum으로 반환하여 MobileAgent\_t 메시지의 Dest\_Node 항목에 저장하여 Dest\_Node를 결정한다. illum.Read()는 조도 데이터 획득 메서드로써 헤더파일 내의 NREADINGS(디폴트 = 1)번 만큼 센서데이터를 획득하며, 센서데이터 획득 완료 시 Read.readDone() 이벤트가 발생된다. 획득된 센서데이터는 이동에이전트의 Sensor\_Data[] (또는 localData)에 저장하고, dataCheck() 메서드를 호출한다. dataCheck() 메서드에서 현재 노드의 센서데이터 값인

localData값을 헤더파일에 정의되어있는 THRESHOLD 값과 비교해 본다. THRESHOLD(감성마진 하한 조도 값)보다 크다면 현재 노드의 센서데이터 값은 싱크노드로 전송 될 수 있도록 전송 요청을 하고, 이동에이전트의 이주를 위하여 migrationMA() 메서드를 호출한다. THRESHOLD(감성마진 하한 조도 값)보다 큰 값으로 싱크노드로 전송된 데이터는 이벤트 발생으로 간주하여, 해당 센서노드에 부착된 기기를 적절하게 제어할 수 있는 능동규칙을 이동에이전트에 탑재하여 해당 노드로 이주(역방향 이주<sup>[9])</sup>시킨 뒤 주어진 제어규칙을 실행하도록 한다.

THRESHOLD보다 작거나 같으면 현재 노드의 센서 데이터 값은 감성마진을 해치지 않는 범위의 조도로 판단하여 싱크노드로 전송하지 않고(또는, 필요 시 감성마진 하한 조도 값으로 상향 조절하기 위하여 이벤트로 간주되도록 싱크노드로 전송 가능), 바로 이동에이전트를 migrationMA()를 통해 이주 시킨다. migrationMA() 메서드는 이동에이전트 이주 메서드로 인자로 받는 nextNodeNum 노드로 이동에이전트를 이주시킨다. 이동에이전트가 이주하고 나면 노드는 다시 대기상태로 전환된다.

### 3. 사용자의 센서데이터 서버 연동 및 데이터 처리

다음 그림 5는 구현된 제어시스템 프로토타입의 전체적 연동 과정을 보인다.

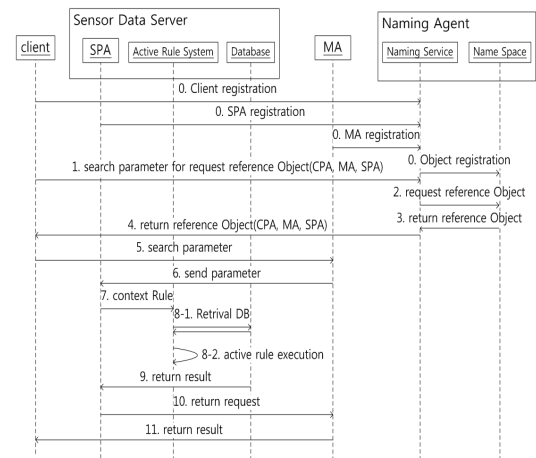


그림 5. 사용자 측과 센서데이터 서버 간의 연동  
 Fig. 5. Inter-connection Sensor Data Server with Users

사용자와 센서데이터 서버 간의 연동은 사용자의 요구에 적합한 서버를 네이밍 서비스를 통하여 검색한 후 이동에이전트를 통해 센서데이터 서버 내부의 서버 푸시 에이전트에 해당 요구사항을 보낸다. 능동규칙 시스템에 전달된 요구사항은 처리(센서데이터를 능동규칙 시스템의 이벤트로 분석, 검토 및 수행 등의 과정을 통해 관리자의 제한적인 제어능력을 능동적으로 처리하여 수행 결과를 얻음) 과정을 거친 후, 이에 따른 결과를 다시 이동에이전트를 통해 사용자에게 보내진다.

센서데이터 서버에서의 센서데이터 처리는 본장의 1절과 2절에서 설명된 것처럼 센서로부터 수집되는 데이터는 능동규칙 시스템의 Event Detector를 통해 이벤트 검출 및 상황에 따른 분류를 확인하고, Rule Base에 기록된 규칙에 따라 Rule Manager의 지시를 따른다. 조건평가기에 의한 조건 충족 여부에 따라 조건에 만족할 경우 네트워크 및 상태를 체크한 후 Action Executor에 의해 Device Controller 작동 또는 Database에 저장 등의 주어진 조치를 실행한다<sup>[3,10]</sup>. 다음 그림 6은 센서데이터 서버에서의 능동규칙을 적용한 센서데이터 처리 과정을 보인 것으로, 그림 5의 Active Rule System의 역할과 기능을 구체화한 것이다.

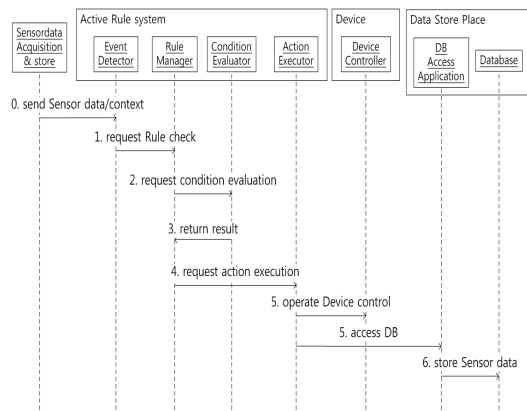


그림 6. 센서데이터 서버에서의 센서데이터 처리  
Fig. 6. Sensor Data Processing in Sensor Data Server

이동에이전트 미들웨어의 실험은 실제 센서노드인 Hmote2420(MCU: MSP430F1611, RF Chip: CC2420) 모델을 사용한다. 통신 주파수 대역은 2405MHz, OS는 TinyOS-2.x를 사용하고 윈도우 상에서의 개발을 위해 Cygwin 툴을 사용한다.

## VI. 결론

본 논문은 사용자의 감성을 해치지 않는 범위 내에서 조도를 조절함으로써 절전을 유도하고자 하는 연구의 일부로써, 사용자 감성마진 하한 설정을 위한 기존 연구의 결과를 사용하여 절전 제어용 능동규칙을 설계하고, 이들 능동규칙을 이동에이전트에 탑재하여 센서네트워크 환경에서 실행함으로써 분산형 자동제어를 통한 전력 절감을 유도하기 위한 연구이다. 감성마진 적용 능동규칙을 탑재한 이동에이전트를 이용한 분산형 절전제어 시스템을 구축하기 위하여, 이동에이전트 미들웨어 플랫폼을 구현하고 그를 기반으로 분산형 제어 프레임워크를 제안하였다. 제안한 분산 제어방식은 개별 장치에 센서모듈들을 배치하고 Zigbee 통신을 이용한 센서네트워크 제어모듈을 통해 개체를 분산 제어함으로써 효율적인 모니터링 및 제어시스템의 설계 및 응용이 가능하다.

또한, 센서노드 Hmote2420와 X-Hyper 320WN 센서 게이트웨이를 이용하고, TinyOS 기반으로 절전제어시스템 프로토타입 설계 및 구현하여 이동에이전트 이주 및 탑재 규칙 실행과정과 센서데이터 서버의 사용자 연동 및 데이터 처리과정을 보임으로써, 센서 네트워크 환경에서의 이동에이전트를 이용한 분산형 제어시스템의 응용 가능성 및 효율성을 보였다.

제안 시스템은 향후 보다 실질적 사용자 감성마진 기반 절전제어 및 다양한 응용에 적합한 능동규칙들의 설계, 실행 및 관리기법들과의 연계를 통하여 보다 효율적인 분산형 제어 기술 확보에 기여할 수 있다.

## References

[1] <http://cafe.naver.com/me119/45>, 2013.  
 [2] J. E. Lee, A. S. Choi, "A Study of Luminous Environment for Standard Illuminance in Residential Areas," Journal of KIIEE, Vol. 19, No. 3, pp. 1-9, 2005.  
 [3] C. Zhang, M. Li, Q. Pan, "An ECA Rules Based Middleware Architecture for Wireless Sensor Networks," Proc. of Sixth International Conference on PDCAT, pp. 76-79, 2005.  
 [4] Konstantopoulos C., "Effective Determination of

Mobile Agent Itineraries for Data Aggregation on Sensor Networks," IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 22, pp. 1679-1693, 2010.

- [5] J. G. Hwang, C. S. Pyo, "Trends on the Development of USN Middleware Technology," Journal of KIEES, Vol. 19, No. 6, pp. 51-59, 2008.
- [6] Heimfarth T., "Experimental Analysis of a Wireless Sensor Network Setup Strategy Provided by an Agent-oriented Middleware," 2010 24th IEEE International Conference on Advanced Information Networking and Applications(AINA), pp. 820-826, 2010.
- [7] Y. S. Lee, M. S. Jang, "Design and Implementation of the Active Multi-Agent Middleware for the Sensor Network Application," Journal of KIPS(A), Vol. 18-A, No. 4, pp.159-164, 2011.
- [8] W. Chung, N. Kang, "A Component-Based Framework for Structural Embedding of Mobile Agent System," The Journal of The Institute of Internet Broadcasting, and Communication, Vol. 12, No. 6, pp. 33-42, 2012.
- [9] Y. S. Lee, "Backward Migration of an Active Rule Mobile Agent on the Sensor Network," Journal of KIICE, Vol. 17, No. 2, pp. 488-494, 2013.
- [10] Y. S. Lee, M. S. Jang, S.K. Kang, "Active Rule System Based on User's Emotional Margin for Power Saving Control," The Journal of The Institute of Internet Broadcasting, and Communication, Vol. 14, No. 3, pp. 119-124, 2014.

## 저자 소개

### 이 연 식(정회원)



- 1982년 : 전남대학교 전자계산학과
- 1984년 : 전남대학교 대학원 전자계산학과(이학석사)
- 1994년 : 전북대학교 대학원 전산응용공학전공(공학박사)
- 1986년 ~ 현재 : 군산대학교 컴퓨터 정보공학과 교수

<주관심분야 : 객체지향 시스템, 능동규칙 시스템, 센서네트 워크 에이전트 미들웨어, USN 응용>

### 장 민 석(정회원)



- 1989년 : 연세대학교 전자공학과
- 1991년 : 연세대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
- 1997년 : 연세대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
- 1997년 ~ 현재 : 군산대학교 컴퓨터 정보공학과 교수

<주관심분야 : 웹기반 기술/응용, USN 응용>

본 논문은 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 기초연구사업(13A13907331)과 중소기업청에서 지원하는 2013년도 산학연협력 기술개발사업(No. C0143023)의 지원을 받아 수행된 것임