# 이동에이전트 기반의 수요반응 서비스를 위한 분산제어 프레임워크

백승현<sup>o</sup>, 장민석<sup>\*</sup>, 이연식<sup>\*</sup>

<sup>o</sup>군산대학교 컴퓨터정보통신공학부,

<sup>\*</sup>군산대학교 컴퓨터정보통신공학부
e-mail: {bluems, yslee, majang}@kunsan.ac.kr<sup>o\*</sup>

# Distributed Control Framework for Demand-Response Service based on Mobile Agent

Seunghyun Baek<sup>o</sup>, Minseok Jang\*, Yonsik Lee\*

• 요 약 •

현재의 센서네트워크 환경은 자원사용의 효율화를 위한 제어시스템의 지원이 필수적으로 요구된다. 본 논문은 이동에이전트 기반의 데이터 획득기능, Zigbee 기반 데이터 통신기능, 연산 및 능동규칙 처리기능 등을 지원하는 분산제어 프레임워크를 제안함으로써, 센서네트워크 환경에서 무선방식의 분산된 장치들의 자율제어를 통한 효율적 분산제어시스템 구축에 적용하도록 한다. 제안 프레임워크는 환경 변화, 사용자의 행동 변화 및 이상 패턴 탐지 등에 따른 최적 제어를 기반으로 하는 스마트 전력서비스 개발과 수요자의 요구에 자율적 지능적으로 반응하는 수요반응 서비스 개발에 적용이 가능하다.

키워드: 수요반응 서비스(Demand-response service), 이동에이전트(Mobile agent), 분산제어(Distributed control)

### I. Introduction

본 논문은 센서네트워크 환경에서 자원사용의 효율화를 위하여, 이동에이전트 기반의 환경 데이터 원격 센싱, Zigbee 기반 데이터 전송과 서버에서의 데이터 분석을 통한 능동규칙 적용과 능동규칙 탑재 이동에이전트의 기능을 이용한 분산제어 프레임워크를 제안한다. 제안하는 분산제어 프레임워크의 주요구성 요소는 능동규칙시스템과 이동에이전트 기반의 센서네트워크 미들웨어시스템이며, 선별적데이터 수집기능, 단말노드 및 서버에서의 연산 및 규칙 처리기능과데이터 통신기능을 지원한다. 이러한 센서네트워크 환경에서의 분산제어 프레임워크의 기능과 역할을 기반으로, 향후 수요자(사용자)의요구와 환경에 적합한 제어시스템 프로토타입의 구현, 적용 및 평기를통하여 지능형 수요반응 서비스 개발에 적용하고자 한다.

## II. Key Application Techniques

#### 1. Mobile Agent Middleware Platform

이동에이전트는 Java RMI를 기반으로 통신 모듈, 객체정보 모듈, 라우팅 모듈, 명령제어 모듈로 구성되며, 이주를 위한 정보들과 능동규 칙 실행을 위한 파라미터들을 보유한다. 이동에이전트는 순차 및 강제적 순서에 의하여 분산된 노드들로 이주하면서 데이터 획득과 탑재한 능동규칙을 실행한다<sup>[1,3]</sup>. 이동에이전트 미들웨어 플랫폼은 이러한 이동에이전트의 데이터 수집기능, 데이터 주도 통신기능, 사건 기반의 능동적 데이터 처리기능을 지원하며<sup>(4)</sup>, 구조는 다음 Fig. 1과 같다.

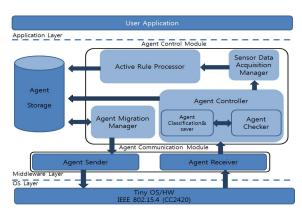


Fig. 1. Mobile Agent Middleware Platform

<sup>&</sup>lt;sup>o</sup>Department of Computer & Information Engineering, Kunsan National University,

<sup>\*</sup>Department of Computer & Information Engineering, Kunsan National University

#### 한국컴퓨터정보학회 하계학술대회 논문집 제28권 제2호 (2020. 7)

#### 2. Active Rules for Control

능동규칙은 'Event'가 발생하면 'Condition'을 평가해서 만족할 경우 주어진 'Action'을 실행 ECA 규칙이다<sup>12</sup>. 적용 예로, 센서 데이터 획득(E) 후 주어진 임계값을 적용(C)하여 강제적 제어(A)를 실행함으로써 자원 활용의 효율성을 유도하는 규칙이다. 다음은 본 논문을 기반으로 구현하고자 하는 사용자 감성마진을 이용한 절전 유도용 능동규칙의 예이다.

'감성마진 적용 능동규칙'은 이동에이전트에 의해 수집된 조도 데이터와 사용자의 감성마진을 비교하여, 조건을 만족하면 해당노드에 연동된 조명장치의 조광 조절 후 정해진 노드로 이주하여 해당노드의 조명장치를 점등시키는 규칙이다. 이와 같은 능동규칙은 이동에이 전트가 수집한 데이터를 서버로 송신하고, 서버의 제어모듈을 통한해당 규칙 수행 및 이동에이전트의 탑재 능동규칙 수행방식으로 분산 제어지능을 지원한다<sup>3,5]</sup>. 서버 내의 능동규칙시스템은 RMI통신으로 이동에이전트 미들웨어와 연동되며, 수집된 데이터 및 시간과 같은 상황정보에 의하여 트리거되어 주어진 자율적 제어기능을 실행한다.

## III. Proposed Distributed Control Framework

물리적으로 분산된 모듈들로 구성된 센서네트워크시스템의 중앙 집중방식 제어의 비효율성을 극복하기 위하여, 본 논문에서 제안하는 이동에이전트 기반 센서네트워크 미들웨어 환경에서의 분산제어 프레임워크 제안은 매우 효과적인 방식이다<sup>[14]</sup>. 이는 중앙 서비와 물리적으로 분산되어 다수의 센서 및 제어모듈을 관장하는 싱크노드들로 구성되며, 싱크노드는 센서모듈들로 부터 획득한 데이터와 이동에이 전트에 탑재된 능동규칙을 이용하여 무선방식으로 제어모듈을 제어한다<sup>45]</sup>. 이동에이전트는 서비와 싱크 및 단말 센서노드들 사이를 이주하면서 데이터와 규칙의 전달 및 규칙실행을 유도함으로써, 서비의부하 감소 역할을 수행한다<sup>[3]</sup>. 본 논문에서 제안하는 이동에이전트 기반 센서네트워크 환경에서의 분산제어 프레임워크는 다음 Fig. 2와 같다.

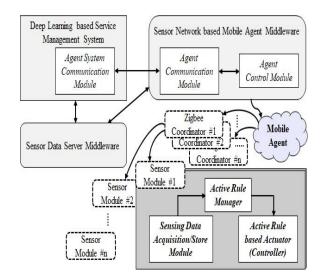


Fig. 2. The distributed control framework in mobile agent based sensor network environment

Mobile Agent Middleware는 RMI 통신 인터페이스와 객체 참조 자를 이용하여 이동에이전트를 이주시킨다. 이주과정에서 이동에이전 트는 RMI 통신으로 데이터 전달 및 능동규칙을 실행한다. Active Rule Manager는 이동에이전트로 부터 받은 능동규칙을 저장하고, 규칙의 활성화, 의미 관리 및 실행을 담당한다. Sensing Data Acquisition/Store Module은 데이터 수집과 저장을 담당하며, 이를 Active Rule Manager에게 전달하여 해당규칙에 따라 Device Actuator가 장치를 제어하도록 한다.

이와 같은 분산제어 프레임워크는 무선방식의 분산 장치들을 효율적으로 제어하기 위하여, 센서모듈을 각 장치들에 연동시켜 Zigbee 통신을 통한 장치 개체들을 제어함으로써 분산제어시스템 구축에 효과적으로 응용이 가능하다.

#### IV Conclusions

객체 감지 및 감응 센서들을 이용한 센서네트워크 환경은 자원사용의 효율화를 위한 제어시스템의 지원이 필수적으로 요구된다. 본 논문은 이를 위하여, 이동에이전트 기반의 데이터 획득가능, Zigbee 기반 데이터 통신기능, 연산 및 능동규칙 처리기능 등을 지원하는 분산제어 프레임워크를 제안하였다. 제안된 분산제어 프레임워크는 센서네트워크 환경에서 무선방식의 분산된 장치들의 자율제어를 통한 효율적 분산제어시스템 구축에 응용이 가능하며, 현재 전력분야의 주요 관심사인 환경이나 사용자의 행동 변화 및 이상 패턴 탐지등에 따른 최적 제어를 기반으로 하는 스마트 전력서비스 개발에 적용이 가능하다. 또한, 향후 제안 프레임워크를 기반으로 수요자의요구 및 주어진 환경에 적합한 제어시스템 프로토타입을 구현하고, 적용 및 평가를 통하여 자율적 지능형 수요반응 서비스 개발에 적용이 가능하다.

## **ACKNOWLEDGEMENT**

This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education (2018R1D1A1B07051045) and Start-up Growth Technology Development Program funded by the Ministry of SMEs and Startups (S277169)

## **REFERENCES**

- [1] M. Kim, et al., "Universal Interface for IoT Platform," Journal of KIPS, 7(1), pp.19-24, 2018.
- [2] H. O. Song, "IoT Automatic Management System based on Situational Task Control," Ph.D. thesis of Paijae University, 2017.
- [3] Y. Lee, "Lightweight and Migration Optimization Algori thms for Reliability Assurance of Migration of the Mobile Agent," Journal of The KSCI, 25(5), pp.91-98, 2020.
- [4] Y. Lee, Y. Mun, "Design and Implementation of Data Pr ocessing Middleware and Management System for IoT based Services," Journal of The KSCI, 24(2), pp.95-101, 2019.
- [5] B. Park, "Development of Integrated Photovoltaic Monito ring System Using ZigBee Communication," Journal of KIIEE, 31(7), pp.56-62, 2017.