

센서네트워크 상에서 이동에이전트의 방향성 이주

이연식* · 장민석*

*군산대학교

Directional Migration of a Mobile Agent on the Sensor Network Environment

Yon-sik Lee* · Min-seok Jang*

*Kunsan National University

E-mail : yslee@kunsan.ac.kr

요 약

이동에이전트의 노드 이주 방법은 분산 시스템의 전체 성능에 큰 영향을 줄 수 있는 요소가 되므로, 센서네트워크 관련 다양한 메타데이터를 이용한 이동에이전트의 센서 네트워크 내에서의 효율적 이주를 위한 방법이 요구된다 따라서 본 논문에서는 센서네트워크 관련 정보가 저장되는 메타데이터의 정보들을 이용한 네이밍 기법을 적용하여 능동규칙 이동에이전트의 방향성 이주 방법들을 제안한다. 본 연구의 실험 결과는 센서네트워크 환경에서의 이동에이전트 미들웨어의 유효성과 효율적인 센서네트워크 응용환경 구축 가능성을 제시한다

ABSTRACT

Since a migration method of the mobile agent is a factor that affects the overall performance of the entire distributed system, it is necessary to find efficient migration methods of the mobile agent within the sensor network using the various metadata related on the sensor network. Accordingly, this paper proposes the directional(forward and backward) migration methods of an active rule mobile agent applying the naming method that used the information of the meta_table. The results of the various experiments in this study present the efficacy of mobile agent middleware system and the possibility of constructing efficient sensor network application environment.

키워드

센서네트워크, 메타데이터, 이동에이전트, 방향성 이주

I. 서론

센서 네트워크 관련 응용 개발은 운영체제나 센서노드의 저수준의 기능을 이용하여 특정 응용에 의존적으로 이루어지고 있는 실정이므로 사용자의 요구에 따라 동적으로 적용 가능한 유연한 구조의 센서 네트워크 미들웨어에 관한 연구들이 필요하다[1,2,3]. 본 논문에서는 이러한 미들웨어의 주요 특징들을 수용하기 위하여 원격에서 이동에이전트를 이용하여 자동으로 센서

노드들이 동작할 수 있도록 할 뿐만 아니라 제한된 자원을 조절하고 데이터가 통신의 주체가 되는 센서네트워크 미들웨어를 능동적 데이터 처리 방식으로 설계 및 구현한다 이를 위하여, 센서 네트워크 미들웨어 상의 서버 싱크 및 센서노드들의 메타데이터를 가지고 있는 메타데이터를 설계하고, 센서 네트워크 환경에서 발생 가능한 다양한 능동적 처리를 위한 이동에이전트의 능동규칙 탑재 및 방향성 이주 방법을 구현한다. 또한, 이를 실험을 통하여 보임으로써 구

현 시스템의 응용 가능성을 제시한다

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 능동 규칙 이동에이전트 미들웨어시스템의 개요와 네이밍 서비스를 설명하고 3장과 4장에서는 이동에이전트의 방향성 이주 방법들과 이동에 대한 실험 내용 및 결과를 제시하고 결론을 맺는다. (가)

II. 능동규칙 이동에이전트 미들웨어 시스템

능동규칙 이동에이전트 미들웨어는 원격에서 이동에이전트를 이용하여 사용자의 개입 없이 자동으로 센서노드들이 동작 할 수 있도록 할 뿐만 아니라, 제한된 자원의 활용을 조절하여 사용할 수 있는 알고리즘과 능동규칙을 적용하여 센서데이터에 따른 능동적인 작업을 수행할 수 있는 시스템이다[6,7].

능동규칙 시스템과의 연동을 위하여 센서데이터 서버에 RMI통신을 위한 푸시 에이전트를 탑재하였으며, 각 센서 네트워크 구성요소(서버, 싱크 및 센서노드 등)의 위치, 명칭 및 속성 정보는 네이밍 에이전트의 네임 스페이스에 저장된다. 사용자와 관리자는 요구사항에 적합한 서버 관련 정보를 네임 스페이스의 메타데이터를 통하여 검색하고, 이동에이전트를 통해 특정 명령의 전달 및 규칙을 실행할 수 있도록 하는 등의 센서 네트워크 미들웨어 기능을 수행한다[4,9].

네이밍 서비스 기능 제공을 위하여 센서데이터 서버를 포함한 싱크 및 센서노드의 식별을 위하여, 본 논문에서는 인터넷망과 USN망으로 된 2계층의 주소체계를 센서 네트워크상의 싱크 및 센서노드까지 검색이 가능하고 또한 노드의 수에 따라 확장이 가능한 형태의 메타데이터블(그림 1)을 설계하여 사용한다[10].

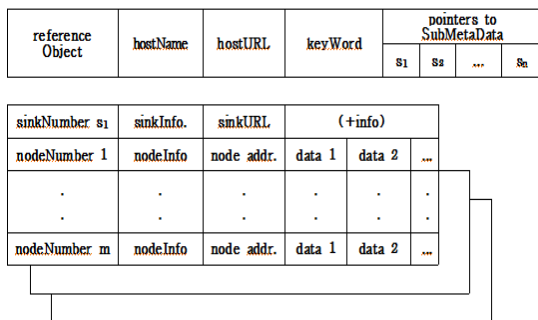


그림 1. 센서 네트워크 응용을 위한 메타데이터블

그림 1의 윗부분은 센서데이터 서버 관련 정보를 나타내는 MetaData이며, 아랫부분은 해당 서버에 관련된 싱크 및 센서노드 관련 정보를 나타내는 SubMetaData 테이블이다.

이동에이전트는 이주 대상 목록인 서버리스트를 가지고 센서노드들 사이를 이주하며 센서데이터를 획득, 수집 및 전송하며, 탑재한 능동규

칙을 수행할 수 있도록 구성한다[5].

III. 이동에이전트 방향성 이주

3.1 이동에이전트의 정 방향 이주

정 방향 이주 방식의 이동에이전트는 Agent Migration Manager가 Mig_List에서 Dest_Node를 선택하여 Agent Communication Module에 있는 Agent Sender를 통해 이주한다. 이동에이전트의 이주는 라디오 통신을 사용하며 TinyOS의 mobileAgent_t 구조체인 이동에이전트를 액티브 메시지 구조체인 message_t를 통해 수행된다[3,10].

3.2 이동에이전트의 역 방향 이주

이동에이전트의 역 방향 이주는 각 센서노드에서 센싱된 값이 THRESHOLD보다 적을 경우에만 싱크노드에 데이터를 전송하고 그 후 센서데이터 값에 따라 센서데이터 서버나 싱크노드에서 응용에 적합하도록 사용자에게 의해서 설정(동적 생성 가능 또는 규칙베이스와 연동 가능)된 이주를 위한 서버리스트를 이용하여 이주된 뒤 정의된 능동규칙을 실행한다. 역 방향 이주방식의 이동에이전트 이주는 정 방향 이주[10]와 마찬가지로 라디오 통신과 TinyOS의 액티브 메시지 구조를 통해 이루어진다

IV. 실험 및 결과

4.1 이동에이전트의 방향성 이주 실험 환경

제시된 이동에이전트 미들웨어의 실험은 실제 센서노드인 Hmote2420 모델을 사용하였다. OS는 TinyOS-2.x를 사용하고 개발을 위해 Cygwin 툴을 사용하였다. 실험 센서데이터는 온도 데이터이며 싱크노드를 포함하여 총 8개의 노드를 사용한다. 이동에이전트의 이주와 데이터 전송 여부는 각 센서노드에 부착된 Led 전구의 on/off 상태로 확인한다. 센서노드의 센서데이터(온도(°C)) 값들은 표1과 같이 센서별로 고정시킨 상태로 실험한다.

표 1. 실험에 사용된 센서데이터의 값

	sn1	sn2	sn3	sn4	sn5	sn6	sn7
온도(°C)	26	20	25	25	23	23	20

정 방향 이주실험은 이동에이전트가 센서노드로 이주를 완료한 후 센서데이터를 획득하면 온도 데이터의 중복을 제거하는 능동규칙의 실행 여부를 판단하는 과정으로 이루어진다. 중복 처리 규칙은 직전에 방문한 노드와의 데이터 차이가 THRESHOLD(4°C)보다 클 경우에만 싱크노드로 전송하는 것이며 최대 미전송 횟수(Nosending Count)가 3번을 초과할 경

우에는 무조건 전송하도록 하여 실험한다

역 방향 이주 실험은 일정 주기로 7개의 센서 노드에서 획득한 센서데이터를 조건에 따라 싱크노드로 전송하면 싱크노드에서는 수신된 정보(센서노드 번호, 센서데이터)에 따라 사용자의 의해서 설정(동적 생성 가능 또는 규칙베이스와 연동 가능)된 이주를 위한 서버리스트를 이용하여 싱크노드에서 능동규칙을 탑재한 이동에이전트를 역 방향으로 이주시켜 해당 규칙을 수행하는 결과를 보이도록 한다.

4.2 실험 결과

4.2.1 정 방향 이주

정 방향 이주 실험에서 중복 데이터 제거를 위한 온도의 THRESHOLD 값은 4℃로 설정하였다. 다음 그림 2는 현재 이동에이전트가 모든 센서노드를 두 번씩 방문한 후 1번 노드에 도착한 상태이며, 그 때까지의 데이터 전송 결과는 표 1에 따라 1, 2, 3번의 데이터를 전송하고 미 전송 횟수가 3보다 큰 7번 노드의 값을 전송하였음을 보인다.

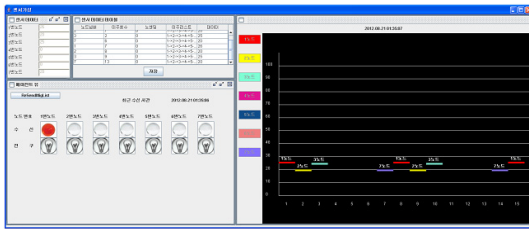


그림 2. 능동규칙(중복 데이터 처리) 이동에이전트의 정 방향 이주 실험 결과

4.2.2 역 방향 이주

역 방향 이주 실험에서 온도의 THRESHOLD는 25℃로 설정하였으며, 임의의 센서노드에서의 온도가 THRESHOLD 보다 클 경우 역 방향으로 이주하도록 하기 위함이다 싱크노드에서 역 방향으로 이주하는 이동에이전트는 서버리스트 테이블의 해당 노드의 서버리스트를 따라 순회하면서 탑재된 능동규칙(해당 노드의 전등을 on)을 실행한다. 서버리스트 테이블은 메타데이터 정보와 서버리스트 테이블 생성 조건을 적용하여 생성되고 실험 결과 창에 표시되며 사용자의 의해 응용에 적합하게 구성할 수 있다 본 논문에서 실험을 위하여 생성된 서버리스트 테이블은 다음 표 2와 같다.

표 2. 생성된 서버리스트 테이블

서버리스트 테이블	
Sensor node #	Migration List
1	7 -> 1 -> 2
2	2 -> 3 -> 1
3	3 -> 4
4	3 -> 5 -> 6
5	5
6	6 -> 1 -> 5
7	7 -> 2

본 실험의 결과인 다음 그림 3은 센서노드 1번에서 임계값 보다 큰 데이터가 센싱되었기에 싱크노드로 그 값이 전달되고 서버리스트 '7 -> 1 -> 2'가 생성됨을 나타내고, 그에 해당하는 노드들로 이동에이전트가 역 방향 이주하여 탑재된 규칙을 실행함을 보인다.

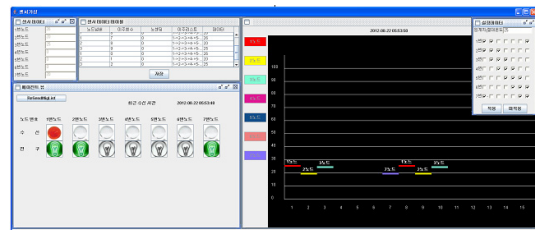


그림 3. 센서노드 1번의 온도 값에 따른 역 방향 이주 후 규칙 실행 결과

V. 결론

본 논문에서는 센서 네트워크 환경에서 센서 데이터 서버, 싱크 및 센서노드의 위치정보와 다양한 특성 등을 포함하는 메타데이터를 적용하여, 능동규칙을 탑재한 이동에이전트의 다양한 방향성 이주 방법들을 제안하였다 이동에이전트의 이주 방식은 이주 대상들을 포함하는 서버리스트를 생성하여, 그에 따라 차례로 이주하는 정 방향 이주와 센싱된 데이터 값에 따라 새로운 서버리스트를 생성하여 이주하는 역 방향 이주로 구분하여 구현하였다. 이와 같이 이동에이전트가 다양한 방향으로 이주하면서 능동규칙을 실행함을 실험을 통하여 보임으로써 센서데이터를 모두 싱크노드로 전송하는 과정에서 발생하는 노드의 수명 단축, 데이터 과부하 및 대역폭 오버헤드 등의 문제를 해결할 수 있는 가능성과 센서 네트워크상에서의 능동규칙을 탑재한 이동에이전트 미들웨어의 유효성을 제시하였다

사사글

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단(No. 2009-0074891)의 지원과 중소기업청에서 지원하는 2012년도 산학연공동기술개발사업(No. C0028654)의 지원으로 수행한 연구임.

참고문헌

- [1] Konstantopoulos C. et al., "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.
- [2] 최신일, 문석재, 엄영현, 국윤규, 정계동, 최영근, "분산 센서 네트워크에서 모바일 에이전트를 이용한 효율적인 데이터 수집" 한국정보과학회 가을학술발표논문집 제 33권, 제 2호(B), pp. 138-142, 2006.
- [3] 이연식, 장민석, "센서 네트워크 응용을 위한 능동적 다중 에이전트 미들웨어 설계 및 구현, 한국정보처리학회논문지(A), 제 18-A권, 제 4호, pp. 159-164, 2011
- [4] 이정수, 최영춘, 이연식, "센서 네트워크 응용을 위한 네이밍 에이전트 설계" 정보통신분야학회 합동학술대회논문집, pp. 147-150. 2009.
- [5] 이연식, 이정수, "센서데이터 획득을 위한 이동에이전트 설계," 정보처리학회 춘계학술발표대회논문집, 제 17권, 제 1호, pp. 1070-1073, 2010.
- [6] 김대영, 성종우, 송형주, 김수현, "센서 네트워크 미들웨어 기술" 전자공학회지, 제 32권, 제 7호, pp.800-814, 2005.
- [7] Jong-Wan Yoon et al., "Agent-based Sensor Network Middleware using Reputation Mechanism over Heterogeneous Network Environments," 2010 The 2nd International Conference on Computer and Automation Engineering (ICCAE), pp. 373-376, 2010.
- [8] Heimfarth T. et al., "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.
- [9] 정의현, "무선 센서 네트워크를 위한 속성 기반 네이밍 구조," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제 12권, 제 4호, pp. 95-102, 2007.
- [10] 이연식, 이준호, "메타데이터를 이용한 능동규칙 이동에이전트의 정 방향 이주" 한국정보통신학회 논문지, 제16권, 제7호, pp.1567-1574, 2012.7