

## 무선 센서 네트워크를 위한 속성 기반 네이밍 지원

서한배<sup>0\*</sup>, 정의현<sup>\*\*</sup>, 김용표<sup>\*\*\*</sup>, 박용진<sup>\*\*\*</sup>  
한양대학교 정보통신대학원 미디어통신공학전공\*  
안양대학교 디지털미디어공학과\*\*  
한양대학교 전자통신컴퓨터공학과\*\*\*

hibseo@gmail.com, ehjung@anyang.ac.kr, {ypkim, park}@hyuee.hanyang.ac.kr

### Attribute-based Naming Support for Wireless Sensor Network

Hanbae Seo<sup>0\*</sup>, Euihyun Jung<sup>\*\*</sup>, Yongpyo Kim<sup>\*\*\*</sup>, Yongjin Park<sup>\*\*\*</sup>  
Major in Media Communication Engineering, Graduate School of Information and  
Communications, Hanyang University\*  
Department of Digital Media, Anyang University\*\*  
Department of Electronic and Computer Engineering, Hanyang University\*\*\*

#### 요 약

센서 네트워크는 다수의 센서 노드들이 센싱된 데이터를 보고하는 형태의 네트워크로 기존 데이터 중심(Data-centric) 통신 모델은 오버헤드와 응답 속도의 저하와 관련된 문제점을 노출하고 있으며, 이를 해결하기 위한 방안으로 속성 기반 네이밍(Attribute-based naming)이 새로운 라우팅 구조로 주목받고 있다. 본 연구에서는 가상 대응체(Virtual Counterpart) 개념을 센서 네트워크에 적용하여 속성 기반 네이밍을 싱크 노드 내의 가상 센서 노드에서 처리해주는 구조를 제안하였다. 기존의 다른 속성 기반 네이밍 연구들과 달리 리얼 센서에 대응되는 가상 센서 노드를 싱크 노드에서 운용하고, 리얼 센서의 데이터를 주기적으로 업데이트한 후, 속성 기반 쿼리를 가상 센서 노드가 리얼 센서를 대행하여 처리하는 구조를 설계하였다. 이런 구조를 취함으로써 효율적인 응답 처리와 하부 네트워크에 비종속적인 속성 기반 네이밍이 가능하며, 쿼리의 확장성과 센서들의 결합을 통한 부가적인 기능을 제공할 수 있게 된다.

#### 1. 서 론

인간과 컴퓨터와 사물이 유기적으로 연계되어 다양하고 편리한 새로운 서비스를 제공해 주는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경을 구축하기 위해 외부환경의 감지와 제어 기능을 수행하는 무선 센서 네트워크(Wireless Sensor Network: 이하 WSN)기술이 최근 활발히 연구되고 있다. 그러나 일반적인 무선 네트워크와 달리 WSN는 한정된 자원을 가진 대규모의 센서 노드들이 협력해야 하기 때문에, 일반 데이터 통신에서처럼 개별 센서와 데이터를 주고받아 센싱 태스크를 처리하는 것은 바람직하지 않다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 WSN 연구에서는 에너지 효율적인 라우팅과 더불어 데이터 중심(Data-centric)의 라우팅에 대한 논의가 시작되고 있다.[1][2][3][4]

데이터 중심의 라우팅은 노드의 데이터를 얻어오는 것에 초점이 맞추어져 있는 기존 라우팅과 달리 센싱 태스크를 적합한 센서에 할당해주고, 그 센서들로부터 데이터를 수집하는 것에 초점이 맞추어져 있다. 이를 위해서는 무엇보다도 속성 기반 네이밍(Attribute-based naming)기능이[5] WSN에서 제공되어야 한다. 하지만 센서 네트워크의 특성을 고려하여 하부의 노드 기반 중심의 통신 구조와 효과적으로 연동하는 것이 쉽지 않기 때문에 현재 WSN를 고려한 속성 기반 네이밍 연구는 아직 초기 단계이다.

Directed diffusion[6]은 싱크의 질의 방송에 기반을 둔 속성 기반 네이밍 기법으로 질의 유포 및 처리에 적합한 특성을 가진다. 하지만 interest라는 질의가 네트워크 전체에 유포되어 WSN의 트래픽이 증가하게 되며 interest라는 질의에 확장성이

없다는 단점을 내포하고 있다. 그리고 마들웨어에서 메서드로 변환하여 하부 네트워크로 전송하는 구조를 갖는 SINA[7]는 저 전력 구조와 한정된 자원을 갖고 있는 각 센서 노드에 마들웨어를 설치해야 하는 문제점과 하부 네트워크가 속성 기반 네이밍에 맞추어 증속된다는 문제점을 갖고 있다.

본 연구에서는 이러한 여러 가지 문제점을 해결하기 위하여 속성 기반 네이밍을 싱크 노드 내의 가상 센서 노드에서 처리해주는 구조를 설계하고 구현하였다. 기존의 다른 속성 기반 네이밍 방식과 달리 리얼 센서에 대응되는 가상 센서 노드를 싱크 노드에서 운용하고, 리얼 센서의 데이터를 주기적으로 업데이트한 후, 속성 기반 쿼리를 가상 센서 노드가 리얼 센서를 대행하여 처리하는 구조를 제안한다. 이런 구조를 취함으로써 효율적인 응답 처리와 하부 네트워크에 비종속적인 속성 기반 네이밍이 가능하며, 쿼리의 확장성과 센서들의 결합을 통한 부가적인 기능을 제공할 수 있게 된다. 그리고 본 연구는 JSIM[8] 시뮬레이터 엔진 위에 가상 센서 노드들로 구성된 가상 WSN 프레임워크를 만들어 실제 WSN에서 운용 가능함을 보여주었다.

#### 2. 시스템 구조

##### 2.1 개요

본 논문에서 제안된 시스템은 가상 대응체(Virtual Counterpart) 개념[9]을 WSN에 적용하여 기존 WSN에 대응되는 가상적인 네트워크를 구축하였다. 이것을 이용하면 WSN의 외부에서는 실제계의 센서 대신에 가상 센서 노드를 통해 센싱 데이터를 확인할 수 있게 되고 실제 WSN에서

실행하기 어려운 복합 연산 (composite operation)이 가능해진다. 제안된 시스템에서는 그림 1 과 같이 실제 센서 노드는 가상 센서 노드로 개별적으로 대응되어 싱크 노드의 메모리 내에 위치하게 된다. 즉, 가상 센서 노드는 갱신된 센서 노드의 정보들을 대응하여 가지고 있고, 이것을 이용하여 속성 기반 네이밍이 가능해진다.

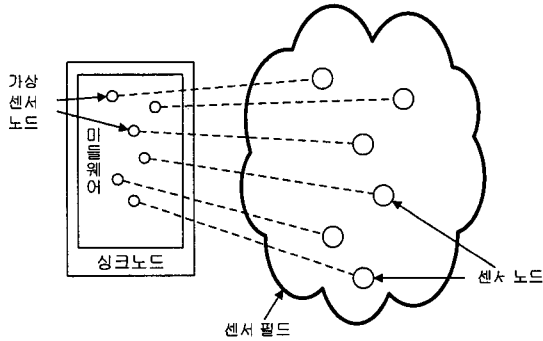


그림 1 WSN에서의 가상 센서 노드 적용

2.2 시스템 구조

본 논문에서 제안된 시스템은 그림 2와 같이 JSIM의 싱크 노드에 구축된 가상 센서 노드의 풀(pool) 형태를 갖는다.

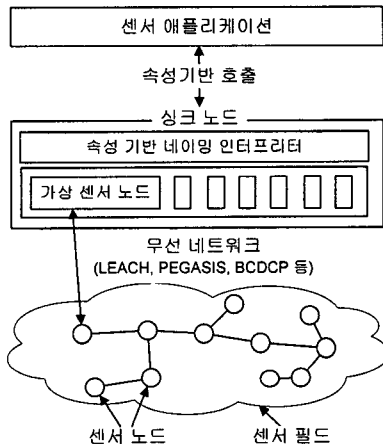


그림 2 시스템 구조도

2.2.1 싱크 노드 클래스

센서 노드에서 취합한 각종 정보를 기간망에 연결된 외부 센서 애플리케이션에 전달하는 역할을 하는 것이 싱크노드이다. 싱크 노드는 다른 센서들과 달리 기존 망에 연결되어 있으며, 센서 노드에 비해 자원이 풍부하다. 따라서 싱크 노드에 센서 노드들의 가상 센서 노드를 위치할 수 있게 된다. 본 논문에서는 JSIM에서 제공되는 싱크 노드 클래스를 수정하여 이러한 가상 센서 노드 Pool로서의 기능을 가지도록 하였다.

2.2.2 센서 노드 클래스

센서 노드 클래스는 실제로 네트워크 상에서 감지, 데이터 처리, 통신 능력을 이용하여 사물의 변화, 이상유무를 감지하여 싱크 노드로 보내는 노드이다. 이 센서 노드 클래스는 JSIM의 클래스를 수정하지 않고 사용하였다. 즉 기존의 WSN를 고려한 미들웨어와는 달리 실제 센서 노드에는 전혀 수정을 가하지 않았다. 이렇게 함으로써 한정된 자원을 사용하는 센서 노드들에

게 보다 높은 에너지 효율성을 제공해 줄 수 있으며 기존의 센서 노드들의 변경 없이 제안된 시스템 구축이 가능하다.

2.2.3 가상 센서 노드 클래스

가상 센서 노드는 싱크 노드 내에 위치하며 실시간으로 대처할 수 있도록 각각의 가상 센서 노드들은 스레드로 동작하며 응용에서 보내오는 쿼리를 분석할 수 있다. 즉, 쿼리를 분석하여 해당하는지 여부를 판단하고 해당할 때만 실제 센서 노드에게 데이터를 요청하는 구조를 갖고 있다.

가상 센서 노드는 실제 센서 노드로부터 일반적인 데이터를 받아서 "속성"으로 추상화된 데이터로 구성하여 저장하게 된다. 이 저장된 속성들은 향후 센서 애플리케이션이 원하는 속성 기반 호출에 대해서 속성 기반 네이밍이 가능하게 된다. "속성"은 "특성"과 "센싱 데이터"로 구분하였는데 "특성"은 센서 노드의 특성으로 노드의 위치정보를 나타내는 "위치"와 에너지관련 데이터를 정의하는 "에너지 량"이다. 그리고 "센싱 데이터"는 센서 노드가 센싱하는 데이터로써 "온도"와 "습도", 두 가지 센서로 정의 하였다.

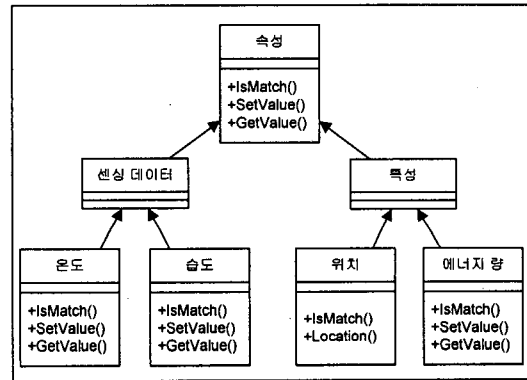


그림 3 데이터 추상화

2.2.4 속성 기반 네이밍 인터프리터

가상 센서 노드는 센서 노드의 최신의 데이터를 속성이라는 추상된 형태로 유지하는 역할을 담당하고 있다. 이에 비해서 센서 애플리케이션의 추상화된 속성 기반 호출은 특정 센서를 타겟으로 한 것이 아니기 때문에 가상 센서 노드에서 처리하기는 어렵다. 따라서 외부로부터의 속성 기반 호출을 대응되는 가상 센서 노드에 연결해주는 모듈이 필요한데, 이러한 기능을 제공하는 것이 속성 기반 네이밍 인터프리터이다. 속성 기반 네이밍 인터프리터는 응용에서 보내오는 다양한 쿼리를 가상 센서 노드에서 처리 가능하게 가공한다. 이 구조를 통하여 경직된 속성에 대해서 큰 확장성을 제공해주게 된다.

3. 속성 기반 네이밍 운용

기존의 연구된 속성 기반 주소[6][7]는 정형화된 구조로 설계되었다. 그래서 응용, 데이터, 노드의 속성등을 추가하거나 수정하기 위해서는 구조 전체를 바꿔야만 했다. 뿐만 아니라 쿼리에 대한 확장성도 제공하지 못하여 복잡한 쿼리의 경우 정형화된 쿼리 문맥에 맞추어 여러 번 보낼 수 밖에 없었다. 하지만 속성을 이용하여 데이터를 정의하고 아래와 같이 속성 기반 호출 문맥을 정의하면 확장성을 제공할 수 있다.

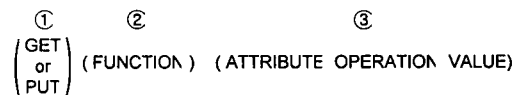


표 1과 같이 속성 기반 호출 문맥을 이용하면 센서 애플리케이션의 속성 기반 호출을 가상 센서 노드의 속성에 매핑시켜 다양한 속성 기반 호출에 대응될 수 있다. 예를 들어 "x:300, y:400 과 x:500, y:100좌표 안에 있는 노드들 중에 온도가 15도 이상이거나 습도가 60%이상인 노드들의 개수를 구하라." 라는 속성 기반 호출은 표 2 와 같이 간단히 만들 수 있다. 그리고 이 속성 기반 호출을 표 3과 같은 값을 갖는 센서 노드들에게 적용시키면 "센서 1"과 "센서 2"가 해당하여 결과(count)는 "2"가 된다.

표 1 속성 기반 호출 파라미터

	파라미터	의미
①	GET	데이터를 받아들일 때
	PUT	데이터를 보낼 때
②	FUNCTION	
	Average	속성에 대한 평균값
	Sum	속성에 대한 합계
	Min	속성에 대한 최소값
	Max	속성에 대한 최대값
	Count	속성을 가지고 있는 노드의 개수
	Choose	속성을 가지고 있는 노드 선택
Find	속성을 가지고 있는 노드의 리스트	
③	ATTRIBUTE	
	Location	위치
	Range	지역
	Temperature	온도
	Humidity	습도
	Battery	배터리 량
	OPERATION	
OpGT	>	
OpGE	>=	
OpLT	<	
OpLE	<=	
OpOr	or	
OpAnd	and	
OpEQ	=	
OpNE	!=	
OpIncluded	Range에 포함됨	
OpExcluded	Range에 포함되지 않음	
④	VALUE	
	Position	위치
	Area	관심 지역
	Scalar	값

표 2 속성 기반 호출

①	②	③
GET	Count	((LOCATION OpIncluded AREA (300, 400, 500, 100)) OpAnd (TEMP > 15) OpOr (HUMIDITY > 60))

표 3 각 센서 노드들의 속성

	위치(x, y)	습도(%)	온도(섭씨)
센서 노드 1	354, 458		32
센서 노드 2	430, 170		13
센서 노드 3	590, 326	59	
센서 노드 4	392, 277	84	

4. 결론

본 연구에서는 싱크노드의 미들웨어상에 센서 노드들과 1:1 대응하는 가상 센서 노드들을 구현함으로써 WSN에 속성 기반 네이밍 기술을 적용하였다. 이것은 기존의 여러 계층을 바인딩함으로써 가능했던 물리적인 통신망기반의 방식과 달리 WSN의 데이터 중심 라우팅과 저전력을 고려한 속성 기반 네이밍 기능을 제공하게 된다. 또한, 이 방식은 속성 기반 네이밍 뿐만 아니라 실시간을 요하는 여러가지 응용들을 적용할 수 있고 이종의 다양한 센서 노드들을 쉽게 관리/운영 할 수 있다. 그리고 센서 노드들의 변경 없이 기존 시스템 위에 새로운 구조의 센서 애플리케이션을 쉽게 구축할 수 있다. 향후 속성 기반 호출의 확장과 가상 센서 노드들 간의 결합 동작(composite operation)에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

5. 참고문헌

- [1] J. Heidemann, F. Silva, C. Intagonwiwat, R. Govindan, D. Estrin, and D. Ganesan, Building efficient wireless sensor networks with low level naming, In Proceedings of the Symposium on Operating Systems Principles, pp. 146-159, Banff, Alberta, Canada, October 2001
- [2] C. Intanagonwiwat, R. Govindan and D. Estrin, Directed diffusion: a scalable and robust communication paradigm for sensor networks, Proceedings of the 6th annual international conference on Mobile computing and networking (MobiCom' 02), pp. 56-67, 2000
- [3] B. Krishnamachari, D. Estrin and S. Wicker, Impact of Data Aggregation in Wireless Sensor Networks, Preceedings of the 22nd International Conference on Distributed Computing Systems Workshops (ICDCSW' 02), pp. 575-578, 2002.
- [4] S. Madden, M. J. Franklin and J.M. Hellerstein and W. Hong, TAG: a tiny aggregation service for ad-hoc sensor networks, to appear in OSDI 2002.
- [5] I. Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci, "A survey on sensor networks," IEEE Communications Magazine, Volume: 40 Issue: 8, pp.102-114, August 2002.
- [6] C. Intanagonwiwat, R. Govindan, D. Estrin, J. Heidemann, and F. Silva, " Directed diffusion for wireless sensor networking," IEEE Trans. Networking, vol. 11, no. 1, pp. 2-16, Feb. 2003.
- [7] Shen, C., Srisathapornphat, C., and Jaikaeo, C., "Sensor Information Networking Architecture and Applications," IEEE Personal Communications, pp. 52-59, August 2001
- [8] J-Sim. <http://www.j-sim.org/>.
- [9] Mohan Baruwai Chhetri, Seng Wai Loke, Shonali Krishnaswamy: Mobile Agents as Smart Virtual Counterparts. AINA (2) 2004: 270-273