

상황인지 기반 저전력 센싱 알고리즘 개발

서해문*, 박우철*, 김성중**

*전자부품연구원

**숭실대학교 컴퓨터학부

e-mail : haru8988@gmail.com

Context Aware based on Low Power Sensing Algorithm

Hae-Moon Seo*, Sung-Jung Kim*, Woo-Chool Park*

*Korea Electronic Technology Institute

**Dept. of Computer Science, Soong-Sil University

요 약

USN(Ubiquitous Sensor Network) 기반 융·복합 사업화 및 서비스를 실현 하는데 있어서 가장 큰 문제점 중에 하나가 센서부의 높은 전력소모 문제로서, 기존의 설비산업용 센서(온도, 압력, 유량, 레벨, 스트레인게이지 등)는 상전과 같은 방식의 전원 공급을 요구하므로 저전력 센싱(Low-Power Sensing) 시스템으로 개발하기에 어려움이 있기 때문에, USN 의 저전력화의 장점과 시너지효과를 발휘할 수 있는 USN 에 적합한 설비산업용 저전력 센싱 핵심기술에 대한 연구가 필요하다. 이를 해결하기 위한 방안으로, 센싱주기와 다양한 환경에 따른 상황 예측기법과 같은 센싱 방법의 소프트웨어적 효율화 기법 들을 제안하였으며, 이를 융합한 지능형 센싱 핵심기술을 개발하였다.

1. 서론

최근 활발히 논의되고 있는 유비쿼터스 센서 네트워크(USN: Ubiquitous Sensor Network)는 우리 주변의 물리적 현상을 감지하는 센서 장치에 네트워크 개념을 추가해서 감지한 정보를 네트워크와 얽어서, 실시간으로 관리, 제어하는 개념이다. 즉 우리 생활 공간의 필요로 하는 모든 사물에 센서를 부착하고 이를 통해 기본적인 사물의 인식 정보는 물론, 주변의 환경 정보(온도, 습도, 오염 정보, 균열정보 등)까지 탐지하여 이를 실시간으로 네트워크에 연결하고 관리함으로써 미래의 유비쿼터스 환경을 구축하려는 새로운 시도로 볼 수 있다.

이와 같은 유비쿼터스 센서 네트워크의 발전에 따라 다양한 기능의 센서를 이용한 무선 센서 네트워크의 구축이 가능하게 되었다. 무선 센서 네트워크는 현실 세계에서 발생하는 여러 이벤트를 감지하여 이를 네트워크를 통해 수집, 처리하는 방식에 기반하고 있다. 예를 들어 직접적인 접근이 어려운 전쟁터에서의 적국의 감시, 강수량, 지질 상태 등을 모니터링 하는 시스템, 교통 감시와 제어를 위한 지능형 교통 통제 시스템, 장기간의 환경 관찰을 통해 생태를 감시하는 시스템 등 미래의 유비쿼터스 환경에서 폭 넓게 사용될 것이다[1].

이러한 유비쿼터스 센서 네트워크(Ubiquitous Sensor Network)를 구성하여 유비쿼터스 환경을 구축하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 유비쿼터스 시대가 도래함에 따라, 센서의 사용이 증가하고 있다. 유비쿼터스 시대에 센서네트워크 구성은 필수적이다. 수많은 센

서를 이용한 정교한 센싱을 통해서 사용자들에게 더욱 편리한 환경을 제공해 줄 수 있다. 이러한 환경 때문에 점점 센서의 종류가 많아지고 사용량이 많아지면서 전력 소비가 많아지는 문제점이 발생하고 있다. 더 편리한 유비쿼터스 환경을 구성하기 위해서는 센서의 사용이 증가함이 필수적이다. 센서가 많아짐에 따라 많은 전력 소모라는 문제점이 생기게 된다.

본 논문에서는 기존의 설비산업용 센서부의 높은 전력소모 문제를 해결하기 위해서 저전력 센싱용 상황 예측 알고리즘을 이용하여 Smart Low Power Management 기술을 개발하였다. 다음 시스템에서는 자체 개발한 알고리즘을 적용시켜서 시스템을 구성하였다. 이를 이용하면 기존의 센서부의 높은 전력소모 문제를 해결할 수 있어 유비쿼터스 컴퓨팅 시대에 많은 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다.

2. 관련 연구

USN(Ubiquitous Sensor Network) 기반 융·복합 사업화 및 서비스를 실현 하는데 있어서 가장 큰 문제점 중에 하나가 센서부의 높은 전력소모 문제로서, 기존의 설비산업용 센서(온도, 압력, 유량, 레벨, 스트레인게이지 등)는 상전과 같은 방식의 전원 공급을 요구하므로 저전력 센싱(Low-Power Sensing) 시스템으로 개발하기에 어려움이 있기 때문에, USN 의 저전력화의 장점과 시너지 효과를 발휘할 수 있는 USN 에 적합한 설비산업용 저전력 센싱 핵심 기술에 대한 연구가 필요로 한다.

저전력 센싱의 구현은 다중센서용 저전력 신호처리 /프로세서 단일 SoC 와 같은 하드웨어적 저전력 기법과 센싱주기와 다양한 환경에 따른 상황 예측기법과 같은 센싱 방법의 소프트웨어적 효율화 기법 등이 있으며, 이를 융합한 지능형 센싱(Intelligent Sensing) 핵심기술의 개발이 절실히 요구된다.

지능형 센싱은 기존의 상전기반 센싱 시스템과 동일한 정확도를 가지면서도 배터리 기반의 저전력 운영기법과 저전력 무선 인터페이스(Low-Power Wireless Interface)에 관한 연구로 다양한 USN 기반 융·복합 연구에 기반이 되어진다.

3. 저전력 상황인지 알고리즘

센서네트워크 상에서 센서부의 높은 전력 소모의 문제점을 해결하기 위해서 저전력 센싱 알고리즘 방법을 제안한다.

저전력 동적 센싱은 센서값의 변화가 적을 때 센싱 빈도를 감소시켜 Device 가 활성화 상태로 깨어 있는 시간이 줄어들게 된다. 저전력 센싱 기능 동작은 (그림 1.)과 같다. 초기 빈도를 T, 센싱 횟수를 A 로 가정한다. Device 는 일정 개수의 센싱 데이터를 보관하며, 센싱할 때 마다 보관하는 데이터를 시간 순서로 갱신한다. 그리고 보관하는 데이터의 맨처음 값과 지금측정하는 값과의 차이를 비교하여 동작을 결정한다. T 의 빈도로 A 회 Sensing 한 동안 Threshold 이상의 변화가 없으면 Sensing 빈도와 주기 별 Sensing 횟수를 1/2 로 감소시킨다. 변화가 없을 때는 다시 빈도를 1/2 로 감소시키되 너무 빈도가 낮아져 감지가 늦어지는 것을 막기 위해 $(\frac{1}{2})^n$ 이하로 빈도를 감소시키지는 않는다. 반면 Sensing 값에 변화가 있을 때는 빠른 대응을 위해 즉시 빈도와 Sensing 횟수를 2 배 증가시키며, 최대 T 와 A 이상으로 증가시키지 않는다.

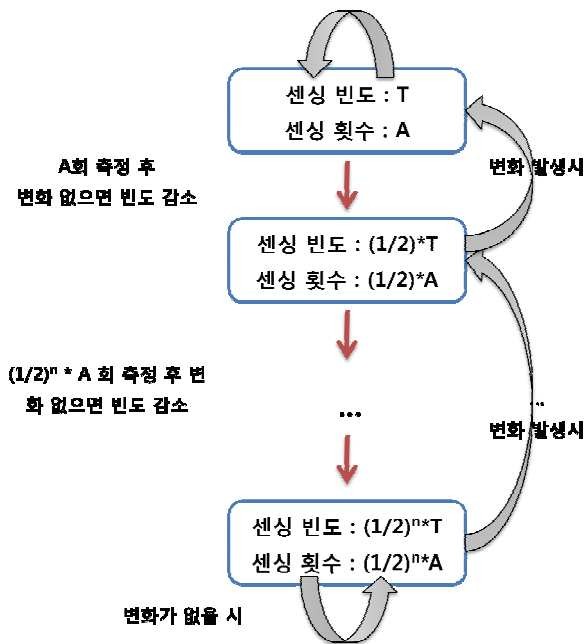


그림 1. Low Power Dynamic Sensing Period

다음 저전력 센싱을 위한 알고리즘으로 Low Power Adaptive Application Independent Data Aggregation 알고리즘을 제안한다. 어플리케이션과 독립적으로 노드가 별도의 버퍼(Queue 형태)를 가지고 어플리케이션이 데이터를 요청 시 보내주는 방식을 사용한다. 그래서 어플리케이션이 요청하는 양만큼 전송하기에 처리할 수 있는 데이터양만 받을 수 있다는 장점을 가진다. 데이터를 어플리케이션이 요청하는 만큼 버퍼가 비어 있는지 검사 후 버퍼를 채우고 일정 시간 후에 다시 버퍼를 비우고 요청하는 양만큼 채우는 방식이다

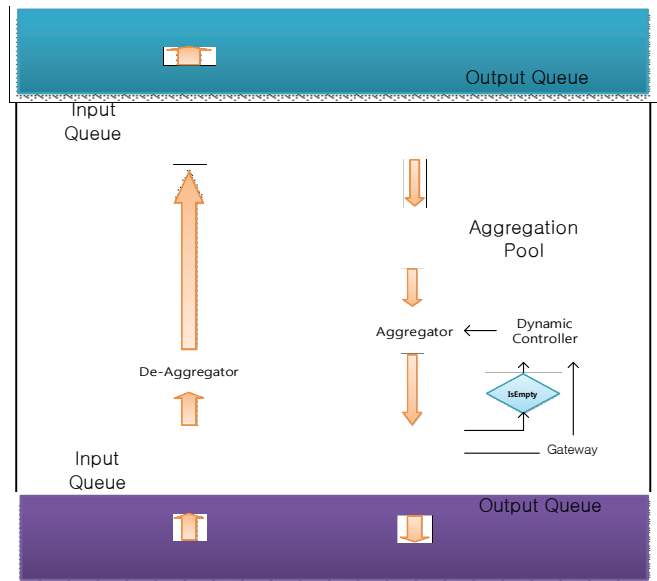


그림 2. Low Power Adaptive Application Independent Data Aggregation

4. Low Power Sensing Protocol

다음 저전력 센싱을 위한 방법으로 Low Power Sensing Protocol 을 제안한다. 이는 SNMP(Simple Network Management Protocol)를 센서와 미들웨어 간의 통신을 위해 적용하였다. SNMP 에는 4 가지 연산자가 있다. 예서 사용되는 연산자는 4 가지가 있다. GET, GET NEXT, SET, TRAP 등이 있다. GET 은 Manager 에서 Agent 로 특정 정보를 요청하기 위해서 사용한다. GET NEXT 는 기본적으로 GET 과 같은 일을 한다. 그러나 SNMP 에서 각 정보들은 계층적 구조로 관리된다. 계층 밑에 있는 모든 정보를 가져오고 싶을 때, 사용한다. SET 연산자는 Manager 에서 Agent 로 특정 값을 설정하기 위해서 사용한다. TRAP 연산자는 Agent 에서 통보해야 될 어떤 정보가 발생했을 때 Manager 에게 해당 상황을 알리기 위해서 사용한다. 위의 다른 요청들이 동기적 요청이라면 이것은 비동기적 사건을 알리기 위해서 사용되어진다. 이러한 연산자들은 센서와 미들웨어 간의 통신을 위해 적용되기에 적합하다. 왜냐하면 센서에서 미들웨어에게 데이터를 전달할 때 사용되는 통신

메커니즘은 3 가지 정도로 정리 할 수 있다.

- 폴링(Polling) : 감지된 센서 데이터를 미들웨어에서 무조건 받아 드리는 방식
- 통보(Notification) : 센서에서 이벤트가 발생되면 미들웨어에게 알려주는 방식
- 질의(Query) : 미들웨어 관점에서 필요한 데이터를 센서로부터 얻는 방식

이 중에서 폴링 메커니즘은 미들웨어는 센서에서 주기적으로 보내는 데이터를 받기 때문에 필요 없는 데이터를 받아야 한다. 이 때문에 센서는 데이터를 보낼 때 사용되는 에너지를 낭비하게 되고 미들웨어 또한 필요 없는 데이터를 받기 위하여 시간을 낭비하게 된다. 따라서 센서와 미들웨어 간의 통신 메커니즘으로 폴링을 제외한 통보와 질의 메커니즘이 적합하다.

이는 SNMP 의 연산자 중에서 Get 과 Trap 연산자가 적합하다. Get 연산자는 관리 시스템이 정보를 얻기 위하여 SNMP 에이전트가 탑재된 관리 대상 장비로 SNMP Request 메시지를 보낸다. 그럼 SNMP 에이전트는 SNMP Response 메시지와 함께 요구한 데이터를 보낸다. 또한 Trap 연산자는 긴급한 사건에 대하여 SNMP 에이전트가 관리 시스템으로 알림 정보를 보낸다.

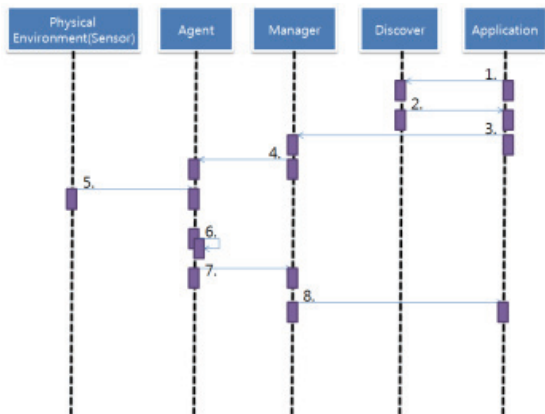


그림 3. Get 연산

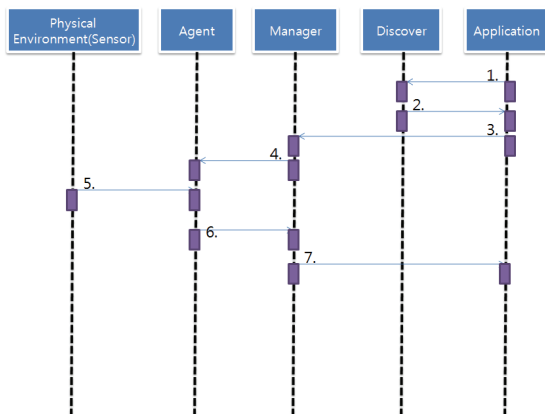


그림 4. Trap 연산

5. LPCAS(Low Power Context-Aware Service) 구조도

저전력 상황인지 서비스 제공을 위한 LPCAS(Low Power Context-Aware Service)를 제안한다.

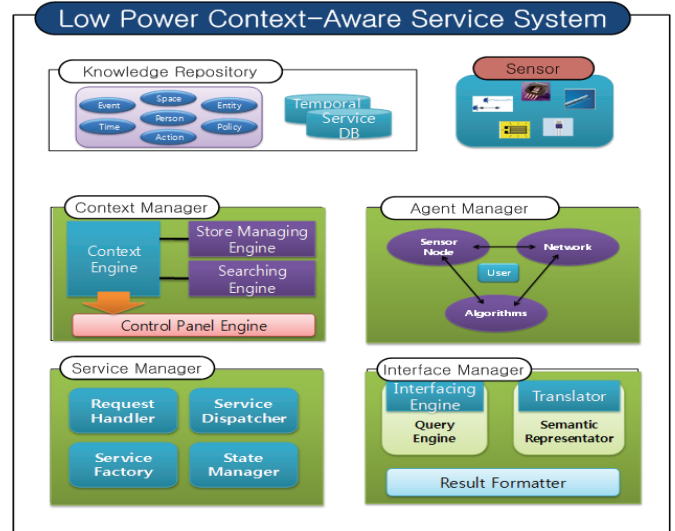


그림 5. Low Power Context-Aware Service

Interface Manager 는 서비스 제공을 위한 사용자의 명령이나 센서값 등의 Input 값에 대해 시스템이 이해할 수 있도록 변환하여 전송함은 물론, 시스템을 통해 나온 결과에 대해 제어 동작 명령이나 음성 출력 등의 Output 으로 변환 작업을 수행하게끔 하는 모듈이다.

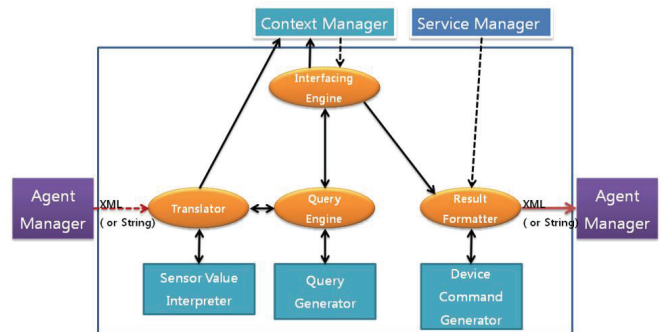


그림 6. Interface Manager

Interface Manager 는 다양한 정보, 상이한 통신 프로토콜을 공통된 format 으로 변환하는 Convergence Interface 기능과 Query 문의 생성 및 분석 기능, 상이한 통신 프로토콜에 적응적인 Result Formatting 기능을 제공한다. Convergence Interface 의 기능은 Agent manager 로부터 입력된 Low - Level 의 Context 정보를 Parsing 해서 Context model 의 instance 로 변환/전달하거나, Semantic Representation 수행을 통해 얻어진 상위 Context 를 Query Engine 에 전달한다. Query 생성 및 분석 기능은 입력된 사용자 명령을 이해하여 Query 문 형태로 변환하거나, Context Manager 로부터 받은 명령을 Query 문 형태로 변환한다. Result Formatting 기능은 Service Manager 로부터 입력된 상위

Context 를 각각의 Context Consumer 에 알맞은 하위 Context 로 변환하는 일을 한다.

Context-aware 시스템은 지능적인 서비스 제공을 위해 다양한 상황을 효과적으로 관리할 수 있어야 한다. 즉, 다양한 형태의 상황들을 표현, 저장, 관리를 할 수 있는 모듈이 필요하게 되는데 그것이 Context Manager 이다. 3 가지 모듈을 갖는다.

-Searching Engine

Searching Engine 은 다양한 상황을 검색하는 기능을 제공하는 모듈로서 DBMS 내의 meta-data 검색 기능을 제공한다.

-Store Managing Engine

Store Managing Engine 은 DBMS 와 스키마의 관리 기능과 파일 시스템과 디렉터리 및 저장된 콘텐츠를 관리하는 기능을 제공한다.

-Control Panel Interface

Control Panel Interface 는 Searching Engine 및 Store Managing Engine 을 접근하기 위한 Interface 등을 제공한다.

Service Manager 는 설비 산업에서 저전력 지능형 센싱을 위해서 다양한 Agent 와 Device 들이 상호 운용되어 공통의 서비스를 제공하고 복잡한 충돌 문제 해소를 위해서 각 서비스 단위를 통합 관리할 수 있도록 하는 모듈이다.

장치, 공간 정보 및 정책 관리를 위한 모듈, 단일 태스크 및 서비스 단위를 유지시키고 관찰하는 엔진 마지막으로 각 모듈과 엔진들을 연동하여 실질적인 서비스를 계획/결정, 서비스를 제공하기 위한 각 Actuator 에 명령을 내리는 기능을 수행한다.

Context Manager 로부터 넘어온 데이터를 기반으로 하여 Service manager 는 Action Plan 을 세운다. 이전에 생성된 Session 이 존재하는지 확인한 후 없다면 새로운 Session 을 만든다. 그리고 해당 Session 이 존재하는 Task 목록을 확인하여 새로운 Task 생성여부를 결정하고 Task 에 실제 Actuator 가 동작하기 위한 Action 을 등록한다. 각 Action 들은 각각의 스케줄에 따라서 동작하게 된다.

서비스 적용을 위해선 센서의 정보가 매우 중요하다. 그래서 Service Manager 는 서비스 적용 시 항상 최신의 정보를 유지해야 한다. 센서의 정보는 Context Manager 와 연계하여 획득하게 되며, 그 정보를 가지고 Low-Power Sensing 서비스를 제공하게 된다.

Agent Manager 는 기존의 여러 센서 노드들이 수집한 데이터를 중앙의 미들웨어로 전부 보내어 일괄적으로 데이터를 처리하는 구조인 중앙 집중식 처리 시스템 구조와 모든 센서 노드들이 각자 데이터의 수집과 처리까지 독립적으로 수행하는 구조인 분산 시스템 구조의 장점을 조합한 형태의 구조로써 센서 노드들 간의 통신 및 처리를 통해 수집한 정보를 분석하고 그 결과를 중앙의 시스템으로 전달하는 하이브리드형 형태의 시스템 구조이다. 이를 구현하기 위해서는 Sensor Node 들의 센서 네트워크 Topology 와 이를 구성하는 Algorithm 들의 적절한 조합으로 구성되어 있다.

6. 결론

본 논문은 다음과 같은 상황인지 저전력 센싱 알고리즘을 적용하여 시스템을 구성하였다. 센싱 횟수를 동적으로 조절하여 저전력 센싱을 유도하게 하는 방법과 센싱 값을 임의의 버퍼를 이용하여 낭비되는 자원을 최소화 하는 방법을 제안하였다. 또한 이러한 저전력 센싱을 기능을 최대화 시키는 프로토콜 또한 제안하였다. 이러한 서비스 제공을 위해서 Context Manager, Agent Manager, Service Manager, Interface Manager 등 총 4 가지 모듈을 통해서 효과적인 저전력 센싱을 하기 위한 시스템을 구성하였다.

이를 이용하게 될 경우, 기존의 센싱 방법보다 효율적인 전력 사용을 이끌어내어, 센싱의 사용이 절대적으로 많아 질 유비쿼터스 컴퓨팅 시대에 효과적인 유비쿼터스 센서 네트워크 망을 구성할 수 있다.

참고문헌

- [1] 백상현, 장민, 장덕현, 조기덕, 최양희, 권태경 "A Survey on Integration Schemes of Wireless Sensor Networks and Internet for Ubiquitous Sensor Networks"
- [2] 박세현, 김택현, 최훈, 백윤주 "저전력 컨테이너 보안장치(CSD)의 설계 및 구현"
- [3] 최덕재, 정국상, 정종태, 장홍석 "유비쿼터스 컴퓨팅에서 상황 인식을 위한 미들웨어 및 응용 연구"
- [4] 안세열, 김학균, 정영준, 구명환 "멀티모달 상황인지 인터페이스의 최진 기술 동향"
- [5] 충남대학교 박종현 "센서 기반 상황인식 및 프레임워크 2009 년 연구"
- [6] 박성찬, 이상근, 이상구 "실용적 시나리오를 통한 상황 인지 서비스 실현 관련 현안 연구"