

센서 네트워크를 위한 네이밍 응용 모델

김영준^{1*}

¹인하공업전문대학 정보통신과

A Naming Application Model for Sensor Networks

Young Jun Kim¹

¹Dept. of Information & Communication, INHA Technical College

요약 본 논문에서는 센서 네트워크에서의 네이밍 응용 모델을 제안한다. 최근 센서 노드들로 구성된 센서 네트워크는 기존의 네트워크에서는 불가능한 적용 범위를 제공한다. 그러나, 일반적인 네트워크와는 달리 한정된 자원을 가진 대규모의 센서 노드들이 협력해야 하기 때문에 개별 센서와 데이터를 주고 받아 작업을 처리하는 것은 매우 비효율적이며, 불안정하다. 데이터의 불완전한 결합이 발생하는 상황에서 투명하고 지속적으로 서비스를 가능하게 하도록 하기 위해서 제안된 SN LDAP 응용모델을 이용하여 가상 개념을 도입한 센서 네트워크를 위한 속성 및 스키마 그리고 DIT를 설계한다. 이러한 시스템을 바탕으로 SN 퍼지 질의를 처리할 수 있는 네이밍 응용모델을 만든다. 센서노드로부터 수집된 정보를 이용한 특정 환경에서 가상식을 이용한 네이밍 응용모델 기능이 센서 네트워크에서 제공되면, 보다 효율적이며, 안정적인 구조가 될 것이다. 본 논문에서는 속성기반의 네이밍 방법으로 센서 네트워크를 위한 SN 퍼지 LDAP 모델을 제안하고, 이를 기반으로 특정 환경에서 퍼지 처리가 가능한 네이밍 응용모델을 만들고자 한다.

Abstract The purpose of this paper is to introduce Naming application model for sensor networks. Currently, sensor networks comprised of sensor nodes have provided an application range which could not function before. However, unlike general network, current sensor networks are designed to cooperate with major wireless-capable sensor devices with limited resources. Thus, exporting/importing between individual sensor and current sensor networks is very inefficient and unstable. Attribute, schema and DIT(Directory Information Tree) must be designed for sensor network using SN LDAP application model in order to maintain transparency and provide constant service in a situation of data defect. With the system explained as above, Naming application model is made to manage SN Fuzzy Query. It shall be more efficient and stable structure as long as Naming application using a virtual equation in a certain environment with information collected from sensor node is provided. In this paper, I would like to introduce SN Fuzzy LDAP model for sensor network by quick Naming method. Also, naming application which is possible for fuzzy query in a certain environment based on the system will be proved.

Key Words : SN LDAP, SN Fuzzy LDAP Model, SN Fuzzy Query

1. 서론

센서 네트워크에서의 데이터 수집은 센서간의 통신으로 구성된다. 그러나 개별 노드간의 통신보다는 센서노드에 의해 생성된 데이터에 의해 통신을 하는 데이터 통신이 관심을 받는다[1]. 이는 센싱 태스크를 할당해주고, 태스크를 할당

받은 센서들로부터 데이터를 수집한다[2,3]. 이를 위해서는 속성기반 네이밍이 센서네트워크에서 이루어져야 한다. 속성기반 네이밍은 찾고자 하는 속성을 센서 네트워크에서 찾으면, 해당되는 속성들에게서 데이터를 찾는 시스템이다 [4]. 속성기반 네이밍은 다수의 센서 네트워크의 특성과 부합되며, 특정 현상에 대한 질의를 처리할 수 있으나, 아직은

본 연구는 2008년도 인하공업전문대학 교내 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

*교신저자 : 김영준(yjkim@inhac.ac.kr)

접수일 09년 10월 09일

수정일 (1차 09년 10월 30일, 2차 09년 11월 10일)

게재확정일 09년 11월 12일

이에 대한 연구는 초기단계이다. 그것은 속성기반 네이밍을 효율적으로 하부 노드기반 중심의 통신구조와 연동하는 것이 어렵기 때문이다. 즉 실제 센서 데이터를 속성과 어떻게 매핑 할 것인가를 고려해야 한다. 그리고 센서 네트워크 기반의 어플리케이션 개발을 보다 손쉽게 하기 위해서는 센서 네트워크 미들웨어가 필요한데[5,6], 센서 네트워크 미들웨어를 구성하는 핵심요소로 LDAP를 적용하려 한다. LDAP를 적용하려는 이유는 호환성과 다양한 응용 서비스가 가능하기 때문이다. 본 논문은 센서 네트워크의 특성을 고려하여 속성기반 네이밍을 제공하는 LDAP 응용 모델을 제안 한다. 논문의 구성은 2장에서 센서네트워크의 요구사항 및 LEACH를 기술하며, 기존 LDAP 서비스와 이의 문제점을 다룬다. 3장에서 확장된 SN LDAP 모델을 제안한다. 4장에서 센서 노드들이 적용되는 특정 환경에 대해 기술하고, 센서 네트워크 환경에 적합한 네이밍 응용모델 구조에 대해서 논한다. 5장에서 NS2 시뮬레이터를 이용하여 성능분석을 하며, 6장에서 결론을 맺는다.

2. 관련 연구

2.1 센서 네트워크 요구사항

센서 네트워크들은 전원을 지속적으로 공급받는 유선 네트워크가 아니기 때문에 네트워크에 장시간 존재하기 위해서는 전원 관리가 최우선이다. 무선통신은 비교적 짧은 거리에서 많은 에너지를 소비한다. 센서 노드들은 배터리를 사용하기 때문에 정보전달을 위한 효율적인 에너지 통신 기법이 요구된다. 센서 노드는 어느 특정노드가 작동이 되지 않아도 영향을 받지 않고 지속적인 통신을 보장하는 안정성 및 강력함이 필요하다

2.2 LEACH

LEACH[Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy]는 클러스터링 기반의 라우팅 프로토콜로서, 센서 노드의 전력낭비를 줄이기 위해 클러스터-헤드를 랜덤으로 선택하여 사용하는 방식이다[7]. 베이스 스테이션은 고정되어 있으며, 센서 노드들로부터 멀리 떨어져 있다는 것을 가정한다. LEACH 프로토콜에서 전력을 최소화 하는 주된 방법은 데이터 압축과 라우팅의 조합이다. 센서 네트워크를 위해 설계된 LEACH는 클러스터링 구조, 지역적인 상호협력 및 클러스터 헤드를 랜덤으로 선택하는 기법을 통해 전력소비를 줄인다. 센서 네트워크를 위해서는 센서, 통신, 장비 같은 하드웨어가 요구되는 성능과 호환성

이 구비되어야 하지만, 가장 핵심적인 것은 개체들이 목적에 맞게 연동되어 지속적인 서비스를 구현할 수 있게 하는 미들웨어가 중요하다. 그래서 본 논문에서는 미들웨어로서 호환성과 응용분야가 다양한 LDAP를 도입 한다.

2.3 LDAP 서비스

LDAP[8]는 ISO와 ITU 에서 승인한 디렉토리 표준인 X.500 기술의 문제점을 극복하기 위해 고안되었다. X.500은 보편적인 디렉토리를 만들어내고 그에 접속하는데, 필요한 모든 프로토콜과 표준명세를 지원하고는 있지만, 너무 크고 복잡하다. LDAP는 인터넷의 TCP/IP 프로토콜을 사용할 수 있도록 설계되었는데, X.500과 비교하면 자원 소모가 적고 기능이 단순화 되었다. 네트워크 디렉토리를 특수한 데이터베이스로 생각한다면, LDAP을 이용하여 관련 서버와 주변기기, 어플리케이션이나 문서의 위치를 파악하는데도 많은 도움을 주므로 그 기능을 확장시켜 나갈 수 있다. 디렉토리내의 정보는 계층적으로 관리된다. 이러한 LDAP 디렉토리 구조를 특별히 DIT(Directory Information Tree)라고 부른다. LDAP 트리 구조에서 각 노드를 엔트리라 부르고, 엔트리는 LDAP에서 하나의 데이터를 나타낸다. 관계형 데이터베이스와 비교를 한다면, 하나의 레코드와 일치한다고 할 수 있다. 모든 엔트리는 그 자신의 위치와 고유성을 나타내는 DN(Distinguished Name)으로 구분된다. 이는 파일시스템과 유사하다. LDAP 디렉토리 서버는 엔트리 검색, 엔트리 추가, 엔트리 변경, 그리고 엔트리 삭제등의 주요 기능을 제공한다. LDAP는 디렉토리 어플리케이션의 응용에 대한 요구사항을 처리하기 위해서 사용된다. 응용은 관리를 위한 개인 데이터 베이스, 추적 스케줄[9], 또한 서비스 정책 규칙들과 네트워크 구성정보에 따른 네트워크 데이터 베이스, IP에 따른 주소변환 데이터베이스등에 응용 될 수 있다[10]. 센서 네트워크에서도 이러한 LDAP를 이용하여 활용할 수 있는 분야 및 범위가 많을 것으로 착안하여 센서 네트워크에서의 속성기반 네이밍 방안으로 LDAP를 적용하고자 한다.

3. 확장된 SN LDAP 모델 설계

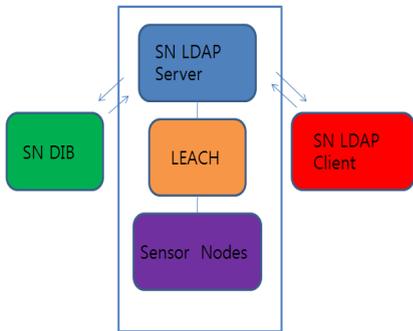
3.1 개념

SN LDAP 시스템에 저장되는 가상 센서 노드 객체는 속성부와 내용부로 구성되는데, 가상 센서 노드를 시스템에 연동시키기 위해서는 디렉토리 정보 트리를 확장하여 virtual sensor node 의 속성부를 관리 한다. SN LDAP 시

시스템의 내용부와 속성부는 고유 식별자와 같은 고유속성을 이용하여 매핑 하도록 하며, SN LDAP 속성부는 논리적으로 동일한 트리구조를 이루도록 구성한다.

3.2 시스템 구성모델

제안하는 시스템 구성도는 그림 1과 같으며, SN LDAP 서버에 정의된 가상 센서는 실제 센서 노드로부터 일반적인 데이터를 받아서 갱신의 빈도 주기에 따라서 다음 표1과 같이 추상화된 데이터로 구성하여 저장하게 되며, 이에 대한 가상 센서 노드에 대한 ASN.1 정의는 확장된 DIT 구조에서 정의한다. SN LDAP server는 노드 역할을 수행하게 된다. 센서노드의 센서가 추가되거나, 삭제되면, 가상 센서 노드는 추가나 삭제에 해당하는 타입으로 등록한다. 이렇게 함으로써, SN LDAP 서버는 SN DIB를 갱신하게 된다. 즉 가상 센서 노드는 갱신된 센서 노드들의 정보들을 대응하여 가지고 있고, 이것을 이용하여 속성기반 네이밍이 가능해진다. 그림 1에서 센서 노드들의 실제적인 물리센서들은 가상 센서 노드들과 매핑된다.



[그림 1] SN LDAP 시스템 구성도

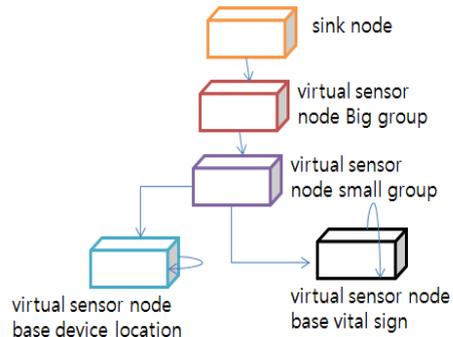
[표 1] 센서노드의 주기

센서 노드 주기 종류	의미
very_static_attribute	아주 느린 속성
long_lived_attribute	보통 느린 속성
semi_static_attribute	약간 느린 속성
semi_dynamic_attribute	약간 빠른 속성
short_lived_attribute	보통 빠른 속성
very_dynamic_attribute	가장 빠른 속성

3.3 확장된 SN LDAP 스키마

SN LDAP 스키마는 DIT 구조, 객체 클래스, 속성 타입 및 구문에 대한 정의 및 규칙을 표기하는 집합이며, 이는 부적합한 객체들의 생성, 객체에 해당되지 않은 속

성 집합의 추가 및 갱신, 속성 타입에 어긋난 속성 값들의 할당 등을 제어, 효율적인 LDAP를 유지하는데 중요한 기능을 담당한다. 현재 LDAP 시스템의 표준안은 사용자 정보를 관리하기 위한 스키마에 대해서만 규정되어 있으므로, SN LDAP 속성을 관리하기 위해서는 LDAP 스키마를 확장하여야 한다. 그러나 LDAP 스키마의 확장은 표준안을 벗어나지 않는 범위에서 이루어져야 한다. 본 논문에서의 확장된 SN LDAP 스키마도 표준안에 기반을 두고 설계하도록 한다. 기존 LDAP 시스템의 DIT를 확장하여 SN LDAP 속성을 관리하게 될 경우 DIT 구조의 예는 다음 그림 2에서 보인다.



[그림 2] 확장된 SN DIT 구조

3.4 객체 클래스

그림 2와 같이 확장된 LDAP 스키마에서는 X.521에서 정의된 표준 객체 클래스를 다음과 같이 새로 정의를 한다. 가장 위에 위치한 클래스는 싱크 노드 클래스가 되며, 다음은 가상 센서 노드 빅 그룹 클래스, 다음이 가상 센서 노드 스몰그룹 클래스가 되게 위치시키며, 바로 밑에는 virtual sensor node base vital sign 객체 클래스를 만들어 다음과 같이 새로 정의한다.

```
Virtual Sensor Node Base vital sign
OBJECT-CLASS
SUBCLASS OF Top
MUST CONTAIN {
    VSN_vital sign_UPI,
    VSN_vital sign_objectclass,
    VSN_vital sign_title,
    VSN_vital sign_pathname,
    VSN_version_name,
    create_date_and_time,
    created_by
```

```
VSN_vital sign_access_list }
MAY CONTAIN {
    owner,
    VSN_vital sign_type,
    subject }
```

이러한 센서노드 클래스는 실제로 네트워크상에서 감지, 데이터 처리, 통신능력을 이용하여 사물의 변화, 이상유무를 감지하여 싱크 노드로 보내는 노드이다. 이렇게 함으로써, 한정된 자원을 사용하는 센서 노드들에게 보다 높은 에너지 효율을 제공 해줄 수 있으며, 기존의 센서 노드들의 변경 없이 제안된 시스템 구성이 가능하다. 위에서 언급한 시스템을 구성하기 위해서는 다음 절에서 센서 네트워크를 구성하는 가상 센서 노드의 역할을 새로 정의하고, 역할에 필요한 속성 값들을 새로 설정해야 한다.

3.5 가상 센서 노드 속성

Virtual Sensor Node Base vital sign 객체 클래스를 구성하는 주요 속성에 대한 내용과 구문은 다음과 같다.

VSN_vital sign_UPI : 고유 식별자로서 SN LDAP 서버에 의해 할당되며 VSN 객체를 고유하게 지정하는데 사용된다.

```
VSN_vital sign_UPI ATTRIBUTE ::= {
    WITH ATTRIBUTE-SYNTAX
    VSN_vital sign_UniquePermanentIdentifier }
VSN_vital sign_UniquePermanentIdentifier ::= OCTET
STRING
```

VSN_vital sign_objcetclass : VSN 객체의 종류를 지정하는데 사용된다.

```
VSN_vital sign_object_class ATTRIBUTE ::= {
WITH ATTRIBUTE-SYNTAX
    VSN_vital sign_objectClass}
VSN_vital sign_objectclass ::= ENUMERATED {
VSN_vital sign_sensor node(0),
    VSN_sink node_group(1),
    VSN_vital sign_big group(2),
    VSN_vital sign_small group(3),
    VSN_vital sign_reference(4),
    VSN_vital sign_search_list(5) }
```

VSN_vital sign_title: VSN 객체의 이름을 나타내며, 센서 노드에 의해 명시된다.

```
VSN_vital sign_title ATTRIBUTE_SYNTAX ::=
```

```
caseIgnoreStringSyntax }
```

VSN_vital sign_pathname : 가상 센서 그룹 내에서의 VSN 객체의 위치를 나타내며, 싱크 노드로부터 VSN_vital sign까지의 경로명이 지정된다.

```
VSN_vital sign_pathname ATTRIBUTE ::= {
    WITH ATTRIBUTE_SYNTAX
    caseIgnoreStringSyntax }
```

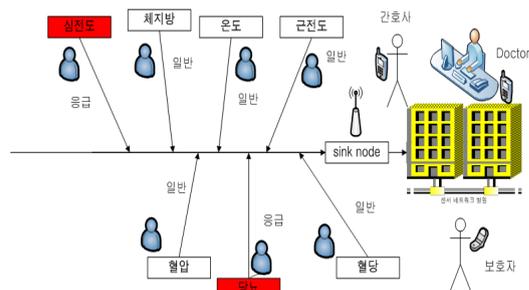
VSN_vital sign_owner: 가상 센서 노드 객체의 소유자를 나타낸다.

```
VSN_vital sign_owner ATTRIBUTE ::= {
    WITH ATTRIBUTE_SYNTAX
    Patient }
```

4. 센서 네트워크에서의 네이밍 응용모델

기존의 연구된 속성기반 네이밍은 정형화된 구조로 설계되었다. 그래서 응용, 데이터, 노드의 속성을 추가하거나 수정하기 위해서는 구조 전체를 바꿔야 했을 뿐만 아니라, 질의에 대한 확장성과 응용성이 부족하였다. LDAP 응용모델을 적용하여 확장성과 응용이 될 수 있는 다양한 속성기반 네이밍을 가능하게 하도록 하며, 센서노드들로부터 얻은 정보들을 효율적으로 처리하는데 있어서, 현실세계에서 필요한 다양한 요구조건들을 만족시키기 위해서는 애매모호한 상황에서 능동적으로 대처하는 시스템이 필요하게 된다. 이러한 문제점들을 해결하기 위해 퍼지 논리가 내재된 질의를 제공하며, 퍼지질의를 지원하도록 하기 위해 SN 퍼지 LDAP 시스템을 설계하고, 이를 개발하는 방안을 연구하였다. 위 시스템은 필요에 따라 관련 속성들의 결합동작을 원할 때, 가상식을 구성하여 퍼지 질의를 하면 그에 맞는 결과값 들을 생성 할 수 있다.

4.1 의료 환경 시나리오



[그림 3] 의료센서 노드로 구성된 네트워크

수많은 센서들이 넓게 분포되어 있는 한정된 지역에서 원하는 센서의 정보를 얻어 내는 것은 에너지 및 센싱 데이터의 흐름 혼합에 있어서 필요한 해결과제이다. 노인 요양 시설등, 한정된 지역에 체온센서, 심박수 센서, 혈압센서, 맥박 센서등 필수 상황에 관련된 의료센서를 부착한 노인들이 분산되어 있고, 이 지역을 관리하는 요양시설 관리자 및 가족이 환자의 종합적인 상태에 대한 관한 정보를 얻고자 요청을 하였을 때, 이에 대해 개별 센서만 반응하여 자신이 센싱한 데이터를 요양시설 관리자 및 가족에게 전달하는 것은 센싱한 데이터를 매우 잦은 주기로 싱크노드에게 전달하는 일반적인 센서 네트워크 환경이 되어버려, 기본동작이 센싱한 데이터의 요청과 응답과정으로 이루어져 에너지소모량과 트래픽이 증가하게 된다. 심장병 환자, 독거노인 및 정상인의 질병 및 예방관리를 위해서 신체부위에 작은 센서 노드들을 부착하고, 우리 몸의 생체정보를 수집, 측정, 분석하고 이 결과를 다시 환자 및 환자 보호자, 해당 병원의 주치의 및 간호원 에게 통보하는 시스템으로 환자나 가족에게 의료서비스를 하는 것은 소극적인 의료서비스에서 적극적인 의료서비스 전환하는 것이다. 병원을 예로 들면, 의사는 환자들에게 부착된 온도센서, 심박수 센서, 압력 센서등 수많은 센서들 중 온도 데이터만을 받기를 원할 때, 환자의 현재 위급상황에 대한 정보를 요청받게 될 때, 이런 요청 메시지를 받은 센서들은 체온을 감지하는 센서들만 아니라, 다른 관련된 생체정보에 연관된 센서도 요청에 응답을 하게 된다. 필요에 따라서는 관련 속성들의 결합동작을 원할 때, 의료 환경의 필요에 따라 가상 식을 구성하면, 결합동작에 대한 결과 값을 산출하여 위급상황에 대한 정보를 전송시켜 준다.

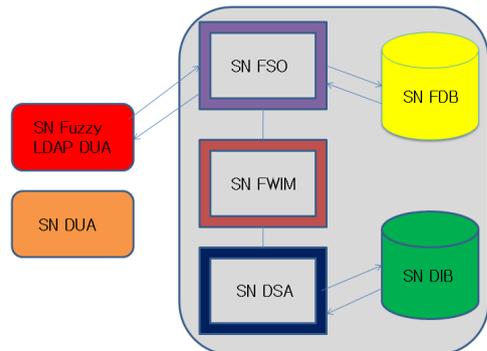
4.2 SN 퍼지 LDAP 메카니즘

기존의 디렉토리 시스템에서는 불린 오퍼레이션을 통해 원하는 정보를 DIB에서 검색하는 기능을 제공해 왔다. 결국 원하는 정보에 대해서는 정확한 질의 방법으로만 원하는 정보를 얻을 수 있었다. 애매하거나 또는 정도의 차이가 있는 질의를 할 경우 사용자에게 아무런 서비스도 해줄 수 없다. 이러한 단점을 해결하기 위해서 새로운 SN 퍼지 LDAP 시스템 모델이 필요하다. 본 논문에서는 이러한 애매모호한 질의를 해석하여 적절한 정보를 사용자에게 알려주는 SN 퍼지 LDAP 시스템을 제안한다.

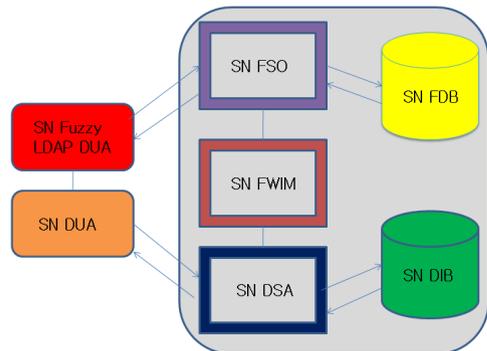
4.3 SN 퍼지 질의 및 검색 메카니즘

기존의 Crisp 검색을 하는 경우를 가정 한다. Crisp 검색으로 애매모호한 질의를 할 경우, SN DSA는 사용자가

원하는 서비스에 대해서 에러처리를 한다. 이 경우 SN DSA는 서비스를 수행할 능력이 없다. 그림 4와 같이 SN 퍼지 LDAP DUA는 퍼지 질의를 통하여 시스템 내부에서 퍼지 검색을 하여 사용자가 원하는 정보를 얻을 수 있다. 그림 4는 퍼지 질의에 의해 퍼지 검색을 하는 경우이다. Crisp 질의와 퍼지 질의를 혼용하여 효과적으로 서비스를 수행 할 수 있는데. 이는 그림 5에서 표현한다. 그림 6은 SN 퍼지 검색 작용의 연계 메카니즘을 기술한다. SN 퍼지 LDAP DUA에서 퍼지 속성을 입력하여 퍼지 질의를 할 경우 SN DSA에서는 이름 확인과 접근 권한을 적용하여 확인이 되면 SN FSO(Fuzzy Search Operation)에 넘긴다. SN FSO는 해당되는 퍼지 속성을 SN DIB에서 찾아 SN FWIM(Fuzzy Word Information Module)에 적용시켜 퍼지 값을 산출하여 SN FDB(Fuzzy Data Base)에 저장한다. SN FDB의 목적한 식에 의해 각각의 값들을 산출하여 그 수치가 퍼지 추론에 의해 포함할 때 해당되는 정보를 사용자에게 반환한다.



[그림 4] 퍼지 질의

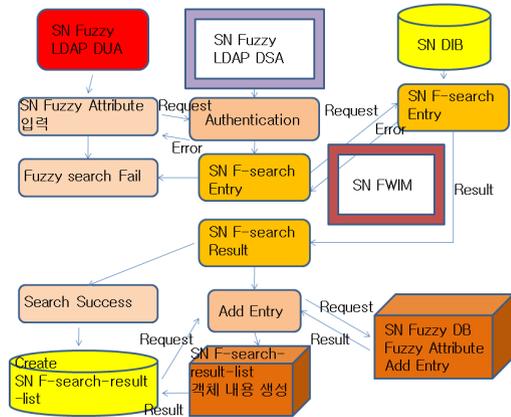


[그림 5] Crisp 질의와 퍼지 질의

4.4 SN 퍼지 LDAP 검색 작용

SN 퍼지 LDAP 검색 작용은 SN DIT의 어느 부분에서

검색할 것인가를 결정하기 위해 베이스 엔트리와 검색 범위를 지정한다. 검색 범위 내에서 선택할 엔트리는 필터로써 지정한다. SN 퍼지 LDAP 검색 필터는 간단한 형태로 인코딩 된다. 검색 시간과 검색 결과의 크기 제한 서비스는 SN 퍼지 검색 요청에 포함된다. SN 퍼지 LDAP는 "search_Aliases"와 "dereference_Aliases" 서비스 제어를 포함한다. SN 퍼지 LDAP 검색 요청의 ASN.1는 그림 7과 같다.



[그림 6] SN 퍼지 검색 연계 메카니즘

```

SN Fuzzy Search_Request ::= [Application 3] SEQUENCE {
    base_Object SN_LDAP_DN,
    scope ENUMERATED {
        base_Object(0), single_Level(1),
        multi_Level(2), whole_Subtree(3), }
    derefAliases ENUMERATED {
        never_Deref_Aliases (0), derefIn_Searching(1)
        derefIn_Fuzzy_Searching(2),
        derefFinding_BaseObj(3), deref_Always(4), }
    size_Limit INTEGER(0,..maxInt),
    time_Limit INTEGER(0,..maxInt),
    filter Filter,
    Fuzzy_attributes SEQUENCE OF Fuzzy
    Attribute_Type }
    
```

[그림 7] SN 퍼지 LDAP 검색 요청 ASN.1

4.5 가상 위급상황 신호도

가상 위급상황 신호도 =환자의 직업속성 x 환자의 나이 x 환자의 체온 x 심박수 x 혈압 x 맥박 x 가족력 (1)

[표 2] 속성값

속성분류	의미
Sensor_BusinessCategory_enable	직업속성
Sensor_age_enable	나이속성
Sensor_Temperature_enable	체온속성
Sensor_Chronotropication_enable	심박수속성
Sensor_Blood Pressure_enable	혈압속성
Sensor_Pulsation_enable	맥박속성
Sensor_Medical illness_enable	가족력속성

식(1)의 속성 값들은 표2에서 나타난다. 위 식(1)에서 직업 속성은 현재 SN DIB(Sensor Network Directory Information Base)내의 BusinessCategory 속성을 이용 하고, 나이는 age라는 속성을 이용 하며, 체온과 심박수, 혈압, 맥박은 새 속성이므로 오브젝트 클래스에 새로 정의한다. 예를 들어 임수진 씨가 직업 속성이 흉부외과 의사이고, 나이가 62세 이상이며, 병력이 심장이 안 좋았고, 직업 속성과 나이 속성 및 기본적인 생체 신호와 관련된 속성에서 높은 수치를 나타내어, 가상 위급상황 신호도는 매우 높은 사람으로 판명된다. 해당 병원 측에서는 수동적 개념의 치료보다는 예방차원을 하는 능동적 개념의 의료 서비스를 할 필요가 있다. 비록 의사 중에서도 비교적 직업의 스트레스가 상대적으로 덜한 내과, 정신과 의사 보다는 성형외과, 정형외과, 흉부외과 의사가 수치적으로 위험하며, 이는 수술을 직접 하는 의사 직군과 비수술 의사 직군의 위험도가 다르기 때문이다. 직업속성에서 소방관, 군인, 경찰 등이 위험직종 종사자로서 나이가 젊어도, 위험한 상황에 노출될 가능성이 매우 높다. 또한 변호사, 교수는 안전한 직업등급에 속하지만, 위험도가 낮다고 볼 수도 없다. 왜냐하면, 직업 등급 상 위험도가 낮아도 부모로부터의 암 유전성들을 고려한 가족력이 있는 경우 위험 등급이 높아진다. 본 논문에서는 이러한 점을 고려하여 가상 위급상황 신호도 식을 만든다. 병원에서는 이러한 가상 위급상황 신호도에 따라, 각 병원마다 처방하고자 하는 사람의 등급 및 종류에 따라 잠재 환자의 연령층, 직업 속성 및 직군 그리고 생체신호와 관련된 속성들로 환자의 위급 수준 및 대상 범위가 동적으로 달라질 수 있다. 이 경우 원하는 레벨에 맞추어서 환자 및 환자 보호자에게 휴대폰으로 위급 상황 수준을 SN 퍼지 LDAP 시스템이 제공함과 동시에 치료 하는 병원의 당직 의사와 당직 간호사에게 위급상황을 알려주어서 응급예방조치를 취한다. 즉 다수의 의미 있는 속성들의 교집합을 만들어 원하는 값을 정의된 레벨로 알려주는 모델이 SN 퍼지 LDAP 시스템이다. 그림 4의 SN FWIM에

서 A라는 사람은 BusinessCategory Domain에서 0.2, Age Domain에서 0.1, Temperature Domain에서 0.3, Chronotropication Domain 에서는 0.2, Blood Pressure Domain 에서는 0.1, Pulsation Domain에서는 0.2, Medical illness Domain에서는 0.2로 생체신호와 상태정보에 해당하는 종합 의료 센서 데이터가 전송되었다. Sup min operation에 의해 안정된 값인 0.1의 membership value가 산출된다. B라는 사람은 Business Category Domain에서 0.4, Age Domain에서 0.6, Temperature Domain에서 0.5, Chronotropication Domain 에서는 0.4, Blood Pressure Domain 에서는 0.5, Pulsation Domain에서는 0.4, Medical illness Domain에서는 0.5로 전송되었다. Sup min operation에 의해 안정된 값인 0.4 membership value가 산출되었다. C라는 사람은 Business Category Domain에서 0.8, Age Domain에서 0.8, Temperature Domain에서 0.9, Chronotropication Domain 에서는 0.8, Blood Pressure Domain 에서는 0.9, Pulsation Domain에서는 0.4, Medical illness Domain에서는 0.8로 전송되었다. Sup min operation을 적용하면 0.7의 membership value가 산출된다. 결과적으로 A는 0.1, B는 0.4, C는 0.7이 산출되어 가상 위급 상황 신호도를 계산 할 수 있다. 가상 위급 상황 신호도는 크게 3가지로 구분하여, 일반 모드, 주의 모드, 위험 모드로 구분된다. 일반 모드는 가정에서 식사를 하거나, 신문을 보는 일상적인 경우를 말하며, 주의 모드는 잠재적인 위험이 언제 발생 할지 모르는 경우를 말하며, 위험 모드는 실제 위급상황이 당장 일어 날 경우를 말한다. 위의 과정을 나타내면 표 3과 같다.

[표 3] 가상 위급 상황 신호도

potential patient	A	B	C
BusinessCategory Domain	0.2	0.4	0.8
Age Domain	0.1	0.6	0.8
Temperature Domain	0.3	0.5	0.9
Chronotropication Domain	0.2	0.4	0.8
Blood Pressure Domain	0.1	0.5	0.9
Pulsation Domain	0.2	0.4	0.7
Medical illness Domain	0.2	0.5	0.8
Membership Value	0.1	0.4	0.7
virtual emergency situation signal degree	일반	주의	위험

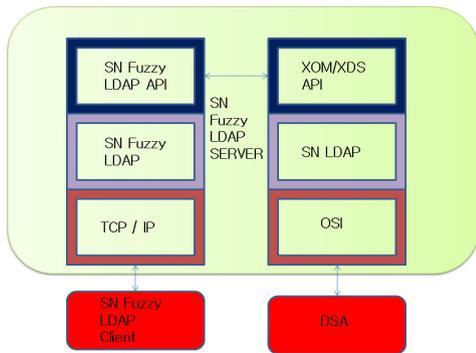
4.6 SN 퍼지 LDAP 시스템 모델

애매하거나 또는 정도의 차이가 있는 질의를 할 경우 사용자에게 아무런 서비스도 해줄 수 없는 단점을 해결하기 위해서 SN 퍼지 LDAP 시스템 모델이 필요하며, 본 논문에서는 이러한 애매모호한 질의를 해석하여 상황에 맞는 정보를 사용자에게 알려주는 SN 퍼지 LDAP 시스템 모델을 제안한다. SN 퍼지 LDAP DUA는 퍼지 질의를 해석하여 SN FSO(FUZZY SEARCH OPERATION)에게 넘겨준다. 그러면 SN FSO는 해당하는 퍼지 객체를 SN DIB(Directory Information Base)에서 찾아 SN FWIM(Fuzzy Word Information Module)에 넘긴다. SN FWIM에서 수식으로 계산된 퍼지 값이 산출되어 결과에 맞으면 SN FDB에 저장된다. 이 퍼지 값들에 의해 질의에 대한 범위가 추론된다. 퍼지 데이터 베이스는 센서 데이터 베이스인 SN DIB(Sensor Network Directory Information Base)에서 퍼지 속성을 꺼내어 SN FWIM에 의해 퍼지 값을 산출한다. 표4는 SN DIB의 예를 보여준다. SN DIB에 있는 속성 중 적용 될 수 있는 퍼지속성은 Businesscategory, Age, Temperature, Chronotropication, Blood Pressure, Pulsation 속성들이 된다. 이러한 속성들에 의해 사용자가 원하는 정보를 얻을 수 있다. LDAP 서버의 내부에서 데이터의 흐름을 그림으로 나타내면 그림 8과 같다. LDAP API와 SN LDAP 부분은 LDAP 라이브러리를 사용하여 구현하였다. SN 퍼지 LDAP 서버를 기능별로 보면 SN 퍼지 LDAP 부분, SN 퍼지 LDAP-DAP간 정보구조 변환 부분, DAP 부분으로 크게 세 가지 블록으로 나눌 수 있다. 이를 그림으로 표시하면 그림 9와 같다. SN 퍼지 LDAP 부분은 SN 퍼지 LDAP Client로부터 접근 요청을 받아들이고 그 결과를 돌려주는 부분이다.

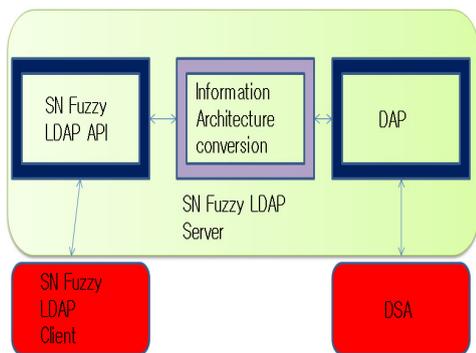
[표 4] SN DIB의 예제 엔트리

very_static_attribute	Surname	Lee
very_static_attribute	Businesscategory	surgeon
very_static_attribute	Age	62
short_lived_attribute	Temperature	40
very_dynamic_attribute	Chronotropication	90
very_dynamic_attribute	Blood Pressure	130
very_dynamic_attribute	Pulsation	120

4.7 SN 퍼지 LDAP 서버



[그림 8] SN 퍼지 LDAP 서버 데이터흐름



[그림 9] SN 퍼지 LDAP 서버 블록

이 부분은 LDAP API 함수와 LBER 라이브러리를 이용해 구현했다. 클라이언트로부터 받는 정보들은 모두 LBER로 인코딩되어 있기 때문에 먼저 LBER 라이브러리 함수를 이용해 정보를 디코딩해야한다. SN 퍼지 LDAP 부분은 디코딩된 정보를 정보구조 변환 부분에 넘겨주는 역할을 한다. 또한 접근결과를 정보구조 변환부분으로부터 받아 SN 퍼지 LDAP Client에게 전송해 준다. 정보구조 변환 부분은 SN 퍼지 LDAP Client로부터 받은 SN 퍼지 LDAP 정보구조를 DAP 정보구조로 변환하여 DAP에 전달하고, 접근 결과를 DAP로부터 받아서 다시 SN 퍼지 LDAP 구조로 변환하는 기능을 한다. XDS API 로 DAP를 구현하였기 때문에, SN 퍼지 LDAP 정보 구조를 DAP Information Architecture로 변환할 때는 XOM API를 사용하여 XDS 정보 객체를 생성한다. 접근 결과를 SN 퍼지 LDAP로 변환할 때는 XOM API를 이용해 XDS 정보 객체를 분석한 후 SN 정보 LDAP 정보 구조를 생성한다. XDS 정보 객체들은 객체 지향적으로 설계되었기 때문에 XOM 인터페이스 함수들을 이용해서 구현한다. DAP 부분은 XDS API 를 이용하여 구현하였다.

정보구조 변환 부분에서 XDS 정보 객체로 변환된 정보를 함수의 인자로 하여 XDS API 함수를 호출한다. XDS API의 반환 값에 실제로 접근한 결과가 담겨오기 때문에 이 반환 값은 복사하여 다시 정보구조 변환 부분에 넘겨준다.

```

1: become a daemon process
2: initialize upper layers
3: initialize XDS and XOM modules
4: wait for client connection
5: while (1)
{
6: wait for client request
7: if (close request) then exit
8: get SN Fuzzy LDAP request message
   with SN Fuzzy LDAP API
9: convert SN Fuzzy LDAP request message
   to XDS objects using XOM API
10: call appropriate XDS API function
    with XDS objects created above
11: convert XDS API function result
    to SN Fuzzy LDAP messages
12: send SN Fuzzy LDAP messages to
    SN Fuzzy LDAP client
    using SN Fuzzy LDAP API
}
    
```

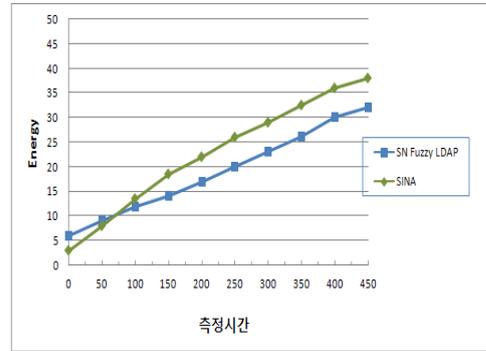
[그림 10] SN 퍼지 LDAP 동작

5. 성능분석

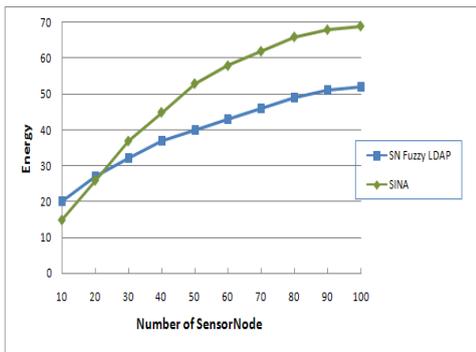
본 논문에서는 제안하는 SN 퍼지 LDAP 시스템의 성능을 분석하기 위해서 NS2 시뮬레이터를 사용한다. 가장 대표적인 중심 미들웨어인 SINA(Sensor Information Networking Architecture)[11]와 제안된 시스템의 통신효율을 비교하기 위하여 불균일 노드 분포를 가정한 임의적인 노드 배치를 먼저 설정 한 후, 에너지 소모량, 라이프 타임을 비교한다. SINA는 메시지 크기가 가변적인데 비해, 제안된 시스템은 고정적이다. 그러나, 질의 매개변수 확장성, 질의 최적화, 가상식에 의한 질의 확장성 등은 SINA에서는 제공되지 못하는데 비해서, 제안된 시스템에선 가능하다. 즉 SINA는 속성기반 네이밍을 지원하는 데이터 중심 미들웨어로서 SQL(Sensor Query and Tasking Language)이라는 스크립트 언어를 이용하여 속성기반 네이밍을 구현하였다. 또한 정형화된 구조를 가지는 SQL(Structured Query Language)을 이용하며, 이는 미리 정해놓은 속성과 연관된 질의만을 처리 할 수 밖에 없으며, 확장성을 가지지 못한다. 그래서, 특정한 속성기반 네이밍 구조의 한계를 지닌다. 시뮬레이션 환경은 다음 표5와 같다.

[표 5] 시뮬레이션 매개변수

매개변수	값
네트워크 영역	0,0 ~100,100
노드 수	100
싱크 노드 위치	20,20
데이터 메시지크기	50 Bytes
데이터 전송횟수	5 times per round
라우팅 프로토콜	LEACH
트래픽 패턴	CBR
packet 개수	1000개



[그림 12] 시간과 에너지



[그림 11] 노드의 수와 에너지

제안한 모델의 성능평가를 위해서 센서 네트워크 환경에 각각 적용하여 에너지소모율을 측정하였으며, 노드의 개수와 노드 사이의 거리에 따른 변화로 전체 네트워크에서 소모되는 에너지 및 노드 간 에너지 소모를 측정노드의 수에 따라 측정하였다. 그림 11은 SN 퍼지 LDAP 시스템 모델이 소비하는 전체 네트워크의 에너지를 시뮬레이션 한 결과이다. 100개의 노드로 네트워크가 구성될 때, SINA보다 제안한 방식이 20%의 에너지 효율이 높게 나타났다. 네트워크를 구성하는 노드의 수가 20개 미만인 경우, 제안하는 메카니즘보다 SINA가 에너지소모량이 줄어들음을 알 수 있었다. 그림 12는 SINA 및 제안한 모델의 프로토콜 동작시간에 따른 에너지 소모율을 시뮬레이션 한 결과이다. 프로토콜의 동작을 시작하는 초기에는 SINA보다 더 높은 에너지를 소모하였다. 이는 근접 노드 선택과정의 에너지 소모가 원인이다. 에너지 효율은 싱크 노드에 접근하였을 경우에는 높게 나타났다. SN 퍼지 LDAP는 SINA보다 7% 정도의 에너지 효율이 높게 나타남을 보여주었다. 따라서 논문에서 제안된 시스템이 에너지 감소에 많은 장점을 가지고 있음을 알 수 있다.

6. 결론

본 논문에서는 센서네트워크에 가장 적합한 네이밍 모델의 미들웨어로서 LDAP를 적용하고, 센서네트워크를 위한 LDAP 모델을 설계시 센서노드로부터 수집되는 다양한 데이터를 확장된 SN DIT 모델에 가상개념을 도입하여 특수 환경에서 특정한 값을 산출하기 위한 가상식을 이용해 이를 해결하는 네이밍 응용 모델을 제안한다. 또한 LDAP 시스템이 다루지 못한 분야인 센서 네트워크의 센서 데이터 같은 부정확한 정보의 취급을 위해서 퍼지 이론을 적용한 센서 네트워크를 위한 퍼지 검색 메카니즘을 설계하였다. 이러한 모델을 설계하기 위해서는 먼저 센서노드로부터의 네이밍을 처리하여야 하는데, 그 방안으로 제안된 SN LDAP 시스템을 이용하여 확장된 속성 및 스키마 그리고 확장된 SN DIT를 설계해야 한다. 그리고 제안된 시스템을 바탕으로 SN 퍼지 질의를 처리할 수 있는 네이밍 응용모델을 만든다. 제안 방안의 장점은 이기종의 센서노드들의 관리, 운영이 편리하며, 센서노드 속성에 대한 확장성이 용이하며, 다양한 응용 어플리케이션을 탑재할 수 있다. 단점으로는 싱크노드에 부담을 발생시키는 제한점이 있으나, 큰 영향을 미치지 않을 것으로 예상된다. 센서노드로부터 수집된 정보를 이용한 네이밍 응용모델은 센서 네트워크에서 제공하는 효율적인 기능을 가지며, 향후 보다 다양한, 복잡한 그리고 돌발 변수가 많은 현실세계의 시나리오 적용들이 가능할 것으로 예상된다.

참고문헌

[1] S. Hadim and N. Mohmed, "Middleware: moddleware

- challenges and approaches for wireless sensor networks." IEEE Distributed Systems vol.7. no.3, Mar. 2006.
- [2] Wireless sensors and integrated wireless sensor networks, Frost & sullivan, 2002.
- [3] M. Ilyas and I. Mahgoub, Handbook of sensor networks: Compact wireless and wired sensing systems, CRC press, 2005
- [4] J. Heidemann. F. Silva. C. Intagaonwivat, R. Govindan. D. Extrin. 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.
- [5] 이창열, "그룹개념기반 지능형 USN 미들웨어 플랫폼 연구", 한국산학기술학회 논문지 Vol. 9, No. 6, pp. 1666-1672, 2008.
- [6] 문경보, 이창영, 김도현, "USN/RFID/GPS 응용을 위한 서비스 미들웨어에 연구", 한국산학기술학회논문지 Vol. 9, No. 5, pp1284-1288, 2008
- [7] Wendi B. Heinzelman, Anatha P. Chandrakasan, and Hari Balakrishnan, "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor Networks," IEEE Transactions on wireless communications, Vol.1, No.4, pp.660-670, Oct, 2002.
- [8] M. Wahl, T. Howes, and S. E. Kille, "Lightweight directory access protocol(v3)," RFC2251, Internet Engineering Task Force, Dec. 1997.
- [9] T.Small, D. Hennessy, and F. Dawson, "Calendar attributes for VCard and LDAP", RFC 2379, Internet Engineering Task Force, Jan. 2000.
- [10] E. Ellesson, D. Verma, R. Rajan, and S. K. Kamat, "Schema for service level administration of differentiated services and integrated services in networks," Internet Draft, Internet Engineering Task Force, Feb. 1998.
- [11] C. Shen, C. Srisathapornphat, C. Jaiko, "Sensor Information Networking Architecture and Applications." IEEE Personal Communications, Vol.8, No.4, pp52-59, Aug.2001.

김 영 준(Kim Young Jun)

[정회원]



- 1986년 2월 : 한양대학교 전자공학과 학사
- 1991년 8월 : 한양대학교 전자공학과 석사
- 2001년 2월 : 한양대학교 전자공학과 박사
- 1996년 3월 ~ 2001년 9월 : 혜천대학 정보시스템계열 조교수
- 2001년 9월 ~ 현재 : 인하공업전문대학 정보통신과 부교수

<관심분야>

Sensor Network, RFID, e-Health