

USN 미들웨어 기술 개발 동향

황재각·표철식

한국전자통신연구원
RFID/USN 서비스연구팀

최근 들어 인간 중심의 정보화 사회가 USN 기술의 발전과 더불어, 사물 간에도 정보들이 유기적으로 결합되고 활용될 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 사회로 급격히 변모하고 있다. 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 사회를 성공적으로 구축하기 위해서는 RFID 리더, 센서 노드 H/W, 센서 네트워크, USN 미들웨어, 그리고 USN 응용 서비스 등의 USN 핵심 기술의 개발이 반드시 필요하게 된다. 본 고에서는 USN 응용 시스템과 RFID 리더, 센서 노드 H/W의 중간 부분에 위치하여, 이 둘 간의 유현한 통합을 지원할 수 있는 USN 미들웨어 기술에 대하여 자세히 소개하고자 한다. 기존에 발표된 USN 미들웨어의 특징에 대하여 살펴보고, 이러한 USN 미들웨어의 특징을 반영하여 현재 ETRI에서 개발되고 있는 USN 미들웨어 플랫폼의 시스템에 대하여 간략히 살펴볼 것이다.

I. 서론

21세기의 새로운 혁명이라 불리우는 유비쿼터스 컴퓨팅은 기존의 사무공간에서 활용되던 컴퓨터 및 네트워크 환경을 일상 생활의 모든 공간에서 사용할 수 있도록 하는 방식으로서의 변화를 의미한다^[1]. 최근 들어 정보 생성 및 소비의 주체가 사람이었던 인간 중심의 정보화 사회가 사람과 사물뿐만 아니라, 사물 간에도 정보들이 유기적으로 결합되고 활용될 수 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 사회로 변모하고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 기술로 USN 기술을 이용하여 행정, 의료, 교통, 물류, 정보가전,

환경, 재난 방재 분야에 적용함으로써 생활의 편의 증대, 삶의 질 향상, 복지 향상, 그리고 안전보장을 추구하고 있다.

본 고에서는 센서 노드와 이기종의 센서 네트워크들, 그리고 다양한 유형의 USN 응용 서비스들이 자신들의 독립성을 유지하면서도 상호 유연하게 통합될 수 있게 하는 USN 미들웨어 기술에 대하여 자세히 살펴보고자 한다. USN 미들웨어는 RFID 리더 혹은 센서 노드로부터 수집된 정보를 효율적으로 관리하고, USN 응용 서비스들로부터 주어지는 질의들에 대하여 신속히 응답뿐만 아니라, 서로 다른 형태의 통신 방식과 프로토콜을 지원하는 센서 노드를 표준화된 형식으로 통합 관리하고, 모니터링할 수 있어야 한다. 이외에도 USN 미들웨어는 센서 네트워크 구성에 대한 추상화 기능을 지원함으로써, 이기종의 센서 네트워크 구성에 독립적으로 응용 서비스가 가능하도록 해야 한다.

본 고에서는 II장에서 USN 미들웨어에 대한 이해를 돕고자 USN 미들웨어의 개념 및 핵심 기능에 대하여 우선적으로 소개하고, III장에서는 USN 미들웨어 시스템 개발과 관련하여 기 추진되었거나 현재 추진되고 있는 국외 기술 개발 동향에 살펴볼 것이다. IV장에서는 현재 ETRI에서 개발되고 있는 USN 미들웨어 플랫폼의 특징 및 시스템 구성에 대하여 간략히 설명하고, V장에서는 결론을 맺을 것이다.

II. USN 미들웨어의 특징

USN 미들웨어는 USN 응용 서비스 시스템과 센

서 노드의 중간에 위치하여 응용 서비스를 지원하기 위한 공통 플랫폼으로 다수의 USN 응용 서비스 관리, USN 응용 서비스의 다중 질의 처리, 센싱 정보/메타 정보의 효율적 관리를 수행하고, 고급 기능으로 센싱 정보와 기존의 비즈니스 정보를 통합하여 새로운 상황 정보의 생성, 응용 서비스가 요구하는 지능형 이벤트 처리를 수행하는 컴포넌트들로 구성된다.

최근 들어 USN 응용 서비스 시스템들 간의 통합이 일반화됨에 따라 USN 미들웨어에 대한 요구 기능이 매우 다양화되고 그 중요성이 점차 증가하게 되었다. 특히, u-City 구축사업과 같이 행정, 의료, 교통, 환경, 재난 방재 등의 다양한 USN 응용 서비스 분야들이 통합되어 있는 경우에는 USN 미들웨어에 대한 요구가 더더욱 커지게 되었다. 이러한 복잡하고 다양해지고 있는 USN 응용 서비스들의 요구들을 만족시키기 위하여 USN 미들웨어가 지원해야 할 기능들에 대하여 살펴보면 다음과 같다²⁾.

2-1 다양한 질의 유형 지원

USN 응용 서비스의 요구하는 다양한 형태의 질의를 지원할 수 있어야 한다. 현재 센싱된 정보를 실시간으로 요청하는 일시성 질의, 센싱 정보를 일정한 주기로 연속적으로 요청하기 위한 연속 질의, 특별한 상황 또는 이벤트가 발생하였을 때에만 센싱 정보를 요청하는 이벤트 질의, 시간 변화에 따른 위치 정보의 획득이 가능한 시공간 질의도 지원할 수 있어야 한다.

2-2 센싱 정보 관리

USN 미들웨어는 여러 응용 서비스가 요청한 질의들에 대하여 응답하기 위하여 질의를 최적화하고 센서 노드로부터 실시간으로 센싱 정보들을 획득하여 USN 응용 시스템에게 단지 전달한다. 그러나, 상황에 따라서 USN 미들웨어는 과거 센싱 정

보에 대한 요청을 처리하기 위하여, 또는 센싱 정보 마이닝 등을 처리하기 위하여 연속적인 센싱 정보들을 시간 흐름에 따라 효율적으로 저장 및 관리할 수 있는 기능을 제공할 필요가 있다.

2-3 메타 정보 관리

USN 미들웨어는 센서 네트워크 및 센서 노드에 관한 센서 네트워크 ID, 센서 네트워크 내의 센서 노드의 개수, 센서 노드들의 ID, 센서 노드들에 설치된 센서 및 구동기 등의 메타 정보를 효율적으로 유지하고, USN 응용 서비스 시스템에게 제공할 수 있어야 한다. USN 응용 서비스 시스템은 이러한 메타 정보를 이용함으로써 다수의 센서 네트워크들이 복잡하게 동시에 연결되어 있는 USN 미들웨어로부터 자신이 원하는 정보만을 손쉽게 추출하여 획득할 수 있게 된다. 그리고, 센서 네트워크에 대하여 주기적인 모니터링 메시지를 전송하여 메타 정보를 효율적으로 획득하기 위한 방법을 반드시 제공해야 한다.

2-4 이기종의 센서 네트워크 통합 지원

최근의 USN 응용 시스템에서는 점차 한 개 이상의 다수 센서 네트워크들이 통합되어 시스템이 구성되는 경우가 많이 발생하고 있다. 현재 USN 응용시스템에서 Zigbee, Bluetooth, WLAN, CDMA 등과 같이 다양한 종류의 무선 통신 방법들이 이용되고, Mote 계열, Nano 계열, NeurFon 계열 등의 다양한 종류의 센서 노드들이 이용되는 현실에서, USN 미들웨어는 센서네트워크를 추상화 시킴으로써 센서 노드 및 무선 통신 방법에 독립적으로 USN 응용 서비스들의 모든 요구를 처리할 수 있는 기능을 반드시 지원해야 한다.

2-5 상황정보 생성 및 관리

실제 USN 응용 서비스에서는 단일 센싱 정보를

이용하는 경우보다는 여러 종류의 센서로부터 수집된 센싱 정보들을 이용하여 과거에 저장된 정보들과 비교 분석하고, 예측하며, 추론하여 새로운 상황정보를 생성할 수 있는 기능들을 필요로 하고 있다. 그러므로, USN 미들웨어는 상황정보 생성을 위하여 과거 수집된 정보 DB와 외부 비즈니스 DB 등을 연계하기 위한 기능과 상황 정보 생성을 위한 규칙을 정의하고 이러한 규칙을 처리할 수 있는 방법 등을 지원해야 한다.

2-6 QoS 보장

u-Hospital, u-Healthcare, u-Transportation 서비스 등과 같이 사람의 안전과 관계되는 USN 응용 서비스들은 수집되는 센싱 정보에 대하여 높은 신뢰도를 요구하게 된다. 여기서, ‘신뢰도’는 첫째는 수집된 센싱 정보의 정확성을 의미하며, 둘째는 수집된 센싱 정보의 실시간성을 의미한다. 다시 말하면, 사람의 안전과 관계되는 USN 응용 서비스는 수집된 센싱 정보의 오차가 매우 작아야 하고, 센싱 정보가 요구하는 시간 내에 수집되어야 한다는 의미이다. 이를 위하여, USN 미들웨어는 응용 서비스의 우선 순위가 높은 질의를 효율적으로 수행하기 위하여 우선 순위 질의 큐를 이용하는 방법과 무선 통신 및 센서 노드의 자원을 우선적으로 할당 받기 위한 방법 등을 제공해야 한다.

2-7 센서 노드 미들웨어의 갱신

컴퓨팅 능력이 우수한 센서 노드들이 이용되는 경우에 USN 미들웨어는 고급 기능으로 센서 노드에 설치된 미들웨어 소프트웨어를 원격으로 갱신할 수 있는 기능을 제공할 필요가 있다. 많은 수를 가지고 있고, 이동성을 가지고 있으며, 지리적으로 광범위하게 분포되고, 사람이 직접 제어하기 어려운 곳에 빈번히 위치하는 센서 노드들의 특징을 고려할 때, 만약 센서 노드 미들웨어의 갱신이 요청

되게 되면 이러한 자동적인 센서 노드 미들웨어 갱신 기능은 반드시 필요하게 된다. 그러므로, USN 미들웨어는 센서 노드들 간의 무선 통신을 이용하여 센서 노드들의 소프트웨어 기능을 갱신할 수 있는 방법을 제공해야 한다. 실제로, 이러한 센서 노드의 기능 갱신은 센서 네트워크 주변 상황이 급격하게 변화하거나 USN 응용 서비스의 요구 사항이 크게 변경될 때, 빈번히 발생할 수 있다.

2-8 센싱 정보의 보안

센서 네트워크는 기본적으로 센서 노드들 간의 무선통신으로 구성되어 있기 때문에, 센싱 정보들이 타인에 의하여 도청 당하거나, 심지어는 비정상적인 값으로 조작될 가능성이 매우 높다고 할 수 있다. 그러므로, USN 미들웨어는 센서 노드들 및 게이트웨이 간의 협업을 통하여 센싱 정보를 보호하기 위한 방법을 반드시 제공해야 한다. 이러한 센싱 정보 보안에서 주의해야 할 점은 정보보호 기능을 구현할 때, 효율성을 위하여 센서 노드의 자원(전력, 통신 등)의 점유를 최소화해야 한다.

Ⅲ. USN 미들웨어 기술 동향

초기에 적진에 침투한 개별 병사들에게 무선통신을 통하여 명령을 전달하고, 병사들이 직접 침투하기 어려운 지역에서의 적군 움직임을 사전에 감지하여 알려줄 수 있는 군사용 서비스를 구현할 목적으로 USN 관련 기술들이 개발되기 시작하였다. 이러한 USN 관련 기술의 발전과 더불어, 지금까지 앞에서 소개된 u-Military 서비스 이외에 다양한 종류의 USN 응용 시스템들이 개발되어 오고 있다.

예를 들어, 사람이 직접 접근하기 어려운 지역에서 식하는 동식물들에 대한 생활 환경을 감지하거나, 그 지역의 기후 변화를 감지하는 u-Environment 서비스^{[4][5]}, 교량 및 건물 등의 구조물의 안전 상태

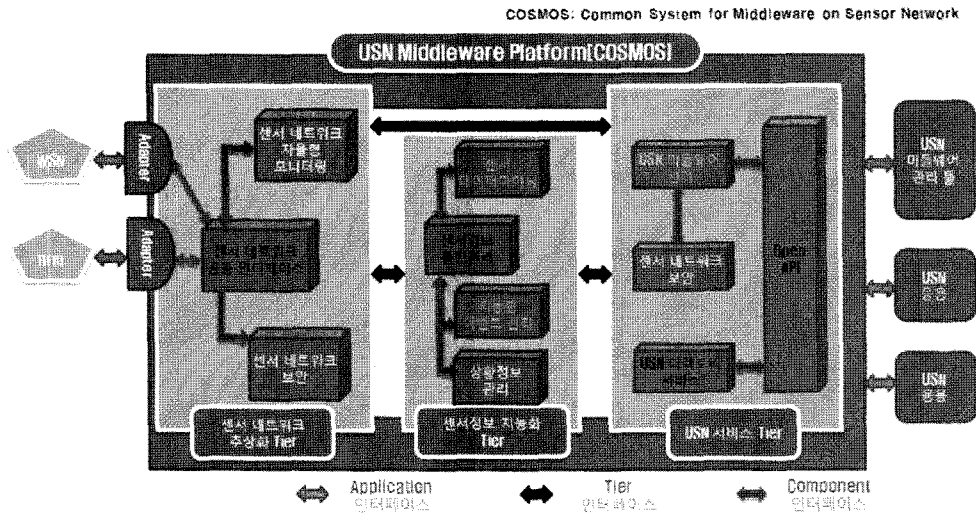
<표 1> 주요 USN 미들웨어별 특징 및 한계점

USN 미들웨어	주요 특징	한계점
TinyDB (Berkeley)	<ul style="list-style-type: none"> · 센서 네트워크를 가상의 분산 데이터베이스로 간주 · Server와 In-network 미들웨어가 협력적으로 동작 · TinyOS 기반으로 동작, SQL-like 질의 언어 지원 · 질의 수행 최적화 및 In-network Aggregation 지원 	<ul style="list-style-type: none"> · TinyOS 기반의 센서 노드에서만 이용이 가능하며, 센서모드에 신규 기능을 추가할 때, 모든 센서 노드가 보유하고 있는 질의 처리기 모듈을 수정해야 함.
Cougar (Comell)	<ul style="list-style-type: none"> · 모든 센싱 정보를 서버에 불러온 다음, DB 기반 접근 방식으로 질의를 처리함 · Server-side 미들웨어, SQL-like 질의 언어 지원 · 질의 수행 최적화 지원 	<ul style="list-style-type: none"> · Server-side 미들웨어로서, 서버 시스템이 모든 센싱 정보를 유지하고 있어야 하기 때문에, 모든 센서 노드들이 센싱 정보를 모두 서버로 전송해야 함.
SINA (Delaware)	<ul style="list-style-type: none"> · Cougar와 유사한 Server-side 미들웨어로, SQL-like 질의 언어를 지원 · 지리적으로 인접한 센서 노드들을 계층적 Cluster로 묶어서 관리함(Cluster Head 노드 이용) 	<ul style="list-style-type: none"> · Cougar와 마찬가지로 서버 시스템이 모든 센싱 정보를 유지하고 있어야 함. · Cluster head 노드들이 센싱 정보를 모두 서버로 전송함.
DSWare (Virginia)	<ul style="list-style-type: none"> · DB 방식으로 SQL-like 질의 언어를 지원 · In-network Aggregation 지원 · 센서 노드들에 대한 동적인 Group 관리 방법 지원 	<ul style="list-style-type: none"> · 특정 제품의 센서 노드 H/W에 대한 의존적으로, 이종의 센서 노드들에 대한 추상적인 인터페이스 제공 기능이 부족함.
Milan (Rochester)	<ul style="list-style-type: none"> · USN 응용 시스템의 QoS 요구 처리 기능 지원 · QoS 요구와 센서 네트워크의 리소스를 비교 분석하여 센서 네트워크의 Lifetime은 최대화하면서, QoS 요구를 최대로 만족시키고자 함. 	<ul style="list-style-type: none"> · USN 응용 서비스에 Tightly-coupled 되어 있어서 이종의 센서 노드들에 대한 추상화를 지원하지 않음.
Impala (Princeton)	<ul style="list-style-type: none"> · 센서 노드 기능의 동적 갱신 지원 · Binary 명령어를 수행할 수 있는 모바일 코드 기술을 이용하여 노드의 기능을 실행 시에 동적으로 변경 	<ul style="list-style-type: none"> · Hewlett-Packard 제품에 의존적인 미들웨어로서, 이종의 센서 노드들에 대한 추상화를 지원하지 않음.
Mate (Berkeley)	<ul style="list-style-type: none"> · 센서 노드 기능의 동적 갱신 지원(TinyOS 기반) · Byte code와 Virtual Machine(VM) 기반의 센서 노드 기능을 실행 시에 동적으로 변경할 수 있음 	<ul style="list-style-type: none"> · 센서 노드가 VM 기반으로 구성됨으로써, 복잡한 기능의 갱신일 때, Interpretation과정으로 인한 추가의 리소스 손실이 있음.
COSMOS (ETRI)	<ul style="list-style-type: none"> · 다양한 유형의 질의 지원(일시성, 연속성, 이벤트) · 대용량 센서 네트워크 환경에 대하여 대량의 동시 질의 처리 지원 · 이종의 센서 네트워크에 대한 추상화 기능 지원 	<ul style="list-style-type: none"> · In-network Aggregation과 같은 센서 노드 미들웨어 기능이 부족함.

<자료>: IITA 주간기술동향, 2007

를 실시간 감지하기 위한 u-Structure 서비스^[6], 병원에서 환자, 의사, 간호사 및 고가 장비들의 위치를 실시간 추적하고 환자의 상태를 실시간 감지하기 위한 u-Hospital 서비스^[7], 도로 및 차량에 설치된 센서 노드를 이용하여 실시간으로 교통 정보를 수집하여 차량 사고를 감지하고 심지어 사고를 미연에

방지할 수 있는 u-Transportation 서비스^[8]를 위한 응용 시스템들이 개발되어 오고 있다. 이와 같이, 다양한 분야의 USN 응용 서비스를 구축하기 위한 시스템의 개발은 USN 미들웨어 시스템의 발전에도 큰 영향을 끼치게 되었다. 실제로 USN 응용 서비스에 따라서 다양한 형태의 USN 미들웨어들이 소



[그림 1] USN 미들웨어 플랫폼

개되었는데, USN 응용 서비스의 QoS 요구 조건에 대한 보장을 최우선 목표로 하여 개발된 MiLAN 미들웨어^[9], RFID 미들웨어와 유사하게 끊임없이 획득되는 센싱 정보에 대하여 이벤트들을 설정함으로써 USN 응용 시스템에게 원하는 정보를 전송하는 이벤트 기반의 DSWare 미들웨어^[10], USN 응용 서비스 변화 및 센서 네트워크 주변 환경 변화에 따라 센서 노드 미들웨어의 기능을 무선 통신을 통하여 동적으로 변화시킬 수 있는 Impala 미들웨어^[11], 센서 네트워크에 존재하는 센싱 정보들을 분산 데이터베이스의 분산 데이터로 간주하여 USN 응용 시스템의 요구 사항을 분산 질의 처리 과정으로 수행할 수 있는 TinyDB^[12] 및 Cougar^[13] 미들웨어 등이 개발되어 왔다^{[14],[15]}. <표 1>은 지금까지 발표된 USN 미들웨어와 ETRI에서 개발된 미들웨어의 주요 특징 및 한계점에 대하여 간략히 제시하고 있다.

IV. USN 미들웨어 개발 현황

본 장에서는 현재 ETRI가 추진 중인 RFID/USN

미들웨어 플랫폼 개발 과제에 대하여 간략히 살펴보고자 한다. RFID/USN 미들웨어 플랫폼 개발 과제에서는 다양한 유형의 RFID/USN 응용 서비스에 공통적으로 필요한 미들웨어의 핵심 기능을 추출하고, 이들을 표준화된 방식으로 제공하기 위한 기술 개발 및 표준화를 진행하고 있다.

USN 미들웨어 플랫폼 개발은 향후 시스템의 확장성 및 독립성을 고려하여 개념적으로 센서 네트워크 추상화, 센서 네트워크 지능화, 서비스 플랫폼의 세 단계로 나누어서 진행되고 있다.

4.1 센서 네트워크 추상화

센서 네트워크 추상화 단계는 센서 네트워크 인프라와 직접 연계되는 부분으로 다수의 이기종 센서 네트워크들이 연결되는 대규모 USN 응용 서비스의 경우에는, 이기종의 센서 네트워크들을 추상화시켜서 동일한 방식으로 손쉽게 이용하기 위한 기능을 제공하기 위해 센서 네트워크 공통 인터페이스 컴포넌트(SNCIC)와 센서 네트워크 자율형 모니터링 컴포넌트(SNAMC)를 구현하고 있으며, 특히 센서 네트워크 공통 인터페이스의 경우에는 국

내 표준화 작업을 동시에 진행하고 있다.

센서 네트워크 공통 인터페이스 컴포넌트 개발에서는 센서 네트워크 및 센서 노드 인프라와 USN 미들웨어 사이에 주고 받는 명령과 정보에 대하여 공통 메시지 형식을 정의하고, 또한 이러한 공통 메시지를 활용하기 위하여 센서 네트워크 게이트웨이에 표준 인터페이스 기능을 포함하는 어댑터를 구현하고 있다. 센서 네트워크 자율형 모니터링 컴포넌트 개발에서는 센서 노드의 전력 잔량, 동작 유무, 통신 상황 등을 동적으로 감지하기 위한 기능을 구현하고 있다.

4-2 센서 네트워크 지능화

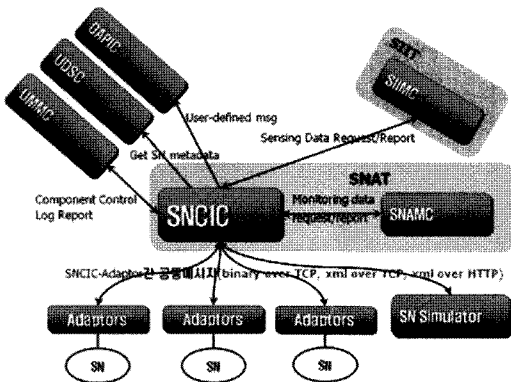
센서 네트워크 지능화 단계는 센서 네트워크 공통 인터페이스로부터 연속적으로 입력되는 센싱 정보에 대하여 의미를 부여하는 단계로서, 이 단계에서의 핵심 기능은 센싱 정보를 효율적으로 관리하고, 이들 센싱 정보와 기 구축된 비즈니스 정보를 분석하여 새로운 상황 정보를 생성하는 역할을 수행할 수 있도록 하는 것이다. 또한, 의미 있는 센싱 정보를 제공하기 위하여 응용 서비스들로부터 주어지는 다양한 유형의 질의 처리를 수행하고, 주변 상황에 따른 복잡한 지능형 이벤트 질의 처리를 수

행할 수 있도록 하는 것이다. USN 미들웨어 플랫폼에서는 센서 네트워크 지능화 단계로서, 센서정보 통합관리 컴포넌트, 상황정보 관리 컴포넌트, 그리고 지능형 이벤트 관리 컴포넌트를 구현하고 있다.

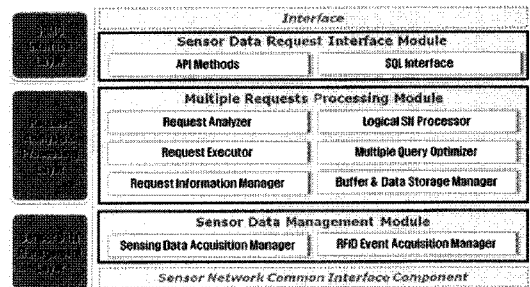
센서정보 통합관리 컴포넌트(SIIMC) 개발에서는 센서 네트워크에서 제공되는 센싱 정보의 실시간 관리 기능, 일시성/연속성/이벤트 형태의 다양한 질의 수행 기능, Multiple 질의들의 동시 수행 및 최적화 기능, Suspend/Resume/Stop 등과 같은 실시간 질의 제어 기능 등을 구현하고 있다. 상황 정보 관리 컴포넌트는 센싱 정보에 대한 데이터마닝 기능과 에이전트 기반의 상황 정보 모델링, 상황 정보 추출, 상황 정보 관리 기능을 구현하고 있으며, 지능형 이벤트 관리 컴포넌트(IEMC)에서는 USN 응용 서비스가 요구하는 복합 이벤트를 위하여 지능형 이벤트 모델을 정의하고, 이러한 지능형 이벤트 모델을 최적화하여 처리하기 위한 엔진을 구현하고 있다.

4-3 서비스 플랫폼

서비스 플랫폼 단계는 USN 응용 서비스 시스템의 개발을 효율적으로 지원하기 위한 단계로서, 이 단계의 핵심 역할은 USN 미들웨어를 용이하게 사용하기 위한 Open API를 제공하고, 다중의 서비스 사용자들에 대한 관리를 수행하고, 외부 서비스 시스템과의 연계를 지원하고, USN 응용 서비스 시스



[그림 2] USN 미들웨어의 SNCIC 기능 연계도



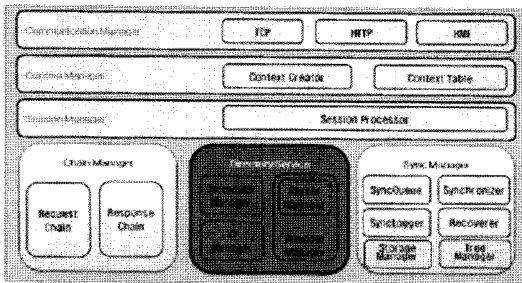
[그림 3] USN 미들웨어의 SIIMC 컴포넌트 구조

템이 요구하는 센서 노드 및 센서 네트워크 관련
 정적/동적 메타 정보를 실시간으로 제공할 수 있
 록 하는 것이다. 이를 위하여, 서비스 플랫폼 단
 계에서는 Open API 컴포넌트, 플랫폼 관리 컴
 포넌트, 서비스 그리고 USN 디렉토리 서비스
 컴포넌트의 구현을 포함하고 있다.

Open API 컴포넌트 개발에서는 다중의 USN
 응용 서비스 클라이언트들이 USN 미들웨어
 플랫폼에 용이하게 접근하기 위한 웹 서비스
 와 개방형 API 메소드, USN 미들웨어 플
 랫폼에 연결된 클라이언트들의 관리 기능,
 그리고 이들 클라이언트들이 요청한 질의
 들의 관리 기능을 구현하고 있다. 서비스 관
 리 컴포넌트 개발에서는 USN 미들웨어
 플랫폼내의 각 컴포넌트들에 대하여 Prop
 erty 값 초기화, 컴포넌트의 구동 및 중지,
 그리고 플랫폼의 여러 상황 체크 등을 수
 행할 수 있는 기능을 구현하고 있다. 끝으로,
 USN 디렉토리 서비스 컴포넌트(UDSC)
 개발에서는 센서 네트워크의 정적/동
 적 메타 정보를 등록하고, 조회하고, 갱
 신할 수 있는 서비스를 구현하고 있다. 특
 히, 이러한 정적/동적 메타 정보 모델은
 시스템 개발과 함께 국내 표준화가 동
 시에 진행되고 있다.

V. 결 론

본 고에서는 우선 USN 미들웨어의 특
 징 및 기



[그림 4] USN 미들웨어의 UDSC 컴포넌트 구조

술 동향에 대하여 살펴보고, 그리고 ETRI에서
 개발 중인 USN 미들웨어 플랫폼 기술에
 대하여 개략적으로 살펴보았다.

점차 물류, 교통, 의료, 교육 등 다양한 도
 시 인프라가 통합되어 서비스 되는 유비쿼
 터스 환경을 구축하기 위하여 추진되는 u-
 City 모델들이 발표되고, 상황에 따라 여
 러 응용 서비스들의 통합이 요구됨에 따
 라, 이를 효율적으로 지원하기 위해 현재
 RFID 미들웨어와 USN 미들웨어의 통
 합에 대한 요구가 급격히 증가하고 있다.
 그러므로, 유비쿼터스 컴퓨팅 사회 구
 축을 목표로 하고 있는 국가가 주도적으
 로 이러한 RFID/USN 미들웨어 관련 기
 술을 확보하고, 또한 이에 대한 표준화
 를 추진함으로써 국내 RFID/USN 산업
 활성화를 이룩하고, 이를 바탕으로 국
 제 경쟁력도 확보해야 할 것으로 생각
 된다.

약어 정리

USN	Ubiquitous Sensor Network
QoS	Quality of Service
RFID	Radio Frequency Identification
OAPIC	Open API Component
SOC	Service Orchestration Component
PMC	Platform Management Component
UDSC	USN Directory Service Component
IEMC	Intelligent Event Management Component
CIMS	Context Information Management Component
SIIMC	Sensing Information Integrate Management Component
SNCIC	Sensor Network Common Interface Component
SNAMC	Sensor Network Autonomic Management Component

참 고 문 헌

- [1] Mark Weiser, "Computer of the 21st Century", *Scientific American*, pp. 94-100, Sep. 1991.
- [2] 김민수, 김광수, 이용준, "USN 미들웨어의 특징 및 기술개발 동향", IITA 주간기술동향 통권 1284호, 2007년 2월.
- [3] Salem Hadim, Nader Mohamed, "Middleware challenges and approaches for wireless sensor networks", *IEEE Distributed Systems Online*, vol. 7, no. 3, 2006.
- [4] A. Mainwaring, J. Polastre, R. Szewczyk, and D. Culler, "Wireless sensor networks for habitat monitoring", *ACM, Sensor Networks and Applications*, pp. 88-97, Sep. 2002.
- [5] A. Baptista, T. Leen, Y. Zhang, A. Chawla, D. Maier, W. Feng, W. Feng, J. Walpole, C. Silva, and J. Freire, *Environmental Observation and Forecasting Systems: Vision, Challenges and Successes of a Prototype*, *Encyclopedia of Physical Science and Technology*(R. A. Meyers, Ed.), Academic Press, Third Edition, vol. 5, pp. 565-581.
- [6] N. Xu, et al., "A wireless sensor network for structural monitoring", *ACM Sensys*, pp. 13-24, Nov. 2004.
- [7] Aleksandar Milenković, Chris Otto and Emil Jovanov, "Wireless sensor networks for personal health monitoring: Issues and an implementation", *ELSEVIER, Computer Communications*, In Press, Corrected Proof, Available online 6, Mar. 2006.
- [8] 김민수, 이은규, 장병태, "USN 기반 차세대 텔레매틱스 서비스 연구 동향", IITA 주간기술동향 통권 1207호, 2005년 8월.
- [9] W. Heinzelman, A. Murphy, H. Carvalho and M. Perillo, "Middleware to support sensor network applications", *IEEE Network Magazine Special Issue*, Jan. 2004.
- [10] Shuoqi Li, Sang H. Son, and John A. Stankovic, "Event detection services using data service middleware in distributed sensor networks", *Information Processing in Sensor Networks, LNCS 2634*, pp. 502-517, Apr. 2003.
- [11] T. Liu, M. Martonosi, "Impala: A middleware system for managing autonomic, parallel sensor systems", *Proc. ACM SIGPLAN Symp. Principles and Practice of Parallel Programming*, pp. 107-118, 2003.
- [12] S. R. Madden, M. J. Franklin, and J. M. Hellerstein, "Tiny DB: An acquisitional query processing system for sensor networks", *ACM TODS*, vol. 30, no. 1, pp. 122-173, 2005.
- [13] Yong Yao, J. E. Gehrke, "The cougar approach to in-network query processing in sensor networks", *SIGMOD RECORD*, vol. 31, no. 3, Sep. 2002.
- [14] 김민수, 이은규, "유비쿼터스 환경에서의 센서 데이터베이스 기술", IITA 주간기술동향 통권 1187호, 2005년 3월.
- [15] S. Madden, M. J. Franklin, and J. M. Hellerstein, "The design of an acquisitional query processor for sensor networks", *ACM Sensys*, 2003.

≡ 필자소개 ≡

황 재 각



2003년 2월: 충북대학교 전산학과 (공학석사)

1980년 8월 ~ 현재: 한국전자통신연구원
RFID/USN서비스연구팀 책임연구원
[주 관심분야] RFID/USN 기술

표 철 식



1991년 2월: 연세대학교 전자공학과 (공학석사)

1999년 2월: KAIST 전기 및 전자공학과 (공학석사)

1991년 1월 ~ 현재: 한국전자통신연구원
RFID/USN서비스연구팀장
[주 관심분야] RFID/USN 기술