



## U-기반 가스안전관리의 기술을 적용을 위한 실증적 연구

†오정석 · 최경석 · 권정락

한국가스안전공사 가스안전연구원

(2008년 5월 13일 접수, 2008년 6월 12일 수정, 2008년 6월 12일 채택)

## A Empirical Study on Applying Ubiquitous Technology for Gas Safety Management

†Jeong Seok Oh · Kyung Suhk Choi · Jeong Rock Kwon

*Institute of Gas Safety R&D, Korea Gas Safety Corporation, Gyeonggi-do, Korea*

*(Received May 13, 2008, Revised June 12, 2008, Accepted June 12, 2008)*

### 요 약

유비쿼터스 기술은 모든 사물의 지능화 및 네트워크화를 구축함으로써 다양한 분야에 혁신이 가능하도록 한다. 유비쿼터스 기술을 기존산업에 적용하기 위해서는 대상 산업시설에 적절한 네트워크 인프라를 구축하고 인프라를 통해 수집된 상황정보를 분석하는 지능형 서비스의 개발이 필수적이다. 본 논문은 유비쿼터스 기반 도시가스 안전관리를 위한 네트워크 시험 및 분석을 수행하고, 정보 분석 및 탐색 기법을 연구하여 유비쿼터스 기술의 도입범위를 도출하고 제시한다. 이를 위해, 본 논문은 기존 IT 기술이 적용된 도시가스 안전관리 현황과 원격검침에 대해 조사 및 검토하였으며 근거리통신과 중/장거리 통신을 지하시설에서 확장성, 자가구성, 연결성 정도를 시험 및 분석하였다. 지능형 서비스를 위한 모형화 방안을 제시하고, 도시가스 관리를 위해 유비쿼터스 기술을 적용하는 도입범위를 도출하였다.

**Abstract** – The ubiquitous technology is capable of innovating various area to constructing intelligent and network to all objects. This technology can construct network infrastructure to facilities for applying legacy industry and need to develop intelligent service that analyze context-aware through network. This paper derive and propose the introduction range of ubiquitous technology, which should be testified and analyzed network, and studied the detection and analysis of information for managing gas facilities. We investigate the current status of gas facilities and automatic reading system, testing and analyzing wireless personal area network and mobile communication by scalability, self-configuration, connection in underground. Furthermore, we propose modelization method for intelligent service and derive the introduction range for applying ubiquitous technologies for managing gas facilities.

**Key words** : ubiquitous, infrastructure, intelligent information service

### I. 서 론

유비쿼터스 기술은 모든 사물의 지능화 및 네트워크화를 구축함으로써 개인 삶과 기업의 생산성이 향상되고 공공 서비스의 혁신이 가능하도록 한다. 이를 위해 정부는 다양한 유비쿼터스 전략을 공표하고 공통기술 개발 및 인프라 구축을 위해 다채로운 사업을 수행하고 있다.

미국, 일본, 핀란드 등 해외의 경우에도 유비쿼터스 기술을 적용한 사례가 존재한다. 특히 미국은 국가 에너지

기술 연구소(National Energy Technology Laboratory)에서 가스배관네트워크 센서 시스템인 GASNET 프로젝트를 수행하였다. 이 프로젝트는 다목적 센서의 분산된 네트워크의 시험 및 개발을 통해 국가의 천연가스 분배 시설구조의 기능을 최적화 하는 것으로서, NGA (Northeast Gas Association) 권역의 펜실베이니아 지역에서 사업이 수행되었고, 이와같은 시스템을 미국 전역으로 적용해본다고 가정하면 비용이 천만달러 이상 감소될 것으로 예측되었다.

유비쿼터스 기술을 기존산업에 적용하기 위해서는 대상 산업 시설에 적절한 유비쿼터스 기반 네트워크 인프라를 구축하고 인프라를 통해 수집된 상황정보를 분

†주저자:dbstar@kgs.or.kr

석하는 지능형 서비스개발이 필요하다. 특히, 도시가스 시설의 안전관리에 유비쿼터스 기술을 적용하기 위해서는 방폭 및 방습등의 특수한 조건이 수반되는 만큼, 주변환경의 특성을 분석하여 시설에 따라 적용 가능한 인프라가 설계되어야 하며 안전성을 향상시키기 위해 정보 구조 구축 및 서비스가 필수적으로 요구된다.

본 논문은 유비쿼터스 기반 도시가스 안전관리를 위해 근거리 및 중/장거리 네트워크 시험 및 분석을 수행하고, 정보 분석 및 탐색 기법을 실증적으로 연구하여 유비쿼터스 도입범위를 도출하고 제시한다. 이를 위해 2장에서 도시가스 안전관리 현황과 원격검침에 대해 설명한다. 3장에서는 근거리 및 중/장거리 네트워크를 지하 가스시설물에 적용하여 분석하고 시험한다. 4장에서는 지능형 정보 예측 기법과 함께 도시가스 안전관리를 위한 유비쿼터스 기술 도입범위에 대해 기술한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 설명하고 향후계획을 서술한다.

## II. IT 기반 도시가스 안전관리 기술

대부분의 도시가스 시설물(배관, 밸브, 정압기, 배관 등)은 상황관리, 시설관리, 운영관리의 관점에 의해 관리된다. 상황관리 시스템은 “사전 최적관리와 사후 긴급복구로 상황을 총괄관리”하는 것이 주요 목적으로 SCADA 시스템, 종합상황실, 시설물 실시간 관리, 긴급복구 시스템, 예방정비 시스템 등이 이러한 시스템 등에 해당된다. 시설관리 시스템은 “시설자원의 총체적 DB 구성을 통한 정확성 있는 안전성 평가”가 주요목적이며 대내외 방대한 데이터 수집 및 축적을 통한 DB 구축으로 지리정보(GIS), 속성정보(MIS), 배관망해석(NAS), 안전성 평가 시스템, SPC/QRA 평가 등이 해당된다. 운영 관리 시스템은 “시설물 안전관리 운영평가 및 개선을 통한 업무 효율성 향상”을 목적으로 하며 시스템 기본설계, 시설상태 안전진단, 상태 시뮬레이션, 시설물 제어 등이 해당된다.

현재 도시가스 상황관리 시스템은 상황통제를 위하여 많은 노력을 기울이고 있다. 대부분의 도시가스사는 유선 기반의 SCADA 시스템이 구축되어 있으며 일부 분 특정범위에 한해 무선이 적용되고 있다.

도시가스 시설에 적용되는 무선기술에 대표적인 시스템은 원격검침 시스템(Automatic Meter Reading System)이다. 원격검침 시스템은 전기, 가스, 수도, 열량계 등 각종 계측기의 사용량을 원격지에서 자동으로 측정하는 기기를 의미하며 대체적으로 단말기, 모뎀, 중계기, 서버로 구성된다.

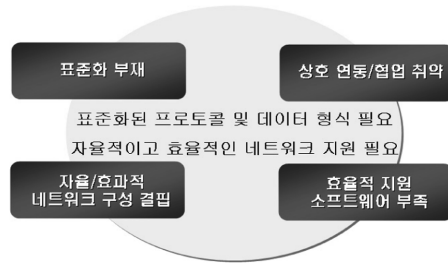


Fig. 1. Previous technology issue.

원격검침용 단말기는 계량기로부터 펄스신호를 수신 및 저장하는 작업을 수행하며 원격검침용 통신모뎀은 저장된 데이터를 중계기나 서버로 전송하는 역할을 수행한다. 중계기는 다수의 원격 단말기에 송신된 데이터를 모니터링 서버에 전달하기 위한 중계역할을 수행한다. 모니터링 서버 시스템은 계량기 사용량을 실시간으로 표시하고 시스템 값을 설정 또는 변경 가능하도록 하여준다.

구축된 대부분의 원격 검침 시스템을 분석해보면 단말기에서 CDMA 망을 통해 무선으로 데이터가 전송되며 WAP(Wireless Application Protocol)에 의해 TCP/IP 프로토콜 기반의 인터넷망에 접속되는 단방향 구조이다. 즉, 원격검침 시스템은 원격에 있는 계측기의 데이터를 감시에는 적합하지만 단방향성 통신 구조의 한계로 인해 단말의 제어나 주변의 상황정보 획득을 위해서는 적절하지 않다. 이러한 기존 적용되었던 기술이 도시가스 안전관리에 도입되기 위해 더욱 고도화 되려면 Fig. 1에서 도식화된 논점을 해결해야 한다.

현재까지 다양한 무선 기술 도입이 고려되었더라도 표준화된 프로토콜과 데이터 형식이 아니어서 무선 네트워크 인프라 구성, 소프트웨어 플랫폼이 일관성 있게 제공되지 못하고 있다. 국제화된 표준화 규격 기반의 프로토콜과 데이터 형식에 의해 무선 인프라를 구상하고 설계하여야 다양한 서비스 토대가 마련될 수 있다.

특히 기존 무선 통신 방식은 대부분이 중계기를 이용하기 때문에 중계기 작동 오류가 발생했을 때 중계기 범위의 모든 단말들의 정보를 수집할 수 없으므로 이러한 현상을 미연에 방지할 수 있는 기술인 자율/효과적 네트워크 구성이 필요하며 이를 소프트웨어적으로 지원 가능하여야 한다.

## III. 근거리와 원거리 통신 시험/분석

본 연구는 도시가스에 적용될 수 있는 통신 방식을 근거리(WPAN)와 중/장거리(Mobile Communication)가

**Table 1.** Characteristics of WPAN.

종류	802.15.1	802.15.3	802.15.4
주파수	2.4 Ghz	3.1~10.6 Ghz	2.4 Ghz 868/915 Mhz
전송속도	1 bps	100 Mbps	250 Kbps
거리	5~10 m	5~10 m	100 M
변조방식	GFSK/FHS	논의중	DSSS
네트워크	1 : N	1 : M	star/mesh

혼용되어 사용될 가능성이 높음을 알았다.

중/장거리 통신은 이동통신 기술이 대표적이다. 이동통신 기술은 고속 멀티미디어 데이터 전송이 가능하기 때문에 실시간적인 산업 시설의 입체적 감시가 가능하다.

근거리 통신은 IEEE 802.15의 블루투스(802.15.1), 고속 근거리통신(802.15.3, UWB), 저속 근거리 통신(802.15.4, ZigBee) 방식이 사용되고 있으며 Table 1에서 특징을 보인다.

본 연구는 지상과 지하에 존재하는 도시가스 관련시설에 근거리 통신방식과 이동통신 방식을 적용하여 각 상호시설들의 연결 가능성 분석을 시험해보았다.

시험영역은 지하 가스매설배관이 존재하는 지하철 공사구간으로 지하 20 M 이하에서 지상까지이며, 이 영역은 다양한 장애물이 존재하며 타공사로 인한 외부환경적 영향을 실험하기에 적합한 것으로 사료되었다.

통신방식은 중/장거리를 위해 안전성 있는 CDMA 방식이 채택되었고 근거리를 위해서는 대중적인 ZigBee 기반 센서 네트워크를 선정하였다.

센서 네트워크 구축을 위해 10개의 Zigbee 센서 Mote에 온도, 습도, 조도 센서 각각을 결합하였으며 첫 번째 노드를 싱크노드로 선정하여 컴퓨터와 RSC232 포트를 통해 통신을 하도록 설정하였다. 통신 전달을 위해서는 MAC 프로토콜 기반인 Tree 라우팅 방식을 채택하였다. Tree 라우팅이란 싱크노드가 루트가 트리 형태의 네트워크 구조를 형성하는 전송경로 방식을 의미한다. 이 라우팅의 특징은 멀티 홉 라우팅을 위해 복잡한 라우팅 패스를 유지할 필요없이 자신의 근접노드인 부모 노드의 주소만 유지함으로써 효율적인 멀티 홉 데이터 전송을 가능하게 한다.

CDMA 이동통신은 지하철 공사구간의 방식전위값을 측정하였으며 이동통신 상용 네트워크를 통해 중/장거리 통신을 가능하게 하였다. 또한 TCP/IP 기반의 인터넷망에 접속하여 컴퓨터에 데이터를 전송가능하게 하였다.

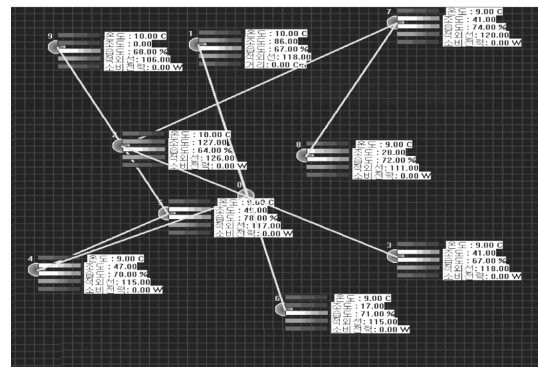
각 네트워크는 확장성(scalability), 자가구성(self-

configuration), 연결성(connection)을 기준으로 시험/분석하였다. 확장성은 단말노드가 임의로 증가되거나 감소되었을 때 기능과 성능을 유지해야한다는 의미한다. 자가구성은 중계 노드 및 단말 노드가 결합과 같은 이유로 동작이 원활하지 않을 때 목표 시스템이나 목적 노드까지 데이터를 전송할 수 있는 능력을 의미한다. 연결성은 구축된 네트워크에 의해 데이터 전송이 가능한 최대거리를 의미한다.

근거리 통신 기반의 센서 네트워크의 확장성은 5개의 센서노드로 소규모 네트워크를 구축하고 다른 5개의 센서노드를 순차적으로 동작시켜 네트워크에 포함 여부를 시험하였다. 동작가능하게 된 센서노드는 소규모 네트워크에 포함되었으며 근접노드를 탐색하여 싱크노드까지 원활하게 획득된 상황인자들을 전송함으로써 기존 노드들의 상태나 동작에 영향 없이 잘 수행됨을 알 수 있었다. CDMA 방식 또한 우리가 사용하고 있는 휴대폰을 통해 잘 알 수 있듯이 단말모듈을 구동하였을 때 기존 이동통신 네트워크에 잘 접속되어 확장성에는 문제가 없음을 보였다.

센서네트워크의 자가구성은 목표 전달노드를 0번 노드로 설정하고 각 노드가 어떤 경로를 통해 0번 노드로 데이터를 전송하는지를 살펴보았다. 이러한 전송경로들은 시간, 주변 환경, 상황에 따라 다르지만 실험 시점의 스냅샷 보면 Fig. 2와 같다.

모든 노드들은 서로 다른 거리에 있으므로 근접해 있는 노드를 경유지로 선택하여 0번 노드에 도달한다. 이러한 경우에 2번 중계노드의 동작을 중지시켰을 때 8번, 7번, 5번, 9번 등의 데이터가 0번 노드에 도달하는지를 시험 분석해보았다. 시험결과로서 각 노드들은 동작 중지된 노드 대신 가장 근접해 있는 노드를 탐색하여 전송경로를 자체 재구성하였고 0번 노드에 데이터를 전달하였다. 동일한 목적으로 10차에 걸쳐 시설과



**Fig. 2.** The snapshot of sensor network.

환경에 걸쳐 센서 네트워크가 형성되었을 때 센서노드의 동작을 중지시켜보아도 모두 목적노드까지 도달될 수 있음을 시험으로 확인하여 센서네트워크의 자가구성이 원활하게 수행됨을 확인하였다. 반면에 중/장거리를 위한 CDMA 통신 방식은 중계기의 동작을 중지시켰을 때 범위내의 단말기들이 통신을 하지 못하기 때문에 자가 구성이 가능하지 않다.

센서 네트워크의 연결성은 노드와 노드간의 거리가 측정기기에 따라 틀렸지만 최신 제품의 경우에는 지상에서 약 1Km 이상이었으며 지하철 공사구간 같은 장애물이 많은 지하에서는 상호노드간의 거리가 주변 환경요인에 따라 모두 달랐다. 또한 다수의 센서노드로 구성된 센서 네트워크에서 지하에서 지상까지 원활하게 취득된 데이터가 전송될 수 있음을 보였다. 그러나 도시가스사의 지하에서 정압기까지 센서네트워크를 구축하기에는 많은 센서노드가 소요되었다. 반면에, CDMA 통신 네트워크는 지하, 지상에서 모두 연결능력이 우수하였으며 상용 네트워크이기 때문에 원거리 전송능력도 뛰어났다.

### V. 도시가스 안전관리를 위한 유비쿼터스 기반 기술 도입범위

유비쿼터스 기반 기술을 도시가스 안전관리에 도입하기 위해서는 전력, 기기의 소형화, 기기의 저가화, 현장작용 설치기술 개발, 하부 표준화 등이 필수적으로 고려되어야 한다. 일반적으로 WPAN인 근거리 네트워크에서는 전력이 도달할 수 없는 경우를 가정할 때가 많아 저전력 및 배터리 사용에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 유비쿼터스 통신 기기들은 정보 전송 시 전송경로에 따라 특정 기기가 집중적으로 사용될 수 있으며 집중 사용되는 기기는 전력 소모가 클 수 있다. 이러한 이유로 기기, 운영체제, 전송경로 등은 전력을 최소화 할 수 있도록 설계되어야 하며, 특히 전송경로는 특정기기로의 집중을 방지하기 위해 부하조율(load balancing) 및 동적 경로 구성 등이 가능해야 한다.

기기의 소형화 및 저가화도 추진되어야 한다. 현재 조사된 바로는 하나의 모듈에 많은 센서들을 장착하기 위해 큰 크기를 선호하는 업체들도 있었다. 그러나 기기가 대형화 될수록 가격이 증가되는 추세이므로 가능한 소형화를 지향해야 한다. 소형화를 위해서는 PCB 제작 같은 모듈화 보다는 SoC(System on Chip)과 같은 복합 기능을 하나의 칩으로 구성하는 방안을 고려해야 한다.

도시가스 안전관리를 위해 유비쿼터스 기술을 적용

하려면 시설/기기가 설치되어 있는 위치, 주변환경, 형태 등 현장 상황을 주의 깊게 분석하고 그 결과에 따라 다르게 적용되어야 한다. 즉, 유비쿼터스 용梳' 기술은 시설/기기에 따라 현장에 적용 가능한 기술 개발 위주로 수행되어야 한다.

적용되는 기술들이 융통성 있게 수행되려면 표준(안)이 존재해야 한다. WPAN, WLAN, 센서 인터페이스 등 기반 기술에 대한 기본 표준(안)은 이미 존재한다. 본 연구에서 조사한 결과 기본 표준(안)은 IEEE 같은 국제 표준화 기관이나 ZigBee Alliance 같은 산업 표준화 기관에서 이미 지정된 것이기 때문에 국내 단체 및 산업 기관에서 그러한 내용을 수정하거나 갱신하기는 대단히 어렵다. 그 이유는 인터넷처럼 유비쿼터스 기반 환경에서 전송되는 정보들은 타 기관 및 시스템과 자유롭게 공통화된 형식으로 송/수신되며 제어되어야 하기 때문이다.

그러나 적용되는 대상 시설/기기에 따른 설치, 관리, 전송, 제어, 검사 등과 같은 항목에 대한 지침이나 근거 존재해야 하기 때문에 하부 표준(안)이나 제도적 근거가 제정되어야 한다. 특히, 무선통신에 관한 기기들은 현재 정보통신부 산하기관에서 인증을 수행하고 있으며 홈 네트워크 등 건설 분야에 적용되고 있다. 가스관련 시설/기기도 이러한 인증기관에서 인증된 제품과 가스 시설/기기에 독특한 특성을 고려한 제도적 장치가 존재해서 적용되는 시설/기기의 안전 강화를 고수해야 한다.

수집된 정보를 효율적으로 목적지에 전송하기 위해서는 확장성, 자가구성, 연결성에 따른 MAC 계층기술과 네트워크 계층기술 선택이 요구된다. 본 연구의 시험 및 조사된 결과로는 가스관련 시설/기기에서 확장성은 필수적이다.

특정 네트워크 구성기기로서 참여 여부는 인위적으로 수행될 수 있지만 중대시설이나 사람에 의해 인위적으로 수행하기 어려운 경우에는 인접노드의 정보를 자동적으로 탐색하여 네트워크 구성원으로 편성하는 방법이 필요하다.

자가 구성의 목적은 특정 노드나 기기가 동작되지 않을 때 인접노드 재탐색을 통해서 데이터 전송 경로를 재설정하여 목적지에 전달한다. 전송경로의 자가 구성을 위해 뼈대가 되는 네트워크 구성방식은 add-hoc 네트워크 방식으로서 특정한 중계기기가 필요 없는 반면에 star 네트워크 방식은 네트워크를 조율하는 중계기기가 필요한 방식으로 자가 구성에 약한 면모를 지니고 있다. 도시가스 안전관리 같은 경우에는 시설과 시설 사이에 간격이 커서 근거리 통신 방식만으로는 무

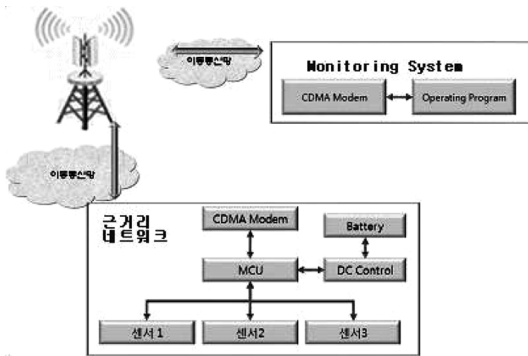


Fig. 3. The mixed network architecture between WPAN and CDMA.

리가 있는 것으로 사료된다. 이러한 경우에는 중계기 역할이 필요하며 복수의 중계기 채택 등으로 star 네트워크에서도 자가 구성이 가능한 전송경로 형태를 구축하는 것이 바람직하다.

도시가스 시설/기기 간에 구축되는 유비쿼터스 기반 소규모 네트워크는 시설의 특징, 추출되는 상황인자, 전송거리 등을 어떻게 적용할 것인가를 주의 깊게 고려해야 한다. 시설이 밀집되어 있는 경우에는 근거리 통신 방식을 적용하는 것이 적절한 것으로 사료되며, 그렇지 않은 경우에는 밀집되어 있는 경우가 아니기 때문에 중/장거리 통신 방식을 적용하는 것이 바람직한 것으로 사료된다. 또한 도시가스 시설 특성을 고려하여 근거리 네트워크와 중/장거리 네트워크를 Fig. 3처럼 혼용하여 구동하는 것도 바람직하다.

도시가스 시설/기기에서 발생하는 정보를 효율적으로 분석하기 위해서는 소프트웨어 프레임워크 기반 미들웨어/서비스를 구상해야 한다. 이를 위해서는 시설별 데이터 특성에 따른 전처리, 정보 모형화, 지능형 기능을 접목한 분석, 표준 미들웨어/서비스 등이 요구된다.

산업시설에 따라 이종의 환경정보 및 습득 정보가 발생한다. 특히 안전성이 요구되는 가스시설에서 발생하는 데이터의 특성에 따른 전처리 방법을 적용하는 것이 대단히 중요하다. 데이터 전처리는 데이터의 차원(dimension)과 크기를 결정하는 중요한 역할을 수행한다. 고차원 일수록 데이터의 분석이 어려워지며 정규화, 간소화 등의 방식을 통해 차원 축소(dimension reduction)를 수행하여 가능한 일관성 있고 가독성이 있는 데이터로 변환해야 한다. 밀집되어 있는 시설이나 환상망을 구성하는 시설 같은 경우에는 짧은 기간에 대용량의 데이터가 발생되고 수집된다. 수집된 데이터는 데이터 적재(loading), 해제(release), 보관(save)을 원활하게 위해 압

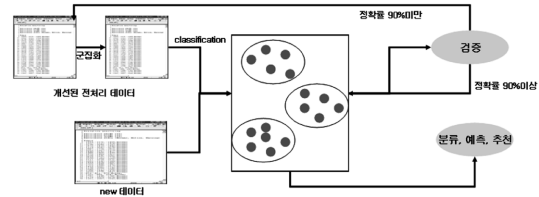


Fig. 4. The modified classification model procedure.

축(compression), 분산(distribution) 등의 적절한 방식으로 크기 관리를 수행해야 한다.

본 연구를 통해서 도시가스 안전관리에 유비쿼터스 시설을 적용하기 위해서는 embedded 기기와 미들웨어 단계에서 모형화가 필요함을 알았다. Embedded 기기에서 정보 모형화는 네트워크 하위단계에서 수집정보를 전송하기 위해 저장하고 있는 데이터 형태로, 정보구조(information architecture) 단순화 및 정보형태(information format) 경량화를 목적으로 구성되어야 한다.

미들웨어 단계에서 정보 모형화는 다수의 하부 네트워크의 embedded 기기에서 전송된 정보를 집계/정제하며 대용량의 정보 구조를 구축하고, 대용량의 정보 구조를 효율적으로 탐색하기 위한 방법이 요구된다. 현재까지는 대용량의 집계(aggregation) 정보구조를 위해서는 데이터 웨어하우스 구조가 적합하며 효율적인 정보 탐색을 위해서는 데이터 마이닝이 적합한 것으로 사료된다.

유비쿼터스 기반 환경은 지능형 기술을 내포하고 있다. 지능형이란 자율적(autonomic)으로 수행하는 것을 의미하는 것으로 정보 분석 측면에서 자율적 수행은 스스로 탐색하고 분석하여 결과를 도출하는 것을 의미한다. 데이터 마이닝 기법은 이러한 자율적 수행을 제공해 주는 다양한 알고리즘들을 제공하며 이러한 알고리즘을 그대로 적용하기 어려운 경우가 있을 경우에는 Fig. 4처럼 상황에 적절하도록 모형화 알고리즘을 개발하거나 개선시켜야 한다.

## VI. 결 론

유비쿼터스 기술은 모든 사물의 지능화 및 네트워크화를 구축함으로써 기존에 제공하던 서비스와 차별화를 시도하고 있다.

본 논문은 유비쿼터스 기반 도시가스 안전관리를 위해 근거리 및 중/장거리 네트워크 시험 및 분석을 수행하고, 정보 분석 및 탐색 기법을 연구하여 적절한 인프

라 및 서비스 방법에 대한 실증적 연구를 목적으로 한다.

이를 위해 본 연구는 우선적으로 국내외 유비쿼터스 기반 정책을 조사 및 검토하였으며 산업시설에 적용된 사례들을 수집 및 분석하였다. 또한 도시가스 안전관리를 위해 현재 적용되는 IT 기술 살펴보고 그 한계를 논의하였다.

다음으로 지하가스시설에서 ZigBee 기반 센서 네트워크와 CDMA 네트워크를 확장성, 자기구성, 연결능력에 의거하여 시험 및 분석을 수행하였고, 자율적 상황 정보 분석 및 예측을 위해 데이터마이닝을 이용한 모형화 개선안을 도식화하였다. 이러한 내용들을 바탕으로 도시가스 안전관리를 위해 유비쿼터스 기술의 도입 범위를 분류하여 도출하였으며 그 필요성에 대해 상술하였다.

향후계획으로는 다양한 도시가스 시설에 대한 유비쿼터스 기반 인프라를 구축하고 지능형 서비스를 위한 프로세스 및 플랫폼을 구축하고자 한다.

### 감사의 글

본 연구는 지식경제부의 에너지기술혁신 프로그램으로 지원되었으며 이 논문은 “차세대에너지안전연구단”

의 연구결과입니다(세부과제번호: 2007-M-CC23-P-03-01-000).

### 참고문헌

- [1] 박석지, 최호철, 구정은, 김성진, “RFID/USN 이용행태 분석 및 시사점”, *전자통신동향분석*, **21**(1), (2006)
- [2] 이재용, “유비쿼터스 센서 네트워킹 기술”, *TTA 저널*, (95), (2006)
- [3] “USN 기술동향 분석 연구”, *한국전산원저널*, (2005)
- [4] 채동현, 한규호, 임경수, 안순신, “센서 네트워크의 개요 및 기술동향”, *한국정보과학회 논문지*, **22**(12), (2004)
- [5] Shen, C., “Sensor Information Networking Architecture and Applications”, *IEEE Personal Communications*, (2001)
- [6] Akyildiz, F., W. Su and Y. Sankara, “A Survey on Sensor network”, *IEEE Communication Magazine*, (2002)
- [7] Llays, “Handbook of Sensor networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems”, *CRC*, (2005)
- [8] “Oil and Natural Gas Projects (Transmission, Distribution, and Refining)”, *NETL*, (2005)