

한국에너지공학회 · 한국가스학회 · 한국에너지기후변화학회(2007년도)

춘계학술발표회 논문집 pp.

가스 시설물에 Ubiquitous 기술을 적용하기 위한 방안연구

오정석, 강승규, 최경석

한국가스안전공사 가스안전연구원

A Plan Study on Applying Ubiquitous Technologies to Gas Facilities

Jeong Seok Oh, Seung Kyu Kang, Kyung Suhk Choi

Institute of Gas Safety R&D, Korea Gas Safety Corporation

1. 서론

유비쿼터스 기술은 모든 사물의 지능화 및 네트워크화를 구축함으로써 개인 삶의 질과 기업의 생산성이 향상되고 공공 서비스의 혁신을 가능하도록 한다. 사물의 지능화는 기존의 획일적인 자동수행(automatic operation)뿐만 아니라 주변 환경의 영향과 사물의 상태에 따라 스스로 판단하여 결정하는 자율수행(autonomic operation)도 포함하며, 사물의 네트워크화는 유/무선 통신을 이용하여 사물과 사물 또는 사람과 사람간의 통신이 가능하도록 한다.

이러한 환경을 위해 정부는 u-it 839전략, u-Korea 전략, u-City 전략 등 다양한 유비쿼터스 기반 전략을 공표하고 유비쿼터스 공통기술개발 및 유비쿼터스 센서 네트워크(USN(와 같은 네트워크 인프라 구축을 위해 다채로운 사업을 수행하고 있다. 다수의 시범사업을 통해 해양, 건설, 의료 시설에 센서 네트워크 시스템을 구축하고 있다. 특히, 해양환경 정보 수집 프로젝트는 제주 연안에서 용존산소량, 해수온도 수집을 목적으로 USN 센서 노드 부착된 부표를 설치하였고, 이를 통해 적조 및 기상예측, 어족 이동경로 분석 등에 활용할 수 있어 더욱 효과적인 수자원 관리 및 기상예측이 가능할 것으로 사료된다.

해외의 경우에도 일본과 미국등에서 유비쿼터스 기술을 산업시설에 적용한 사례들이 존재한다. 일본의 MERL(MITSUBISHI Electric Research Lab)은 산업용 공장 모니터링(IPM, Industrial Plant Monitoring)을 위해 유비쿼터스 기술기반 프로토타입 모니터링 시스템 제작을 수행하고 있다. 미국은 국가 에너지 기술 연구소 (NETL, National Energy Technology Laboratory)에서 가스배관 네트워크 센서 시스템인 GASNET 프로젝트를 수행하였다. GASNET 프로젝트의 목적은 다목적 센서의 분산된 네트워크인 가스 배관 네트워크 센서 시스템의 시현 및 개발을 통해 국가의 천연가스 분재 시설구조의 기능을 최적화 하는 것이다.

이와 같이 산업시설에 유비쿼터스 기술을 적용하기 위해서는 대상 시설/기기에 설치 가능한 현장적용 센서노드 개발을 통한 유비쿼터스 기반 네트워크 인프라 구축과 인프라를 통해 수집된 상황정보를 분석·판단하는 지능형 서비스 개발이 필요하다. 특히, 안전성을 중요시하는 가스관련 시설/기기는 주변환경에 따라 방폭·방습 등의 특수한 조건이 필요한 만큼, 시설/기기 종류에 따라 주변환경 및 특성을 분석하여 현장 설치 가능한 기기의 개발 및 설계 대단히 필요하며, 위험성을 감소시키기 위해 자율적 수행을 위한 효과적 정보구조 구축과 효율적인 탐색 및 판단 기법이 필수적으로 요구된다.

본 연구는 가스관련 시설에서 유비쿼터스 기술을 적용하기 위해서 필요한 적용기술들을 기기, 정보전송, 정보 서비스 측면에서 정립하여 접근방안을 구축함으로써 향후 제도화 및 유사과제 생성에 밑거름이 되고자 한다. 이를 위해 본 연구는 u-기반 기술이 가스시설물에 도입하기 위한 도입 접근방안, 정보전송 접근방안, 정보특성 분석 접근방안을 도출한다. 본 연구의 결과는 향후 가스시설물에 유비쿼터스 기술을 적용하는 사업과 연구에 대한 초석이 될 수 있으며 자동화된 안전을 위해 다양한 가스 관련 시설에 대한 지능형 시스템의 발전을 가속화 시킬 것으로 사료된다.

2. Ubiquitous 기술을 도입범위

유비쿼터스 기반 기술을 가스관련 시설/기기에 도입하기 위해서서는 전력, I/O 인터페이스, 기기의 소형화, 기기의 저가화, 기존기술과의 연계, 현장적용 설치기술 개발, 하부 표준화 등이 필수적으로 고려되어야 한다.

유비쿼터스 기반 네트워크에서는 시설/기기에 전력을 사용할 수 있는 경우가 있고 사용할 수 없는 경우가 있다. 일반적으로 WPAN인 근거리 네트워크에서는 전력이 도달할 수 없는 경우를 가정할 때가 많아 저전력 및 배터리 사용에 관한 많은 연구가 진행되고 있다. 유비쿼터스 통신 기기들은 송신, 중계, 수신을 모두 담당할 수 있다. 그러므로 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.

기기간의 I/O 및 데이터 전송을 위한 인터페이스 표준(안)이 정립되어야 한다. 예를 들어, 일반적으로 정보 수집을 위한 PCB 모듈은 수집부, 제어부, 통신부가 존재한다. 수집부는 상황인자(온도, 습도 등)를 수집하는 센서들이 집적되어 있는 PCB 부분이며, 제어는 수집된 상황인자 정보의 관리 및 통신부 제어를 포함하는 운영체제 등이 탑재되는 부분을 의미하고, 통신부는 다른 기기나 시스템에 무선으로 전송을 담당하는 PCB 부분이다. 이렇게 제각기 다른 모듈들은 서로 간에 데이터 전달을 위해 표준적 인터페이스의 형식에 따라 구성되어야 하며 필요에 따라 각 분야에 맞게 데이터 구성이 재정의 될 수 있다. 기본적인 표준(안)은 IEEE 1451에서 정의하고 있으므로 가스 관련 시설/기기도 예외 없이 이 인터페이스 표준을 따라야 하며 그 위에 서비스를 위한 데이터 형식의 재구성이 필요하다.

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. 적어도 PCB 모듈의 수집부를 줄 일 수 없다면 제어부와 통신부를 하나의 칩으로 구성하는 기술을 각 시설별로 적용해보아야 한다. 소형화된 무선기기들의 비용이 많이 소요되는 것으로 보이지만 초기 비용이 조금 더 들 뿐, 크기가 크고 유선 기기에 비해 기타 재료 및 유지 관리에서 월등히 비용이 낮아 결국은 비용 절감 측면에서도 약

1/3 정도 감소되는 것으로 알려져 있다.

가스관련 시설에 유비쿼터스 기술을 적용시키는 융·복합 기술은 기존 기술을 적절히 연계하고 승계해야 한다. 다시 말해, 이미 다양하게 개발되어 있고 상용되어 있는 부품이나 기기들을 새로 개발할 필요는 없다. 상호분야에서 기술을 융합하였을 때 파급되는 영향과 효과를 효율적으로 파악하여 적절한 기기/시설을 구성하여야 한다. IT 분야가 아닌 사람들은 주로 유비쿼터스 인프라 중 수집부의 센서만을 생각하는 경우가 많으며 그 외의 부분에 대한 기술을 알지 못하는 경우가 많았다. 그러나 유비쿼터스 인프라는 수집부, 제어부, 통신부가 결합된 유비쿼터스 기기, 유비쿼터스 기기간에 무선 통신 네트워크, 효율적인 기기작동과 네트워크 구동이 가능하게 하는 소프트웨어 플랫폼이 유비쿼터스 인프라를 구성한다. 주로 IT 분야에 종사하는 사람들은 유비쿼터스 인프라 중 통신부분만 생각하는 경우가 많았으며 그 외 부분 역시 알지 못하는 경우가 많았다.

이렇게 존재하는 IT 기술과 산업 기술을 적절하게 적용할 수 있는 설계(안)이 도입되는 시설/기기에 따라 분석되고 구축되어야 한다. 예를 들어, 도시가스 시설 분야에서 노출배관에 대한 상태 정보를 수집해서 시스템에 전송할 때 이미 다양하고 고성능의 센서들이 개발되었기 때문에 센서에 대한 개발 및 성능평가를 수행할 필요는 없는 것으로 사료된다.

가스관련 시설/기기에 유비쿼터스 기술을 적용하려면 시설/기기가 설치되어 있는 위치, 주변환경, 형태 등 현장 상황을 주의 깊게 분석하고 그 결과에 따라 다르게 적용되어야 한다. 즉, 유비쿼터스 융·복합 기술은 시설/기기에 따라 현장에 적용되는 기술의 개발 위주로 수행되어야 한다. 예를 들어, 센서에 의해 수집된 정보를 어떻게 효율적으로 전달되는지, 시설에 따라 기기의 설치 어떻게 적용하는지, 전달된 정보가 효과성이 존재하는지, 이러한 일들이 원활하고 정기적으로 수행되려면 어떠한 근거가 존재해야 하는지 등의 지식과 기술들이 개발되고 구축되어야 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. 그러나 많은 단체나 기관들이 기본 표준(안)의 존재 유무를 간과한 채 새로운 표준(안) 및 관련법 제정을 시도 중에 있고 이러한 접근방법은 좋지 않은 것으로 사료된다. 본 과제에서 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 근거가 존재해야 하기 때문에 하부 표준(안)이나 제도적 근거가 재정되어야 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.

3. 상황인식 정보전송방안

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. 가스 관련 유비쿼터스 기반 지능형 센서 노드는 기기의 오류, 노드의 설치 장소 이동, 운영체제의 제어 등으로 참여하고 있는 네트워크의 구성원으로 활용될 수도 있고 그렇지 않을 수도 있다.

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. 기존 인터넷 기반 방식에서는 플러그 인/아웃 방법으로 간주되며 이를 위해서는 각 시설/기기에 부착된 노드별 또는 구성된 네트워크 별로 식별할 수 있는 방법이 존재해야 한다. 이러한 방법은 기존에 관독기에서 우선적으로 판별한 뒤 네트워크에 편성되는 방법과 달리 지능형 센서노드 상호간에 탐색 및 편성이 우선적으로 수행되어 싱크노드에 전달되고 네트워크를 조율하는 관리 시스템에 통보된다. 최 단말 기기인 센서노드에 기존 모듈과 달리 지능형 제어를 위한 운영체제, 데이터 관리, 근접노드 탐색, 경로 설정 등의 기능들이 제공되어야 네트워크의 효율적인 구성이 가능할 것으로 사료된다.

자가 구성의 목적은 특정 노드나 기기가 동작되지 않을 때 인접노드 재탐색을 통해서 데이터 전송 경로를 재설정하여 목적지에 전달하는 것이다. 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. 가스관련 시설/설비 같은 경우에는 시설과 시설 사이에 간격이 커서 근거리 통신 방식만으로는 무리가 있는 것으로 사료된다. 이러한 경우에는 중계기 역할이 필요하며 복수의 중계기 채택 등으로 star 네트워크에서도 자가 구성이 가능한 전송경로 형태를 구축 가능한 것이 바람직하다.

가스관련 시설/기기 간에 구축되는 유비쿼터스 기반 소규모 네트워크는 시설의 특징, 추출되는 상황인자, 전송거리 등을 어떻게 적용할 것인가를 주의 깊게 고려해야 한다. 배관이나 유화설비 등 시설이 밀집되어 있는 경우에는 근거리 통신 방식을 적용하는 것이 적절한 것으로 사료되며, 가스밸브실 같은 경우에는 밀집되어 있는 경우가 아니기 때문에 중/장거리 통신 방식을 적용하는 것이 바람직한 것으로 사료된다.

근거리 통신 방식 같은 경우에는 ZigBee, RF, UWB 기술을 시설/기기 특성에 맞게 적용할 수 있으며 중/장거리 통신 방식 같은 경우에는 CDMA, WIBRO, 6LoPAN, 무선랜 등의 기술을 시설/기기 특성에 맞게 적용될 수 있다. 그러나 CDMA와 WIBRO는 실질적으로 전송비용 소요되므로 비용을 감소할 수 있는 방법과 근거리 통신과 조화할 수 있는 방법을 모두 고려해 보아야 한다. 예를 들어, 가스밸브실 내부에서 주요 상황인자를 획득할 때는 근거리 통신 네트워크를 구축하여 근처 정압기 시설까지 전송하고, 정압기 시설은 원거리 전송을 위한 유선 네트워크 구축이나 CDMA같은 무선 중/장거리 전송방식이 구축되어 있기 때문에 두 통신방법을 적절히 조화할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 정보특성분석방안

가스관련 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 어려우며 정규화, 간소화 등의 방식을 통해 차원 축소(dimension reduction)를 수행하여 가능한 일관성 있고 가독성이 있는 데이터로 변환(translation)해야 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 압축(compression), 분산(distribution)등의 적절한 방식으로 크기 관리를 수행해야 한다.

전처리된 데이터는 관계형(relational) 데이터베이스처럼 정보 모델을 통해 유형화 되어야 하며, 이를 일반적으로 정보 모형화(modelization)라 한다. 본 연구를 통해서 가스관련 시설에 유비쿼터스 시설을 적용하기 위해서는 embedded 기기와 미들웨어 단계에서 모형화가 필요함을 알았다. embedded 기기에서 정보 모형화는 네트워크 하위단계에서 수집정보를 전송하기 위해 저장하고 있는 데이터 형태로서, 정보구조(information architecture) 단순화 및 정보형태(information format) 경량화를 목적으로 구성되어야 한다.

이 단계에서 정보는 관계형 모델이 아닐 수 있으므로 다양한 모델이 적용될 수 있으나 수식 모델보다는 관계형이나 객체 지향형 같은 정형화된 모델이 적용되어야 한다. 미들웨어 단계에서 정보 모형화는 다수의 하부 네트워크의 embedded 기기에서 전성된 정보를 집계하고 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.

정보 분석은 예로부터 수학적인 방법이나 인지적인 방법으로 다양한 접근을 시도해왔으며 좀 더 편하고 효율적인 방법을 탐구하기 위해 지속적으로 자동적(automatic) 분석 방식으로 발전해 가고 있다. 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 본 연구에서 수행한 것처럼 상황에 적절하도록 알고리즘을 개발하거나 개선시켜야 한다.

유비쿼터스 환경에서 제공되는 미들웨어/서비스는 표준적인 소프트웨어 플랫폼이 제공되어야 한다. RFID 분야 같은 경우에는 EPC global에서 제공되는 미들웨어/서비스를 위한 소

소프트웨어 플랫폼이 제공되지만 usn 분야에서 몇몇 선도적인 연구기관에서 소프트웨어 플랫폼을 구축하였지만 아직까지 표준적인 소프트웨어 플랫폼이 없다. 이 표준 소프트웨어 플랫폼이 구축되어야 하부 네트워크와 미들웨어간의 인터페이스, 미들웨어와 서비스간의 인터페이스가 정립되어 융통성 있고 효율적인 시스템이 구축될 수 있다.

5. 결론

유비쿼터스 기술은 모든 사물의 지능화 및 네트워크화를 구축함으로써 개인 삶과 기업의 생산성이 향상되고 공공 서비스의 혁신을 가능하도록 한다. 현재 많은 기관과 기업에서 유비쿼터스 기술을 적용하려고 시도하고 있으며 이를 통해 기존에 제공하던 서비스와 차별화를 시도하고 있다.

본 연구는 가스시설물에 유비쿼터스 기술적용을 위한 접근방안을 도입범위, 상황인식 정보전송방안, 정보특성 분석 방안으로 분류하여 도출하였다. 도입범위에서는 핵심사항은 전력, I/O, 기기의 소형화 및 저가화, 기존기술과의 연계, 현장적용 설치 기술 개발, 하부 표준화가 필요함을 설명하였다. 상황인식 정보전송 방안에서는 확장성, 자가구성, 연결성에 따른 MAC 계층기술과 네트워크 계층기술의 선택이 요구됨을 기술하였다. 정보특성 분석 방안에서는 데이터 전처리, 정보 모형화, 표준화된 미들웨어/서비스의 필요성을 상술하였다.

향후계획으로는 연관되는 과제를 통해 가스시설물 중 도시가스 시설물을 우선적으로 선택하여 적절한 수집노드를 개발하여 유비쿼터스 기반 네트워크 인프라를 구축하고, 구축된 인프라 바탕위에 지능형 미들웨어/서비스를 제공하고자 한다.

6. 참고문헌

1. 정보통신부, u-KOREA 기본계획/u-CITY 구축 활성화 기본계획, 2006
2. 전자부품연구원 전자정보센터, RFID 기술개요 및 국내외 동향분석, 2003
6. 산업자원부 기술표준원, RFID 표준화 동향, 20
7. 박승민, 센서 네트워크 노드 플랫폼 및 운영체제 기술 동향, 전자통신동향분석, 21(1), 2006
8. 이재용, 유비쿼터스 센서 네트워크 기술, TTA 저널, 95, 2006
9. 김영만, USN 최신기술 및 표준화 동향, 2006
10. 한국전산원, USN 기술동향 분석, 2005
11. B. Heile, Emerging Standards: Where does ZigBee fit, ZigBee Alliance, 2004
12. ISO/IEC JTC1/SC31 <http://usnet03.uccouncil.org/sc31>
13. NETL, Oil and Natural Gas Projects(Transmission, Distribution, and Refining), 2005
14. F. Akyildiz, W. Su, and Y. Sankarasubramaniam, A Survey on Sensor Network, IEEE Communications Magazine, 2002
15. Llays, Handbook of Sensor Networks: Compact Wirerless and Wired Sensing Systems, CRC, 2005