



도시가스 공급시설을 위한 모바일 안전관리 시스템 개발

†오정석 · 성종규 · 박장식 · 김지윤*

가스안전공사 가스안전연구원 *중앙대학교 기계공학부 연구교수
(2011년 11월 1일 접수, 2011년 12월 23일 수정, 2011년 12월 23일 채택)

Developing Mobile Safety Management System for City-Gas Supply Facilities

† Jeong Seok Oh · Jong Gyu Sung · Jang Sik Park · Ji Yoon Kim*

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

**Dept. of Gas Safety Management, Gas University, Seoul xxx-xxx, Korea*

(Received November 1, 2011; Revised December 23, 2011; Accepted December 23, 2011)

요 약

도시가스 공급시설에서 위험인자의 계측은 근래까지 인력에 의하여 측정 및 확인되었으며 유선통신을 이용하여 원격모니터링 시스템으로 진화해왔다. 더 나아가 국내/외 산업시설은 무선통신 기반 원격 모니터링 시스템 및 제어 시스템을 개발하여 관리의 효율성을 향상시켜왔다. 그러나 외부에서 데이터를 확인이 즉각적으로 확인하기 위해서는 유선으로 PDA나 노트북에 연결함으로써 효율성과 편의성이 감소되기 때문에 본 논문은 증강현실 기반 모바일 도시가스 안전관리 시스템을 개발하여 도시가스 공급시설의 안전관리 효율성을 개선하고자 한다.

Abstract - The Measurement of risk parameter in city-gas equipments have been measured and confirmed by human, and evolved into remote monitoring system using wireless communication. Furthermore, domestic and international industry increase the efficiency of management, which can develop remote monitoring and control system using wireless communication. However, Those wireless system might be decrease the efficiency and ease because of connecting PDA and lap-top using wire-cable when data have checked immediately from outside. This paper is able to improve efficiency of safety management on city-gas equipments by developing mobile city-gas safety management system on AR.

Key words : mobile, AR(augmented reality), safety management

1. 서 론

도시가스 공급시설에 압력·온도와 같은 위험인자의 계측은 근래까지 인력에 의하여 측정 및 확인하였으며 유선 통신을 이용하여 원격 모니터링 시스템으로 진화해왔다. 더 나아가 국내를 비롯하여 국내/외 산업 시설은 무선통신기반 원격 모니터링 시스템 및 제어 시스템을 개발하여 관리의 효율성을 향상시키고 있다.

본 논문의 선행연구에서도 유선으로 감시하고 있

지 않으나 안전관리를 위해 필요한 노출배관(진동, 응력), 테스트박스(방식전위), 가스밸브실(가스누출, 수위, 전류)을 측정하는 무선기반 지능형 도시가스 안전관리 시스템을 구축하였다. 그럼에도 이동하거나 순찰할 때 즉각적인 데이터 확인을 위해서 도시가스 현장시설에 RS232C나 USB 등을 PDA나 노트북에 연결함으로써 효율성과 편의성이 감소되기 때문에 개선이 필요하였다. 이와 병행적으로 다양한 가스관련 시설에서 시설물 네비게이션 시스템 및 시설물 식별관리(RFID) 시스템을 구축하여 모바일에서 서비스함으로써 사용자의 편의성 및 관리의 효율성을 향상시키는 노력이 진행 중이다.

†교신저자:dbstar@kgs.or.kr

본 논문은 무선기반 지능형 도시가스 안전관리 시스템을 확장하여 데이터를 확인하고 시스템 관리를 수행하는 모바일 기반 스마트 도시가스 안전관리 시스템 설계하고 개발하는 것이 목적이다. 모바일 기반 스마트 안전관리 시스템 설계는 도시가스 주요 공급시설에 적용 가능도록 설계하였다. 특히, 증강현실에 기반한 시설물 정보를 제공하여 사용성과 현실성을 향상시켰고 시스템과 모바일 기기간의 연동(안)을 암호화하여 보안성을 강화하였다 모바일 기반 스마트 안전관리 시스템 구현은 Object-C와 Java를 이용하여 다른 종류의 스마트 기기에도 사용가능

하도록 구현하였으며 관점에 따라 다양한 모드를 제공하여 시설물을 탐색하고 상세정보를 표현할 수 있도록 개발하였다.

II. 지능형 안전관리 시스템

지능형 안전관리 시스템은 Fig. 1처럼 하부 네트워크 단계(network layer), 변환단계(adaptor layer), 통합단계(middleware layer), 서비스 단계(application layer)로 구성된다. 변환단계는 각 하부네트워크에서 데이터를 수신받아 공통 메시지 형식으로 통합한 후 공용네트워크 인터페이스를 통해 미들웨어 단계에 전송하며 네트워크 별 담당 변환기가 존재하여 특정 하부네트워크 추가 및 삭제에도 전체 시스템에 영향을 주지 않는다. 미들웨어 단계는 대용량 정보구조 지원, 지능형 정보처리, 효율적인 정보 탐색 서비스 등을 수행하며 응용서 서비스와 개방형 인터페이스를 통해 접근함으로써 다른 응용시스템과도 연계가능하다. 서비스 단계에는 사용자에게 쉽고 효과적으로 결과를 접근할 수 있도록 구성된다.

이러한 서비스 플랫폼 기반하에 지능형 가스안전포탈을 구축하였으며 디렉토리 서비스, 실시간 검색 서비스, 지능형 서비스로 구분되어 Fig.2에서 보인다. 디렉토리 서비스는 메타정보와 함께 효율적인 정보의 탐색을 제공하며 실시간 검색 서비스는 질의 및 조건에 부합하는 시설 단말기를 검색하여 보여준다. 지능형 분석 서비스는 분류, 시계열 분석, 패턴 분석 등을 적용하여 이상상황 검출 및 위험예측을 수행한다. 또한 시설 별 단위 서비스를 위해 가스밸브실 관리, 노출배관 관리, 방식전위 관리에 대한 독립적인 웹 기반 사용자 인터페이스를 구축하였다.

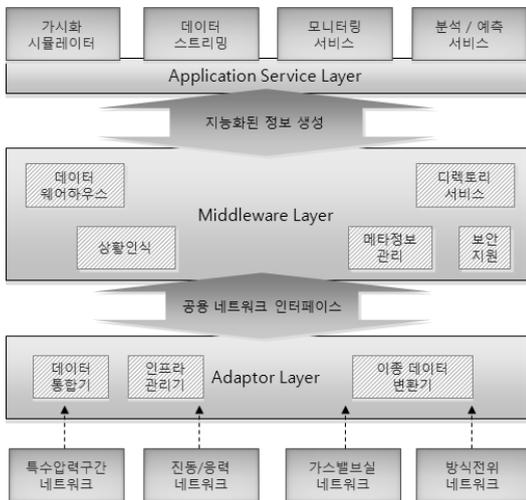


Fig. 1. Smart safety management service.

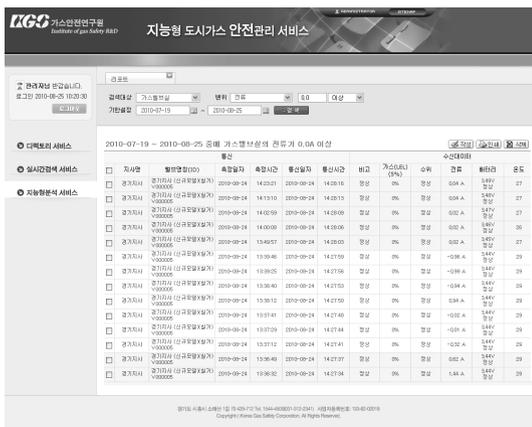


Fig. 2. User interface based on Web.

III. 모바일 안전관리 시스템 설계

본 논문은 기 구축된 지능형 안전관리 시스템과 연동되는 증강현실(Augmented Reality)기반 모바일 도시가스 공급시설 안전관리 시스템을 구현을 목적으로 한다. 증강현실은 실제 환경에서 가상 사물이나 정보를 합성하여 원래의 환경에 존재하는 사물처럼 보이도록 하는 컴퓨터 그래픽 기법으로 현실세계에 가상현실을 투영해서 혼합된 영상을 통해 정보를 얻는 기술이다.

Fig. 3은 본 연구에서 구현하는 도시가스 공급시설 안전관리를 위한 모바일 시스템 구성도를 도식화하여 보인다. 본 모바일 시스템은 크게 네트워크 인터페이스, 데이터 파서/검증 관리자, 표현 관리자, 증강현실 관리자 및 노드 관리자로 구성되며 기능은 다음과 같다.

도시가스 공급시설을 위한 모바일 안전관리 시스템 개발



Fig. 3. Mobile system architecture.

- 네트워크 인터페이스: 지능형 도시가스 안전관리 시스템과 연계된 무선 통신 인터페이스 제공
- 데이터 파서/검증 관리자: 지능형 도시가스 안전관리 시스템과 송수신이 수행되는 패킷 데이터를 분석하고 시설물 노드를 검증하는 모듈
- 표현 관리자: 시설물 상태 정보를 표현하며 증강현실 관리자와 연계를 통한 시설물 노드실사 화면을 보여주는 모듈
- 증강현실 관리자: 디바이스에서 제공하는 센서 모니터링, API 추상화 및 표현 관리자와 연계를 통해 노드의 위치 정보를 화면에 도출하고 노드 상세 정보를 제공하는 모듈
- 노드 관리자: 각 시설물의 메타 정보를 관리, 노드 정보 업데이트, 노드 생성 주기 및 보안을 관리하는 모듈

지능형 안전관리 시스템과 모바일 서비스간의 연동은 Fig. 4에서 보인다. 서버 연동 프로토콜은 통신을 위해 데몬(Daemon)이 필요 없는 HTTP 방식을 사용하며 필요 시 HTTPS로 통하여 네트워크 간에 이동되는 패킷을 보호한다. 시설물 노드 정보는 암호화하며 XML을 적용하여 확장성을 보장하고 노드 메타정보를 추상화하여 사용목적에 따라 동적 통합사용이 가능하도록 규격화한다. 패킷 검증은 XML signature를 이용하여 상호간에 주고받는 데이터 무결성(integrity)을 확인한다.

증강현실 관리자를 구동하게 하는 주요입력 모듈은 스마트 모바일 기기에 내장되어 있으며 Fig. 5와 같이 카메라, 중력센서, GPS 센서 등이 있다. 카메라는 현재



Fig. 4. Data flow between server and mobile.

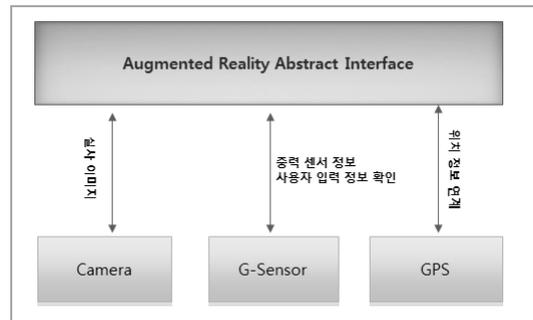


Fig. 5. The parameter of AR manager.

실사화면을 제공하며, 증강현실 관리자는 실사화면을 이용하여 시설물 노드 표현을 위한 레이어 구성, 화면 캡처를 위한 Still-shot 기능 제공 및 스마트 모바일 기기 특성에 따라 전/후방 카메라 변환 기능을 관리한다. 중력센서는 모바일 기기의 상하좌우 움직임을 감지한다. 증강현실 관리자는 중력센서 정보를 이용하여 사용자 입력 정보를 확인하여 사용자 인터페이스를 관리한다. 예를 들어, 시설물 노드에 대한 순차적인 검색을 지원하고, 노드 검색 시 가속도 기능을 제공하여 기종에 따른 검색속도를 변경한다. GPS는 현재 위치정보를 제공한다. 증강현실 관리자는 현재 위치정보를 토대로 설정된 반경에서 시설물 노드 정보의 위치 정보를 비교하고 시설물 노드 정보를 카메라 실사화면과 연동한다. 또한 서버와 연동하여 위치 정보 이력 관리, 주요 위치에 대한 바로 가기 기능 등이 제공가능하다.



Fig. 9. Facility search using camera mod.

시설물	상세정보
가스밸브실	측정일자, 통신일자, 통신시간, 통신상태, 가스, 수위, 전류, 배터리, 온도
테스트박스	측정일자, 측정시간, 통신상태, 최대전위, 최소전위, 평균전위, 배터리 전압
노출배관	측정일자, 측정시간, 통신상태, 응력값, 응력상태, 진동값, 진동상태

Table 1. The detail information per facility

입력된 값을 서버로 등록하게 된다. 환경설정은 모바일 소프트웨어 사용에 필요한 옵션을 설정하며 도움말은 모바일 소프트웨어 사용법을 제공한다.

시설물 찾기는 세 가지 보기옵션을 제공한다. 카메라 모드는 스마트 기기가 내장하고 있는 카메라 실사 화면에 시설물 노드정보를 나타내며 증강현실 기술을 실현한 것이다. 카메라 모드는 카메라 방향에 존재하는 실제 시설물들이 보이게 되며 Fig. 9와 같이 원근감에 따라 노드 아이콘의 크기가 다르게 보이게 된다.

실사화면에 보이는 시설물 노드 아이콘을 터치하면 시설물 요약정보를 표시하면 요약정보는 시설물의 종류, 아이디, 명칭을 보여주며 상세보기로 전환 가능한 터치 텍스트를 제공한다. 사용자가 상세보기를 선택하면 Fig. 10과 같이 가스밸브실, 테스트박스, 노출배관 등의 세부정보를 보여주며 그 종류는 Table 1과 같다.

리스트 모드는 시설물 정보를 표로 일목요연하게 정리하여 보여준다. 리스트 모드는 Fig. 11과 같이 시설물 종류, 시설물 아이디, 시설물 명칭, 위치, 상세정보를 보여준다. 위치정보는 사용자의 현재 위치 정보를 기준으로 시설물까지 얼마나 떨어져 있는지를



Fig. 10. The detail information layout.

구분	시설물ID	시설물 명칭	위치	상태
가스밸브실	V000003	가스밸브실 (실측)	1.4m	정상 >
TB	V000003	가스밸브실 (실측)	26.7m	정상 >
TB	T000083	TB 83호	61.4m	정상 >
TB	T000313	TB 313호	77.1m	정상 >
노출배관	P000495	노출배관 495구간	105.5m	이상 >
가스밸브실	V000497	문래동현대아파트	113.1m	정상 >
노출배관	P000433	노출배관 433구간	122.8m	정상 >

Fig. 11. Facility search using list mode.

나타낸다. 상태 정보는 시설물의 상태가 정상인지 아닌지를 나타내며 만약 이상이 있는 시설물의 경우 하이이라이팅 된다. 시설물의 노드는 위치 정보를 기준으로 결정되며, 상세정보는 해당 시설물 열을 터치하면 나타난다.

지도(MAP) 모드는 시설물 정보를 지도위에 핀(pin)으로 표기하는 것으로 Fig. 12에서 보인다. 이 모드는 시설물의 상대적 위치정보를 쉽게 파악할 수 있는 장점이 존재한다. 현재 사용자의 위치정보를 기준으로 시설물 정보를 녹색핀과 적색핀으로 표시한다. 녹색핀은 상세정보가 정상적인 시설물을 의미하고 적색핀은 상세정보가 이상인 것을 의미한다. 핀을 터치하면 Fig. 10과 같이 시설물의 상세정보를 볼 수 있다.

본 모바일 안전관리 시스템에서 이상시설물 찾기 기능은 현재 시설물 노드의 상세정보를 검색하여 이상이 있는 노드만을 별도로 여준다. 표현 정보는 이상 시설물의 종류, 시설물 아이디, 시설물 명칭, 위치, 상세정보를 나타내며 해당 열을 터치하면 상세 정보를 볼



Fig. 12. Facility search using list mode.



Fig. 13. Registering interested facility.

수 있다. 또한 상세 정보보기 화면인 Fig. 10에서 해당시설물을 관심 시설로 등록할 수 있다. 화면 상단의 “관심 시설로 등록” 버튼을 선택하면 관심시설로 등록되었다는 메시지가 Fig. 13과 같이 표시되며, 메인화면에서 관심시설보기를 선택하면 등록된 시설물 정보를 볼 수 있고 편집할 수 있다.

대상 시설은 일괄적으로 시스템에서 신규 시설물로 등록되거나 현장에서 사용자에게 의해 시설물 종류와 명칭만 기입하면 GPS 정보를 이용하여 위치정보와 시설물 아이디 정보가 생성되어 시스템에 자동 등록될 수 있다.

V. 결 론

본 논문은 무선기반 지능형 도시가스 안전관리 시스템을 확장하여 현장관리에 효율적이고 사용자에게 편리성을 향상시키는 모바일 도시가스 안전관리 시스템 설계 및 개발에 대하여 기술하였다.

모바일 도시가스 안전관리 시스템은 증강현실 기법을 바탕으로 크게 5개의 핵심모듈인 네트워크 인터페이스, 데이터 파서/검증 관리자, 표현 관리자, 증강현실 관리자, 노드 관리자를 설계하였다. 특히, 증강현실 관리자는 카메라, 중력센서, GPS 센서와 연계하여 실사화면, 움직임 감지, 위치 정보 등을 획득하여 시설물 노드 정보를 카메라 실사화면에 표현하도록 구현하였다. 노드 관리자는 시설물을 노드화하여 그 정보에 대한 접근, 보안 및 생성 기능을 제공한다.

지능형 안전관리 시스템과 모바일 서버간의 연동은 HTTP 방식을 이용하며 필요 시 HTTPS 방식을 사용함으로써 패킷을 보호하고 XML을 이용하여 노드 메타 정보를 추상화하여 사용목적에 따라 동적 통합사용이 가능하도록 규격화 하였다.

모바일 안전관리 시스템은 Object-C와 Java를 이용하여 구현되었으며 크게 6가지 기능인 시설물 찾기, 이상시설물, 관심시설, 시설물 등록, 환경설정, 도움말을 제공하였다. 특히, 시설물 찾기는 세 가지 옵션인 카메라 모드, 리스트 모드, 지도 모드를 제공하였다. 카메라 모드는 실사화면을 이용하여 시설물 정보를 보여주며, 리스트 모드는 시설물 정보를 목록화하여 시설물의 기본정보를 보여주도록 구현하였다. 지도 모드는 시설물의 상대적 위치정보를 쉽게 파악하도록 시설물 정보를 지도상에 표시하도록 하였다. 각 모드는 시설물을 노드화하여 보여주며 터치 시 시설별 상세정보를 실시간으로 보여준다. 이외에도 이상시설물 및 관심시설을 등록하여 목록화할 수 있도록 하였고 사용자에게 의해 GPS 위치정보를 이용하여 시설물 위치 등록을 가능하도록 구현하였다. 향후계획으로는 개발된 모바일 시스템의 지속적인 안전성과 신뢰도를 개선하는 실증 시험을 수행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 에너지 기술 혁신 프로그램으로 지원되었으며 이 논문은 “차세대 에너지 안전 연구단”의 연구결과입니다.

(세부과제번호: 2010201010095C-21-1-000)

참고문헌

- [1] 정보통신부, “u-Korea 기본계획/u-City 구축 활성화 기본계획”, (2006)
- [2] 한국전산원, “USN 기술동향 분석” (2005)

- [3] 행정안전부, “녹색정보화 추진계획(안): New Green ICT Korea” (2009)
- [4] 오정석, 성종규, 김영대, “도시가스 시설 안전관리를 위한 네트워크 인프라 및 지능형 서비스 구축”, *KIGAS*, 15(1), 46-53, (2011)
- [5] J. S. Oh, J. S. Park, and J. R. Kwon, “Selecting the Wireless Communication Methods for Establishing Ubiquitous City-Gas Facilities in Korea”, *Lecture Notes in Computer Science*, 5576, 823-828 (2009)
- [6] J. S. Oh, J. S. Park, and J. R. Kwon, “Design Middleware Platforms for Ubiquitous Smart Service on City Gas Environment in Korea”, *Communications in Computer and Information*, 62, 90-97 (2009)
- [7] J. S. Oh, J. S. Park, and J. R. Kwon, “A Study on Autonomic Decision Method for Smart Gas Environments in Korea”, *Advances in Intelligent and Soft Computing*, 72, 1-9 (2010)