

알람정보와 인접환경 분석을 통한 지하시설물 상황인식 시스템의 프로토타입 구현

Prototype Implementation of a Context Awareness System by Analyzing Alarm and Neighborhood Environment for Managing Underground Facilities

조성윤* 홍상기** 장석우***
Sung-Youn Cho Sang-Ki Hong Seok-Woo Jang

요약 도시의 기반 시설은 국가 또는 도시의 기술적인 발전 정도를 표현하는 지표적인 의미를 가지므로 이들을 효과적으로 관리하고 운영하는 것은 매우 중요하다. 본 논문에서는 u-City에서 지능적으로 도시의 지하 시설물을 관리하기 위한 상황인식 시스템을 제안하고, 이에 대한 알고리즘 및 프로토타입(prototype)을 개발한다. 제안된 상황인식 시스템의 알고리즘 작성은 USN(ubiquitous sensor network) 환경에서 시설물을 관리하고 있는 각종 센서가 이상 신호를 감지하여 알람을 발생시킨 시점부터 상황인식 시스템이 발생한 알람의 원인을 찾아낸 후 그 결과를 도시공간정보 통합 플랫폼과 주변의 모듈에 전송해 주는 시점까지이다. 그리고 이 알고리즘을 기반으로 동작하는 상황인식 시스템의 프로토타입을 구현한 후 단위 테스트를 수행하여 구현된 프로토타입의 유효성을 검증하였다. 본 논문에서 구현된 지하 시설물의 관리를 위한 알고리즘과 프로토타입은 검증 및 수정 작업을 거친 후 실제적인 시스템 개발로 연결될 것이며, 도시의 여러 가지 시설물을 관리하는 관련 시스템들의 참조모델로서 유용하게 사용될 것이라 기대한다.

키워드 : 지능적 시스템, 지하시설물의 관리, 알고리즘, 프로토타입

Abstract Since urban facilities have a significant meaning that represents the degree of development of nations and cities, it is very important to effectively manage and operate the facilities. In this paper, we propose a context-awareness system for managing urban underground facilities intelligently and develop its algorithm and prototype. The algorithm of the suggested system includes the period from the point when various sensors set up in USN environments sense abnormal signals and make alarms to the point when the context-awareness system analyzes the alarm and sends the analysis results to integrated platform and related modules. We then implement the prototype of the proposed context awareness system and verify the effectiveness of the system by performing unit tests. Our developed prototype will become the basis of actual system development. We expect that the suggested system will be used as a good reference model of related systems managing various types of urban facilities.

Keywords : Intelligent System, Underground Facilities Management, Algorithm, Prototype

1. 서론

사회간접자본(SOC: social overhead capital)으로서 도시의 기반시설은 도시 또는 국가의 기술적 발전 정도를 표현하는 지표적인 의미를 가진다. 즉, 도

시를 구성하는 모든 SOC 시설의 현대화와 과학화, 그리고 관리 및 운영의 고도화 등은 도시의 발전 상황을 표현하는 중요한 척도라고 말할 수 있다.

최근 국가와 도시가 급속히 발전함에 따라 도시 시설물의 관리가 날이 복잡해지고 있다. 이러한

† 이 논문은 국토해양부 첨단도시기술개발사업-지능형국토정보기술혁신사업 연구비 지원(07국토정보C03)에 의해 수행되었음.

* 안양대학교 디지털미디어학과 교수, scho@anyang.ac.kr

** 안양대학교 도시정보공학과 교수, skhong@anyang.ac.kr

*** 안양대학교 디지털미디어학과 교수, swjang@anyang.ac.kr(교신저자)

복잡한 도시를 효과적으로 운영하고 관리하기 위해서는 일부 학문이나 기술로 해결하기 보다는 여러 학제 간, 그리고 다 기술 사이의 융복합 기술 개발이 요구된다. 특히, 최근 들어 유비쿼터스 도시(u-City: ubiquitous city)[6]가 많이 추진되고 있는데, 이는 기존의 수동적인 도시 관리체계에서 나타난 여러 가지 문제점들을 효과적으로 해소할 뿐만 아니라 자체적인 지능화가 가능한 도시이다.

u-City에서의 지능적인 도시 시설물들은 그림 1과 같이 지하시설물과 지상시설물로 분류될 수 있으며, 도시의 공간정보와 연관된 사용자 및 장치 환경 등의 상황정보를 종합적으로 인식하여 능동적인 서비스를 제공하여야 한다. 이를 위해서는 도시 스스로가 상황을 판단하고 대응할 수 있도록 하는 상황인식(context awareness) 기술을 적용할 필요가 있다[13]. 그림 1에서와 같이 상황인식 모듈은 지상 및 지하 시설물의 상태 변화를 주기적으로 관찰하는 모니터링 모듈로부터 정보를 입력 받아야 한다. 그리고 상황인식 모듈을 포함하여 통합적인 도시 관리 기능을 모두 포함하고 있는 통합 플랫폼의 한 기능으로서 동작할 것이다.

현재까지 상황인식 기법을 적용한 많은 응용 분야가 있다. 그러나 도시 시설물의 체계적인 관리에 상황인식 기술을 적용한 분야는 어느 정도 수준 있는 지능화 개념을 포함하고 있으나, 실제 구현은 정보 획득 위주의 서비스에 한정되어 있으며 아직까지 개선해야 할 많은 부분이 남아 있는 실정이다.

본 논문에서는 u-City에서 지능적으로 도시의 지하시설물을 관리하기 위한 상황인식 시스템을 제안하고, 이에 대한 알고리즘 및 프로토타입(prototype)을 개발한다. 알고리즘의 작성은 시설물을 관리하고 있는 센서가 이상 신호를 감지하여 알람을 발생시킨 시점부터 상황인식 시스템이 발생한 알람의 원인을

찾아낸 후 그 결과를 주변 모듈에 전송해 주는 시점까지이다. 본 논문에서 지하 시설물의 관리를 위해 개발된 지하시설물 상황인식 알고리즘과 프로토타입은 검증 및 수정 작업을 거친 후 실제적인 시스템 개발의 기반을 제공할 것이다.

1장에서는 본 연구를 수행하게 된 동기 및 배경, 그리고 전체적인 개요를 기술하였다. 2장에서는 상황인식과 관련되어 기존에 진행되고 있는 관련연구에 대해 기술하며, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 시스템의 전체적인 구조에 대해 설명한다. 4장에서는 제안된 시스템을 위해 설정한 알고리즘에 대해 설명하고, 제안된 상황인식 시스템을 위해 구현한 프로토타입을 보인다. 5장에서는 시스템에 대한 비교 및 검토, 그리고 6장에서는 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

2. 관련연구

2.1 국내의 연구동향

국내의 상황인식 컴퓨팅 기술은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 주요 기능들을 구현하고 있는 다양한 서비스를 사용자의 간섭을 최소화하면서 효율적으로 사용할 수 있도록 도와주는 기술이다. 즉, 사용자의 환경을 지속적으로 모니터링하고, 그것으로부터 획득한 상황정보를 기반으로 사용자에게 유익하고 효율적인 서비스를 시스템이 능동적으로 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

상황정보는 다양한 센서로부터 입력되는 데이터를 기반으로 하므로 그대로 사용하지 못하고 추상화가 필요하다. 그리고 상황정보를 센싱하는 컴포넌트와 실제 응용 시스템이 결부되어 있지 않고 분리되어 있다는 특징이 있다. 또한, 상황정보를 처리하기 위한 서비스와 장치를 동적으로 찾을 수 있어야 하



그림 1. 지하시설물 상황인식 개요도

기 때문에 현재까지 상황인식 시스템은 ad-hoc 방식으로 만들어져 왔다.

유비쿼터스 기술의 중요한 부분으로 인식되는 국내의 상황인식 기술은 그 중요성에도 불구하고 아직 연구개발이 미비한 실정이다. 일부 진행되는 상황인식 관련 연구들도 자연언어 처리, 로봇관련 인공지능, 시맨틱 웹 분야에서의 상황정보 추론 기술 연구가 진행되고 있으며, 일반적인 상황정보 처리에 대한 연구는 부족하다.

국내의 상황인식관련 연구를 크게 상황인식 프레임워크 연구와 상황인식 어플리케이션 연구로 나누어 기술할 수 있는데, 먼저 국내의 상황인식 프레임워크와 관련된 연구는 다음과 같다. 한국전자통신연구원은 IT기반 지능형 서비스 로봇인 URC(ubiquitous robotic companion)를 위한 상황인식 미들웨어인 CAMUS를 개발하였다[9]. CAMUS는 사용자의 요청이 없더라도 로봇이나 컴퓨터가 현재의 상황정보를 획득 및 해석하여 그 결과를 기반으로 상황을 인지하고 서비스를 스스로 제공하도록 지원하는 상황인식 미들웨어이다. 아주대학교의 유비쿼터스 시스템 연구센터(CUS)는 사용자의 환경과 정보를 이용하여 동적으로 변화하는 상황을 인지하고, 인지된 상황을 이용하여 서비스를 제공하고자 하는 어플리케이션에게 정보를 제공하는 상황인식 프레임워크를 개발하였다[5]. 어플리케이션이 실행하고자 하는 서비스를 검색할 때 메타서비스를 기반으로 적절한 서비스 리스트를 전달하여 사용자에게 최적의 서비스를 제공한다.

국내의 상황인식 어플리케이션에 관련된 연구는 다음과 같다. 스마트 환경 테스트베드인 유비홈(ubiHome)에서 조화로운 서비스 개발을 위한 정형화된 상황인식 어플리케이션 모형인 ubi-UCAM이 개발되었다[12]. ubi-UCAM은 센싱정보를 상황정보로 변환하는 유비센서와 입력된 상황정보를 통합, 추론, 해석 및 관리하는 유비서비스로 구성된다. CAMAR은 유비쿼터스 환경에서 개인화된 스마트 오브젝트 제어 및 미디어 콘텐츠 제공을 위한 상황인식 모바일 증강현실 시스템이다[11]. 이 시스템을 통해 사용자는 개인 프로파일과 상황정보를 기반으로 자신이 가지고 있는 미디어 콘텐츠를 개인화하고, 공통의 관심사를 가진 사용자 커뮤니티 내에서 그것을 선택적으로 공유할 수 있다.

2.2 국외의 연구동향

초기의 상황인식 컴퓨팅의 프로토타입은 대부분 위치와 시간, 사용자 정보를 활용한 시스템들로, 실험단계를 넘어서 실생활에 적용된 사례는 많지 않다. 아직도 한정된 공간 안에서 비교적 통제되고 단순한 상황을 다루고 있으며, 상황인식을 활용한 서비스가 아직은 상업성이 낮아 제대로 된 시스템 구축 사례는 적다. 또한, 상황정보의 종류와 처리해야 하는 데이터의 양 또한 방대하기 때문에 이를 뒷받침하고 지속적인 모니터링과 복잡한 계산이 가능한 고성능의 시스템이어야 하므로 비용부담으로 인해 상업적인 개발에 어려움이 있다. 그럼에도 불구하고 상황인식이 태동한 미국을 비롯하여 유럽, 아시아 등 많은 국가들에서 IT 기업과 대학 연구소를 중심으로 상황인식 어플리케이션 개발이 진행되고 있다.

국외의 상황인식관련 연구도 크게 상황인식 프레임워크 연구와 상황인식 어플리케이션 연구로 나누어 기술할 수 있는데, 먼저 국외의 상황인식 프레임워크와 관련된 연구로는 SOCAM[4], JCAF[1], CAMidO[2] 등이 있다. SOCAM(a Service-Oriented Context-Aware Middleware)은 온톨로지 기반의 맥락 모델을 사용하고, OSGi(The Open Service Gateway Initiative) 위에서 구동된다. SOCAM의 구조는 독립적인 서비스들로 구성이 된다. 각 서비스는 Context Discovery, Acquisition, Interpretation의 기능을 수행한다. JCAF(Java Context Awareness Framework)는 맥락인식 어플리케이션 개발을 지원하는 프레임워크이다. JCAF는 Context Client, Context Service, Context Sensor와 Actuator의 3단 레이어로 구성되어 있다. JCAF는 일반적인 목적, 이벤트 기반 그리고 분산 서비스 지향적인 자바 프레임워크이다. JCAF의 장점들은 대부분 Java 언어가 갖고 있는 특징들이어서 Java 언어가 갖는 단점 역시 지니고 있다. CAMidO(a Context-Aware Middleware based on an Ontology meta-model) 미들웨어는 맥락인식 기능이 추가된 컴포넌트 기반 미들웨어의 확장이다. CAMidO는 센서와의 통신 그리고 맥락 정보의 수집, 관련된 맥락 감지를 위한 해석과 분석 등이 가능하다. 또한, CAMidO는 온톨로지 메타 모델을 포함하고 있어 어플리케이션 개발자들에 의한 코드 작성을 쉽게 한다.

국외의 상황인식 어플리케이션에 관련된 최근의

연구의 예는 다음과 같다. [7]에서는 착용형 센서를 이용하여 체온, 혈압, 심박수 등의 다양한 상황정보를 플랫폼 안에서 분석하고 해석할 수 있는 U-Healthcare 알고리즘을 개발하였다. 그러나 기존의 U-Healthcare를 위한 시스템들은 특정 서비스만을 대상으로 하여 다른 서비스로의 확장 및 연계가 어렵다는 단점을 가지고 있다. [8]에서는 상황인식을 이용한 지능적인 박물관 시스템인 iMuseum을 제안하였다. 이 시스템은 온톨로지 기반의 모델과 계층적인 모델의 장점을 통합한 새로운 상황모델인 2*3CM에 기반하고 있다. 또한, 이 시스템은 상황지식을 분산적으로 획득하고 중앙에서 공유한다는 특징이 있다. [3]에서는 상황인식의 개념을 모바일과 ad-hoc 네트워크에서의 방송에 적용하였으며, 이것의 성능을 여러 가지 측면에서 비교 분석하였다.

3. 시스템 구조 및 알고리즘

그림 2는 본 논문에서 제안하고자 하는 상황인식 시스템을 포함한 전체 시스템의 구조를 보여준다.

그림 2에서와 같이 도시공간정보 통합플랫폼[14-15]은 지능화된 도시 관리를 위한 기반 시스템으로서 상황인식, 상호연계, UOID 관리, 3D UI, 그리고 일반관리 모듈 등을 포함하고 있다. 본 논문에서 제안하는 상황인식 시스템은 통합 플랫폼 좌측에 굵은 빨간색 선으로 표시되어 있다. 그림 2에서 USN (ubiquitous sensor network) 환경 하에 설치된 각종 센서로부터 감지된 데이터는 USN 게이트웨이를 통해 지하시설물관리시스템(UFMS : underground facility management system)과 지상시설물관리시스템(GFMS: ground FMS)으로 전송되며, 이 자료들은 통합 플랫폼으로 다시 전송된다.

3D UI는 3차원으로 구성된 도시 공간정보를 데이터베이스에 가지고 있으며, 이를 다양한 방식으로 화면으로 표출해주는 작업을 지원해 주는 모듈이다. 예를 들어, 특정 지역의 장면을 간단히 2차원으로 보여주기도 하며, 상세한 뷰가 필요한 상황에서는 3차원으로 보다 현실감 있게 모델링하여 보여주기도 한다. 또한, 각 모듈에서 수치적인 데이터를 이용하여 상황을 분석하기를 원하는 경우에는 2D 또는 3D

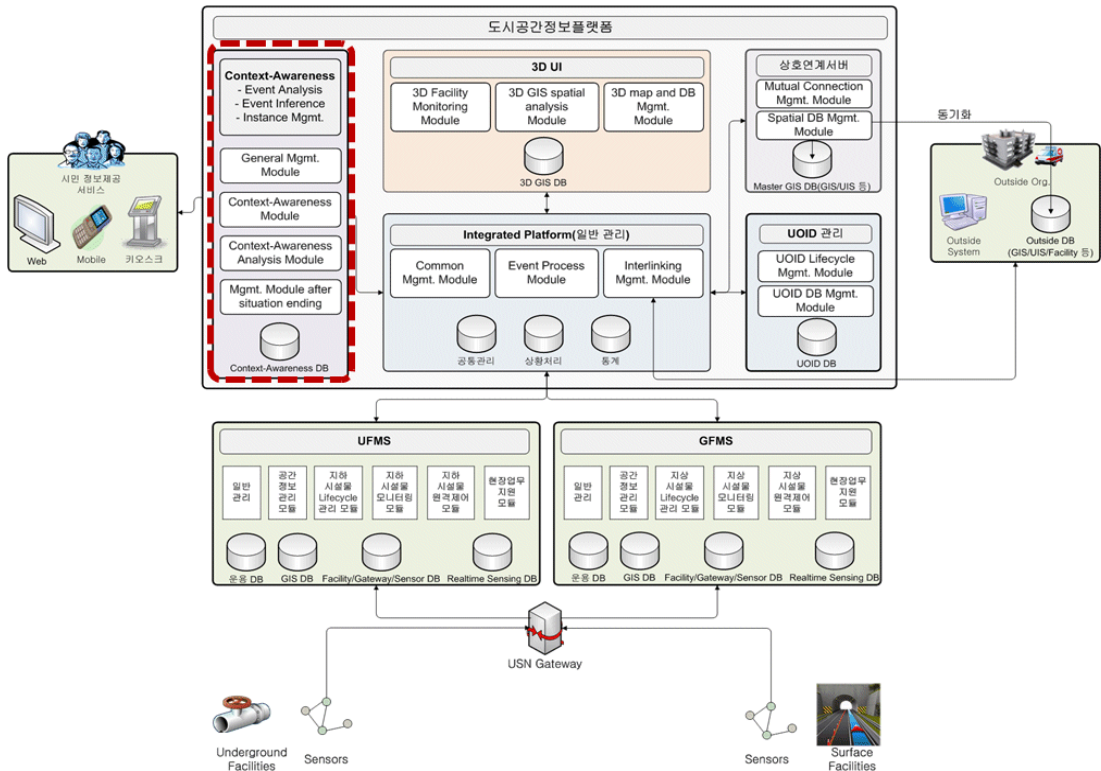


그림 2. 지하시설물 상황인식 시스템의 구조

그래프를 도시하기도 한다.

상호연계 서버는 통합 플랫폼에 연결되어 있는 여러 모듈들이 상호 연계된 정보를 필요로 할 때 이를 분석하여 제공해 주는 기능을 수행한다. 상호연계 서버는 기 구축된 도시 공간정보의 활용성 증대를 위하여 기존의 GIS(geographical information system) 및 UIS(urban information system)와 도시 공간정보 플랫폼의 상호 운영성 확보를 위해서 필요하다. 상호연계 서버가 정보의 효율적 활용을 위해서 시스템 사이를 연계하는 방법은 ad-hoc 방법을 이용하여 기존의 데이터를 통합하는 방법, 자료의 상호 운용성을 지원하는 데이터베이스 스키마를 이용하는 방법, 표준화를 통한 상호 운용성을 확보하는 방법 등이 있다.

본 논문에서는 해당 시설물, 해당 시설물을 구성하는 구분 가능한 부위, 그리고 시설물 내의 각종 부위에 부착되는 센서 등을 도시객체(Urban Object)라 정의하며, 이들을 관리하기 위한 코드 정보를 도시 객체 코드(UOID: urban object identification)로

표현한다. 이러한 UOID는 각각의 시설물과 센서에 부여되어 센서 정보의 생성에서부터 상황 인식, 분석 및 추론 처리, 결과 정보 가시화까지 전체 시설물 관리의 프로세스에 필요한 핵심 정보로서의 역할을 수행한다. UOID 관리 모듈은 이와 같이 UOID를 체계적으로 관리하고 운영하는 모듈이다.

본 논문에서 제안하는 지능적인 도시 시설물의 관리를 위한 상황인식 시스템의 알고리즘은 그림 3과 같이 작성하였다. 이를 위해, 폐쇄관로 운영 및 관리를 대상으로 지자체 담당자 및 전문가와 인터뷰를 수행하였으며, 관련 업무규정을 검토하였다. 이를 토대로, 도메인 지식을 수집하여 상수도관의 누수 및 파손에 관한 상황인식 알고리즘을 도출하였다.

첫째, 도시 시설물 관리소의 상수도관 유량센서로부터 알람정보를 센싱한 후 도시공간정보 플랫폼으로 이를 전송한다. 이때 시설물관리소는 정책에 의거한 알람정보만을 플랫폼으로 전송한다. 표 1은 발생한 알람정보의 구조를 보여준다.

둘째, 통합 플랫폼은 시설물 관리소에서 수령한

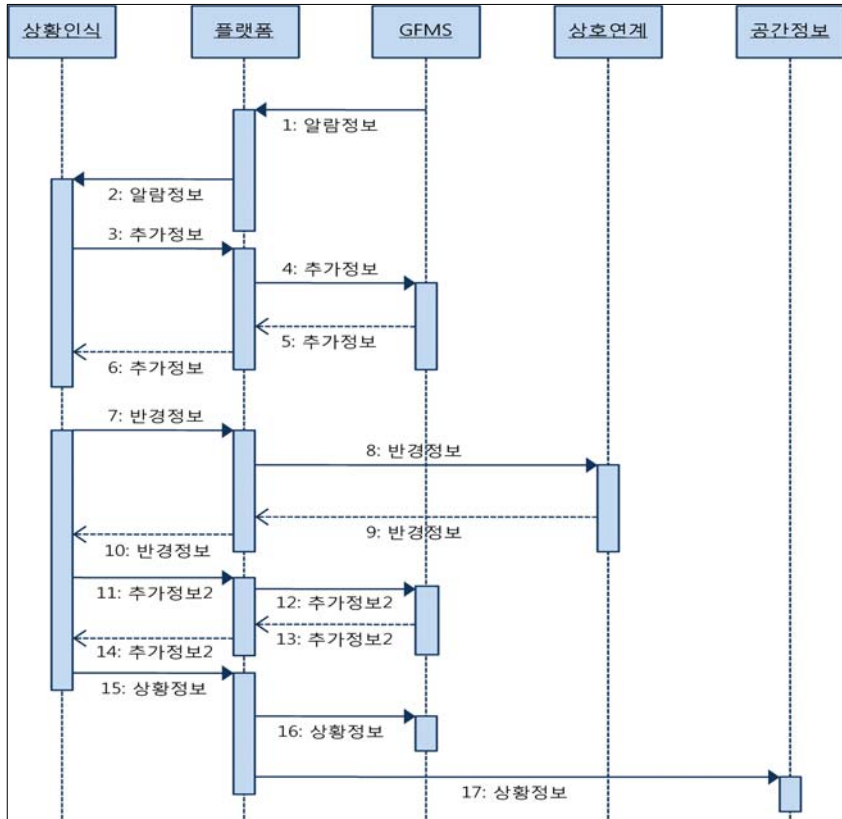


그림 3. 지하시설물 상황인식 알고리즘

표 1. 알람 정보

필드명	설명
1 Alm_ymd	알람 기록시간
2 Det_enm	영문 감지명
3 Value	센싱 값
4 Time_stamp	센싱시간
5 UOID	UOID 코드

표 2. 추가 정보

필드명	필드유형	설명
1 UOID	Varchar(50)	UOID 코드
2 Time_stamp	Timestamp	전송된 시간
3 Time	Timestamp	측정된 시간
4 Pos_integrated_flux	Numeric(4,1)	순유량(지하)
5 Neg_integrated_flux	Numeric(4,1)	역유량(지하)
6 Pressure	Numeric(4,1)	압력(지하)

알람정보를 상황인식 모듈로 제공한다. 셋째, 상황인식을 위한 해당 절차를 수행한다. 이 단계에서는 다음과 같은 처리가 진행된다. 1) 그림 4에 나와 있듯이 알람정보를 발생시킨 센서의 앞과 뒤 센서의 UOID를 플랫폼에 요청하면 플랫폼은 상호연계에 요청하여 앞뒤에 위치한 센서 정보를 받은 후 상황인식에 전송한다. 정보제공 시 FMS 내에서 의미 없는 정보는 제외하고 보내야 개량분석의 의미가 있다. 표 2는 알람이 발생한 센서와 앞뒤에 위치한 센서에 대해 요청한 추가정보의 형식을 나타낸다.



그림 4. 앞뒤 센서

2) 수집한 측정 자료를 개량 분석하여 알람이 발생한 상황을 추론한다. 즉, 요청한 시간대에 존재하는 센싱 정보 중에서 측정 수치에 대한 평균변화율을 구하고, 추출한 평균변화율이 ±20% 이상인 경우는 비정상적인 상황으로 간주한다. 그리고 개량 분석한 상황인식 정보를 플랫폼으로 전달하며, 만일 비정상적인 상황인 경우로 판단되면 다음 3) 단계를 진행한다.

3) 그림 5와 같이 주변 UOID 시설물 정보, 즉 반

경정보를 플랫폼에 요청하면, 플랫폼은 상호연계에 요청하여 관련 정보를 받은 후 상황인식에 이를 전송한다. 4) 해당 UOID 시설물의 센싱 정보를 플랫폼에 요청하면, 플랫폼은 FMS에 요청하여 정보를 받은 후 이를 상황인식으로 전송한다.

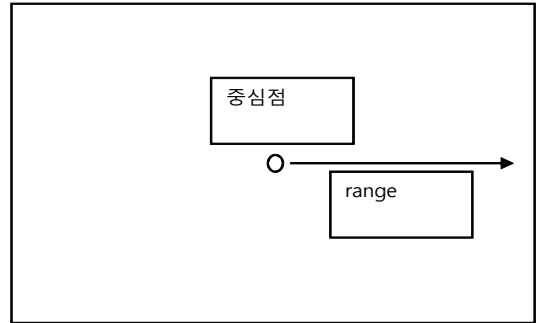


그림 5. 반경 정보

넷째, 상황인식 및 판단을 수행한다. 다섯째, 도시공간정보 플랫폼으로 상황인식 정보를 전파하면 플랫폼은 각각의 FMS와 공간정보에 최종적으로 판단된 상황정보를 전파한다.

4. 프로토타입 구현

본 논문에서 개발하는 도시 지하시설물의 상황인식 시스템은 일반적으로 자료 입력이나 검색과 같이 단순한 자료 처리용 정보시스템에 비해 의사결정을 위한 분석자료 등의 2차적인 콘텐츠를 제공하는 경우에는 동일한 자료를 가지고도 사용자의 관점에 따라 다양한 방식으로 표현이 가능하다. 그리고 실제 활용도 측면에서도 사용자의 기호에 따라 주관적인 소지가 많아 모든 사용자로부터 폭넓은 호응을 얻기가 쉽지 않다. 따라서 상황인식 시스템의 본격적인 개발에 앞서 향후 구축될 목표 시스템의 프로토타입을 사전에 개발함으로써 지하 시설물을 효과적으로 관리하기 위한 상황인식 시스템을 사용자에게 정확히 인지시키고, 상황인식 시스템에서 제공하는 콘텐츠에 대한 직관적인 검증을 가능하게 함으로써 실질적인 요구사항을 사전에 효과적으로 수렴하고자 한다.

보통 프로토타입 개발의 수준은 PPT 슬라이드 방식, HTML 네비게이션 방식, 어플리케이션 런타임 방식 등의 여러 가지가 있으나 본 논문에서는 어플

리케이션 런타임 방식을 선택했다[10]. 보통, PPT 슬라이드 방식은 프로토타입 개발의 목적을 구체적으로 달성하기에는 한계가 많다. 그리고 HTML 네비게이션 방식은 사용자들에게 모의 운영환경에서 하이퍼링크를 통해 상황인식 시스템을 경험할 수 있는 환경을 제공하지만 제안된 상황인식 시스템은 자료 분석 및 결과 자료 디스플레이가 많아 이를 모의 운영하기에는 어려움이 많다. 따라서 화면 인터페이스를 최대한 단순화 하면서, 데이터 분석을 어플리케이션 런타임으로 수행하여 현장감을 제고하였다.

본 논문에서 제안된 도시 시설물의 지능적인 관리를 수행하는 상황인식 시스템의 프로토타입을 구현하기 위해서 인텔 Pentium Core 2 Duo의 3.16GHz CPU와 4GB의 메모리를 사용하였고, 마이크로소프트의 윈도우즈 서버 2008 운영체제를 이용하였다. 제안된 프로토타입 구현을 위해서는 닷넷 프레임워크 2.0을 이용하였으며, 에디터는 Netbean을 이용하였다. 그리고 데이터베이스 접근을 위해서는 PostgreSQL을 사용하였으며, 통신을 위해서는 HTTP를 이용했다. 그리고 XML 실험을 위해 센서,

상수도관 등을 매설하고 실제로 물을 흘려보낼 수 있는 환경인 테스트랩을 구축하였으며, 각 센서로부터 정보를 수신하였다.

그림 6에서 그림 10까지는 제안된 상황인식 시스템의 프로토타입 구현 결과물의 예를 보여준다. 그림 6은 상황인식 시스템에서 시설물을 모니터링한 자료를 실시간으로 수신하여 사용자에게 보여주는 화면의 한 예를 보여준다. 그림 6에서 확인할 수 있듯이, 알람이 발생한 위치, 해당 시설물 정보, 시설물에 부착된 센서에 관한 주요 정보, 그리고 순유량, 역유량, 유속, 수압, 온도 등 해당 센서가 감지한 자료를 기록된 시간에 따라 연속적으로 요약하여 보여줌으로써 도시 시설물 관리를 담당하고 있는 현장의 업무담당자가 알람이 발생한 상황을 보다 빠르고 정확하게 파악할 수 있다.

그림 7은 상황인식 시스템을 통해 알람이 발생하게 된 근본적인 이유를 파악한 후 그 결과를 지역 단위로 보여주는 화면이다. 따라서 도시 시설물을 관리하고 있는 현장관리 사용자가 알람을 일으킨 원인이 되는 시설물의 구체적인 종류와 위치, 그리고

UUID	관...	속...	속...	기록시간	UUID	기...	...	온도	습도	풍향	풍속	노면...	순유량	역유량
000S01626442237...	gfms	pres...		8 2010-11-01...	000S...	2010...	8	0	0	0	0	0	0	0
					000S...	2010...	4	0	0	0	0	0	0	0
					000S...	2010...	10	0	0	0	0	0	0	0
					000S...	2010...	3	0	0	0	0	0	0	0
					000S...	2010...	10	0	0	0	0	0	0	0
					000S...	2010...	4	0	0	0	0	0	0	0
					000S...	2010...	9	0	0	0	0	0	0	0
					000S...	2010...	7	0	0	0	0	0	0	0
					000S...	2010...	9	0	0	0	0	0	0	0
					000S...	2010...	3	0	0	0	0	0	0	0

그림 6. 수신 알람 정보

UUID	관리주체	메세지...	메세지
000S016264422373739559601F1	gfms	20100	pressure 수치 8 은(는) 허용 범위 +20%내의 변동입니다.
000S016264422373739559601F1	gfms	20100	Area_1 - 시설물수:54 - 평균변화를 초과수:8
000S016264422373739559601F1	gfms	20100	Area_2 - 시설물수:80 - 평균변화를 초과수:10
000S016264422373739559601F1	gfms	20100	Area_3 - 시설물수:54 - 평균변화를 초과수:10
000S016264422373739559601F1	gfms	20100	Area_4 - 시설물수:21 - 평균변화를 초과수:6
000S016264422373739559601F1	gfms	20100	Area_5 - 시설물수:71 - 평균변화를 초과수:6
000S016264422373739559601F1	gfms	20100	Area_6 - 시설물수:77 - 평균변화를 초과수:1
000S016264422373739559601F1	gfms	20100	Area_7 - 시설물수:54 - 평균변화를 초과수:5
000S016264422373739559601F1	gfms	20100	Area_8 - 시설물수:35 - 평균변화를 초과수:6
000S016264422373739559601F1	gfms	20100	Area_9 - 시설물수:43 - 평균변화를 초과수:8

그림 7. 상황 정보

그 원인에 대한 상황추론 결과를 보다 시각적으로 파악하여 향후 대응처리를 실시간으로 수행할 수 있을 것이다.

그림 8은 상황인식 시스템에서 입력 받은 센싱 자료를 분석한 결과를 보여주는 화면이다. 그림 8에서 확인할 수 있듯이 이 그래프는 알람이 발생한 수압 센서의 원시 센싱 자료와 평균 변화율을 보여주고 있다. 그리고 그림 9는 해당 센서의 센싱 값의 산술 평균, 시작값, 종료값, 최소값, 최대값, 평균 변화율 등을 텍스트의 형태로 분석하여 보여준다. 그리고 그림 10은 알람이 발생한 수압센서의 주변 블록에 위치하고 있는 센서들의 수압 데이터를 분석한 결과를 보여준다. 그림 10에서 알 수 있듯이 분석 데이터를 텍스트의 형태로 보여주는 것 보다는 2차원 그래프의 형식으로 화면에 표현하는 것이 해당 센서 측정치의 상대적인 변화를 효과적으로 표현할 수 있다.

이와 같이 상황인식 시스템의 프로토타입을 개발한 후에는 기능 별로 단위 테스트를 수행하여 구현된 프로토타입의 유효성을 검증하였다. 예를 들어,

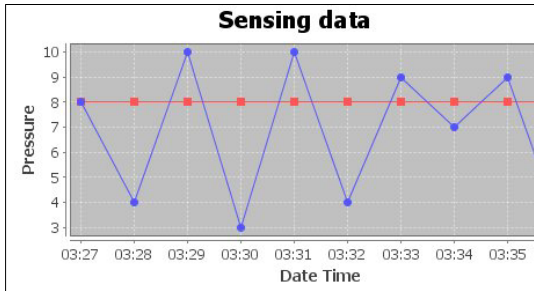


그림 8. 센싱 정보

자료 분석						
산술평균	시작값	종료값	최소값	최대값	평균변화율	산
8	8	3	3	10	-9	

그림 9. 자료 분석

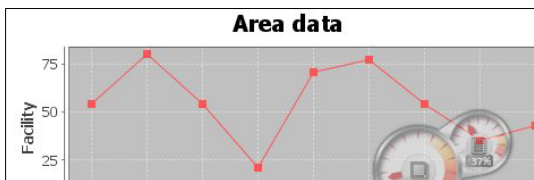


그림 10. 지역자료 분석

그림 11은 플랫폼에 센싱 정보를 요청하는 기능의 테스트 결과 보고 문서이며, 그림 12는 주변센서를 검색한 결과를 수신하는 단위기능 테스트에서 사용한 주변센서 검색 결과 XML의 한 예를 보여준다.

5. 비교 및 검토

본 논문에서 제안된 지하시설물의 효과적인 관리를 위한 지능적인 상황인식 시스템은 시설물을 관리하고 있는 센서가 알람 신호를 감지한 시점부터 본격적으로 작동하여 알람이 발생한 원인을 찾고 그 결과를 관련 모듈에 전송해 주는 시스템이다. 현재까지 제안된 시스템과 유사한 시도가 진행된 것은 관련문헌에서 찾아보기 어렵다. 따라서 본 논문에서는 제안된 시스템과 기존의 관련된 상황인식 시스템을 해당 도메인과 특징을 중심으로 정성적으로 비교하면 표 3과 같다.

표 3. 시스템 비교 및 검토

시스템	도메인	특징
ubi-UCAM [12]	ubi-Home	- 맥락정보 추론과 학습 - 센서와 서비스의 독립구조
CAMAR [11]	개인화된 콘텐츠 제공	- 개인화된 콘텐츠 제어 - 모바일 증가현실 기능
u-Healthcare [7]	건강 관리	- 착용형 센서 이용 - 체온, 혈압 등 분석
i-Museum [8]	박물관 관리	- 2*3CM 상황모델에 기초 - 분산획득, 중앙공유
제안된 시스템	지하시설물 관리	- 3D UI 이용 - 그래프 분석을 통한 상황 추론 - 통합 플랫폼 기반

6. 결론 및 향후연구

도시의 기반 시설은 국가 또는 도시의 기술적 발전 정도를 표현하는 지표적인 의미를 가지므로 이들을 효과적으로 관리 및 운영하는 것은 매우 중요하다. 본 논문에서는 u-City에서 지능적으로 도시의 지하시설물을 관리하기 위한 상황인식 시스템을 제안하고, 이에 대한 알고리즘 및 프로토타입을 개발하였다. 알고리즘의 작성은 시설물을 관리하고 있는 각종 센서가 이상 신호를 감지하여 알람을 발생시킨

서비스명	센싱정보요청	서비스ID	RequestSensingInfo
연계명	플랫폼에 센싱정보 요청	연계ID	CAPL002
테스트기간	2010.10.26-2010.10.29		
연동 다이어그램			
연동 테스트 알고리즘	① 플랫폼으로 센싱정보 요청 ② 플랫폼은 FMS에 센싱정보 요청 ③ 응답 데이터 상황인식으로 전송		
연동 테스트 사용 데이터	요청 : 기준UUID, 시간<시작~끝>, 페이지 응답 : 센싱데이터, 센서속성값		
예상 결과	요청 : 센싱정보 요청 응답 : 센싱정보 응답		
특이사항			
연동테스트 결과	<pre> - 테스트 완료 <?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?> - <items svc_prvd="ufsn" page_cnt="1" page_all="2" data_cnt="109"> - <item> <data_seq>771894</data_seq> <temp>4096.0</temp> <time_stamp>2010-10-20T11:58:22.0</time_stamp> <time>2010-10-20T12:09:55.0</time> <hum /> <dir /> <spd /> <box /> <surface_temp /> <pos_integrated_flux>756.0</pos_integrated_flux> <neg_integrated_flux>0.0</neg_integrated_flux> <pressure /> <uoid>00_F101S016_01_26737434_37668261_01_F1</uoid> </item> ... </pre>		

그림 11. 센싱정보 요청 기능 테스트 결과보고 문서

시점부터 제안된 상황인식 시스템이 발생한 알람의 원인을 찾아낸 후 그 결과를 주변 모듈에 전송해 주는 시점까지이다. 본 논문에서 개발된 지하 시설물의 관리를 위한 알고리즘과 프로토타입은 검증 및 수정 작업을 거친 후 실제적인 시스템 개발의 기반을 제공할 것이다. 그리고 도시의 기반 시설물을 관리하는 관련된 시스템들의 참조모델로서 유용하게

사용될 수 있을 것이다.

향후 연구로는 본 논문에서 제안한 지하시설물의 상황인식 시스템의 실제 응용 프로그램을 개발할 예정이다. 도시 시설물을 관리하는 실제 상황에 적용하여 제안된 시스템의 유효성을 확인할 예정이다. 그리고 지상 시설물을 관리하는 상황인식 시스템으로의 확장도 지속적으로 수행할 계획이다.

```

</gml:Envelope>
</gml:boundedBy>
<id>3</id><uid>00_F101S016_2001_26737413_37668170_X001_F3</uid><up_uid>00_F104_2001_26737461_37668331_
+013_X001_P1</up_uid><up_layer>TestLab_pipe_water</up_layer><img_cde>전자부품연구원</img_cde><img_name>남상관</img_name><img_phone>031-
0153</img_phone><ist_ynd>20080701</ist_ynd><last_ynd>20101022</last_ynd><last_name>강진아</last_name><range_low>0</range_low><range_high>
0</range_high><thres_low>0</thres_low><thres_high>0</thres_high><distance>5.99</distance><the_geom><gml:Point
srsName="EPSG:4326"><gml:pos>126.737414 37.668210</gml:pos></gml:Point></the_geom></TESTLAB_FLOWMETER_SENSOR>
</gml:featureMember>
<gml:featureMember>
<TESTLAB_FLOWMETER_SENSOR gml:id="TESTLAB_FLOWMETER_SENSOR.5"><gml:boundedBy>
<gml:Envelope srsName="EPSG:4326">
<gml:lowerCorner>126.737413 37.668170</gml:lowerCorner>
<gml:upperCorner>126.737413 37.668170</gml:upperCorner>
</gml:Envelope>
</gml:boundedBy>
<uid>00_F101S016_01_26737413_37668170_01_F3</uid><up_uid>00_F104_01_26737461_37668331_
+013_X001_P1</up_uid><up_layer>TestLab_pipe_water</up_layer><img_cde>한국건설기술연구원</img_cde><img_name>남상관</img_name><img_phone>010-
999-
0000</img_phone><ist_ynd>20101103</ist_ynd><last_ynd>20101103</last_ynd><last_name>강진아</last_name><range_low>700</range_low><range_high>
800</range_high><thres_low>740</thres_low><thres_high>770</thres_high><unit>㎥ /h</unit><spec>없음</spec><distance>10.31</distance><the
_geom><gml:Point srsName="EPSG:4326"><gml:pos>126.737413 37.668170</gml:pos></gml:Point></the_geom></TESTLAB_FLOWMETER_SENSOR>
</gml:featureMember>
<gml:featureMember>
<TESTLAB_HYGROMETER_SENSOR gml:id="TESTLAB_HYGROMETER_SENSOR.2"><gml:boundedBy>
<gml:Envelope srsName="EPSG:4326">
<gml:lowerCorner>126.737567 37.668373</gml:lowerCorner>
<gml:upperCorner>126.737567 37.668373</gml:upperCorner>
</gml:Envelope>
</gml:boundedBy>
<id>2</id><uid>00_F051S002_2001_26737567_37668372_X001_H2</uid><up_uid>00_F051_2001_26737537_37668296_
+013_X001_S2</up_uid><up_layer>TestLab_street_light</up_layer><img_cde>한국건설기술연구원</img_cde><img_name>남상관</img_name><img_phone>
031-910-
0153</img_phone><ist_ynd>20080701</ist_ynd><last_ynd>20101022</last_ynd><last_name>강진아</last_name><range_low>0</range_low><range_high>
100</range_high><thres_low>0</thres_low><thres_high>0</thres_high><unit>%</unit><spec>- 출력 : analog
- 출력범위 : 0 ~ 100% (±3%)
- 작동전압 : DC0 ~ 30V30mA
- 작동전류 : -40 ~ 85℃
- 작동온도 : -40 ~ 105℃</spec><mod_name>HTM420R</mod_name><distance>17.04</distance><the_geom><gml:Point
  
```

그림 12. 주변센서 검색 결과 XML

참고 문헌

[1] J. E. Bardram, 2005, "The Java Context Awareness Framework(JCAF) - A Service Infrastructure and Programming Framework for Context-Aware Applications," International Conference on Pervasive Computing, Lecture Notes in Computer Science.

[2] N. B. Behloul, C. Taconet, G. Bernard, 2006, "An Architecture for Supporting Development and Execution of Context-Aware Component Applications," International Conference on Pervasive Services, pp. 26-29.

[3] B. Garbinato, A. Holzer, F. Vessaz, 2010, "Context-Aware Broadcasting Approaches in Mobile Ad-hoc Networks," Computer Networks, Vol.54, No.7, pp. 1210-1228.

[4] T. Gu, H. K. Pung, and D. Q. Zhang, 2004, "Toward an OSGi-Based Infrastructure for Context-Aware Applications," IEEE Pervasive Computing, Vol.3, No.4, pp. 66-74.

[5] B.-R. Kim, J.-A. Shin, W.-D. Cho, 2007, "Service Discovery Architecture in Context-Aware Environment," International Conference on Ubiquitous Convergence Technology.

[6] E.-S. Ryu and C. Yoo, 2008, "Towards Building Large Scale Live Media Streaming Framework for a U-City," Multimedia Tools and Applications, Vol.37, No.3, pp. 319-338.

[7] M. Sung, C. Marci, A. Pentland, 2005, "Wearable Feedback Systems for Rehabilitation," Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, Vol.2, No.17.

[8] Z. Yu, X. Zhou, Z. Yu, J. H. Park, J. Ma, 2008, "iMuseum: A Scalable Context-Aware Intelligent Museum System," Computer Communications, Vol.31, No.18, pp. 4376-4382.

[9] 김형선, 김현, 조준면, 서영호, 2010, "u-Robot을 위한 상황인식 미들웨어: CAMUS," 한국인터넷 정보학회 학술발표대회논문집, pp. 231-236.

[10] 박정순, 2000, "사용자 인터페이스 디자인에서 프로토타입의 의미와 프로토타이핑 전략에 대한 연구," 디지털디자인학연구논문집, 제13권, 제3호, pp. 45-152.

[11] 서영정, 박영민, 윤희석, 우운택, 2007, "유비쿼터스 환경에서 개인화된 스마트 오브젝트 제어 및 미디어 콘텐츠 제공을 위한 맥락 인식 모바일 증강 현실 시스템," 대한전자공학회논문지, 제44권, 제3호, pp. 57-67.

[12] 오유수, 신춘성, 정우진, 우운택, 2006, "유비홈에

서 조화로운 서비스 개발을 위한 정형화된 맥락 인식 응용 모형,” 한국정보과학학회지, 제24권, 제10호, pp. 25-36.

- [13] 조재혁, 2010, “U-City에서 상황인지 및 예측을 위한 모니터링 시스템에 관한 연구,” 한국정보기술학회논문지, 제8권, 제4호, pp. 81-90.
- [14] 장운섭, 김재철, 최원근, 김경욱, 2009, “개방형 인터페이스기반 국토정보서비스 플랫폼 개발 연구,” 한국공간정보시스템학회논문지, 제11권, 제1호, pp. 17-24.
- [15] 홍상기, 조성윤, 2009, “지능형 도시공간정보 통합 플랫폼 참조모델 개발 연구,” 한국공간정보시스템학회논문지, 제11권, 제4호, pp. 19-27.

논문접수 : 2011.04.18
 수정일 : 2011.06.23
 심사완료 : 2011.06.27



조 성 윤

1998년 Cardiff University 공학박사
 2001년~현재 안양대학교 디지털미디어학과 교수
 관심분야는 인공지능, GIS 기반 위성 영상처리, 상황인지 등



홍 상 기

1997년 Ohio State Univ. 공학박사
 2002년~현재 안양대학교 도시정보공학과 교수
 관심분야는 GIS 정책, 공간정보 표준화, 공간정보 통합플랫폼 등



장 석 우

2000년 숭실대학교 공학박사
 2009년~현재 안양대학교 디지털미디어학과 교수
 관심분야는 로봇비전, 증강현실, HCI, 비디오 색인 및 검색, 건설정보화 등