

# 도시철도 환경에 적합한 상황인지 시스템 구현 방안에 관한 연구

## A Study on the context-aware system for MRT

윤병주\*                      송재원\*\*                      김희진\*\*\*                      안태기\*\*\*\*                      신정렬\*\*\*\*  
Yun, Byeong-Ju              Song, Jae-Won              Kim, Hee-Jin              An, Tae-Ki              Shin, Jeong-Ryol

---

### ABSTRACT

MRT has various surveillance systems for passenger's safety and facility protection which are consisted of fire detection, trespasser observation and so on. However, these systems are not closely related each other because it is designed just for its own purpose, so it could be make wrong decision to surveillance system without important information to determine an accident or disaster. For more accurate event detection, surveillance system needs total situation-aware method using complementary data.

This study introduces context-aware system for complex and accurate event detection. Therefore, we apply context-aware system to MRT surveillance system, selecting context-aware parameters and applying them to it.

---

### 1. 서 론

지난 2003년 대구지하철 화재 사건 이후로 도시철도의 안전 감시에 대한 관심이 급증하였다. 대량 수송을 특징으로 하는 도시 철도의 특성상 안전사고에 대한 대책 마련은 도시 철도이용객들의 기본적인 요구이지만 근본적으로 해결하기 어려운 문제이기도 하다. 더 안전한 도시철도 이용을 위하여 도시철도를 운영하는 곳에서는 각종 감시 시스템을 도입하고 있으며 정보 통신 분야의 기술력 발전은 이를 뒷받침하고 있다.

영상 감시카메라의 경우 1차적인 녹화, 저장 방식을 취하는 폐쇄회로 방식에서 발전하여 영상을 실시간으로 분석하여 관독하는 네트워크 카메라의 수준까지 발전해있다. 이를 통해 물체 탐지, 감시지역 침입, 화재 탐지 등을 수행할 수 있다. 영상을 통한 감시시스템은 객체 검출과 추적을 통한 감시를 기본으로 한다. 하지만 영상 감시시스템은 정확도 면에서 한계를 가진다. 이를 해결하여 도시 철도에 적용하기 위한 방안이 연구되고 있다.[1] 감시시스템을 구축하는 다른 분야는 센서 네트워크이다. 센서 네트워크는 유선과 무선으로 구성할 수 있어 각 상황에 맞추어 구성이 가능하다. 하지만 사람이 접근하기 어려운 지역과 광범위한 지역을 감시하므로 무선으로 구성하는 것이 일반적이며 효율적이다. 센서의 종류는 움직임, 풍향, 연기, 열, 진동, 공기질, 광센서 등으로 종류가 다양하다. 센서네트워크로 인한 감시지역은 일반적으로 사용자 접근이 어려운 방사능 유출 지역과 지진, 화재 같은 재해 지역부터 보안 유지를 위한 사무실까지 이르며 건축물의 구조 건전성과 공기질 검사 등에도 사용이 된다.

현재 도시철도에는 감시카메라와 센서를 통한 안전 감시가 이루어지고 있다. 승객의 안전과 비상시 대피를 위해 사용되고 있으나 각각의 감시가 개별적으로 이루어져 감시 노드에서 측정된 결과가 전체적인 상황을 설명하기에는 한계가 있다. 본 논문에서는 센서 네트워크에서 상황 판단을 위해 사용되는 상황인지 알고리즘을 설명하고 이를 철도환경에 접목시킴으로써 감시진단의 정확도를 높이는 방안과 철도환

---

†\* 책임저자 : 정희원, 비츠로시스, 연구소, 연구소장  
E-mail : bjun@vitzrosys.com  
TEL : (02)460-2090 FAX : (02)461-8131

\*\* 비츠로시스, 수석연구원

\*\*\* 비츠로시스, 연구원

\*\*\*\* 한국철도기술연구원, 선임연구원

경을 위한 파라미터를 정의하고자 한다.

## 2. 본 문

### 2.1 상황인지 시스템

상황인지 컴퓨팅은 인간과 컴퓨터의 상호작용에 대한 연구로 출발되었지만 현재는 유비쿼터스 컴퓨팅과의 접목을 통해 발전하고 있다. 상황인지의 상황(Context)에 대한 사전적 의미는 전후 관계, 어떤 일의 정황 등으로 정의 되어 있다. 상황인지 컴퓨팅에서 상황이란 사람과 환경 간의 상호 작용에 따른 결과를 의미하는 것으로 대상을 특정화 하는 정보로 어플리케이션과 사용자 사이의 사용자, 사물, 대상물 등 환경 객체 상태를 나타내는 정보로 정의 내릴 수 있다[2]. 저자에 따라 상황에 대한 정의에 환경 변화, 감정적 상태와 주의력까지 포함하기도 하지만 일반적으로 위와 같이 정의 내릴 수 있다. 상황인지에 대한 공통된 정의가 현재 내려져 있지는 않지만 범용적으로 사용자의 작업과 관련이 있는 적합한 정보를 공급할 수 있고 서비스 할 수 있으면 상황인지 시스템으로 통용되고 있으며 사용자의 작업과 관련 있는 적절한 정보 또는 서비스를 제공하는 과정에서 상황을 사용하는 경우 이를 상황인지 시스템으로 정의 한다[3]. 보다 쉽게 설명하자면 실내의 온도 조절을 위하여 냉방 장치 혹은 난방 시설을 동작할 경우 사용자가 설정하는 온도가 존재하여 설정 값보다 낮거나 혹은 초과할 경우 동작을 중지하기도 하고 동작을 시작하기도 한다. 이렇게 현재 실내의 온도 혹은 습도 등은 상황이라 할 수 있으며 난방 장치와 냉방 장치가 실내 온도에 변화를 주는 동작이 상황 인지 시스템이라 할 수 있다. 상황 인지는 "현재 시각의 실내 온도가 낮아/높아 가동을 중단/시작 한다"라고 정의되어 질 수 있다. 이를 유비쿼터스 환경에 접목 시킬 경우 사용자가 방안에 들어설 경우 사용자의 움직임을 포착하여 불이 켜진다는 예를 들 수 있다. 이 경우 사용자의 움직임 감지가 상황이 되며 방안의 불이 켜지거나 꺼지는 것은 상황 인지 시스템이라 할 수 있다. 이 또한 상황 인지는 "같이 현재 시각 방에 들어와 움직임을 포착되어 형광등이 켜진다."라고 정의되어 진다.

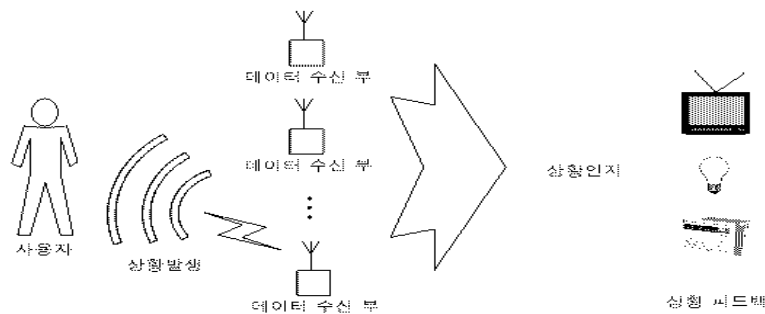


그림 1 상황인지 시스템의 기본 구성도

상황 인지 시스템의 기본 구성은 그림 1과 같이 설명 될 수 있다. 먼저 사람 혹은 사용자로 인해 상황이 발생되면 이는 센서를 비롯한 데이터 수신 부에서 데이터를 수집한다. 수집된 데이터는 정해진 상황 분석 알고리즘에 따라 상황인지 시스템에서 처리되어 사용자에게 피드백 되는 구조이다.

### 2.2 도시철도 감시시스템의 상황인지

도시철도 감시시스템은 센서 네트워크와 인지 시스템을 도시철도 감시시스템에 적용하기 위해서는 먼저 사용자에 대한 재정의가 필요하다. 도시철도의 사용자는 이용객을 의미하는 것으로 불특정 다수가 존재하며 상황을 발생시키는 행위자와 상황에 대한 피드백을 받는 대상자가 반드시 동일하다고 볼 수 없다. 또한 일반적인 상황인지 시스템은 사용자 중심으로 동작을 한다. 하지만 도시철도 환경에서는

다수의 사용자에게 대해 개별적인 상황인지가 불가능하므로 이벤트 중심적인 상황인지를 수행하여야한다. 따라서 일반적인 상황인지 컴퓨팅에서 상황을 정의할 경우 '누가', '무엇을', '어디서', '언제' 했냐에 해당하는 정보 중 사용자 식별 정보를 제외한 정보를 바탕으로 상황 정의를 할 필요가 있다. 이는 이벤트가 발생한 후 추후 판독 시 내리는 사건 정의와 혼동되어서는 안 된다. 운영자가 이벤트 발생 후 이벤트 판독을 위하여 사전 징후, 사후 영향 등에 기반을 두어 이벤트를 정의 내리는 것이 사건 정의이다.

센서네트워크와 영상 카메라를 사용하여 도시철도에 적용 가능한 안전 감시 범위는 화재, 유해가스, 무단 침입, 지진 등이다. 영상 분석 방법을 택하지 않는 영상 카메라의 경우 녹화 후 확인 방식과 실시간으로 모니터링 하는 방식으로 운영자가 눈으로 직접 판단하는 방법이다. 영상 분석 방법을 택하는 네트워크 카메라의 경우 보다 정밀한 감시가 가능하다[5]. 카메라 영상 내 영역을 설정하여 침입, 이상행위, 배회 등을 판별할 수 있으며 운영자에게 즉각 알려줄 수 있도록 구성할 수 있다. 현재 대부분의 영상 감시 시스템은 네트워크 카메라를 활용하고 있으며 모니터링의 효율을 높인다. 센서네트워크를 이용한 감시시스템 구성은 ad-hoc 네트워크 등 다양한 구성 방법이 존재하며 센서의 종류 역시 다양한 만큼 감시의 범위와 활용 방안이 넓다.

본 논문에서는 도시철도 감시 시스템에 상황 인지 시스템을 적용하고자 한다. 상황인지 시스템이 적용된 도시철도 영상 감시 시스템은 그림 2와 같다. 승강기, N대의 에스컬레이터, 대합실, 승강장, N대의 열차가 기본 감시 구역으로 설정되며 이를 추가하거나 제거하는 것은 감시 범위 설정에 따라 달라질 수 있다. 즉 카메라와 센서가 없는 곳은 감시 영역 밖으로 설정되어 감시 대상이 아니다. 도시 철도에서의 상황이란 감시 대상에서 측정되는 측정 결과 값이며 상황 인지란 측정 결과 값이 의미하는 정확한 상황 설명이 된다. 상황 인지를 위하여 센서와 영상 카메라가 각각 상황 데이터 수신 부가 되며 이는 운영실로 전달되어 상황처리 프로세스로 입력된다. 데이터 수신 부를 영상과 센서 두 개의 방법을 두어 상호간의 데이터를 보완할 수 있도록 함으로써 상황 데이터 취득의 정확성을 높인다. 즉 야간 식별, 카메라 위치에 따른 영상 분석의 한계, 자연광 혹은 비정상적 발광물체로 인한 카메라 시야 확보 불가 등의 한계를 가지는 카메라와 환경에 대한 내구성 한계를 가지는 센서를 서로 보완 할 수 있도록 함으로써 각각 개별적으로 동작 시에 발생할 수 있는 오동작을 보완할 수 있다. 상황처리 프로세스의 결과에 따른 상황판단이 완료되면 상황의 경중에 따라 즉각 대응 혹은 운영자 알림 등의 피드백 방식을 취한다. 상황의 결과는 운영자에게 알려 다시 피드백을 받을 수 있도록 한다. 보다 정확한 상황 인지를 위해서 도시 철도 환경에 적합한 상황인지 파라미터 도출이 필수적이다.

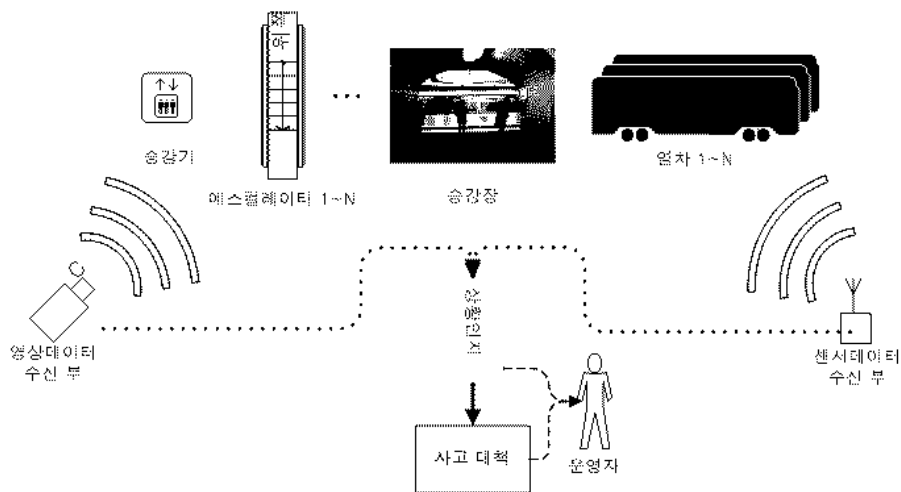


그림 2 상황인지 시스템 적용 도시 철도 감시 시스템

### 2.3 상황인지 파라미터 도출

상황인지 시스템이 제공하는 서비스는 각각의 목적에 따라 달라지는데 도시철도에서는 안전과 감시의 목적으로 동작하게 된다. 따라서 본 절에서는 안전 감시를 위한 상황인지 시스템 구축을 염두에 두고 도시 철도에서 발생 가능하며 주요 감시 대상이 되는 화재, 승강장 추락, 무단 침입, 지진의 4가지 경우에 대해서 상황에 대한 정의와 이를 처리하기 위한 파라미터를 도출하도록 하겠다. 각 감시 대상에 대한 데이터 수신부와 동작 방법을 도표-1에 설명하였다.

도표-1 상황인지 파라미터 정의

감시대상	주요 데이터 수신부	보조 데이터 수신부
화재	센서 - 열 감지 센서 - 연기 센서 - 온도 센서	영상 카메라 - 영상 카메라 검출
승강장 추락	센서 - 움직임 감지 센서	영상 카메라 - 제한 지역 침입
무단 침입	영상 카메라 - 설정 구역 침입	센서 - 움직임 감지센서 - 출입문 경고 장치
지진	센서 - 진동 센서	운영 정보 - 지하철 운행 정보

각각의 상황인지 검출 알고리즘은 먼저 주요 데이터 수신부에 해당하는 감지 장치에서 값을 검출하여 값이 설정 값을 넘어서는지를 판별한다. 만약 설정 값을 넘어선 경우 이를 재차 검증하기 위하여 보조 데이터 수신부로부터 값을 요구하여 이를 통해 재차 상황을 검증한다. 만약 보조 데이터 수신부에서도 이상을 발견하게 되면 이는 상황 발생으로 여겨 현재 상황을 인지 할 수 있도록 한다. 특히 지진의 경우 진동 센서로만 판별할 경우 철도 운행에 따른 진동이 오차를 크게 할 수 있으므로 운영 정보 값을 통해 재차 검증하는 것은 상황 여부 판별 시에 오차를 크게 줄일 수 있다. 2중 데이터 수신을 통한 상황인지 프로세스의 흐름도는 그림 3과 같다.

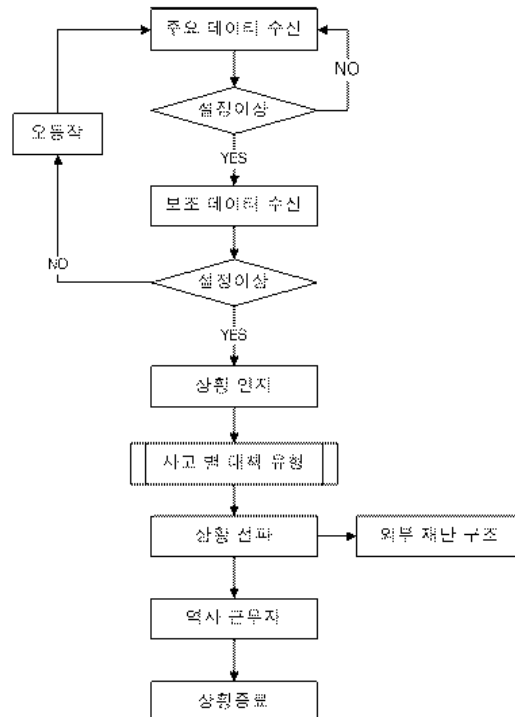


그림 3 상황인지 프로세스 흐름도

### 3. 결 론

안전한 도시철도 환경을 만들기 위하여 도시 철도 환경에서 발생하는 사고들에 대응하기 위한 여러 연구가 활발히 진행되어 왔다. 하지만 과거의 연구는 특정 사고 중심의 한계를 벗어나지 못하여 전체적인 상황을 파악하는데 미흡하였다. 이에 본 논문은 상황인지 시스템이 적용된 도시철도 감시 시스템을 제안하여 이를 해결하고자 하였다.

도시 철도 감시 시스템에 상황 인지 시스템을 적용하여 얻을 수 있는 장점은 다음과 같다. 먼저 센서 혹은 카메라가 각각 개별적인 감시 기능을 수행하는 경우와 비교하여 보다 정확한 상황인지를 할 수 있으므로 오동작을 줄일 수 있게 된다. 또한, 각각의 감시 노드들이 측정하는 결과 값이 의미하는 바를 보다 정확하게 진단할 수 있으며 이를 활용할 경우 사건 발생의 징후 파악에도 활용되어 사건 예방에도 사용될 수 있다.

상황인지 알고리즘은 주로 유비쿼터스 센서 네트워크 환경에서 사용자의 편의를 위해 적용되어 발전해 가고 있다. 이를 도시 철도에 적용하기 위하여 도시철도 환경 상황에 대한 정의를 다시 하였다. 이를 위해 사용자 중심의 상황 인지 컴퓨팅을 감시 영역 중심의 상황인지로 변형 하였으며 오보율을 낮추기 위하여 2중 데이터 수신을 취하였다. 또한 상황인지를 위한 파라미터들을 정의하였다. 파라미터들의 임계값을 정확하게 정의하는 연구가 지속적으로 이루어진다면 현재 도시철도의 감시시스템에 적용되어 효율적으로 활용 될 수 있을 것이다.

### 4. 감사의 글

본 연구는 국토해양부 도시철도표준화2단계연구개발사업의 연구비지원(07도시철도표준화A01)에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

1. 장일식, 박종화, 김주선, 김형민, 박구만 (2008) "도시철도 지능형 카메라에 요구되는 성능 및 관련 기술 연구", 한국철도학회.
2. A-K. Dey, and G-D, Abowd(1999), "Towards a Better Understanding of context and context-awareness", Technical Report GIT-GVU-99-22, Georgia Institute of Technology, College of computing, June
3. K-A. Mari, "Context-Aware Applications Survey", <http://www.hut.fi/~mkorkeaa/doc/context-aware.html>, 2000
4. 정덕진, 송병철, 이승열, 조위덕 (2004), "상황인지 센서네트워크 기술동향". 정보통신기술 제 18권, 제 1호
5. 윤병주, 송재원, 이원재, 안태기, 신정렬 (2008), "도시철도 영상감시시스템의 효율적 운영방안에 관한 연구", 한국철도학회