IP 방식의 종합감시 시스템을 위한 분산 소프트웨어 연구

Study of Distributed Software for IP-Based Integrated Surveillance System

송 규연* 류 희문** 안 태기*** 이 우동***

Song, Gyu Youn, Ryu, Hee Moon, An, Tae Ki, Lee, Woo Dong

ABSTRACT

The surveillance system for urban transit now adapt the newest IT technology. The Surveillance system analyzes the video information from various cameras intelligently and determines the critical status automatically. Other sensors, for example fire sensor and audio sensor are used in the surveillance system for increasing the correctness of surveillance. The surveillance system tries to increase the performance of surveillance by gathering lots of information for the current situation and analyzing them intelligently. IP-Based Integrated system needs the distributed computer system with location and functions. For correctly running this system, a distributed software is needed. In this paper, we study the distributed software for IP-based integrated surveillance system. The required functions, safety and extendability are suggested.

1. 서 론

도시 철도시스템이 복잡해지고 이용객이 많아짐에 따라 철도 안전에 대한 중요성이 증대되고 있다[1]. 역 구내 및 승강장에서 위험물에 의한 긴급 상황, 테러, 폭력, 시설물 파손, 선로 추락과 같은 위험 상황이 발생할 수 있다. 지하철은 역 시설 및 승강장이 지하에 설치되어 있으므로 환경에 관련된 위험 요소도 가지고 있다. 공기 혹은 환경 물질에 의한 긴급 상황이 발생하기도 한다. 지하철에서 발생한 화재로 인해 엄청난 피해가 발생할 수 있으므로 화재에 대한 피해를 미리 방지하기 위한 노력을 하고 있다. 많은 역 시설 및 이용객의 안전을 지키기 위해 직접 현장에 인원이 파견되어 사건 하나하나에 대해 대응할 수 없으므로 지하철 운영 회사에서는 감시 시스템을 구축하여 원격에서 모니터링 하면서 위험 하거나 관리해야할 사건이 발생하면 적극적으로 대응하는 방식을 취하고 있다. 원격에서 지하철 현장의 모습을 가장 효과적으로 모니터링 하는 방식은 CCTV 카메라를 이용하는 것이다. 현장에 설치된 CCTV 카메라에서 촬영된 영상을 전송 장치 및 네트워크 장치를 통해 중앙 관제 센터로 전송하여 중앙 관제 센터에서 현장의 상태를 모니터링 하고 있다. 중앙 관제 센터에 설치된 멀티비젼에 각 역사의 현장 상황이 순차적으로 표시 되거나 중앙 관제 요원이 지정하는 역사에 대한 영상을 표시한다. 지하철 하나의 노선에 설치된 카메라 개수가 수 백 대가 되는 상황에서 모든 역으로부터 보내오는 영상을 중앙 관제 센터에 상주하는 관리 요원이 눈으로 확인하면서 긴급 상황을 판단하면 시간 지연 및 중요한 사건 인식을 누락하는 경우가 발생할 수 있다. 도시 철도내의 환경에 대한 감시도 중요한 일 중에 하나이다. 공기 상태를 감시 하거나 라돈, 석면과 같은 환경 물질이 도시 철도 역사 내에 존재하는지를 미리 찾아내어 대응하여야 한다[2].

* (주)한터기술, 부설연구소, 정회원
E-mail : gysong@htt.co.kr
TEL : (02)2108-2200 FAX : (02)2108-2211
** (주)한터기술, 부설연구소
*** 한국철도기술연구원, 도시교통기술개발센터 도시철도표준화연구단

도시 철도에서는 주요 역에 대한 공기 오염도, 라돈 및 석면 검출 여부를 샘플링하여 조사하고 있는 상태이다. 도시 철도 내 환경 감시에 대해서는 중앙 관제 센터에서 모든 역사에 대한 종합적인 감시를 하고 있지 않은 상태이다. 화재 감시의 중요성은 아주 높으므로 각 역사의 중요 지점에 화재 탐지기가 설치되어 화재 수신반과 연결 되어 있으며, 화재 수신반은 CCTV 감시 시스템과 연결 되어 있어 화재 경보가 발생하면 해당 현장의 모습이 멀티비젼 화면에 우선적으로 나타난다. 도시 철도 감시 시스템을 구성하기 위해서는 역사에서 중앙 관제 센터까지 각각 다른 기능을 수행하는 많은 장치들로 구성 된다. 장치들 간의 정보 교환 및 데이터 교환이 필요한데 하드웨어 단계에서는 국제 표준인 Ethernet 방식을 사용하고 소프트웨어 단계에서는 TCP/IP 방식을 이용하여 정보 교환 하는 방식을 IP 방식이라고 부른다. 사무실 및 가정환경에서 IP 방식의 기기들이 유용성, 기능성 및 확장성 측면에서 안정적인 서비스를 제공한다는 것이 검증 되었으므로 도시 철도 관련 시스템에도 IP 방식을 지원하는 장치를 적용하기 시작 하였다. 도시 철도에서 현재 감시 기능은 CCTV를 통한 감시, 화재 감시, 환경 감시가 각각 별도의 기능으로 이루어지고 있다. 본 연구에서는 각 감시 기능을 종합적으로 통합하는 시스템 구조를 제시하고 그 시스템을 운용하기 위한 소프트웨어 구조를 제안 하고자 한다.

2. 본 문

2.1 기존 방식

현재 운용 하고 있는 감시 시스템은 아날로그 방식, 여러 가지 감시 기능 간 상호 연관 관계가 없는 방식이다. 현재 운용 되고 있는 CCTV 시스템은 아날로그 방식으로 구성 된다. 카메라로 입력된 영상을 배분 하거나 전송할 때 하드웨어 장비를 이용하여 이루어진다. 영상 분배기, 매트릭스 스위치 등을 이용하여 지정하는 장소나 장비로 전송 한다. 원격지에 있는 중앙 관제 센터로 영상을 전송하기 위해 전용 장비를 사용하여 아날로그 영상 신호를 디지털 신호로 변환한 후, 광전송장비를 통해 원격지로 전송한다. 중앙 관제 센터에서는 그 반대 기능으로 수신한 디지털 영상 신호를 아날로그 영상 신호로 변환한 다음, 지정된 장비로 전송하기 위해 영상 관련 전용 장비, 영상 분배기, 매트릭스 스위치 등을 사용한다.

영상 전송 시 아날로그 신호를 그대로 전송 하므로 설치 시 케이블 작업이 많아지게 된다. 영상 신호를 전송하기 위한 케이블, 제어 신호를 전송하기 위한 케이블 및 전원을 전송하기 위한 케이블이 각각 필요하여 설치 시 현장 구성 시 복잡하고 비용이 많이 발생하면 유지보수 하기에도 어려움이 많다. 영상 신호를 그대로 전송 하므로 외부 신호에 취약하여 영상 해상도가 떨어지는 경우가 발생하고, 시스템 구성 시 하드웨어 적으로 구성 되므로 새로운 카메라 추가 혹은 표시 장치 추가 시 관련된 케이블 설치 작업, 전원 설치 작업을 하여야 한다. CCTV 카메라 영상을 관리요원이 눈으로 확인하는 수동적인 영상 감시만으로는 여러 장소에서 다양하게 발생하는 긴급 상황을 적절한 시간 내에 감지할 없는 상태이다. 이를 위하여 영상을 분석하여 도시 철도 내의 긴급 상황을 감지하려는 연구를 하고 있다[3][4]. 화재 감지 기능을 수행하는 장치는 국제 표준이 아닌 전용 통신 방식을 이용하여 역사 내의 화재 수신반으로 전송 되고 있고, 환경 감시 기능을 수행하는 장치는 Off-line으로 동작하며 네트워크를 통해 측정 결과를 원격지로 전송하는 기능은 제공하고 있지 않다. 상황 인식을 연구하는 분야에서는 입력된 각종 데이터를 종합적으로, 지능적으로 분석하여 인간이 감지 못 하는 상황을 자동으로 감지해 되는 연구를 하고 있다[5].

2.2 제안 방식

본 연구에서 제안 하고자 하는 방식은 감시 기능에 사용하는 장비들을 IP 방식으로 동작하는 장비들로 구성하여 감시 기능을 향상 시키고자 한다. IP 방식으로 시스템을 구성하게 되면 전체 시스템 구조가 간단해지며, 역사 내의 현장 모습을 지역에 관계없이 어디에서나 확인할 수 있고, 각 감시 기능 간의 통합, 종합적인 자료 수집 및 판단이 가능하다. 영상 감시 기능에 대해서는 IP 방식의 카메라를 사용하고 화재 감지 및 환경 감지 기능을 수행하는 장치들도 외부에 정보를 전달하는 방식을 IP 방식을 사용 하도록 한다. 제안 방식은 입력 센서 및 중앙 처리 장치로 구성 된다. 입력 센서는 각 역사 현

장에 설치되는 카메라, 화재 감지기 및 환경 감지기 등으로 구성 된다. 중앙 처리 장치는 각종 입력 센서로부터 네트워크를 통해 입력 정보를 전달 받아 자료 수집, 분석, 통합 등을 통해 종합적으로 감시 기능을 수행하고 그 처리 결과는 외부로 알려 준다.

2.3 시스템 구조

도시 철도를 종합 감시하기 위한 시스템은 입력 센서 및 서버 컴퓨터로 구성 된다. 입력 센서에는 CCTV 카메라, 화재 센서, 소음 센서, 환경 감시 센서로 구성 된다. 입력 센서는 역사 내의 대합실, 승강장, 주요 편의 시설, 터널, 주요 설비실에 설치된다. 서버 컴퓨터는 역 구내의 관리실 및 중앙 관제 센터에 설치된다. CCTV 카메라는 아날로그 카메라 혹은 IP 카메라로 구성 된다. 아날로그 카메라인 경우 비디오 서버를 거쳐 디지털 영상 신호로 압축 되어 서버 컴퓨터로 전달된다. 화재 센서, 소음 센서 및 환경 감시 센서 기능을 수행하는 시스템은 외부와 통신으로 정보를 주고받는 기능을 보유하고 있고, 사용 하는 통신 방식은 IP 방식으로 Ethernet을 통한 TCP/IP 통신을 사용 한다. 이러한 센서에서 처리된 결과가 역무실 및 중앙 관제 센터에 직접 전달된다. 외부와의 통신 기능을 보유하고 있으므로 도시 철도 운영과 관련된 외부 기관, 소방방재청 혹은 경찰청으로 감지된 정보를 쉽게 전송할 수 있다.

2.3.1 역사에 설치되는 시스템 구조

역사에 설치되는 시스템 구조는 각종 센서 및 멀티비젼, 서버 컴퓨터이다. 각종 센서는 역사 내의 대합실, 개찰구, 엘리베이터, 에스컬레이터, 계단, 화장실 등에 설치되고 승강장, 터널 및 각종 시설물이 설치되어 있는 운영실에 설치된다. 하나의 센서로부터 입력되는 정보를 가지고 정확한 상황을 판단하기 어려우므로 특정 지역에는 여러 종류의 센서들이 설치된다. 변전실에 화재를 감지하기 위해서는 CCTV 카메라, 열 및 연기를 감지하는 센서, 소음을 감지하는 센서가 동시에 설치될 수 있다. 화재가 발생하는 경우 외부에 나타나는 현상이 다양하게 나타난다. 내부 온도 상승, 연기 발생, 타는 소리, 화염, 유독가스 등이 나타나며, 이러한 징후들이 시간적으로 서로 다른 순서에 의해 발생한다. 연기가 제일 먼저 발생하고 그 다음에 온도 상승이 되는 경우, 꽝하는 소리가 제일 먼저 발생하고 그 다음에 연기, 화염, 유독 가스 순으로 발생하는 하는 경우도 있다. 이러한 현상들이 짧은 순간에 발생하여 순식간에 대형 화재로 이어지므로 관리자가 모든 역사의 모든 센서들을 일일이 눈으로, 귀로 확인 하면서 긴급 상황 발생 여부를 판단하기 어렵다. 여러 군데에서 동시에 입력되는 센서 신호를 1차적으로 서버 컴퓨터에서 자동으로 분석하여, 이상이 있다고 판단되어 관리자에게 통보하는 경우, 그 경우에 대해 관리자가 관련 센서 정보를 정확히 파악하여 긴급 상황 발생 여부를 판단하는 것이 효율적이다.

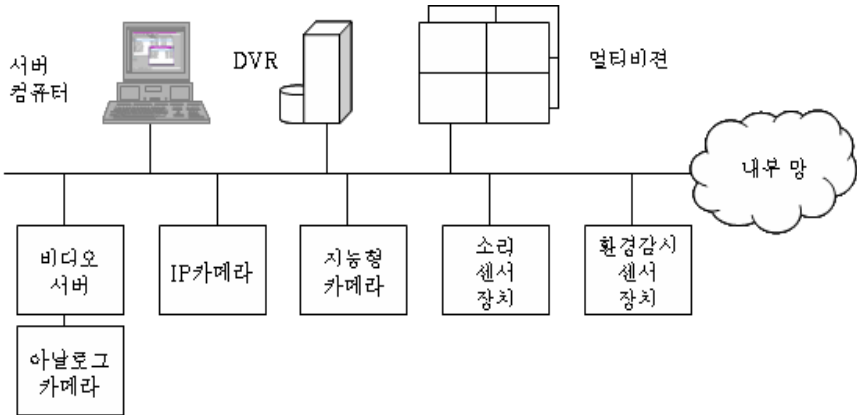

그림 1. 센서 장치 시스템 구조

각종 센서로부터 입력되는 정보는 역무실에 설치되는 역사 서버 컴퓨터(이하 서버 컴퓨터로 부름)로 입력된다. 각종 센서와 서버 컴퓨터는 네트워크로 연결 되어 있어 다양한 정보를 서로 주고받는다. 각종 센서들은 입력된 데이터 및 입력된 데이터를 이용하여 1차적으로 판단된 정보를 서버 컴퓨터로 전송한다. 서버 컴퓨터는 각종 센서 장치들로부터 입력되는 센서 데이터 및 센서 장치에서 1차적으로 판단된 정보를 수집한다. 역사 내에 설치된 모든 센서 장치들로부터 입력을 받아들인다. 서버 컴퓨터는 입력된 센서 값 및 센서 장치에서 1차적으로 판단된 정보를 이용하여 정보 취합 및 종합 판단을 수행한다. 종합 처리된 결과가 긴급 상황이라고 판단되면 역무실 내에 설치된 경보 장치 혹은 중앙 관제 센터로 이 상황을 알리게 된다. 서버 컴퓨터는 각종 센서로부터 수집된 정보 및 서버 컴퓨터에서 판단된 정보를 중앙 관제 센터 서버 컴퓨터로 다시 전송한다. 서버 컴퓨터는 각종 센서 장치들을 관리하고 정상 동작 여부를 확인 하는 기능도 수행한다. 역사 운영실에는 각종 센서로부터 입력되는 정보를 표시하거나 저장 하는 장치를 보유하고 있다. CCTV 카메라로부터 입력되는 영상을 멀티비젼에 표시하거나 현재 표시 되는 화면과 관련된 각종 센서 정보 및 위치 관련 정보를 동시에 멀티비젼에 표시한다.

2.3.2 중앙 관제 센터에 설치되는 시스템 구조

중앙 관제 센서에 설치되는 시스템 구성은 네트워크 장비, 중앙 관제 센터 서버 컴퓨터(이하 메인 컴퓨터로 부름), 멀티비젼 및 모든 센서로부터 입력되는 정보를 저장하는 장치들로 구성된다. 메인 컴퓨터는 종합 감시 기능을 수행하는 가장 중요한 역할을 하는 컴퓨터이다. 각 역사에 설치되는 있는 서버 컴퓨터로부터 입력을 받아 들여 정보 취합, 종합 관리 및 종합 판단을 수행하는 컴퓨터이다. 수 백개 이상의 CCTV 카메라로부터 입력되는 모든 영상을 운영자가 눈으로 확인하기에는 한계가 있다. 입력된 영상을 분석하여 긴급 상황 판단 및 도시 철도 운영에 활용할 수 있는 각종 정보를 생성 한다. 모든 역사에 설치된 영상 뿐만 아니라 화재 센서, 소음 센서 및 환경 감시 센서로부터 입력되는 정보를 취합하고 관리하며 영상 신호와 연계하여 종합 판단하는 기능을 수행한다.

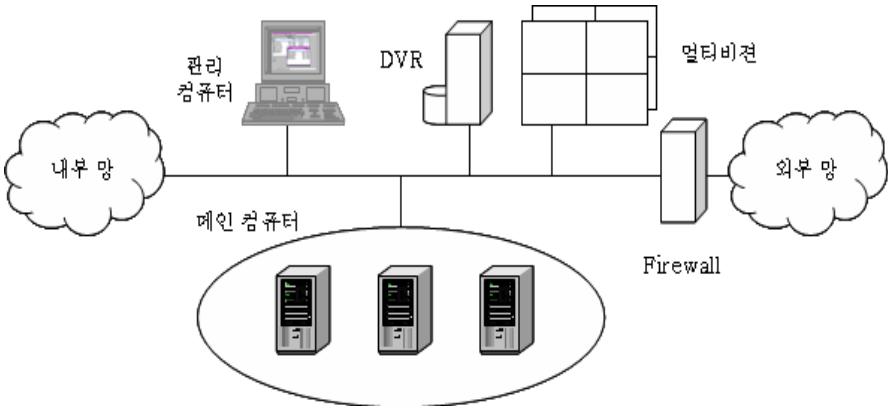

그림 2. 중앙 관제 센터 시스템 구조

역사에 설치된 서버 컴퓨터로부터 전송되는 각종 정보를 분석, 종합 판단하여 긴급 상황이라고 판단이 되면 중앙 관제 센서 관리 요원에게 이 사실을 효과적인 방법으로 통지한다. 필요한 경우 인식된 상황을 외부 기관에게 전달하는 기능을 수행한다. 외부 기관과 연결 시 정보 보안 및 불법 해킹으로부터의 침입을 방지하기 위해 Firewall을 설치한다. 메인 컴퓨터에서 수행해야 하는 기능이 매우 많고 많은 개수의 역사로 설치된 각종 센서 및 서버 컴퓨터로부터 정보를 전달 받아 상황 인식 기능을 수행하여야 하므로 메인 컴퓨터는 한 대의 컴퓨터로 구성하는 것 보다는 기능 별로 분산된 컴퓨터들로 구성한다.

2.4 소프트웨어 구조

도시 철도용 IP 방식의 종합 감시 시스템은 센서를 수집하는 장치, 서버 컴퓨터, 메인 컴퓨터들로 구성 되어 있어 종합 감시를 위한 소프트웨어 역할이 중요하다. 또한 이러한 장치 및 컴퓨터들이 네트워크로 연결 되어 분산 시스템으로 동작하므로 소프트웨어 기능도 분산 컴퓨터 환경에 적합한 구조를 가져야 한다. 장치와 컴퓨터 간에는 Ethernet을 통한 TCP/IP 방식으로 통신을 주고받는다. 이러한 통신 기능을 이용하여 서로 상황에 대한 정보를 주고받아 상황 인식을 정확히 판단하는 소프트웨어 기능을 구현 하여야 한다.

2.4.1 센서 장치 소프트웨어 구조

센서 장치들은 여러 종류로 구성 된다. 현장 모습을 전달해 주는 카메라, 현장의 소리를 전달해 주는 소음 센서, 화재 센서, 공기 상태를 전달해 주는 센서, 라돈 혹은 석면과 같은 환경 물질 상태를 전달해 주는 센서로 구성된다. 센서 장치의 하부 구조, 즉 외부 상황에 대한 정보를 받아들이는 부분은 센서 장치별로 고유의 기능을 가지고 있어야 한다. 그러므로 하부 구조는 공통적인 기능을 수행하는 것 보다는 개별 기능을 수행 하는 구조이어야 한다. 하부 구조 위에서 정보를 수집하고 처리하여 외부 컴퓨터로 전송하는 부분은 공통적인 구조를 가져야 한다. 이렇게 함으로써 응용 프로그램의 개발 품질 및 기간을 단축할 수 있다.

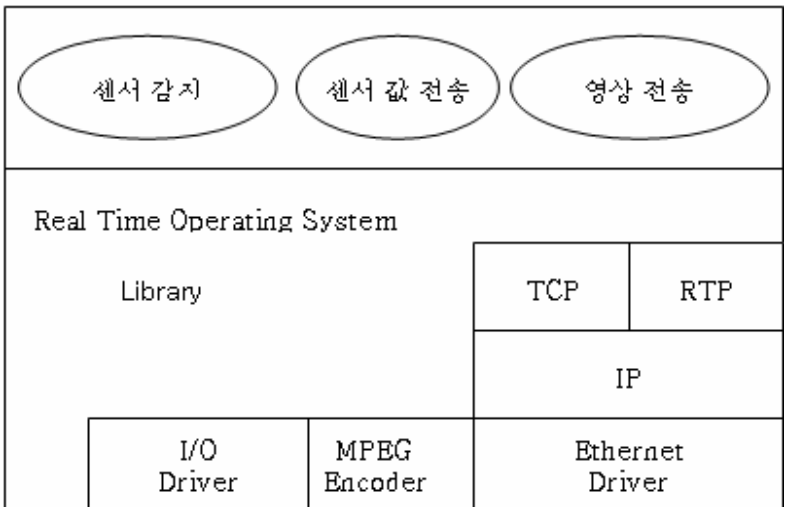

그림 3. 센서 장치 소프트웨어 구조

공통적인 구조 부분에는 입력된 정보 전달 체계, 자체 상황 판단 내용, 정상 동작 여부 알림 기능, 원격 데이터베이스 관리, 원격 관리 기능이 포함 된다. 자체 상황 판단 내용에는 센서 자체에서 판단한 긴급 상황 내용이 포함 된다. 센서 장치는 낮은 CPU 처리 능력, 한정된 관련 데이터베이스 정보를 가지고 있으므로 상황 인식에 한계가 있다. 그러므로 센서 장치가 처리할 수 있는 수준까지 인식한 상황 정보를 자체 상황 판단 내용에 포함 시킨다. 원격 데이터베이스 관리는 입력된 상황 정보를 이용하여 상황 판단을 수행하기 위해 필요한 데이터베이스를 메인 컴퓨터로부터 전달 받아 갱신하는 기능이다. 데이터베이스 전달 방식은 XML을 이용한 정보 전달 방식을 이용한다.

2.4.2 서버 컴퓨터 소프트웨어 구조

서버 컴퓨터에서 수행하는 소프트웨어 기능은 각종 센서로부터 전달되는 센서 값, 상황 인식 내용을 전달 받는다. 또한 각종 센서 장치들이 정상 동작하는지를 확인하기 위한 Heart-beat 신호를 전달 받는다. 서버 컴퓨터에서 센서 장치로 전달하는 내용은 원격 데이터베이스 관리, 원격 관리 기능이다.

서버 컴퓨터는 중앙 관제 센터에 위치한 메인 컴퓨터와도 정보를 주고받는다. 각종 센서로부터 입력된 상황 정보, 서버 컴퓨터에서 자체적으로 분석한 상황 정보를 메인 컴퓨터로 전송한다. 서버 컴퓨터서버 컴퓨터가 정상 동작하고 있다는 것을 서버 컴퓨터에게 알리기 위해 Heart-beat 신호를 주기적으로 전송한다. 서버 컴퓨터는 메인 컴퓨터로부터 상황 판단을 위한 데이터베이스, 원격 관리에 관련된 정보를 전달 받는다.

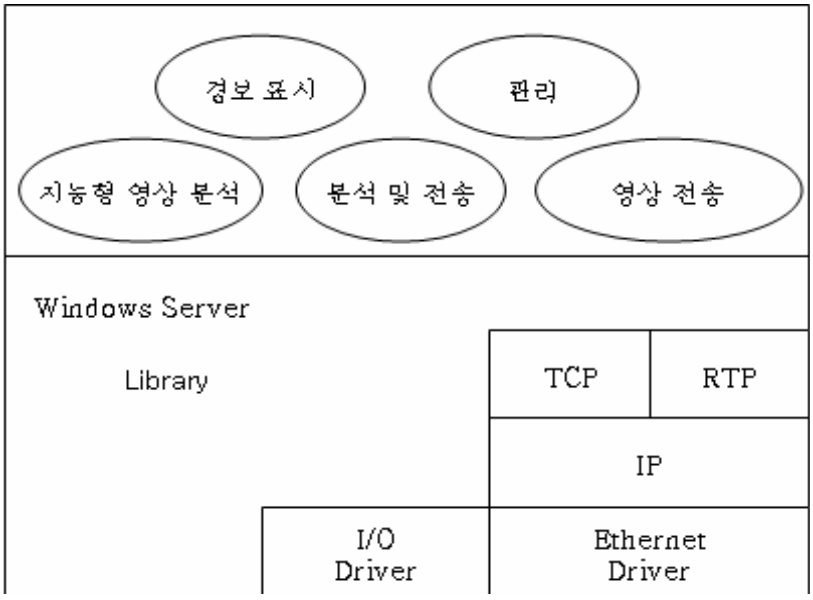

그림 4. 서버 컴퓨터 소프트웨어 구조

2.4.3 메인 컴퓨터 소프트웨어 구조

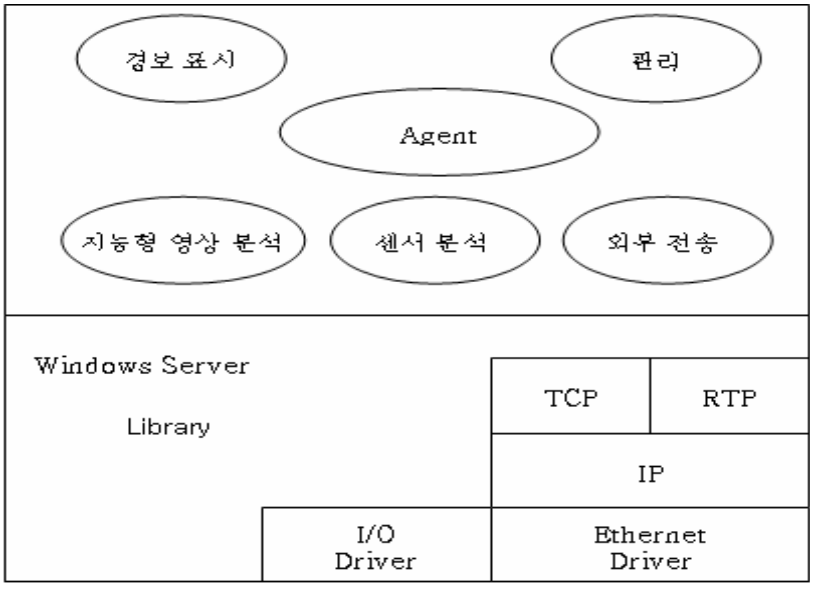

그림 5. 메인 컴퓨터 소프트웨어 구조

메인 컴퓨터는 중앙 관제 센터에 설치되어 가장 중요하고 많은 기능을 수행하는 컴퓨터이다. 메인 컴퓨터와 통신을 주고받는 대상은 역사에 설치된 각종 센서 장치 및 서버 컴퓨터들이다. 그리고 도시철도 운영기관 이외의 기관에 상황 인식 정보를 전달하기 위해 외부 컴퓨터와도 통신을 주고받는다. 메인 컴퓨터에서 수행해야 하는 가장 중요한 임무는 상황 인식 기능이다. 역사에 설치된 감시 카메라 및 각종 센서로부터 입력되는 정보를 종합적으로 관리하고 상호 연관 관계를 찾아 상황을 정확히 빠른

시간 내에 판단하여 긴급 상황에 중앙 관제 센터 관리 요원에게 알리는 기능이다. 이러한 기능을 수행하기 위해 메인 컴퓨터에는 Agent 기능이 수행된다. Agent는 입력되는 각종 정보를 이용하여 상황을 판단하고 추론하는 기능을 수행한다. 메인 컴퓨터로 입력되는 정보에는 크게 2가지로 분류된다. 첫 번째는 카메라로부터 입력되는 영상 신호이고 두 번째는 나머지 센서로부터 입력되는 각종 정보이다. Agent에서는 카메라 영상에 대해 지능형 영상 분석 기능을 수행한다. 입력되는 카메라 영상을 분석하여 그 속에 내재되어 있는 정보를 추출한다. 선로에 추락하는 승객, 터널 내부로 진입하는 승객, 테러분자, 위험물, 방치 물건, 폭력 행위 등을 입력된 영상으로부터 추출해낸다. 또한 역사 내부의 영상을 분석하여 이용객들의 이동 경로, 지역 별, 장치 별 이용객 명수를 자동으로 계산하여 도시 철도 운영에 활용 하도록 한다. 카메라 영상을 제외한 다른 센서 장치로부터 입력되는 정보에 대해서는 상황 판단 및 추론 기능을 수행한다. 여러 가지 센서로부터 입력되는 정보, 각기 다른 역사로부터 입력되는 정보를 종합적으로 관리하고 판단하여 상황을 빠른 시간 내에 정확히 판단하는 기능을 수행한다. 카메라 영상 신호와 다른 센서들과의 연관 관계를 이용하여 상황 판단을 하기도 한다. 추론 기능을 수행하기 위해 도시 철도 환경에 존재하는 사물 및 이곳에서 발생할 수 있는 사건들에 대한 데이터베이스를 만들고 이를 이용하여 도시 철도 감시용 온톨로지를 생성한다. 메인 컴퓨터로 입력되는 카메라 영상 신호, 각종 센서로부터 입력되는 정보를 이용하여 메타데이터를 생성하여 온톨로지를 이용한 추론 기능을 수행한다. 추론 기능을 통해 인간이 판단하지 못 하는 긴급 상황에 대한 상황 인식을 수행할 수 있다. 감시 기능을 수행하기 위한 데이터베이스를 생성하는 것을 지원하기 위해 메인 컴퓨터는 서버 컴퓨터 및 각종 센서 장치들에게 데이터베이스를 전송한다. 이 때 사용하는 전달 방식은 XML 방식을 이용하여 전달한다.

3. 결론

카메라로부터 입력되는 영상만을 관리 요원이 눈으로 확인하여 현장의 긴급 상황을 판단하는 기존 시스템을 개선하기 위해 도시 철도용 감시 시스템을 IP 방식을 이용한 장치들로 구성 하였고 이들 장치간에 정보 교환을 통해 정확한 상황 인식을 빠른 시간 내에 수행 하도록 하였다. 카메라 영상에 대해서는 지능형 감시 기능을 부여 하였고, 카메라 영상으로부터 얻은 정보와 각종 센서로부터 입력된 정보를 통합적으로 관리하여 종합적인 판단을 함으로써 상황 인식에 대한 오류를 감소시키고 정확한 상황 판단을 수행하는 시스템을 제안 하였다. 도시 철도 운영 기관에서 판단한 상황 정보를 관련 기관들과 공유하는 기능을 제공함으로써 긴급 상황에 대한 총체적인 대응이 가능 하도록 하였다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 도시철도표준화2단계연구개발사업의 연구비 지원에 의해 수행 되었습니다.

참고문헌

1. 정예성, “대구지하철 화재사고를 통한 도시철도의 효율성 증대 모형에 관한 연구”, 한국철도학회 2003년도 춘계학술대회논문집, 2003, pp.239~250

2. 안태기, 신정렬, 이우동, 김문현 (2007년), “센서네트워크 기반 도시철도 지능형 감시시스템 구축방안 연구” , 한국철도학회 2007년도 추계학술대회논문집, 2007.11, pp.1554~1559

3. Y. L. Tian, M. Lu, A. Hampapur,"Robust and Efficient Foreground Analysis for Real-time Video Surveillance", Proceedings of the 2005 IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, Vol. 1, pp.1182~1187

4. C. Sacchi, C.S. Regazzoni, "A Distributed Surveillance System for Detection of Abandoned

Objects in Unmanned Railway Environments", IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 49, No. 5, September 2000, pp.2013~2026
5. M. Baldauf, S. Dustdar, F. Rosenberg,"A survey of context-aware systems", Int. J. Ad Hoc and Ubiquitous Computing, Vol. 2, No. 4, 2007, pp.263~277