

무인감시설비를 위한 유지보수 자동화 점검 시스템

채민욱¹, 이충호^{1*}

¹한밭대학교 정보통신전문대학원

Automated Maintenance Inspection System for Unmanned Surveillance Equipment

Min-Uk Chae¹, Choong Ho Lee^{1*}

¹Graduate School of Information and Communication Engineering, Hanbat National University

요 약 최근에 IT 기술의 발전과 비용을 절감하는 방식으로 무인감시설비가 도입되어 운영되고 있다. 무인감시설비는 효율적이고 경제적인 측면으로 장점이 있지만, 무인감시설비의 고장, 오작동이 발생하면서 감시 공백과 침입자로 인한 시설 파손 및 정보 유출 등 피해가 발생 되는 단점이 있다. 그리고 무인감시설비의 점검 차원에서 담당자의 상시 방문이 필요하고 이에 따른 관리 비용이 발생하고 있다. 본 논문에서는 무인감시설비의 상태를 실시간 점검하여 오작동과 같은 문제를 감시설비의 상태 확인 및 자동복구하고 담당자에게 실시간으로 상황을 문자메시지로 통보하는 시스템을 설계하였다. 설계할 시스템은 영상, 음향, 조명 등의 무인감시설비의 주요 장비의 작동 상태에 관한 정보를 수신하고 판단하는 통합형 네트워크 비디오 서버(NVR)와 무인감시설비의 상태를 감지하고 전원 복구하는 제어장치와 SMS 서버를 이용한 실시간 문자메시지로 구성되어 있다.

• **주제어** : 무인감시, 유지보수, 자동복구, 네트워크 비디오 레코더(NVR), SMS 서버, CCTV

Abstract Recently, unmanned facilities have been introduced and operated in a way that reduces the cost and development of IT technology. Although unmanned facilities have advantages in terms of efficiency and economy, they have disadvantages such as failure of unmanned facilities and malfunctions, causing damage to facilities caused by intruders, and information leakage. In addition, it is necessary to visit the person in charge at all times to inspect the unmanned facilities, resulting in management costs. In this paper, we designed a system that checks the status of unmanned surveillance facilities in real time to check and automatically recover problems such as malfunctions, and to notify managers of situations by text messages in real time. The system to be designed consists of an integrated network video server (NVR) that receives and determines information on the operation status of the main equipment such as video, sound, and lighting, and a real-time text message using an SMS server.

• **Key Words**: Unattended Monitoring, Maintenance, Automatic Recovery, Network Video Recorder (NVR), SMS Server, CCTV

Received 17 February 2021, Revised 27 February 2021, Accepted 28 February 2021

* **Corresponding Author** Choong Ho Lee, Dept. of Information and Communication Eng., Hanbat National University, 125, Dongseo-daero, Yuseong-gu, 34158 Daejeon, Korea. E-mail: chlee@hanbat.ac.kr

I. 서론

1.1 연구 배경

최근 정보통신기술의 발전으로 주요시설에 대한 비용축소로 무인감시 형태로 관리하는 시설들이 확대되고 있다. 이러한 시설에는 출입통제시스템과 무인감시설비가 도입되고 있어 출입을 철저히 통제하고 시설물을 감시하고 있다. 그리고 담당자가 주기적인 점검을 통해 주요시설물과 출입장치 그리고 무인감시설비를 순회 점검하고 있다[1, 2]. 그러나 CCTV 카메라 영상감시 장치에서 발생하는 오작동의 경우 전원 리셋을 통해 대부분 해결되는 오작동이 많음을 알 수 있다[3]. 또한 감시설비에 고장이 발생하면 기계 자체에 손실을 줄 뿐 아니라 전체 시스템에 영향을 줌으로써 막대한 비용상의 손실을 가져오고[4] 다음 점검 시점까지 해당 시설물에 대한 감시 공백이 발생하게 된다. 이로 인해 침입자에 의한 무단침입과 정보 유출 및 시설물 파손이 발생할 수 있다. 마지막으로 침입자에 대한 인상착의 정보를 알아내지 못해 어려움을 겪게 된다[5].

기존의 연구는 주로 영상보안시스템 중 NVR(Network Video Recorder)의 네트워크 보안[6], 영상 데이터나 시스템 데이터의 손상을 복구하는 것[7] 등에 대해 이루어져 왔다. 하지만 무인감시장비 자체의 유지보수에 대한 연구는 충분히 이루어지지 않고 있다. 본 논문은 무인감시장비가 장애를 자동으로 신속하게 발견하고 스스로 고장을 복구할 수 있는 시스템 설계에 대하여 기술한다.

II. 무인감시설비의 장애 및 복구

현재 무인변전소 영상감시시스템은 급전분소 근무자에 의해 1일에 2회 점검을 통해 설비 장애를 판단한다. 장애 발생 시, 고장 신고를 통해 유지보수 담당자가 고장을 접수하고 장애 처리까지 12시간이 소요되어 변전소 일부를 감시할 수 없어 보안 문제가 발생한다. 따라서 장애가 발생하면 실시간으로 이를 감지하면 시스템 관리자 및 전담 작업자에 장애 사실을 통보하여 신속한 처리가 가능하도록 하는 시스템이 필요하다.

급전분소 담당자는 업무시간에 1일에 1시간 간격으로 점검을 진행하고 있다. 시스템 점검 시간을 줄인다면 많은 비용을 절감할 수 있다. 또한 네트워크 기반 영상감시장치의 화면 정지와 같은 단순 장애를 담당자

의 수동적인 조작이 아닌 자동으로 복구할 수 있도록 하여 작업에 대한 비용 발생 감소를 위한 시스템이 필요하다. 본 논문에서는 오작동의 자동복구와 장비점검으로 인해 필요한 인력비를 절감하도록 하였다.

III. 제안하는 무인감시설비의 설계

3.1 무인감시설비

무인감시설비는 Fig. 1과 같이 시설의 내/외부에 정보 확보를 위한 CCTV 카메라가 설치되어 있고 야간에 감시 확인을 위해 조명등과 방송용 앰프, 스피커가 설치되어 있다. 이러한 설비들은 TCP/IP 네트워크 시스템으로 동작하고 있다.

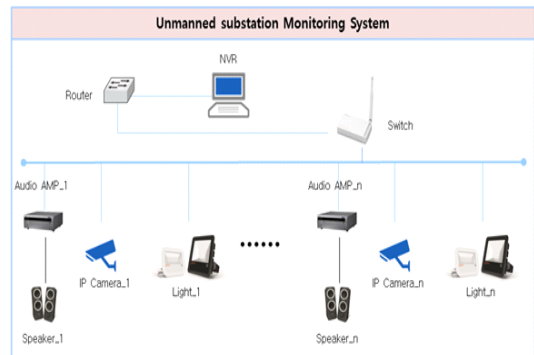


Fig. 1. Unmanned surveillance facility system

각 CCTV 카메라 영상들은 내부 통신실에 설치된 NVR(Network Video Recorder)에 저장되고 있으며 관제실에서 실시간 모니터링하고 있다. 출입감지 센서에 의해 침입자가 감지되면 서버에 녹음된 파일이 앰프, 스피커를 통해 방송이 출력된다. 조명등은 야간에서 영상을 보기 위해 야간에 자동으로 작동되고 있다[6, 8, 9]. 본 논문에서는 무인감시설비의 구성을 변경하지 않고 감시설비를 점검할 수 있는 제어기기를 설계하였다. 설계된 제어기기는 장비의 작동 상태를 감지할 수 있는 센서부와 TCP/IP 통신을 위한 네트워크 통신부 그리고 감시설비 오작동 발생 시 전원 초기화를 위한 제어부로 구성된다. 제어기기는 기존 감시설비인 제어반 함체에 설치 가능하며 네트워크에 바로 접속하여 연동할 수 있도록 하였다.

3.2 네트워크 비디오 레코딩(NVR)

CCTV 카메라의 영상을 저장하기 위한 비디오 레코더는 DVR(Digital Video Recorder)에서 네트워크를 통해 영상을 저장하는 NVR로 대체되고 있다. NVR은 Fig. 2와 같이 IP 기반 카메라에서 ONVIF표준 프로토콜로 인코딩되어 전송된 영상정보를 하드디스크에 저장하고 수신 영상 재생과 녹화를 재생하는 기능을 갖고 있다.

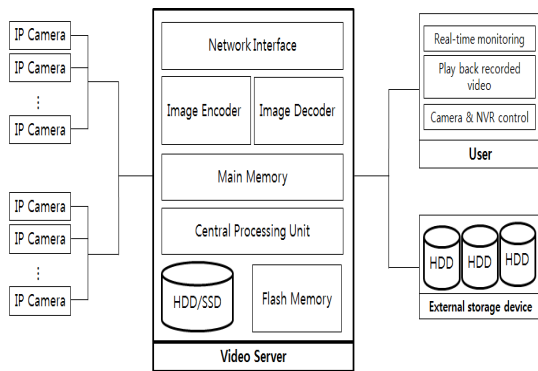


Fig. 2. Configuration of NVR

본 논문에서는 무인감시설비의 구성요소인 NVR에 설비의 작동을 점검하고 관리하는 프로그램만 추가하는 방식으로 설계하였다. 이는 별도의 추가적인 장치가 설치되면 시스템이 복잡해 문제점이 발생하게 되면 비용적인 문제점이 나올 수 있어 이를 방지하기 위해서이다. NVR의 추가 프로그램에서 감지부, 제어부 그리고 전송부로 구성되어 있다. 감지부는 카메라 영상 여부를 주기적으로 감지하여 카메라의 정상작동 여부를 판단하는 영상 감지와 방송 장비의 송출을 감지하는 방송 감지, 그리고 조명등의 상태를 감지하는 조명 등 감지로 구성되어 있다. 그리고 제어부는 해당 감시 설비의 전원 리셋을 통해 상태를 판단하고 이를 전송하는 기능을 수행한다. 마지막으로 전송부는 1차 전원 복구 시도 후에도 감시설비가 정상작동을 하지 않을 경우, 관리자와 작업자에게 메시지를 전송할 수 있도록 설계하였다.

3.3 문자 메시지 전송 서버

제어 시스템을 이용하여 관리자에게 문자메시지를 전송하기 위해서 크게 3가지 방식이 있다. 첫째, 인터넷망을 이용하여 통신사 서버를 통해 전송하는 방법이

다. 통신사에서 제공하는 문자메시지 송수신 서비스 파일을 제어 프로그램에 삽입하여 사용할 수 있다. 둘째, 폐쇄망에서의 자체 문자메시지 전송 서버를 통해 전송하는 방법이 있다. 사회 기반시설의 네트워크는 보안상의 이유로 조직 자체의 폐쇄망이 이용되고 있다 [10]. 마지막으로 이동통신 단말기 모듈을 사용한 임베디드 시스템을 통해 전송할 수 있다. 송수신 메시지의 양이 적고 폐쇄망에서 사용하기 적합한 방식이다.

IV. 감시설비 자동점검 시스템

4.1 카메라 영상 점검

IP카메라와 NVR간의 영상 및 제어 전송을 위한 ONVIF는 IP 기반의 제품 내에서 비디오 감시와 기타 물리적 보안 영역들에 대한 개방형 인터페이스 표준이다. ONVIF에서는 카메라의 영상과 음성정보를 위해서 RTSP(Real Time Streaming Protocol)을 사용하며 카메라 정보, 설정, PTZ 제어 그리고 모션 등을 위해서는 SOAP(Simple Object Access Protocol)이 사용된다. ONVIF에서는 영상 디바이스의 타입을 IP 카메라와 같이 영상을 획득하여 네트워크로 전송하는 NVT(Network Video Transmitter), 네트워크에서 수신된 영상정보를 재생하는 NVD(Network Video Display), 네트워크에서 수신된 영상정보를 저장, 관리하는 NVS(Network Video Storage), 그리고 네트워크에서 수신된 영상정보를 분석하는 NVA(Network Video Analytics)로 구성되어 있다[11]. IP카메라에서 정상적으로 영상정보가 전송되는지를 파악하기 위해 크게 3가지 방법이 검토되었다. 먼저 주기적으로 카메라와 NVR 사이에 탐색정보(WS-Discovery Probe message)를 교환하여 응답이 있는가를 확인할 수 있다. 그러나 이 방식은 영상에 대한 정보를 교환하는 것이 아니므로 부정확한 결과가 도출될 수 있다. 다음으로 현재 영상을 이전 영상과 비교하여 변화가 발생하지 않으면 영상의 끊김으로 판단할 수 있다. 그러나 각 영상 프레임의 픽셀들을 비교하는 것은 NVR의 부하를 증대시켜 성능을 저하시키는 문제점을 갖고 있다. 마지막으로 영상을 저장매체에 저장할 때 영상정보가 버퍼에 들어오는 것을 감지하는 방식이 있다.

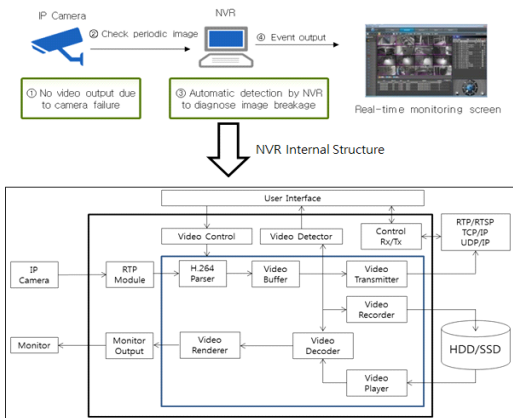


Fig. 3. Camera image detection procedure

본 논문에서는 Fig. 3과 같은 방식으로 카메라의 상태를 감지하도록 설계하였다. CCTV 카메라의 영상이 NVR에 송출되지 않는 경우엔 CCTV 카메라 펌웨어와 스위칭 허브의 오류가 대부분을 차지하기 때문에 CCTV 카메라와 스위칭 허브의 전원을 초기화하여 복구되도록 하였다.

4.2 투광등 조명 점검

야간에 카메라 화면을 확인하기 위해 카메라용 투광 조명등은 관리 서버의 명령에 따라 전원을 제어한다. 관리 서버는 주기적으로 투광 조명등에 제어 명령을 전송하지만, 투광 조명등이 정상적으로 작동하는지 확인이 어렵다. 또한 카메라 한 대당 4개의 투광 조명등이 설치되는데 장시간 사용할 때 개별적으로 고장이 발생한다. 이 경우 관리 서버에서 투광 조명등의 작동 명령을 했지만, 정상적인 경우보다 밝기가 감소하여 고장이 난 경우를 확인하기 어려운 문제점을 갖고 있다. 본 논문에서는 관리 서버에서 투광 조명등에 전원을 공급했는지를 감지하기 위해 Fig. 4와 같이 투광 조명등 전원 라인에 병렬로 AC-DC 컨버터(Converter)를 설치하였다. 투광 조명등에 전원이 공급되면 컨버터를 통해 DC 전압값으로 변환하고 분배기를 통해 DC 5V를 출력하게 된다. 이 전압을 회로의 MCU에 신호 감지하여 투광 조명등 제어 명령을 확인하도록 하였다. 그리고 투광 조명등이 정상적으로 점등되는지 확인하기 위해 투광 조명등 전류를 측정하여 기준값인 투광 조명등의 전류보다 낮은 전류가 흐를 경우, 고장으로 인식하도록 하여 전류량으로 일부 또는 전체 동작 여부를 확인할 수 있다.

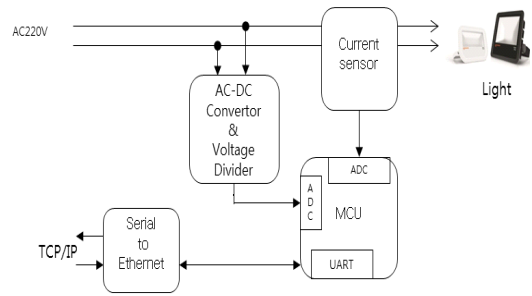


Fig. 4. Floodlight status detection

4.3 방송 장비 점검

주요시설의 허가되지 않은 입자가 감지되면 관리 서버는 미리 녹음된 안내방송을 방송 장비를 통해 방송을 출력한다. 방송 장비는 오디오가 내장된 네트워크 기반의 방송 앰프와 스피커로 구성되어 있다. 그런데 방송 앰프의 통신상태가 원활하지 못하거나 방송 앰프의 펌웨어가 멈추는 현상으로 방송이 출력되지 못하는 경우가 발생한다. 그리고 방송 앰프와 스피커 간의 배선 불량이나 스피커 불량으로 방송이 출력되지 않게 되는 경우도 있다. 본 논문에서는 Fig. 5와 같이 방송 앰프에 센서를 부착하여 출력을 감지하도록 하였다. 센서 출력은 MCU의 데이터로 입력되고 방송이 끝날 때까지 값을 누적 평균값으로 처리하도록 하였다. 방송이 종료되면 기준치에 도달하게 되면 방송 여부 성공으로 판단하도록 하였다. 그리고 스피커에서도 실제로 음성이 출력되는 것을 감지하기 위해서 별도의 콘텐서 마이크와 OP-AMP로 구성된 소리감지 센서를 적용하였다. 이 두 측정값을 비교하여 방송 장비의 작동 여부를 다음과 같이 판단하도록 하였다. 먼저 둘 다 감지되지 않은 경우, 대기 상태로 인식하도록 하였다. 그리고 앰프에서만 신호가 감지되면 스피커 및 배선 불량으로 판단하고 반대로 스피커에서만 감지될 경우, 주변 잡음이 감지된 것으로 판단하였다. 마지막으로 앰프, 스피커 동시에 감지된 경우에는 정상으로 판단하였다. 무인변전소에 설치된 방송 장비는 실내와 실외에 다수가 설치되어 있다. 이들을 통한 방송은 전체방송 또는 별도의 목적에 따라 그룹방송으로 구분된다.

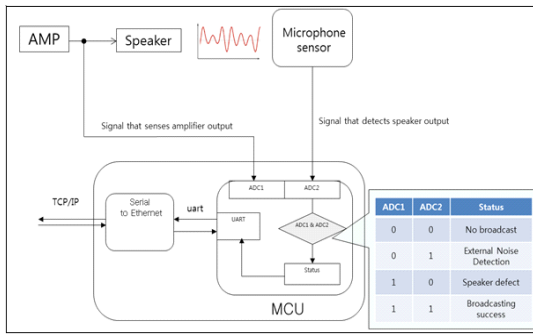


Fig. 5. Broadcasting equipment status detection procedure

이와 같은 단체방송 중 하나 이상의 방송 장비에서만 방송이 감지되고 나머지 장비들이 감지하지 못하면 NVR에서 해당 방송 장비를 대기 상태로 인식하지 않고 장비 불량으로 인식하도록 하였다.

4.4 통합형 NVR 소프트웨어

네트워크상에 접속된 IP카메라의 영상을 저장하는 NVR은 상시 전원이 공급되어 작동하고 있다. 이 NVR에 자동점검 기능을 추가하여 별도의 서버를 장착하지 않고 자동점검 시스템을 구축하도록 하였다. Video Buffer에 입력된 영상을 Video Detector에서 감지하여 카메라의 상태를 판단하고 User Interface를 통해 자동점검 시스템의 사용자 설정과 이벤트 정보를 나타내도록 하였다. 그리고 MCU 보드와의 통신을 위해 추가적인 통신 포트를 확장하였다. 이를 통해 투광 조명등, 방송 장비 등의 상태정보를 수신하고 제어 명령을 전송하도록 하였다. 영상이 감지되지 않는 CCTV 카메라의 점검을 위한 NVR과 제어 보드와의 통신은 아래 그림과 같은 구조로 이루어진다. NVR은 네트워크상에 접속된 제어 보드에 접속을 시도하고 접속 명령을 수신한 제어보드는 카메라와 네트워크 장비의 전원 상태 정보를 NVR에 전달하는 것으로 접속이 이루어진다. NVR은 제어 보드에 전원 초기화 명령을 전송하고 제어보드는 카메라와 네트워크 장비의 전원을 초기화하며 NVR에 동작 상태를 보고한다. 전원 초기화 이후로도 카메라 영상이 정상적으로 입력되지 않으면 고장으로 인식하고 SMS 서버에 접속하여 담당자의 전화번호로 해당 고장 내역을 전송한다.

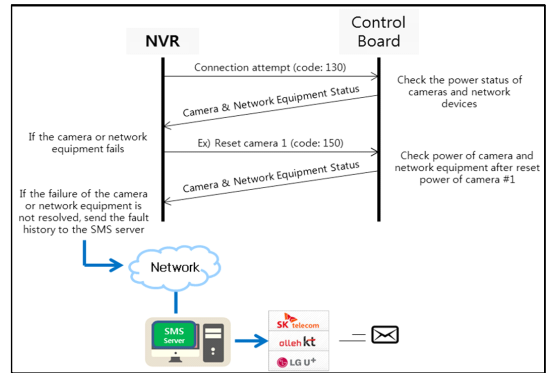


Fig. 6. Procedures for communication between NVR and control board

V. 결론

본 논문에서는 무인감시설비의 구성요소인 CCTV 카메라, 방송장비 그리고 조명등의 작동 상태를 자동으로 상시로 점검하도록 설계하고 구현하였다. 무인감시설비의 오작동이 감지되면 일차적으로 해당 설비의 전원을 자동으로 리셋하여 복구되도록 하였다. 그리고 복구 시도에도 해당 감시설비가 작동하지 않으면 시설물 담당자에게 메시지를 전송하도록 SMS 서버에 메시지를 요청하도록 설계하였다. 제안된 무인감시설비의 설계가 주요 무인감시설비에 대한 비용 절감과 실시간 오작동 복구에 유용할 것으로 기대한다.

REFERENCES

- [1] H. S. Han, "A Study on 154KV Substation Restoration Process - in case of 154KV Substation Power Failure and Trouble with Transformer 51SN," M.S. thesis, Dept. of Electrical Eng., Graduate School of Korea University, Seoul, 2017.
- [2] T. H. Chung, "A Study on the Electronic Security System Model for Special Security Needed Facilities," Journal of Korean Association Of Public Safety And Criminal Justice, no. 24, pp. 47~80, 2006.
- [3] J. H. Lee, "A Study on the Construction of Embedded Monitoring System for Security CCTV," Master Thesis, Kongju National University, Gongju, 2017.
- [4] Y. D. Hwang, "A Study on the Implementation and Security Framework for the IP-based Video Surveillance

System,” Ph.D. Dissertation, Soonchunhyang University, Asan, 2017.

- [5] S. H. Lee, S.G. Jung and W. S. Gu, “Self-Diagnosis System for Substation Video Surveillance System,” KEPCO, Asan: Chungnam, Final Report of Field Technology Development Project, pp. 4-7, 2017.
- [6] Y. C. Eom “A Design of Network Security Monitoring System in NVR Environment,” M.S. thesis, Department of Information Security, Graduate School of Information Sciences, Soongsil University, 2017.
- [7] G. H. Lee, J.-S. Song, D.-H. Kim, “Storage Reliability Scheme for Network Video Recorder System,” Journal of Institute of Electronics Engineers of Korea, vol. 47, no. 2, pp. 220-229, 2010.
- [8] T. H. Chung “A Study on the Electronic Security System Model for Special Security Needed Facilities,” Journal of Korean Association Of Public Safety And Criminal Justice, no. 24, pp. 47-80, 2006.
- [9] T. H. Chung, “A Study on the Network Based DVR(NVR)-GUI Design,” Journal of Integrated Design Research, vol. 11, no. 3, pp. 49-62, 2012.
- [10] W. J. Kim, H. K. Kim, K. H. Lee, H. Y. Youm, “Risk Analysis and Monitoring Model of Urban SCADA Network Infrastructure,” Journal of Korea Institute of Information Security and Cryptology, vol. 21, pp. 67-81, 2011.
- [11] ONVIF. ONVIF Application Programmers Guide. Available: <https://www.onvif.org/profiles/whitepapers/>

저자 소개

채민욱 (Min-Uk Chae)



2018년 8월 : 서울사이버대학교
컴퓨터공학과(학사)
2021년 2월 현재 : 한밭대학교
정보통신공학과(석사과정)
2014년 3월~현재 : (주)오티에스
연구원
관심 분야 : 영상처리, 컴퓨터비전

이충호 (Choong Ho Lee)



1985년 2월 : 연세대학교
전자공학과(공학사)
1987년 2월 : 연세대학교
전자공학과(공학석사)
1998년 3월 : 도호쿠대학교(일본)
정보과학연구과(공학박사)
1987년 2월 ~ 2000년 2월 : KT
전임연구원
2000년 2월~현재 : 한밭대학교 정보통신공학과 교수
관심 분야 : 영상처리, 컴퓨터비전, 기계학습, 빅데이터,
소프트웨어교육