

# 산업용 감시카메라의 네트워크 구성 설계

이동찬<sup>0</sup>\*, 이용희\*, 조영훈\*, 이동희\*\*, 박종태\*\*, 권대근\*\*\*  
경북대학교 대학원 정보통신학과\*, 경북대학교 대학원 전자공학과\*\*, POSCO 총무실 통신팀\*\*\*  
elvis@inc.knu.ac.kr, yhlee@inc.knu.ac.kr, yhcho@inc.knu.ac.kr, dhlee@ain.knu.ac.kr, park@ee.knu.ac.kr,  
dkkwon@posco.co.kr

## A Design of Industrial Television network

Dong-Chan Lee<sup>0</sup>, Yong-Hee Lee, Young Hoon Cho, Dong-Hee Lee Jong-Tae Park  
Dae-geun Kwon

Dept. of Information & Communication, Graduate School, Kyungpook National University  
Communication Team, General affairs Section, Pohang Iron & Steel Co., Ltd.

### 요 약

현재 산업 현장에서 사용되고 있는 산업용 감시카메라는 고정채널방식에 기반한 아날로그 카메라들이 대부분이며 하나의 모니터에 중속되어 사용되는 것이 일반적이다. 이로 인해 대규모의 산업용 감시 카메라를 보유한 대규모공장의 조업에 적잖은 비능률을 초래해 왔다. 본 논문에서는 현재 산업용 감시카메라들의 운영에 관한 문제점들을 들고 이를 극복할 수 있는 대안으로 IP기반의 디지털 카메라를 이용한 산업용 감시카메라의 네트워크 구성을 제안한다.

### 1. 서 론

영상을 전송하는 장치로서의 TV 시스템은 폐회로 시스템과 개회로 시스템의 2가지로 분류될 수 있다. 일반적으로 불특정 다수에게 영상을 전달하는 목적으로 사용되는 TV방송이 개회로 시스템이라 볼 수 있고, 영상정보를 특정목적으로, 특정의 수신자에게 전달하는 감시카메라 혹은 CCTV(Closed Circuit TeleVision)가 폐회로 시스템이라 볼 수 있다.

오늘날 기업, 학교, 병원 등 수많은 곳에서 다양한 용도의 감시카메라를 설치, 운영하고 있다. 특히 공장의 조업현장에 쓰이는 산업용 감시 카메라(Industrial Television, 이하 ITV)는 긴박한 조업진행에 있어 매우 큰 비중을 차지하고 있다. 공장 내의 운전실들과 공장들 전체를 관리하는 중앙 관제실의 조업 상황 감시에 큰 도움을 주며 사람이 직접 접근할 수 없는 작업 현장에 설치하여 연속적인 감시를 할 수 있으므로 조업 현장에 없어서는 안될 구성 요소라 할 수 있다. 즉, ITV는 인간 시각의 확장이라 할 수 있으며 고정적인 감시, 여러 사람의 동시 감시, 사람의 근접이 불가능한 환경내의 감시, 원거리나 보이지 않는 영역의 감시를 가능하게 한다.

현재의 ITV는 하나의 모니터에 중속되어 사용되거나 몇 안 되는 공유만으로 운용되고 있다. 이러한 구성은 조업 환경에 크고 작은 비능률을 초래하고 있으며 이를 개선한다면 적잖은 조업 능력의 향상을 기대할 수 있을 것이다.

그래서, 본 논문에서는 이러한 ITV 구성의 단점을 보완하기 위해 IP기반의 ITV의 네트워크화를 제안하며 이를 위한 네트워크 구조를 제안한다.

IP는 통신과 응용프로그램에 관련하여 세계 어디서나 사용되는 보편적인 프로토콜이 되고 있으며, 이런 특징으로 인해 몇 년 전부터 기존의 케이블 TV방식에서 벗어난 IP기반의 가정용 텔레비전 서비스를 중단까지 지원하는 망 구조에 대한 연구, 개발이

활발히 진행되어 오고 있다. [1]

이것은 IP기반의 영상 전송 기술이 점점 일반화 되어 가고 있으며, IP가 더 이상 컴퓨터 통신의 용도로만 쓰이는 것이 아니라 생활환경 어디서나 다양한 용도로 이용될 수 있음을 보여준다. 즉 ITV를 IP에 기반 하여 네트워크화 했을 때 기존의 문제 해결 뿐 아니라 더 많은 기대효과를 예견할 수 있을 것이다.

본 논문의 2장에서는 I-TV의 정의에 대해 간단히 설명하고, 3장에서는 I-TV의 필요성에 대해 보인다. 4장에서는 현재의 I-TV 구성 현황을 보이고, 5장에서는 현재 I-TV 구성의 문제점과 진화 발전시 고려해야 할 주요 사항에 대해 보인다. 또한, 6장에서는 I-TV의 네트워크화의 필요성에 대해 논하고, 7장에서는 몇 가지 예상 할 수 있는 진화 시나리오들에 대해 논한다. 다음으로, 8장에서는 7장에서 논한 시나리오들을 비교 분석하고, 마지막으로 9장은 결론과 IP기반의 네트워크 구성에 따른 기대효과, 그리고 향후의 연구과제에 대해 논한다.

### 2. What is an I-TV

영상을 전송하는 장치로서의 TV 시스템은 폐회로 시스템과 개회로 시스템의 2가지로 분류될 수 있다. 일반적으로 불특정 다수에게 영상을 전달하는 목적으로 사용되는 TV방송이 개회로 시스템이라 볼 수 있고, 영상정보를 특정목적으로, 특정의 수신자에게 전달하는 감시카메라 혹은 CCTV(Closed Circuit TeleVision)가 폐회로 시스템이라 볼 수 있다. 이러한 CCTV 중 산업 현장에서 주로 사용되는 특별한 용도의 카메라를 I-TV(Industrial Television)이라고 칭한다.

### 3. Requirement of I-TV

오늘날 기업, 학교, 병원 등 수많은 곳에서 다양한 용도의 감시

카메라를 설치, 운영하고 있다. 특히 공장의 조업현장에 쓰이는 산업용 감시 카메라(Industrial Television, 이하 I-TV)는 긴박한 조업진행에 있어 매우 큰 비중을 차지하고 있다. 공장 내의 운전실들과 공장들 전체를 관리하는 중앙 관제실의 조업 상황 감시에 큰 도움을 주며 사람이 직접 접근할 수 없는 작업 현장에 설치하여 연속적인 감시를 할 수 있으므로 조업 현장에 없어서는 안 될 구성 요소라 할 수 있다. 즉, I-TV는 인간 시각의 확장이라 할 수 있으며 고정적인 감시, 여러 사람의 동시 감시, 사람의 근접이 불가능한 환경내의 감시, 원거리나 보이지 않는 영역의 감시를 가능하게 한다.

4. Current state of I-TV

현재 사용되고 있는 I-TV는 아날로그 방식의 화상 전송을 하고 있으며, 조업 현장의 카메라에서 운전실의 모니터까지의 전송을 위해 수많은 동축케이블로 연결되어 있다.

그림 1에서 보는 바와 같이 현재의 I-TV 구성은 카메라와 모니터의 1:1 아날로그 통신을 기본으로 하고 있으며, 필요에 따라 AutoSelector, 4분할기(이하 Quad), VDA(Video Distribution Amp)등의 추가장비들을 이용해 N:N의 구성을 하고 있다.

구체적으로 보면 먼저, 카메라가 조업상황을 담은 영상신호를 모니터로 전송하는 선로가 있으며 이 선로는 동축케이블, 광케이블, 혹은 무선으로 연결되어 있다. 그리고 카메라의 조작을 위해 제어신호를 전송하는 별개의 선로와 제어신호를 받아 카메라를 제어하는 LCU(Local Control Unit)가 있다. 아날로그 카메라 방식의 구조에서는 이와 같은 기본 기능 이외의 추가 기능을 제공하기 위해 기능별로 여러 가지 장비들이 이용된다. 첫 번째로, 두 개의 카메라에서 보내는 신호를 한 모니터에 나타내기 위해서 복수개의 카메라에서 전송되는 영상신호를 시간분할로 보여주는 Autoselector가 있다. 두 번째로, 카메라에서 전송되는 영상을 저장하기 위해서 DVR(Digital Video Recorder)을 이용한다. 세 번째로 여러 카메라로부터 전송되는 화면을 한 모니터에 동시에 나타내기 위해, 이용되는 Quad가 있다. 이 장비는 모니터의 화면을 4분할 해서 여러 카메라에서 전송되는 화면을 동시에 보여주는 기능을 한다. 이 장비는 여러 카메라가 비추고 있는 조업 상황을 한 눈에 볼 수 있어 작업 능률을 높여 줄 수 있으며, 운전실 내의 모니터 수를 줄일 수 있기 때문에 공간 확보가 용이하며, 경제적이다 할 수 있다. 이와는 반대로 하나의 카메라에서 보내는 영상을 복수개의 모니터에 전송하기 위해 사용되는 VDA가 있다. 이 장비는 지리적으로 떨어진 장소에서 같은 영상을 동시에 감시해야 할 필요가 있을 때 이용된다. 이 장비는 전후 공정의 상황감시가 필요할 때 주로 이용된다.

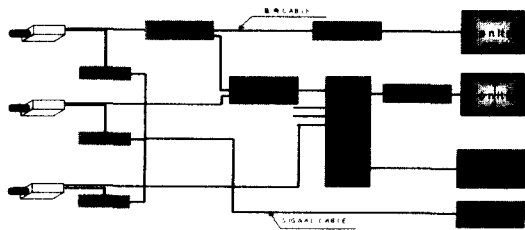


그림 1. 현재의 I-TV 구성

5. Problems and evolutionary points.

대규모의 조업환경에서 현재와 같은 방식의 구성에는 경제적, 조업 능률적 관점에서 문제점이 많다. 첫째, 아날로그 카메라 장

비의 구성에서 향후 카메라들의 기능 변화가 필요할 때 하드웨어 교체가 필요하다. 둘째, 설비 증가시 마다 카메라에서 운전실까지, 그리고 운전실들과 공장들의 모든 상황을 감시하는 중앙 관제실로의 대규모 선로공사가 지속적으로 요구된다. 셋째, 때에 따라 부분적 혹은 공장 전체의 설비들이 동시통신을 해야 할 필요가 있으나, 이런 방식에서는 그에 따른 추가장비 설치가 과다해져 사실상 설비가 불가능하다. 이것은 운전실간의 전후 공정 감시의 공유가 어려울 뿐 아니라, 공장 전체 조업환경의 비능률을 야기한다고 할 수 있다. 마지막으로 카메라가 추가되면 모니터가 추가되거나 모니터들의 카메라 공유, 또는 카메라들의 모니터 공유를 위한 장비가 추가되어야 한다.

위와 같은 문제점으로 I-TV 네트워크의 진화에 중점을 두어야 할 문제는 첫째, 향후 확장성이다. 카메라의 교체 및 기능을 추가 변화시킬 때 확장이 간단해야 한다. 둘째, 재사용성이다. 현재 도입된 장비들의 장점을 최대한 살리고, 새로 추가될 장비 또한 향후 재사용이 용이해야 한다. 셋째, 기능성이다. 새로이 변경되는 장비의 기능이 기존 구성의 기능보다 월등히 높아야 한다. 넷째, 가격대 능률 향상 비율이다. 새로운 구성으로의 변경에 드는 비용보다 그에 따른 이윤이 훨씬 높아야 한다. 이것은 장비 추가 제거에 드는 비용, 구성 변화가 실제 조업 환경의 능률 향상에 주는 이윤 모두를 포함한다.

6. Requirement of I-TV Network

현재 I-TV 구성의 단점들을 보완하기 위해서는 I-TV 네트워크의 필요성이 절실하다. 구체적인 필요성을 들자면, 첫째, 공장내의 백본을 이용하여 최초의 선로 설비만으로 모니터와 Camera간의 유동적 채널 점유로 실질적인 N:N의 관계를 유지할 수 있다. 둘째, 기존의 방식에서 필요했던 Quad, Matrix, Autoselector, DVR, VDA등이 개별적으로 수행하던 기능을 한 대의 Server가 모두 수행하므로 카메라의 추가시 카메라 설치비용 외의 추가장비 비용이 들지 않는다. 셋째, 적은 수의 모니터와 장비를 이용하므로 운전실의 공간을 줄일 수 있다. 넷째, 카메라 추가와 함께 선로 공사를 할 때 카메라에서 네트워크의 접속점까지만 선로를 설비하면 되므로 선로 공사가 간편하며, 비용이 적게 든다. 마지막으로 운전실간, 혹은 공장들 간의 직접적인 상호 작업 감시가 이루어져 조업의 능률을 높이고, 위급상황 발생시 신속하게 대처할 수 있다.

7. Evolution Scenarios

이번 장에서는 ITV 네트워크화를 위한 5개의 진화 시나리오를 들고 차이점을 분석해 보았다.

- A. 카메라와 모니터의 비율을 1:1 기본으로 하는 방식. 기존의 아날로그 카메라 그대로 이용하여 매트릭스, 쿼드, VDA, DVR, Auto selector등을 이용하여 카메라들을 연결하는 방식이다. 이 방식은 운전실간, 공장간, 중앙 관제실과의 연결을 위해 기존의 장비들을 증설하게 된다. 즉 운전실, 타 운전실 혹은 중앙 관제실로의 화상전송을 위해서는 각 장비에 대한 추가 선로공사와 추가 장비 설치의 비경제적, 비능률적 단점이 있음.
- B. 광케이블을 이용한 고정채널 방식. 공장 내부에 링형의 광선로를 배선하고 공장간과 공장내 중앙 관제실 사이에 점대점 방식의 광선로 연결을 하여 통신하는 방식으로 모든 카메라가 각자의 고정된 채널을 보유하여 화상신호를 전달하는 방식이다. 공장 내부에 광케이블로된 기본 연결망을 통해서 카메라 증설시 운전실의 모니터까지와 중앙 관제실로의 선로 증설 작업이 필요 없다. 그러나 공장간과 중앙 관제실 사이의

점대점 방식의 연결로 인해 여유채널의 부족 현상이 생길 수 있으며 공장 내부에서도 각 카메라의 채널 독점으로 채널 재사용이 불가능한 단점이 있다. 그림 2에서 이 네트워크의 구성을 보인다.

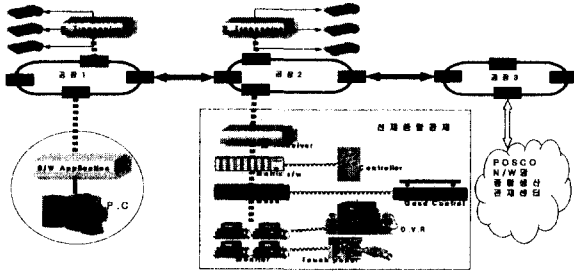


그림 2. 고정채널 방식의 I-TV 네트워크 구성

C. 새로운 I-TV 통합 시스템을 적용하는 방식.

기존의 아날로그 카메라를 그대로 이용하고 카메라들을 기존의 여러 장비들이 지원했던 시스템을 통합한 새로운 I-TV 통합 시스템에 연결하여 운영하는 방식이다. 이 방식은 여러 아날로그 카메라들의 선로를 운전실로 모아서 운영하는 단점이 있으나 IP 기반의 네트워크로 연결이 되어 외부와의 상호 연결이 용이하게 됨.

D. 어댑터를 이용해 네트워크를 구성하는 방식.

기존의 아날로그 카메라를 그대로 이용하고 각각의 카메라에 A/D Converter와 LAN card의 기능을 하는 어댑터를 이용하여 허브에 연결하는 방식이다. 허브는 공장 내부의 중앙 라우터에 연결되어 카메라들이 운전실 내부 혹은 공장 외부로의 화상 데이터 전송이 가능하게 한다. 이 방식에서는 기존의 아날로그 카메라의 교체 없이 LAN환경으로의 접속이 가능하고, 향후 IP기반의 카메라 교체시에 특별한 장비 변경이 필요 없는 확장성을 가지게 된다.

E. IP를 이용하여 디지털 카메라를 이용하여 네트워크를 구성하는 방식.

모든 카메라를 IP기반의 디지털 카메라 이용하여 네트워크로 구성하는 방식이다. 이 방식은 기존의 랜방식을 I-TV에 적용한 것으로, 채널의 재사용이 가능하며, 대부분의 작업 및 기능 추가를 소프트웨어로 구현이 가능하다. 또한 카메라 추가 시 가까운 허브까지의 선로 공사만이 필요하므로 카메라 추가 및 이설 공사가 매우 용이하며, 외부 네트워크와의 상호 연결도 기존의 랜 방식을 따르므로 매우 간단하다. 그림 3과 4에서 이 네트워크의 구성과 프로토콜 구조를 보인다.

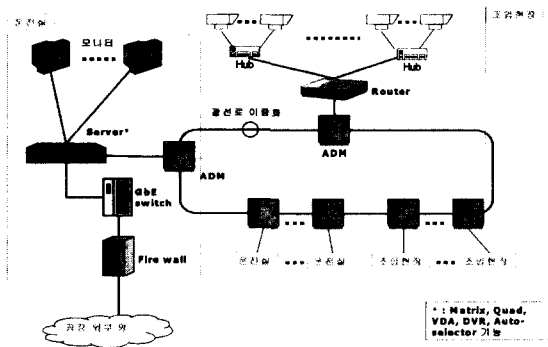


그림 3. IP에 기반한 ITV 네트워크 구성

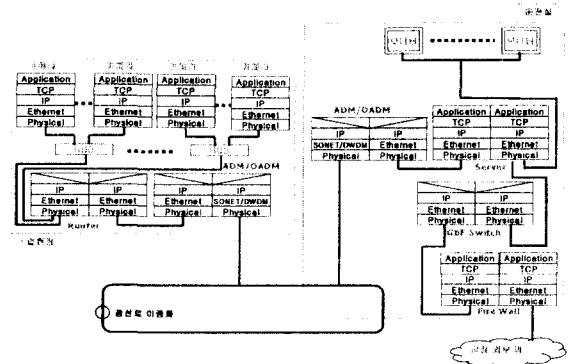


그림 4. IP에 기반한 I-TV 네트워크 구성의 프로토콜 구조

8. Scenarios analysis

6장에서 열거한 각각의 시나리오에 대해 표 1.과 같이 비교 분석해 보았다.

<표 1. ITV 네트워크화 방안에 대한 시나리오들의 비교, 분석>

|               | A     | B       | C              | D                             | E        |
|---------------|-------|---------|----------------|-------------------------------|----------|
| Technical     | 기존 기술 | 광케이블 포설 | I-TV 통합 시스템 서버 | 어댑터 (A/D Converter, LAN Card) | IP기반 카메라 |
| Channel Reuse |       | 고정      | 고정             | 유동적                           | 유동적      |
| Usability     | 하     | 중       | 중              | 중상                            | 상        |
| Scalability   | 하     | 중하      | 중              | 중상                            | 상        |
| Cost          | 저가    | 중저가     | 중              | 중                             | 고가       |
| Bandwidth     | 하     | 중하      | 중              | 중                             | 상        |
| Reusability   | 하     | 중       | 중              | 중상                            | 상        |
| Security      | 고려안함  | 고려안함    | 중요             | 중요                            | 중요       |

9. Conclusion

본 논문에서는 기존에 사용되고 있는 I-TV구성에서 기능 및 설비 이상의 문제점들을 열거하고 이를 개선하기 위해 I-TV 네트워크화의 필요성을 제안하였다. 그리고, 네트워크화의 구체적인 방안으로 IP기반의 디지털 카메라를 이용한 네트워크 구성을 구성도와, 프로토콜 구조를 통해 제안하였으며 그에 따른 장단점들을 열거하였다. 여기서 IP기반의 I-TV 네트워크를 구성함으로써 나타날 수 있는 몇 가지 기대효과를 생각할 수 있다. I-TV의 영상은 공장 외부의 망, 혹은, 공중망을 통해 볼 수 있으므로 임원 회의장이나 다른 지역의 사무실에서도 즉시 조업 상황을 볼 수 있으며, 나아가 현장과 사무실간의 화상회의도 가능하다. 또한 이러한 기능의 구현을 위해, 컴퓨터의 네트워크 접속이나 패킷 전송방식의 음성,영상 통신장비의 접속 시 카메라에 이용되던 선로를 재 이용할 수 있으며, 선로가 없더라도 허브가 가까이 있으므로 언제든지 이용하다. 향후 공장이라는 특정 상황에서 공장 사무실간의 완벽한 화상 통신을 위한 전체 네트워크 구조와 완벽한 보안을 유지할 수 있는 네트워크 구조에 대한 연구가 진행될 필요가 있다.

10. 참고문헌

[1] Kevin Hastings and Nick Nechita, Aliant, Canada, 'Challenges and Opportunities of Delivering IP-Based Residential Television Services', IEEE Communications Magazine, pp86-92, November 2000.