JDCS
디지털콘텐츠학회논문지
Journal of Digital Contents Society
Vol. 18, No. 6, pp. 1009-1015, Oct. 2017

# 스마트폰 환경에서의 멀티스크린 기반의 실시간 비디오 감시 시스템 개발

**김 대 진**
동국대학교 영상문화콘텐츠연구원

# Implementation of Real-time Video Surveillance System based on Multi-Screen in Mobile-phone Environment

**Dae-Jin Kim**
Research Institute for Image & Cultural Contents, Dongguk University, Seoul 04626, Korea

**[요 약]**

최근 범죄, 테러, 교통, 보안등의 이유로 카메라의 설치가 더욱 많아짐에 따라 비디오 감시가 점점 일반화 되어가고 있다. 설치된 카메라로부터 입력된 비디오는 중앙관제센터에서 멀티스크린으로 모니터링 되고 있고, 처한 상황이나 위험 등으로부터 빠르게 대응하기 위해 실시간으로 여러 화면을 동시에 감시는 것이 필수 요소가 되고 있다. 그러나 멀티스크린 화면으로 스마트폰과 같은 모바일 환경에서 모니터링할 때, 하드웨어 스펙이나, 네트워크 대역폭의 문제로 적용되지 못하고 있다. 따라서 본 논문에서는 스마트폰 환경에서 실시간으로 멀티스크린화면을 감시할 수 있는 시스템을 제안한다. 사용자가 원하는 멀티스크린 화면을 트랜스코딩을 통해 재구성하였고, 스마트폰 환경에서 끊김 없이 복수의 카메라를 모니터링하여, 이동하면서도 감시할 수 있는 장점을 가질 수 있다.

**[Abstract]**

Recently, video surveillance is becoming more and more common as many camera are installed due to crime, terrorism, traffic and security. And systems that control cameras are becoming increasingly general. Video input from the installed camera is monitored by the multiscreen at the central control center, it is essential to simultaneously monitor multiscreen in real-time to quickly respond to situations or dangers. However, monitoring of multiscreen in a mobile environment such as a smart phone is not applied to hardware specifications or network bandwidth problems. For resolving these problems, in this paper, we propose a system that can monitor multiscreen in real-time in mobile-phone environment. We reconstruct the desired multiscreen through transcoding, it is possible to monitor continuously video streaming of multiple cameras, and to have the advantage of being mobile in mobile-phone environment.

색인어 : 모바일폰, 멀티스크린, 실시간, 영상감시, 트랜스코딩

**Key word :** Mobile-phone, Multiscreen, Real-time, Surveillance, Transcoding

**http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2017.18.6.1009**

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-CommercialLicense(http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

**Received** 08 August 2017; **Revised** 13 October 2017
**Accepted** 25 October 2017

***Corresponding Author;** Dae-Jin Kim

**Tel:** +82-10-2376-5325
**E-mail:** sampoo00@dongguk.edu

## Ⅰ. 서 론

최근 감시, 보안, 상황 분석 및 제어, 교통관제, 주차 단속 등 다양한 분야에서 카메라가 설치되어 운영되고 있다[1]. 현상에 대한 판단을 하고, 사건등을 예방하는 차원에서 카메라 설치가 가장 효과적인 도구로 주목받음에 따라, 중앙정부와 각 지방 자치단체는 CCTV를 매년 확대하고 있다[2]. 점점 다양한 분야에서 사용되면서, 카메라를 보고 처한 상황이나 위험 등으로부터 빠르게 대응하기 위해 실시간으로 여러 화면을 동시에 감시는 것이 필수 요소가 되고 있다. 따라서 중앙에 관제센터를 설립하여, 상황대처를 실시간으로 처리하고 있다. 그러나 관제센터에 사람이 24시간 근무를 한다고는 하나, 긴급한 상황이 발생하는 경우 원격에서 전체 상황을 모니터링 하는 경우가 발생할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 스마트폰 환경에서 실시간 멀티스크린을 감시하는 시스템을 제안한다. 본 논문의 구성은 2장에서 기존 비디오 감시 시스템에 대하여 설명 하고, 이 시스템의 한계점에 대해서 알아본다. 3장에서는 스마트폰 환경에서 트랜스코딩을 이용한 실시간 멀티스크린 감시 시스템에 대해 설계를 한다. 4장에서는 구현했을 때 구현 환경과 결과물에 대한 프로토타입(Prototype)을 보이고, 기존 시스템과의 제안하는 시스템의 성능을 비교하였으며, 마지막으로 5장에서 결론을 지었다.

## Ⅱ. 기존 시스템

### 2-1 비디오 감시 시스템의 구성[3]

그림 1에서는 기존 CCTV 감시 시스템의 구성도를 나타낸다. 시스템 개발 시 현재 현장에서 사용하고 있는 스트리밍 서버 중 FMS(Flash Media Server)를 사용하였다. FMS 개발하는데 있어, Flash Action Script를 이용하여 멀티유저, 멀티프로세싱 및 비디오 스트리밍 관련 프로그램을 개발 하였다.

시스템은 3가지 부분으로 구성된다.

(1) 카메라 입력단 : 아날로그 카메라 또는 IP카메라로부터 영상을 캡쳐하여 서버단에 전달한다.

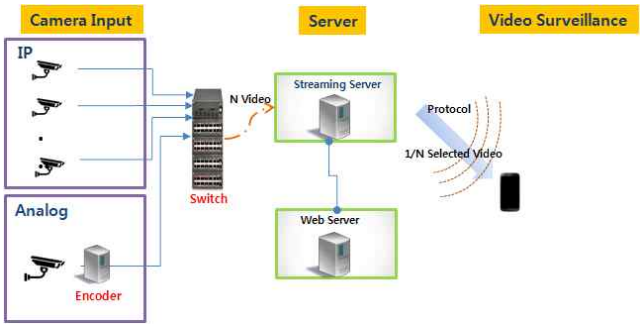


**그림 1.** CCTV 감시 시스템 구성도
**Fig. 1.** CCTV Surveillance System Architecture

(2) 서버단 : 스트리밍 서버를 통해서 비디오 데이터를 전달한다. 또한 웹서버에서는 저장된 비디오 데이터를 HTTP 프로토콜을 이용하여 비디오 감시단에 전달한다.

(3) 비디오 감시단 : 여러 대의 카메라로부터 전달 받은 비디오 데이터를 인터넷을 통해 선택적으로 전달 받고 감시한다.

### 2-2 FMS 서버

카메라로부터 입력 받아 저장한 비디오 데이터의 경우 웹서버를 통해서 비디오 감시단에 전달할 수 있고, 실시간으로 들어오는 비디오 데이터의 경우 FMS를 이용하여 서비스를 할 수 있다[4]. FMS는 RTMP(Real Time Messaging Protocol)를 이용하여 실시간으로 전달된다. RTMP는 Adobe Flash사에서 오디오, 비디오 및 데이터를 고효율적으로 전달하기 위한 프로토콜이다. 따라서 Flash 플레이어를 이용하여 FMS 서버로 전달된 비디오 데이터를 재생할 수 있다. Flash 플레이어는 Flash Action Script를 이용하여 구현하였다.

### 2-3 기존 시스템의 한계

기존의 비디오 감시시스템은 각각의 카메라로부터 입력받아서 원하는 카메라 영상 1개씩 선택하여 감시하는 시스템이다. 그렇지만, 여러 개의 카메라 영상을 동시에 감시 하는데는 문제점을 가지고 있다. 스마트폰이 대중화되고, 비디오 서비스가 보편화됨에 따라 화면의 크기가 점점 커지고, 해상도도 커지고 있어서, 여러 개의 카메라를 동시에 보아도 분별할 수 있을 정도가 되었지만, 한번에 여러 카메라 데이터를 Decoding 할 때 연산을 많이 하기 때문에 아직까지는 프로세서의 한계가 있다. 또한, 고화질의 비디오 데이터를 모두 한번에 전달하기에는 데이터량이 엄청나게 많이 증가할 수 있다. 따라서 본 논문에서 스마트폰 환경에서의 여러 개의 카메라 영상을 실시간으로 멀티스크린 감시할 수 있는 시스템을 제안한다.

## Ⅲ. 제안하는 스마트폰 환경에서의 실시간 멀티스크린 감시 시스템

### 3-1 제안하는 비디오 감시 시스템의 구성

시스템은 세부분으로 구성된다.

(1) 카메라 입력단 : 아날로그 카메라 또는 IP카메라로부터 영상을 캡쳐하여 서버단에 전달한다. 최근 IP 카메라의 경우 대부분 OnVif(Open Network Video Interface Forum)[5]를 지원하므로 RTSP(Real Time Streaming Protocol)로 카메라 영상을 받는다. 예전에 개발된 아날로그 카메라의 경우 Encoder를 이용하여 H.264 로 Encoding 하여 RTSP로 전달한다.

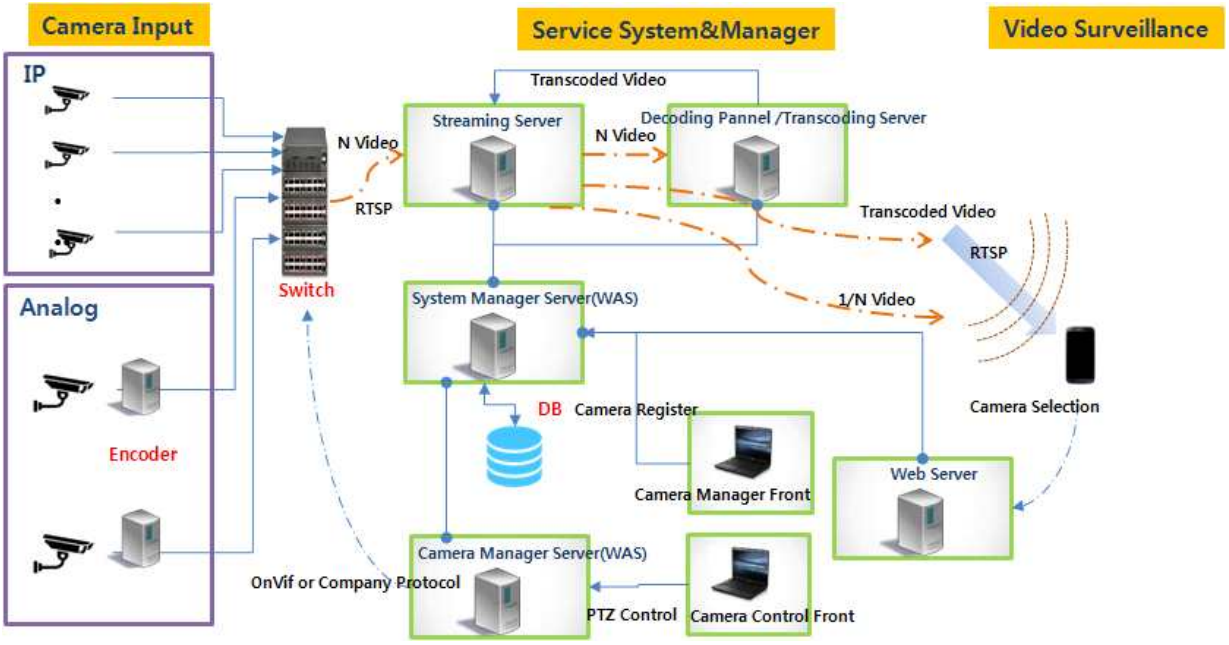


**그림 2.** 실시간 멀티스크린 비디오 감시 시스템 구성도
**Fig. 2.** Real-time Multiscreen Video Surveillance System Architecture

(2) 서비스 시스템 및 관리자단 : 카메라 입력단으로부터 들어온 영상을 RTSP 프로토콜을 이용하여 비디오 감시단에 전달한다. 이때 여러 개의 Decoding 패널을 이용하여 멀티스크린을 구성하고, 이 영상을 트랜스코딩(Transcoding)을 하여 1개의 비디오 스트리밍으로 재구성한다. 또한 관리자자들이 감시에 사용할 카메라를 등록 및 삭제 관리 할 수 있도록 시스템 관리 서버를 구성하였으며, IP카메라는 PTZ(Pen/Tilt/Zoom)조절이 가능하도록 카메라 관리자 서버를 구성하였다. 또한 웹서버를 통해서 멀티스크린 뿐만 아니라 원하는 카메라 영상을 선택적으로 가져올 수 있도록 하였다.

(3) 비디오 감시단 : 여러 대의 카메라로부터 전달 받은 비디오 데이터를 원하는 화면을 구성할 수 있도록 선택가능하며, 인터넷을 통해 멀티스크린 및 각각의 카메라 데이터를 재생할 수 있다.

그림 2에서는 제안하는 스마트폰 환경에서의 실시간 멀티스크린 감시시스템 구성도를 나타낸다.

### 3-2 제안하는 서비스 시스템 및 관리자

(1) 스트리밍 서버

스트리밍 서버의 중요한 역할은 입력 받은 데이터에 대하여 여러 네트워크 환경아래에서 안정적으로 스트리밍을 하는 것이 가장 중요하다. 이와 같은 테스트 환경을 구축하기 위해서 제안하는 시스템에서는 Wowza 스트리밍 서버를 사용하였다[6]. Wowza는 RTSP(Real Time Steaming Protocol), RTMP, HLS(HTTP Live Streaming)등 다양한 스트리밍 포맷을 지원한다. 스트리밍 서버의 입력은 특성에 따라 2가지로 구분할 수 있다. 첫째, 카메라로부터 직접 입력받은 영상 데이터로 IP 카메라와 아날로그 카메라 데이터를 Encoding 한 입력 데이터이다. 둘째, 이렇게 입력된 영상 데이터를 Decoding패널 및 트랜스코딩서버로 전달하여 멀티스크린을 1개의 스트리밍 데이터로 새롭게 구성할 수 있다. 이 입력 데이터는 결국 스마트폰 환경에서 비디오 감시단에 전달할 수 있다.

(2) Decoding 패널 및 트랜스코딩 서버

스트리밍 서버로부터 입력 받은 비디오 데이터를 패널 형식으로 재구성한다. 그림 3에서는 트랜스코딩 서버단에서 다이렉트쇼(Directshow) 필터를 이용한 3x3 패널 구성 및 트랜스코딩 전송을 위한 필터 연결 구성을 보여준다[7]. 2가지 부분으로 나눌 수 있는데, 첫째, 화면에 표출하기 위한 패널파트이다. 각각

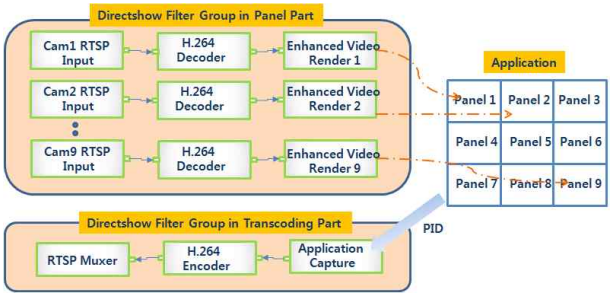


**그림 3.** 다이렉트쇼 필터를 이용한 3x3 패널 구성 및 트랜스코딩 전송
**Fig. 3.** 3x3 Panel Composition and Transcoding using Directshow Filter

의 카메라 영상을 RTSP 로 받아 Demuxing하는 입력 Filter로 전달한다. RTSP 입력은 H.264로 Encoding 되어 있기 때문에 화면에 표출하기 위해서 H.264 Decoder를 통해서 YUV형태의 Raw데이터로 디코딩을 한다. 디코딩된 Raw데이터는 EVR(Enhanced Video Render) 필터를 통해 어플리케이션 안에 있는 각 패널 번호와 맞추어서 화면에 표출된다. 둘째, 트랜스코딩파트이다. 패널안의 비디오 데이터는 하나의 어플리케이션 안에서 동시에 화면 표출 된다. 결국 한 개의 어플리케이션이기 때문에 여러 개 화면은 1개의 PID를 가지게 된다. 따라서 트랜스코딩 부분에서는 PID가 차지하고 있는 좌표를 가져와서 화면 캡쳐를 진행한다. 그리고 멀티스크린화면의 Raw 데이터를 H.264 Encoding을 하여 RTSP Muxer로 전달한다. 이렇게 구성된 멀티스크린 화면은 새로운 비디오 스트리밍 데이터가 된다. 이 데이터는 다시 스트리밍 서버로 전송되어서 비디오 감시단에서 감시할 수 있도록 한다.

(3) 시스템 관리자 서버

시스템 관리자 서버에서는 2가지 역할을 한다. 첫째, 서비스하는 각각의 서버의 서비스 가능 상태를 주기적으로 체크한다. 본 서비스에서는 1분마다 각 서버로 ping체크를 하여 서버의 어라이브(Alive) 여부를 체크하였다. 둘째, 스트리밍 서버에 연결하고자 하는 카메라 관리이다. 스트리밍 서버는 입력된 카메라의 RTSP URL 정보를 가지고 있어서 카메라의 입력을 Pull형식으로 입력받는다. 이때 사용할 카메라의 URL 및 아이디/비밀번호 정보를 가지고 스트림서버에 등록해 준다. Wowza에서는 URL을 등록해 놓고 Pull형식으로 카메라 스트림 데이터를 가져올 수 있다. 만약에 카메라가 추가되거나, URL 및 아이디/비밀번호가 변경되면, 카메라 관리자 프론트(Camera Manager Front)에서 수정할 수 있다. 카메라 추가/삭제/변경할 때 POST 형식으로 json 데이터를 전달하며, json프로토콜 형식은 아래와 같다.

A. 카메라 추가(변경)/Ack
URL : 시스템관지라IP:포트/camera_add
[카메라 추가(변경)]
{
cmd : 1 or 3 (추가시 1, 변경시 3)
sender : camera_manager_front
receiver : system_manager
camera_url : 추가할 카메라 RTSP URL
camera_port : 추가할 카메라 RTSP URL의 Port 번호
camera_user_id : 카메라 사용자 ID
camera_user_pswd : 카메라 사용자 비밀번호
}

[ACK]
{
cmd : 2 or 4(추가시 2, 변경시 4)
sender : system_manager
receiver : camera_manager_front
camera_id : 생성된 카메라 ID
status : 결과
error_reason : 에러발생시 원인
}

B. 카메라 삭제/Ack
URL : 시스템관지라IP:포트/camera_del
[카메라 삭제]
{
cmd : 5
sender : camera_manager_front
receiver : system_manager
camera_id : 삭제할 카메라 ID
}

[ACK]
{
cmd : 6
sender : system_manager
receiver : camera_manager_front
status : 결과
error_reason : 에러발생시 원인
}

(4) 카메라 관리자 서버

카메라 관리자 서버의 주 역할을 선택한 카메라에 대한 PTZ 조정을 하는 것이다. 예전에 나왔던 IP 카메라의 경우, 제조사마다 각각의 프로토콜을 만들어서 카메라의 움직임을 제어 했었다. 따라서, 통합 관제시스템을 구축할 때 모든 카메라를 관리하는 입장에서는 각 제조사별로 프로토콜을 구현하여 제어해야 하므로 개발 시간이 더욱더 오래 걸리게 되고, 제조사가 폐업을 하거나, 단종된 카메라에 대해서는 제조사의 지원이 이행되지 않아서 더 이상 카메라를 제어할 수 없는 경우도 발생하게 되었다. 따라서 각 제조사들이 모여서 IP 카메라의 프로토콜을 정의하게 되었는데, 이것이 OnVif 이다. 본 시스템에서도 OnVif 프로토콜을 이용하여 PTZ 조정을 하였다.

(5) 웹 서버

웹서버는 비디오 감시단이 접근할 수 있는 최고 앞단의 서비스이다. 여기서는 비디오 감시단, 즉 스마트폰이 보고자 하는 카메라의 입력을 선택할 수 있다. 카메라 각각 1개씩 선택이 가능하고, 멀티스크린을 선택하면 여러 개의 카메라 입력도 동시에 볼 수 있다. 만약에 시스템 관리자에 등록된 카메라의 개수가 패널의 개수보다 많은 경우에는 카메라를 선택하여, 원하는 화면의 멀티스크린을 구성할 수 있다. 이때는 POST 형식으로 json 데이터를 전달하여 카메라 선택 및 멀티스크린 구성을 제

어할 수 있다. 프로토콜을 json 형식으로 구성하였으며 아래와 같다.

A. 카메라 선택/Ack
URL : 웹서버IP:포트/select
[카메라 선택]
{
cmd : 7
sender : client
receiver : webserver
camera_id : 선택할 카메라 ID
display_number : 1
}

[ACK]
{
cmd : 8
sender : webserver
receiver : client
camera_url : 선택한 카메라 RTSP URL
status : 결과
error_reason : 에러발생시 원인
}

B. 멀티스크린 선택/Ack
URL : 웹서버IP:포트/multi_select
[멀티스트린 선택]
{
cmd : 9
sender : client
receiver : webserver
camera_list : {
id1 : 선택할 카메라 ID,
id2 : 선택할 카메라 ID,
...
id9 : 선택할 카메라 ID
}
display_number : 9
}

[ACK]
{
cmd : 10
sender : webserver
receiver : client
camera_url : 선택한 멀티스크린 RTSP URL
status : 결과
error_reason : 에러발생시 원인
}

위와 같이 구성된 프로토콜은 웹서버를 통해 시스템 관리자 서버로 전달되어, 스트리밍 서버로부터 비디오 데이터를 재생하거나, 멀티스크린을 재구성 할 수 있다..

### 3-3 비디오 감시단

스마트폰 환경에서 웹서버와 위의 통신프로토콜을 통해 카메라의 원하는 스트리밍 URL을 전달 받았다.

## Ⅳ. 실험결과

### 4-1 시스템 구현 환경

제안하는 시스템을 구성하기 위해서 6개의 IP 카메라를 사용하였으며, 9개의 영상을 구성하기 위해서 4개는 카메라ID는 다르게 하고 URL을 중복으로 사용하여 9개의 카메라 환경을 구성하였다. 카메라로부터 입력 받은 영상은 H.264로 Encoding 되어 있으며, Main Profile환경에서 비트레이트는 4Mbps, 해상도는 HD급 720p를 사용하였다. 각각의 서버의 OS는 Windows7을 사용하였으며, 스트리밍 서버로는 Wowza를 사용하였다. 카메라 정보 등록 정보는 데이터베이스에 넣어 관리하였고, 이때 MySQL을 사용하였다. WAS 프로그램은 POCO 플랫폼 환경에서 VS2015 C++로 개발하였다. 코덱부분은 오픈소스인 FFMPEG을 이용하여 다이렉트쇼 필터 기반으로 어플리케이션을 개발하였다. 비디오 감시단은 Nexus5X에서 테스트하였다. 단말단의 플레이어는 VLC를 사용하였다.

### 4-2 시스템 프로토타입

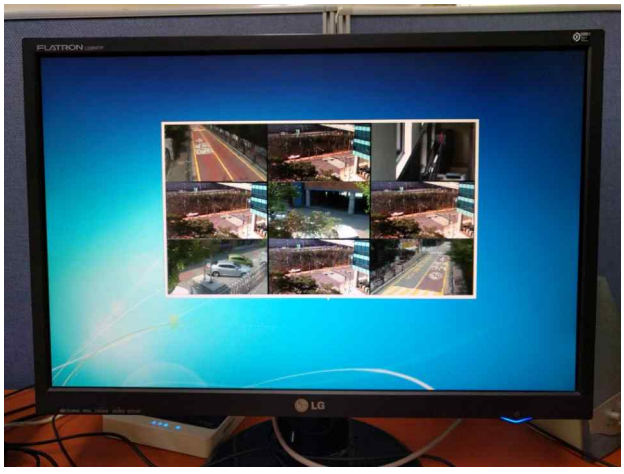

**그림 4.** Decoding 패널 및 트랜스코딩 서버에서 멀티스크린을 표출한 어플리케이션
**Fig. 4.** Multiscreen Application in Decoding Panel/Transcoding Server

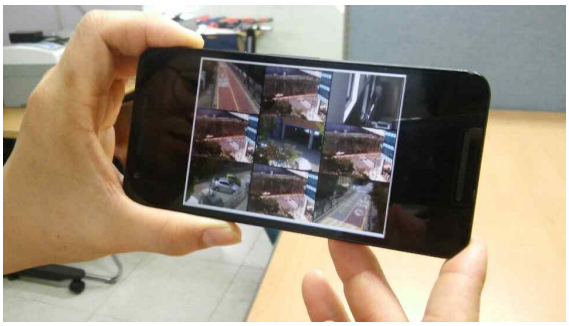

**그림 5.** 스마트폰 환경에서 실시간 멀티스크린 감시
**Fig. 5.** Real-time Multiscreen Surveillance in Mobile-Phone Environment

그림 4에서는 Decoding 패널 및 트랜스코딩 서버에서 멀티스크린을 구성하였으며, 여기에 각 카메라의 화면들은 각각 전송이 가능하다. 원하는 카메라 영상에 대해서 비디오를 스트리밍을 할 때는 패널의 표출되는 카메라의 표출 위치좌표정보를 이용한다. 트랜스코딩시 카메라와 마찬가지로 Main Profile환경에서 비트레이트는 4Mbps, 해상도는 HD급 720p를 사용하였다. 재구성된 멀티스크린 화면은 그림 5에서처럼 단말단에서 끊김 없이 재생할 수 있음을 확인하였다.

### 4-3 시스템 성능비교

기존 시스템에서는 스마트폰 환경에서 카메라 각각에 대한 단일 스트리밍을 사용하였기 때문에, 여러 개의 카메라를 동시에 보는 것이 불가능 했다. 단말기의 하드웨어 스펙이 엄청나게 좋아져서 9개 이상의 Decoding이 가능하다고 해도, 제안하는 시스템보다 9배 이상의 데이터를 소비해야 한다. 그러나, 제안하는 시스템에서는 트랜스코딩을 이용하여 복수의 카메라 영상을 동시에 감시할 수 있다. 표1에서는 기존 시스템과 제안시스템의 특징을 비교하였다.

**표 1.** 스마트폰 환경에서 감시 시스템 기술의 비교
**Table. 1.** The Comparison of Video Surveillance in Mobile-Phone Environment

| | 기존시스템 | 제안시스템 |
|---|---|---|
| 멀티스크린 | 불가능 | 가능 |
| 카메라 단일선택 | 가능 | 가능 |
| 카메라 복수선택 | 불가능 | 가능 |
| 시스템설계 | 단순 | 복잡 |

## Ⅴ. 결 론

스마트폰 환경에서 여러 대의 카메라를 동시에 감시하기에는 스마트폰 단말기 성능과 데이터량의 이슈가 존재한다. 따라서 본 논문에서는 트랜스코딩을 이용하여 이와 같은 단점을 극복하는 시스템을 제안하였다. 이를 통해 스마트폰 사용자 단에서 보다 편리하게 복수의 카메라를 감시하고 제어할 수 있다. 단, 사용자의 편리성의 위해서 서버시스템이 복잡한 결과를 가져오지만 향후 시스템을 단순화와 멀티스크린을 지원하는 시스템 연구가 필요하다.

## 참고문헌

[1] C Norris, M McCahil, D Wood, “The growth of CCTV: a global perspective on the international diffusion of video surveillance in publicly accessible space," Surveillance & Society, pp. 110-135, 2002.

[2] S. Y. Heo, T. H. Moon, “An Analysis on the CCTV Location Appropriateness and Effectiveness for the Crime Prevention,” *Journal of The Korean Association of Regional Geographers,* Vol. 21, No. 4, pp. 739-750, 2015.

[3] W. Chen, C. C. Shih, L.J. Hwang, “The Development and Applications of the Remote Real-Time video Surveillance System,” *Tamkang journal of Science and Engineearing,* Vol. 13, No. 2, pp. 215-225, 2010.

[4] Adobe. Adobe Media Server[Internet]. Available: http://www.adobe.com/kr/products/adobe-media-server-standard.html, 2017.

[5] OnVif[Internet]. Available: https://www.onvif.org, 2017.

[6] Wowza. Wowza Media Server[Internet]. Available: https://www.wowza.com/solutions/streaming-types/live-video-streaming, 2017.

[7] D. J. Kim, H. S. Choi, “Design of Filter Cut-off Technology based on Directshow,” *Journal of The Korea Contents Association,* Vol. 9, No. 12, pp. 77-85, 2009.

**김대진**(Dae-Jin Kim)

2000년 : 동국대학교 대학원 (공학석사)
2010년 : 대진대학교 대학원
(공학박사-멀티미디어 시스템 설계)

2000년～2003년: 한빛소프트
2003년～2007년: 모토로라코리아
2013년～2014년: 판도라TV
2014년～2015년: 마크애니
2016년～2017년: 토마토전자
2017년～현 재: 동국대학교 영상문화콘텐츠연구원 조교수
※관심분야 : 코덱, 멀티미디어 플랫폼, 콘텐츠 DNA, 워터마크, 딥러닝, 자동차번호인식(LPR), 주차유도 등