

HD급 트리플 스트리밍 하이브리드 보안 카메라 개발에 관한 연구

The Study on the Development of the HD(High Definition) Level Triple Streaming Hybrid Security Camera

이 재 희* · 조 태 경** · 서 창 진†
(JaeHee Lee · TaeKyung Cho · ChangJin Seo)

Abstract - In this paper for developing and implementing the HD level triple streaming hybrid security camera which output the three type of video outputs(HD-SDI, EX-SDI, Analog). We design the hardware and program the firmware supporting the main and sub functions. We use MN34229PL as image sensor, EN778, EN331 as image processor, KA909A as reset, iris, day&night function part, A3901SEJTR-T as zoom/focus control part. We request the performance test of developed security camera at the broadcasting and communication fusion testing department of TTA (Telecommunication Technology Association). We can get the three outputs (HD-SDI, EX-SDI, Analog) from the developed security camera, get the world best level at the jitter and eye pattern amplitude value and exceed the world best level at the signal/noise ratio, and minium illumination, power consumption part. The HD level triple streaming hybrid security camera in this paper will be widely used at the security camera because of the better performance and function.

Key Words : HD-SDI, EX-SDI, HD-TVI, HD-CVI, CCTV, DVR

1. 서 론

국내뿐만이 아니고 전 세계적으로 각종 범죄 예방 및 조사에 CCTV(Closed Circuit TeleVision)시스템은 없어서는 안 될 필수 장비이고, 그 중에서도 CCTV 카메라는 핵심 장비이다. 현재 보안 카메라 시장의 추세는 아날로그방식의 카메라가 가지는 해상도 한계로 인한 판별의 문제점으로 인하여 점차 고해상도의 디지털방식의 카메라로 옮겨가는 추세에 있다. 2017년 현재를 기준으로 전 세계 보안 카메라 시장의 점유율은 대략적으로 저해상도의 아날로그방식의 카메라가 30%, 고해상도의 디지털방식의 카메라가 70% 정도로 디지털방식의 카메라가 우위에 있으며 그 격차는 점점 더 커질 것으로 예상된다. 현재 디지털방식의 보안 카메라는 두 가지 방식 즉, 네트워크를 이용한 IP 방식의 카메라[1]와 전용선을 사용하는 HD-SDI(High Definition Serial Digital Interface) 방식[2]의 카메라로 양분되어 있으며 전 세계 시장 점유율은 현재 비슷한 상황이다.

인터넷통신 기반이 잘 갖춰진 나라에서는 대부분 IP 카메라의 점유율이 높고, 반대의 경우는 HD-SDI 카메라 점유율이 높다. 다만 일본처럼 인터넷통신 기반이 잘 갖춰져 있지

만 HD-SDI 카메라의 점유율이 높은 예외의 경우도 있다. 표준방식인 HD-SDI 방식은 영상의 압축 없이 고해상도의 영상을 디지털로 실시간 전송이 가능한 좋은 방식이나 영상의 전송거리가 짧다는 단점을 가지고 있다. 이에 세계 주요 보안 카메라 제조업체들은 최근 HD-SDI 방식의 영상전송 거리 문제를 해결하기 위해 비표준 방식의 HD-TVI, HD-CVI, EX-SDI 방식의 제품을 개발하여 고화질의 디지털 영상을 원거리로 전송할 수 있는 제품을 시장에 출시하여 좋은 반응을 받고 있으며 시장을 확대하고 있는 추세에 있다.

전 세계 시장에서 시장 점유율이 가장 높은 HD-TVI 방식은 미국의 Techpoint사가 제안하고 개발한 칩을 중국의 Hikvision 사가 채용하여 제품화하여 현재 고해상도 비표준 영상전송 CCTV 카메라의 시장 점유율을 50%이상 점유하고 있다. 또 다른 중국의 CCTV 제조업체인 DAHUA는 자체적으로 설계하여 독자적으로 적용중인 HD-CVI방식을 제안하고 제품화하여 전 세계 고해상도 비표준 영상 전송 CCTV 카메라의 시장점유율을 20% 정도를 점유하고 있다. 국내에서는 Eyenix이라는 영상관련 반도체 회사가 EX-SDI 방식을 제안 및 관련 반도체를 개발하여 시장에서 좋은 반응을 얻고 있다.

2. 보안카메라의 HD급 영상 전송방식

2.1 HD-SDI 방식

HD-SDI 방식은 SMPTE 292M 위원회에서 권고한 표준안으로 1.485Gbps 스트리밍으로 영상신호를 압축하지 않고 전송하는 것으로 1920x1080p(2M)의 Full HD의 고해상도 영

† Corresponding Author : Dept. of Information Security Engineering, Sangmyung University, Korea
E-mail : cjseo@smu.ac.kr

* Dept. of Information Telecommunication, Dongseoul University, Korea

** Dept. of Information Security Engineering, Sangmyung University, Korea

접수일자 : 2017년 10월 23일

최종완료 : 2017년 11월 16일

상을 전송할 수 있는 방식이고 기존의 Analog 방식의 카메라와 동일한 전송선로(동축선)를 사용하고 설치방법이나 운용방법 등도 동일해서 기존의 analog 카메라를 대체하기도 쉽고 사용과 설치가 편리한, 장점이 많은 영상 출력 방식이지만 고속의 디지털로 영상신호를 전송하다보니 영상신호의 전송거리가 아날로그 카메라에 비해 1/3 수준인 150m 이하라는 제약 조건으로 인해 시장 확대에 어려움이 있다[3]. 표 1과 그림 1은 HD-SDI/SD-SDI 전송방식의 규격과 개념도이다.

표 1 HD-SDI 전송방식의 규격

Table 1 The spec of HD-SDI format

signal format item	HD-SDI	SD-SDI
standard	SMPTE 292M	SMPTE 259M
Bit rate	1.485 Gbit/s	360 Mbit/s
1/2 clock frequency	750 MHz	180 MHz
max resolution	1080i	-
max distance	150M	500M



그림 1 HD-SDI 전송방식의 개념도
Fig. 1 The concept diagram of HD-SDI transmit method

2.2 EX-SDI 방식

HD-SDI 방식 카메라의 전송거리 제약 문제점을 극복하기 위하여 다양한 방식으로 전송거리를 늘린 비표준 방식을 채택한 제품들이 최근에 출시되어 시장에서 좋은 평가를 받고 있고 시장을 확대하고 있다.

HD-TVI[4]와 HD-CVI 방식[5]의 공통점은 전송거리를 늘리기 위해 디지털 영상신호를 아날로그 신호로 변조하여 전송하고 재생장치인 DVR(Digital Video Recorder)에서 원래 신호로 복조하는 방식을 사용하고 있다. 국내기술인 EX-SDI 방식은 HD-SDI방식의 전송거리 단점을 보완하기 위해 1.485Gbps의 HD-SDI 방식의 영상전송 속도를 SD-SDI급인 270Mbps로 낮추어 전송함으로써 영상의 전송거리를 3배 이상(550m이상) 확장하는 디지털 방식이다[6].

EX-SDI 방식은 원본영상과 압축영상과의 PSNR(Peak Signal to Noise Ratio)이 40dB 이상으로 압축에 따른 손실은 시각적으로 전혀 구분할 수 없고, 압축에 따른 영상 지연 시간은 0.2ms 이하로 짧아 무시할 수 있는 수준의 방식이고 JPEG 압축을 응용한 VLC(Visually Lossless Codec) 방식을 사용함으로써 영상품질의 저하가 없는 전송이 가능하여 시장에 출시되면 좋은 반응을 얻고 있다. EX-SDI 개념 동작도는 그림 2과 같고 그림 3은 EX-SDI 전송방식의 개념도이다.

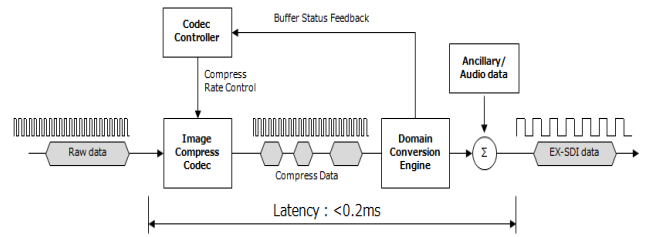


그림 2 EX-SDI 동작 블록도
Fig. 2 The block diagram of EX-SDI concept operation

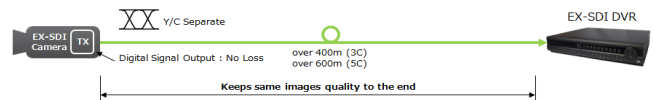


그림 3 EX-SDI 전송방식의 개념도
Fig. 3 The concept diagram of EX-SDI transmit method

표준방식인 HD-SDI 방식과 비표준방식인 EX-SDI방식을 성능을 비교한 내용은 표 2와 같다.

표 2 HD-SDI 방식과 EX-SDI 방식의 성능비교표

Table 2 The performance comparison of HD-SDI and EX-SDI method

transmit method item		HD-SDI	EX-SDI
distance	720p25/30	100~150M	300~500M
	1080p25/30	100~150M	300~500M
	1080p50/60	50~70M	250~450M
image quality		Lossless	Visually Lossless
cost		high	low
compatibility		standard	nonstandard
expandability		max 1080p60	3M~8M(4K)

2.3 아날로그(Analog) 전송방식

보통 CCTV 카메라가 설치되는 장소는 높은 곳이거나 사람 눈에 잘 띄지 않는 곳에 설치되는 경우가 많다보니 설치가 까다롭기도 하지만 설치 후에 카메라의 포커스(Focus)를 맞춘다든지, 감시하고자하는 영역을 맞추는 작업이 쉽지가 않다. 이런 작업을 용이하게 수행하기 위해 휴대용 모니터를 카메라에 연결하여 사용하게 되는데 사용하는 휴대용 모니터가 아날로그방식의 모니터가 많으므로 아날로그 영상출력을 제공함으로써 제품의 설치를 보다 간편하게 할 수 있는 큰 장점이 있다. CCTV 카메라는 선명한 감시를 위해 고해상도의 디지털 방식의 카메라를 사용하지만 저장장치는 가격이 상대적으로 저렴한 아날로그 방식의 저장장치를 사용하고자하는 요구도 많기 때문에 아날로그 영상이 출력되면 소비자 입장에서는 커다란 장점이 될 수 있다[7]. 그림 4은 아날로그 전송방식의 개념도이다.

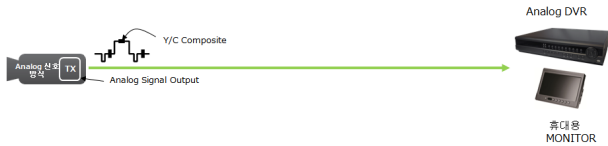


그림 4 아날로그 전송방식의 개념도
Fig. 4 The concept diagram of analog transmit method

3. 개발제품의 주요성능 및 목표치

본 연구에서는 표준방식인 HD-SDI 방식과, 디지털 고해상도 원거리 전송을 위한 비표준방식인 EX-SDI (Extended Serial Digital Interface)과 아날로그(Analog)영상신호, 이 3가지 영상신호가 동시에 출력이 가능한 HD급 트리플 스트리밍(Triple streaming) 하이브리드 보안카메라를 개발하고자 한다. 그림 5는 본 연구에서 개발하고자 하는 HD급 트리플 스트리밍(Triple streaming) 하이브리드 보안카메라의 개념도이다.

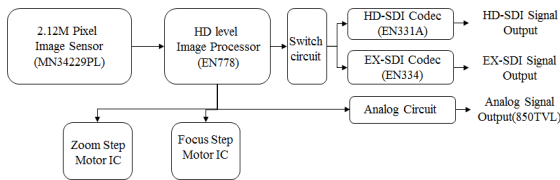


그림 5 HD급 트리플 스트리밍 하이브리드 카메라 개념도
Fig. 5 The concept diagram of HD level triple streaming hybrid security camera

3.1 개발제품의 주요성능 목표치

본 연구에서 개발하고자 하는 HD급 트리플 스트리밍 하이브리드 보안카메라의 주요성능의 세계최고 수준의 값과 개발목표치는 표 3과 같다.

3.2 개발제품 설계 및 구현

본 연구에서 개발하고자 하는 HD급 트리플 스트리밍 하이브리드 보안카메라의 영상신호처리 부분 블록도는 그림 6과 같다.

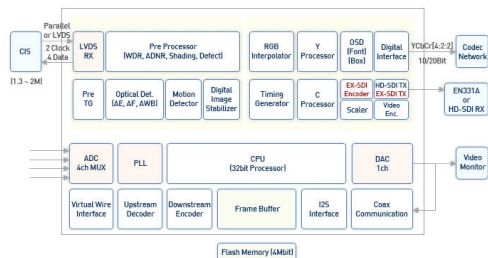


그림 6 개발제품의 영상처리부분 블록도
Fig. 6 The block diagram of image processing part

표 3 개발제품의 주요성능 목표치

Table 3 The desired performance value

Evaluation item	unit	Highest level	Development goal
video output signal	-	-	HD-SDI, EX-SDI, Analog simultaneous output
Jitter	UI	0.12 (Japan/Sony)	less than 0.14
Eye Pattern Amplitude	mA	800±5% (Japan/Sony)	800±5%
video transmit distance(5C-2V)	m	500 (China/Hikvision)	more than 550
S/N ratio	dB	52 (Japan/Sony)	52
lowest illumination	Lux	0.1 (Japan/Sony)	less than 0.1
Power consumption	mA/V	130/12V (China/Hikvision)	130/12V

3.3 개발제품의 하드웨어 설계도

본 연구에서는 HD급 트리플 스트리밍 하이브리드 보안카메라개발을 위해 이미지 센서는 파나소닉(Panasonic)사의 MN34229PL을 사용하였고 메인 이미지프로세서로 아이닉스(Eyenix)사의 EN778, EN331을 사용하였다. Reset, Auto Iris, Day&Night 기능을 수행하기 위해 페어차일드(Fairchild)사의 KA909A를 사용하였다. Zoom/Focus 제어파트를 위해 마이크로시스템(Microsystems Inc)사의 A3901SEJTR-T을 이용하여 하드웨어를 설계하였다. 하드웨어 설계도는 그림 7과 같다.

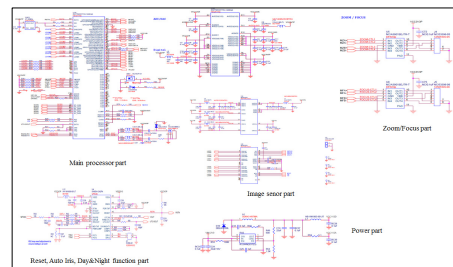


그림 7 개발제품의 하드웨어 설계도
Fig. 7 The hardware design diagram

3.4 개발제품의 PCB기판

하드웨어 설계도면을 기반으로 개발한 제품의 PCB기판의 앞면과 뒷면 모형은 그림 8과 같다.

3.5 개발 제품의 완성모형

본 연구에서 개발한 하드웨어를 돔(Dome)형태의 보안카메라로 조립한 외형은 그림 9와 같다.

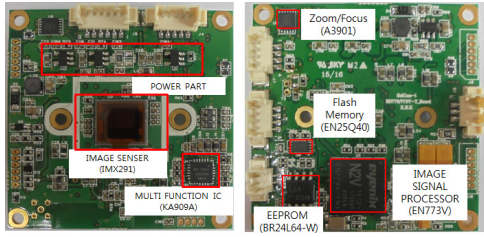


그림 8 개발제품의 PCB기판도형
Fig. 8 The PCB board of developed product



그림 9 개발제품의 돔 형태 카메라 외형
Fig. 9 The dome type camera shape

4. 개발제품 성능 평가

본 연구에서 개발한 제품의 성능평가를 공정하게 수행하기 위해 시험평가를 한국정보통신기술협회(TTA) 방송통신융합 시험인증단에 의뢰하여 성능시험을 수행하였다[7].

4.1 3개 영상신호 출력시험방법 및 결과

HD-SDI는 웨이브폼 모니터를 통해 1080/30p를 지원하는지 확인한다. EX-SDI는 해당 신호를 지원하는 DVR만 화면의 해상도를 확인할 수 있으므로, 시험대상장비와 EX-SDI를 지원하는 DVR을 연결한 후, DVR의 출력에서 시험대상장비인 카메라의 정보를 확인하여 1080/30p를 지원하는지 확인하였다. 이 때 DVR이 카메라의 해상도 정보를 정확하게 표시해 주는 것을 확인하기 위하여, 카메라 출력을 HD-SDI, 해상도를 1080/30p로 설정하여 웨이브폼 모니터에서 확인한 후 DVR에 입력하여 카메라 정보를 확인하는 방식으로 하였다. 그리고 카메라 출력을 720/30p로 변경하여 웨이브폼 모니터에 정보를 확인한 후 DVR을 통해 변경된 정보가 반영되는지 확인하였다. 최종적으로 카메라 출력을 EX-SDI, 해상도 1080/30p로 변경한 후 DVR에서 해당정보가 반영되고 화면이 정상적으로 출력되는 것을 확인하였다. 아날로그 비디오는 출력을 VM700T와 연결하여 해상도가 지원하는 것을 확인하였다.

4.2 Jitter와 Eye Pattern Amplitude 시험방법 및 결과

시험은 그림 10과 11과 같이 시험대상장비의 HD-SDI 출

력을 웨이브폼 모니터에 입력하고, 웨이브폼 모니터의 측정기능을 이용하여 Jitter와 Amplitude 값을 확인하였다. 이때, 시험대상장비의 출력은 시험대상장비에 내장되어 있는 컬러바 테스트패턴을 사용하였다[9].



그림 10 Jitter와 Eye Pattern Amplitude 시험구성도
Fig. 10 The test diagram of Jitter and Eye Pattern



그림 11 Jitter와 Eye Pattern Amplitude 시험결과 화면
Fig. 11 Jitter와 Eye Pattern Amplitude test result

4.3 영상전송거리 시험방법 및 결과

시험 대상 장비 설정에서 출력형식을 EX-SDI로 설정하고 전송케이블을 사용하여 DVR에 연결하였다. DVR 출력은 HDMI 로 모니터에서 확인하였다. 이 때 시험 대상 장비는 컬러바 테스트패턴을 출력하도록 하고 화면을 10분 동안 관찰하여 깨어짐이 없는 것을 확인하였다. 그림 12는 시험구성도이다. 영상전송거리 시험결과는 최대 520 미터 까지 왜곡 없는 영상패턴을 전송할 수 있었다.



그림 12 영상 전송거리 시험구성도
Fig. 12 The test diagram of video transmit distance

4.4 신호대 잡음비 시험방법 및 결과

시험 대상 장비의 아날로그 출력을 VM700T 장비로 측정하여 신호대 잡음비를 확인하였다. 이때 VM700T는 시험대상장비의 입력을 Black 화면으로 가정하고 Black 이외의 신호는 잡음으로 간주하므로 카메라 입력을 차단한 상태에서 출력을 확인하였다. 본 시험 대상 장비는 조도의 변경에 따

른 이득(Gain) 조정이 자동으로 되도록 설정할 수 있는 AGC(Auto Gain Control) 기능이 있는데, 본 연구의 시험에 서는 이 값을 6으로 설정하고 시험하였다[10].

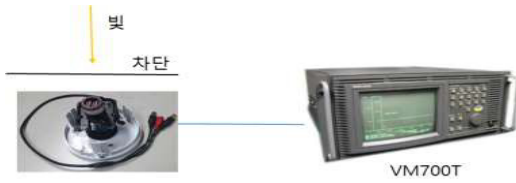


그림 13 신호대 잡음비 시험구성도
Fig. 13 The test diagram of signal and noise ratio

신호대 잡음비 시험결과는 54.5[dB] 이었다. 그림 13은 시 험구성도 그림 14는 신호대 잡음비 결과화면 이다.

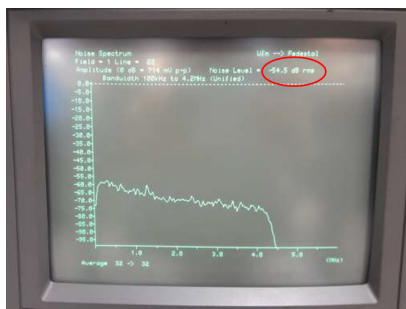


그림 14 신호대 잡음비 시험결과 화면
Fig. 14 signal and noise ratio test result picture

4.5 최저 조도 시험방법 및 결과

조도계로 측정하면서 조명을 조정하여 암실환경을 0.05 Lux로 설정하였다. 저조도 확인을 위한 Gray Pattern 차트 를 촬영하도록 조정하고, 웨브캠 모니터를 통해 가운데 위 치의 White패턴 신호값이 50 IRE(Institute of Radio Engineers)를 넘는 것을 확인하였다. 이 때 시험대상장비의 AGC 값은 10으로 설정하였다[11].

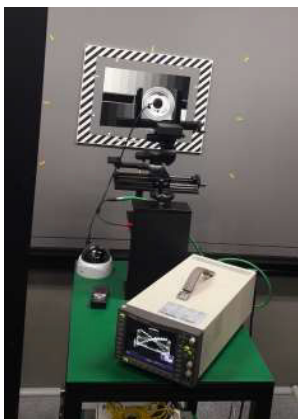


그림 15 최저조도 실험구성도
Fig. 15 The test diagram of minium illumination

최저 조도 시험결과는 대략 50 IRE를 넘는 것을 확인할 수 있다. 그림 15는 실험 구성도, 그림 16은 신호대 잡음비 결과화면 이다.

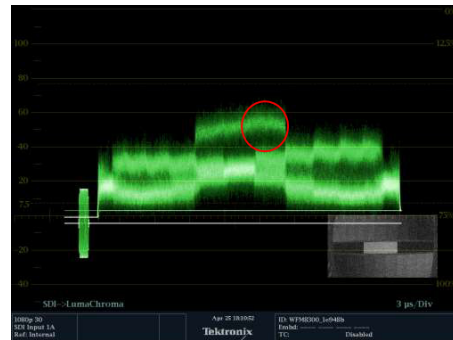


그림 16 최저 조도 시험결과 화면
Fig. 16 The minium illumination test result picture

4.6 소비전력 시험방법 및 결과

시험 대상 장비는 12V 직류전원으로 구동된다. 따라서 파 워서플라이를 통해 12VDC 전원을 공급하고 이 때 인가되는 전류를 확인하여 소비전력을 측정하였다. 그리고 소비전력 시험결과는 108 mA/12V 가 측정되었다.

5. 결 론

본 연구에서는 HD-SDI, EX-SDI, HD-Analog 영상신호 를 한 카메라에 출력이 가능하도록 하는 기능을 구현하였고 Jitter 값은 세계적인 수준인 일본 소니(Sony) 카메라 수 준의 0.12[U]를 달성하였다.

Eye Pattern Amplitude 값도 세계적인 수준인 일본 소니 카메라 수준의 800±5%[mA]를 달성하였다. 영상의 전송거리 항목 부분도 550m 길이의 동축선(5C-2V)을 사용했을 경우 는 전송거리 목표를 달성할 수 있었을 것이나, 200m 길이의 동축선을 이어서 연결하는 형태로 시험을 수행하여 연결 부 분에서의 영상 손실로 인해 개발 목표치에 조금 못 미치는 520m의 영상 전송거리의 결과를 달성하였다.

신호대 잡음비는 54.5[dB]로 세계적인 수준의 소니 카메 라 보다 2[dB]정도의 성능개선을 이루었다. 최저조도는 0.05[Lux]로 세계적인 수준의 소니 카메라 보다 0.05[Lux]만 큼의 성능개선을 이루었다. 전력소비량도 세계적인 수준의 중국의 Hikvision보다 22mA/12V의 전력소비량을 감소시키 는 성능향상을 이루었다. 본 연구를 통해 개발된 제품은 향 후 고해상도 보안카메라 시장에서 기능, 성능 면에서 우수한 요소를 겸비하였으므로 영상 보안시장에서 폭 넓게 활용될 것으로 예상된다.

References

[1] "Avigilon Launches Powerful 29 MP HD Surveillance Camera," <http://avigilon.com/press-tools/press-releases/avigilon-launches-powerful-29-mp-hd-surveillance-camera/>

[2] John Hudson, "3Gb/s SDI for Transport of 1080p50/60, 3D, UHD TV1 / 4k and Beyond," <https://www.smpte.org/sites/default/files/2013-09-10-3GSDI-Hudson-V3-Handout.pdf>

[3] "32NF-70 WG Ultra HD SDI Interfaces", https://kws.smpte.org/higherlogic/ws/public/projects/project/details?project_id=180

[4] <http://smartvisiondirect.com/topic/hdtvi/>

[5] <https://www.securitycameraking.com/what-is-hd-cvi.html>

[6] <http://www.eyenix.com/index/sub01.php?vmenu=v0201>

[7] <https://videos.cctvcamerapros.com/surveillance-systems/what-is-ahd-cctv.html>

[8] <http://www.tta.or.kr/data/androReport/ttaJnal/161-%C7%A53.pdf>

[9] Sonia Boscolo, Julien Fatome, Christophe Finot, "Impact of amplitude jitter and signal-to-noise ratio on the nonlinear spectral compression in optical fibres," <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01392950>

[10] Iulian Rosu, "Automatic Gain Control(AGC) in Receivers", http://www.qsl.net/va3iul/Files/Automatic_Gain_Control.pdf

[11] Robin, Poulin, "Digital television fundamentals: design and installation of video and audio systems," McGraw-Hill Professional, 2000.



조 태 경(Cho, Tae Kyung)

- 한양대학교 전자통신공학과 석사
- 한양대학교 전자통신공학과 박사
- 2003년 3월 ~ 현재 : 상명대학교 정보보안공학과 교수
- 관심분야 : 멀티미디어통신, E-Learning, Security
- E-Mail : tkcho@smu.ac.kr



서 창 진(Seo, Chang Jin)

- 부산대학교 멀티미디어 석사
- 부산대학교 멀티미디어 박사
- 2013년 3월 ~ 현재 : 상명대학교 정보보안공학과 교수
- 관심분야 : Object Detection, Target Tracking, Artificial Vision, Multimedia, E-Learning, Security
- E-Mail : cjseo@smu.ac.kr

저 자 소 개



이 재 희(Lee, Jae Hee)

- 광운대학교 전자통신과 석사
- 광운대학교 전자통신과 박사
- 1987~1993년 : 국방과학연구소 연구원
- 1999년 3월 ~ 현재 : 동서울대학교 정보통신과 교수
- 관심분야 : Embedded System, Ubiquitous Network, Mobile IPTV, 영상신호처리
- E-Mail : ljh7314@dsc.ac.kr