

방송장비 시험을 위한 4K UHD 그래픽 동영상 패턴발생장비 개발

곽경철, 양진영, 신수근*, 권동현
 한국정보통신기술협회, *세븐스타웍스
 kc.kwak@tta.or.kr

Development of 4K UHD Graphic Moving Pattern Generator for Testing 4K UHD broadcast Equipment

Kyungchul Kwak Jinyoung Yang, *Soogeun Shin, Donghyun Kwon
 Telecommunications Technology Association, *Seven Star Works

요 약

본 논문에서는 4K UHD 방송장비 중 디스플레이기기와 인코더의 성능 시험을 위해 개발된 패턴 발생장비를 소개하고 있다. 패턴의 제작 및 재생 방법에 따라 표출되는 패턴의 종류를 그래픽/실사, 정지/동영상으로 구분할 수 있는데 본 논문에서는 모션블러, 모션저더, AV lip sync, 텍스트 주변 인코딩 화질 열화 확인, 화이트 노이즈, 프레임 누락, HDR 확인, 지연시간 측정, 계단현상 확인, 이미지 스티킹 등 그래픽 동영상 패턴에 대해 각각의 제작 의도를 설명하고 이를 통해 디스플레이기기와 인코더의 성능을 평가하는 방법에 대한 간략한 소개와 개발된 패턴발생장비의 입출력 사양을 제시하고 있다.

1. 서론

대역폭 효율적인 영상 압축기술의 발전[1] 및 다양한 대화면 디스플레이 제작과 영상 획득 장비의 소형화가 동시에 이뤄지면서 초고화질(UHD, Ultra High-Definition) 콘텐츠가 가정에 까지 널리 보급되고 있다. UHDTV 서비스의 특징은 해상도/프레임률 증가만이 아니라 색역과 충실한 콘텐츠 재현을 추구하는 기술 구현에 있다[2].

초고화질 방송 및 콘텐츠 소비를 확산시키기 위해서는 사용되는 기기들의 품질관리가 중요하며, 품질관리의 기본이 되는 가장 중요한 장비는 사람에게 최종 콘텐츠를 제공하는 디스플레이 기기와 대용량의 영상을 효율적으로 압축하여 주어진 대역폭에 맞춰 전송하기 위해 사용되는 인코더이다. 이들의 품질 평가는 제작에서 최종 콘텐츠의 소비까지 일관된 영상품질 유지 모니터링의 기본이 되기 때문에 매우 중요하다.

이 외에도 영상과 함께 처리되는 음성 간 동기화 등 다양한 부가적인 기능들에 대한 품질확인이 필요하다.

TTA 방송융합시험인증단에서는 이와 관련하여 2014 년도부터 4K UHD 패턴 발생장비를 개발하여 왔으며 모니터 평가를 위한 그래픽 정지영상을 출력하는 패턴 발생장비를 개발하였다[3] [4] [5]. 이후 추가 연구 개발을 통해 모니터 및 인코더 등에서 활용이 가능한 그래픽 동영상 패턴을 추가 개발하였으며 금년 실사 패턴을 추가하여 패턴 발생기로의 기능을 완성하려 하고 있다.

본 논문에서는 현재까지 개발된 그래픽 동영상 패턴에 대해 개발된 목적과 이를 활용하여 수행할 수 있는 다양한 방송장비 시험에 대해 소개하고 장비의 입출력 사양에 대해

소개하고자 한다.

2. 그래픽 동영상 패턴의 개발

테스트 패턴의 종류는 패턴의 제작과 재생 방법에 따라 그래픽 정지, 그래픽 동영상, 실사 정지, 실사 동영상 패턴으로 구분된다. 본 논문에서 소개하는 그래픽 동영상 패턴 중 개발된 패턴은 다음 표 1 과 같이 정리할 수 있다. 본 절에서는 표 1 에서 정리한 패턴 중 주요 패턴에 대해 간단히 소개하고자 한다.

표 1. 개발된 그래픽 동영상 패턴 리스트

순번	패턴명	순번	패턴명
1	AV Lip sync	6	프레임 누락
2	모션블러(BLUR)	7	HDR(ST-2084)
3	모션저더(Judder)	8	지연시간 측정
4	텍스트 주위 인코딩 화질 열화	9	계단현상 확인
5	화이트 노이즈	10	이미지 스티킹

가. AV lip sync 확인 패턴

AV lip sync 확인 패턴은 비디오와 오디오가 동시에 동일함 SDI(serial digital interface) 인터페이스를 통해 시험장비에 입력되는 경우 오디오, 비디오 간 동기화를 확인하기 위한 패턴이다. 화면의 배경은 기본적인 color bar 를 통해 디스플레이 색재현 등을 확인하며 화면의 하단에 위치한 립싱크 표시자가 화면의 좌우를 지속적으로 움직인다. 이때,

표시자가 화면의 정 중앙에 위치하는 경우, 오디오가 출력된다. 이를 이용하여 표시자가 화면의 정 중앙을 지나기 전 오디오가 재생되면 오디오가 먼저 표출(EARLY)인 상태이며 표시자가 화면의 정 중앙을 지나고 나서 오디오가 재생되면 오디오가 늦게 표출(LATE)로 판별할 수 있으며 화면에 눈금자가 있어 눈금자와 표시자의 이동속도를 이용하여 립싱크 오차를 판별 및 측정할 수 있도록 제작되었다.

나. 모션블러/모션저더 확인 패턴

모션블러 확인 패턴은 화면에 재생되는 영상의 이동 속도에 따라 디스플레이의 물리적 또는 신호처리 문제로 발생하는 잔상 등을 확인하기 위한 패턴이다.

화면은 배경과 설정된 움직이는 물체로 구성되며 디스플레이에서 배경색/움직이는 물체 색상 구성에 따라 모션블러가 다르게 발생하는지 확인하기 위해 색을 RGB 조합으로 설정할 수 있도록 하고 있다. 움직이는 물체는 기본적으로 네 가지 형태의 기본 물체 외형을 가지고 있으며 이동 속도, 방향, 크기, 색상을 조절할 수 있어 다양한 조합에서 모션블러를 확인할 수 있도록 제작되었다. 그림 2 는 구현된 모션블러 패턴의 이동 물체의 설정과 배경 설정화면을 표시하고 있다.

또한, 연속된 영상의 끊김 등을 확인하기 위한 모션저더 확인 패턴은 모션블러 패턴의 일부 설정을 단순화하여 확인하도록 제작하였다.



그림 1. AV Lip sync 확인 패턴

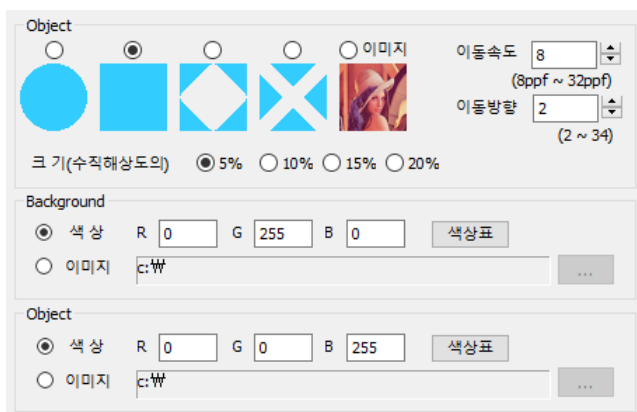


그림 2. 모션 블러 확인 패턴 설정 화면

다. 텍스트 주위 인코딩 화질 열화 확인 패턴

영상에 자막, 로고 등이 오버레이(overlay)되어 화면을 구성하는 경우 인코더가 참조영상을 찾는데 어려움을 겪을 수 있으며 이를 통해 발생한 화질 열화를 확인하기 위한 패턴이다. 이를 위해, 화면의 구성은 기본적인 텍스트, 로고, 심플한 배경이 고정적으로 배치되어 있으며 움직이는 물체위로 로고, 텍스트가 오버레이되어 표출되도록 제작하였다. 이때, 움직이는 물체의 설정은 종류는 모션블러의 것과 동일하며 배경 색상 설정 역시 RGB 조합을 통해 설정이 가능하다. 그림 3 은 개발된 패턴의 실제 출력 영상화면이다.

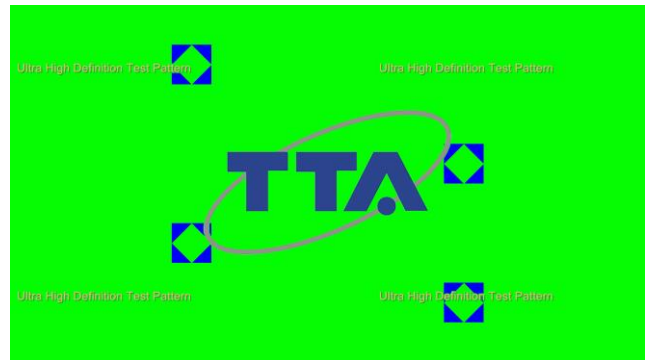


그림 3. 텍스트 주위 인코딩 화질 열화 확인 패턴

라. 화이트 노이즈/프레임 누락/이미지 스티킹 확인 패턴

인코더 스트레스 시험을 위해 전체 화면을 8x8 픽셀의 블록으로 나누고 매 프레임의 각 블록에서 휘도 값을 임의로 발생하도록 화면을 구성한다. 이 패턴을 적절하게 인코딩하기 위해서 인코더에서는 코딩 단위를 최소 단위로 설정하여야 하며 참조영상을 구하는 것에 상당히 어려움을 겪을 수 있어 인코더가 극한 상황에서 인코딩을 적절하게 수행할 수 있는지 확인하기 위해 제작되었다.

프레임 누락 확인 패턴은 인코더나 디스플레이에서 입력되는 영상을 장비의 처리속도 등의 한계로 인해 일부를 처리하지 않고 출력하는지 확인하기 위한 패턴이다. 이를 위해, 화면의 좌우를 검정색과 흰색으로 번갈아 나누고 연속된 프레임 번호를 출력하도록 제작되었다. 육안 또는 분석 장비를 통해 연속된 일련번호 중 출력되지 않은 숫자를 파악하여 출력하지 않는 화면의 유무와 수를 확인할 수 있다.

이미지 스티킹 확인 패턴은 영상의 전환 시 디스플레이에 출력되는 잔영의 정도를 확인하기 위한 패턴으로 사용자 입력을 통해 패턴의 출력 지속시간을 정하고 이 시간 이후 화면이 블랙아웃(black-out)되도록 제작되었다.

마. 계단현상 확인 패턴/지연시간 확인 패턴

인코더나 디스플레이에서 영상을 구성하는 물체의 외곽선이나 하늘의 그라데이션(Gradation)을 처리하는데 발생하는 계단현상을 확인하기 위한 패턴으로 화면 중앙에 이러한 목적으로 촬영된 HD 급 영상을 두 개 배치하고 화면의 상단과 하단에 텍스트와 로고를 배치하여 제작하였다. 그림 4 는 제작된 계단현상 확인 패턴을 도시하고 있다.

지연시간 확인 패턴은 인코더 영상신호 입력부터 디코더 영상 출력에 소요된 지연시간을 확인하기 위한 패턴이다.

이를 위해, 계단현상 확인 패턴에 매 프레임마다 연속된

프레임 번호를 입력하여 인코더 입력 영상의 프레임 번호와 디코더 출력 영상의 프레임 번호를 비교하여 소요된 지연시간을 측정할 수 있도록 제작되었다.



그림 4. 계단현상 확인 패턴

바. HDR 확인 패턴

SMPTE ST-2084[7]에서 정의된 HDR(High Dynamic Range)를 지원하기 위한 EOTF 곡선을 디스플레이에서 처리하는지 확인하는 패턴이다[6]. 개발된 패턴은 정규화된 전기적 휘도 신호 입력을 0~1 까지 변경할 때의 휘도 출력을 확인하고 이것이 ST-2084 에서 정의된 EOTF 곡선을 따르는지 확인하기 위한 부분, 역 EOTF 곡선을 이용하여 ST-2084 EOTF 를 적용한 디스플레이인 경우 선형 휘도 출력이 나오는지 확인하기 위한 부분, 그리고 사용자 입력을 통해 구분 가능한 최소 휘도 차이를 확인하기 위한 부분으로 구성되어 있다. 그림 5는 개발된 HDR 확인 패턴을 도시하고 있다.



그림 5. HDR(ST-2084) 확인 패턴

사. 타임코드, 오디오 출력 기능

패턴 발생기의 출력 콘텐츠로 영상 외의 부가 데이터로 타임코드 출력 기능과 오디오 출력 기능을 개발하였으며 출력되는 오디오 신호는 SDI-embedded 오디오 신호로 주파수를 순차 증가/감소하는 사인톤(sine tone) 신호이다. 이를 통해 시험대상장비의 기본적인 오디오 출력 기능에 대해 확인이 가능하다.

3. 개발된 패턴 발생장비 입출력 구성

현재 비압축신호로 4K UHD 콘텐츠를 전송하는

인터페이스들은 Quad-link 3G-SDI[8], 12G-SDI[9], DP(Display Port), HDMI(High Definition Multimedia Interface) 등 다양하게 존재한다. 개발된 패턴 발생장비는 방송사에서 사용되는 방송장비에 대한 시험을 위해 제작되어 있어 현재 방송사에서 널리 사용되고 있는 Quad-link 3G-SDI 를 출력 인터페이스로 제작되었다. 출력 인터페이스는 시장의 상황에 따라 인터페이스 카드 교체 및 관련 카드 펌웨어 수정 등을 통해 추가적인 대응이 가능하도록 디바이스 드라이버 상위의 어플리케이션으로 제작하였다.

지원 가능한 출력 비디오 포맷은 표 2 와 같이 정리할 수 있으며 QHD(3840x2160) 해상도와 4K(4096x2160) 해상도를 지원하도록 제작하였다.

표 2. 출력 비디오 포맷 정리

해상도	지원 프레임률	해상도	지원 프레임률
QHD (3840x2160)	24	4K (4096x2160)	24
	25		25
	29.97/30		29.97/30
	50		48/50
	59.54/60		59.94/60

그림 6은 개발된 패턴 발생장비의 초기 구동화면으로 출력 패턴 선택은 우선 출력 비디오 포맷을 설정하고 출력하고자 하는 패턴을 선택한 후 각 패턴 별로 사용자 입력 사항을 입력하여 출력하는 절차를 거치도록 구성되어 있다.



그림 6. 패턴 발생장비 초기 화면

4. 결 론

본 논문에서 소개된 패턴 발생장비는 4K UHD 디스플레이 기기 및 인코더의 다양한 기능을 시험하기 위해 개발된 그래픽 동영상 패턴을 출력하고 있으며 이를 통해 방송장비 고품질화와 객관적인 품질평가가 이뤄질 수 있을 것으로 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [B0101-16-1354, 4K UHD 방송장비 및 품질평가 기술 개발]

참 고 문 헌

- [1] ISO/IEC 23008-2:2015, Information technology – High efficiency coding and media delivery in heterogeneous environments – Part 2: High efficiency video coding, May, 2015
- [2] Elena Puigrefagut, “The Roadmap for UHDTV”, ITU-D Regional Seminar for Europe, 29-31 Jan. 2014
- [3] 광경철, 배성포, 임채현, 권동현, “4K UHD 모니터 성능 평가를 위한 테스트 패턴 설계”, 한국통신학회 2015년도 동계종합학술발표회.
- [4] Kyungchul Kwak et al., “A Video Test Pattern Generator for Evaluating 4K UHD Video Monitors”, IEEE ICCE-Berlin 2015, Sep. 2015
- [5] 광경철, 배성포, 양진영, 권동현, “4K UHD 디스플레이 HDR(High Dynamic Range) 시험을 위한 테스트 패턴 연구”, 한국통신학회 2015년도 하계종합학술발표회
- [7] SMPTE ST 2084-2014, “high Dynamic Range Electro-Optical Transfer Function of Mastering Reference Displays”, 2014
- [8] SMPTE ST 425-5, “Image Format and Ancillary Data Mapping for the Quad Link 3 Gb/s Serial Interface”, 2014
- [9] SMPTE ST 2082-10, “2160-line Source Image and Ancillary Data Mapping for 12G-SDI”, 2015