

방송·인터넷 융합 하이브리드 방식의 스마트 수화방송서비스¹⁾

최미애, 김승현, 박동영

한국정보통신기술협회

{miae, shk, dypark}@tta.or.kr

Hybrid Smart Sign Language Services in the converged environment of Broadcasting and Internet

Choi, Mi-Ae, Kim, Seung-Hyun, Park, Dong-young

Telecommunications Technology Association

요약

현행 수화방송서비스는 방송영상 화면위에 수화영상을 덧씌우는 방식으로 송출하기 때문에 수화영상의 크기가 작고 수화영상을 제거하거나 크기·위치 조정이 불가능하여 청각장애인의 TV 시청에 불편함을 초래하고 있다.

청각장애인의 방송접근권 확대와 일반시청자의 TV 시청환경 제고를 위해 스마트 수화방송서비스는 방송·인터넷 융합 하이브리드 방식으로 방송영상과 수화영상을 방송망과 인터넷망으로 각각 송출하고 TV수신기가 두 영상의 동기화를 처리하고 앱을 통해 수화영상의 크기, 위치 조정 및 제거 서비스를 제공한다.

본 논문에서는 방송·인터넷 융합 하이브리드 방식인 스마트 수화방송서비스의 표준 기술 및 동기화 방식을 소개하고 스마트 수화방송 시험환경 및 동기화 지연시간 측정 결과를 소개한다.

1. 서론

청각장애인은 수화화면 크기(통상 TV화면의 1/16)가 작아 방송 정보를 정확히 이해하기 곤란하고 일반시청자는 수화화면이 방송화면을 가려 TV시청이 불편함을 호소한다. 또한 현행 수화방송서비스는 방송영상 화면위에 수화영상을 덧씌우는 방식으로 송출하기 때문에 시청자가 TV수신기에서 수화화면을 생성·제거 또는 크기 조정이 불가능하다는 단점이 있다. 이에, 청각장애인 방송접근권 확대 및 일반시청자의 방송시청 편의 제공을 위해 수화방송서비스 개선이 요구된다.

스마트 수화방송서비스는 방송영상 위에 수화영상이 표출되어 동기화되며, 수화화면의 제거 또는 크기 조정이 가능한 서비스를 제공한다. 이러한 서비스를 제공하기 위해서 방송사업자 송출 시스템은 방송영상과 수화영상의 동기화 정보와 시그널링 정보를 포함하여 다중화하고 편성에 따라 시그널링 정보를 정확한 시간에 삽입하여 방송영상은 기존 전송망으로, 수화영상은 인터넷망으로 전송한다.

스마트 수화방송서비스 수신기는 방송영상과 수화영상을 수신하여 동시에 디코딩하고 동기화 처리 하여 수신기 제공 앱 또는 HTML5 기반 스마트 TV 플랫폼 앱을 통해 스마트 수화방송서비스를 실행한다.

이러한 방송·인터넷 융합형 하이브리드 방식의 스마트 수화방송서비스는 스마트 미디어 환경에서 수화방송서비스의 개선을 위한 기반이 된다.

2. 스마트 수화방송서비스 송수신 정합 표준^[2]

스마트 수화방송서비스는 방송영상은 지상파, 케이블, 위성, IPTV 등 각 매체의 방송표준의 방송영상 포맷 및 전송방식과 동일하게 송출하고, 수화영상은 H.264 Main Profile Level 3.0~3.2에 따라 부호화하며, MPEG-DASH^[4] 기술 및 멀티캐스트 전송방식을 따라 송출한다. 수화영상의 중형비는 1:1을 권장하며, 화면재생률 등 영상포맷의 제한은 없다.

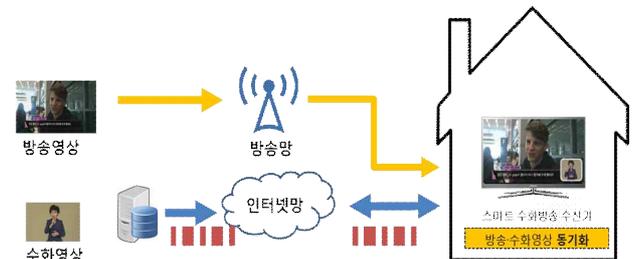


그림 1. 스마트 수화방송서비스 전송 방식

스마트 수화방송은 방송영상과 수화영상을 별도로 송출하기 때문에 TV수신기에서 두 영상간의 동기를 맞추어 서비스 하는 것이 중요한 기술이다. 표준에서는 영상간 동기화를 위해서 TEMI, PTS, SI TimeTable 동기화 방식을 제안한다.

1) 본 연구는 방송통신위원회의 "스마트 수화방송서비스 기반구축 및 시범방송 지원" 과제의 일환으로 수행한 결과임

가. TEMI 동기화 방식

TEMI(Timeline and External Media Information) 동기화 방식은 ISO/IEC 13818-1:2014 AMD 2[1]로 최근 MPEG-2 System 표준에 포함된 동기 정보 전송 방식이다. 방송영상과 수화영상의 동기화를 위한 타임라인을 별도의 PES(Packetized elementary stream) 메타데이터로 전송한다. 그림 2와 같이 PES 메타데이터 기본 스트림(Elementary Stream)을 추가하여 송출한다.

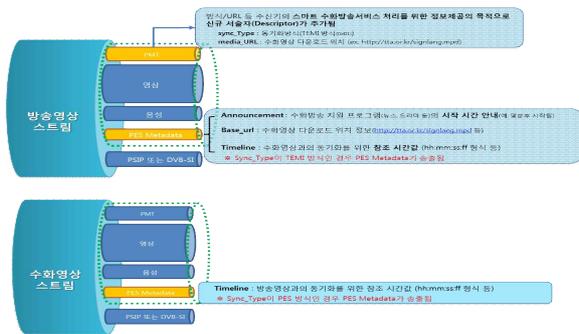


그림 2. TEMI 스트림 구성

타임정보를 가지고 있는 PES 메타데이터 엘리먼트 스트림은 그림 3과 같이 방송영상의 특정 패킷에 동일한 PTS 값으로 영상과 동기를 맞춰 별도의 PES 패킷의 형태로 인캡슐레이션하여 전송한다.

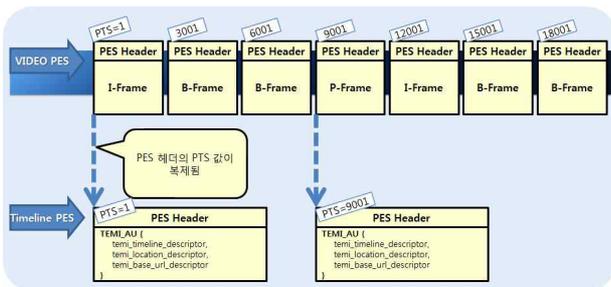


그림 3. TEMI 동기화 정보 전송

TEMI는 타임라인과 외부데이터를 나타내는 디스크립터 정보를 포함하고 있으며, 이 정보들은 ISO/IEC13818-1[2]에서 정의한 액세스 유닛(TEML_AU)의 형태로 PES 패킷을 통해 전송된다.

이 방식은 별도의 기본 스트림(ES)을 통하여 타임라인과 동기 재생 미디어 정보를 보냄으로써, 타임라인의 불연속 및 광고 삽입 등에 대한 관리가 가능하며, HbbTV 2.0 등 해외 표준에서 동기화 방식으로 채택하고 있다.

나. PTS 활용 동기화 방식

PTS(Presentation Time Stamp) 활용 동기화 방식은 모든 방송 매체에서 활용 중인 MPEG-2 PES(Packetized Elementary Stream)의 PTS 값을 활용한 방식으로, 방송 및 수화영상에 동일 PTS 값을 전송하여 처리하는 방식이다.

PTS 동기화 방식은 그림 4와 같이 영상내 PTS를 기준 시간값으로 동기화

로 동기화 처리하도록 송출한다.

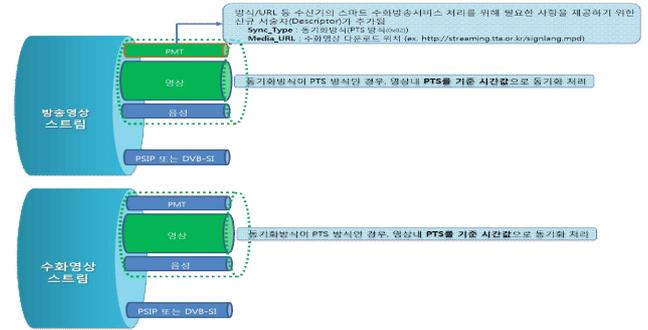


그림 4. PTS 방식 스트림 구성

PTS 동기화 방식은 방송영상과 수화영상이 동일한 PCR에 기반하고 있을 경우 PTS값을 타임라인으로 활용하여 영상을 동기화 한다. 그림 5와 같이 방송영상과 수화영상에 PTS값이 송출된다.

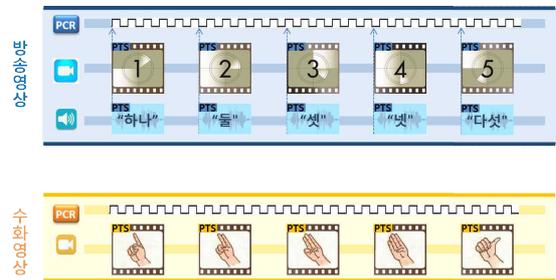


그림 5. PTS 동기화 방식

수신기에서는 동일한 PTS를 기준으로 동기화 처리 후 재생한다. 이 방식은 동기화의 정확도를 유지할 수 있는 비교적 간단한 방식이다.

다. SI Time Table 활용 동기화 방식

SI Time Table 동기화 방식은 서비스 정보 테이블 중 시스템 타임(system_time) 값을 동기화 시간값으로 이용하여 동기화 하는 방식이다. 그림 6과 같이 방송영상은 매체별로 서비스 정보 테이블(PSIP, DVB-SI등)을 송출하고 수화영상은 DVB-SI[3]의 TOT/TDT의 서비스 정보 테이블을 송출한다.

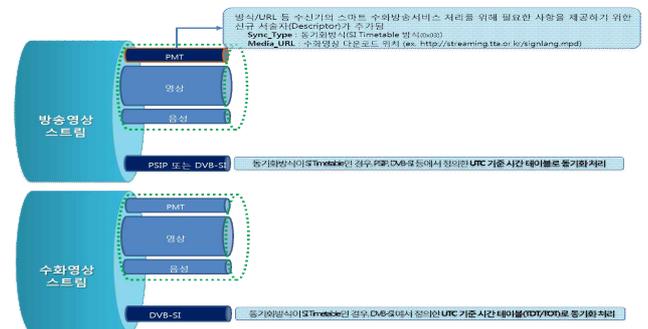


그림 6. 서비스 정보 테이블 스트림 구성

수신기에서는 방송영상의 서비스 정보 타임 테이블의 시간값과

수화영상의 TOT(Time Offset Table)/TDT(Time and Date Table)의 시간값을 비교하여 동일한 시간값을 기준으로 그림 7과 같이 동기화 하여 재생한다.



그림 7. 서비스 정보 테이블 동기화 방식

SI Time Table 동기화 방식은 동기화에 요구되는 추가 장비 구성이 거의 없이 기존 서비스 정보 타임 테이블을 활용하여 타임 정보를 획득 할 수 있지만 긴 반복 주기, 초 단위의 낮은 정밀도, 테이블 정보는 측정 불가능한 오차를 포함한다. 하지만 적절한 수신기 구현 및 방송환경과의 정합을 통해 이 방식을 활용할 수 있음이 검증되었다.

3. 스마트 수화방송서비스 시험환경 및 지연 시간 측정

방송영상과 수화영상의 하이브리드 전송을 위하여 인코더, 다중화기, 번조기로 구성된 전통적인 방송망 환경과 적응형 스트리밍 인코더, 세그멘터, 퍼블리싱 포인트로 구성된 수화영상 전송을 위한 인터넷 망 환경을 구성하여 송출환경 구간별 지연 시간과 동기화 방식별 지연 시간을 측정하였다.



그림 8. 스마트 수화방송서비스 시험환경

본 시험환경은 스마트 수화방송서비스 표준안에서 다루는 세 가지 동기화 방식인 TEMI, PTS, System Time Table 방식에 대한 방송환경을 제공하고, 이를 확인 및 분석할 수 있는 표준 수신기 및 스트림 분석기를 갖추어 스마트 수화방송서비스의 기술방식을 검증할 수 있도록 구성되었다.

베이스밴드 비디오 동기화 재생기는 방송영상과 수화영상에 동일한 타임코드를 할당하여 개별의 SDI 신호로 동시 재생한다. 방송용 인코더는 방송영상을 타임코드를 함께 인코딩하고, 수화영상용 적응형 스트리밍 인코더는 서로 다른 비트레이트를 갖는 두 개의 신호로 수화영상을 인코딩하고, 타임코드도 각 스트림의 부가영역에 삽입한다. 동기정보 삽입 조절용 비디오 다중화기에서는 방송용 인코더의 방송영

상 TS 스트림과 수화영상용 적응형 스트리밍 인코더에서 생성된 두 개의 수화영상 TS 스트림에 대하여, 동기화 방식에 따라 PTS/PCR 수정 혹은 PES 타임라인을 생성 및 추가한 TS 스트림을 생성한다. 동기정보 삽입 조절용 비디오 다중화기 이후, 방송영상 TS 스트림은 방송용 다중화기 및 번조기를 거쳐 방송망을 통하여 수신기에 전달되고, 두 개의 수화영상 TS 스트림은 적응형 스트리밍 서버에서 세그먼트화 되어 manifest 파일과 함께 인터넷 망을 통하여 수신기에 전달된다.

가. 스마트 수화방송 송출 환경 구간 별 지연시간 측정

방송망과 인터넷(브로드밴드)망을 이용한 하이브리드 방식의 동기화에 있어서, 방송영상과 수화영상 모두 실시간으로 전송이 이루어질 경우, 두 스트림의 지연시간은 중요한 이슈가 된다. 따라서, 지연시간을 유발하는 요소 파악을 위하여 스마트 수화방송서비스를 위한 송출 환경을 구성하는 각 장비의 구간별 지연 시간을 측정하였다.

그림 9는 인코더 지연시간을 측정할 시험 환경이다.

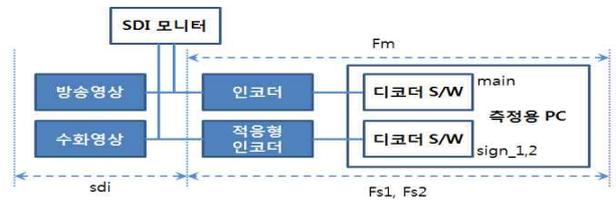


그림 9. 인코더 지연시간 측정을 위한 시험 환경

측정 결과는 방송영상인코딩 + 방송영상S/W디코딩 = 2초 01프레임, 수화영상인코딩 + 수화영상S/W디코딩 = 2초 29프레임이다. 이 결과에서 디코딩 지연 시간을 빼면 방송영상 인코딩 지연시간은 0.8초로 1초 미만이며, 수화영상 인코딩 지연시간은 1.8초이다.

그림 10은 동기화 다중화기 지연시간 측정 시험 환경이다.

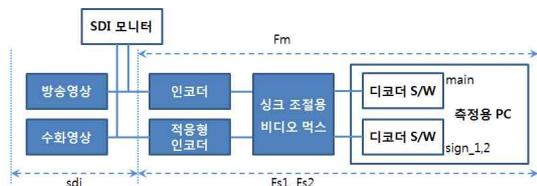


그림 10. 동기화 다중화기 지연시간 측정을 위한 시험 환경

측정 결과는 방송영상인코딩 + 동기화다중화기 + 방송영상S/W디코딩 = 2초03프레임, 수화영상인코딩 + 동기화다중화기 + 방송영상S/W디코딩 = 3초 00프레임이며, 동기화 다중화기 지연시간은 인코더 지연시간을 빼면 1~2프레임이다.

그림 11은 적응형 스트리밍 구간 및 방송 전송 구간 지연시간 측정을 위한 시험 환경이다.

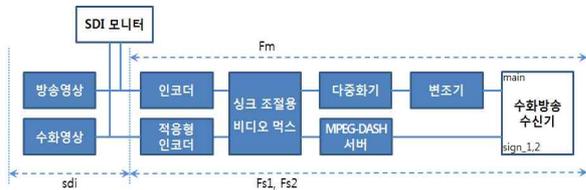


그림 11. 적응형 스트리밍 구간 및 방송 전송 구간 지연시간 측정을 위한 시험 환경

측정 결과는 방송영상인코딩 + 동기화다중화기 + 다중화기 + 변조기 + 디코딩 = 1초00프레임, 수화영상인코딩 + 동기화다중화기 + MPEG-DASH(segment 1초, 송수신) + 디코딩 = 7초23프레임, 수화영상인코딩 + 동기화다중화기 + MPEG-DASH(segment 2초, 송수신) + 디코딩 = 13초22프레임이며, 세그먼트가 1초인 MPEG-DASH의 지연시간은 6초이고 세그먼트가 2초인 MPEG-DASH의 지연시간은 12초이다.

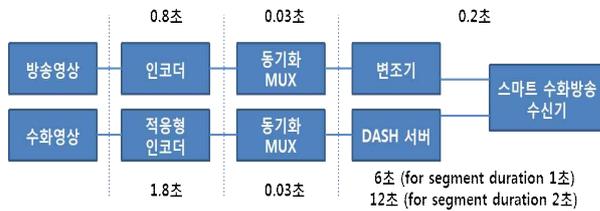


그림 12. 스마트 수화방송서비스 송출 환경의 각 구간별 지연시간

스마트 수화방송서비스 송출 환경의 구간별 지연시간을 측정한 결과 동기화 다중화기의 지연시간은 1~2 프레임으로 매우 작아 전체 시스템 지연에 영향이 없고 수화영상의 적응형 인코더의 지연시간은 일반적인 방송영상 인코더에 비해 2배 이상으로 크다.

MPEG-DASH 적응형 스트리밍 서버가 전체 지연시간에 차지하는 비중이 크다. MPEG-DASH 적응형 스트리밍의 지연시간은 세그먼트 크기에 영향을 받는다.

스마트 수화방송서비스 송출 환경의 지연 시간을 측정한 결과 MPEG-DASH 서버의 세그먼트 주기를 1초로 설정할 경우 방송영상보다 수화영상은 6.8초 지연된다. 이 결과에 따르면 수신기에서는 수화영상을 방송영상과 동기화 시키려면 대략 7초정도 버퍼링이 필요하다는 결론을 얻을 수 있다.

나. 동기화 방식별 영상간 지연 시간 측정 결과

TEMI, PTS, SI Time Table 동기화 방식별 지연 시간을 측정하기 위해서 세 가지 동기화 방식이 구현된 스마트 수화방송서비스 수신기와 앞서 검증된 송출 환경을 이용하여, 동기화 방식에 대한 성능 검증을 실시하였다. 동기화 다중화기 이후 방송영상 스트림은 8VSB 변조기를 통해 RF 신호로, 수화영상 스트림은 적응형 스트리밍 서버를 통하여 MPEG-DASH의 형태로 서비스 되었다. 프레임 정확도 측정을 위하여 송출 환경의 미디어 서버에서는 타임코드 오버레이 기능을 설정하여, 방송영상 및 수화영상은 타임코드가 영상의 중앙 상단에 표시되는 형태로 송출되었다. 수신기에서는 일반적인 수화방송서비스의 방

식대로 방송영상의 일부 영역에 수화영상이 오버레이 되는 형태로 방송영상 및 수화영상, 그리고 각각의 프레임을 나타내는 타임코드를 동시에 확인할 수 있도록 하였다. 동기화의 정확도는 스마트 수화방송서비스 수신기의 재생 화면에 대한 비디오 캡처 이후, 방송영상의 타임코드 값과 수화영상의 타임코드 값으로부터 프레임 차를 계산하여 측정하였다. 본 동기화 기능 검증 결과는 시험에 사용된 수신기의 구현에 영향을 받는다.

[표 1] 동기화 방식별 수신기에서의 영상 간 지연시간 측정(단위:초)

회차	송출환경 지연	2)TEMI 방식	PTS 방식	SI TimeTable 방식
1	-6.67	-0.13	0.13	0
2	-6.67	-0.10	0.13	3
3	-6.67	-0.13	0.13	2
4	-6.67	-0.10	0.13	1
5	-6.67	-0.13	0.13	2

방송영상과 수화영상의 타임코드 값을 각 항목에 대하여 [표1]과 같이 5회 측정하였고, 이로부터 얻은 프레임 차를 이용하여 동기화 오차를 계산하였다. 각 항목에 대한 측정 결과는 송출환경으로 인한 지연시간을 -6.7초로 하였을 때 TEMI 방식은 평균 -0.1초, PTS 방식은 0.13초 였다. SI Time Table 방식은 SI의 타임정보를 이용하기 때문에 프레임 레벨의 정확도를 얻을 수 없었고 초 단위의 지속적으로 오차가 발생하였다.

5. 결론

본 논문에서는 급속히 발전하고 있는 스마트 미디어 환경에서의 청각장애인 및 일반시청자의 방송시청 편의 제공에 기여할 수 있는 방송·인터넷 융합 하이브리드 방식의 스마트 수화방송서비스를 소개하고 방송영상과 수화영상의 송출 환경의 지연 시간과 동기화를 위한 3가지 동기화 방식 별 지연 시간을 측정 하였다. 본 논문의 측정 결과를 활용하여 하이브리드 방식의 송출 환경을 구축하고 스마트 수화방송서비스 수신기의 동기화 기능을 구현하는데 활용 할 수 있다.

[참조 문헌]

- [1] ISO/IEC 13818-1:2013/Amd 6 "Delivery of Timeline for External Data"
- [2] "스마트 수화방송서비스 송수신 정합", TTAKKO-07.0125, /R1 2015.12.
- [3] ETSI EN 300 468 : "Digital Video Broadcasting (DVB); Specification for Service Information (SI) in DVB systems"
- [4] ISO/IEC 23009-1 (2014): "Information technology –Dynamic adaptive streaming over HTTP (DASH) –Part 1: Media presentation description and segment formats"

2) TEMI의 tick format은 1kHz로 설정