

DTV 모니터링 시스템

□ 이상주* / * 한국방송 기술연구소

요 약

지난 96년 7월 국내 최초로 위성 디지털 시험방송을 시작한 KBS는 2001년 12월에 한국디지털위성방송 컨소시엄인 스카이라이프에 참여하여 서비스를 제공하고 있으며, 지상파방송에서도 1년여 기간동안의 시험방송을 끝으로 2001년 11월부터 디지털 본방송을 실시하고 있다. 이러한 디지털방송 시대를 준비하는 과정의 일환으로 KBS 기술연구소에서는 98년 디지털 위성방송의 송출 및 수신상태 및 스트림의 이상 유무를 모니터링 할 수 있는 위성방송용 모니터링 시스템을 개발하였으며, 지난 2000년에는 지상파 디지털방송을 모니터링 할 수 있는 지상파 DTV 방송용 모니터링 시스템을 개발하였다. 이 두 가지 시스템은 앞으로 본격화될 디지털방송 시대에 크게 기여할 것이다. 본 고에서는 지상파 디지털방송 모니터링 시스템의 특징과 기능에 대해서 서술하였다.

1. 서 론

아날로그 방송과는 달리 디지털방송 환경에서는 점검해야 하는 사항들이 많다. 오디오, 비디오 뿐만 아니라 인코더 버퍼 수위, 시스템 매개 변수, EPG 정보, 그리고 트랜스포트 스트림을 구성하는 각 컴포넌트들의 비트율 등이 그것이다. 따라서 방송국에서는 A/V 모니터링, EPG 모니터링, RF 신호 모니터링, 그리고 시스템 매개 변수 모니터링을 위한 장비들이 필요하게 된다. 그러나 이러한 다양한 모니터와 분석기들을 모두 따로따로 갖춘다는 것은 몇 가지 문제점을 노출한다. 우선 많은 장비를 설치하기 위해 확보해야 할 공간이 문제가 될 수 있고 두 번째는 각 장비들을 운용할 인력 문제, 그리고 마지막으로 각 장비에서 나온 결과들을 종합하여 좀 더 의미있는 자료를 만들기 쉽지가 않다. KBS 기술연구소에서는 이러한 문제점을 해결

하기 위하여 지상파 디지털방송의 송출 및 수신상태를 종합적으로 모니터링 할 수 있는 지상파 DTV 모니터링 시스템을 개발하였다. 이 장비는 위에서 언급한 여러 가지 기능들을 통합하여 한 곳에서 효율적이며 수준 있는 점검을 가능하도록 하였다.

지상파 DTV 모니터링 시스템은 지상파 안테나 또는 케이블로 입력되는 RF 신호를 입력받아 ATSC 표준에 따라 신호를 분석하는 장비로서, 지원하는 기능들을 살펴보면, 비디오 모니터, 5.1 채널 오디오 레벨 미터, ETSI ETR290 모니터, PSIP 분석기, T-STD 모델 실시간 분석기, 비트율 모니터, 트랜스포트 스트림 레코더/재생기 등이 있으며, 중요한 에러 발생시 자동으로 해당 스트림을 저장하는 기능도 추가되었다. 또한 모니터링 되는 여러 항목들을 저장하기 위해 구축된 데이터베이스는 수집된 결과 자료들을 좀더 유용하게 활용할 수 있도록 하는 것 뿐만 아니라, 추후 전국적인 범위에서 체계적으로 DTV 신호를 모니터링을 하기 위해 구축하는 네트워크 모니터링 시스템에서 핵심적인 역할을 하게 될 것이다.

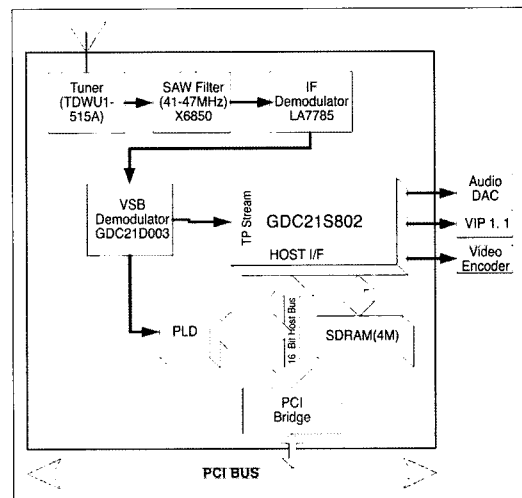
2. 하드웨어

KBS 모니터링 시스템은 PC 기반에 리시버 카드와 소프트웨어 모듈들로 이루어져 있다. 실시간으로 DTV 신호를 모니터링하기 위해서는 RF 신호를 수신하고 A/V 디코딩을 지원하는 하드웨어가 필수적이다. 이에 KBS 기술연구소는 PC 애드온 리시버 카드를 개발하였다. 이 리시버 카드는 두 부분으로 이루어져있는데, 그 중 하나는 RF tuner와 VSB demodulator로 이루어지는 프런트-엔드 부분으로 RF tuner가 DTV 신호를 받아 IF 신호 레

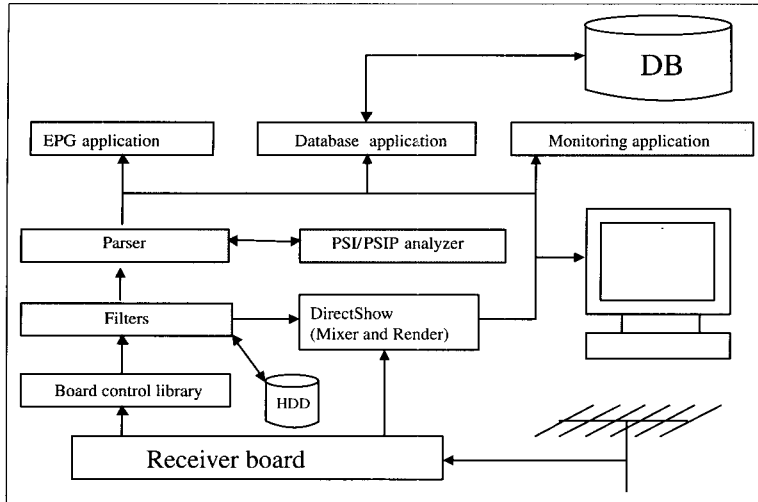
벨로 변환시킨 다음 VSB demodulator에서 베이스밴드 TS 신호로 바꾸어주는 역할을 담당한다.

나머지 하나는 MPEG2 디코더 칩셋, PCI 브릿지, NTSC/PAL 비디오 인코더와 CPLD로 이루어지는 백-엔드 부분이다. TS의 비디오 부분은 MPEG-2 디코더 칩셋에서 복호화된 다음 VIP(Video Interface Port)를 통해서 VGA 카드로 보내진 후 메인 윈도우에서 오버레이 된다. 비디오 디스플레이는 NTSC/PAL 비디오 인코더의 도움으로 일반 TV에서도 가능하다. 오디오 부분도 MPEG-2 디코더 칩셋에서 복호화된 다음 스테레오 포트나 S/PDIF를 통하여 오디오 시스템으로 연결하여 들을 수 있다.

리시버 카드는 DVB-SSI(SMPTE-310M)를 지원하여 다중화기에서 나오는 트랜스포트 스트림을 바로 모니터링 할 수 있는 여건을 제공한다. 즉, RF 채널에서 발생할 수 있는 오류들의 가능성을 완전히 배제하고 순수하게 A/V 인코더나 다중화기에서 발생한 오류만을 감시할 수 있는 장점이 있다. <그림 1>은 리시버 카드의 블록 다이어그램이다.



<그림 1> 리시버 카드의 블록 다이어그램



〈그림 2〉 소프트웨어 모듈

3. 소프트웨어 모듈

3.1 모니터링 응용 프로그램

이 프로그램은 사용자 인터페이스와 다른 소프트웨어 모듈에서 분석한 결과를 보여주는 기능을 담당하고 있다. 다른 모듈과의 인터페이스를 갖고 있으며 하드웨어 제어 라이브러리에 접근하여 하드웨어를 제어한다. 사용자 인터페이스에서는 모니터링 항목들의 큰 테두리에 따라 여러 윈도우를 제공하는데, 그 중 메인 윈도우는 중요 항목들을 요약하여 DTV 신호의 현재 상황을 한눈에 읽을 수 있도록 하였고, 나머지 윈도우들은 분류별로 좀 더 자세한 내용들을 다루고 있다.

3.2 각종 필터들

이 시스템에는 여러 가지 필터가 사용되고 있는데 튜너 필터, 비디오 오디오 패킷 필터, 캡처 필터 등이 그것이다. 이 필터들은 데이터 흐름을 제어하여 A/V 프리젠테이션 관련 칩이나 하드디스크, 혹은

은 파서로 데이터를 보내게 된다.

3.3 파서

캡처 필터는 스트림에서 PSI/PSIP 패킷을 선택하여 파서로 보낸다. PSIP 테이블들은 여기서 파싱되어서 PSI/PSIP 분석기로 보내어지게 된다.

3.4 PSI/PSIP 분석기

이 모듈은 PSI/PSIP 테이블을 분석하여 시스템 매개 변수나 EPG 관련 정보를 추출하여 낸다. 시스템 매개 변수는 주/부 채널 번호, 채널 이름, 캐리어 주파수, 프로그램 번호, 채널 TSID등을 지칭하며 주로 VCT(Virtual Channel Table)을 통해 전달된다.

3.5 EPG 응용프로그램

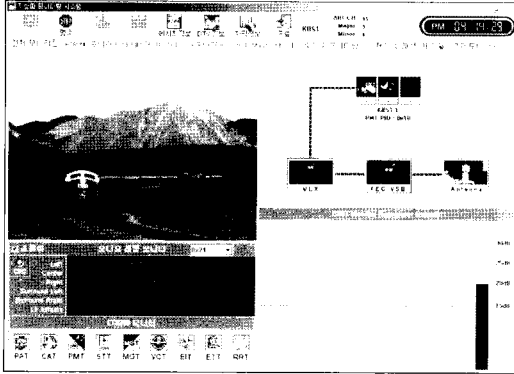
이 모듈은 PSI/PSIP 분석기에서 분석된 정보들을 디스플레이하는 역할을 담당한다.

3.6 보드 제어 라이브러리

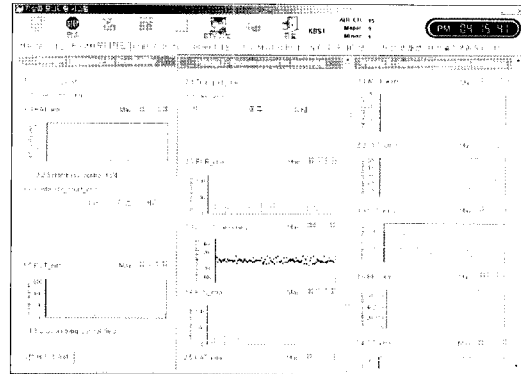
PC 애드온 리시버 카드는 이 라이브러리를 통해서 제어된다. 지원되는 기능으로는 채널 튜닝, PID 지정, RF 신호 세기 측정, DMA 채널 선정 등이 있다.

3.7 데이터베이스 응용프로그램

VSB 매개 변수, 스트림 오류, 각종 이벤트 등이 날짜나 종류별로 정렬될 수 있도록 데이터베이스를



<그림 3> 메인 화면



<그림 4> ETR290 모니터

지원한다. 이 특성은 신호 품질 결과 보고 시에 좀 더 의미 있는 자료 분석이 되도록 도와줄 것이다.

4. TS 모니터링

4.1 메인 화면

<그림 3>은 KBS 모니터링 시스템의 메인 화면을 보여준다. 메인 화면은 비디오 프리젠테이션, 오디오 음량 표시기, PSIP 오류 표시기, RF 신호 세기 표시기, 신호 흐름도 등으로 구성되어 있다. 신호 흐름도에서는 프로그램 소스와 방송국을 표시하여 구별할 수 있도록 되어 있다. 이 화면에서는 DTV 신호의 전반적인 상황을 요약하여 보여주어 중요한 오류 발생시 즉각적인 대처를 할 수 있도록 해준다.

4.2 ETR290

<그림 4>는 ETS ETR290 모니터 화면이다. 모니터링 항목들은 그 중요도에 따라 세가지 클래스로 나뉘게 되는데 가장 중요한 항목들은 화면의 왼쪽에 자리잡고 있다. 이 항목들은 A/V의 프리젠테이션에 직접적인 영향을 주는 것들이므로 각별히

주의를 기울여야 한다.

4.3 PSIP

PSIP은 시스템 정보와 프로그램 가이드를 위하여 만들어진 프로토콜이다. PSIP은 여러 가지 테이블로 구성이 되어있는데 VCT(Virtual Channel Table)는 VCT가 포함된 스트림을 구성하는 MPEG-2 프로그램을 기본으로 하여 다수의 프로그램을 정의하는 테이블이다. MGT(Master Guide Table)은 STT(System Time Table)을 제외한 나머지 PSIP 테이블들의 타입, PID(Packet Identifier), 버전 등을 관리하는 테이블이며, STT(System Time Table)은 현재 시간과 날짜를 알려주는 테이블이다. RRT(Rating Region Table)는 콘텐츠에 부여될 등급들의 목록을 제공해준다. 이상이 시스템 정보에 관한 테이블이며 프로그램 가이드를 위한 테이블로는 EIT(Event Information Table)과 ETT(Extended Text Table)이 있다. EIT는 이벤트명, 시작시간, 길이 등을 3시간 단위로 나누어 운반하는 테이블이며, ETT은 EIT에 등록된 각 이벤트에 대한 설명을 담고 있는 테이블이다.

DTV 모니터링 시스템은 이러한 PSIP 테이블을

분석할 수 있는 기능을 탑재하고 있는데 실시간에 가까운 주기로 각 테이블을 분석하여 읽기 쉬운 트리 구조로 표시해준다. 또한 16진수로 각 테이블을 표시해주어 비트 수준에서의 분석이 가능하다.

4.4 비트율 모니터링

〈그림 5〉는 스트림을 구성하는 각 컴포넌트들의 비트율을 그래픽화 하여 보여주는 비트율 모니터 윈도우이다. 비트율 정보를 그래픽화 하여 보여줌으로써 각 컴포넌트의 유무와 비중을 빠르고 쉽게 파악할 수 있다. 또한 비트율 히스토그램을 제공하여 특정 패킷의 비트율 변화를 추적할 수 있어 데이터방송이나 EPG 관련 정보를 송신할 때 유용하게 쓰일 것으로 기대된다.

4.5 A/V 매개 변수 모니터링

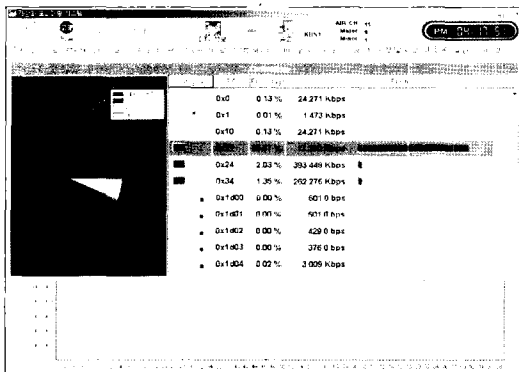
A/V ES(Elementary Stream)이나 PES(Packetized Elementary Stream)에도 관찰해야 할 매개 변수들이 많다. 이 윈도우에서는 중요한 매개 변수들을 나열하고 각 필드가 무엇을 의미하는지도 친절히 설명해주어 사용하는데 어려움이 없도록 하였다.

A/V PES 정보에는 PES_scrambling_control, PES_priority, data_alignment_indicator, copyright, original_or_copy, PES_header_data_length, PTS_DTS_flag, 그리고 ESCR_flag 등의 필드가 있다. 비디오 ES 정보에는 horizontal_size_value, vertical_size, aspect_ratio_information, fram_rate_code, bit_rate, vbv_buffer_size, 그리고 constrained_parameter_flag 등이 있으며 오디오 ES 정보에는 sampling_frequency, bit_rate, 그리고 frame_size 등이 있다.

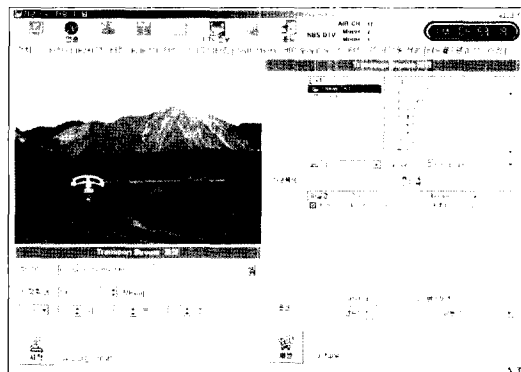
비디오 버퍼 수위나 오디오 버퍼 수위도 그래픽 처리하여 보여준다. 이 정보들은 MPEG-2 디코더 칩셋에서 실시간으로 추출된 것으로 T-STD 모델 분석기에서 계산된 값들에 비해서는 개략적인 수준이다.

4.6 TS 레코딩/재생

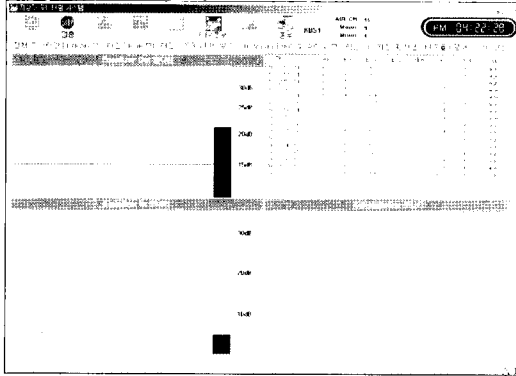
〈그림 6〉은 트랜스포트 스트림 레코더 윈도우이다. TS 레코더는 주어진 시간이나 양만큼 들어오는 스트림을 저장하는 기능을 한다. 현재 수행되고 있는 모니터링 기능을 잠시 멈추면 저장된 스트림을 재생할 수 있다.



〈그림 5〉 비트율 모니터



〈그림 6〉 트랜스포트 스트림 레코더



〈그림 7〉 RF 모니터

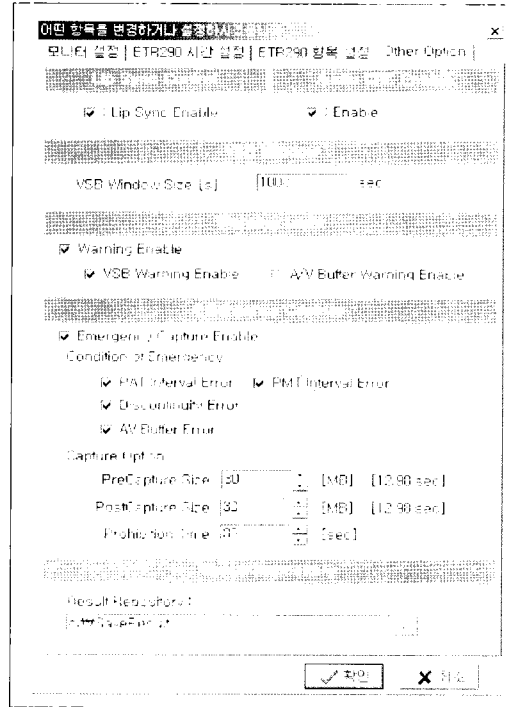
5. RF 모니터링

KBS 모니터링 시스템은 TS 분석 기능 뿐만 아니라 ATSC VSB 신호 모니터링 기능도 제공한다. 채널 등화기 입력 전 MER과 출력 후 MER, constellation, 그리고 각종 매개 변수 값들을 측정하여 보여주며 RF 신호가 약할 때에는 경고 메시지를 띄운다. RF 리시버의 특성은 다음과 같다.

- ▶ ATSC 8/16VSB 규격
- ▶ AWGN 채널에서 14.9 dB의 SNR 문턱값(threshold)
- ▶ ADC
 - 해상도 : 10 비트
 - 샘플링 : 10.76 Msps

6. 고급기능

KBS 모니터링 시스템은 응급 레코딩 기능과 T-STD 실시간 분석기능 등의 고급기능을 지원한다. 그외에 A/V 입력 유무를 판단하는 기능과 데이터

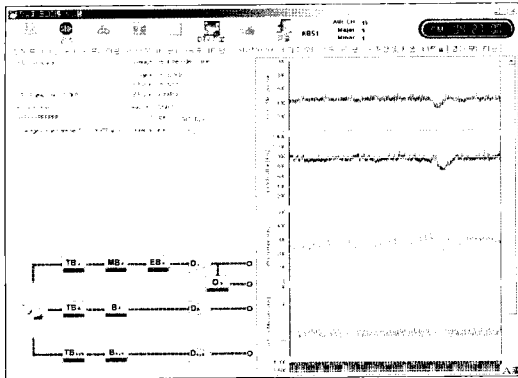


〈그림 8〉 응급 레코더 옵션 지정 윈도우

베이스도 지원하여 다른 모니터링 장비와 차별화하였다.

6.1 응급 레코딩

스트림 상에 중요한 오류가 발생했을 경우, 모니터링 장비는 무엇이 잘못 되었는지를 지적해준다. 그러나 정작 이러한 오류가 왜 발생했는지를 추후 심도있게 조사하려면 오류발생 전후의 스트림이 증거 자료로 남아 있어야 한다. KBS 모니터링 시스템은 이러한 상황에 대비하여 중요하다고 판단되는 오류의 발생시에 자동으로 스트림을 저장하는 기능을 구현하였다. 이 기능은 오류발생 이후의 스트림 뿐만 아니라 그 이전의 스트림도 충분히 제공함으로써 오류발생의 원인 규명에 직접적인 도움을 줄 수 있도록 하였다.



(그림 9) T-STD 모델 분석기

6.2 T-STD 모델 분석기

이 시스템은 실시간으로 T-STD 모델을 분석할 수 있다. 오퍼레이터가 스트림을 캡처한 다음 비실시간 분석도로 분석을 시작해 그 결과를 보기 위해 많은 시간을 기다릴 필요가 없다. 물론 비실시간 분석기가 제공하는 다양한 기능을 모두 다 지원하지는 못하지만 DTV 시스템을 운용할 때 많은 도움이 된다고 판단되는 기능인 VES 버퍼 수위 측정 기능, A/V 프리젠테이션의 시간 마진 측정 기능 등을 실시간으로 제공하고 있다. 이러한 기능들은 현재 인코더나 다중화기의 상태를 쉽게 파악할 수 있게 해준다. (그림 9)는 T-STD 모델 분석기 윈도우의 모습이다.

6.3 'A/V 입력 없음' 경고

A/V 인코더에 입력이 빠져 있는 경우 이 시스템은 자동으로 오류를 탐지해 '입력 없음' 경고를 발생시킨다. A/V 입력이 없어도 인코더 출력 단에서 나오는 TS는 아무런 이상증상을 나타내지 않을 수 있으므로 일반적인 모니터링 도구로서는 이러한 응급상황을 자동 감지하기 힘들다. 이 시스템은 TS 도메인에서의 이상유무 뿐만 아니라 TS를 복호한 후

의 A/V 도메인에서도 '입력 없음' 상황을 조사한다. 오퍼레이터의 실수로 소스 케이블이 잘못 연결되거나 빠진 경우, 혹은 접촉 불량으로 인한 사고를 빠른 시간 내에 발견하여 대응할 수 있도록 하는 중요한 기능이다.

6.4 데이터베이스

이 시스템은 TS와 RF 신호의 각종 모니터링 항목들을 위한 데이터베이스를 지원하고 있다. 데이터베이스는 특정 항목을 찾는데 걸리는 시간과 노력을 덜어줄 것이며 항목들의 다양한 통계와 분석도 가능하게 해줄 것으로 기대된다. 또한 프린팅 서비스가 지원되어서 결과 보고를 손쉽게 할 수 있다.

7. 결 론

위성방송 뿐만 아니라 지상파방송에서도 아날로그 방송에서 디지털방송으로의 전환은 시대적 흐름이며, 2001년 11월부터 실시하고 있는 지상파 디지털 본방송의 원활한 운영을 위해서는 지상파 디지털방송의 송출 및 수신상태를 실시간으로 모니터링할 수 있는 시스템이 필수적이다. 이에 KBS 기술연구소에서는 우리나라 방송 환경에 적합한 DTV 모니터링 시스템을 개발하였다.

KBS 모니터링 시스템은 DTV 방송 환경을 종합적으로 진단할 수 있는 장비이다. A/V 모니터링, PSIP 모니터링, 각종 버퍼 모니터링, 비트율 모니터링, 트랜스포트 스트림 저장/재생과 같은 기본적인 기능들을 제공하여 DTV 서비스의 질적 수준을 유지하는데 도움을 준다. 이에 더하여, T-STD 모델 분석기와 응급 레코딩 기능은 이 시스템이 자랑하는 비교 우위의 특징이다. 실시간으로 T-STD 모델

을 모니터링하는 것은 다른 장비에서는 찾아 보기 힘든 기능으로 인코더와 다중화기의 현재 상태를 감시할 수 있어 보다 근본적인 대처를 가능하게 한다. 응급 분석기 또한 이 장비의 독창적인 기능으로서 중요한 오류 발생시 좀더 정확한 원인 조사를 위한 기초자료를 제공해주는 역할을 담당하게 된다.

KBS 모니터링 시스템은 모니터링 결과를 제대로 활용할 수 있도록 하는 데이터베이스 기능을 제공하고 있는데 과거의 방송신호 상태 기록을 바탕

으로 현재 운행하고 있는 DTV 시스템을 좀더 쉽고 정확하게 진단할 수 있도록 해주며, 추후 전국의 주요 지점에 모니터링 시스템을 설치하여 중앙에서 모든 송수신 상황을 모니터링하게 되는 네트워크 모니터링 시스템이 가동될 경우, 효율적인 데이터 관리에 핵심적인 역할을 하게 된다. 이외에 'A/V 입력 없음' 경고 기능 등을 포함해 이 시스템은 DTV 신호 관리를 위한 종합적인 장비로서 많은 활약이 기대된다.

● 참고 문헌 ●

- (1) ATSC Standard A/65A(2000), Program and System Information Protocol for Terrestrial Broadcast and Cable (Revision A)
- (2) ATSC Standard A/53 (1995) - ATSC Digital Television Standard
- (3) ITU-T Rec. H.222.0 | ISO/IEC 13818-1:1996, Information Technology - Generic coding of moving pictures and associated audio - Part 1: Systems (normative)
- (4) ITU-T Rec. H.222.0 | ISO/IEC 13818-1:1996, Information Technology - Generic coding of moving pictures and associated audio - Part 2: Video (normative)

필자 소개



이 상 주

- 1995년 2월 : 포항공과대학교 전자전기공학과 졸업
- 1997년 2월 : 포항공과대학교 전자전기공학과 석사
- 1997년 3월~현재 : 한국방송(KBS) 기술연구소 연구원
- 주 관심분야 : 영상압축, 데이터방송