

위성 데이터 서비스 제공을 위한 데이터 인코더 설계 및 구현

신민수, 김호겸, 이호진
한국전자통신연구원
대전광역시 유성구 가정동 161 번지

Design and Implementation of Data Encoder for Data Broadcasting Service via Satellite

Min-Su Shin, Ho-Kyom Kim and Ho-Jin Lee
Electronics and Telecommunications Research Institute(ETRI)
E-mail: msshin@etri.re.kr

요약

본 논문은 현재 다각적으로 논의되는 디지털 위성방송 및 데이터 방송 서비스를 제공하기 위해 랜 기반의 IP 망과 DVB 에서 규정한 위성망을 연결시켜 줌으로써 위성을 통한 다양한 멀티캐스트 및 유니캐스트 서비스를 제공할 수 있도록 해주는 데이터 인코더의 하드웨어/소프트웨어 설계 및 구현에 관하여 기술한다. 다양한 위성 방송 서비스를 제공하기 위해서 데이터 인코더는 IP 데이터를 이더넷을 통해 입력 받아 DVB 데이터 방송[2] 규격에서 규정한 MPE 포맷으로 캡슐화 한 후 MPEG-2 TS 패킷으로 변환하여 DVB-ASI 신호로 바꾸어 다중화기로 출력한다. 아울러 사용자 단말에서 서비스 수신을 위해 필요한 PSI/SI 정보와 서비스 형태에 따라 부가적으로 발생하는 사설 데이터를 처리해야 한다. 본 논문에서 기술하는 데이터 인코더는 4096 개의 PID 할당이 가능하며 20Mbps 이상의 데이터 처리가 가능하여 동시에 여러 개의 서비스 제공이 가능하다.

1. 서론

최근 위성을 통한 다양한 멀티미디어 전송 서비스가 대두되고 있다. 디지털 위성방송 및 데이터 방송 등의 방송 관련 서비스나 위성 인터넷 및 위성 VOD, 위성 멀티캐스트 서비스와 같은 멀티미디어 데이터 서비스 등 다양한 분야에서 위성을 이용한 서비스 제공을 시도하고 있다. 멀티미디어 콘텐츠에 대한 요구가 증가하면서 대량의 데이터를 신뢰성을 가지고 고속으로 전송할 수 있는 미디어가 필요하게 되었고 이에 위성의 광대역성이 부각이 되었으며, 또한 정보 공유의 지역적 불균형을 해소하고 균등한 품질의 서비스를 제

공하기 위해서는 도서/산간 지역까지의 네트워크 구축에 대한 비용 부담을 고려해야 한다. 위성은 위성 안테나와 수신기만의 추가 설치로 이러한 문제를 해결할 수 있다는 장점이 있다. 또한 위성의 광대역성은 디지털 압축기법의 발전과 더불어 다채널 서비스가 가능해졌고 이는 갈수록 다양해지는 수요자의 요구에 대응할 수 있는 방법이 된다.

데이터를 위성 전송하기 위해 DVB 에서는 MPEG-2 시스템 규격[1]에서 정의하는 MPEG-2 TS 패킷을 이용하는 것으로 규정하고 있다. 따라서 방송을 위한 MPEG-4 A/V 데이터나 다양한 멀티미디어 서비스를 위한 IP 데이터를 MPEG-2 TS 패킷으로 변환하는 데이터 인코더는 위성 서비스 제공을 위해 반드시 필요로 하는 시스템으로 그 성능이나 안정성이 보장되어야 한다.

본 논문에서는 위성송출 시스템내에 위치하는 데이터 인코더의 설계 및 구현에 대해 기술한다. 데이터 처리과정이나 형식은 DVB/MPEG-2 시스템 규격에 따르도록 구현되었으며, 위성 멀티미디어 서비스의 하나로 시도되고 있는 위성 원격교육 서비스 구현에 사용되어 그 성능이 입증되었다.

2. 위성 송출 시스템

위성을 통해 데이터를 전송하기 위한 위성 송출 시스템은 데이터 인코더 외에 다중화기(MUX), 위성 변조기, Up-Convertor, 송출 안테나, 그리고 기타 콘텐츠 제공 시스템 및 제어 시스템들로 구성된다.

위성송출 시스템에서 데이터 인코더는 크게 두 가지 시스템으로부터 데이터를 입력받는다. 하나는 내부 서버나 지상 네트워크로 연결된 외부의 콘텐츠/프로그

장한 후 출력하는 기능을 수행하는 FIFO(72V3660)가 사용된다. FIFO는 MPEG-2 TS 패킷 데이터들을 입력받아 저장하였다가 타이밍 발생기에서 발생한 출력 버퍼 읽기 클럭 신호에 따라 MPEG-2 TS 패킷을 바이트 단위로 DVB-ASI 인터페이스, RS-422 인터페이스로 출력한다. 표 1에서 패킷처리 블록으로 분류한 FPGA에서는 CPU에서 모든 칩들에 액세스가 가능하도록 해주는 어드레스 디코더 기능과 데이터 인코더 제어 및 감시기능을 위한 레지스터 제어 기능, FIFO 제어와 일정한 출력속도로 데이터를 출력하기 위한 Null 패킷 발생 기능, 그리고 27MHz 클럭 신호를 계수하여 시스템 망동기를 위한 42 비트의 PCR 데이터를 만들어 PCR 패킷을 발생시키는 기능을 수행한다. 그리고 MPEG-2 TS 패킷의 출력속도를 일정하게 유지시키기 위해서 TS 패킷 타이밍 간격내에 TS 패킷이 생성되지 못하는 경우에 Null Data로 이루어진 Null-TS 패킷을 출력하는 출력 다중화 기능을 수행한다.

표 1. 데이터 인코더 하드웨어 사양

구분		규격
프로세서 블록	Processor	PowerPC 603R - Core frequency(300MHz)
	Companion Chip	CPC700 - PCI Bridge - Memory Controller - UART Controller - I2C Controller - Interrupt Controller
메모리 블록	SDRAM	Upto 128Mbytes
	FLASH	4Mbytes(AM29F016B) 512Kbytes(AM29F040B)
	NVRAM	8Kbytes RTC 포함
	CAM	4Kbytes
DMA 블록	DMA Controller	PLX9054 - PCI spec 2.1 compliant - DMA 기능
패킷처리 블록	알고리즘 Controller	Xilinx
	FIFO Controller	CPLD
	FIFO	4096x36Bit Operation Rate : 100MHz
	출력 Interface	BNC

4. 데이터 인코더 소프트웨어 구조

데이터 인코더의 소프트웨어에서는 콘텐츠 데이터

와 PSI/SI 데이터 등의 IP 기반 데이터를 입력받아 수신 단말로 위성전송하기 위하여 MPEG-2 TS 패킷으로 재구성하여 출력하는 기능과 데이터 인코더 상태 점검을 위한 메시지와 동작 파라미터 변경을 위한 설정 메시지 등의 M&C(Monitor and Control) 데이터를 입력받아 자체 설정 변경하거나 응답 메시지를 이더넷을 통해 출력하는 기능을 수행한다.

데이터 인코더에서는 콘텐츠 데이터와 PSI/SI 데이터, M&C 데이터에 대해 데이터 형태에 따라 다르게 처리해야 한다. 콘텐츠 데이터에 대해서는 IP 형태로 입력되어 수신 단말에서 수신기를 거쳐 TCP/IP 프로토콜을 통해 처리되어야 하는 데이터이기 때문에 네트워크 프로토콜 데이터를 위성망을 통해 전송하기 위해 DVB 데이터 방송 규격에서 규정한 MPE(Multi-Protocol Encapsulation)으로 처리해야 한다. 그리고 PSI/SI 데이터는 PSI/SI 생성기에서 MPEG/DVB 규격에 따라 정해진 테이블 구조로 생성되어 데이터 인코더에 입력되고 데이터 인코더에서는 이를 MPEG-2 TS 패킷으로 변환하여 출력한다. 마지막으로 M&C 데이터에 대해서는 제공되는 서비스 시나리오에 따라 결정되는 사설 데이터로 데이터 인코더 상태정보 요구 메시지와 파라미터 설정 메시지가 있다.

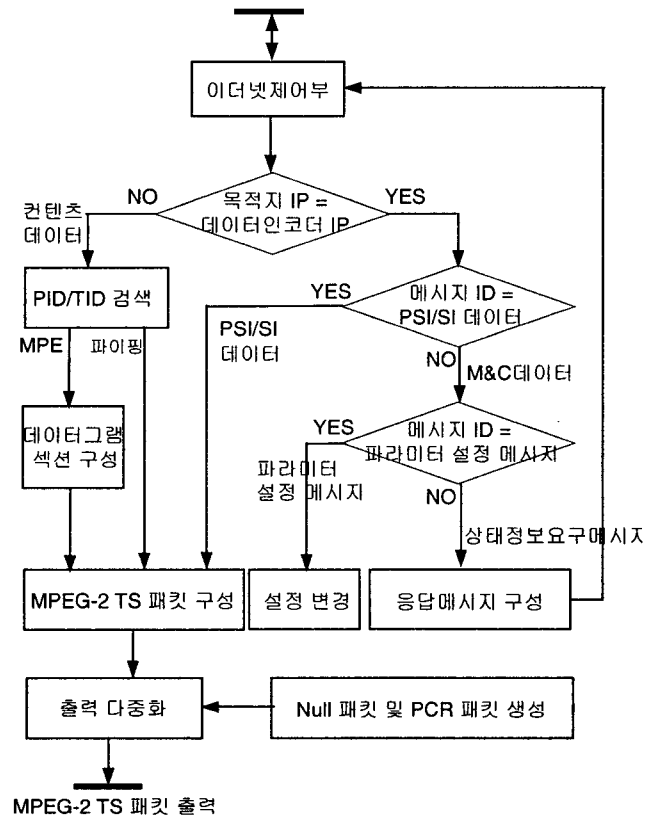


그림 3 데이터 인코더 소프트웨어 구조

그림 3은 데이터 인코더에서 데이터를 처리하는 소프트웨어 구조를 보이고 있다. 먼저 이더넷을 통해

IP 데이터가 입력되면 입력된 IP 데이터의 목적지 IP 주소를 조사하여 콘텐츠 데이터와 PSISI, M&C 데이터를 구분한다. 콘텐츠 데이터는 데이터 인코더로 멀티캐스트 전송되며, 각각의 데이터들이 사용하는 멀티캐스트 IP 주소에 따라 할당된 PID/TID 를 CAM 메모리에서 검색한다. 등록된 멀티캐스트 IP 주소에 따라 DVB 데이터방송 규격의 데이터 파이핑 포맷으로 처리해야 하는 데이터와 MPE 포맷으로 처리해야 하는 데이터를 구분하고, 파이핑으로 처리해야 하는 데이터는 별도의 캡슐화 과정없이 MPEG-2 TS 패킷 구성 블록으로 전송되고, MPE 포맷으로 처리해야 하는 데이터는 검색된 PID/TID 와 멀티캐스트 IP - MAC 주소 매핑에 의해 얻어진 멀티캐스트 MAC 주소를 이용하여 DVB 데이터방송 규격의 MPE 포맷인 DSM-CC 데이터그램 섹션으로 데이터를 변환한 후 MPEG-2 TS 패킷 구성 블록으로 전송한다.

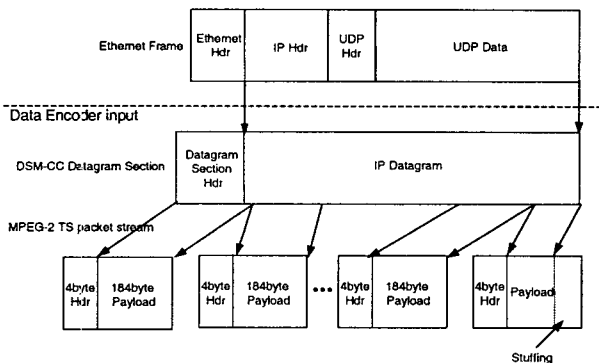


그림 4 IP 패킷의 MPE 포맷 변환

그림 4 는 입력된 IP 패킷을 MPE 전송 포맷인 DSM-CC 데이터그램 섹션과 MPEG-2 TS 패킷으로 변환하는 형태를 보이고 있다. DVB 데이터 방송 규격에서 정의하는 MPE 포맷은 일반 IP 망과 위성망사이의 링크를 위해 규정된 데이터 전송 포맷이다. 즉, TCP/IP 프로토콜 계층에서 링크 계층에 해당하는 네트워크 인터페이스나 그 이하 전송 미디어로 IP 망이 아닌 위성망을 이용 할 수 있도록 하기 위한 것으로 일반적인 네트워크 프로토콜 데이터를 위성을 통해 전송했을 때 인터넷 등의 지상 네트워크를 통해 전송하는 것과 같은 형태로 수신단말에서 처리할 수 있도록 하기 위한 방법이다. 따라서, MPE 포맷에는 하드웨어 필터링을 한 MAC 주소가 포함되어야 하고, 네트워크 인터페이스 카드를 통해 TCP/IP 프로토콜 스택에 링크되어야 하므로 데이터 인코더에서는 입력된 이더넷 패킷의 IP 헤더 및 데이터 부분을 MPE 섹션으로 처리해야 한다.

PSI/SI 데이터인 경우에는 PSI/SI 생성기에서 MPEG-2 시스템 규격[1]과 DVB SI 규격[4]에 따라 테이블을 구성하여 데이터 인코더로 전송하기 때문에 UDP 데이터 부분만을 분리하여 MPEG-2 TS 패킷 구성 블록으로 전송한다.

그림 3 에서 MPEG-2 TS 패킷 구성 블록에서 출력

되는 TS 패킷들은 FPGA 동작에 의해 PCR 패킷 및 Null TS 패킷과 다중화되어 데이터 인코더에서 최종 출력된다.

4. 실험 결과 및 분석

본 논문에서는 구현된 데이터 인코더에 대해서 최대 처리 성능 및 안정성에 대해 실험했다. 최대 처리 성능 시험을 위해서는 패킷 발생기를 통해 이더넷 패킷을 발생시켜 데이터 인코더의 입력으로 사용하고 출력은 MPEG-2 TS 스트림 분석기를 이용하여 데이터 인코더의 출력 결과가 DVB/MpeG-2 규격에 따르는지와 데이터 손실이 없는지에 대해 실험했으며, 안정성 시험에서는 최대 처리 가능 속도로 데이터를 입력시킨 상태에서 1주일간 계속해서 동작시켰을 때 정상적으로 동작하는지를 시험하였다.

최대 처리 성능시험에서는 여러 대의 패킷 생성기를 사용하여 20Mbps 까지 데이터 손실없이 처리하는 것을 확인했으며, 이 상태에서 안정성 시험을 실시했을 때 1주일간 이상 없이 동작하는 것을 확인하였다.

5. 결론

본 논문에서는 위성을 통해 IP 데이터를 전송하기 위해 필요한 데이터 인코더에 대한 설계 및 구현에 대해 기술하였다. IP 패킷을 MPEG-2 TS 패킷으로 변환하기 위해 DVB 데이터 방송 규격에서 정의하는 MPE 방식을 사용하였다. 같은 기능을 수행하는 상용 제품들이 현재 위성서비스를 제공하고 있는 업체에서 사용되고 있지만 모두 외국 제품으로 국내에서 제작되어 사용되고 있는 제품은 아직 없는 실정이다. 본 논문에서 기술한 데이터 인코더를 상용화하기 위해서는 데이터 처리 성능 향상이나 다양한 인터페이스 제공 및 TCP/IP 라우팅 기능 추가 등 향후 개발 과제들이 남아 있지만 데이터 인코더를 개발하는데 있어 기반이 되고 향후 개발 가능성을 보이는데 의미가 있다고 본다.

참고 문헌

- [1] ISO/IEC 13818-1 Information technology-Generic coding of moving pictures and associated audio information : Systems.
- [2] EN 301 192 DVB : DVB specification for data broadcasting
- [3] ISO/IEC 13818-6 Information technology – generic coding of moving pictures and associated audio information – Part 6 : Extensions for DSM-CC
- [4] ETSI EN 300 468 DVB : Specification for Service Information(SI) in DVB systems
- [5] S.Epstein, "Using multi-protocol encapsulation technology to develop optimum data broadcast systems" IEE, 2000