

위성을 이용한 시각/주파수 전송시스템에서 위성데이터처리장치의 설계

윤상의(ysu@kt.co.kr), 이종식(lowe@kt.co.kr),
이만중(mjlee@kt.co.kr), 김진대(jdkim1@kt.co.kr)
한국통신 가입자망연구소

Design of Satellite Data Manipulation Tool on the Time/Frequency Transfer System Using Satellites

Sang-Ui Yoon, Jong-Sik Lee, Man-Jong Lee, Jin-Dae Kim
Access Network Research Laboratory, Korea Telecom

요약

통신망에서 시각/주파수 동기(synchronization)를 맞추기 위해서는 지상망을 이용하거나 위성을 이용하는 방법이 있다. 위성을 이용한 방법에서 지상의 송신국은 정밀시각정보, 위성위치데이터 및 오차보정데이터 등을 위성으로 송신한다. 이를 위해서 송신국의 위성데이터처리장치는 데이터수집 및 가공, 베이스밴드부로의 전송시 외부 기능블럭들과 신뢰성있고 신속한 데이터처리를 수행하여야 한다. 본 논문에서는 한국통신의 무궁화위성을 이용한 시각/주파수 전송시스템 개발의 일환으로 송신국의 위성데이터처리장치에 대한 설계 및 구현 알고리즘을 제시하고자 한다.

1. 서론

시각/주파수 전송시스템은 유·무선통신망의 동기(synchronization)를 위하여 필요한 시각 및 주파수를 통신망의 각 계위에 분배하는 시스템으로 전송 경로로 지상망을 이용하거나 위성망을 이용한다. 국내에서는 지상망을 이용하여 한국통신 및 한국표준과학연구원에 설치된 KRF (Korea Reference Clock)을 다중중계방식으로 공급하고 있다. 그러나 이방식은 하부계위로 갈수록 시각/주파수의 정확도와 안정도가 떨어지는 단점을 안고 있다. 또한 차세대 유·무선망을 이용하여 멀티미디어서비스를 제공하기 위해서는 보다 정밀한 시각/주파수 동기시스템이 요구되고 있다.

이에 대한 대처 방안으로 위성을 이용한 시각/주파수 전송시스템의 개발이 주요 선진 통신국가들을 중심으로 연구가 활발히 진행되고 있다. 국내에서도 무궁화위성을 이용한 시각/주파수 전송시스템 개발을 위한 연구를 추진중에 있다. 위성을 이용한 시각/주파수 전송시스템은 주로 송신국, 위성시스템, 수신국 및 보정시스템으로 구성되는데 송신국내의 위성데이터처리장치는 송신국의 안정된 데이터 송수신을 위해서 확보되어야 될 매우 중요한 기술이다.

따라서 본 연구에서는 위성을 이용한 시각/주파수 전송시스템에서 위성계도데이터, 보정데이터 및 시각데이터 등을 위성관제소로부터 수신받는 방법을 제시하고 이들 데이터를 가공하여 송신국의 베이스밴드부로 전송하는 위성데이터처리장치의 설계 및 구현 알고리즘을 제시하고자 한다.

2. 위성데이터처리장치의 설계

2.1 시각/주파수 전송시스템의 구성

그림 1은 본 연구에서 궁극적으로 구현하고자 하는 위성을 이용한 시각/주파수 전송시스템의 구성도로 송신국, 위성시스템, 수신국, 위성관제소, 보정 및 무결성감시 시스템으로 이루어져 있다.

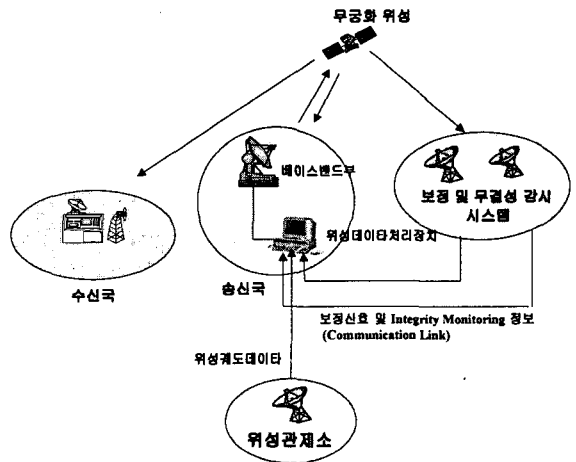


그림 1. 시각/주파수 전송시스템의 구성도

송신국의 위성데이터처리장치는 위성관제소에서 보내 온 위성계도데이터와 보정데이터 및 무결성감시시스템에서 보내 온 보정 데이터를 온라인으로 수신한 후 필요한 포맷으로 가공하고 RS-232C를 통하여 베이스밴드부로 전송한다. 베이스밴드부는 위성데이터처리장치로부터 받은 위성계도데이터 (위성 x,y,z 좌표값, 속도 및 가속도 벡터 등), 시각데이터 및 보정데이터에 channel encoding과 time encoding을 추가하고 Ku 밴드 안테나를 통하여 무궁화위성으로 송신한다. 무궁화위성은 단순한 중계기 역할로서 송신국에서 보내준 시각/주파수신호를 받아 우리나라 전역에 동보적으로 재송신한다. 지상의 수신국은 수신받은 원자시계의 정밀시각/주파수 데이터에서 보정데이터를 반영하여 통신망에 정밀 동기 시각/주파수를 제공한다.

2.2 데이터처리 흐름

그림 2는 위성데이터처리장치의 내부 데이터처리 흐름으로서, 6개의 모듈로 구성되어 외부의 3개 블록(위성관제소 블록, 보정시스템 블록, 베이스밴드부 블록)과 데이터를 상호 교환한다.

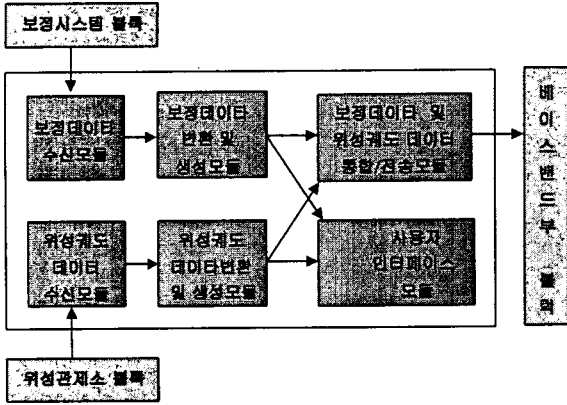


그림 2. 위성데이터처리장치의 내부데이터처리 흐름도

보정데이터 수신모듈은 보정시스템으로부터 위성궤도에 대한 보정치를 수신하고, 보정데이터변환 및 생성모듈은 수신한 보정데이터를 데이터 포맷의 각 필드에 미리 정해진 digit 수와 기준 단위에 맞추어 이진화된 보정치를 생성한다. 위성궤도 데이터 수신모듈은 위성관제소로부터 위성궤도데이터를 수신하고 위성궤도데이터 변환 및 생성모듈은 수신한 위성궤도데이터에서 각 필드에 미리 설정된 기준값을 뺀 차이만을 정해진자리수와 기준단위에 맞추어 위성궤도값의 형태로 생성한다. 보정데이터 및 위성궤도데이터 통합/전송모듈은 보정 및 위성궤도데이터를 하나의 데이터구조속에 통합시킨후 베이스밴드의 요청에 따라 전송해주는 역할을 한다. 사용자인터페이스모듈은 보정 및 위성궤도데이터의 전송상태를 역동적이며 친근감있게 보여주는 기능을 한다.

2.3 위성관제소와 보정국 데이터의 온라인 처리 알고리즘

그림 3은 위성데이터처리장치가 위성관제소 및 보정시스템으로부터 데이터를 수신받아 온라인으로 처리하는 알고리즘을 보여준다. 위성관제소와 보정시스템으로부터의 데이터가 주기적으로 송신되므로 온라인으로 처리하는 것이 필수적이다. 위성데이터처리장치가 작동되면 처음에 시스템 초기화작업을 할 때 위성관제소와 보정시스템에 할당된 컴퓨터의 port들을 연다. Port의 초기상태는 sleep으로서 외부로부터 port에 데이터가 들어오기 전까지 동작을 하지 않는다. Port 1에 위성관제소로부터 데이터가 도착하면 데이터 포맷의 적합성을 검증한 후 적합하면 위성궤도데이터의 각 필드에 설정된 기준값에 따라 그 필드의 binary 값을 추출한 후 베이스밴드에 전송하기 위한 데이터구조에 따라 파일에 저장한다. Port 2에 보정시스템으로부터 데이터가 도착하면 데이터 포맷의 적합성을 검증한 후 적합하면 보정데이터의 각 필드에 설정된 기준값에 따라 그 필드의 binary 값을 추출한 후 베이스밴드에 전송하기 위한 데이터구조에 따라 파일에 저장한다.

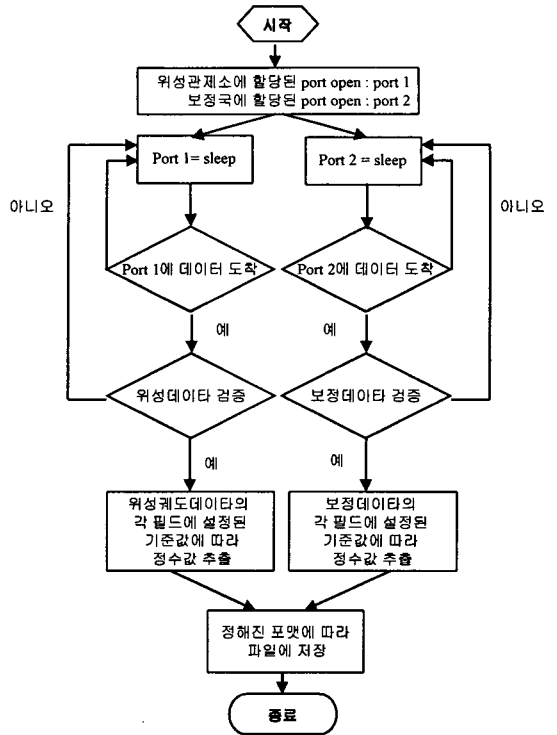
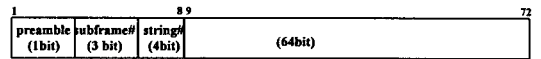


그림 3. 위성데이터처리장치의 온라인처리알고리즘

2.4 위성데이터처리장치의 베이스밴드부 송신데이터 구조

그림 4는 위성데이터처리장치에서 베이스밴드부로 보내는 데이터의 구조를 보여준다.



(a) String 구조

String #1	시각정보 (14 bit)	궤도정보초기시각 (14 bit)	KST_offset (16 bit)	KST_offset_drift (8bit)	B
#2	궤도정보 위치 (x,y,z:60 bit)				B
#3	궤도정보 속도 (x',y',z':24 bit) 궤도정보 가속도 (x'',y'',z'':24 bit)				B
#4	시간보정 (TOA_1 : 24 bit)	궤도지연보정 (TOA_1 : 24 bit)	보정국ID(3bit)	B	
#5	시간보정 (TOA_2 : 24 bit)	궤도지연보정 (TOA_2 : 24 bit)	보정국ID(3bit)	B	
#6	시간보정 (TOA_3 : 24 bit)	궤도지연보정 (TOA_3 : 24 bit)	보정국ID(3bit)	B	
#7	시간보정 (TOA_4 : 24 bit)	궤도지연보정 (TOA_4 : 24 bit)	보정국ID(3bit)	B	
#8	B				
#9	Integrity (4 bit)	SNR (7)	B		
#10	송신국 Identifier (4 bit)		송신국 위치정보 (7)	B	

(b) Subframe 구조

B : Blank

그림 4. 데이터구조

그림 4(a)는 string의 구조를 보여주는데 1초에 보내는 전송단위로 정의된다. 1개의 string은 100 비트로 이루어지며 최초 8 비트는 ID, 9-64 비트는 데이터, 나머지 20비트는 time marker이다. Preamble 1 bit는 string의 시작을 나타내는 표시이고 subframe number 3 bit는 subframe의 번호를 나타내며 string number 4 bit는 한 subframe 내에서 string의 순서

를 나타낸다.

그림 4(b)는 subframe 구조에서 포함되어 있는 정보 내용을 보여준다. Subframe은 궤도정보와 보정정보등을 포함하는 실제적인 전송단위인데 string 10개가 모여 1개의 subframe을 구성한다. String #1,2,3에 시각정보와 궤도정보가 들어가고 string #4부터 #7까지는 보정정보가 들어간다. String #9의 integrity는 시스템 무결성 관련 정보이고 SNR은 위성과 송수신국간의 전파환경 관련 정보이다. String #10에는 송신국 ID와 위치정보가 들어간다. 곳곳에 산재해있는 B (Blank)는 향후 데이터구조 개선 및 추가정보에 대비해 비워둔 데이터 공간이다.

2.5 위성데이터처리장치와 베이스밴드간의 프로토콜

그림 5는 위성데이터처리장치와 베이스밴드간의 데이터전송을 위한 프로토콜이다.

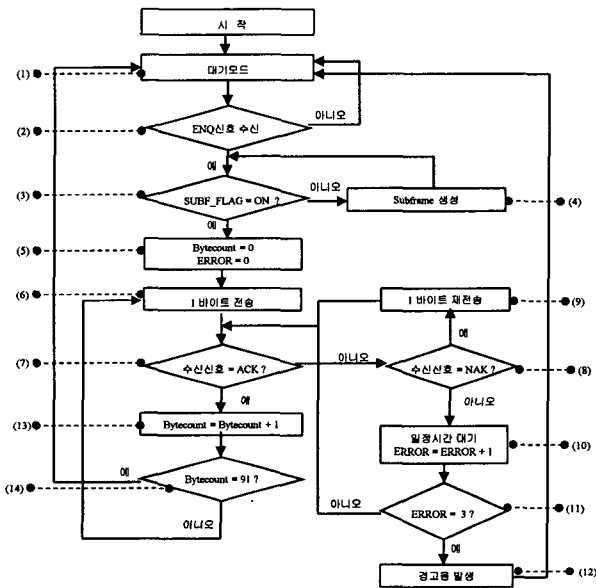


그림 5. 위성데이터처리장치와 베이스밴드간의 프로토콜

위성데이터처리장치가 시작되면 일단 대기모드(1)로 들어간다. 베이스밴드부로부터 데이터의 송신을 요구하는 ENQ 신호를 수신(2)하면 보내줄 수 있는 데이터가 있는지 확인하는 작업인 SUB_FLAG의 상태를 알아보고(3) 0n이면 데이터를 전송하고 아니면 subframe을 생성(4)한다. SUB_FLAG가 ON이면 일단 송신된 바이트의 개수를 세는 변수(Bytecount)와 에러의 개수를 세는 변수(ERROR)의 값을 0으로 하고(5) 1 바이트를 전송(6)한다. 전송후 베이스밴드로부터 잘 수신되었다는 신호인 ACK가 오면 Bytecount를 증가시키고(13) Bytecount가 91인지 확인한후(14) '예'이면 다시 대기모드로 들어가 베이스밴드의 신호를 기다린다. Bytecount가 91인지 확인하는 이유는 하나의 subframe은 91개의 바이트로 구성되기 때문이다. 수신신호가 ACK가 아니라면 NAK인지 확인한다(8). NAK라면 베이스밴드부가 데이터를 제대로 못 받았다는 신호이므로 다시 1 바이트를 재전송한다(9). 수신신호가 NAK도 아니라면 일정시간을 대기하고 ERROR 변수값을 하나 증가시킨다(10). ERROR 변수값이 3이면

위성데이터처리장치나 베이스밴드부에 이상이 발생한 것으로 판단하고 경고음을 발생(12)하고 대기모드로 들어간다. ERROR 변수값이 3 보다 작으면 다시 수신신호의 값을 확인하는 작업으로 돌아간다.

3. 결론

본 논문에서는 위성을 이용한 시각/주파수 전송시스템의 송신부 위성데이터처리장치의 설계 및 프로토콜을 제시하였다. 위성데이터처리장치의 핵심기능은 송신국의 베이스밴드부에 위성의 위치데이터, 보정데이터를 안정되게 공급하는 것이다. 위성데이터처리장치는 위성데이터 수집, 가공 및 전송 전 과정을 GUI를 통해 화면상으로 볼 수 있도록 설계되었다. 따라서 시스템 이상 발생시 원인 분석을 용이하게 하는 부가적인 기능도 있으므로 향후 시스템의 성능분석 및 운용 효율을 향상시킬 수 있다.

본 설계 및 알고리즘은 현재 한국통신에서 개발중인 '무궁화위성을 이용한 GPS대체용 시각/주파수 전송시스템'을 위한 위성데이터처리장치에 적용되어 구현중에 있으며, 구현후장기간의 실험을 통해 생성된 데이터에 기반해 알고리즘의 적합성을 검증하고 개선시킬 계획이다.

[참고문헌]

1. B.G. Evans, "Satellite Communication Systems", IEE, 1999.
2. "차량관제시스템 개발을 위한 GPS 및 위성데이터통신 기술 실용화 연구", 한국통신 98년도 정보통신기초 연구과제, 1998.
3. "특집 : 차세대 무선통신기술", 한국통신 정보통신연구, 제11권, 3호, 1997. 9.
4. William C.Y.Lee, Mobile Communications Design Fundamentals, John Wiley & Sons, Inc., 1992.
5. A.Sen Gupta, "Satellite Broadcasting of Time and Frequency Signals", Proceedings of the IEEE, VOL. 79, NO. 7, July 1991.