

비동기 분산제어국 사이트 다이버시티 구현

신강욱*, 홍성택, 이동근, 최광목
한국수자원공사

Site Diversity for Asynchronous Mini Hub

Gang-Wook Shin, Sung-Taek Hong, Dong-Keun Lee, Kwang-Mook Choi
Korea Water Resources Corporation

Abstract - To construct the stable back-up system between mini-hubs, we propose the plan of site diversity of asynchronous mini-hub by monitoring outlink carriers and error data. In this paper, we made hardware and software to control mini-hub system for site diversity back-up by switching SDBS equipment through communication between master mini-hub and slave mini-hub.

1. 서 론

지구 온난화 현상 등으로 인한 기상이변이 지속적으로 발생될 가능성이 시사되고 있으며, 우리나라에서의 국지적 집중호우가 자주 발생되고 있어 현재 운영중인 위성통신망의 신뢰성과 안정성의 중요성이 증가되고 있다. 또한, 1997년부터 구축·운영되고 있는 위성통신시스템의 장기간 운영에 따른 성능저하가 우려되며, 통신설비의 수명연장에 대한 추가적인 방안 제시가 요구되고 있다. 그리고, 제한된 주파수 자원의 효율적인 사용이 가능하도록 현재 운영중인 주파수의 재배치 방안이 제시되어야 한다.

따라서, 본 연구에서는 분산제어국간의 상호 백업시스템 구현을 통하여 신규 위성망의 추가적인 주파수 비용 발생을 저감하며, 위성통신시스템의 장기간 운영에 따른 설비성능 저하와 부하 증가로 인한 설비 수명에 대한 영향을 감소시키는 것을 목적으로 한다.

2. 강우감쇠 보상

강우 강도는 시간적으로나 공간적으로 균일하지 않고, 또 각각의 지역이나 계절에 따라 매우 다르게 나타난다. 따라서 강우감쇠 특성을 명확하게 하려면 여러 지역에서의 장기간에 걸친 측정이 필요하다. 강우로 인한 전파 자속밀도의 초과감쇠를 보상하는 방법에는 송신기의 출력과 안테나 등을 조정하여 실효 방사 전력을 감쇠값만큼 올리는 고전력 시스템(High-EIRP)방법과 초과감쇠를 일으키는 경로를 달리하여 이의 영향을 받지 않는 다른 경로로 전환하는 경로 다이버시티 방법 등이 있다.

2.1 사이트 다이버시티(SDV:Site Diversity)

SDV 방식을 사용하는 지구국에 대해 요구되는 성능은 강우등의 기후뿐만 아니라 SDV 구성에 의해 결정된다. 첫 번째 종류의 구성은 균형 다이버시티(Balanced Diversity)로서 두 지구국이 동등한 성능을 갖는다. 또 다른 구성은 비균형 다이버시티(Unbalanced Diversity)로 이 구성에서는 한 지구국(주 지구국)의 성능이 충분히 높아 다른 지구국(부 지구국)에 대한 성능 요구가 적지 않게 감소될 수 있다.

2.2 주파수 다이버시티(FDV:Frequency Diversity)

이중-대역 주파수 다이버시티는 전형적으로 20/30GHz의 고주파수 대역과 11/14 또는 4/6GHz의 저 주파수 대역인 두 주파수 대역에서 동작하는 위성의 경우에 적용되는 적응형 강우 감쇠 보상 방식이다.

2.3 Adaptive Variable Transmission(AVT)

위성통신 시스템 성능은 열악한 전파 환경 조건에 적합하게 정보 전송 속도를 감소시킴으로써 향상시킬 수 있다. 즉, PSK변조의 가변 파라미터(클럭 속도 및 위상상대수) 및 FEC의 가변적인 부호화를 등이 가변 정보 전송(속도)을 위해 사용될 수 있다.

2.4 Adaptive TDMA(A-TDMA)

A-TDMA는 고주파수에서 강우의 심각한 영향을 보상하기 위한 방법으로 페이드로 인해 감쇠된 C/N값을 갖는 링크 환경에서도 수용할 수 있는 에너지를 제공하기 위해 TDMA망에서 페이딩 캐리어에 부가적인 시간 자원(Time Resource)을 할당하는 적응형 TDMA 시스템이다.

2.5 페이드 스프레딩

본 방식은 특정 링크가 페이드 현상을 겪는 동안 서비스를 계속적으로 유지하기 위해서 전송속도를 줄임으로써 일정한 E_b/N_0 를 유지하는 것을 기본전략으로 한다. 단순한 전송속도 감소로 비트당 에너지를 증가시킬지 모르지만, 이때 단위 대역당 전력이 증가하게 되어 간섭에 관련된 문제를 야기하게 된다. 따라서, 가급적 에너지를 분산시킬 수 있는 방식을 적용하도록 요구된다. 이에 본 방식은 대역폭을 줄이지 않고 전송속도를 감소시키는 반면, 증가된 비트당 에너지를 취할 수 있도록 하는 특성을 갖는다.

2.6 Bursts Length Control(BLC)

TDMA 프레임에 공유 자원이 되는 빈 구간(Empty Interval)을 두어 특정 링크에 대한 파워 마진이 강우 감쇠를 극복할 수 없게 되었을 때, 해당 링크의 버스트를 위해 이를 사용하는 보상방법으로 영향을 받고 있는 지구국의 버스트 전송 시간을 늘려주어, 적절한 코딩기법의 적용과 함께 전력 마진을 얻게 된다.

2.7 Uplink Power Control(UPC)

UPC는 고주파수 대역에서 상향 링크의 감쇠 현상을 감소시키는 수단으로 사용될 수 있다. 이 기술은 위성통신 시스템의 효율적인 동작을 성취하고 Clear-Sky EIRP를 감소시켜 위성 및 지상링크에서 간섭을 줄이기 위해 사용될 수 있다. UPC 방식의 일반적인 목적은 전반적인 링크 성능에 대한 상향 링크 페이드 현상을 감소시키기 위해 위성 트랜스 폰더의 입력 전력을 일정하게 유지시키는 것이다. 개방형 및 폐쇄형 UPC 방법이 있다.

2.8 Downlink Power Control(DPC)

위성통신 시스템은 사용 가능한 위성 EIRP 및 모든 캐리어에 영구적인 페이드 마진을 할당할 필요로 인해, 제한된 하향 링크 전력을 갖고 있다. 하향 링크 전력 제어 시스템은 가용한 위성 EIRP를 공유 자원으로 사용하며, 페이드를 겪지 않는 지구국의 캐리어에게는 이에 필요한 만큼의 전력을 할당하며 페이드 보상을 위한 여분을 남겨둔다. 그러므로 심한 페이드를 겪고 있는 지구국은 신호 감쇠 보상을 위한 증가된 하향 링크의 전력을 갖게 된다.

3. 홍수예경보 위성통신시스템

수·우량 관측을 통한 홍수예경보시스템으로 운영중인 위성통신시스템은 크게 분산제어국(Mini-Hub Station)과 단말관측국(Remote Station)으로 나눌 수 있다. 분산제어국과 단말관측국 간의 망구조는 성형망(Star Network)으로 이루어져 있으며, 인바운드(Inbound)는 TDMA(Time Division Multiple Access), 아웃바운드(Outbound)는 TDM(Time Division Multiplexing)을 전송방식으로 사용한다.

3.1 위성시스템 구성

그림 1에서와 같이 분산제어국의 구성은 송신 시스템인 변조기와 증폭기 그리고 수신시스템으로 저잡음변환기와 복조기 등으로 이루어져 있다. 변조기(OT:Outdoor Transceiver)는 19.2Kbps 디지털 신호를 입력받아 FSK 변조, 주파수 변환등의 과정을 거쳐 14.0~14.5GHz의 RF주파수로 변환하여 캐리어를 송출하는 기능을 갖는다. 또한, 분산제어국의 송신부와 수신부 그리고 단말국 간의 동기를 이루기 위한 기준 클럭 신호를 생성하여 위성망 전체적인 성능에 영향을 미친다. 복조기(BD:Burst Demodulator)는 위성 채널을 통하여 19.2, 38.4 또는 64 Kbps 전송속도에서 동작하는 리턴링크로부터 버스트 메시지를 수신한다.

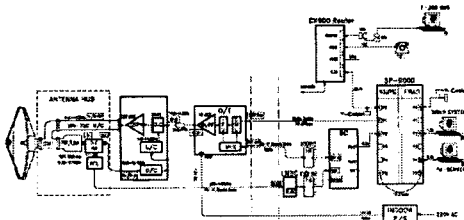


그림 1 분산제어국 블록도

3.2 단말지구국

홍수예경보용 위성 단말지구국은 VSAT을 비롯한 우량계와 수위계, 그리고 데이터 취득을 목적으로 하는 데이터 수집 단말장치(RTU : Remote Terminal Unit)와 태양광을 이용한 전원공급장치로 구성되어 있다. 현재 운영중인 위성단말장치인 VSAT은 위성을 매개로 하여 지상 지구국을 통하여 가입자에게 데이터, 음성, 영상 등의 정보를 단방향 혹은 양방향으로 제공하는 전용 지구국 통신장치를 말하며, 직경 1.2~1.8m의 초소형 안테나를 사용한다.

그림 2는 VSAT의 블록도로서 위성으로의 데이터의 송신은 외부로부터 전원공급 및 각종 card를 장착할 수 있는 slot을 가지고 있는 MBU, 변조/복조, 필터링, 리드-솔로몬 FEC 엔코더/디코더, scrambler가 있는 DMU 및 reference 신호를 MURF에 공급하는 IFU를 거쳐, 1.0W의 HPA(High Power Amplifier)로 증폭하고 reference 신호를 upconverter로 IF를 RF 신호로 바꾸어 주는 MURF와 위성파 2중 편향신호를 동시에 송수신할 수 있는 OMT를 거쳐 휘드혼을 통하여 위성으로 송출한

다. 위성으로부터의 데이터 수신은 휘드혼으로부터 OMT를 거쳐 유전체 공진발전기 형태로서 free running 발전기인 LNB Downconverter, IFU, DMU, MBU 순으로 신호를 수신한다.

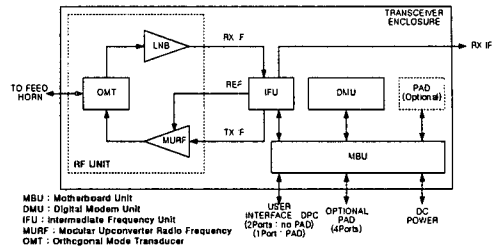


그림 2 VSAT 블록도

4. 사이트 다이버시티 구현

본 장에서는 다이버시티방식 중 균형 다이버시티(Balanced Diversity)방식에 따라 분산제어국간의 상호 백업을 구현함으로써 강우감쇠를 보상하고, 위성 주파수를 효율적으로 운영하며, 위성통신설비의 안정적 운영을 도모코자 한다.

4.1 사이트 다이버시티 구성

사이트 다이버시티 구성은 그림 3에서와 같으며, 주 분산제어국과 부 분산제어국은 실시간으로 현재의 시스템 상태를 모니터링할 수 있도록 구성한다.

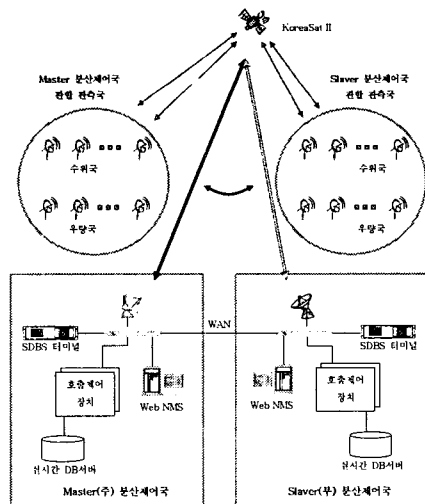


그림 3 사이트 다이버시티 구성도

상호 백업이 되는 양측 분산제어국은 주(Master) 또는 부(Slave)로 동작하게 되며, 이는 분산제어국 시스템의 양측 OT를 적절하게 제어함으로써 구현된다. 즉 주(Master) 분산제어국의 OT는 Active 상태로 동작되고 반대로 부(Slave) 분산제어국의 OT는 Nonactive 상태로 동작시킴으로써, 주 분산제어국에서 부 분산제어국의 관측국 데이터까지 호출하여 취득하게 된다. 그리고, 주 분산제어국이 취득한 부 분산제어국의 데이터는 호출서버간의 통신에 의해 부 분산제어국으로 WAN 망을 통해 전달된다.

4.2 SDBS 터미널 구성

SDBS는 아래 그림과 같이 위성신호 수신보드, 주 제어보드, 전면부, 그리고 전면판별 보드로 구성하였다. 위성신호 수신보드는 분산제어국의 위성 수신상태를 체크하기 위하여 위성신호를 수신하는 보드이다. 이 보드는 다시 IFU, DMU, 그리고 MBU로 나뉘어져 있으며 L-Band 신호를 수신하여 위성 수신신호의 세기를 감지한다.

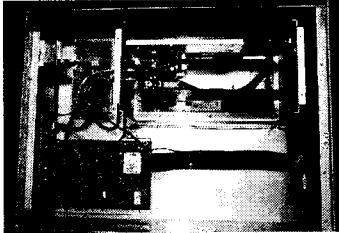


그림 4 SDBS 터미널 내부

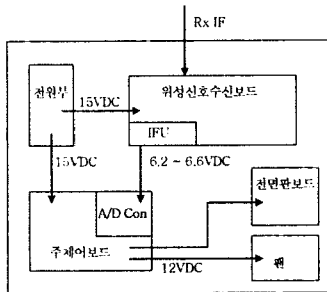


그림 5 SDBS 터미널 블록도

위성 수신신호의 세기를 감지하는 원리는 감지하려는 주파수를 감지하여 수신신호의 링크가 걸리면 약 6.2VDC ~ 6.6VDC의 전압을 발생시키는 IFU 보드의 디렉트 팁의 특성을 이용한다. 이 전압치를 주 제어보드로 전송시켜 감지된 위성신호를 dB화 하도록 하였다.

주 제어보드의 기능은 A/D 변환 기능과 전면판 보드 제어 기능으로 나눌 수 있다. A/D 변환 기능은 위성신호 수신보드로부터 입력되는 전압치를 디지털화 시키는 기능이다. 수시로 변화하는 수신신호의 전압치를 디지털 수치로 바꾸어 출력하고, 이렇게 출력된 디지털값의 정확성을 높이기 위해 이동 평균값을 취한다. 이 값은 dB 값으로 변환하여 전면판 LCD창 또는 SDBS 드라이브 프로그램으로 전송하여 자동절체를 위한 기준으로 이용한다. 전면판 보드 제어 기능은 전면판에 있는 LCD 및 LED를 제어하여 각종 경보 메시지 및 SDBS의 상태를 나타낸다.

4.3 사이트 다이버시티 방식

주와 부의 기능을 갖는 분산제어국 상호간에 절체시키는 방법은 SDBS(Site Diversity Backup System) 터미널 장치를 개발하여 적용한다. 이를 이용한 절체방법은 자동절체와 수동 절체방법으로 나눌 수 있다. 자동절체 방법은 위성신호 수신레벨이 임계값 이하로 저하된 상태로 일정시간 지속되었을 때 동작되며, 결국 관측국의 수가 정해진 관측수 이상으로 발생되었을 때 동작한다.

이와 같이 자동절체가 필요할 경우 부 분산제어국의 신호상태를 확인하여 주 분산제어국과 부 분산제어국 상호간의 전환이 이루어진다. 주 분산제어국이 전환요청을 부 분산제어국에게 하고 부 분산제어국은 현재 상태가 양호한 경우 전환 승인 메시지를 주 분산제어국에 전송한다. 이에 따라 주 분산제어국은 OT를 디저블시키고

부 분산제어국이 되고, 부 분산제어국은 OT를 인에이블시켜 주 분산제어국이 된다.

만약 부 분산제어국의 상태가 불량한 경우 전환 불가 메시지를 주 분산제어국에 전송하고 경고 알람을 발생한다. 이에 따라 주 분산제어국도 경고 알람을 발생하고, 일정한 시간 경과 후 재 승인 요청한다.

그리고, 수동절체 방법은 SDBS 터미널의 전면판에 있는 Master 또는 Slave 스위치를 이용하여 절체한다. 주 분산제어국에서 수동으로 전환요청을 한 경우 부 분산제어국은 현재 상태가 양호한 경우 전환 승인 메시지를 주 분산제어국에 전송한다. 이에 따라 주 분산제어국은 OT를 디저블시키고 부 분산제어국이 되고, 부 분산제어국은 OT를 인에이블시켜 주 분산제어국이 된다. 부 분산제어국의 상태가 불량한 경우 전환 불가 메시지를 주 분산제어국에 전송하고 현재상태를 유지한다. 부 분산제어국에서 수동으로 전환요청을 한 경우 부 분산제어국의 현재 상태가 양호한 경우 주 분산제어국에 전환 승인을 요청한다. 이에 따라 주 분산제어국은 OT를 디저블시키고 부 분산제어국이 되고, 부 분산제어국은 OT를 인에이블시켜 주 분산제어국이 된다. 만약, 부 분산제어국의 상태가 불량한 경우 스스로 경고알람을 발생하고 현재 상태인 부 분산제어국의 상태를 유지한다.

5. 결 론

본 연구에서는 점차적으로 증가되고 있는 위성망 수요에 대하여 기존의 임대 주파수 대역을 활용한 효율적인 방안 요구와 홍수기에 발생하는 집중호우에 대비한 안정적인 데이터 전송 방안, 그리고 위성통신 장비의 수명연장에 필요한 사이트 다이버시티 개념을 구현하였다.

위성망의 동기신호는 분산제어국 송신기로부터 생성되는 10MHz 기준신호에 23.4초마다 클럭 신호(RCW-Pulse)가 발생되어 리턴링크의 전체 슬롯 형성에 직접적인 영향을 미친다. 따라서 원격지에 위치한 주 분산제어국으로 아웃링크의 정보를 갖기 위해서는 RCW 신호 전송과 리턴링크의 슬롯 형성에 직접적인 영향을 미치는 RCW-Pulse 신호 전송이 동시에 이루어져야 하나, 직접적인 전송은 시간지연에 따른 동기화 구현이 어렵다.

따라서, 신호 동기화를 통한 각 분산제어국의 관할 관측데이터를 각각 처리하는 방식에 의한 백업보다는 호출제어장치의 성능향상으로 비동기 분산제어국 백업방안을 제시함으로써 데이터 취득의 안정성을 보장할 수 있도록 하였다. 이를 위해, SDBS, 호출장치 및 NMS 장치를 비동기 분산제어국 백업시스템 구현이 가능하도록 개발하여 자동절체와 수동절체를 각각 적용함으로써 안정적인 사이트 다이버시티를 구현하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] ParaGea, "Terrasat 200 Document", ParaGea Communications, Vol 1, 1997.
- [2] 한국수자원공사, "인공위성 홍수예경보 설비 최적 방안 연구", 1996.
- [3] 한국수자원공사, "분산제어국 위성설비 백업 및 송신전력 제어방안", 2004.
- [4] T. Kudou, K. Yoshida, K. Fujisaki and M. Tateiba, "On Effect of Rainfall and Airplane on a VSAT Satellite Communication System", International Symposium On Electromagnetic Compatibility, pp. 374-377, 1994.