

네트워크 기술을 활용한 e-KVN 구축

송민규*, 변도영*, 한석태*, 오세진*, 김광동*, 노덕규*, 이보안*
한국천문연구원 전파천문연구부
e-mail:mksong@trao.re.kr

Design of e-KVN using Network Technology

Min-Gyu Song*, Do-Young Byun*, Seog-Tae Han* Se-Jin Oh*, Kwang-Dong Kim*, Duk-Gyoo Roh*, Bo-Ahn Lee*
*Div. of Radio Astronomy, Korea Astronomy Observatory

요 약

e-VLBI(electronic VLBI)는 각 관측 사이트에서 얻은 대용량의 VLBI 데이터를 영상합성처리센터로 전송하기 위하여 네트워크를 이용하는 기술이다. 이는 전세계의 관측소에서 얻어낸 막대한 용량의 데이터를 실시간, 준-실시간 형태로서 데이터센터에 전송할 수 있는 유일한 방법으로서 초고속정보통신망을 적극적으로 활용하는 전파천문학의 혁신적인 방법이라 할 수 있다.

한국천문연구원에서는 연세대, 울산대, 탐라대에 건설되는 21m 전파망원경과 대덕전파천문대의 14m 전파망원경을 네트워크로 연결하는 e-KVN(Korean VLBI Network) 계획을 추진중에 있으며 이는 각 관측소에서 얻은 VLBI 데이터를 네트워크를 통하여 1024Mbps로 데이터센터까지 실시간으로 전송하는 것을 그 궁극적 목표로 하고 있다.

1. 서론

21세기에는 우주기술(ST:Space Technology)이 IT 기술 못지 않는 막대한 부가가치를 창출하고 산업전반에 걸쳐 새로운 비전을 제시해 줄 수 있는 산업으로 부각될 것이 거의 확실시되고 있다. 이에 따라 관련 기술또한 급격한 발전을 이루었는데 보다 멀리, 더욱 선명하게 천체를 관측 할 수 있는 초장기선 전파간섭계(VLBI: Very Long Baseline Interferometry)기술을 그 가장 대표적인 예라고 할 수 있다.

서로 멀리(수백~수천 km) 떨어져 있는 여러 대의 전파망원경을 동시에 사용하여 천체에서 오는 신호를 서로 합성하면 마치 그 거리에 해당하는 크기의 초대형 안테나를 사용하는 것과 같은 효과를 얻을 수 있는데 이 원리를 이용하여 초정밀의 공간분해능을 얻고자 하는 것이 초장기선 전파 간섭계(VLBI: Very Long Baseline Interferometry)이고 각 안테나와 데이터 처리 센터를 네트워크로 연결하여 각 관측소에서 획득한 데이터를 네트워크를 통하여 데

이터센터로 전송하는 것이 e-VLBI 기술이다.

본 논문은 크게 4장으로 이루어져 있는데 먼저 1장 서론과 2장에서는 VLBI와 e-VLBI에 대한 간략한 소개와 원리에 대해 알아보하고자 한다. 3장에서는 e-KVN의 백본망으로서 예상하고 있는 KOREN에 대해 간략히 살펴볼 것이며 현재 구상하고 있는 e-KVN의 네트워크 토폴로지에 대해 기술할 것이다. 마지막으로 4장에서 e-KVN의 전망 및 구축에 있어서 예상되는 문제점 및 향후 보완해야 네트워크 기술에 대해 간략히 언급하는 것으로 결론을 맺도록 한다.

2. e-VLBI 개념 및 원리

VLBI(Very-Long-Baseline Interferometry)는 지구 자전축 및 지각운동의 미세한 변화를 측정함에 있어서 가장 신뢰할 수 있는 기술로서 초고분해능의 정밀도를 보장하며 30년 이상 전파천문을 비롯한 측지, 지구물리 등 다방면에 걸쳐서 널리 사용되어 왔다. 다수의 전파망원경으로 구성된 VLBI를 사용

하면 일반 광학망원경으로는 관측이 불가능한 천체의 이미지를 얻을 수 있고 수십 micro arsec 단위의 고분해능 천체 이미지 획득이 가능하다.

수천 km의 기선을 가진 두 전파망원경에서 수 밀리미터의 정확성으로 벡터를 측정할 수 있기 때문에 시간에 따른 기선길이의 변화를 감지할 수 있고 0.1mm/yr의 정확도로 지각운동의 변화를 예측할 수도 있다. 뿐만 아니라 지구 자전을 연구함에 있어서 가장 적합한 기술이며 내핵, 맨틀, 외핵등의 지구의 내부구조를 연구함에 있어서 유일한 수단이라고 할 수 있다.

VLBI는 최대 20여개에 달하는 다수의 전파망원경으로 구성될 수 있는데 각 관측소에서 얻어낸 데이터를 데이터센터에서 영상합성 처리하여 천체 이미지 획득 과정을 거치게 된다. 그림 1에서는 두 전파망원경으로 구성되는 VLBI 어레이의 동작 메커니즘을 간략히 나타내었다.

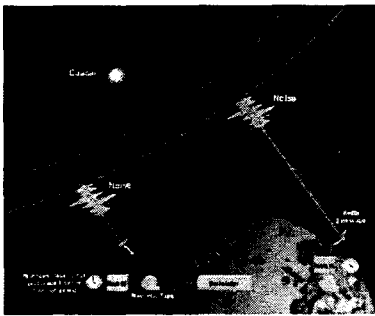


그림 1. VLBI의 동작 메커니즘

이러한 형태의 VLBI에서는 각 관측소에서 얻은 데이터를 자기테이프나 디스크에 기록한 후 배나 비행기 등의 운송수단을 통하여 데이터센터로 전송한 후 영상합성 처리 하였다. 하지만 이 방식은 데이터 기록이나 테이프운송에 있어서 많은 비효율성과 고비용의 문제점을 야기시켰고 무엇보다 관측 결과에 대한 신속한 분석이 불가능하다는 점에서 크나큰 취약점을 갖고 있었다.

이러한 문제점을 극복하기 위하여 네트워크 기술 및 관련 하드웨어 기술이 발전함에 따라 e-VLBI가 새롭게 등장하게 되었는데 이는 초고속 네트워크를 통하여 Gbps 급의 대용량 데이터를 데이터센터로 전송하는 것을 그 목적으로 한다. 초고속정보통신망을 활용한 e-VLBI에서 각 관측소에서 얻어진 VLBI 데이터는 전송 가능한 IP 패킷으로 변환되어 네트워크를 통하여 데이터센터로 전달되고 데이터센터로 수신된 VLBI 데이터는 영상합성 처리되어 관측자가 원하는 천체 이미지로서 출력된다.

e-VLBI 기술은 VLBI 연구가 시작된 1960년대 후반부터 전파 천문학 분야에서 주 관심의 대상이었

다. 미국, 일본, 유럽을 비롯한 VLBI 선진국에서는 그동안 다양한 e-VLBI 프로젝트가 수행되고 있다.

3. e-KVN 네트워크 설계

한국천문연구원은 현재 e-KVN 프로젝트를 추진중에 있는데 이는 연세대, 울산대, 탐라대에 건설되는 21m 전파망원경과 대덕전파천문대의 14m 전파망원경, 그리고 데이터센터를 광 네트워크로 연결하는 것을 1차 목표로 하며 각 관측소에서 얻은 데이터를 1024 Mbps의 전송율로 데이터센터로 전송하는 것을 최종 목표로 하고 있다.

3.1 e-KVN의 백본망으로서의 KOREN

현재 계획하고 있는 e-KVN의 대략적인 구성도를 나타내면 다음과 같다.

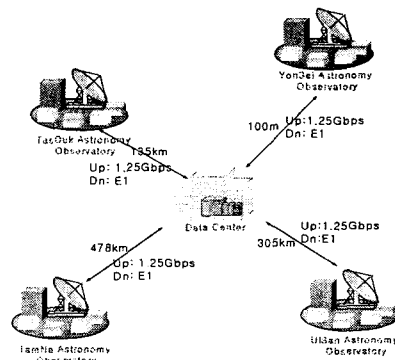


그림 2. e-KVN의 구성도

연세전파천문대, 울산전파천문대, 탐라전파천문대 그리고 대덕전파천문대에서 획득한 VLBI 데이터를 연세대 구내의 데이터센터로 전송하는데 있어서 탁월한 성능과 안정된 QoS를 제공하는 백본망은 필수 불가결한 요소라 할 수 있을 것이다. 이미 언급을 하였지만 e-KVN에서는 1024Mbps의 대용량 VLBI 데이터를 데이터센터에 실시간으로 전송하는 것을 목표로 하고 있다. 이를 위하여 e-KVN에서는 백본망으로서 KOREN(KOrea advanced REsearch Network)을 활용하고자 한다.

KOREN은 초고속네트워크 서비스를 효율적으로 지원하기 위하여 서울, 대전 등 6개 대도시에서 GigaPoP을 구축하여 ATM교환기, GSR, 중형라우터 등을 설치·확장하고 있으며 Native IPv6, Multicast, QoS, MPLS등의 차세대인터넷 서비스를 제공하고 있으며 기술발전 추세를 고려하여 지역접속체계(Access Point)를 확대해 나가고 있다. KOREN의 대략적인 망 구성도를 살펴보면 다음과 같다.

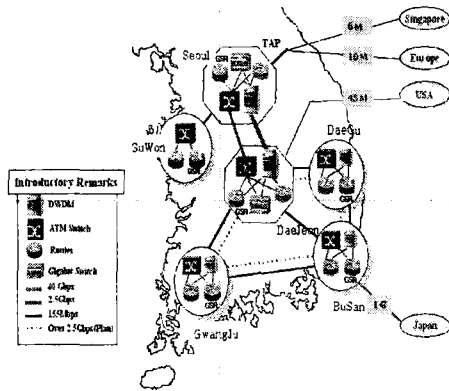


그림 3. KOREN 구성도

3.2 e-KVN의 동작 메커니즘

연세, 울산, 탐라 대학 구내의 관측소를 통해 얻은 VLBI 데이터는 10GbE으로 구축된 내부 로컬망과 메트로 이더넷을 통해 KOREN의 백본망으로 연결된다.

그림 4는 e-KVN의 토폴로지를 간략화하여 도시한 것인데 이를 기반으로 각 전파천문대의 KOREN 접속방법에 대해 요약해보면 다음과 같다.

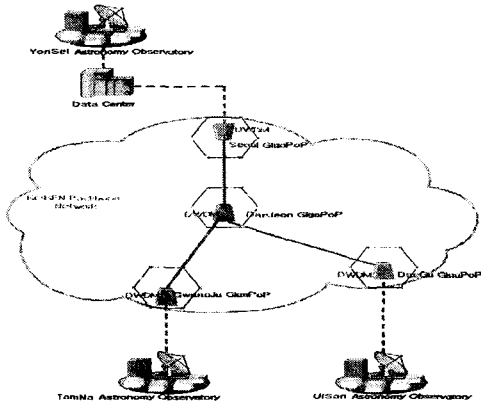


그림 4. KOREN을 기반으로 한 e-KVN 토폴로지

▶ 연세대

연세대 구내의 전파망원경으로부터 획득한 VLBI 데이터는 10GbE으로 구성된 로컬망을 통하여 1024Mbps로 데이터센터로 전송된다.

▶ 울산대

울산대 구내의 전파망원경을 통해 획득한 VLBI 데이터는 10GbE으로 구성된 로컬망 및 메트로 이더넷을 통하여 대구 GigaPoP의 GES에 도달하고 GSR의 2.5Gbps POS인터페이스를 통하여 서울 GigaPoP으로 전송된다.

▶ 탐라대

탐라대 구내의 전파망원경을 통해 획득한 VLBI 데이터는 10GbE으로 구성된 로컬망 및 메트로 이더

넷을 통하여 광주 GigaPoP의 GES로 연결되고 GSR를 통하여 2.5Gbps POS 인터페이스로 KOREN 백본망에 접속한다.

4. e-KVN 설계 및 MPLS를 고려한 네트워크 최적화

연세, 울산, 탐라 전파천문대, 그리고 대덕전파천문대에서 획득한 데이터는 10GbE으로 구성된 구내 통신망 및 메트로망을 거쳐서 GigaPoP으로 전송된다. 각 GigaPoP에서 데이터는 GES와 GSR를 통하여 KOREN 백본망으로 전송되는데 이 과정에서 대전 GigaPoP을 경유해야 한다. 여기에서도 마찬가지로 GSR를 통하여 교환/전송된다.

서울 GigaPoP의 GSR에 도달한 VLBI 데이터는 GES를 통하여 10GbE 기반의 메트로망과 연세대 구내통신망을 통하여 데이터센터로 전송된다.

VLBI의 데이터 전송에 있어서 신뢰할 수 있는 QoS 보장과 데이터 전달의 정확성은 e-KVN에 있어서 상당한 비중을 차지하는데 이를 구현하기 위하여 MPLS가 구현되어야 할 것이다.

이를 통하여 기존의 라우터에 고속의 ATM 스위칭 기술을 접목시킴으로써 다양한 링크레벨기술 (Packet over SONET/SDH, ATM, Frame Relay, GbE, 10GbE)의 수용과 효율적인 IP 트랜스포트 인프라스트럭처 구축이 가능하며 무엇보다 VLBI 데이터의 QoS 향상을 얻을 수 있을 것이다. 이를 기반으로 e-KVN 네트워크 구성도를 도시하면 다음과 같다.

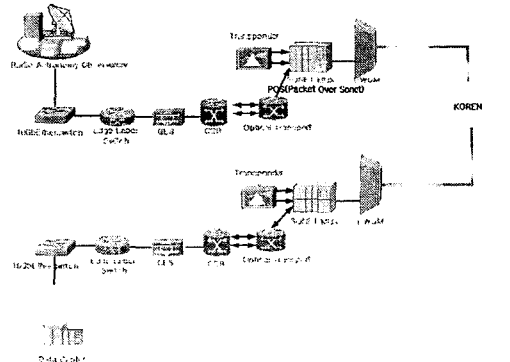


그림 5. KOREN을 활용하여 재구성된 e-KVN

5. 결론

e-VLBI은 대용량(Gbps 대역)의 VLBI데이터를 초고속정보통신망을 통하여 실시간으로 전송하기 위한 방법으로서 최소 1Gbps의 실시간 데이터를 필요로 한다는 점에서 여타의 다른 애플리케이션과 차별화되고 구현에 있어서도 네트워크 기술 및 초고속정보통신망이 절대적 비중을 차지한다는 것을 본 논문은

통해 알 수 있었다. 현재 한국천문연구원에서 추진 중인 e-KVN은 각 관측소에서 데이터센터까지 최소 1024Gbps의 실시간 데이터 전송을 목표로 하고 있는데 이를 위한 백본망 및 메트로/구내통신망으로서 각각 KOREN과 10GbE의 사용을 계획하고 있다. 본 논문에서는 급속도로 발전하는 네트워킹 기술을 감안하여 e-KVN 설계에 있어서 10GbE 및 MPLS 프로토콜이 적용된 GES 및 GSR을 구성요소로 제안하였다.

향후 백본망에서의 데이터 전송방식은 기존의 IPoS에서 IPoW(IPoWDM)을 거쳐서 All IP 기반의 전광통신망으로, 또한 구내통신망 및 메트로망에서 이더넷 기술의 발전에 따라 10GbE를 거쳐 100GbE으로의 진화가 예측되고 있다. 이에 따라 e-KVN의 네트워크 사양도 업그레이드 되어 보다 큰 용량의 실시간 데이터를 더욱 안정적으로 처리할 수 있는 형태로 진화될 것이다.

참고문헌

- [1] Dr. Brian Smith, Dr. R. E. Spencer, Mr. D. C. Brown, Dr. M. Bentley, "Optical Fibre Communications Between Radio Telescopes in the European VLBI Network," *TMR-LSF RTD Sub Project 4*, 2000. 06
- [2] 김치동, "고품질 인터넷망 구축 및 서비스 제공 계획," *정보통신부 정보화기획실*, 2002. 07
- [3] "메트로이더넷 시장보고서," *KRG Market Report*
- [4] 윤병남, 조정호, "유무선 통합을 위한 통신망 진화방안에 관한 연구," *한국전산원 연구개발보고서*, 2001. 12
- [5] 윤병남, 김치하, "공공기관의 효율적인 초고속 통신망 구축방안 연구" *한국전산원 연구개발보고서*, 2002.01
- [6] Steven Bernstein, Lorraine Prior, James Calvin, Vineet Mehta, "Glownet and Bossnet Gigabit Network Infrastructure for e-VLBI," *e-VLBI Workshop*, 2002.04
- [7] Steven Parsley, "VLBI Participation in Next Generation Network Development," *eVLBI Workshop*, 2002.04
- [8] T.Charles Yun, "Internet2:Presentation to Astronomy Community at Haystack," www.internet2.edu, 2002.04