

1Gbps급 대용량 데이터처리를 위한 고속기록/재생 시스템 구축에 관한 연구

A study on the implementation of high-speed record/playback system for processing large-quantity data of 1Gbps

¹오세진, ²노덕규, ³염재환, ⁴김범국, ⁵황철준, ⁶김광동, ⁷정구영
Se-Jin Oh, Duk-Gyoo Roh, Jae-Hwan Yeom, Bum-Kook Kim, Chul-Jun Hwang,
Kwang-Dong Kim, Gu-Young Jung

Abstract - 본 논문에서는 우주전파를 VLBI 관측시스템으로 관측한 후 고속으로 저장/재생하기 위한 시스템 구축에 관해 소개한다. 한국천문연구원에서는 2001년부터 국내 유일의 VLBI관측 시스템으로써 한국우주전파관측망(Korean VLBI Network; KVN)을 구축하고 있다. KVN에서는 1Gbps/2bit로 우주전파를 샘플링하는 샘플러와 디지털필터로 구성된 자료획득 시스템(Data Acquisition System; DAS)을 갖출 예정이다. 관측된 우주전파는 샘플러와 DAS를 통하여 처리된 데이터를 1Gbps이상의 속도로 기록된다. 본 논문에서는 1Gbps급의 대용량 데이터를 처리할 수 있는 시스템으로써 Mark5B 시스템의 구축과 시스템 구성, VSI-H, 시스템 운용 및 실험결과 등에 대해서 기술하고자 한다.

Key Words :Korean VLBI Network(KVN), DAS, VSI-H, Mark5B

1. 서론

본 논문은 국내에서 최초로 구축되는 세계적 수준의 최첨단 VLBI 관측 시스템인 한국우주전파관측망(Korean VLBI Network; KVN) 건설과 관련하여 1Gbps급의 대용량 천문관측 데이터를 처리할 수 있는 저장장치에 대해 기술하고자 한다. 전파천문학을 위해 지금까지 개발된 대용량 저장장치는 릴-테이프를 이용하여 데이터의 기록 및 재생과 같은 데이터 처리를 수행하였지만, 고속의 데이터 처리의 필요와 기술의 발전으로 인하여 하드디스크 형태의 대용량 저장 장치에 대한 관심이 증대되고 있다. 일반적으로 대용량 저장장치는 데이터 저장장치 관련 시장, 즉 금융기관, 정부기관, 기업체 등의 데이터 백업 장비로서 또는 네트워크 인터넷 관련 업체의 서버 시스템의 데이터 저장장치로서 활용되고 있으나 전파천문학에서는 하드디스크를 채용한 고속 대용량 저장장치에 대한 기술적 시도는 국내에서 처음으로 시도되고 있다. 이에 본 논문에서는 1Gbps급의 대용량 데이터를 처리할 수 있는 시스템으로써 Mark5B 시스템의 구축과 시스템 구성, VSI-H, 시스템 운용 및 실험결과 등에 대해서 기술하고자 한다.

2. KVN DAS 시스템

한국우주전파관측망(KVN)에서 구성하고자 하는 자료획득 시스템(DAS)의 구성도를 그림 1에 나타내었다.

그림 1과 같이 1Gbps/2bit로 입력신호를 디지털화한 후 광전송 장치를 통하여 안테나에서 관측동으로 광케이블을 통하여 자료를 전송하며, 전송된 데이터는 다시 광전송장치를 통하여 수신한 후 디지털 필터장치에서 데이터 분석을 수행하거나 디지털 분광기를 통하여 실시간으로 자료분석을 수행하게 된다. 디지털 필터를 통하여 분석이 완료된 데이터는 고속으로 기록기인 Mark5B에 저장된다.

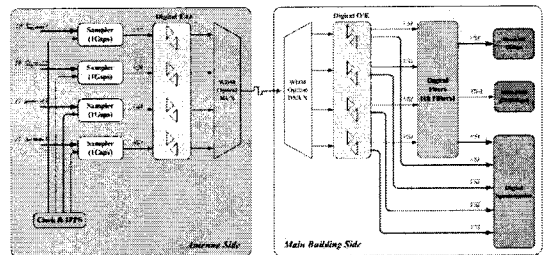


그림 1. KVN DAS 시스템 구성도.

3. Mark5B 시스템 구성

그림 2에 Mark5B 시스템의 외형을 나타내었다. 다음 절에서 이 시스템의 구성에 대해 간략히 기술한다.

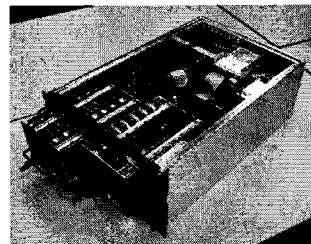


그림 2. Mark5B 시스템.

1 韓國天文研究院 電波天文研究部 前任研究員
2 韓國天文研究院 電波天文研究部 前任研究員
3 韓國天文研究院 電波天文研究部 研究員
4 大邱科學大學 情報通信系列 助教授
5 大邱科學大學 情報通信系列 專任講師
6 韓國天文研究院 電波天文研究部 責任研究員
7 韓國天文研究院 電波天文研究部 研究員

3.1 StreamStor 카드

StreamStor 카드는 완벽하게 복합된 하부구조로서 호스트에 의한 방해받지 않고 데이터 스트리밍 동작을 수행할 수 있다. 이러한 구조는 하드웨어의 속도는 데이터를 압축하지 않고 제이거 낱 200Mbytes/sec까지 데이터 전송율을 유지할 수 있고 Tbyte까지 저장능력을 향상시킬 수 있다. 따라서 데이터 소스로부터 데이터를 직접 디스크 드라이브로 전송할 수 있는 장점을 가지고 있다. 따라서 일반적인 대용량 저장장치의 경우 PCI 버스를 통해 입력된 데이터에 대해 CPU와 주기억장치가 우선 데이터 처리를 위한 연산을 수행하고 다시 처리된 데이터를 디스크 드라이브로 전송하는 과정에 데이터 버스의 속도와 CPU 속도 등에 따른 데이터 손실이 발생할 수 있지만, StreamStor 카드를 채용한 저장장치의 경우 입력된 데이터는 CPU와 메모리를 통하지 않고 직접 디스크 드라이브로 전송되어 데이터의 손실을 방지할 수 있으며, 높은 전송속도를 유지할 수 있다.

그림 3에는 일반적인 SCSI 카드와 StreamStor 카드의 저장방법을 나타내었다.

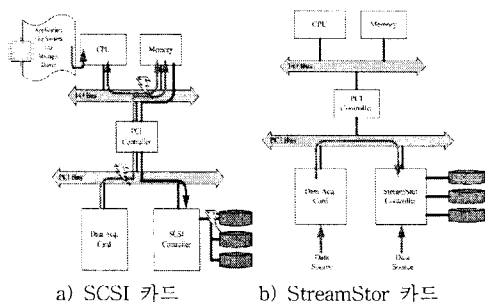


그림 3. SCSI 카드와 StreamStor 보드를 이용한 데이터 저장.

StreamStor 카드에 탑재된 중요한 기능 중의 하나는 FPDP(Front Panel Data Port)이다. 이것은 플랫폼에 독립적인 32비트 동기 데이터 흐름 경로를 의미하는데, 카드와 처리 블록 사이의 적당한 거리에 대해 높은 속도(160MByte/sec)로 데이터를 전송할 수 있다.

3.2 Mark5B I/O 카드

그림 4는 Mark5B 시스템에 장착되어 고속의 데이터 처리를 수행하는 핵심코어 부분인 Mark5B I/O 카드를 나타내었다. 이와 함께 그림 5는 이 카드의 기능적 구성도를 나타낸 것이다.

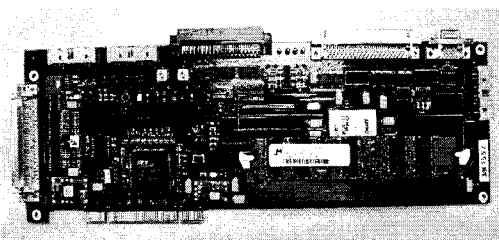


그림 4. Mark5B I/O 카드

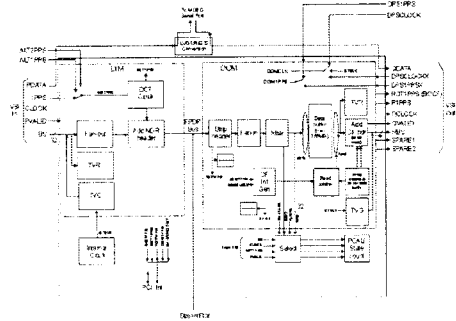


그림 5. Mark5B I/O 카드의 기능적 구성도.

그림 5에 나타낸 것과 같이 기능적으로 이 카드는 DIM(Data Input Module)과 DOM(Data Output Module)로 구성되며 FPGA의 Vertex-II 칩을 이용하여 실제 회로설계를 구성하였으며, StreamStor 카드와의 고속 데이터처리의 수행을 위해 FPDP 기술이 도입되었으며, 다른 기종과의 효과적인 인터페이싱을 위해 VSI-II 기술도 도입되었다. 입력된 데이터는 VSI 비트 스트림으로 포맷팅되며, 비트 스트림을 Mark5B 시스템에 기록하기 위해 FPDP 버스로 보내진다. 이 경우 다른 DIM 다운스트림과 데이터 스트림을 직렬연결도 할 수 있다. 이 I/O 보드의 특징은 DIM은 주로 VSI 입력포트를 통해서 Mark5B에 고속의 데이터 저장을 위한 모듈로서 동작하며, 이와 반대로 DOM은 기록된 데이터를 고속으로 FPDP 버스와 VSI 출력포트를 통해서 상관계로 데이터를 전송하는데 사용되는 것이다.

3.3 디스크 모듈

그림 2에 나타낸 것과 같이 8개의 하드디스크를 장착한 8-pack 모듈은 4쌍의 Master/Slave로 구성된다. 8-pack 디스크 모듈은 다음과 같은 사항들이 적용된다. 우선 모듈 내의 모든 디스크는 동일한 용량을 가지고 있어야 한다. 만약 디스크 용량이 다를 경우, 모듈의 유효 용량은 (디스크 수) × (가장 작은 디스크 용량)으로 설정된다. 두 번째는 모듈의 앞과 뒤까지, 디스크 위치는 0M, 0S, 1M, 1S, 2M, 2S, 3M, 3S이다(M: Master, S: Slave). 세 번째는 만약 8개의 디스크보다 적은 수가 장착되면, 데이터율이 이에 대응하여 감소한다. 허용된 디스크의 수는 1, 2, 3, 4, 6, 8이다. 표 1에 다양한 디스크의 수에 대한 모듈 용량과 디스크 위치를 나열하였다. 네 번째는 모듈의 모든 디스크는 가능하면 동일한 제조사와 모델을 사용할 것을 권장한다. 그러나 만약 이것이 불가능하다면, 각 디스크의 Master/Slave 쌍은 반드시 동일한 제조사의 모델을 사용해야 한다.

표 1. 다양한 디스크의 수에 대한 최대 속도와 위치.

디스크수	위 치	최대속도(Mbps)
1	0M	128
2	0M, 1M	256
3	0M, 1M, 2M	256
4	0M, 1M, 2M, 3M	512
6	0M, 0S, 1M, 1S, 2M, 2S	512
8	All	1024

3.4 디스크 기록시간

표 2는 다양한 일반적인 디스크 용량에 대해 다양한 전체 데이터 속도에서의 디스크 당 기록시간을 나타낸 것이다.

표 2. 다양한 전체 데이터 속도에 대한 디스크 당 기록시간.

전체 데이터속도 (Mbps)	디스크당 기록시간(분) (전체 기록시간에 대해 디스크 수를 곱함)		
디스크 용량	120GB	200GB	300GB
16	1000.0	1666.7	2500.0
32	500.0	833.3	1250.
64	250.0	416.7	625.0
72	222.2	370.4	555.6
128	125.0	208.3	312.5
144	111.1	185.2	277.8
256	62.5	104.2	156.3
288	55.6	92.6	138.9
512	31.3	52.1	78.1
576	27.8	46.3	69.4
1024	15.6	26.0	39.1

3.5 VSI-H(VLBI Standard Interface Hardware)

다양한 VLBI 데이터 시스템의 효과적인 연결을 위해 VSI-H를 개발하게 되었으며, 이로 인하여 관측국과 상관국 사이의 다양한 VLBI 데이터 시스템의 호환성을 극대화 할 수 있게 되었다. 현재 KVN에서 구축하고 있는 모든 관측 시스템은 VSI-H로 시스템 연결을 하도록 설계제작되고 있다. VSI-H의 구성도를 그림 6에 나타내었다.

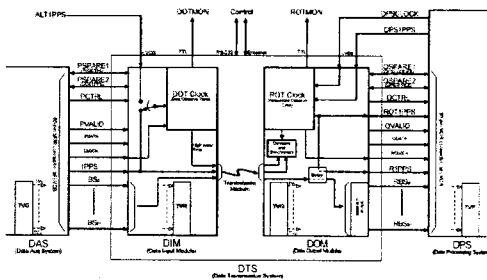


그림 6. VSI-H의 기능적 구성도.

3.6 VSI-H의 특징

VSI-H의 특징을 나열하면 다음과 같다.

- 1 Gbps '채널 할당량' 정
- 32 병렬 비트 스트림을 사용
- 32 MHz(2, 4Gbps의 채널 할당량에 대해 64, 128MHz로의 확장) 클럭 사용
- 채널 할당에 따른 80핀의 표준연결단자 하나를 가짐
- 표준화된 전기적·시간적 규격을 가짐
- 신호 인터페이스는 모두 LVDS 사용
- 데이터에 시각 태깅을 하는 방법은 모두 DTS의 내부에서 수행되며 VSI-H에서는 정의하지 않음
- 시험 백터 생성기/수신기 장착
- 상관기에 직접 연결하기 위한 모델-지연 성능을 간략화
- 새로운 시스템에 쉽게 적용하기 위해 유연성을 가짐
- 쉬운 저장미디어 변경이 용이함

4. 시스템 구축 및 실험

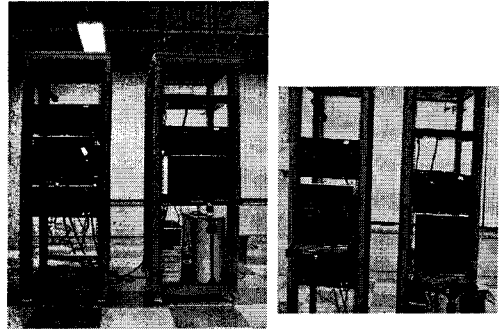


그림 7. 구축된 1Gbps급 대용량 기록/재생 시스템.

그림 7은 앞에서 소개한 시스템을 이용하여 대용량 데이터의 고속기록/재생을 할 수 있도록 구축된 모습을 나타낸 것이다. 그림에 나타낸 것과 같이 고속샘플러(1Gsp/2bit)와 Mark5B 시스템을 VSI-H를 포트를 통하여 직접 연결하여 간단한 기록실험을 수행하였다. 그림 1에 나타난 KVNDAS 시스템에서는 디지털필터에서 분석된 데이터를 Mark5B로 기록되도록 되어 있지만, 본 연구에서는 사전 실험으로써 VSI-H 기능을 가진 고속샘플러와 Mark5B 시스템과의 직접 연결을 처음 시도하였다.

시스템간의 VSI-H 호환성과 시스템 기록성능을 확인하기 위해 실험을 수행한 결과 고속샘플러의 테스트 백터생성기로 발생된 VSI 데이터가 Mark5B 시스템으로 잘 기록되는 확인할 수 있었다.

향후에는 현재 고속샘플러와 다른 VSI 기능을 가진 보드를 이용하여 소프트웨어적으로 데이터를 기록/재생/분석할 수 있는 시스템과의 실험결과를 분석한 후 Mark5B에 직접 고속샘플러의 데이터를 기록한 경우와 비교하여 전체 시스템의 유효성을 확인할 예정이다.

5. 결론

본 논문에서는 우주전파를 VLBI 관측시스템으로 관측한 후 고속으로 저장/재생하기 위한 시스템 구축에 관해 소개하였다. 한국천문연구원에서는 2001년부터 국내 유일의 VLBI관측 시스템으로써 한국우주전파관측망(KVN)을 구축하고 있다. KVN에서는 1Gsp/2bit로 우주전파를 샘플링하는 고속샘플러와 디지털필터로 구성된 자료회독시스템(DAS)을 갖추어 예정이다. 가상의 데이터를 생성하여 고속샘플러와 Mark5B 시스템을 연결하여 기록실험을 수행한 결과 자료전송과 기록이 잘 수행됨을 확인하였다. 향후에는 고속샘플러-Mark5B 연결, 고속샘플러-VSI보드를 장착한 서버 연결 등의 실험을 수행한 후 기록된 데이터 비교실험을 수행하여 전체 시스템의 유효성을 확인할 예정이다.

참고 문헌

- [1] 오세진 et al., "천문데이터 기록 및 상관처리를 위한 PC-VSI 시스템 구축," 2006년도 19회 신호처리학술대회, 제19권 제1호, pp. 192, 2006. 9.