

# 디지털 상관기 성능 측정의 최적화 기법

염재환\*, 정구영, 노덕규, 오세진, 김광동, 이창훈  
한국천문연구원

## Optimization Methodology of Quality Measurement of Digital Correlator

Jaehwan Yeom\*, Gooyoung Jeong, Dukgyoo Roh, Sejin Oh, Kwangdong Kim,  
Changhoon Lee  
Korea Astronomy and Space Science Institute  
E-mail : \*jhyeom@kasi.re.kr

### Abstract

In this paper, we propose a method that measures quality of digital correlator. Quality of digital correlator in field of image composition of radio astronomy have as important position for acquisition of radio wave image with high precision. Digital correlator should have wide bandwidth and high precision to study on deep space. Digital correlator, therefore, should be designed to have high speed processing and high precision. But, real time measurement of quality of digital correlator using acquisition data is difficult to compare accuracy of result because digital correlator should process a large quantity of data with high speed. Measurement method of quality, also, has intricate implementation of experiment equipment. this paper present methods that compose experiment equipment without external installation easily and verify quality of digital correlator perfectly.

### I. 서론

우주전파영상합성 분야에서 디지털 상관기의 성능

은 고정밀도의 전파영상을 획득하는데 중요한 요소이며, 깊은 우주를 연구하기 위해서는 디지털 상관기의 신호 처리 대역폭이 넓어야 하며 고분해능을 가져야 한다. 그러므로, 고속, 고정밀도를 갖는 디지털 상관기를 설계하여야 한다[1]. 설계한 디지털 상관기의 성능을 검증하기 위해서 획득된 데이터를 이용하여 실시간으로 검증하는 방법은 고속의 대용량의 데이터를 처리해야 하기 때문에 결과의 정확성을 비교하기가 쉽지 않다. 또한 함수발생기, 오실로스코프, 로직분석기 등의 장치들을 이용하여 성능을 검증하는 방법은 구성이 복잡해지고, 디지털 상관기에서 획득한 데이터와 실제의 결과의 정확성을 비교하기가 쉽지 않다. 본 논문은 디지털 상관기의 성능을 측정하는 방법으로 획득된 데이터를 이용하여 완벽하게 비교 검증할 수 있을 뿐만 아니라 외부 장치 없이 간단하게 실험 장치를 구성 할 수 있는 방법을 제시한다. 제시한 방법의 타당성을 검증하기 위해서 FPGA(Field Programmable Gate Array)를 이용하여 128 채널을 갖는 1 비트 자기상관기를 개발하였다.

### II. 본론

상관함수는 시간 영역에서 두 입력 신호의 상관도를 측정하는 것으로 기준 신호에 대해 거리, 시간, 혹은

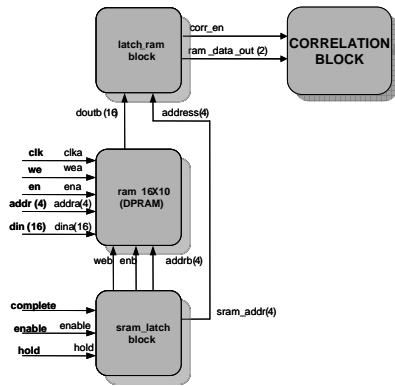


그림 1. 1비트 자기상관기 제어신호의 구성

속도만큼 지연된 신호와의 상호 연관성을 수학적 지표로 나타낸 것이다. 두 신호 혹은 두 프로세스의 성질을 나타내는 교차상관함수는 식(1)과 같다[2].

$$R_{xy}(\tau) = E[X(t)Y(t-\tau)] \quad (1)$$

$$= \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} xyf_{x(t)y(t-\tau)}(x, y)dx dy$$

여기서, X(t), Y(t)는 랜덤 프로세스이고,  $\tau$ 는 시간 지연을 나타낸다. X(t), Y(t) 프로세스의 데이터는 전파망원경의 수신기에서 수신한 신호이며, 샘플러에서 2 진화된 데이터를 상관기의 입력으로 보내기 전에 하드디스크 드라이브(HDD)에 저장하고 실험하고자 하는 부분을 추출하여 디지털 상관기의 입력으로 사용할 수 있다. 추출한 데이터를 사용자 컴퓨터에서 시뮬레이션함으로써, 그 결과를 디지털 상관기의 출력 결과와 비교 검증할 수 있다. 획득한 데이터 뿐만 아니라, 디지털 상관기의 안정도를 측정하기 위해 편집된 모든 신호에 대해서도 비교 검증이 가능하다. 그림 1은 본 논문에서 제안하는 방법을 보여준다. 사용자 컴퓨터에서 추출한 데이터를 SRAM 영역에 저장한다. 저장한 SRAM 영역의 데이터를 직렬화(serialize)하여 디지털 상관기에 보냄으로써 상관함수를 구할 수 있으며, 사용자 컴퓨터로 전송하여 시뮬레이션 데이터와 비교함으로써 디지털 상관기의 성능을 측정할 수 있다.

### III. 실험결과

성능을 측정하기 위한 입력 데이터는 백색 가우시안 잡음(White Gaussian Noise)을 첨가한 5MHz 정현파 신호를 이용하였다. 그림 2는 디지털 상관기의 출력값과 시뮬레이션 결과값을 보여준다. 그림 3은 각 채널당 디지털 상관기의 출력과 시뮬레이션 결과의 오차를 보

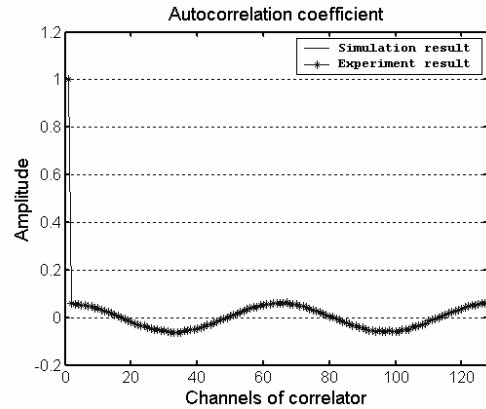


그림 2. 1비트 자기상관 결과

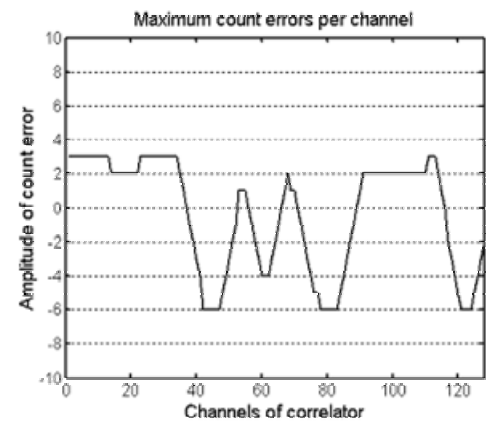


그림 3. 1비트 자기상관기의 채널당 최대 오차

여준다. 실험에 사용된 디지털 상관기의 최대 오차는 -6을 가지고 있으며, 평균 -0.3984의 오차를 가지고 있다.

### IV. 결론 및 향후 계획

본 논문은 복잡한 실험장치 구성 없이 정확하게 디지털 상관기의 성능을 측정하는 방법을 제시하였다. 향후에는 2 비트, 4 레벨 및 상호상관기의 성능을 측정할 수 있는 방법을 연구할 계획이다.

### 참고문헌

[1] “KVN 전파영상합성기 개발을 위한 기획연구”, 한국천문연구원, 2004.  
 [2] C. H. Lee, H. K. Choi, K. D. Kim, S. T. Han, T. S. Kim, D. Y. Byun, B. C. Koo, “A Design and Development of 400MHz Band Autocorrelator for Radio Astronomy Observation”, The Korean Astronomy Society, 2003.