

# 최적 성능을 갖는 1비트 자기상관기 개발에 관한 연구

\*염재환, \*정구영, \*노덕규, \*오세진, \*김광동, \*이창훈  
\*한국천문연구원  
\*jhyeom@kasi.re.kr

## A study on the development of 1bit autocorrelator with optimization quality

\*Jae-Hwan Yeom, \*Goo-Young Jeong, \*Duk-Kyu Roh, \*Se-Jin Oh, \*Kwang-Dong Kim, \*Chang-Hoon Lee  
\*Korea Astronomy and Space Science Institute

### 요 약

본 논문은 1비트 자기상관기의 개발과 더불어 성능측정 방법을 제시함으로써 최적의 성능을 갖는 1비트 자기상관기 개발에 관한 방법을 제시한다. 우주전파영상합성 분야에서 디지털 상관기의 성능은 고정밀도의 전파영상을 획득하는데 중요한 요소로 자리잡고 있으며, 멀리 있는 천체일수록 도플러 편이에 의해 전파 신호들이 스펙트럼 상에서 멀리 분포하기 때문에, 깊은 우주를 연구하기 위해서는 디지털 상관기의 신호처리 대역폭이 넓어야 하며 고분해능을 가져야 한다. 그러므로, 고속, 고정밀도를 갖는 디지털 상관기를 설계하여야 한다. 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 복잡하고, 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.

### I. 서론

디지털 상관기는 우주전파 영상합성 분야에서 천문관측을 통해 획득한 데이터를 처리하기 위한 핵심적인 기술이다. 상관처리 기술은 1967년 최초로 2대의 전파망원경을 연결하는 아날로그 방식의 전파간섭계가 실험적 수준에서 성공한 이래로 우주의 미세 구조를 밝혀내기 위해 데이터 처리의 대량화와 초고속화가 진행되고 있다. 현재 세계 여러 나라의 전파천문 관측소에서는 독자적으로 상관센터를 운영하고 있으며, 소수의 선진국만이 기술적 우위를 바탕으로 초고속 디지털 데이터처리 및 상관 분야의 기술을 독점하고 있다[1]. 디지털 상관기의 개발은 초고속 데이터 획득 및 반도체 집적 기술 등의 첨단 IT 기술이 결합된 분야로 관련기술의 실용성 및 시장성이 매우 높기 때문에 초장기선전파간섭계(VLBI) 분야를 이제 막 시작하는 우리나라로서는 선진국과 대등한 경쟁력을 갖추고 기술 경쟁에서 뒤지지 않고, 외국의 기술의존성을 탈피하기 위하여 첨단 초고속 데이터처리 기술, 상관처리 기술 개발이 시급하다. 세계적 수준의 초고속 및 고정밀도를 갖는 디지털 상관기를 개발하기 위해서는 상관 알고리즘에 대한 디지털 신호 처리(Digital Signal Process)와 전자공학의 기반 기술이 뒷받침 되어야 한다. 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 32비트, 128채널을 갖는 1비트 자기상관기를 개발하였다.

### II. 본론

#### 1. 상관함수

상관함수는 시간 영역에서 두 입력 신호의 상관도를 측정하는 것으로 기준 신호에 대해 거리, 시간, 혹은 속도만큼 지연된 신호와의 상호 연관성을 수학적 지표로 나타낸 것이다. 두 신호 혹은 두 프로세스의 성질을 나타내는 교차상관함수는 식(1)과 같다[2].

$$R_{XY}(\tau) = E[X(t)Y(t-\tau)] \\ = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} xyf_{X(t),Y(t-\tau)}(x,y)dx dy \quad (1)$$

여기서,  $X(t)$ ,  $Y(t)$ 는 랜덤 프로세스이고,  $\tau$ 는 시간 지연을 나타낸다. 이러한 결과를 -1과 1 사이의 값으로 정규화하기 위한 상관계수 식은 식(2)와 같다.

$$\rho(\tau) = \frac{R_{XY}(\tau)}{\sqrt{\sigma_X^2 \sigma_Y^2}} \quad (2)$$

여기서,  $\sigma^2$ 은 분산(variance)이다.  $\rho$ 가 1인 경우를 correlated 라 하고, 0인 경우를 uncorrelated 라 한다. 그리고, -1인 경우를 anti-correlated 라 한다.  $X(t)$ ,  $Y(t)$ 가 동일한 프로세스를 자기상관함수라 하고, 자기상관함수를 FFT(Fast Fourier Transform)를 하여 전력밀도스펙트럼을 구할 수 있다.  $X(t)$ ,  $Y(t)$  프로세스의 데이터는