

# 광대역 신호 수신기 잡음중첩 영향 분석

박정, 장재혁, \*이흥노  
광주과학기술원

sillentsky@gist.ac.kr, jjh2014@gist.ac.kr, \*heungno@gist.ac.kr

## Analysis of noise folding effect for wideband signal receiver

Jeong Park, Jehyuk Jang, \*Heung-No Lee  
Gwangju Institute of Science and Technology (GIST).

### 요약

본 논문은 대표적인 광대역 신호 수신기 중 하나인 Modulated Wideband Converter (MWC)에서의 잡음 영향에 대해 분석하였다. MWC는 광대역 신호가 존재하는 대역을 여러 sub-band로 분할하고 기저대역으로 모아서 신호들을 복원함에 따라, 잡음 또한 중첩되게 되며 이는 신호 대 잡음 비의 저하를 야기하고 나아가 신호 복원 성능 열화를 유발할 수 있다. 신호의 스펙트럼 위치의 sub-band에서만 잡음이 존재하는 경우의 신호와 잡음이 중첩되어 존재할 때 이를 복원한 신호간의 파형분석을 통해 잡음중첩의 영향을 확인하였다.

### I. 서론

아날로그 신호를 디지털로 변환하는 Analog-to Digital converter (ADC)는 신호처리 분야에서 필수적인 요소이다. 왜곡 없이 광대역 아날로그 신호를 디지털화하기 위해서는 ADC의 표본화율이 Shannon-Nyquist sampling rate 보다 높아야 한다. 하지만, 현재 ADC의 표본화율은 Shannon-Nyquist sampling rate 보다 한참 낮으며, 이를 극복하기 위해 압축센싱 [1]을 기반으로 한 광대역 신호 수신기들이 제안되어 왔으며, Modulated Wideband Converter (MWC) [2]는 대표적인 광대역 신호 수신기 중 하나이다.

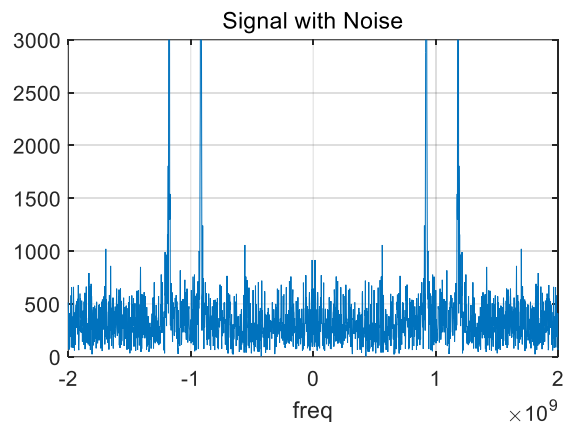
MWC는 일련의 Mixer, 저대역 통과 필터, ADC로 구성되어 있고 이는 채널마다 반복된다. 다중신호들이 혼합되어 MWC에 입력되고, 입력신호는 Mixer에서 의사 랜덤 시퀀스와 곱해지는 것과 저대역 통과 필터를 거치는 것을 통하여 약 20GHz 주파수 영역에서 산재되어 있던 입력 스펙트럼은 의사 랜덤 시퀀스의 주파수 주기와 같은 간격의 sub-band들로 나뉘고 기저대역으로 모인다. 따라서, 기저대역으로 모인 신호는 ADC를 통하여 왜곡 없이 표본화가 가능하며 추가적인 디지털 신호 처리 및 알고리즘을 통해 신호 복원이 이루어진다.

### II. 본론

MWC를 통해 광대역 신호를 획득한 경우, 광대역에서 신호의 스펙트럼이 차지하는 sub-band의 수는 희소하며 나머지 sub-band들에는 잡음 신호가 존재해 있다. 따라서, Mixer와 저대역 필터에 의해 기저대역으로 sub-band들이 모일 경우, 각각의 잡음들이 중첩되어 신호 대 잡음 비 (SNR) 수치 저하 및 뒤의 디지털 신호

처리 과정을 통한 신호 복원 시, 복원 성능 열화를 야기할 우려가 있다.

주파수 영역에서 입력 신호의 스펙트럼은 원 신호와 잡음의 혼합된 모습으로 나타내어진다. 잡음중첩의 영향을 확인하기 위하여, 그림 1과 같이 주파수 영역에서 잡음이 전 sub-band에 존재하는 신호와 원 신호가 들어있는 sub-band 영역에서만 잡음이 존재하는 신호를 생성하였다.



(a)

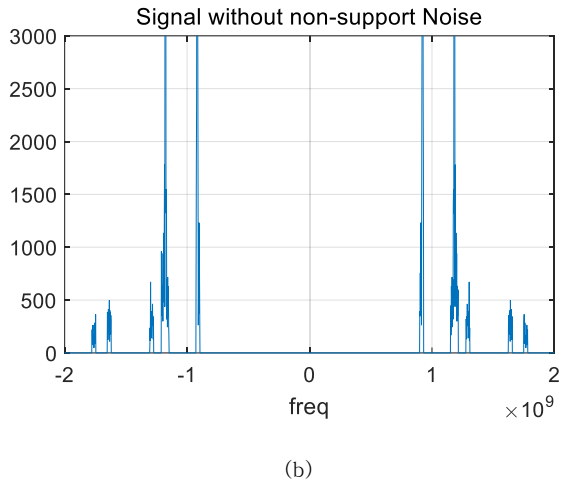


그림 1. 전 대역에서 잡음이 존재하는 신호의 스펙트럼 (a) 과 신호가 할당된 sub-band 에 신호가 존재할 경우 (b).

시간 축에서, 그림 1 (a)의 신호와 (b)의 신호가 MWC 에 입력되어 복원된 신호의 파형을 통해서 그림 2 와 같이 잡음중첩의 영향을 확인 할 수 있다. 신호 대 잡음 비는 다음과 같이 정의 되었다.

$$SNR = \|x\|_2 / \|n\|_2 \quad (1)$$

여기서  $x$  와  $n$  은 각각 입력 신호와 잡음의 벡터 이다. 그림 2 에서 확인 할 수 있는 바와 같이, 낮은 SNR 에서는 잡음의 중첩이 신호 복원에 영향을 끼쳤으나, SNR 이 구현 가능 할 수준일 경우 잡음중첩의 영향은 무시 할 수 있는 수준 이다.

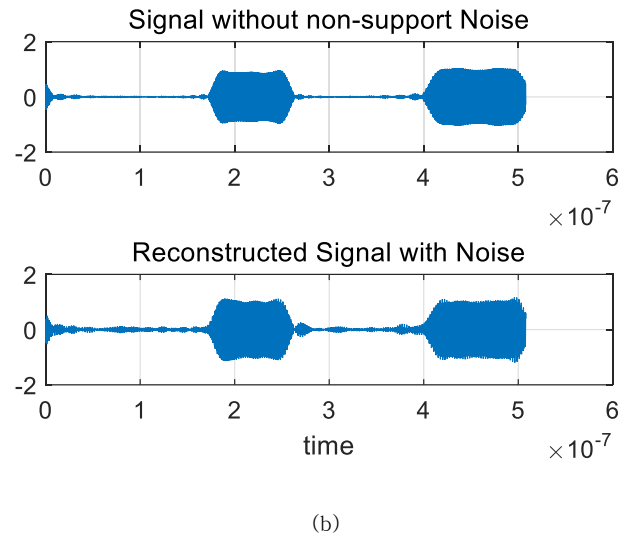
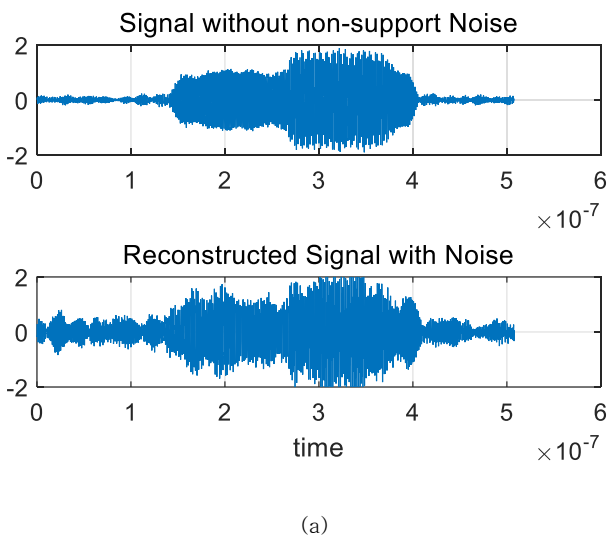


그림 2. SNR=-5 인 경우 (a), SNR=10 인 경우 (b).

### III. 결론

본 논문에서는 광대역 신호 수신기인 MWC 의 신호 복원 과정에서 생길 수 있는 잡음중첩에 대한 분석을 하였다. 잡음이 신호의 세기보다 강할 경우 잡음중첩이 신호의 복원 시 왜곡을 야기 했지만, SNR 이 일반적인 신호의 수준에서는 잡음중첩이 복원 성능에 영향을 미치지 않는다.

### ACKNOWLEDGMENT

이 논문은 2016 년도 한화탈레스(주)의 재원을 지원 받아 수행된 연구임.

### 참 고 문 헌

- [1] Emmanuel Candes, Justin Romberg, and Terence Tao, "Robust uncertainty principles: Exact signal reconstruction from highly incomplete frequency information," IEEE trans, on Information Theory, 52(2) pp, 489-509, Feb, 2006.
- [2] M. Mishali, Y. C. Eldar. "From Theory to Practice: Sub-Nyquist Sampling of Sparse Wideband Analog Signals," IEEE journ. in Signal Processing, Vol. 4, No.2 , pp. 375-391, Apr, 2010.