



차세대 디지털 전송방식의 MIMO 기술



조영훈
SBS송신소 차장

ATSC 방식의 지상파 디지털 방송을 시작한지 벌써 10년 가까운 시간이 흘렀다.

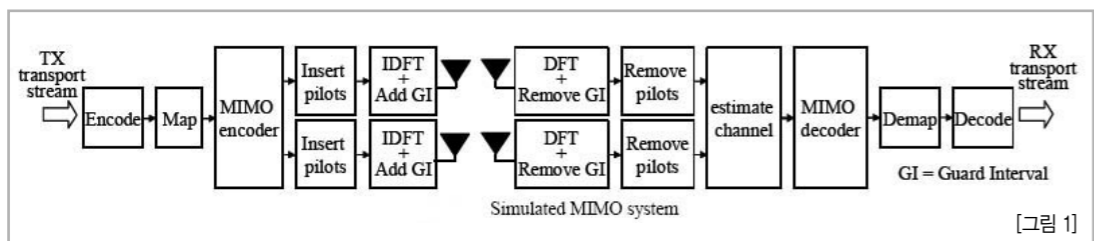
초기 전송방식 선정과정에서 약간의 불협화음이 있긴 했지만 이제 디지털 HD TV가 가정용 TV 시장의 대체를 이룬지 오래다. 그리고 2012년 12월 31일이 되면 ASO(Analog Switch Off)가 되면서 fully 디지털 방송시대가 열리고 1단계 디지털 전환 성숙단계에 진입하게 될 것이다. 바야흐로 이제의 차세대 디지털 TV 전송방식 선정에 대한 논의를 해야할 시기가 도래한 것이다.

ATSC 디지털 TV 전송방식은 Mpeg-2 압축방식을 사용하여 데이터 효율이 좋지 않았으나 지금은 Mpeg-4 AVC/H.264 와 HEVC(High Efficiency Video Coding) 등 다양한 고효율 압축 방식들이 있고 변조 및 에러코딩기술도 획기적으로 발전하였다.

이러한 기술의 발전과 함께 더 많은 데이터 용량의 요구가 결합하면서 차세대 디지털 TV 전송방식을 도출시키게 된다. 차세대 전송방식으로 는 모두들 아는 바와 같이 DVB-T2와 ATSC 2.0이 언급되고 있는데 이 중에서 DVB-T2에 포함되어 있는 MIMO 기술에 대해 간략히 알아보고자 한다.

MIMO 전송은 여러분야에서 연구가 되고 있는데 그 이유는 데이터 전송용량(Capacity)의 증가를 가져오기 때문이다. MIMO의 원리는 전송대역(Bandwidth)의 확장없이 전송용량과 신뢰성의 향상을 위해 서로 다른 안테나를 이용한 공간 Diversity로부터 이점을 얻는데 있다.

일반적인 DVB-T2 MIMO 송수신 시스템은 아래와 같다. 송신단 측에서 먼저 MUX adaptation, energy dispersal, outer coder, outer interleaver, inner coder, inner interleaver 그리고 constellation 형태의 data mapping 등의 코딩과 모듈레이션을 행하고 그 다음에 MIMO 코딩이 이루어진 다음 두 개의 독립된 루트로 나누어지면서 각각의 루트에 pilot 삽입, frequency to time 변환 guard interval이 삽입이 이루어 진다. [그림 1 참조] 수신기에는 complementary blocks이 있어 전송된 정보를 복원할 수 있다.



[그림 1]

DVB-T2에서는 MIMO 전송을 위해 Alamouti code matrix를 이용한다.

Alamouti의 space-time code는 [그림 2]와 같다.

[그림 2]

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} x_1 & -x_2^* \\ x_2 & x_1^* \end{bmatrix}$$

where x_i^* represents the conjugation of x_i .

각 행은 송신 안테나를 나타내고 각 열은 time interval을 나타낸다.

시간상 첫번째 타임에 x_1 심벌이 첫번째 안테나로 송출되고 x_2 는 두번째 안테나로 송출된다. 그리고 두번째 타임에는 $-x_2^*$ 첫번째 안테나로 송출되고 x_1^* 는 두번째 안테나로 송출된다.

이 코드를 기본으로 하여 time technique을 주파수 영역으로 옮기면, frequency-time코드는 [그림 3]과 같이 표현된다.

$$\bar{X} = \begin{bmatrix} X_{(2n-1)} & X_{(2n)} \\ -X_{(2n)}^* & X_{(2n-1)}^* \end{bmatrix}$$

[그림 3]

각 행은 송신 안테나를 나타내지만 열은 data 캐리어를 나타낸다.

첫번째 안테나를 통해 첫번째 캐리어에 OFDM 첫번째 심벌이 실리고 두번째 캐리어에는 두번째 심벌에 -를 붙이고 켈레복소수로 만들어서 첫번째 심벌과 시간상 같은 위치 실어 보낸다.

두번째 송신 안테나를 통해서 첫번째 캐리어에 두번째 심벌을 실어 보내고 두번째 캐리어에는 첫번째 심벌을 켈레복소수로 만들어 실어 보낸다.

이 코드는 각각의 OFDM 심벌에 대해 pair(쌍) 단위로 적용이 된다.

DVB-T2에서는 상기 코드를 수정하여 SISO 시스템과 역 호환이 가능하도록 코드를 변형하여 [그림 4]와 같이 Modified Alamouti Matrix를 사용한다.

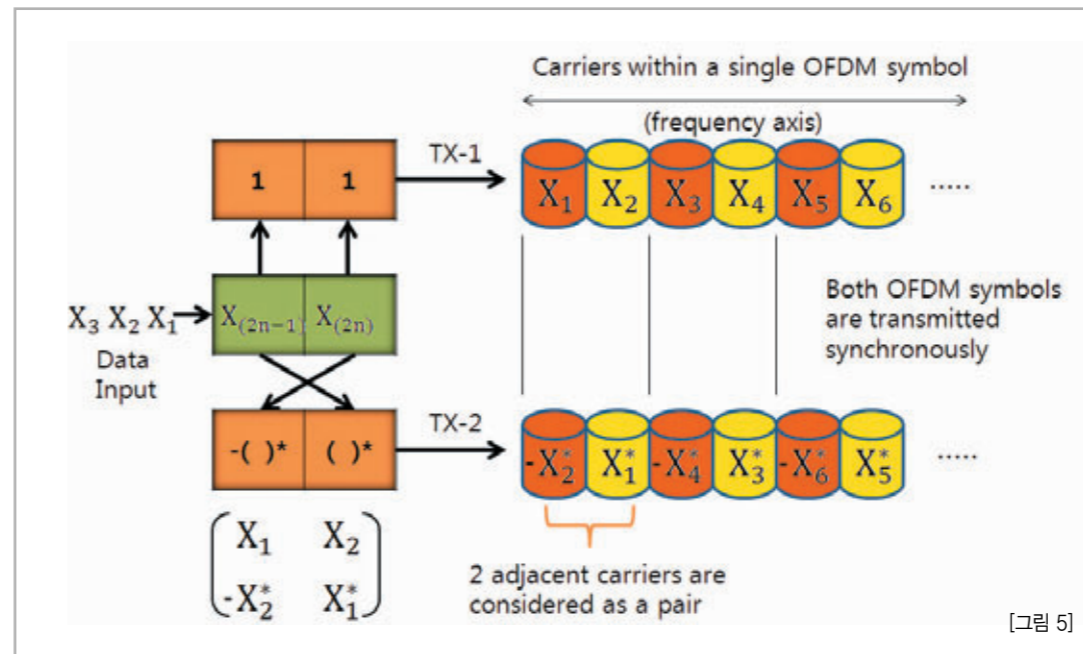
$$\bar{X} = \begin{bmatrix} X_{(2n-1)} & X_{(2n)} \\ -X_{(2n)}^* & X_{(2n-1)}^* \end{bmatrix}$$

[그림 4]

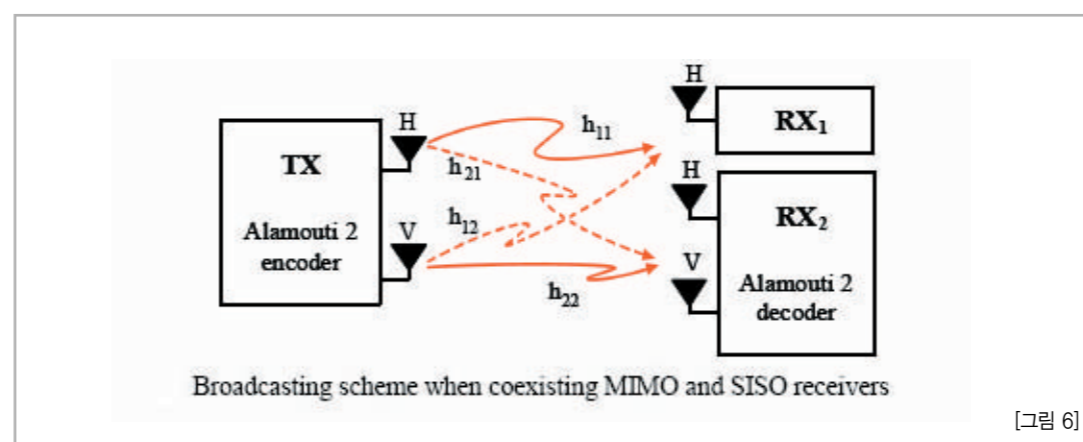
상기 식을 이해를 돕기 위해 도식화하면 [그림 5]와 같이 표현할 수 있다.

첫번째 행은 첫번째 안테나에 의해 전송되는 데이터 캐리어를 나타낸다.

이 안테나를 통해 전송되는 데이터 캐리어는 original OFDM의 위치와 값을 그대로 가지고



[그림 5]



[그림 6]

있다. 이것은 첫번째 안테나를 통해 전송되는 정보가 SISO 모드에서 전송되는 정보와 동일하다는 것으로 역호환이 가능하게 됨을 의미한다.

다시 말해 기존 SISO 수신기는 첫번째 안테나에 의해 전송되는 데이터 즉, 수평편파만 수신하면 되고 MIMO기술이 적용된 새로운 수신기는 수평안테나로부터 수평편파를 수신함으로서 두개의 Path를 수신하여 공간 Diversity의 이점을 얻을 수 있다. 그러나 MIMO가 이런 장점만 있는 것은 아니다.

MIMO 방식이 수직/수평 안테나로부터 공간 Diversity 이점을 얻을 수는 있지만 서로 반대편 안테나에 영향을 미치는 Cross received signal 즉 Cross-factor를 고려해야 한다.

[그림 6]을 보자. 이 값들은 수평신호가 수직 안테나로 유기되거나 수직 신호가 수평 안테나로 유기되는 성분이다.

만약 수신만으로 좋은 수신품질을 얻을 수 있는데 세력으로 인해 오히려 수신품질이 저하되는 요인이 될 수 있다. 그러므로 MIMO 기술은 Cross-polar attenuation을 크게 만들어야만 선결조건이 충족된다. 그래서인지 지상파 디지털 방송에서는 MIMO를 옵션으로 제안하고 있는데 여기에는 polarization diversity(수직 및 수평 diversity)에 대한 구체적 언급이 부족하다.

그래서 그 해결방안의 하나로 새로운 주파수를 사용하는 방법이 거론되기도 하지만 이 또한 한정된 주파수 자원 때문에 쉬운 문제는 아니다.

이외에 현실적인 문제도 있다.

MIMO 기술을 사용하기 위해서는 송신 안테나의 수를 늘려야 하고, 수신기 측에서도 안테나를 추가해야 한다. 이것은 바로 기반시설의 투자를 의미하는 것이기 때문에 먼저 정확한 검증이 선행되어야 할 것이다.

그 외에 지형적인 문제도 고려해 볼 수 있다. 수도권에 대출력 송신시설을 설치할 수 있는 곳은 남산, 관악산, 용문산 등이 있는데 이 세 곳은 지리적으로 50km이내의 거리 안에 위치해 있어 서비스 area가 중첩이 되기 때문에 SFN 구현시 SISO만으로도 충분한 수신세력을 확보할 수 있을 것으로 보인다. 오히려 MIMO로 할 경우 상호 간섭에 의한 직교성이 무너질 가능성이 커질 수도 있다. 그러나 이와 같은 선결과제들이 있긴 하지만 MIMO기술은 분명 진일보된 방식임에는 분명하다.

앞으로 차세대 디지털 TV 전송방식에 대한 구체적인 논의가 이루어지면 각 전송방식들에 대한 비교 검토가 이루어질 것이고 MIMO에 대한 필드테스트도 이루어질 것이다.

과연 어떤 전송방식이 낙점을 받을지도 귀추가 주목된다.



디지털 방송기술의 길잡이

B R O A D C A S T I N G & T E C H N O L O G Y

당신을 귀중한 회원으로 모십니다

한국방송기술인연합회 회원 혜택

- '방송과 기술' 정기 구독(연 12권)
- 각종 기술세미나 및 기술도서 안내문 발송
- KOB(국제방송장비, 음향기전)전시회 무료 입장권 및 안내 자료 발송
- 기타 본 연합회가 주최하는 행사에 초대

회원 가입방법

- 1년간 8만원 / 6개월 5만원
- 계좌 : 씨티은행 187-00275-245 (주)월간 방송과기술(예금주)
- 전화 : 3219-5635 팩스 : 2647-6813
- 위의 계좌번호로 무통장 입금 후 전화나 팩스로 알려주십시오.