

# M/W대역 디지털 방송중계용 STL/TTL 링크 무선전송 시스템 GUI 시뮬레이터 구현에 관한 연구

이양선\* , 강희조\* , 김윤호\*

\* 목원대학교 컴퓨터멀티미디어공학부

## A Study on the Design of STL/TTL Link Radio System GUI Simulator for M/W Band Digital Broadcasting Relay

Yang-Sun Lee\* , Heau-Jo Kang\* , Yoon-Ho Kim\*

\* Dept. of Computer Multimedia Eng., Mokwon Univ.

E-mail : yslee@mokwon.ac.kr

### 요 약

본 논문에서는 M/W 방송중계용 주파수 공유방안에 관한 기초연구로써 디지털 방송중계용 STL/TTL 링크 무선전송 시스템을 모델링하고 다중경로 페이딩 채널 환경에서 시스템 특성 및 성능 분석이 가능한 M/W대 디지털 방송중계용 STL/TTL 링크 무선전송 시스템 시뮬레이터를 GUI 환경으로 구현하였다. 국내 방송 중계용의 경우 디지털화 진행이 추진되고 있는바, 본 연구에서 구현한 디지털 STL/TTL 링크 무선전송 시스템 시뮬레이터를 이용하여 향후 M/W 대역 방송중계용 주파수 재배치를 위한 채널 성능 및 간섭평가를 수행함으로써 국내 방송중계용 표준화에 기초 자료로 활용하고자 한다.

### 1. 서 론

최근 M/W 주파수 대역은 3~40 GHz까지 이용되고 있으나 주로 3~11 GHz에 밀집되어 운용 중에 있다. 향후 새로운 이동통신 주파수 대역으로 전파전파 특성상 6 GHz 이하 대역이 부각되고 있어 이동통신용 주파수 대역을 확보하기 위해서는 기존의 서비스 채널을 재배치하는 것이 필수적인 사항이다. 따라서, 3~6 GHz의 M/W 주파수 대역은 국가 무선통신망 진화에 있어 핵심자원으로 등장하고 있다. 근래까지 광통신망의 활성화에 따라 M/W 장거리 중계용 주파수 대역은 대다수 이동통신 기지국과 방송중계 등 소용량 회선급 위주로 공급되고 있다. 그러나, M/W 주파수는 3~40 GHz 대역에 걸쳐 이용되고 있고 수요기관은 3~11 GHz 대역을 선호하고 있기 때문에 이동통신과 인터넷의 활성화에 따라 무선가입자 접속망, 제4세대 이동통신 등으로 주파수 이용계획의 대대적인 개편이 요구되고 있는 실정이다[1]-[3].

현재 지정된 M/W 중계용 주파수는 통신중계용의 경우 전량 대용량 회선 위주로 대역폭이 넓게 (30/40 MHz) 할당되어 있어 최근 수요가 증대되

고 있는 소용량 회선위주의 채널 대역의 효율적 이용에 장애 요소가 되고 있다. 또한, 방송 중계용의 경우 디지털화 진행이 추진되고 있는바 이에 대비한 소용 주파수 채널수요와 최적 대역폭 분석을 통해 통신과 방송중계용 주파수의 공유방안과 표준화 등 국내 산업체에 사전 제시함으로써, 향후 도래할 이전 재배치 수요에 적극 대처할 필요가 있다 [4]-[5].

따라서, 본 논문에서는 M/W 방송중계용 주파수의 공유방안에 관한 연구의 기초단계로서 M/W 디지털 방송중계용 STL/TTL(Studio to Transmitter Link/Transmitter to Transmitter Link) 무선전송 시스템[6]을 모델링하고 다중경로 페이딩 채널 환경에서 시스템 특성 및 성능 분석이 가능한 M/W 대 디지털 방송중계용 STL/TTL 링크 무선전송 시스템 시뮬레이터를 GUI 환경으로 구현하였다.

### II. M/W대 디지털 방송중계용 STL/TTL 링크 무선전송 시스템

본 장에서는 M/W대역의 주파수를 이용한 서비스 중의 하나인 방송소재 전송용 고정형 방송중계용 시스템에 대해 나타낸다.

2.1 시스템 구조

텔레비전 방송프로그램소재 전송용으로 고정형 M/W대 디지털 STL/TTL 링크 무선전송 시스템의 송·수신부에 대한 구조 및 세부 규격에 대해 설명한다. 그림 1에 디지털 STL/TTL 링크 무선전송 시스템의 송·수신 접속형태의 블록도를 나타냈다[6].

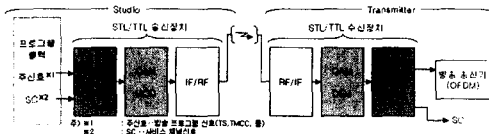


그림 1. 디지털 STL/TTL 전송방식 송·수신 접속형태

본 논문에서는 그림 1과 같이 Studio의 디지털 방송프로그램 신호 TS 데이터를 QAM 변조한 후, 마이크로파로 전송하는 TS 전송방식만을 고려하였다. 디지털 STL/TTL 변조신호의 블록구조는 그림 2와 같고 본 논문에서 고려한 접속 비트율은 표 1에 나타내었다. 여기서, TS(204byte 모드)의 접속 비트율 D는 다음 식에 의해 구한다[7].

$$D = C \times (B - P - S - A) / B \times \eta \times R \quad (1)$$

- 여기서,
- D : TS(204byte 모드)의 접속 bit rate[Mbit/s]
- C : Clock 주파수=12.25403[MHz]
- B : 블록 길이=19200[symbol]
- P : 참조신호길이=256[symbol]
- S : Stuffing길이=16×N[symbol](N:자연수)
- A : 보조신호 길이 = 896[symbols]
- η: 대역효율= log<sub>2</sub>(변조 다치수)[bit/symbol]
- R : 오류정정 내부호의 부호화율

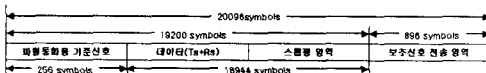


그림 2. 프레임 블록 구조

표 1. 본 논문에서 고려한 변조방식별 접속 비트율

대역 효율 η [bit/symbol]	변조방식 부호화율	TS+RS 율 [Mbit/s]	스텝핑 S [symbol]	보조신호율 [kbaud]
5	64QAM(5/6트래리스)	39.39439	476×16	623
		26.26293	712×16	
		13.13146	948×16	
3	16QAM(3/4트래리스)	39.39439	4×16	
2	QPSK(내부호없음)	26.26293	4×16	
1	QPSK(1/2트래리스)	13.13146	4×16	

2.2 신호 매핑

그림 2의 프레임 블록 구조에서 파형동화용 기준신호의 구성은 그림 3과 같고 파형동화용 기준신호의 선두가 올 때마다 참조신호발생회로에 초기값을 저장하는 것으로 한다. 그림 4는 참조신호 발생회로를 보여주고 있다. 파형동화용 기준신호의 최후의 Q(Quadrature)펄스는 다른 신호가 BPSK이기 때문에 180. 의 위상불확정이 발생하게 되는데 이것을 확정하기 위한 심볼이다.

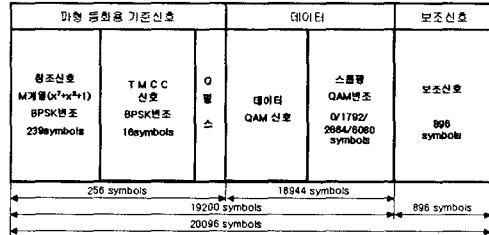


그림 3. 파형동화용 기준신호의 Format

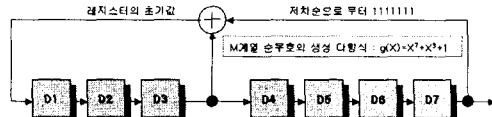


그림 4. 참조신호 발생 회로

파형동화용 신호의 QPSK, 16QAM, 64QAM에 있어서 Mapping 값은 표 2에 나타낸다. 단, 64QAM의 경우, 평균 진폭이 정확하기 위해서는 표의 Mapping 값이 각각 √(10/13)배(-1.14dB), √(21/25)배(-0.76dB)가 되지만 오차가 적다는 점과 회로구성의 간단화를 위해, 근사적으로 표 2의 값을 이용하는 것으로 한다.

표 2. 파형동화용 기준신호의 Mapping 값

변조방식	값	매핑값(I,Q)
QPSK	0	(+1, +1)
	1	(-1, -1)
	Q pulse	(-1, +1)
16QAM	0	(+3, +1)
	1	(-3, -1)
	Q pulse	(-1, +3)
64QAM	0	(+7, +1)
	1	(-7, -1)
	Q pulse	(-1, +7)

QAM 방식 STL/TTL 파형동화용 기준신호의 전송속반송모드표시·제어정보(TMCC: Transmission

and Multiplexing Configuration Control) 신호 16bit 의 의미와 bit 배열을 표 3과 같이 규정한다[8].

표 3. TMCC 신호의 정보 bit 배열

bit	의미	부호(MSB First)
D15		
D14	변조방식	00: QPSK                      01: 16QAM 001: 32QAM                  100: 64QAM 000101~111: 미정의 <sup>(*)</sup>
D13		
D12	오류정정	0: 있음(trellis 부호)    1: 없음
D11		
D10	bit rate <sup>(**)</sup>	0000: 사용자지    0001: 44.736    0010: 59.648    0011: bit rate① 0100: bit rate②    0101: bit rate③    0110: bit rate④    0111: bit rate⑤ 1000: bit rate⑥    1001: bit rate⑦    1010: bit rate⑧    1011: bit rate⑨ 1100: bit rate⑩    1101: bit rate⑪    1110: bit rate⑫    1111: 사용자지
D09	(Mbit/s)	
D08		
D07	내	00: 없음                      10: 있음(무정의) <sup>(**)</sup>
D06	인터리브	01: 있음(무정의) <sup>(*)</sup> 11: 길이 16 cell길이 73
D05	test mode	0: test mode <sup>(**)</sup> 1: 정상동작모드
D04	입력	0: 입력신호정상              1: 입력신호이상
D03	입력	0: PS/FAN정상                1: PS/FAN이상
D02		
D01	미정의 <sup>(**)</sup>	
D00		

- ※ 1 : 이후 모드가 추가된 경우, 「미정의」 부분의 부호를 이용해서 규정한다.
- ※ 2 : 44.736Mbit/s, 59.648Mbit/s는 사용자간 공통의 bit rate로 한다. 다른 bit rate ①~⑫는 각 사용자마다 독자적으로 규정해서 운용할 수 있다.
- ※ 3 : ITU-T 0.151 준거 BER 측정용 PN 코드 2<sup>23</sup>-1을 내부호의 앞단에 삽입

Stuffing 및 보조신호는 데이터 신호와 동일변조 방식으로 에너지 확산에서 규정한 것과 동일 유사 랜덤신호(생성다항식  $X^{15} + X^{14} + 1$ )를 이용하는 것으로 한다. 각 블록(20096 심볼로 구성)의 Stuffing 이 개시되는 때마다 레지스터에 초기값 0000 0001 0101 001b를 로드하는 것으로 한다. 또한, 상기의 유사 랜덤신호에서 에너지 확산된 임의의 데이터를 Stuffing 및 보조신호로서 사용하는 것도 가능하다. 임의 데이터로서 TS 신호형식을 이용할 경우, 오류정정 및 Interleave는 영상·음성 TS 신호의 전송방식에 준하는 것으로 한다.

### III. M/W대역 디지털 방송중계용 STL/TTL 링크 시뮬레이터 설계 및 분석

#### 3.1 시뮬레이션 환경

본 장에서는 텔레비전 방송프로그램재전송용으로 고정형 M/W대역 디지털 방송중계용 STL/TTL 링크 무선전송 시스템을 MATLAB 소프트웨어를 이용하여 GUI Simulator를 구현하고 AWGN, 다중경로 페이딩 환경에서 시뮬레이션 한

결과를 분석한다.

그림 5는 디지털 STL/TTL 링크 무선전송 시스템에 대한 시뮬레이션 블록도이다. 본 논문에서는 AWGN 및 다중경로 페이딩 환경에서 변조방식 및 전송율에 따른 신호의 성장도와 시스템의 채널 주파수응답 특성 및 BER에 중점을 두어 성능을 분석한 결과를 제시한다.

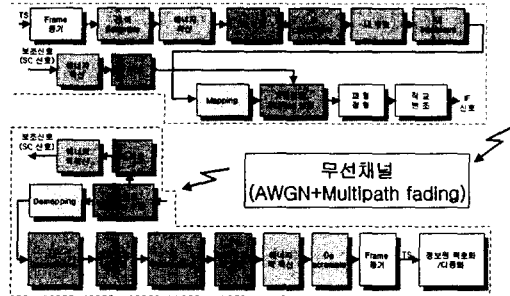


그림 5. M/W대역 디지털 STL/TTL 링크 무선전송 시스템 시뮬레이션 블록도

#### 3.2 M/W대역 디지털 방송중계용 STL/TTL 링크 무선전송 시스템 GUI 시뮬레이터 구현

그림 6은 본 논문에서 구현한 M/W대역 디지털 방송중계용 STL/TTL 링크 무선전송 시스템 GUI 시뮬레이터 메인 화면을 나타내고 있다.

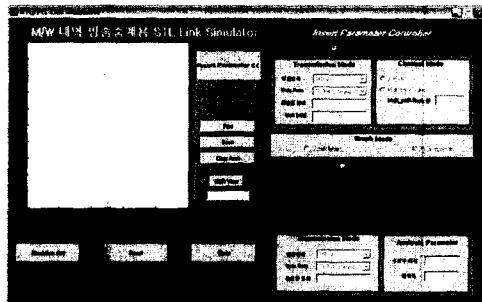


그림 6. STL/TTL 링크 GUI 시뮬레이터 메인 화면

그림 6의 GUI 시뮬레이터는 M/W 주파수 대역에서 방송중계를 위한 STL/TTL 링크전송 시스템을 구현한 시뮬레이터로써 앞 장에서 설명한 데이터 프레임 구조로 설계되었으며 AWGN, 다중경로 페이딩 환경으로 모델링하여 채널 선택이 가능하다. 또한, 메인화면에서 선택된 변조 및 전송율과 채널환경에 따라 전송된 신호의 신호 성장도 및 채널 주파수 응답특성을 그래프로 확인할 수 있고 시뮬레이션 완료 후 BER 버튼을 클릭함으로써 수신된 데이터의 비트 에러율을 확인할 수 있다.

간섭분석 블록은, 회망 시스템과 동종을 이루는 시스템이 인접 주파수에서 동작하는 경우 주파수

이격에 따라 회당 시스템에 영향을 주는 간섭신호의 크기를 계산하여 인접 주파수로부터의 간섭 영향을 분석하는 기능이다[10]. 본 논문에서는 성능 분석 블록의 기능만을 구현하였고, 간섭분석 블록은 추후 간섭 알고리즘의 추가 구현시 GUI 시뮬레이터의 확장을 용이하게 하기 위하여 설계하였다.

#### IV. 결 론

본 논문에서는 M/W 주파수 대역의 효율적 재배치 및 채널링 기준을 위한 연구의 일환으로 우선적으로 디지털 고정 방송중계용 링크인 STL/ TTL 링크 무선전송 시스템 설계를 위한 기술자료를 구축하고 컴퓨터 기반의 시스템 시뮬레이션을 수행할 수 있는 STL/TTL 링크 시뮬레이터를 개발하였다.

본 논문에서 개발한 M/W대역 디지털 방송중계용 STL/TTL 링크 시뮬레이터는 다양한 디지털 변조방식의 선택이 가능하고 선택된 변조방식별 전송율을 가변적으로 선택하여 시뮬레이션 수행이 가능하다.

채널 환경 선택에 따른 시스템 신호 성좌도 및 채널 특성을 확인할 수 있는 기능을 구현함으로써 그래프 모드의 선택에 따라 전송된 신호의 성좌도 및 채널 주파수 응답 특성을 그래프로 확인이 가능하다. 또한, 추후 단일 시스템의 채널특성 및 시스템 성능을 알아보는 기능 외에 주파수 이진 시 고려해야하는 인접 주파수로부터의 간섭신호 영향을 분석할 수 있도록 동중 시스템의 인접 신호 간섭에 대한 시스템 성능을 확인할 수 있도록 간섭분석 기능을 GUI 시뮬레이터에 추가함으로써 향후 간섭분석 알고리즘 구현 시 추가 확장이 용이하도록 설계하였다. 따라서, 향후 간섭분석 알고리즘을 통한 시뮬레이터 추가 구현 시에도 본 논문에서 개발한 STL/TTL 링크 레벨 시뮬레이터를 이용하여 손쉽게 확장이 가능할 것이다.

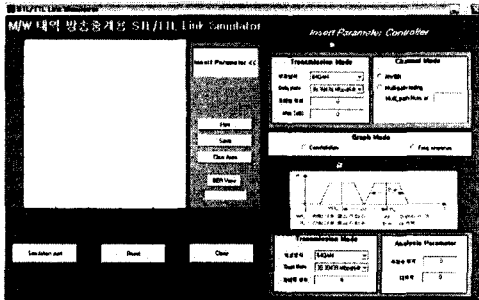


그림 7. 간섭분석 블록 선택 시 GUI 시뮬레이터 화면

그림 8, 9는 선택된 전송모드와 채널 환경에서 그래프 모드 선택에 따른 STL/TTL 링크 무선전송 시스템의 신호 성좌도와 채널 주파수응답 특성을 보여주고 있다.

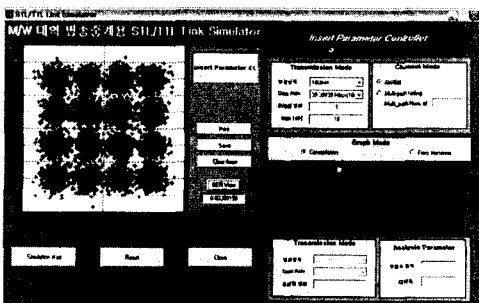


그림 8. 16QAM 변조모드에서의 신호 성좌도

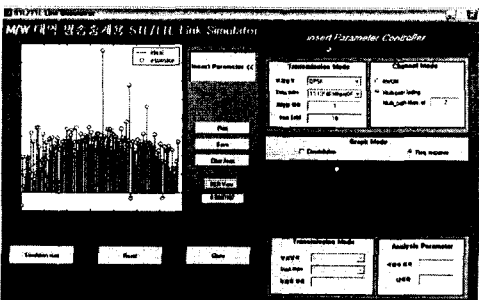


그림 9. QPSK 변조모드에서의 주파수응답 특성

#### 참고문헌

- [1] 한국전파진흥협회 전파자원이용자문위원회 주파수 이용정책분과위원회, "전파자원 이용관리에 관한 연구," 한국전파진흥협회, 2000. 12. 31.
- [2] 한국전파진흥협회 전파자원이용자문위원회 M/W 주파수 분과위원회, "M/W 주파수 이용 활성화 방안 연구," 한국전파진흥협회, 2000. 12. 31.
- [3] "중장기 주파수 이용방안 연구," 2001. 4. 25 고정통신연구반
- [4] "CCIR 전파중계시스템을 사용한 고정업무 제 XI-1 권"
- [5] 정보통신부 전파방송관리국 주파수과, "대한민국 주파수분배표," 정보통신부, 1999.
- [6] ARIB STD-B22 <http://www.arib.or.jp>, Jul. 2002.
- [7] ARIB STD-B12 <http://www.arib.or.jp>, Sep. 2002.
- [8] ARIB STD-B31 <http://www.arib.or.jp>, Sep. 2002.
- [9] 임중수, "MATLAB 6.x GUI Programming", 도서출판 아진, 2001.
- [10] T. S. Rappaport, Wireless Communications Pinciple and Practice, Prentice -Hall, 1996.