

실내에서 DS-UWB 시스템의 채널 모델링 및 검증

*장필선, 권한준, 고영은, 방성일
 단국대학교 전자·컴퓨터학과
 e-mail : zang38@hanmail.net

The Verification of DS-UWB Channel Model in Indoor

*Pil-Seon Jang, Han-Jun Kwon, Young-Eun Ko, Sung-Il Bang
 School of Electronics and Computer Engineering
 Dankook University

Abstract

In this paper modeled UWB system transmission channel in apartment environment while furniture and household electric appliance etc. existed. We measured from 10MHz to 16.01GHz by using method of CIR and CTF in both LOS and NLOS environment. Also we design channel model simulator by MATLAB. The Result of Simulation shows BER characteristics by SNR.

I. 서론

UWB 시스템은 초광대역의 초고속 무선 인터페이스를 이용하여 10~20m(최대 100m)의 근거리 공간에서 극초단파를 이용해 대용량의 데이터를 고속으로 전송할 수 있는 차세대 근거리 무선기술이다.

본 논문에서는 실내의 무선통신환경에서 DS-UWB 시스템의 전파특성을 측정하고, 채널 파라미터를 도출할 수 있는 프로그램을 작성하여 측정 결과를 통해 채널 파라미터를 도출하였다. 또한, 측정을 통해 얻어진 채널 특성과 파라미터를 국제표준과 비교하여 검증하고, DS-UWB 시스템의 시뮬레이터를 구현하여 적용하였다.

II. 본론

2.1 채널특성 실험 환경

본 논문에서는 실내 환경에서 DS-UWB 시스템의

임펄스 무선 통신 채널을 분석하기 위해 그림 1과 같은 아파트 환경에서 측정하였다.

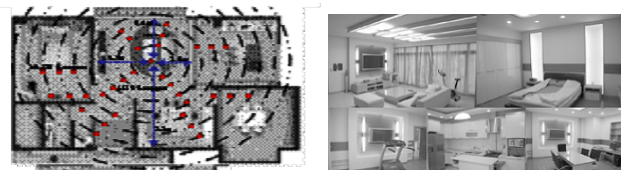
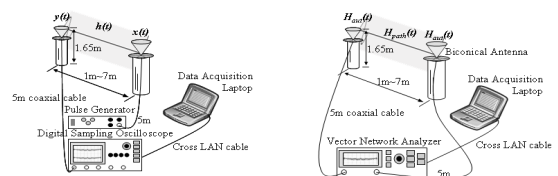


그림 1. 측정환경(아파트)

측정이 이루어진 아파트는 방 3개와 거실이 있으며 크고 작은 생활 가전제품이나 가구 등이 포함되어 있다. 거실 중앙에 송신안테나를 고정하고, 반경을 1m 간격 증가하면서 각 동심원 내에서 10°씩 수신 안테나를 이동시키며 반경이 최대 7m까지 측정하였다 또한 LOS(Lin of Sight)와 NLOS(Non Line of Sight) 환경에 대하여 Large Scale 방식으로 측정하였다.

측정은 DSO(Digital Sampling Oscilloscope)와 VNA(Vector Network Analyzer)를 사용하여 시간영역과 주파수영역에서 하였으며, 안테나는 전방향 방사패턴을 갖는 Biconical 안테나를 제작하였다. 이와 같은 측정 장비 setting은 그림 2와 같다.



(a) 시간영역

(b) 주파수영역

그림 2. 측정 장비 Setting

2.2 채널 특성 파라미터 도출 및 모델링

DS-UWB 시스템의 채널특성 측정을 통해 다중경로에서의 임펄스응답 Power Delay Profile(PDP)을 얻을 수 있다. 전송신호가 $x(t)$ 이고, 채널 임펄스응답이 $h(t)$ 일 때 수신신호 $y(t)$ 는 식 (1)과 같다.

$$y(t) = x(t) * h(t) = \int_{-\infty}^t x(\tau)h(t-\tau)d\tau \quad (1)$$

식 (1)의 전송신호 $x(t)$ 가 다중경로 채널에 인가되면 채널 임펄스 응답특성을 얻을 수 있다. 특히 DS-UWB 시스템은 임펄스를 이용하여 통신을 하므로 채널 임펄스 응답은 수신신호와 같다. N개의 다중경로를 갖는 시분변 채널 임펄스 응답은 식 (2)와 같다[1].

$$h(t) = y(t) = \sum_{i=0}^{N-1} a_i e^{-j\theta_i} \delta(\tau - \tau_i) \quad (2)$$

여기서 j 번째 경로의 지연시간은 τ_j 이며, 위상오차는 θ_j 이고, a_j 는 진폭왜곡 성분이다.

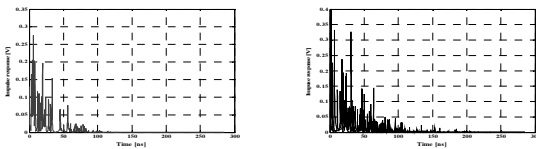
채널의 PDP는 식 (2)의 절대값을 제공하여 spatial average 취하여 얻을 수 있으며, 채널응답 PDP를 통해 전파환경 특성 파라미터를 도출하여 DS-UWB 채널을 모델링할 수 있다. PDP로부터 얻을 수 있는 채널 파라미터의 도출식은 표 1과 같다.

표 1. 전파환경 특성 파라미터 도출식

parameter	산출식
Mean excess delay	$\bar{\tau} = \frac{\sum_k a_k^2 \tau_k}{\sum_k a_k^2}$
RMS delay spread	$\sigma_\tau = \sqrt{\tau^2 - (\bar{\tau})^2}$
Maximum excess delay	$\tau_X - \tau_0$
Path loss	$\overline{PL}(d) = PL(d_0) + 10 \times n \times \log_{10}(d/d_0)$
Group delay	$t_g = -\Delta\phi/360\Delta f$

III. 구현

본 논문에서는 아파트 내에서 2000-point에 대해 시간영역과 주파수 영역의 전파특성을 측정하였다. 측정 결과 중 5m 거리에서 LOS와 NLOS 환경의 PDP를 나타내면 그림 3과 같다.



(a) LOS (b) NLOS
그림 3. 송수신 거리 5m에서의 다중경로 profile

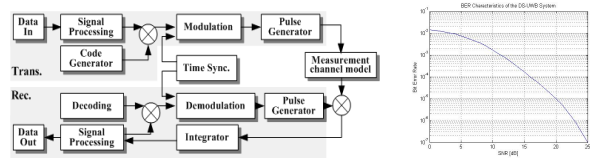
측정을 통해 얻어진 PDP로부터 전파환경 채널 파라미터를 도출하기 위해 본 논문에서는 채널 파라미터를 산출하는 프로그램을 Matlab으로 작성하였다. 도출한 파라미터와 국제규격을 비교하면 표 2와 같다[1].

표 2. 채널 파라미터 비교

parameter	IEEE802.15.4a Final report		Measurement Model	
	LOS	NLOS	LOS	NLOS
Pathloss				
PL_0	36.6	51.4	43.5	64.2
n	1.63	3.07	2.1	3.5
Power Delay Profile				
$\bar{\Delta}$ [1/nc]	0.0186	0.0134	0.031	0.29
$\bar{\Delta}$ [1/nc]	0.28	0.27	1.34	3.25
$\bar{\Gamma}$ [ns]	27.8	30.4	22.45	20.01
$\bar{\gamma}_0$ [ns]	14.1	25.3	10.79	19.32
Temporal Domain Parameters				
$\bar{\tau}_{ms}$ [ns]	5.8	15.7	28.23	31.64
$\bar{\tau}_{rms}$ [ns]	15.6	23.6	27.44	30.48
NP10dB	3.4	33	5.74	40.48

표 2에서 보는바와 같이 측정을 통해 얻어진 채널 파라미터를 국제규격과 비교하여 보면 근소한 차이를 보인다. IEEE에서 측정한 환경은 가구와 가전제품이 없는 방 3개의 아파트환경이므로 생활 가구가 포함된 본 논문의 측정환경에서 측정한 자료와 차이가 보이는 것으로 생각된다.

간단한 DS-UWB 시스템을 Matlab Simulink로 구현하여 표 2에서와 같이 측정을 통해 얻어진 채널 파라미터를 적용하였다. 구현한 DS-UWB 시스템은 Gaussian 펄스를 OOK 변조하며, 1,000만개의 데이터를 전송하였을 때 SNR에 대한 BER 특성을 보았다. 이와 같은 시뮬레이터와 BER 특성은 그림 4와 같다.



(a) DS-UWB Simulator (b) BER 특성
그림 4. 채널 시뮬레이터와 모의실험 결과

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 DS-UWB 시스템의 채널특성을 아파트에서 측정하였고, 채널 파라미터를 도출하여 국제규격과 비교하였다. 또한 DS-UWB 채널 모델의 성능을 파악하기 위하여 시뮬레이터를 제작하여 모의실험 하였다. 채널 측정결과 Mean excess delay는 28.33(LOS)/31.64(NLOS), RMS delay spread는 27.44(LOS)/30.48(NLOS), Maximum excess delay는 5.74(LOS)/40.48(NLOS), Path loss는 43.5(LOS)/64.2(NLOS)를 얻었으며, SNR 20dB 이상에서 BER은 10^{-5} 이하인 것을 확인할 수 있었다.

참고문헌

[1] Andreas F. Molisch, et. al., "Channel model final report," IEEE 802.15-04-0662-02-004a, Apr. 2005