

# 실내 환경에서 장애물에 의한 UWB 채널모델링

\*김운갑, 이석희, 이상호, 방성일  
 단국대학교 전자·컴퓨터공학과  
 uncop@dankook.ac.kr

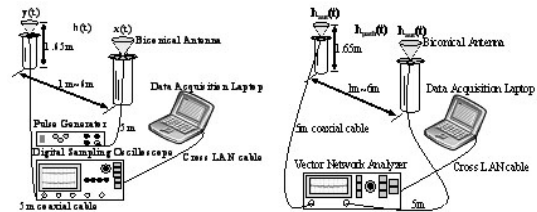
## Indoor Obstacles Environments Channel Modeling of UWB Systems

Woon-gab Kim, Suk-hui Lee, Sang-ho Lee, Sung-il Bang  
 Dept. of Information & Communication Engineering, Dankook University

### Abstract

This paper modeled UWB system transmission channel in indoor environment. For channel modeling, we extracted transmission channel parameter, and then measured from 10MHz to 16.01GHz by using method of CIR(Channel Impulse Response) and CTF(Channel Transfer Function) in small room(5.5×5.5 m<sup>2</sup>) environment.

를 사용하여 채널전송함수(Channel Transfer Function),  $H(f)$ 를 얻을 수 있다. 측정시스템은 그림 1과 같다.



(a) Time-domain (b) Frequency-domain

그림 1. 측정시스템

### I. 서론

UWB 통신 시스템은 연속적인 정현파를 사용하는 기존의 무선통신 시스템과는 달리 초단펄스를 사용하여 초광대역을 점유하면서도 단속적으로 데이터를 전송할 수 있는 독특한 특성을 갖으며, 저전력을 소비하는 무선통신 기술이다.

본 논문에서는 장애물이 있는 소규모 실내 전파환경에서 UWB 시스템의 다중 경로에 의한 채널특성을 측정하였다. 측정결과를 통해 소규모 실내환경에서의 채널 파라미터를 도출하고, 모델링하였다.

채널을 측정하기 위한 VNA의 주요한 파라미터는 표 1과 같다.

표 1. VNA 파라미터

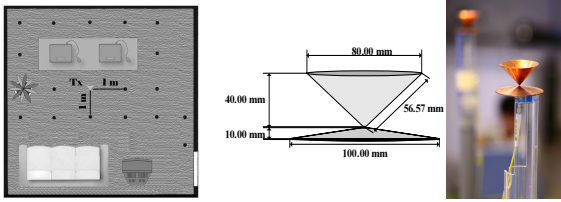
Parameter		Value
Frequency Bandwidth	$B$	16GHz
Center Frequency	$f_c$	8.01GHz
Delay resolution	$\Delta\tau$	62.5ps
No. frequency points	$N$	801
Frequency step	$\Delta f$	10MHz
Max. excess delay	$\tau_{max}$	100ns
Sweeping time	$t_{sw}$	1.475s
Max. Doppler shift	$f_{d,max}$	0.678Hz

### II. UWB 실내 전파환경

본 논문에서는 UWB 전송채널을 두 가지 방법으로 측정하였다[1]. 첫 번째는 DSO를 이용하여 시간영역에서 측정하는 방법으로 채널임펄스응답(Channel Impulse Response),  $h(t)$ , 을 얻을 수 있다. 두 번째는 주파수영역에서 측정하는 방법이며 VNA

안테나는 측정을 위해 자체 제작한 두 개의 전방향성 biconical 안테나를 사용하였으며, 측정이 이루어진 공간은 5.5×5.5m<sup>2</sup>의 방이다. 장애물에 따른 임펄스 전파특성을 분석하기 위해 같은 높이(바닥으로부터 1.65m)에서 Large Scale 방식에 Small Scale 방식을 적용하여 측정하였다. 장애물에 따른 채널환경을 모델링하기 위해 공간의 중앙에 송신 안테나를 두고 수신안테나는 1미터 간격으로 측정하였다. 실제

측정 환경과 측정용 안테나는 그림 2와 같다.



(a) 실측환경의 단면도 (b) 측정용 안테나  
그림 2. 측정환경과 측정에 사용된 안테나

### III. UWB 채널모델링

근거리에서 수신되어 공간 평균된 PDP(Power Delay Profile)는  $P(t) = |h(t)|^2$  로 표현할 수 있고, PDP를 통하여 얻을 수 있는 파라미터들은 다음과 같다[2].

$$\bar{\tau} = \frac{\sum_k a_k^2 \tau_k}{\sum_k a_k^2} = \frac{\sum_k P(\tau_k) \tau_k}{\sum_k P(\tau_k)} \quad (1)$$

식 (1)의 Mean excess delay는 PDP의 1차 moment이고,  $a_k$ 와  $\tau_k$ 는 각각  $k$ 번째 경로의 신호 감쇄계수와 지연시간이다.

$$\sigma_\tau = \sqrt{\tau^2 - (\bar{\tau})^2} \quad (2)$$

식 (2)의 RMS delay spread는 PDP의 2차 moment로 정의된다.

$$\tau_x - \tau_0 \quad (3)$$

식 (3)의 Maximum excess delay ( $x$  dB)는 수신 신호의 최대치로부터  $x$  dB만큼 떨어지는 동안의 시간이다.

### IV. 측정결과 및 분석

본 논문에서는 펄스폭이 5ns으로 하면서 동시에 송신기와 수신기간의 거리를 변화시키면서 전송채널 특성을 측정하였다. 펄스 발생기에서 출력되는 신호는 그림 3과 같다.

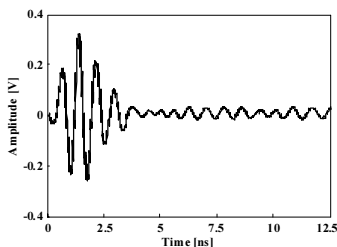


그림 3. 5ns의 펄스폭을 갖는 UWB 신호

본 논문에서는 채널 파라미터를 도출하는 프로그램을 Matlab으로 작성하여, 측정된 소규모 실내환경의 채널 전파환경에 대한 PDP를 나타내었고, 파라미터를 산출하였다. 전체 측정환경에 대한 PDP는 그림 4와 같다.

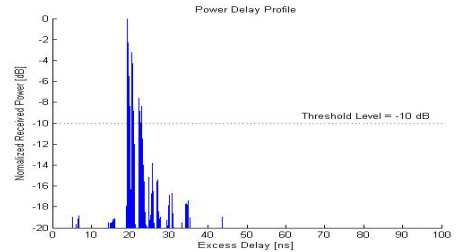


그림 4. 전체 환경에 대한 다중경로 Profile

그림 4에서 보는 바와 같은 PDP로부터 채널 특성을 나타낼 수 있는 파라미터를 도출하였다. 파라미터는 threshold 레벨이 -10 dB 이상인 신호에 대하여 산출하였다. 산출된 파라미터를 분석하면, Mean excess delay는 19.7ns이고, RMS delay spread는 0.83ns이고, Maximum excess delay는 23.0ns이다.

### V. 결론

본 논문에서는 UWB 통신 시스템의 임펄스 신호가 소규모 실내 환경에서 장애물에 의해 발생하는 다중 경로에 의한 시간지연과 전력손실을 측정하고, 그 결과를 통해 PDP를 구하였다. 또한 PDP로부터 Mean Excess Delay, RMS Delay Spread, Maximum Excess Delay를 도출함으로써 채널모델링을 하였다.

채널 측정결과, 장애물에 의해 지연시간은 길어졌으나 소규모 공간이므로 다중경로에 의한 영향은 작게 나타났다. 그러나 향후 보다 정확한 소규모 실내 환경의 UWB 채널모델을 위해서는 small scale의 파라미터가 추가되어야 할 것으로 사료된다.

### 참고문헌

[1] Andreas F. Molisch, *et. al.*, "Measurement Procedure and Methods on Channel Parameter Extraction," IEEE 802.15-04-0283-00-004a, May. 2004.  
[2] T. S. Rappaport, **Wireless Communications**, 2nd ed. Upper Saddle River, NJ:Prentice-Hall, 2002.