

밀집된 다경로 페이딩 채널에서 DS-UWB 에 적합한 비연속적 그룹 탐색 기법과 연동된 하이브리드 동기 획득

°권 필성, *김 현권, *김 동구, **신 대교, **최 광호
*연세대학교 전기전자공학과, **한국 전자 부품 연구원

Hybrid Acquisition incorporated with Nonconsecutive Group Search Scheme for DS-UWB on Dense Multipath Fading Channel

° Pil Sung Kwon, * Hyun Kwon Kim *, Dong Ku Kim*, Dae Kyo Shin** and Kwang Ho Choi**

*Yonsei University, Dept. of Electrical and Electronic Engineering, 134 Shinchon Dong, Seodaemun Gu, Seoul, Korea E-mail: {kpsg0716, airfire1,dkkim}@yonsei.ac.kr

**KETI, SOC center, Masan Li, Jinwi Meon, PeoungTaek , Korea , E-mail:{dukeshin,choikh} @keti.re.kr

요약

본 논문에서는 밀집된 다경로 페이딩 UWB(Ultra Wideband) 채널의 이중 적분 하이브리드 동기 획득 시스템에서 전체 부분 그룹을 재배열 함으로써 초기 동기 획득 시간을 줄이는 비연속적 탐색 방법을 제안하였다. 제안된 방식이 기존보다 더 좋은 성능을 보이는 것을 모의 실험을 통해 보였다. 예를 들어, 10m 반경에서 15 μ s 의 동기 획득 시간을 충족하기 위해서 [2] 기존의 방법은 2 개의 상관기를 필요로 한 반면 제안된 방법은 하나의 상관기를 필요하였다.

1. 서론

최근, FCC(Federal Communications Commission)가 UWB 시스템에 대한 대역 할당을 승인한 이후 홈네트워크 환경에서 고속 데이터 전송을 위한 기술로 UWB 가 급격히 주목을 받기 시작했다.

UWB 시스템은 다음과 같은 3 가지 종류로 분류할 수 있다. 첫 번째는, IR-UWB(Impulse Radio UWB)로 반송파를 사용하지 않고 가우시안 단일펄스(Gaussian mono-pulse)를 사용하고 두 번째는, direct sequence 를 사용한 DS-CDMA UWB 마지막으로 전체 스펙트럼을 몇 개의 528Mhz 대역으로 나눈 multiband OFDM UWB 로 나눌 수 있다. 본 논문에서는 DS-CDMA UWB 시스템을 다루기로 할 것이다.

일반적으로 동기 획득은 직렬, 병렬, 하이브리드 방식으로 분류될 수 있다. 직렬 동기 획득 방식에서 탐색 구간(uncertainty region)에서 주어진 위치의 가능한 코드 위상은 한번에 한 번 조사되는 반면, 병렬 방식에서는 모든 가능한 코드 위상들에 대한 조사가 동시에 이뤄진다. 병렬 동기 획득 방식의 경우 직렬 방식에 비해 동기 획득 시간을 줄일 수 있지만 하드웨어의 복잡도를 높인다는 단점이 있다. 또한 이 두 가지 방식들의 장.단점을 보완하기 위해 하이브리드 방식의 동기 획득 알고리즘이 있다.

지연 분산(delay spread)이 칩 구간보다 더 큰 주파수 선택적 페이딩 채널에서는 수 많은 구분 가능한 경로(resolvable path)들이 존재한다. 또한, 이러한 다경로가 존재한다는 것은 다수개의 동위상 셀들이 존재함을 의미한다. 여기서 동위상 셀은 수신 신호와 원래 신호의 위상차가 한 칩 이내로 들어오는 셀로 정의된다. 기존 동기 획득 방식의 성능 분석에서 다수개의 동위상 셀들에 대한 영향이 이미 [8]과 [11]에서 조사되었다. 그리고 직렬 동기 획득 방식의 성능 향상을 위해 [12]와 [13]에서 동위상 셀들을 이용한 비연속적 탐색 알고리즘이 제안되었다. 또한 하이브리드 방식에서 새로운 그룹화 방법이 [14]에서 제안되었다. 본 논문에서는 구분 가능한 다경로가 매우 많이 존재하는 UWB 하이브리드

방식에서 평균 동기 획득 시간을 줄이기 위한 비연속적 탐색 방법을 제안하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2 장은 UWB 시스템의 채널 모델을 간단히 소개하였다. 3 장은 하이브리드 방식 기반의 제안된 동기 획득 구조를 나타내고 4 장은 모의 실험 결과를 나타낸다. 마지막으로 5 장에서는 전체적인 결론이 언급되었다.

2. UWB 채널의 특성

IEEE802.15.3a 다경로 채널은 Raleigh 가 아닌 Log-normal pdf를 사용했다는 것을 제외하면 기존의 Saleh-Valenzuela(S-V) 모델과 유사하다. 또한 UWB 시스템은 나노 초 단위의 매우 좁은 펄스를 사용하기 때문에 UWB 채널은 매우 많은 구분 가능한 경로들을 가진다. 다경로 채널 모델은 다음의 이산 시간 임펄스 응답으로 구성된다.

$$h(t) = \sum_l \sum_k \alpha_{k,l} \delta(t - T_l - \tau_{k,l}) \quad (1)$$

위 식에서 $\alpha_{k,l}$ 은 다경로 이득 계수이고 T_l 은 l 번째 클러스터의 시간 지연이고 $\tau_{k,l}$ 은 l 번째 클러스터 도착 시간에 상대적인 k 번째 다경로 성분의 시간 지연이다. 이 때 다경로 채널 상수 $\alpha_{k,l}$ 은 $\alpha_{k,l} = p_{k,l} \beta_{k,l}$ 로 정의된다. 여기서 $p_{k,l}$ 은 ± 1 로 발생 확률이 동일하며 반사로 인한 신호의 반전을 설명한다. 또한 $\beta_{k,l}$ 은 Log-normal 분포를 가지는 페이딩 성분으로 $20 \log_{10}(\beta_{k,l}) \propto \text{Normal}(\mu_{k,l}, \sigma^2)$ 으로 표현된다.

더욱이, 클러스터(cluster)와 레이(ray)의 도착 시간의 분포는 다음과 같이 주어진다.

$$p(T_l | T_{l-1}) = \Lambda \exp[-\Lambda(T_l - T_{l-1})], \quad l > 0 \quad (2)$$

$$p(\tau_{k,l} | \tau_{k,l-1}) = \lambda \exp[-\lambda(\tau_{k,l} - \tau_{k,l-1})], \quad k > 0$$

여기서 Λ 은 클러스터 도착률(arrival rate)이고 λ 는 레이의 도착률이다. 그림 1 은 IEEE 802.15.3a committee 에 의해 제안된 채널 모델 1(CM1)의 임펄스 응답을 보여준다.