

## 측정데이터를 이용한 각도 다이버시티의 성능 분석

박진범\*, 김성호\*, 윤병수\*, 유태선\*, 고태림\*, 이종헌\*\*

\*호서대학교 벤처대학원 정보통신 응용기술

\*\*SK텔레콤 중앙연구원

bbackbum@hanmail.net

### Performance Analysis of the Angle Diversity in the Urban Area.

Jin-Bum Park\*, Seong-Ho Kim\*, Byung-Su Yoon\*, Tae-Sun Yoo\*,  
Hak-Lim Ko\*, Jong-Heon Lee\*\*

\*Information & Telecommunication Engineering, Hoseo University

\*\*R&D Center, SK Telecom.

#### 요약

낮은 BER을 요구하는 고속의 데이터 통신을 하기 위해서는 전송 다이버시티 방식을 이용하여 다중경로 페이딩에 의한 영향을 최소화시키는 것이 매우 중요하다. 본 논문에서는 서로 다른 빔 방향으로 전송된 신호의 평균 수신 전력이 서로 다른 각도 다이버시티 방식의 성능을 분석하고 이를 공간 다이버시티 방식과 비교하였다. 또한 실제의 무선채널 환경에서 측정된 데이터를 이용하여 대도시 환경에서 각도 다이버시티의 성능을 분석하였다.

#### 1. 서론

차세대 이동통신 시스템에서 BER(Bit Error Rate)이 낮은 고속 데이터 통신을 하기 위해서는 다중경로에 의한 페이딩의 영향을 최소화 시키는 것이 매우 중요하다. 또한, 역방향 링크의 용량보다도 순방향 링크의 용량과 성능을 향상시켜야한다. 따라서 현재 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 전송 다이버시티에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 전송 다이버시티 방식에서는 복수개의 안테나를 사용하여 신호를 전송하고, 수신 단에서는 수신된 신호 중에서 수신 신호 전력이 큰 신호를 선택하거나, 페이딩되어 수신된 신호를 모두 합한 후에 복조를 수행함으로써 무선 채널 페이딩에 의한 영향을 최소화 시켜 시스템의 성능을 향상 시킨다. 전송 다이버시티는 여러 가지 방법으로 구현할 수 있으나 현재 공간 다이버시티 방식[1-3]과 각도 다이버시티 방식[4-7]이 가장 관심 있게 연구되고 있다. 공간 다이버시티 방식에서는 송신단 안테나 사이의 거리를 충분히 이격시켜( $10\lambda$  이상) 신호를 전송함으로써 송신단에서 전송되는 신호들이 서로 독립적인 페이딩으로 수신되게 하며, 각도 다이버시티 방식에서는 신호를 서로 다른 방향으로 전송시켜줌으로써 전송되는 신호들이 서로 독립적인 페이딩 채널을 통과하여 수신되게 한다.

현재까지의 연구에서는 공간 다이버시티 방식이 각도 다이버시티 방식에 비해 다이버시티 이득이 높은 것으로 알려져 있다. 논문[8]에서도 대도시 환경과 시골 환경에서의 측정된 데이터를 이용하여 두 방식을 비교해본 결과, 대도시 전파 환경에서는 공간 다이버시티 방식의 다이버시티 이득과 각도 다이버시티 방식의 다이버시티 이득이 유사하였지만, 시골 채널 환경에서는 각도 다이버시티 방식의 다이버시티 이득은 공간 다이버시티의 이득에 비해 매우 낮은 것으로 보였다. 그 이유는 복수개의 안테나를 이용하여 신호를 전송하고 이 중에서 수신 전력이 큰 신호를 수신하는 방식의 다이버시티 방식을 사용할 때, 공간 다이버시티 방식으로 전송된 신호는 서로 독립적인 페이딩 채널을 통해 유사한 신호 전력으로 단말기에 수신되는

반면, 각도 다이버시티에서는 한 방향으로 전송된 신호가 다른 방향으로 전송된 신호에 비해 상대적으로 크게 수신되는 경우가 발생하기 때문에 수신 신호 전력이 크게 수신되는 방향으로부터의 신호가 수신 전력이 상대적으로 작게 수신되는 방향의 신호 보다 많이 선택되어지기 때문에 다이버시티 이득이 감소하기 때문이다. 따라서 다이버시티 이득 관점에서만 볼 때는 공간 다이버시티의 성능이 각도 다이버시티의 성능 보다 우수해 보인다. 하지만 통신 시스템의 성능은 다이버시티 이득뿐만 아니라 수신되는 신호의 평균전력에 의해서 결정된다. 일반적으로 각도 다이버시티 방식에서는 빔 형성을 수행한 후에 신호를 전송하기 때문에 수신되는 신호의 평균전력이 공간 다이버시티를 이용하여 신호를 전송한 경우에 비해 크다. 이는 각도 다이버시티는 빔 형성 이득 때문이다.

따라서 본 논문에서는 빔 이득과 다이버시티 이득을 모두 고려한 상황에서 두 방식의 성능을 비교 분석한다. 또한 국내 대도시 환경에서 측정을 수행하고 측정된 데이터를 이용하여 공간 다이버시티와 각도 다이버시티의 성능을 비교 분석한다.

#### 2. 전송 다이버시티 방식의 성능 비교

그림 1에 서로 다른 페이딩 채널의 예가 보여진다. 또한 그림 2에 그림 1과 같은 페이딩 특성을 갖으면서 평균 전력이 그림 1의 페이딩 채널에 비해 5dB가 큰 채널의 특성이 보여진다.

그림 2에서 채널  $h_{21}$ 은 채널  $h_{11}$ 과 같은 페이딩 특성을 갖으며 평균전력은 5dB 더 크고 ( $h_{21} = h_{11} + 5dB$ ), 채널  $h_{22}$ 은 채널  $h_{12}$ 와 같은 페이딩 특성을 갖으며 평균전력은 5dB 더 크다( $h_{22} = h_{12} + 5dB$ ). 이 경우 수신기가 두 개의 독립적인 페이딩 채널에서 신호 전력이 큰 신호만을 선택한다고 가정하면,  $h_{11}$ 과  $h_{12}$ 의 채널을 이용하여 다이버시티 선택을 한 경우와, 채널  $h_{21}$ 과  $h_{22}$ 를 이용하여 다이버시티 선택을 한 경우에 대한 수신기 출력 신호의 비교가 그림 3에 보여진다.

그림 3에서 점선은 채널  $h_{11}$ 과  $h_{12}$ 를 이용하여 다이버시티 선택을 한 경우 다이버시티 수신기의 출력 신호이고,