

차량간 이동 통신에서 빔형성 기법을 이용한 페이딩 마진 증대 효과 연구

이승구, 임영혁, 조민구, 박범식, 이덕환, 고학립
호서대학교 정보통신공학과
zephyr1979@naver.com

Fading margin improvement performance analysis of the mobile communication between moving cars using beamforming technology.

Seung-goo Lee, Young-hyuk Yim, Min-gu Cho, Bum-sik Park, Deok-Hwan Lee, Hak-Lim Ko
Information & Communications Engineering, Hoseo University

요 약

본 논문에서는 텔레매틱스 서비스에서 요구되는 차량간 통신에 빔 형성 기법을 적용하는 경우에 대한 성능을 분석하였다. 본 논문에서는 실제로 이동중인 환경에서 두 대의 차량을 이용하여 측정을 수행하고 측정 데이터를 분석해 보았으며, 측정 데이터의 분석결과 4 개의 선형 배열 안테나를 사용하여 빔 형성 기법을 적용하는 경우 단일 안테나를 사용하는 경우에 비해 약 8dB 의 페이딩 이득과 4dB 의 빔 형성 이득을 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

1. 서 론

현재 텔레매틱스 기술은 측위 항법 위성통신, DSRC 고속 무선 패킷 데이터 통신, 이동통신 무선 LAN 을 이용한 ITS(Intelligent Transport Systems) 및 이동 무선 인터넷 산업근거로 하여 개발되고 있다. 텔레매틱스가 제공 가능한 서비스로는 차량의 주행 안전에 필요한 정보를 이동통신 망을 통하여 제공함으로써 사고 감소 및 교통안전을 향상시키는 서비스, 차량사고 시 이동통신망을 통하여 차량상태 진단 및 사고를 자동 통보하여 사고 후 피해경감 및 신속한 사고처리가 가능하다. 또한 이동통신에 의해 차량 상태를 원격 통합관리하게 함으로써 차량 보안 서비스 및 이용의 편의성을 향상시킬 수 있으며, 탑승자에게 데이터 베이스 및 인터넷 등 필요 정보를 이동중 에서도 실시간에 접속되도록 하여 이동중 생활편의 및 사무공간을 확대시킬 수 있고, 운전자가 승차한 채로 자동 주차료, 물품구매 정산 등 거래가 성립될 수 있는 Mobile Commerce 를 제공 할 수 있다. 따라서 현재 고속의 데이터 통신이 가능한 텔레매틱스 서비스를 제공하기 위해서는 신호의 품질(QoS), 가격, 및 안정적인 통신이 가능한 거리 등의 관점에서 연구가 수행되어야 한다. 하지만 텔레매틱스 서비스는 기본적으로 고속으로 이동하는 무선 채널 환경에 통신이 수행되므로 페이딩에 의한 영향을 많이 받아 페이딩 마진을 큰 값으로 설정해야 하고, 이에 의한 링크 버짓의 감소로 안정적인 통신 환경이 크게 감소된다.

따라서 본 연구에서는 이동중인 차량을 이용하여 국내의 여러 도로 환경에서 측정을 수행하고, 측정된 데이터를 분석하여 이동중인 환경에서의 페이딩 특성과 빔 형성 기법 사용시의 페이딩 감소 효과를 분석하였다.

2. 빔형성 기법

빔형성 기법은 복수개의 배열 안테나 소자를 이용하여 각각의 안테나 소자에서 수신되는 신호들의 이득 및 위상을 조절하는 공간 필터링이 수행되게 함으로써 원하는 방향으로부터 전송되는 신호만을 수신하고 원하지 않는 방향으로부터 수신되는 간섭 잡음을 최소화시켜 수신신호의 성능을 향상시키는 기법이다.[1]

본 논문에서는 MVE(Minimum Variance Estimator) 알고리즘을 적용하여 빔 형성을 수행하였다. MVE 알고리즘은 원하는 방향에서 수신되는 신호레벨은 그대로 유지하면서 전체의 출력전력을 최소화 함으로써 원하지 않는 방향으로부터 수신되는 간섭 잡음을 최소화시키는 알고리즘으로 빔 형성을 위한 가중치 벡터는 식 1 과 같다.[2]

$$\mathbf{W}_{MVE} = \mathbf{R}^{-1}\mathbf{a}(\theta) \quad (1)$$

여기서 \mathbf{R} 은 수신 신호의 covariance matrix 이며, $\mathbf{a}(\theta)$ 는 θ 방향에 대한 방향 벡터이다.

$$\mathbf{R} = \mathbf{E}[\mathbf{X}\mathbf{X}^*] = \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L \mathbf{X}(l)\mathbf{X}^*(l) \quad (2)$$

여기서 L 은 샘플링 된 데이터 심벌의 수이다.

3. 채널 측정

실제 무선 통신에서 전송된 신호는 다중경로 신호의 합으로 수신되며, 이에 의해 신호의 크기가 순간적으로 크게 작아지는 페이딩 현상이 빈번히 발생한다[2-3].