논문 2009-4-7

다중 홉 중계 시스템에서 효과적인 간섭 제거에 관한 연구

A Study on the Efficient Interference Cancellation for Multi-hop Relay Systems

김은철*, 차재상**, 김성권**, 이종주***, 김진영****, 강정진*****

Eun Cheol Kim, Jae Sang Cha, Seong Kweon Kim, Jong-Joo Lee, Jin Young Kim and Jeong Jin Kang

요 약 Source로부터 송신된 신호는 무선 채널을 통하여 Destination에 전달된다. 하지만 이동하는 Destination이 Source의 Coverage를 벗어난 경우나 비록 Source의 Coverage 내의 음영 지역에 Destination이 존재하는 경우, Destination은 Source로부터 송신된 신호를 수신할 수 없고 통신을 할 수 없게 된다. 따라서 이러한 문제점을 극복하기 위해 중계기가 사용된다. 이와 같이 중계기를 사용하는 시스템을 다중 홉 중계 (Multi-hop Relay) 시스템이라 한다. 그런데 다중 홉 중계 시스템에서는 서로 다른 시스템용 중계기의 Coverage가 겹치는 경우가 발생할 수 있고, 이 부분에 Destination이 존재하는 경우 Destination에는 간섭이 발생한다. 본 논문에서는 다중 홉 중계 시스템에서 발생할 수 있는 동일 채널 간섭 (CCI : Co-Channel Interference) 제거 방법에 관해 연구하였다. 간섭 제거 방법은 우선 Zero Forcing (ZF) 또는 Minimum Mean Square Error (MMSE) 개념을 적용한 선형 수신기를 이용하여 간섭을 제거한 후, 정렬된 연속간섭제거 (OSIC : Ordered Successive Interference Cancellation) 알고리즘을 이용하여 추가적인 다이버시티 이득을 얻고 간섭 제거 성능을 향상시킨다. 무선 채널은 레일레이 (Rayleigh) 페이딩 채널을 고려하여 모의 실험을 하였으며, 시스템 성능은 비트 오류 확률 (Bit Error Probability) 측면에서 분석되었다.

Abstract The transmitted signal from a source is transmitted to a destination through wireless channels. But if the mobile destination is out of the coverage of the source or exists in the shady side of the coverage, the destination can not receiver the signal from the source and they can not maintain communication. In order to overcome these problems, we adopt relays. A system employing relays is a multi-hop relay system. In the multi-hop relay system, coverages of each relay that is used for different systems can overlap each other in some place. When there is a destination in this place, interference occurs at the destination. In this paper, we study on the efficient co-channel interference (CCI) cancellation algorithm. In the proposed strategy, CCI is mitigated by zero forcing (ZF) or minimum mean square error (MMSE) receivers. Moreover, successive interference cancellation (SIC) with optimal ordering algorithm is applied for rejecting CCI efficiently. And we analyzed and simulated the proposed system performance in Rayleigh fading channel. In order to justify the benefit of the proposed strategy, the overall system performance is illustrated in terms of bit error probability.

Key Words : 동일 채널 간섭 (CCI : Co-channel Interference Cancellation), Minimum Mean Square Error (MMSE), 다중 홉 중계 시스템, 정렬된 연속 간섭 제거 (OSIC : Ordered Successive Interference Cancellation), Zero Forcing (ZF)

*정회원, 광운대학교 전파공학과
**정회원, 서울산업대학교 매체공학과
***정회원, 서울산업대학교 매체공학과
****정회원, 한국전기연구원
*****정회원, 교신저자
접수일자 2009.05.18, 수정완료 2009.06.10

Ⅰ. 서 론

다중 입력 다중 출력 (MIMO : Multiple-Input Multiple-Output) 기술은 무선 채널에서 다중경로 페이

딩, 음영효과, 전파 감쇄, 간섭 신호 및 잡음 등으로 인해 발생하는 문제점을 해결하기 위한 기술이다. 이는 송신기와 수신기에 다수의 송·수신 안테나를 이용하여 시스템 대역폭의 증가 없이 고속 데이터를 전송하거나 다이버시티 이득을 얻을 수 있는 기술이다.[1-3] 하지만 송·수신기에 다중 안테나를 설치해야 하기 때문에 하드웨어 크기 및 가격 등의 문제가 발생한다. 따라서 MIMO 기술을 무선통신 시스템에 적용하는 것은 한계가 있다. 이에 MIMO로 인한 시스템 성능 향상의 장점을 그대로 유지하면서 앞서 말한 문제를 해결하기 위한 방안으로 제안된 기술이 협력통신 (Cooperative Communication) 기술이다.[4-6] 다중 홉 중계 (Multi-hop Relay) 시스템은 협력통신 시스템의 한 형태이다. 다중 홉 중계 네트워크에서 모든 사용자 또는 노드들은 서로 협력하여 신호를 목적지에 전송한다. 따라서 사용자들 사이의 협력으로 인해 송신된 여러 개의 동일한 신호는 협력 다이버시티를 형성하여 시스템 성능을 향상시킨다.

무선통신 시스템에서 주파수는 매우 중요한 자원이다. 무선통신 시스템에서는 한정된 주파수 자원을 효율적으로 사용하기 위해서 주파수를 재사용한다. 따라서 동일 채널 간섭 (CCI : Co-Channel Interference)에 의해 동일 채널 재사용 여부가 결정된다.[7] 따라서 동일채널에서 발생하는 간섭을 제거하는 것은 매우 중요한 일이다.

본 논문에서는 다중 홉 중계 시스템에서 CCI 제거 성능을 분석하고 모의실험을 하였다. K명의 다중 사용자가 존재하고, 원하는 수신기는 M개의 수신 안테나를 가지고 있으며, $M \geq K$인 경우, Zero Forcing (ZF) 또는 Minimum Mean Square Error (MMSE) 간섭 제거 방법을 이용하여 $K-1$개의 간섭을 제거할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 동일 채널간 발생하는 간섭을 제거하기 위해 ZF이나 MMSE 알고리즘을 다중 홉 중계 시스템에 적용하였다. 또한 다중 홉 중계 시스템에 정렬된 연속간섭제거 (OSIC : Ordered Successive Interference Cancellation) 알고리즘을 적용하여 추가적인 다이버시티 이득을 얻고 간섭 제거 성능을 향상시켰다. 기존의 SIC 알고리즘에서, 수신기는 수신된 신호에서 제거할 신호를 임의로 선택한다. 하지만 초기의 선택이 잘못되어 오류가 생하는 경우, 오류 전파 (Error Propagation)가 발생하여 초기 오류는 최종 결과까지 영향을 미쳐서 간섭제거 성능을 열화시킨다. 따라서 본 논문에서는 추정된 심볼을 효과적으로 선택하기 위해 OSIC 알고리즘을 적용하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 Ⅱ장에서는 본 논문에서 고려한 다중 홉 중계 시스템 모델 및 간섭 시나리오를 제시하였다. 제 Ⅲ장에서는 본 논문에서 제안한 간섭 제거 알고리즘에 대해 소개하였으며, 본 논문에서 고려한 간섭 제거 방법에 대한 모의 실험 결과를 제 Ⅳ장에서 제시하였으며, 본 논문의 결론을 제 Ⅴ장에서 언급하였다.

Ⅱ. 시스템 모델 및 간섭 시나리오

그림 1은 본 논문에서 고려한 다중 홉 중계 시스템을 나타낸다. 다중 홉 중계 시스템에는 Source와 Relay 1, Relay 2, 및 Destination 1, Destination 2의 5개의 노드로 이루어져 있다. 각 노드들은 모두 2개의 안테나를 가지고 있다. Source와 Destination 1 및 Destination 2 사이에는 건물이나 산 등의 장애물이 있어서 Source에서 송신된 신호가 곧바로 Destination 1 및 Destination 2에 수신되지 않고, 반드시 Relay 1 및 Relay 2를 거쳐서 목적지에 수신된다. 그리고 모든 전송 경로는 각각 독립이라고 가정한다.

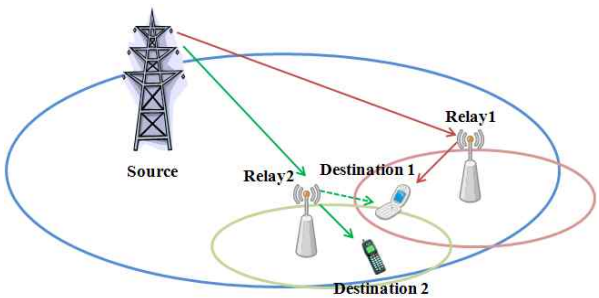

그림 1. 다중 홉 중계 시스템 모델
Fig. 1. Multi-hop relay system model.

Source는 동일 주파수대역을 통하여 신호 x_1 및 x_2를 송신하는데, x_1 및 x_2는 각각 Destination 1 및 Destination 2에서 원하는 신호이다. 그리고 송신된 신호는 Relay 1 및 Relay 2를 통하여 Destination 1 및 Destination 2에 수신된다. 이 때 각 Relay는 복호후 전달 (DF : Decode and Forward) 방식의 Relay이며 Relay 1은 Destination 1의 전용 Relay이며, Relay 2는 Destination 2의 전용 Relay라고 가정한다. 그러므로

Relay 1에 수신된 신호 중 x_2는 간섭성분으로 작용하고, 마찬가지로 Relay 2에 수신된 신호 중 x_1은 간섭성분이 된다. 각 Relay는 수신신호로부터 간섭성분을 제거하여 Relay 1은 $\hat{x_1}$을, Relay 2는 $\hat{x_2}$를 각각 Destination 1 및 Destination 2로 전송한다. Relay에서와 마찬가지로 Destination 1에 수신된 신호 중 $\hat{x_2}$는 간섭성분이 되며, Destination 2에 수신된 신호 중 $\hat{x_1}$는 간섭으로 작용한다. Destination 1 및 Destination 2도 원하지 않는 간섭성분을 제거한 후 원 신호를 복원하는데, 본 연구에서는 각 Relay와 Destination에서 간섭성분을 제거하여 시스템의 성능을 개선하고자 한다.

Relay 1에서 수신된 신호는 식 (1)와 같이 나타낼 수 있다.

$$Y_{R1} = H_{R1}X + N_{R1} \quad (1)$$

여기서 $Y_{R1} = [y_{1,R1}\ y_{2,R1}]^T$이고, $y_{1,R1}$ 및 $y_{2,R1}$은 Relay 1의 첫 번째 안테나와 두 번째 안테나에 수신된 신호를 나타낸다. $X = [x_1\ x_2]^T$는 Source의 각 안테나에서 송신된 신호이다. $H_{R1} = \begin{bmatrix} h_{11,R1} & h_{12,R1} \\ h_{21,R1} & h_{22,R1} \end{bmatrix}$는 Source와 Relay 1 사이의 채널 행렬을 나타낸다. 그리고 $N_{R1} = [N_{1,R1}\ N_{2,R1}]^T$은 평균이 0이고 분산이 $\sigma_{R1}^2 = [\sigma_{1,R1}^2\ \sigma_{2,R1}^2]^T$인 복소 부가 백색 가우시안 잡음 (AWGN : Additive White Gaussian Noise)을 나타낸다. Relay 2에서 수신된 신호는 식 (2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$Y_{R2} = H_{R2}X + N_{R2} \quad (2)$$

여기서 $Y_{R2} = [y_{1,R2}\ y_{2,R2}]^T$이고, $y_{1,R2}$ 및 $y_{2,R2}$은 Relay 2의 첫 번째 안테나와 두 번째 안테나에 수신된 신호를 나타낸다. $H_{R2} = \begin{bmatrix} h_{11,R2} & h_{12,R2} \\ h_{21,R2} & h_{22,R2} \end{bmatrix}$는 Source와 Relay 2 사이의 채널 행렬을 나타낸다. 그리고 $N_{R2} = [N_{1,R2}\ N_{2,R2}]^T$은 평균이 0이고 분산이 $\sigma_{R2}^2 = [\sigma_{1,R2}^2\ \sigma_{2,R2}^2]^T$인 복소 AWGN을 나타낸다. Destination 1에 수신된 신호는 식 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$Y_{D1} = H_{D1}\hat{X} + N_{D1} \quad (3)$$

여기서 $Y_{D1} = [y_{1,D1}\ y_{2,D1}]^T$이고, $y_{1,D1}$ 및 $y_{2,D1}$는 Destination 1의 첫 번째 안테나와 두 번째 안테나에 수신된 신호를 나타낸다. $H_{D1} = \begin{bmatrix} h_{11,D1} & h_{12,D1} \\ h_{21,D1} & h_{22,D1} \end{bmatrix}$는 Relay1 및 Relay 2와 Destination 1 사이의 채널 행렬을 나타낸다. 그리고 $N_{D1} = [N_{1,D1}\ N_{2,D1}]^T$은 평균이 0이고 분산이 $\sigma_{D1}^2 = [\sigma_{1,D1}^2\ \sigma_{2,D1}^2]^T$인 복소 AWGN을 나타낸다.

Ⅲ. 간섭 제거 알고리즘

본 논문에서는 CCI를 제거하기 위해 기존의 ZF 수신기와 MMSE 수신기에 OSIC 알고리즘을 결합하였다.

1. ZF 수신기

ZF 수신기에서는 간섭제거를 위해 다음과 같이 선형적인 검출기를 적용한다.

$$W_{ZF}H = I \quad (4)$$

여기서 $W_{ZF} = (H^H H)^{-1}H^H$는 ZF 복호 행렬이며, $(\bullet)^H$는 Hermitian 전치행렬을 나타낸다. $H = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix}$는 채널 행렬을 나타내며, h_{ij}는 송신기의 j번째 안테나에서 수신기의 i번째 안테나로의 채널 계수를 나타낸다. 수신된 신호 Y가 주어졌을 때, ZF 등화기로부터 추정된 신호를 얻을 수 있는데, 식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\hat{X} = W_{ZF}Y \quad (5)$$

여기서 $\hat{X} = [\hat{x_1}\ \hat{x_2}]$은 추정된 신호를 나타낸다. 만약 H의 행렬식이 0이 아니라면 역행렬이 존재하게 되는데 이 때 복호 행렬은 식 (6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$W_{ZF} = H^{-1} \quad (6)$$

그리고 ZF 복호 후의 추정된 신호는 식 (7) 및 식 (8)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\hat{X_1} = X_1 + \frac{h_{22}N_1 - h_{12}N_2}{h_{11}h_{22} - h_{12}h_{21}} \quad (7)$$

$$\widehat{X_2} = X_2 + \frac{-h_{21}N_1 + h_{11}N_2}{h_{11}h_{22} - h_{12}h_{21}} \quad (8)$$

ZF 알고리즘은 채널이 잡음이 없을 때는 이상적이지만 채널에 잡음이 부가된다면 채널의 부가 잡음이 증폭되어 시스템의 성능이 저하 될 수 있다.

2. MMSE 수신기

ZF 수신기의 단점을 극복하기 위해 잡음의 전력을 최소화하는 MMSE 수신기는 ZF 수신기보다 우수한 성능을 보인다. MMSE의 복호 행렬은 식 (9)와 같이 나타낼 수 있다.

$$W_{MMSE} = \arg\min_{W_{MMSE}} W_{MMSE} E\left[\| W_{MMSE} Y - X \|_F^2 \right] \quad (9)$$

여기서 $\| \bullet \|_F$는 Frobenius norm을 나타낸다. 또한 직교 이론을 이용하면 식 (10)의 결과를 얻을 수 있다.

$$E\left[(W_{MMSE} Y - X) Y^H \right] = 0_{2,2} \quad (10)$$

여기서 $0_{2,2}$는 2x2 영 행렬을 나타낸다. 식 (10)을 이용하여 MMSE 복호행렬을 다시 나타내면 식 (11)과 같이 나타낼 수 있다.

$$W_{MMSE} = \left(H^H H + \frac{1}{\alpha} I \right)^{-1} H^H \quad (11)$$

여기서 α는 신호대 잡음비 (SNR : Signal to Noise Ratio)를 나타낸다.

MMSE 알고리즘은 SNR에 따른 복호 행렬을 사용하여 간섭을 제거하며, ZF와 다르게 잡음 성분이 증폭되는 것을 제거할 수 있다.

3. OSIC

만약 ZF나 MMSE 복호 과정이 완전히 성공한다면 SIC 알고리즘을 사용하여 완벽한 간섭제거를 할 수 있다. 하지만 SIC는 잘못된 초기 결정이 후기 결정에도 영향을 미치는 오류 전파현상은 SIC의 단점이라 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 최적의 ordering 기법을 SIC에 적용하고 오류전파 현상을 해결한다. 최적의 ordering을 위해서 수신기에서 가장 높은 신호대 간섭 및 잡음비를 갖는 신호를 선택하고 복호한다. 그리고 복호된 신호가 수신 신호로부터 제거가 되고, 남은 신호들 중에서 또 가장 큰 SINR을 갖는 신호가 선택한다. 이 과정을 마지막 한 개의 신호가 남을 때까지 반복한다. 이는 각 송신 신호 추정의 정확도를 향상시켜서 오류 전파현상을 최소화 시킬 수 있다. 수신기에서 복호 후에 전송된 X_1 및 X_2의 전력은 각각 식 (12) 및 식 (13)과 같이 나타낼 수 있다.

$$P_{X1} = |h_{11}|^2 + |h_{21}|^2 \quad (12)$$

$$P_{X2} = |h_{12}|^2 + |h_{22}|^2 \quad (13)$$

만약 P_{X1}이 P_{X2} 보다 크다면 수신기는 식 (14)와 같이 수신 신호 벡터 Y로부터 $\widehat{X_1}$의 영향을 제거한 후, $\widehat{X_2}$를 다시 추정한다.

$$\begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 - h_{11}\widehat{X_1} \\ Y_2 - h_{21}\widehat{X_1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{12}X_2 + N_1 \\ h_{22}X_2 + N_2 \end{bmatrix} \quad (14)$$

여기서 $R = \begin{bmatrix} R_1 & R_2 \end{bmatrix}^T$는 재추정된 신호 벡터를 나타낸다. 그리고 수신된 신호에서 정보를 combining하여 송신된 신호 X_2를 추정한다. 본 연구에서는 최대비 결합 (MRC)을 적용한다. 이때 최종 결과는 식 (15)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\widehat{X_{2,Final}} = \frac{\begin{bmatrix} h_{12} \\ h_{22} \end{bmatrix}^H \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} h_{12} \\ h_{22} \end{bmatrix}^H \begin{bmatrix} h_{12} \\ h_{22} \end{bmatrix}} \quad (15)$$

P_{X2}이 P_{X1}보다 크다면 수신기는 식 (16)과 같이 수신 신호 벡터 Y로부터 $\widehat{X_2}$의 영향을 제거한 후, $\widehat{X_1}$를 재추정한다.

$$\begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 - h_{12}\widehat{X_2} \\ Y_2 - h_{22}\widehat{X_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11}X_1 + N_1 \\ h_{21}X_1 + N_2 \end{bmatrix} \quad (16)$$

또한 MRC 방법을 사용하여 송신된 X_1을 식 (17)과 같이 최종적으로 추정한다.

$$\widehat{X_{1,Final}} = \frac{\begin{bmatrix} h_{11} \\ h_{21} \end{bmatrix}^H \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} h_{11} \\ h_{21} \end{bmatrix}^H \begin{bmatrix} h_{11} \\ h_{21} \end{bmatrix}} \quad (17)$$

Ⅳ. 실험 결과

이번 장에서는 모의 실험을 통하여 다중 홉 중계 시스템에서의 간섭제거 성능을 보인다. 신호는 BPSK 변조된 신호를 사용하였으며, 무선 채널은 레일레이 (Rayleigh) 페이딩 채널로 모델링하였다.

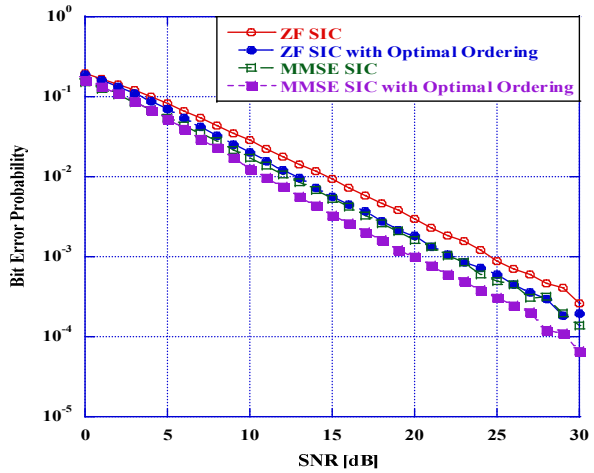

그림 2. ZF 및 MMSE OSIC 알고리즘의 간섭 제거 성능
Fig. 2. Interference cancellation performance of ZF and MMSE OSIC algorithms.

그림 2는 ZF 및 MMSE OSIC 알고리즘을 적용한 다중 홉 중계 시스템에서 SNR에 따른 비트 오류 확률 성능을 나타낸다. 예상한 바와 같이 10^{-3}의 비트 오류 확률에서 MMSE 간섭 제거 방식이 ZF 간섭 제거 방식보다 약 3dB 좋은 성능을 보인다. 또한 OSIC 기법이 SIC 기법보다 더 나은 간섭 제거 성능을 보이는 것을 확인할 수 있다. 따라서 MMSE OSIC 기법이 다중 홉 중계 시스템에서 CCI를 제거하는데 가장 효과적임을 알 수 있다.

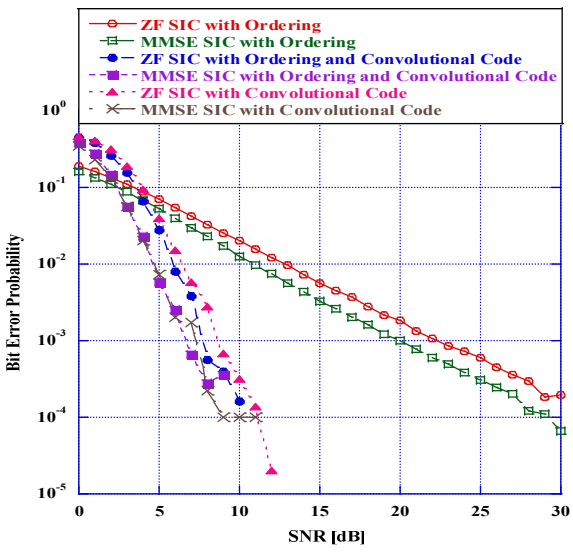

그림 3. Convolutional 부호화한 경우 ZF 및 MMSE OSIC 알고리즘의 간섭 제거 성능
Fig. 3. Interference cancellation performance of ZF and MMSE OSIC algorithms with convolutional coding.

그림 3은 Convolutional 부호화 한 다중 홉 중계 시스템에서 ZF 및 MMSE OSIC 알고리즘의 간섭제거 성능을 나타낸다. Convolutional 부호화한 경우 역시 MMSE SIC 방식이 ZF SIC 방식보다 더 효과적으로 간섭을 제거하는 것을 알 수 있다. 그리고 10^{-3}의 비트 오류 확률에서 ZF OSIC 방식이 ZF SIC 방식보다 1 dB 정도 우수한 성능을 보이는 것을 확인할 수 있다. 하지만 MMSE에서는 OSIC와 SIC의 성능이 거의 비슷한 것을 확인할 수 있다. 또한 채널 부호화를 통하여 채널 상에서 발생한 오류를 검파하고 수정할 수 있기 때문에, SNR이 증가할수록 Convolutional 부호는 상당한 부호화 이득 제공을 통해 CCI 제거 성능을 향상시키는 것을 확인할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 다중 홉 중계 시스템에 ZF OSIC 및 MMSE OSIC 알고리즘을 적용하여 CCI 제거 성능을 분석하였다. 성능 분석 결과, MMSE OSIC 알고리즘이 다중 홉 중계 시스템에서 간섭 제거 성능이 가장 우수한 것을 확인하였다. 또한 Convolutional 부호화를 적용한 경우, 부호화 이득으로 인해 간섭 제거 성능이 더욱 향상되는 것을 확인하였다. 본 논문의 결과는 다중 홉 중계 시스템에서 CCI 제거 알고리즘을 구현하는데 활용될 수 있다.

참 고 문 헌

[1] M. Jankiraman, "Space-Time Codes and MIMO Systems", AH, 2004.

[2] S. M. Alamouti, "A simple transmitter diversity scheme for wireless communications", IEEE J. Select. Areas Commun., vol. 16, no. 8, pp. 1451-1458, Oct. 1998.

[3] V. Tarokh, N. Seshadri, and A. R. Calderbank, "Space-time codes for high data rate wireless communication: Performance criterion and code construction", IEEE Trans. Inform. Theory, vol. 44, no. 2, pp. 744-765 Mar. 1998.

[4] T. M. Cover and A. A. E. Gamal, "Capacity theorems for the relay channel", IEEE Trans.

Inform. Theory, vol. 25, no. 5, pp. 572-584, Sep. 1979.

[5] A. Nosratinia, T. E. Hunter, and A. Hedayat, "Cooperative communication in wireless networks", IEEE Commun. Mag., vol. 42, no. 10, pp. 74-80, Oct. 2004.

[6] T. Korakis, M. Knox, E. Erkip, and S. Panwar, "Cooperative network implementation using open-source platforms", IEEE Commun. Mag., vol. 47, no. 2, pp. 134-141, Feb. 2009.

[7] D. Cox, "Cochannel interference considerations in frequency reuse small-coverage radio systems", IEEE Trans. Commun., vol. 36, no. 1, pp. 135-142, 1982.

저자 소개

김 은 철(정회원)

- 2003년 광운대학교 전자공학부 학사 졸업.
- 2005년 광운대학교 전파공학과 석사 졸업.
- 2009년 현재 광운대학교 전파공학과 박사 과정.

<주관심분야 : 무선통신, 동기화, 채널 부호화, 양립성>

차 재 상(정회원)

- 2000년 일본 東北대학교 전자공학과 공학박사
- 2002년 ETRI 이동통신연구소 무선 전송기술팀 선임연구원
- 2008년 미국 플로리다 대학교 방문교수
- 2009년 현재 서울산업대학교 매체공학과 조교수

<주관심분야 : 디지털 방송전손기술, Cognitive Radio, UWB, 홈네트워크 무선통신기술, 대역확산 및 다중접속기술, 4세대 이동통신기술>

김 성 권(정회원)

- 2002년 일본 東北대학교 전자공학과 공학박사
- 2009년 국립목포해양대학교 해양전자통신공학부 조교수
- 2009년 현재 서울산업대학교 매체공학과 조교수

<주관심분야 : 무선통신용 LSI 설계, 주파수분배정책 및 주파수의 효율적 사용에 관한 연구, 고주파 회로 설계, 무선통신시스템>

이 종 주(정회원)

- 1999년 수원대학교 전기공학과 공학사
- 2001년 성균관대학교 정보통신공학부 공학석사
- 2008년 성균관대학교 정보통신공학부 공학박사
- 2008년 현재 한국전기연구원 전력시스템위촉선임연구원

<주관심분야 : 임베디드 시스템, SCADA, Smart Grid, 신호처리>

김 진 영(정회원)

- 1998년 서울대학교 전자공학과 공학박사
- 2000년 미국 Princeton University, Research Associate
- 2001년 SK 텔레콤 네트워크연구원 책임연구원
- 2001년 현재 광운대학교 전파공학과 부교수
- 2009년 현재 미국 M.I.T 공대 Visiting Scientist

<주관심분야 : 디지털통신, 무선통신, 채널부호화>

강 정 진(종신회원)

- Vol.6 No.1
- 2009년 현재 동서울대학 정보통신과 교수
- 2009년 현재 (사)한국인터넷방송통신TV학회 회장

<주관심분야 : RFID/USN 기술, 디지털 무선이동통신 및 전파기술, 디지털 회로기술, 통방융합 안테나, Ultrafast Microwave Photonics>