



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년11월04일
(11) 등록번호 10-0866615
(24) 등록일자 2008년10월28일

(51) Int. Cl.

H04B 7/04 (2006.01) H04L 1/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0005715

(22) 출원일자 2007년01월18일

심사청구일자 2007년01월18일

(65) 공개번호 10-2008-0068242

(43) 공개일자 2008년07월23일

(56) 선행기술조사문헌
KR1020050063420 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

고영채

서울 성북구 정릉동 우성아파트 105동 807호

남해운

11215 리서치 블레버드. APT 2102, 오스틴 텍사스 78759

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

전중학

전체 청구항 수 : 총 7 항

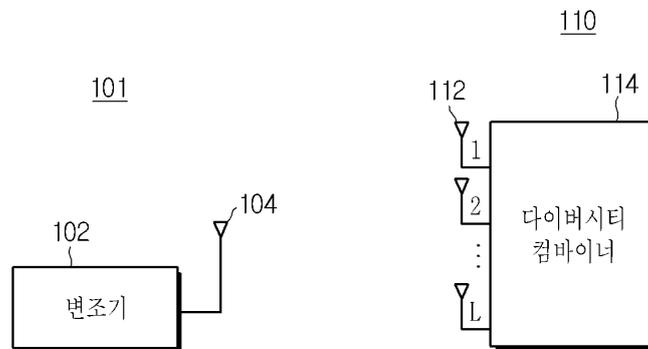
심사관 : 박성웅

(54) 통신 시스템에서 신호 송수신 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 통신 시스템에서 신호 송수신 방법 및 장치에 관한 것이다. 상기 방법은 목표 비트에러율(BER)에 따라 상이한 경계값을 가지는 SNR의 범위를 설정하는 단계와, 상기 송신기로부터 상기 무선 채널을 통해 신호를 수신하는 단계, 상기 안테나들 모두에 대한 SNR을 측정하는 단계, 상기 측정된 안테나별 SNR중에서 가장 높은 SNR을 가지는 안테나를 선택하는 단계, 목표 비트에러율과 상기 기 설정된 SNR의 범위를 근거로 상기 선택된 안테나에 대한 SNR이 속하는 범위를 결정한 후 상기 범위값에 따라 변조 모드를 결정하는 단계, 및 상기 결정된 변조 모드를 상기 송신기로 전송하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

모하메드-슬립 알루이니

19루에 에스-쏘우유티 엘-벤자흐 튀니스 1004 튀니
지아

강철희

서울 강동구 천호2동 강변그대가 APT 104동 1103호

(56) 선행기술조사문헌

KR1020030083489 A*

KR1020040082403 A

KR1020050080369 A

KR1019990086133 A

KR1020040032680 A

US20040204104 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

무선 채널을 통해 송신기와 결합하며, 다수의 안테나를 포함하는 수신기에서의 신호 송수신 방법에 있어서,

목표 비트에러율(BER)에 따라 상이한 경계값을 가지는 SNR의 범위를 설정하는 단계와;

상기 송신기로부터 상기 무선 채널을 통해 신호를 수신하는 단계;

상기 안테나들 모두에 대한 SNR을 측정하는 단계;

상기 측정된 안테나별 SNR중에서 가장 높은 SNR을 가지는 안테나를 선택하는 단계;

목표 비트에러율과 상기 기 설정된 SNR의 범위를 근거로 상기 선택된 안테나에 대한 SNR이 속하는 범위를 결정한 후 상기 범위값에 따라 변조 모드를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 변조 모드를 상기 송신기로 전송하는 단계를 포함하되,

상기 변조 모드를 결정하는 단계에서 상기 선택된 안테나의 SNR이 변조 모드 결정을 위한 경계값, γ_{T_n} (여기서, ' γ_{T_n} '은 N개의 영역으로 구분되는 SNR의 n번째 경계값, $n=N, N-1, \dots, 2$)과 비교하여 상기 SNR이 $\gamma_{T_{n+1}}$ 보다 작고 γ_{T_n} 보다 큰 경우 변조 모드는 n으로 결정되는 것을 특징으로 하는 신호 송수신 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

무선 채널을 통해 송신기와 결합하며, 다수의 안테나를 포함하는 수신기에서의 신호 송수신 방법에 있어서,

상기 송신기로부터 상기 무선 채널을 통해 신호를 수신하는 단계;

상기 다수의 안테나 중에서 현재 안테나에 대한 SNR을 측정하는 단계;

상기 측정된 SNR과 미리 정해진 기준값과 비교하는 단계;

상기 비교 결과 상기 측정된 SNR이 상기 기준값보다 큰 경우 상기 측정된 SNR을 출력 SNR로 결정하고, 상기 측정된 SNR이 상기 기준값보다 작은 경우 다른 안테나로 스위칭하여 스위칭된 안테나에 대한 SNR을 출력 SNR로 결정하는 단계;

상기 결정된 출력 SNR을 이용하여 변조 모드를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 변조 모드를 상기 송신기로 전송하는 단계를 포함하되,

상기 변조 모드를 결정하는 단계에서 상기 결정된 출력의 SNR이 변조 모드 결정을 위한 경계값, γ_{T_n} (여기서, ' γ_{T_n} '은 N개의 영역으로 구분되는 SNR의 n번째 경계값, $n=N, N-1, \dots, 2$)과 비교하여 상기 SNR이 $\gamma_{T_{n+1}}$ 보다 작고 γ_{T_n} 보다 큰 경우 변조 모드는 n으로 결정되는 것을 특징으로 하는 신호 송수신 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

무선 채널을 통해 송신기와 결합하며, 다수의 안테나를 포함하는 수신기에서의 신호 송수신 방법에 있어서,

상기 송신기로부터 상기 무선 채널을 통해 신호를 수신하는 단계;

상기 다수의 안테나 중에서 현재 안테나에 대한 SNR을 측정하는 단계;

상기 측정된 SNR과 미리 정해진 기준값과 비교하는 단계;

상기 비교 결과 상기 측정된 SNR이 상기 기준값보다 큰 경우 상기 측정된 SNR을 출력 SNR로 결정하고, 상기 측정된 SNR이 상기 기준값보다 작은 경우 다른 안테나로 스위칭하여 스위칭된 안테나에 대한 SNR이 상기 기준값보다 큰 경우 상기 스위칭된 안테나의 대한 SNR을 출력 SNR로 결정하는 단계;

상기 결정된 출력 SNR을 이용하여 변조 모드를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 변조 모드를 상기 송신기로 전송하는 단계를 포함하되,

상기 변조 모드를 결정하는 단계에서 상기 결정된 출력의 SNR이 변조 모드 결정을 위한 경계값, γ_{T_n} (여기서

, ' γ_{T_n} '은 N개의 영역으로 구분되는 SNR의 n번째 경계값, $n=N, N-1, \dots, 2$)과 비교하여 상기 SNR이 $\gamma_{T_{n+1}}$ 보다

작고 γ_{T_n} 보다 큰 경우 변조 모드는 n으로 결정되는 것을 특징으로 하는 신호 송수신 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 기준값은 경계값 γ_{T_N} 인 것

을 특징으로 하는 신호 송수신 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 기준값은 경계값 γ_{T_2} 인 것

을 특징으로 하는 신호 송수신 방법.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 출력 SNR을 결정하는 단계에서, 모든 안테나에 대한 SNR이 경계값 γ_{T_2} 보다 작은 경우 상기 수신기는 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)의 변조 방식으로 신호를 송신해 줄 것을 송신기로 요청하는 것

을 특징으로 하는 신호 송수신 방법.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 출력 SNR을 결정하는 단계에서, 모든 안테나에 대한 SNR이 경계값 γ_{T_2} 보다 작은 경우 상기 수신기는 다음 가드 구간(guard period)동안 데이터를 버퍼에 저장하여 기다리라는 요청을 송신기로 전송하는 것

을 특징으로 하는 신호 송수신 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <21> 본 발명은 통신 시스템에서 신호 송수신 방법 및 장치에 관한 것이다. 특히 수신기의 수신 안테나가 다수인 통신 시스템에서 수신 안테나의 경로를 선택하고 이에 따라 적응적인 변조 방식을 적용하여 신호를 송수신하는 방법 및 장치에 관한 것이다.
- <22> 차세대 이동 통신 시스템은 이동 단말들에게 고속의 대용량 데이터 송수신이 가능한 서비스를 제공하기 위한 이동 통신 시스템의 형태로 발전해가고 있다. 그런데 이동 통신 시스템의 무선 채널 환경은 유선 채널 환경과는 달리 다중 경로 간섭(multipath interference), 쉐도잉(shadowing), 전파 감쇠, 시변 잡음, 간섭 및 페이딩(fading) 등과 같은 다양한 요인들로 인해 불가피한 에러가 발생하여 정보의 손실이 발생할 뿐만 아니라 무선 채널의 가용 주파수 대역 역시 매우 제한적이다.
- <23> 따라서 차세대 이동 통신 시스템은 무선 환경이 변동되는 채널에서 높은 전송률과 신뢰성이 보장된 전송을 위하여 제한된 대역폭 및 파워 리소스를 활용해야만 한다. 적응적인 변조 및 안테나 다이버시티는 차세대 통신 시스템에서 이러한 기술을 가능하게 하는 가장 중요한 요소들이다. 상기 적응적인 변조(Adaptive Modulation) 방식은 무선 채널 환경에서 주파수 효율성을 개선하기 위한 것으로, 이는 순시적인 에러 레이트를 목표치 이하로 유지하면서 변화하는 채널을 극복하기 위해 성상도 크기 및 코딩 레이트(Coding Rate)와 같은 변조 파라미터를 조절하여 변조 방식을 적응적으로 적용하는 방식이다. 주로 변조 모드는 몇 개의 미리 정해진 기준값과 수신된 신호 세기의 비교 결과를 기반으로 선택되어진다. 즉 송신기는 송수신 채널의 상태를 수신기로부터 피드백받아 채널상태가 좋은 경우에는 높은 전송률을 가지는 변조 방식을 적용하여 신호를 송신하고, 채널상태가 좋지 않은

경우에는 낮은 전송률을 가지는 변조 방식을 적용하여 에러 레이트를 감소시킬 수 있다.

- <24> 한편 페이딩 현상으로부터 통신의 불안정성을 제거하기 위해 다이버시티 방식이 사용되고 있으며, 다이버시티 방식중 하나로 수신기에서 다수의 안테나를 구비하여 좋은 채널을 가지는 안테나를 이용하여 송수신하거나 다중 경로를 통해 송수신하는 안테나 다이버시티 방법이 있다.
- <25> 수신 안테나가 다수인 경우 안테나 다이버시티 기법으로 최적의 안테나 합성 방법은 잘 알려진 최대 비율 합성(Maximum Ratio Combining, 이하 MRC라 칭함)이다. MRC에 의한 수신단의 출력은 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio; 이하 SNR이라 칭함)가 최대가 되도록 모든 다이버시티 안테나 신호들이 합성된 신호이다. 그러나 MRC의 실행 복잡도는 다이버시티 경로의 수가 많을수록 특히 높다. 확실히 MRC는 가용한 다이버시티 경로의 수 만큼 RF 체인의 수가 필요할 뿐만 아니라 각 다이버시티 경로를 위해 채널 상태를 완전하면서 동시에 알 수 있어야 한다. MRC 다이버시티 조합기의 실행 복잡도를 줄이기 위하여 일반화된 선택 합성(Generalized Selection Combining, 이하 GSC라 칭함)이 제안되어 활발히 연구되고 있다. GSC 수신기는 최적의 MRC 스킴의 규칙에 따라 가장 좋은 정해진 수의 다이버시티 경로들을 조합한다. GSC 방식으로 최소 선택 일반화된 선택 합성(Minimum Selection GSC, 이하 MS-GSC라 칭함) 및 출력 임계값 최대 비율 합성(Output-Threshold MRC, 이하 OT-MRC라 칭함)이 있다. 그러나 이러한 MRC 및 GSC의 경우 신호 합성을 위해서는 높은 복잡도가 요구되므로, 복잡도를 낮추기 위한 방안으로 선택 다이버시티(Selection Diversity) 또는 교환 다이버시티(Switched Diversity)를 고려할 수 있다.
- <26> 그러나 종래에는 이러한 다이버시티 조합 기술들은 적응적인 변조 기술과는 독립적으로 연구되어 왔을 뿐 함께 고려된 적이 없었다. 무선 채널의 한정된 자원을 효율적으로 활용하면서 신뢰성을 향상시키기 위한 방안으로 이러한 다이버시티 기술과 적응적인 변조 방식을 조합할 필요성이 대두되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <27> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 목적은 적응적인 변조 방식과 교환 다이버시티 기술을 조합함으로써 신뢰성을 보장하면서 데이터를 효율적으로 전송할 수 있는 통신 시스템에서 신호 송수신 방법 및 장치를 제공하고자 하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

- <28> 상술한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 측면에 따르면 무선 채널을 통해 송신기와 결합하며, 다수의 안테나를 포함하는 수신기에서의 신호 송수신 방법에 있어서, 목표 비트에러율(BER)에 따라 상이한 경계값을 가지는 SNR의 범위를 설정하는 단계와; 상기 송신기로부터 상기 무선 채널을 통해 신호를 수신하는 단계; 상기 안테나들 모두에 대한 SNR을 측정하는 단계; 상기 측정된 안테나별 SNR중에서 가장 높은 SNR을 가지는 안테나를 선택하는 단계; 목표 비트에러율과 상기 기 설정된 SNR의 범위를 근거로 상기 선택된 안테나에 대한 SNR이 속하는 범위를 결정한 후 상기 범위값에 따라 변조 모드를 결정하는 단계; 및 상기 결정된 변조 모드를 상기 송신기로 전송하는 단계를 포함하는 신호 송수신 방법을 제공할 수 있다.
- <29> 바람직한 실시예에서 상기 방법은 상기 송신기에서 상기 결정된 변조 모드에 따라 신호를 변조하여 전송한 신호를 수신하는 단계를 더 포함한다. 또한 상기 변조 모드를 결정하는 단계에서 상기 선택된 안테나의 SNR이 변조 모드 결정을 위한 경계값, γ_{T_n} (여기서 $n=N, N-1, \dots, 2$)과 비교하여 상기 SNR이 $\gamma_{T_{n+1}}$ 보다 작고 γ_{T_n} 보다 큰 경우 변조 모드는 n 으로 결정되는 것을 특징으로 한다.
- <30> 본 발명의 다른 측면에 따르면 무선 채널을 통해 송신기와 결합하며, 다수의 안테나를 포함하는 수신기에서의 신호 송수신 방법에 있어서, 상기 송신기로부터 상기 무선 채널을 통해 신호를 수신하는 단계; 상기 다수의 안테나 중에서 현재 안테나에 대한 SNR을 측정하는 단계; 상기 측정된 SNR과 미리 정해진 기준값과 비교하는 단계; 상기 비교 결과 상기 측정된 SNR이 상기 기준값보다 큰 경우 상기 측정된 SNR을 출력 SNR로 결정하고, 상기 측정된 SNR이 상기 기준값보다 작은 경우 다른 안테나로 스위칭하여 스위칭된 안테나에 대한 SNR을 출력 SNR로 결정하는 단계; 상기 결정된 출력 SNR을 이용하여 변조 모드를 결정하는 단계; 및 상기 결정된 변조 모드를 상기 송신기로 전송하는 단계를 포함하는 신호 송수신 방법을 제공할 수 있다.
- <31> 바람직한 실시예에서 상기 현재 안테나는 이전에 상기 송신기로부터의 신호를 수신하는데 이용되었던 안테나인 것을 특징으로 한다. 또한 상기 방법은 상기 송신기에서 상기 결정된 변조 모드에 따라 신호를 변조하여 전송한 신호를 수신하는 단계를 더 포함한다. 또한 상기 변조 모드를 결정하는 단계에서 상기 선택된 안테나의 SNR이

변조 모드 결정을 위한 경계값, γ_{T_n} (여기서 $n=N, N-1, \dots, 2$)과 비교하여 상기 SNR이 $\gamma_{T_{n+1}}$ 보다 작고 γ_{T_n} 보다 큰 경우 변조 모드는 n 으로 결정되는 것을 특징으로 한다.

<32> 본 발명의 또 다른 측면에 따르면 무선 채널을 통해 송신기와 결합하며, 다수의 안테나를 포함하는 수신기에서의 신호 송수신 방법에 있어서, 상기 송신기로부터 상기 무선 채널을 통해 신호를 수신하는 단계; 상기 다수의 안테나 중에서 현재 안테나에 대한 SNR을 측정하는 단계; 상기 측정된 SNR과 미리 정해진 기준값과 비교하는 단계; 상기 비교 결과 상기 측정된 SNR이 상기 기준값보다 큰 경우 상기 측정된 SNR을 출력 SNR로 결정하고, 상기 측정된 SNR이 상기 기준값보다 작은 경우 다른 안테나로 스위칭하여 스위칭된 안테나에 대한 SNR이 상기 기준값보다 큰 경우 상기 스위칭된 안테나의 대한 SNR을 출력 SNR로 결정하는 단계; 상기 결정된 출력 SNR을 이용하여 변조 모드를 결정하는 단계; 및 상기 결정된 변조 모드를 상기 송신기로 전송하는 단계를 포함하는 신호 송수신 방법을 제공할 수 있다.

<33> 바람직한 실시예에서 상기 출력 SNR을 결정하는 단계에 있어서 모든 안테나에 대한 SNR이 상기 기준값보다 작은 경우 가장 최근에 스위칭된 안테나의 SNR을 출력 SNR로 결정하는 것을 특징으로 한다. 또한 상기 출력 SNR을 결정하는 단계에 있어서 모든 안테나에 대한 SNR이 상기 기준값보다 작은 경우 SNR이 가장 높은 안테나의 SNR을 출력 SNR로 결정하는 것을 특징으로 한다. 또한 상기 방법은 상기 송신기에서 상기 결정된 변조 모드에 따라 신호를 변조하여 전송한 신호를 수신하는 단계를 더 포함한다. 또한 상기 변조 모드를 결정하는 단계에서 상기 선택된 안테나의 SNR이 변조 모드 결정을 위한 경계값, γ_{T_n} (여기서 $n=N, N-1, \dots, 2$)과 비교하여 상기 SNR이 $\gamma_{T_{n+1}}$ 보다 작고 γ_{T_n} 보다 큰 경우 변조 모드는 n 으로 결정되는 것을 특징으로 한다. 또한 상기 기준값은 경계값 γ_{T_n} 인 것을 특징으로 한다. 또한 상기 기준값은 경계값 γ_{T_2} 인 것을 특징으로 한다. 또한 상기 출력 SNR을 결정하는 단계에서, 모든 안테나에 대한 SNR이 경계값 γ_{T_2} 보다 작은 경우 상기 수신기는 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)의 변조 방식으로 신호를 송신해 줄 것을 송신기로 요청하는 것을 특징으로 한다. 또한 상기 출력 SNR을 결정하는 단계에서, 모든 안테나에 대한 SNR이 경계값 γ_{T_2} 보다 작은 경우 상기 수신기는 다음 가드 구간(guard period)동안 데이터를 버퍼에 저장하여 기다리라는 요청을 송신기로 전송하는 것을 특징으로 한다. 또한 상기 신호는 가드 구간(guard period)을 포함하는 것을 특징으로 한다.

<34> 본 발명의 또 다른 측면에 따르면 수신기로부터 피드백받은 변조 모드에 따라 신호를 변조하여 전송하는 송수신기; 및 다수의 안테나를 포함하며, 상기 다수의 안테나 중에서 상기 송신기로부터 전송되는 신호를 수신할 안테나를 선택하고 상기 선택된 안테나의 SNR에 대응되는 변조 모드를 결정하여 상기 송신기로 피드백하는 수신기를 포함하는 신호 송수신 장치를 제공할 수 있다.

<35> 바람직한 실시예에서 상기 수신기는 상기 다수의 안테나를 통해 신호를 수신하며 상기 결정된 변조 모드를 상기 송신기로 전송하는 송수신기; 상기 수신 신호에 대하여 상기 안테나별 SNR을 측정하는 SNR 측정부; 상기 수신 신호를 수신할 안테나를 선택하는 안테나 경로 선택부; 및 상기 안테나 경로 선택부에서 선택된 안테나에 대한 SNR을 이용하여 상기 변조 모드를 결정하는 변조 모드 결정부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

<36> 이어서, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

<37> 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 신호 송수신 장치 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

<38> 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 신호 송수신 장치는 송신기(101) 및 수신기(110)를 포함한다. 상기 송신기(101)는 변조기(102) 및 안테나(104)를 포함하며, 상기 수신기(110)는 다수의 안테나(112) 및 다이버시티 컴바이너(114)를 포함한다. 송신기(101)에서 수신기(110)로 송신될 신호는 변조기(102)를 통해 변조되어 안테나(104)를 통해 송신되고, 무선 채널을 통과한 송신 신호는 다수의 수신 안테나들(112)을 통해 다이버시티 컴바이너(114)로 입력된다. 상기 다이버시티 컴바이너(114)는 다양한 다이버시티 기법들 중 하나를 사용하여 원래의 송신 신호를 검출한다.

<39> 상기 변조기(102)에서 수행되는 변조 방식은 상기 무선 채널 환경에 따라 적응적인 변조(Adaptive Modulation) 방식이 적용된다. 이때 변조 방식은 상기 무선 채널 환경에 따라 M-ary quadrature amplitude modulation(M-QAM)이 적용된다. 본 발명에서의 적응적인 변조 방식은 종래의 적응적인 변조방식과는 달리 상기 수신기(110)에

서 결정된 변조 모드를 피드백받아 그에 따라 적응적인 변조를 수행한다. 특히 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio, 이하 SNR이라 칭함)가 N개의 영역으로 구분되는 경우, 상기 다이버시티 컴바이너(114)에서 최종 출력되는 신호의 SNR는 상기 N개의 영역 중 어느 하나에 속하게 된다. 즉 상기 다이버시티 컴바이너(114)에서 최종 출력되는 신호의 SNR이 상기 N개의 영역 중 n번째 영역 ($\gamma_{T_n} > \gamma_{T_{n+1}}$)에 속하는 경우 상기 수신기(110)는 n이라는 변조 모드 인덱스(index)를 상기 송신기(101)로 피드백하고, 상기 송신기(101)는 2^n -QAM으로 변조를 수행한다. 여기서 n은 2부터 N까지의 값을 갖으며, $2^n=M$ 을 성상도(constellation) 크기라 한다.

<40> 상기 N개의 영역의 각 경계점 γ_{T_n} 는 타겟 BER(Bit Error Rate)에 따라 달라진다. 타겟 BER이 1%, 0.1%, 0.01% 일 때 각 변조 수준을 구분 짓는 SNR의 경계값들은 하기 <표 1>과 같다.

표 1

n	γ_{T_n} [dB] for $BER_0 = 10^{-2}$	γ_{T_n} [dB] for $BER_0 = 10^{-3}$	γ_{T_n} [dB] for $BER_0 = 10^{-4}$
2	7.33	9.64	11.35
3	11.84	13.32	16.07
4	13.90	16.63	18.23
5	17.83	19.79	22.29
6	19.73	22.86	24.30
7	23.85	25.91	28.24
8	25.43	28.94	30.23

<41>

<42> 한편 상기 수신기(110)는 상기 송신기(101)로부터 송신된 신호를 다수인 L개의 안테나(112)를 통해 수신하며, 상기 다이버시티 컴바이너(114)는 상기 다수의 안테나(112) 경로 중에서 수신하고자 하는 안테나 경로를 결정한다. 상기 수신기(110)는 상기 다이버시티 컴바이너(114)에서 결정된 상기 안테나 경로에 의한 출력 SNR을 추정하고, 상기 출력 SNR에 따라 변조 모드를 결정한다. 상기 수신기(110)는 상기 결정된 변조 모드를 나타내는 인덱스를 상기 송신기(101)로 피드백한다. 이때 상기 수신기(110)에서 수신된 신호에 대해서 다이버시티 안테나 경로를 결정하고, 변조 모드를 결정하는 시간을 고려하여, 상기 신호는 짧은 가드 영역(Short Guard Period)이 주기적으로 삽입되는 것이 바람직하다.

<43> 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 수신기의 구성을 개략적으로 나타낸 도면이다.

<44> 도 2를 참조하면, 본 발명에 따른 수신기는 송수신부(201), SNR 측정부(203), 안테나 경로 선택부(205) 및 변조 모드 결정부(207)를 포함한다. 이때 상기 SNR 측정부(203), 안테나 경로 선택부(205) 및 변조 모드 결정부(207)는 도 1에서 수신기의 다이버시티 컴바이너에 대응될 수 있다.

<45> 상기 송수신부(201)는 다수의 안테나를 포함하며 송신기로부터 전송되는 신호를 상기 다수 안테나를 통해 수신하여 상기 SNR 측정부(203) 및 상기 안테나 경로 선택부(205)로 전달한다. 또한 상기 송수신부(201)는 상기 변조 모드 결정부(207)에서 결정된 변조 모드 정보를 상기 송신부로 전송하는 기능을 수행한다.

<46> 상기 SNR 측정부(203)는 상기 송수신부(201)에서 수신한 신호의 안테나 경로별 SNR을 측정하여 그 결과를 상기 안테나 경로 선택부(205)로 전달한다. 상기 안테나 경로 선택부(205)는 상기 SNR 측정부(203)에서 측정된 안테나 경로별 SNR을 통해 상기 수신 신호를 수신할 안테나 경로를 결정한다. 이때 상기 안테나 경로 선택부(205)에서 안테나 경로를 선택하는 방법은 크게 3가지가 있다

<47> 첫째는 선택 합성(Selection Combining, SC)으로 상기 송수신부(201)의 모든 안테나의 SNR을 비교하여 가장 높은 SNR을 가지는 안테나 경로를 선택하는 방법이다. 둘째는 교환 및 머무름 합성(Switched and Stay Combining, SSC)으로 현재 안테나 경로의 SNR이 특정 임계값보다 작아질 때 다른 안테나 경로로 스위칭하는 방법이다. 셋째는 교환 및 조사 합성(Switch and-Examine Combining, SEC)으로 현재 안테나 경로의 SNR이 임계값보다 작아지면 임계값보다 높은 SNR을 가지는 안테나 경로를 찾아 스위칭하며, 모든 안테나 경로의 SNR이 임계값보다 작은

경우에는 마지막 안테나 경로를 선택하는 방법이다. 상기 SEC의 변형으로 후조사 교환 및 조사 합성(SEC with post-examine selection, SECps)은 모든 안테나 경로의 SNR이 임계값보다 작은 경우 가장 높은 SNR을 가지는 안테나 경로를 선택하여 스위칭하는 방법이다. 상기 안테나 경로 선택 방법 중 첫째 방법은 선택 다이버시티 기법이며, 둘째 및 셋째 방법은 교환 다이버시티 기법에 해당된다. 상기 3가지 방법에 의한 각 실시예는 도 4 내지 도 6을 참조하여 자세히 설명될 것이다.

<48> 상기 변조 모드 결정부(207)는 상기 안테나 경로 선택부에서 결정된 안테나 경로에 대한 SNR, 즉 출력 SNR을 이용하여 변조 모드를 결정하는 기능을 수행한다. 여기서 상기 변조 모드 결정부(207)에서 변조 모드를 결정하는 방법은 도 1에서 자세히 설명되었다. 상기 변조 모드 결정부(207)에서 결정된 변조 모드를 나타내는 변조 모드 인덱스는 상기 송신부(201)를 통해 송신기로 피드백된다. 상기 송신기는 다음 구간동안에는 상기 피드백받은 변조 모드에 따라 신호를 변조하여 전송한다.

<49> 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 송신기와 수신기 사이의 신호 흐름도이다.

<50> 도 3을 참조하면, 먼저 송신기는 전송할 신호를 변조한 후 변조된 신호를 수신기로 전송한다(단계 301). 이때 상기 수신기는 다수의 안테나를 통해 상기 신호를 수신하게 된다. 이후, 상기 수신기는 상기 다수의 안테나들 중에서 신호를 수신할 안테나 경로를 선택하고, 상기 선택된 안테나 경로의 SNR에 따라 변조 모드를 결정한다(단계 303). 이후 상기 수신기는 상기 결정된 변조 모드 정보를 상기 송신기로 전달한다(단계 305). 이때 상기 변조 모드 정보는 바람직하게는 도 1에서 설명한 변조 모드 인덱스이다. 변조 모드 정보를 수신한 상기 송신기는 상기 수신기에서 결정된 변조 방식에 따라 신호를 변조한 후 상기 수신기로 변조된 신호를 송신한다(단계 307).

<51> (제1 실시예)

<52> 제1 실시예는 선택 합성(Selection Combining, SC)에 의해 적응적인 변조(Adaptive Modulation)를 적용한 실시예이다. SC의 경우 수신기의 모든 안테나에 대하여 SNR을 측정하고, SNR이 가장 높은 안테나를 선택하므로, 항상 신호 품질이 가장 좋은 안테나를 선택할 수 있지만 안테나를 선택하는 과정에 있어 높은 복잡도가 요구된다.

<53> 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 선택 합성에 의해 적응적인 변조 방식을 적용한 신호 송수신 절차를 나타낸 순서도이다.

<54> 도 4를 참조하면, 수신기는 다수의 안테나를 통해 송신기로부터 전송되는 신호를 수신한다(단계 401). 수신기는 각 안테나 경로별 SNR을 추정한다(단계 403).

<55> 수신기의 안테나 개수가 L개인 경우 각 안테나 경로별 SNR은 $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_L$ 이 될 것이다. 상기 수신기의 다이버시티 컴바이너는 상기 안테나 경로별 SNR중 가장 높은 SNR에 대응되는 안테나 경로를 선택한다(단계 405). 수신기는 $\gamma_1, \gamma_2, \dots, \gamma_L$ 중에서 가장 높은 값 γ_c 를 출력 SNR로 결정하고, 상기 출력 SNR을 표 1을 통해 예를 든 SNR 경계값 γ_{T_n} (여기서 $n=N, N-1, \dots, 2$)과 비교하여 변조 모드를 결정한다(단계 407). 상기 출력 SNR이 $\gamma_{T_{n+1}}$ 보다 작고 γ_{T_n} 보다 큰 경우, 상기 수신기는 변조 모드 방식을 2^n -QAM으로 결정한다.

<56> 수신기는 상기 결정된 변조 모드 방식을 나타내는 인덱스를 수신기로 피드백한다(단계 409). 상기 송신기는 상기 변조 모드 방식에 따라 이어지는 데이터 신호를 변조하여 송신한다. 한편 모든 안테나 경로의 SNR이 γ_{T_2} 보다 낮은 경우, 즉 출력 SNR이 상기 γ_{T_2} 보다 작다면 수신기는 상기 단계 409에서 다음 2가지의 옵션(option)으로 동작할 수 있다. 수신기는 타겟 BER을 만족하지 못하더라도 가장 낮은 변조 모드, 즉 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)의 변조 방식으로 신호를 송신해 줄 것을 송신기로 요청할 수 있다(옵션 1). 또는 수신기는 좀 더 좋은 채널 환경을 위해서 다음 가드 구간(guard period)까지 데이터를 버퍼에 저장하여 기다리라는 요청을 수신기에게 할 수 있다(옵션 2).

<57> 도 7은 상기 두 가지 옵션에 따라 SC방식에 기반한 경우에 평균 주파수 효율을 나타낸 도면이다. 이때 L은 수신기의 안테나 개수를 나타낸다. 도 7에서 보는 바와 같이 안테나 개수가 증가할수록 평균 주파수 효율은 증가한다. 같은 개수의 안테나를 가지는 경우 두 가지의 옵션을 비교하면 높은 SNR 영역에서 두 가지 옵션은 거의 같은 성능을 가진다. 반면 낮은 SNR 영역에서는 옵션 1이 옵션 2보다 주파수 효율성이 높다. 이는 채널 상황이 좋

지 못할 때 옵션 2는 데이터를 버퍼에 저장하고 기다리는 반면에, 옵션 1은 타겟 BER 제약을 위반하여 데이터를 전송하였기 때문이다.

<58> BER 제약의 위반은 도 8로부터 관찰 될 수 있다. 도 8은 SC 방식에 기반한 경우 평균 에러율을 나타낸 도면이다. 도 8을 살펴보면 낮은 SNR 지역에서 옵션 1의 평균 BER은 타겟 BER, 10^{-3} 보다 크다. 옵션 1에서 안테나의 개수를 늘리는 것은 BER의 제약을 위반하는 SNR의 구간을 줄이는 것을 상당히 돕는다는 것을 알 수 있다. 반면 옵션 2의 경우 안테나 수를 늘리는 것은 단지 매우 높은 SNR 구간에서만 BER 측면에서 좋은 성능을 보인다.

<59> (제2 실시예)

<60> 제2 실시예는 교환 및 머무름 합성(Switched and Stay Combining, SSC)에 의해 적응적인 변조(Adaptive Modulation)를 적용한 실시예이다. SSC의 경우 SC와 비교하여 모든 안테나 경로에 대해서 비교를 실시하지 아니하고 단지 현재 안테나 경로의 SNR만을 추정하므로, 수신기에서 안테나 합성을 결정하는데 복잡도는 줄어드는 효과가 있다. 그러나 SSC는 스위칭된 안테나 신호 품질을 보장할 수 없다. 상기 SSC는 확률적으로 한 안테나의 신호가 나쁠 경우 다른 하나의 안테나는 신호가 좋을 것이라는 기대를 반영한 것이다. SSC는 안테나의 개수가 3개 이상인 경우에는 무의미해 질 수 있다.

<61> 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 교환 및 머무름 합성에 의해 적응적인 변조 방식을 적용한 신호 송수신 절차를 나타낸 순서도이다.

<62> 도 5를 참조하면, 수신기는 다수의 안테나를 통해 송신기로부터 전송되는 신호를 수신한다(단계 501). 상기 수신기는 수신한 상기 신호에 대해서 현재 안테나 경로의 SNR이 특정 기준값보다 큰지를 비교한다(단계 503).

<63> 상기 비교 결과 현재 SNR이 기준값보다 크다면 단계 507이 수행되고, 현재 SNR이 기준값보다 작다면 단계 505가 수행된다. 단계 505에서, 즉 현재 안테나 경로의 SNR이 기준값보다 작다면 수신기는 현재 안테나 경로를 다른 안테나 경로로 스위칭한 후 단계 507 이후의 단계를 수행한다.

<64> 단계 507에서, 상기 수신기는 현재 안테나 경로에 대한 SNR을 값을 출력 SNR로 결정한다. 이후 상기 수신기는 상기 출력 SNR 값에 대응되는 변조 모드를 결정한다(단계 509). 이때 상기 수신기에서의 변조 모드 결정 방법은 도 4의 단계 407에서의 변조 모드 결정 방법과 동일한 방법을 따른다. 이후 상기 수신기는 상기 결정된 변조 모드 방식을 나타내는 인덱스를 수신기로 피드백한다(단계 511).

<65> (제3 실시예)

<66> 제3 실시예는 교환 및 조사 합성(Switch and-Examine Combining, SEC)에 의해 적응적인 변조(Adaptive Modulation)를 적용한 실시예이다. SEC는 신호 품질, 즉 수신 SNR이 기준값보다 작아지면 기준값보다 높은 SNR을 가지는 안테나 경로를 찾아 스위칭하는 방법이다. SSC는 수신 SNR이 기준값보다 작으면 다른 안테나의 SNR을 고려치 아니하고 무조건 스위칭한다는 점에서 SEC와 차이점이 있다. 한편 SEC에서 모든 안테나로 스위칭했지만 상기 기준값 SNR보다 높은 안테나를 찾지 못하면 마지막 안테나에서 머무르게 된다. 이때 SEC에서 모든 안테나로 스위칭했지만 상기 기준값 SNR보다 높은 안테나를 찾지 못한 경우 가장 높은 SNR을 가지는 안테나 경로를 선택하여 스위칭하는 방법이 있는데 이를 후조사 교환 및 조사 합성(SEC with post-examine selection, SECps)라 한다.

<67> 본 발명에서 제3 실시예는 상기 기준값을 어떠한 값을 가지나에 따라서 최소 추정 방식(Minimum Estimation Schemes) 및 대역폭 효율 방식(Bandwidth Efficient Schemes)으로 운용될 수 있다.

<68> 먼저 최소 추정 방식에 대해 설명하면 다음과 같다.

<69> 최소 추정 방식(Minimum Estimation Schemes)의 목적은 수신기에서 경로 선택을 위해 경로를 추정하는 횟수를 최소화하는 것이다. 이때 수신기는 SEC를 적용하기 위한 기준값을 가장 낮은 기준값, 즉 γ_{T_2} 로 설정한다. 수신기에서 현재 안테나에서의 SNR이 상기 기준값 γ_{T_2} 보다 크다면 현재 안테나 경로의 SNR 값을 출력 SNR로 결정하여 변조 모드 결정을 위한 임계값들($\gamma_{T_3}, \gamma_{T_4}, \dots, \gamma_{T_n}$)과 비교한다. 상기 출력 SNR이 $\gamma_{T_{n+1}}$ 보다 작고 γ_{T_n} 보다 큰 경우, 상기 수신기는 변조 모드를 n으로 결정한다. 이때 변조 방식은 2^n -QAM이 된다. 상기 수신기

는 결정된 변조 모드를 송신기로 피드백하며, 상기 송신기는 이어지는 데이터 버스트를 상기 피드백받은 변조 방식으로 변조를 수행한다.

<70> 한편 모든 안테나 경로의 SNR이 γ_{T_2} 보다 낮은 경우, 즉 출력 SNR이 상기 γ_{T_2} 보다 작다면 수신기는 다음 2가지의 옵션(option)으로 동작할 수 있다. 수신기는 타겟 BER을 만족하지 못하더라도 가장 낮은 변조 모드, 즉 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)의 변조 방식으로 신호를 송신해 줄 것을 송신기로 요청할 수 있다(옵션 1). 또는 수신기는 좀 더 좋은 채널 환경을 위해서 다음 가드 구간(guard period)까지 데이터를 버퍼에 저장하여 기다리라는 요청을 송신기에게 할 수 있다(옵션 2). 옵션 1에서, 수신기는 SEC의 경우 가장 최근의 안테나 경로를 이용하여 신호를 수신하고, SECps의 경우 가장 좋은 안테나 경로를 찾아 신호를 수신하게 된다.

<71> 다음으로 대역폭 효율 방식에 대해 설명하면 다음과 같다.

<72> 대역폭 효율 방식(Bandwidth Efficient Schemes)의 목적은 주파수 효율성을 최대로 하는 것이다. 주파수 효율을 높이기 위해서 수신기는 안테나 다이버시티 합성을 수행하는 과정에서 가장 높은 변조 모드가 필요하다. 즉 수신기는 SEC 또는 SECps를 수행하는 과정에서 기준값을 가장 높은 값, 즉 γ_{T_N} 으로 설정한다. 수신기는 현재 안테나 경로의 SNR이 상기 기준값 γ_{T_N} 보다 크면 경로 추정 과정을 그만두고 현재 안테나를 이용하여 데이터를 수신한다. 또한 수신기는 송신기로 이어지는 데이터 버스트는 2^N -QAM으로 변조하여 송신해 줄 것을 요청한다. 만일 현재 안테나 경로의 SNR이 상기 기준값 γ_{T_N} 보다 작아지면 SNR이 상기 기준값 γ_{T_n} 보다 큰 안테나 경로를 찾아 스윙을 수행한다. 모든 안테나에 대한 SNR이 상기 기준값 γ_{T_N} 보다 작다면, 수신기는 SEC의 경우에는 마지막 안테나 경로에 대한 SNR을 출력 SNR로 결정하고, SECps의 경우 모든 안테나 경로의 SNR을 비교하여 가장 큰 값을 가지는 SNR을 출력 SNR로 결정한다. 수신기는 상기 출력 SNR을 변조 모드 결정을 위한 경계값들 ($\gamma_{T_{N-1}}, \gamma_{T_{N-2}}, \dots, \gamma_{T_2}$)과 비교하여 출력 SNR이 $\gamma_{T_{n+1}}$ 보다 작고 γ_{T_n} 보다 큰 경우 변조 모드를 n으로 결정한다. 이후 상기 수신기는 이어지는 데이터 버스트의 변조 방식을 위해서 상기 결정된 변조 모드를 송신기로 피드백한다.

<73> 한편 최악의 경우 모든 안테나 경로의 SNR이 γ_{T_2} 보다 작은 경우 Minimum Estimation Schemes과 마찬가지로 두 가지 옵션으로 운용될 수 있다. 수신기는 타겟 BER을 만족하지 못하더라도 가장 낮은 변조 모드, 즉 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)의 변조 방식으로 신호를 송신해 줄 것을 송신기로 요청할 수 있다(옵션 1). 또는 수신기는 좀 더 좋은 채널 환경을 위해서 다음 가드 구간(guard period)까지 데이터를 버퍼에 저장하여 기다리라는 요청을 송신기에게 할 수 있다(옵션 2)

<74> 상기 최소 추정 방식(Minimum Estimation Schemes) 및 대역폭 효율 방식(Bandwidth Efficient Schemes)을 포함하는 제3 실시예에 따른 신호 송수신 절차를 순서도로 나타내면 도 6과 같다. 도 6은 본 발명에 따른 제3 실시예에 따른 교환 및 조사 합성에 의해 적응적인 변조 방식을 적용한 신호 송수신 절차를 나타낸 순서도이다.

<75> 도 6을 참조하면, 수신기는 다수의 안테나를 통해 송신기로부터 전송되는 신호를 수신한다(단계 601). 상기 수신기는 수신한 상기 신호에 대해서 현재 안테나 경로의 SNR이 특정 기준값보다 큰지를 비교한다(단계 603).

<76> 상기 비교 결과 현재 안테나 경로의 SNR이 기준값보다 크다면 단계 611이 수행되고, 현재 안테나 경로의 SNR이 기준값보다 작다면 단계 605가 수행된다. 단계 605에서, 수신기는 남은 안테나 경로가 존재하는지를 판단하여 남은 안테나 경로가 존재하면 단계 607을 수행하고, 남은 안테나 경로가 존재하지 아니하면 단계 609를 수행한다.

<77> 단계 607에서 수신기는 다른 안테나 경로를 선택하여 선택된 안테나 경로에 대한 SNR을 추정하고, 단계 603으로 진행하여 추정된 SNR이 기준값보다 큰지를 비교한다. 단계 609는 모든 안테나 경로의 SNR이 기준값보다 작을 때 수행되는 것으로 최소 추정 방식의 경우는 생략될 수 있다. 단계 609에서 수신기는 모든 안테나 경로의 SNR이 기준값보다 작지만 그 중에서 가장 SNR이 높은 안테나 경로를 선택한다.

<78> 단계 611에서 상기 수신기는 현재 안테나 경로에 대한 SNR을 값을 출력 SNR로 결정한다. 이후 상기 수신기는 상기 출력 SNR 값에 대응되는 변조 모드를 결정한다(단계 613). 이후 상기 수신기는 상기 결정된 변조 모드 방식

을 나타내는 인덱스를 수신기로 피드백한다(단계 615).

- <79> 상기에서 살펴본 적응적인 변조와 교환 합성을 적용한 여러 실시예들은 주파수 효율성, 평균 비트 에러율 측면에서 트레이드오프 관계에 있다.
- <80> 도 9는 SEC 기반의 최소 추정 방식을 따를 때 평균 주파수 효율성을 나타낸 도면이다. 높은 SNR 영역에서 두 가지 옵션은 안테나 수에 상관없이 평균 주파수 효율성 그래프는 겹친다. 이는 채널 상태가 좋을 때 첫 번째 경로의 SNR이 기준값보다 커서 변조 모드 선택에 이용될 가능성이 크기 때문이다. 또한 도 9를 살펴보면 낮은 SNR 영역 및 중간 SNR 영역에서는 수신 안테나의 수는 옵션 1보다 옵션 2에서 효율성을 더 증대시킬 수 있음을 알 수 있다. 옵션 2에서 데이터를 보내지 못할 확률은 수신 안테나 수의 증가에 따라 작아지게 된다.
- <81> 낮은 SNR 영역에서는 옵션 1이 옵션 2보다 주파수 효율성이 높다. 이는 채널 상황이 좋지 못할 때 옵션 2는 데이터를 버퍼에 저장하고 기다리는 반면에, 옵션 1은 타겟 BER 제약을 위반하여 데이터를 전송하였기 때문이다. BER 제약의 위반은 도 10로부터 관찰 될 수 있다. 도 10은 SEC 기반의 최소 추정 방식을 따를 때 평균 에러율을 도시한 도면이다. 낮은 SNR 영역 및 중간 SNR 영역에서 옵션 1은 항상 타겟 BER을 위반하는 반면, 옵션 2는 타겟 BER 조건을 만족한다. 또한 수신 안테나 수의 증가는 옵션 1에서 BER 위반을 상당히 감소시키는 반면, 옵션 2에서는 BER 성능에서 아무런 효과가 없다.
- <82> 도 11은 SEC 기반의 대역폭 효율 방식을 따를 때 평균 주파수 효율성을 나타낸 도면이다. 도 11을 살펴보면 최소 추정 방식과는 달리 낮은 SNR 영역 및 중간 SNR 영역에서 두 가지 옵션에서 모두 수신 안테나의 수를 증가하는 것은 주파수 효율에 별로 영향을 주지 못한다. 또한 앞에서 살펴본 이유와 동일하게 옵션 1이 옵션 2보다 주파수 효율이 큼을 알 수 있다. 높은 SNR 영역에서는 두 가지 옵션에서 모두 수신 안테나의 수의 증가는 주파수 효율을 상당히 높일 수 있다. 이는 채널 상태가 좋을 때 수신 안테나 수를 증가시키는 것은 변조 방식의 정상도를 높게 할 수 있는 가능성을 증대시키기 때문이다. 반면 채널 상태가 좋지 못할 경우에 가장 높은 정상도는 이용되기 힘들게 되고, 수신기는 항상 가장 최근에 조사했던 경로에 기반을 둔 정상도의 크기를 이용할 것이다. 결과적으로 시스템은 수신 안테나 다이버시티 효과를 얻을 수 없다.
- <83> 도 12는 SEC의 대역폭 효율 방식을 따를 때 평균 에러율을 도시한 도면이다. 예상되는 바와 같이 옵션 1은 낮은 SNR 영역에서 요구되는 BER을 위반하게 되는 반면, 옵션 2는 항상 요구되는 BER 수준을 만족한다. 또한 수신 안테나의 수를 증가시키는 것은 높은 SNR 영역에서 옵션 1의 BER 성능은 향상시키나, 옵션 2에서는 거의 영향을 미치지 못한다.
- <84> 도 13 내지 도 16은 최소 추정 방식 및 대역폭 효율 방식에 따른 SECps의 성능 및 주파수 효율성을 나타내고 있다.
- <85> 도 13 및 도 14를 살펴보면 SECps에 기반한 최소 추정 방식의 경우 SEC에 기반한 최소 추정 방식과 성능 및 주파수 효율 면에서 매우 유사함을 알 수 있다. 반면에 SECps에 기반한 최소 추정 방식은 옵션 1에서 낮은 SNR 영역의 에러 성능이 향상되는 것을 기대할 수 있다. 이는 바람직하지 못한 안테나 경로에서 가장 좋은 경로를 중점 선택하기 때문이다.
- <86> 도 15를 살펴보면, SEC에 기반한 대역폭 효율 방식과는 달리 SECps에 기반한 대역폭 효율 방식은 모든 SNR 영역에서 안테나 수의 증가에 따른 이득을 얻는다. 기본적으로 가장 큰 정상도를 가지는 변조 방식이 달성될 수 없는 경우에, SECps에 기반한 대역폭 효율 방식은 가장 좋은 경로가 이용되기 때문에 SEC에 기반한 대역폭 효율 방식보다 더 큰 정상도를 가지는 변조 방식을 이용할 수 있다. 도 15와 도 7을 비교하면 SECps에 기반한 대역폭 효율 방식은 SC와 비교하여 거의 동일한 수준의 주파수 효율을 달성할 수 있다. 도 16을 살펴보면, SEC에 기반한 스킴과 비슷하게 SECps 기반 대역폭 효율 방식의 비트 에러율 성능은 수신 안테나의 수가 증가함에 따라 옵션 2보다는 옵션 1에서 상당히 증가함을 알 수 있다. 사실 SECps 기반 대역폭 효율 방식에서 옵션 1의 경우에는 도 8에 나타난 바와 같이 SC와 비교하여 BER 성능 면에서 거의 유사하다.
- <87> 본 발명은 상기 실시예에 한정되지 않으며, 많은 변형이 본 발명의 사상 내에서 당 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의하여 가능함은 물론이다.

발명의 효과

- <88> 본 발명에 의하면 적응적인 변조 방식과 교환 다이버시티 기술을 조합함으로써 신뢰성을 보장하면서 데이터를 효율적으로 전송할 수 있는 통신 시스템에서 신호 송수신 방법 및 장치를 제공할 수 있다.

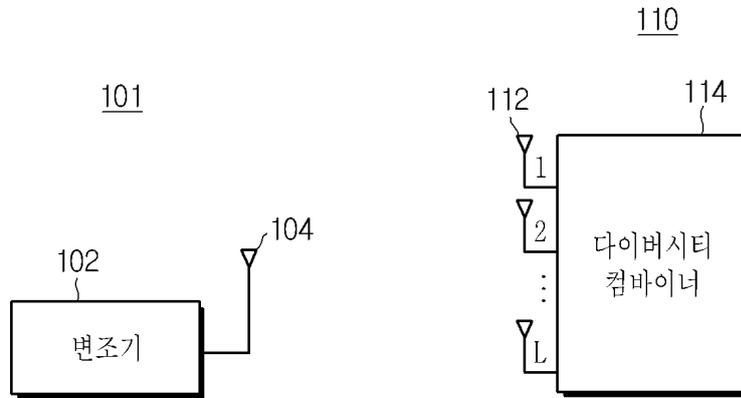
<89> 본 발명에 의하면 적응적인 변조 방식과 교환 다이버시티 기술을 다양하게 조합한 신호 송수신 방법 및 장치는 낮은 수행 복잡도를 가지며, 다가올 MM(millimeter)-wave에 기반한 WPAN(Wireless Personal Area Network) 시스템에 이용될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

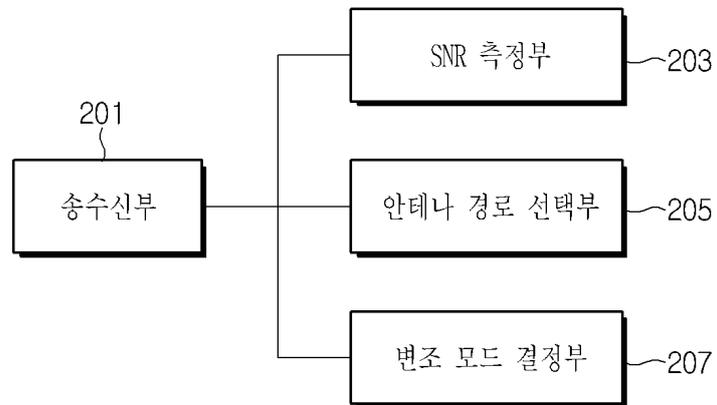
- <1> 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 신호 송수신 장치 장치를 개략적으로 나타낸 도면.
- <2> 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 수신기의 구성을 개략적으로 나타낸 도면.
- <3> 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 송신기와 수신기 사이의 신호 흐름도.
- <4> 도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 선택 합성에 의해 적응적인 변조 방식을 적용한 신호 송수신 절차를 나타낸 순서도.
- <5> 도 5는 본 발명의 제2 실시예에 따른 교환 및 머무름 합성에 의해 적응적인 변조 방식을 적용한 신호 송수신 절차를 나타낸 순서도.
- <6> 도 6은 본 발명에 제3 실시예에 따른 교환 및 조사 합성에 의해 적응적인 변조 방식을 적용한 신호 송수신 절차를 나타낸 순서도.
- <7> 도 7은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 SC방식에 기반한 경우에 평균 주파수 효율을 나타낸 도면.
- <8> 도 8은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 SC 방식에 기반한 경우 평균 에러율을 나타낸 도면.
- <9> 도 9는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 SEC 기반의 Minimum Estimation Schemes을 따를 때 평균 주파수 효율성을 나타낸 도면.
- <10> 도 10은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 SEC 기반의 Minimum Estimation Schemes을 따를 때 평균 에러율을 도시한 도면.
- <11> 도 11은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 SEC 기반의 Bandwidth Efficient Schemes을 따를 때 평균 주파수 효율성을 나타낸 도면.
- <12> 도 12는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 SEC 기반의 Bandwidth Efficient Schemes을 따를 때 평균 에러율을 도시한 도면.
- <13> 도 13 내지 도 16은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 Minimum Estimation Schemes 및 Bandwidth Efficient Schemes에 따른 SECps의 성능 및 주파수 효율성을 나타낸 도면들.
- <14> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- <15> 101 : 송신기
- <16> 110 : 수신기
- <17> 201 : 송수신부
- <18> 203 : SNR 측정부
- <19> 205 : 안테나 경로 선택부
- <20> 207 : 변조 모드 결정부

도면

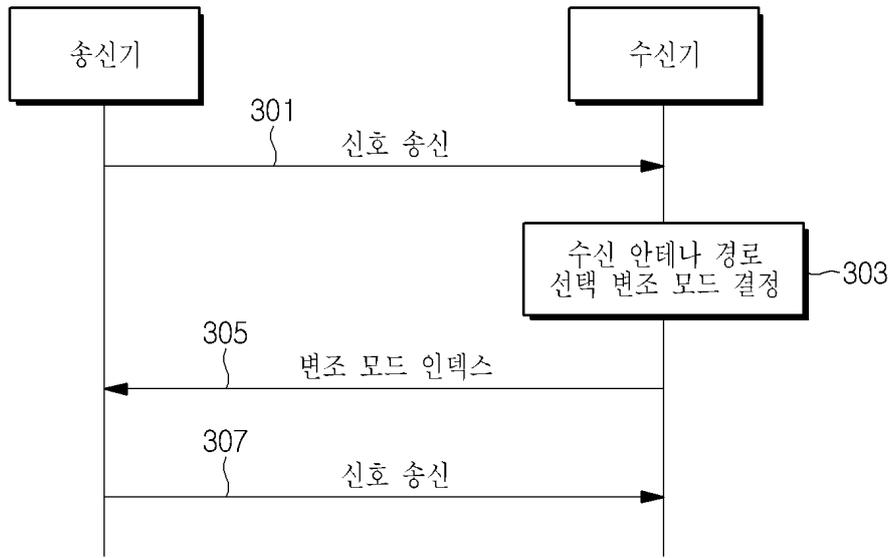
도면1



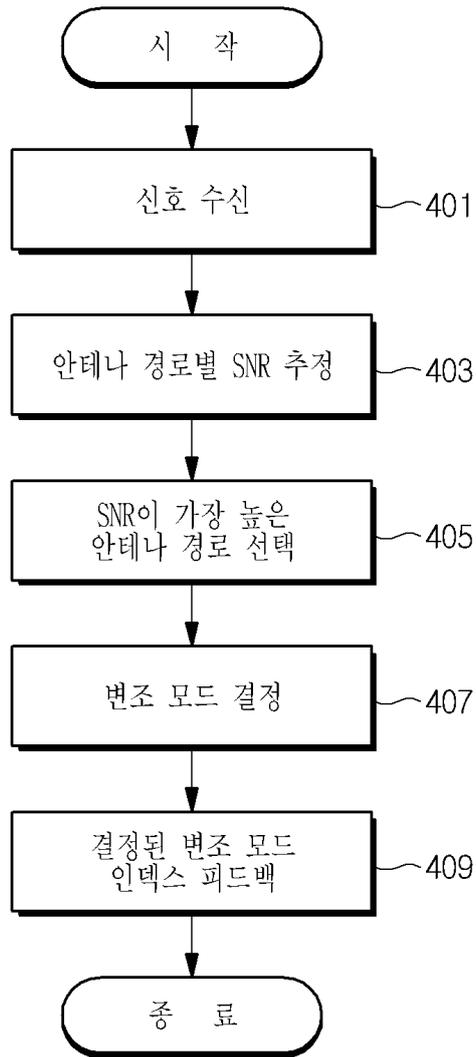
도면2



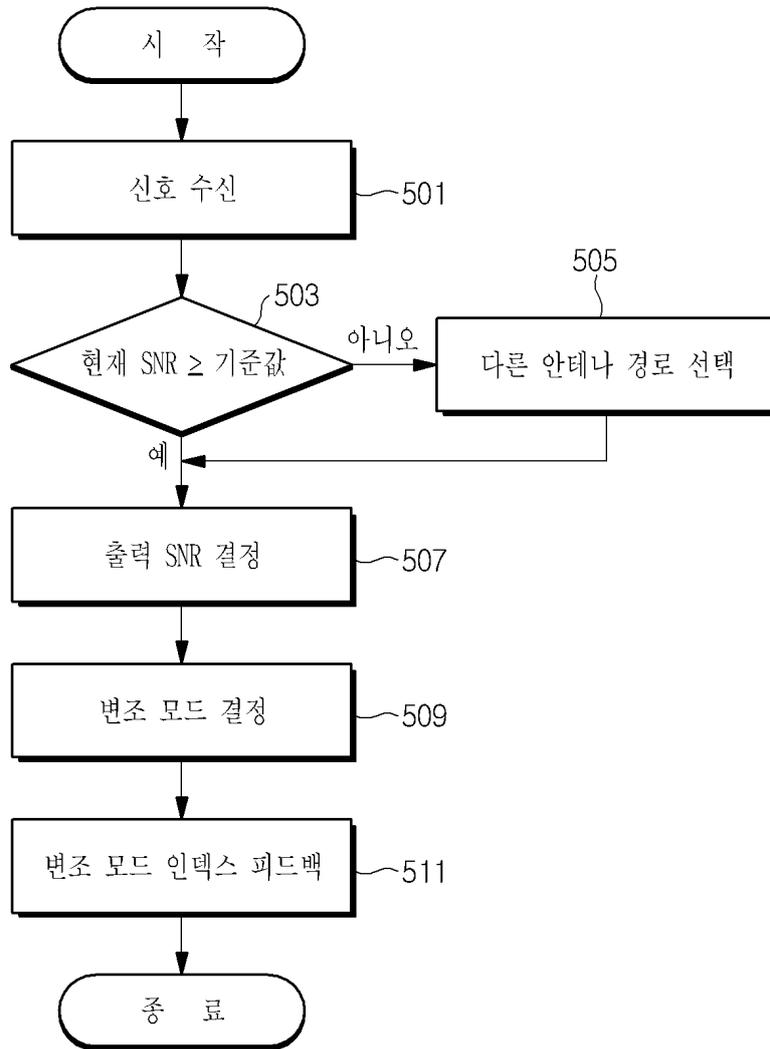
도면3



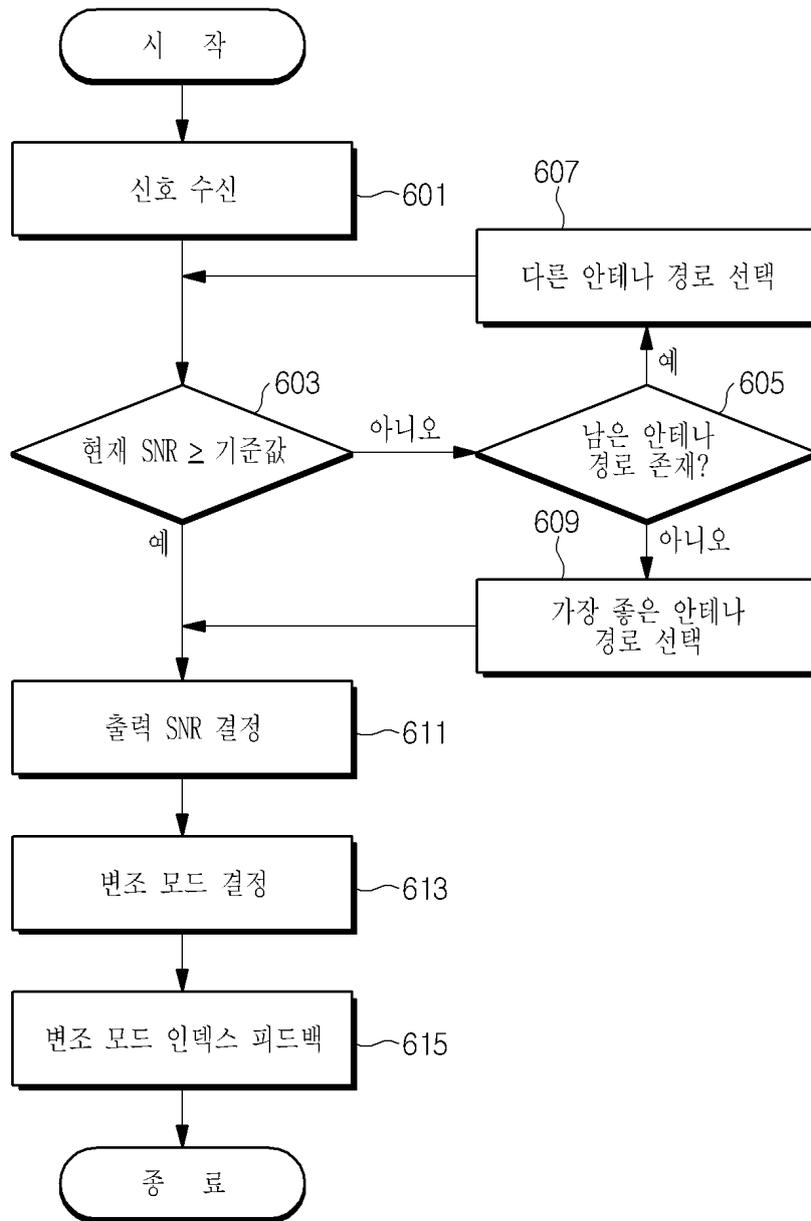
도면4



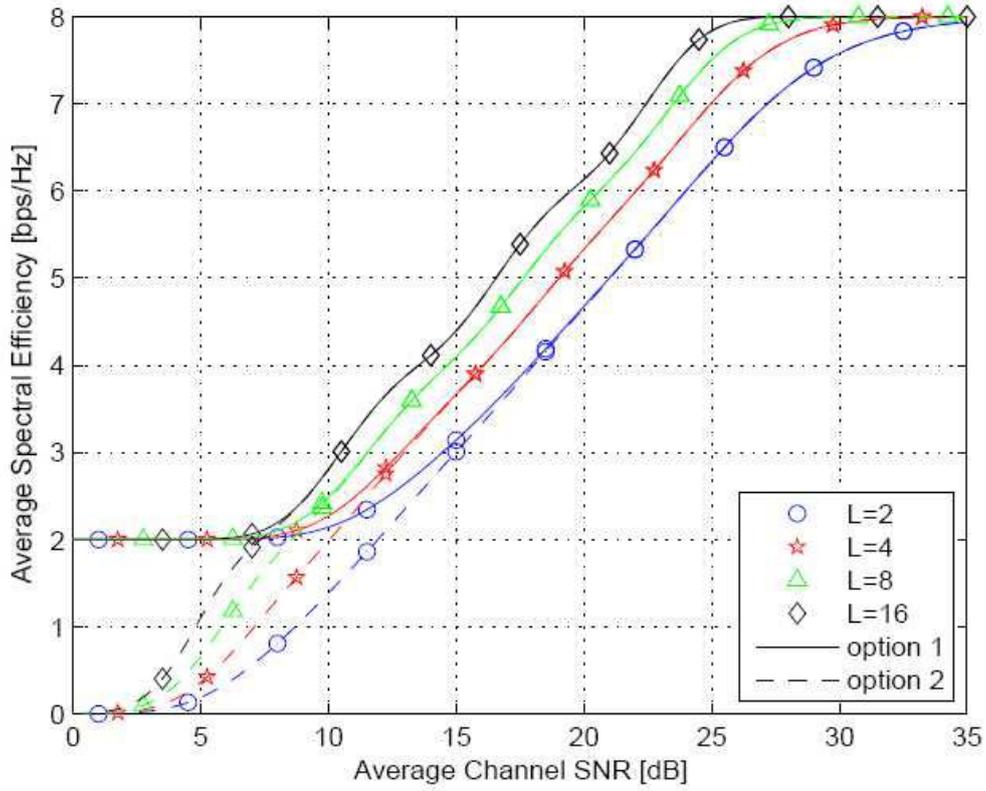
도면5



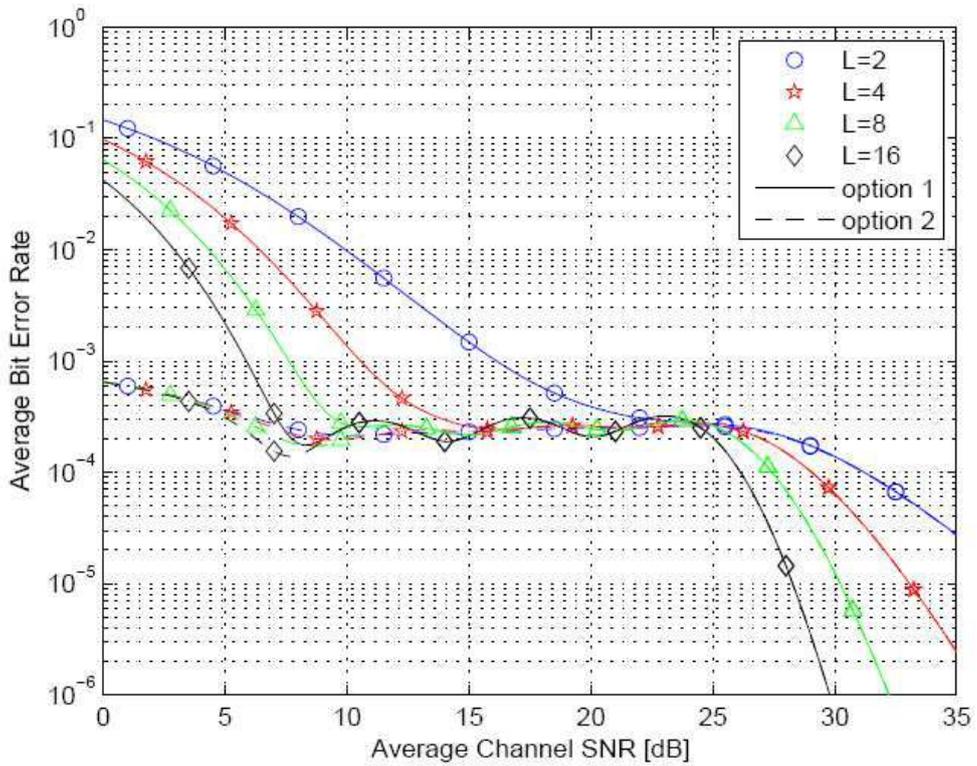
도면6



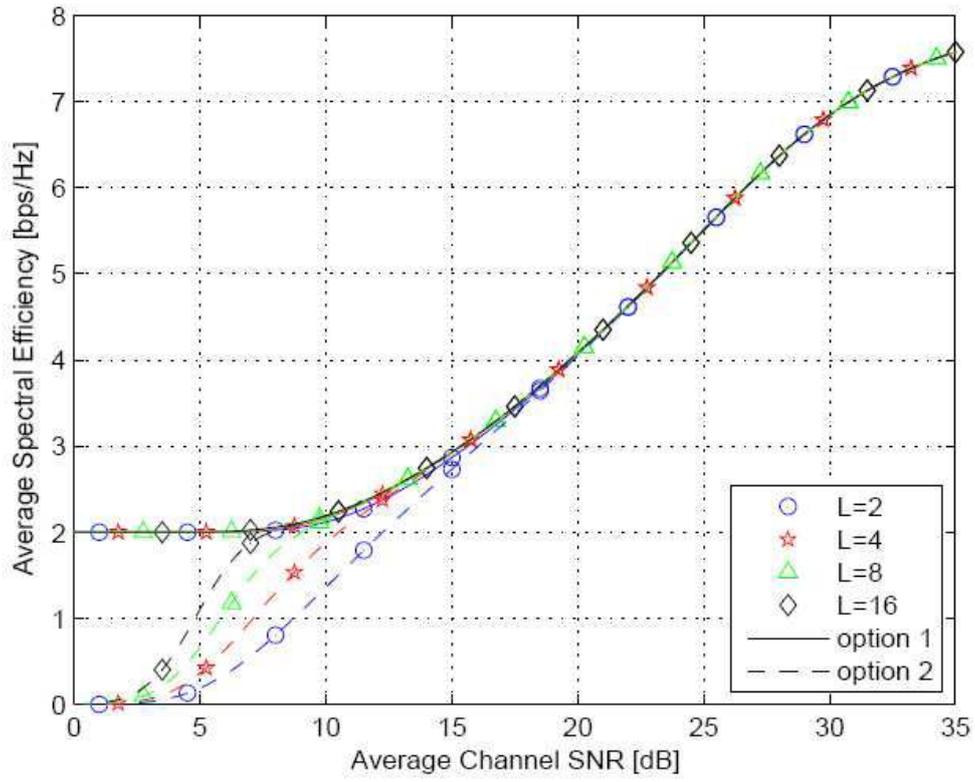
도면7



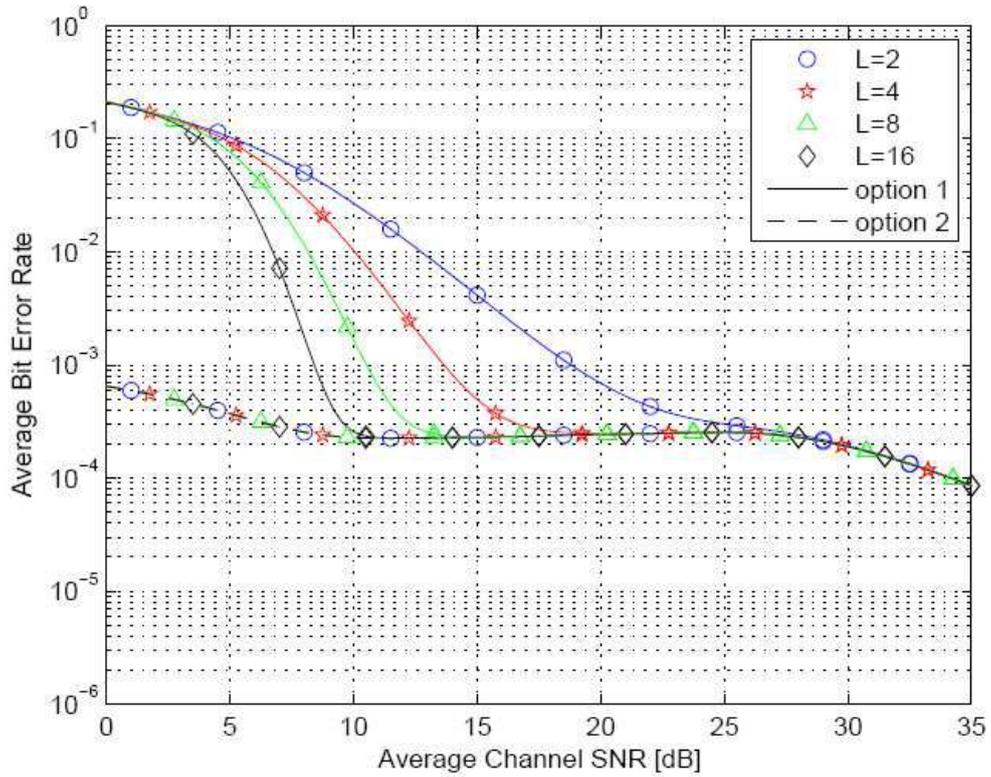
도면8



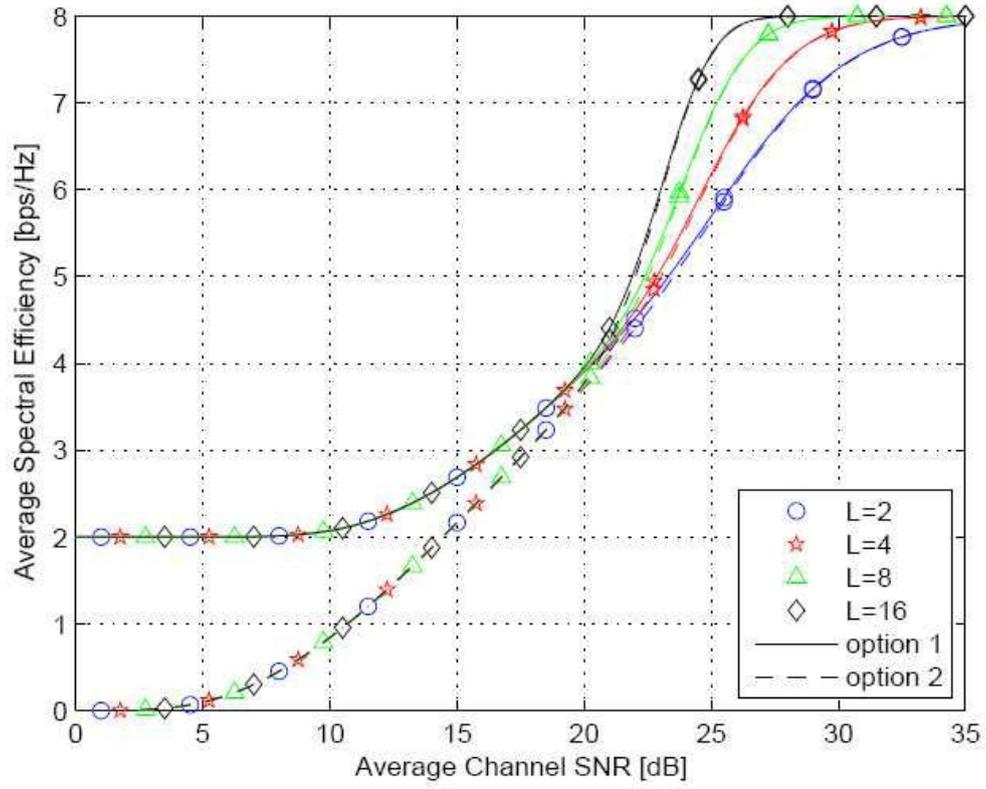
도면9



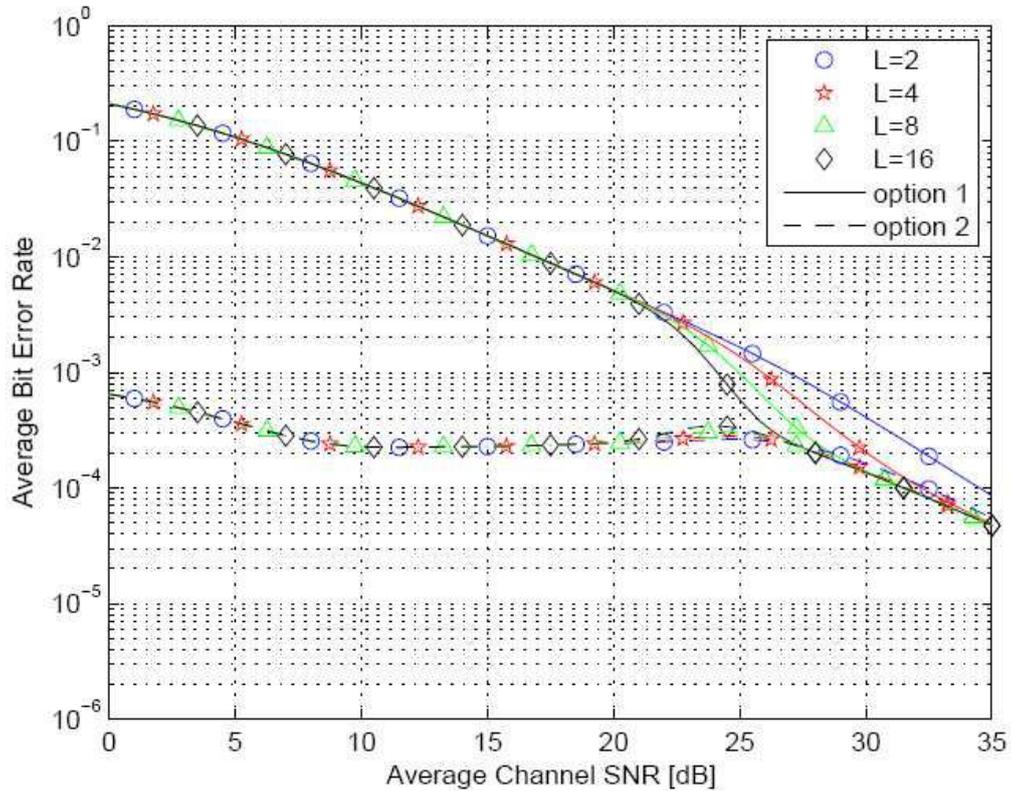
도면10



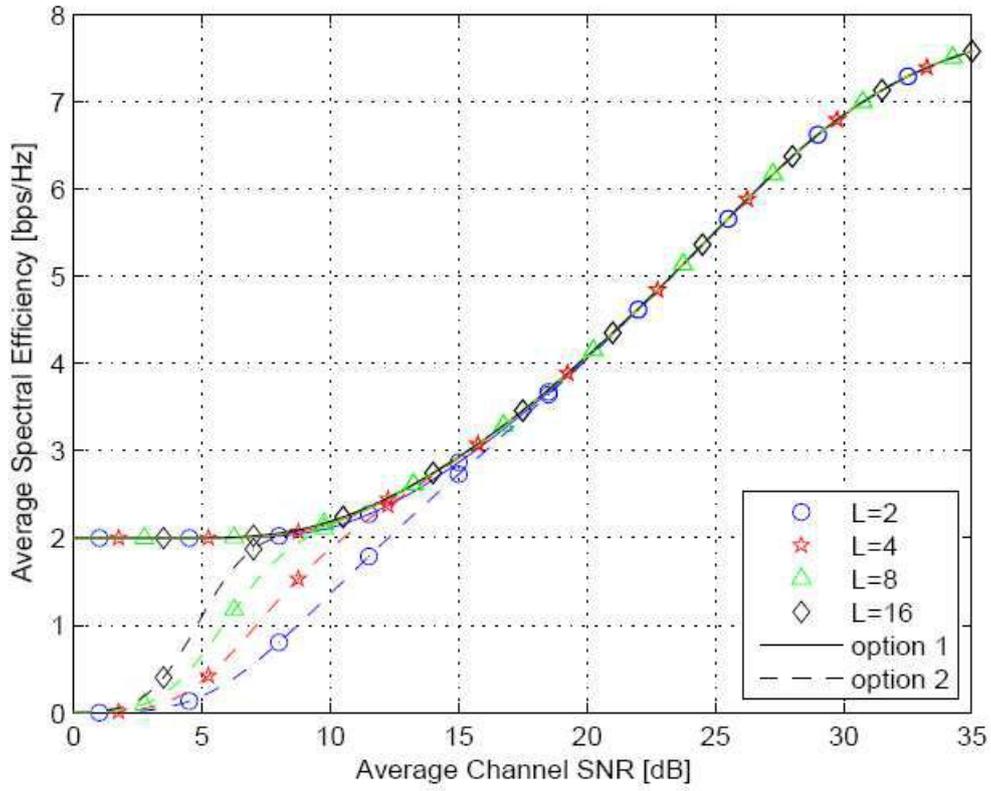
도면11



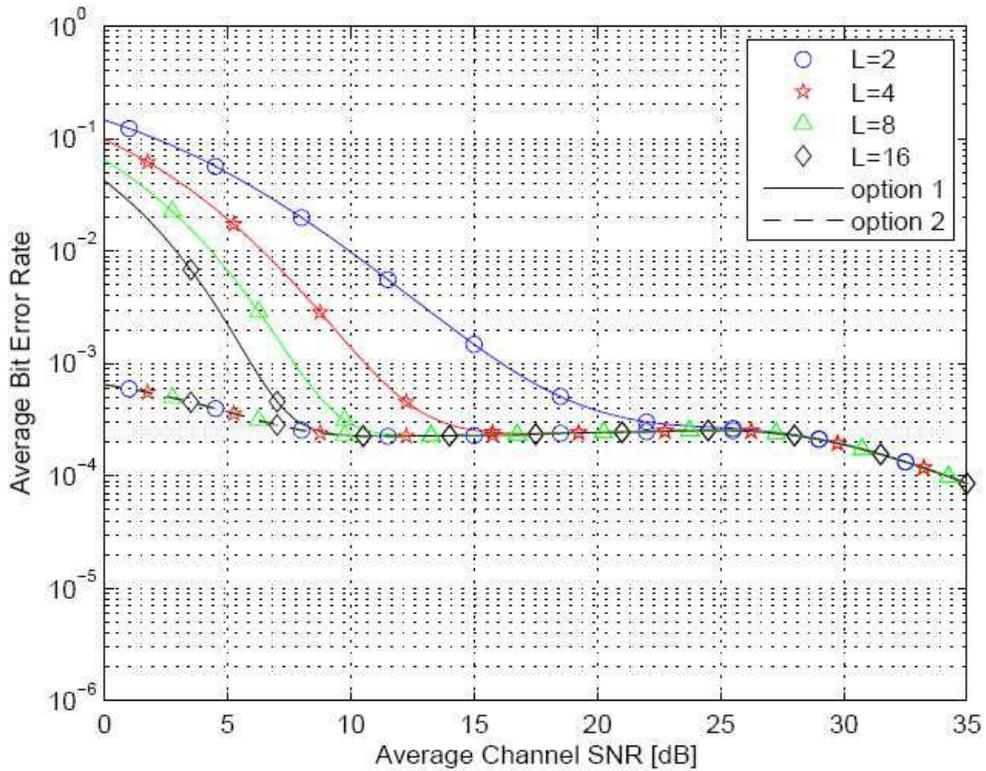
도면12



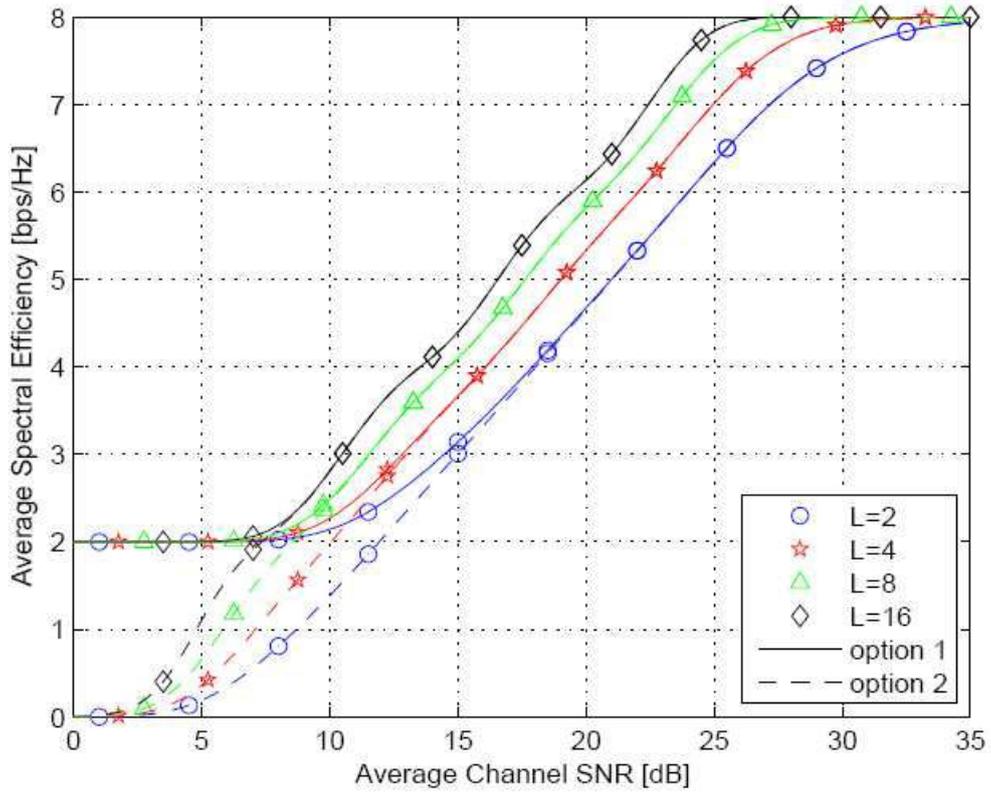
도면13



도면14



도면15



도면16

