

論文2000-37TE-12-11

무선 LAN 모뎀시스템을 위한 다중부호 CDMA 방식의 성능에 관한 연구

(A Study on the Performance of Multicode CDMA Scheme for Wireless LAN Modem System)

金 官 玉 * , 朴 和 世 *

(Kwan-Ohk Kim and Hwa-Se Park)

요 약

본 논문에서는 실내 채널환경에서 고속으로 데이터를 전송할 수 있는 무선 LAN의 전송방식으로 직렬과 병렬구조를 가진 다중부호 CDMA 방식을 모델링하여 모의실험을 수행함으로써 무선 LAN 모뎀시스템의 구현에 필요한 여러 파라미터의 최적값을 도출하고자 하였다. 전송대역폭과 최대 데이터전송율이 주어졌을 때, 시스템 성능은 확산이득과 병렬채널의 수를 늘리거나 각 채널의 데이터율을 낮추면 개선된다는 것을 확인하였다. 특히 병렬구조는 직렬구조보다 시스템 성능이 크게 개선될 뿐만 아니라 같은 조건에서는 유효 칩속도가 줄어들게 되어 하드웨어 구현을 쉽게 하였다.

Abstract

In this paper, a multicode CDMA scheme with serial and parallel structure as the transmission scheme of wireless LAN which can transmit high speed data under an indoor channel environment is modeled and optimal values of several parameters needed for implementing wireless LAN modem system are derived through computer simulation. It is verified that given the transmission bandwidth and maximum data rate, the system performance is improved if increasing spreading gain and the number of channels or decreasing the data rate of each channel. Especially the parallel structure makes not only the system performance much more improved but also the hardware implementation easier than serial structure under the same condition because the effective chip rate is decreased.

I. 서 론

무선 LAN 모뎀시스템의 개발에 있어서 가장 중요한 점은 전송방식을 결정하는 것이다. 기존의 무선 LAN 전송방식은 적외선을 이용한 방식, 협대역 마이크로파 방식, DS-CDMA 기술을 이용한 대역확산 방식 등이 있다. 적외선을 이용한 방식은 특별히 대역사용허가를

받을 필요가 없고 비교적 고속전송이 가능하지만 네트워크의 각 노드들이 가시선(Line of Sight)상에 있어야만 전송이 가능한 단점을 갖는다. 이에 대해 협대역 마이크로파 방식은 통상 10GHz 대의 마이크로파를 사용하며 전파 전달거리는 적외선 방식과 대역확산 방식의 중간정도에 해당한다. 마지막으로 DS-CDMA 기술을 이용한 대역확산 방식은 데이터 대역폭에 비해 훨씬 큰 주파수대역을 사용하여 전송을 하게 되며 이를 위해 고속의 의사 잡음 부호를 이용하여 데이터를 변조한다. 따라서 전송과정에서 보안성이 높아지고 사용대역에서의 신호전력밀도가 작아 주위에 있는 다른 통신시스템에 대한 영향도 최소화 할 수 있다^[1].

* 正會員, 大林大學 電子情報通信科

(Dept. of Electronics, Information and Communication, Daelim College)

接受日字:2000年10月14日, 수정완료일:2000年11月30日

이상의 각 방식들은 나름대로의 장단점을 갖고 있으며 여러 회사들에 의해 그 상업적 구현이 이루어지고 있다. 이 중 대역확산 전송방식에서는 신호전력밀도가 넓은 대역에 확산되므로 신호전력밀도가 매우 낮게 된다. 그러나, DS-CDMA 기술을 이용한 대역확산 방식은 위와 같은 장점에도 불구하고 고속데이터를 전송할 때 다중사용자와 심볼간 간섭에 대한 한계성을 보이고 있다. 차세대 이동통신시스템은 이러한 간섭을 제거함으로써 높은 대역효율을 가져야할 것이다. 차세대 이동통신시스템인 IMT-2000을 위한 무선전송 기술로 기존의 DS-CDMA 방식보다 대역확산율을 크게 높일 수 있는 광대역 CDMA 방식을 채택할 것이 거의 확실시되는데, multicode(다중부호) CDMA와 multicarrier(다중반송파) CDMA가 이에 속한다^[2].

본 논문에서는 고속 무선 LAN 모뎀시스템의 설계에 적용할 수 있는 확산변조기술로 multicode CDMA 방식을 선정하여 이의 성능에 관한 연구를 수행하였다. 2장에서는 multicode CDMA의 원리와 multicode CDMA 시스템의 송·수신기 구조에 대하여 설명하였다. 3장에서는 본 논문에서 제안한 시스템을 모의실험하기 위한 시스템 모델의 블록도와 구조 및 무선 LAN 시스템에서 사용할 수 있는 옥내 채널 모델링에 대해 설명하였으며, 4장에서는 모의실험의 범위와 그 결과를 나타내고 분석하였다. 마지막으로 5장에서는 위에서 도출한 연구 결과를 바탕으로 결론을 맺었다.

II. Multicode CDMA의 원리

Multicode CDMA 방식은, 기존의 DS-CDMA 방식이 고속으로 데이터를 전송할 때 스펙트럼 효율이 나빠지는 단점을 극복하기 위해 제안된 방식으로서, 고속 데이터 전송이 가능하고 다양한 속도로 멀티미디어 정보를 전송할 수 있으며 스펙트럼 효율이 좋은 광대역 CDMA 방식으로 알려져 있다. 이 방식은 직렬로 입력된 정보신호를 병렬로 변환하여 여러 개의 병렬가지로 나눈 후 각 가지마다 고유의 직교 확산부호를 곱하여 확산시키고, 다시 더하여 I와 Q-채널의 의사불규칙 시퀀스를 구성한 다음 더해진 신호가 송신된다^[3].

여기서 의사불규칙 시퀀스를 사용하여 송신 신호를 대역 확산시키는 이유는 각 가지의 신호가 전체 송신 주파수대역에 대해서 균일하게 분포되어 있지 않기 때

문에 이를 전체 송신 대역에 대하여 일정하게 분포시키기 위함이다. 더 주목해야 될 점은, Walsh function carrier는 Walsh 함수와 의사불규칙 시퀀스의 두 함수가 2가지 값을 갖는 함수이기 때문에 쉽게 직접 확산 스펙트럼 기술과 결합할 수 있으므로 RAKE 수신기에 의한 다중경로 다이버시티와 같은 DS-CDMA 시스템의 장점을 multicode CDMA 시스템에서 이용하는 것이 용이해진다^[4].

1. 송신기 구조

그림 1은 I와 Q-가지에 각각 서로 다른 직교부호를 사용하여 최대 12채널까지 수용할 수 있는 multicode CDMA 시스템의 송신기 구조를 나타낸다^[5].

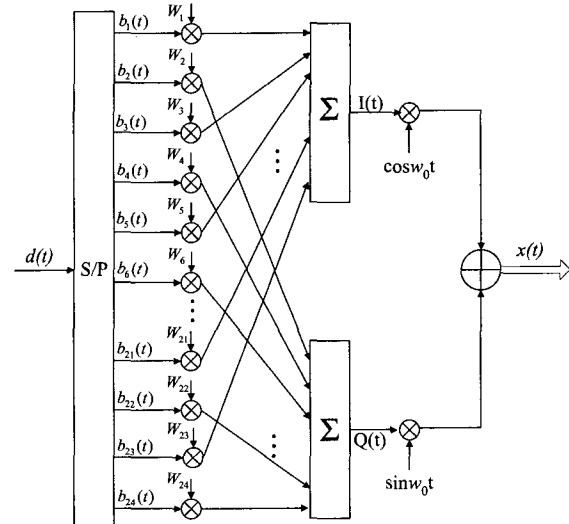


그림 1. Multicode CDMA 시스템의 송신기구조

Fig. 1. Transmitter structure of multicode CDMA system.

직렬 입력 비트열 $d(t)$ 는 $m=24$ 개의 병렬 비트열 $b_i(t)$ 로 변환된다. 각 병렬 비트열은 고유의 직교 확산부호 $W_i(t)$ 와 곱하여 확산된다. 확산된 출력은 홀수 번째 가지와 짝수 번째 가지가 각각 합성기를 통하여 더해져서 식 (1)과 같이 서로 직교하는 I-채널과 Q-채널의 의사불규칙 시퀀스들 $I(t)$ 와 $Q(t)$ 가 만들어진다.

$$\begin{aligned} I(t) &= \sum_{i=1}^{12} b_{2i-1}(t) W_{2i-1}(t) \\ Q(t) &= \sum_{i=1}^{12} b_{2i}(t) W_{2i}(t) \end{aligned} \quad (1)$$

최종적으로 각 채널 출력이 다시 직교 합성된 신호가 전송되는데, 전송신호의 표현은 식 (2)와 같다.

$$x(t) = I(t)\cos w_o t + jQ(t)\sin w_o t \quad (2)$$

2. 수신기 구조

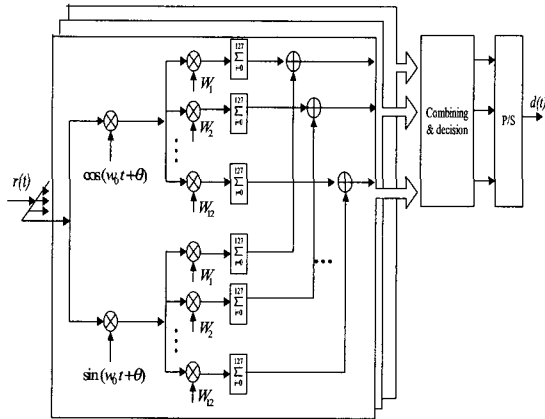


그림 2. Multicode CDMA 시스템의 수신기구조
Fig. 2. Receiver structure of multicode CDMA system.

그림 2는 확산율이 128이고 I-가지와 Q-가지에 각각 동일한 직교부호를 사용하여 최대 12채널까지 사용할 수 있으며 3개의 서로 다른 경로(다이버시티 3)로 수신된 multicode CDMA 시스템의 수신기 구조를 보여준다^[5]. 수신 신호 $r(t)$ 는 직교 합성된 신호이므로 먼저 각각 $\cos(w_o t + \theta)$, $\sin(w_o t + \theta)$ 를 곱하고 Walsh 함수 상관기 열에 들어간다. 수신된 128개의 확산된 칩들은 Walsh 함수의 처리 후에 저장되고 역확산 된다. 위 가지로부터 차례대로 처리된 데이터들은 각각 아래 가지의 한 개씩의 데이터들과 더해지고 다른 RAKE 수신기 열의 출력과 결합된다. 판정 후에 이 신호들은 직렬 비트열로 재변환된다. 다중경로와 지연을 갖는 채널에서는 다이버시티를 사용함으로써 상당한 성능개선을 가져올 수 있다. 특히 RAKE 수신기는 이 다이버시티를 잘 사용해야 만족할만한 결과를 얻을 수 있게 된다^[4]. 다이버시티의 수만큼 서로 다른 경로를 거쳐 수신된 신호는 각각 복조하여 결합된다. 이 때 어떤 결합방식을 사용하는지에 따라 성능의 차이를 가져올 수 있는데, 본 논문에서는 equal gain combining을 사용하였다.

III. 시스템 모델

1. 기본 시스템 블록도

그림 3은 IMT-2000 채널에서 최대 데이터 전송율이 384kbps인 데이터를 12개의 병렬채널로 나누어서 128배로 확산하는 기본 시스템 블록도이다. 이 시스템은 최대 데이터전송율 R_M [bps]를 갖는 직렬 입력 비트열을 각각 비트율 R_b [bps]인 N_u 개의 채널로 나누고, 각 채널에 대하여 8비트 zero padding을 하여 10ms 단위로 프레임 구성한 다음 부호율 1/2인 길쌈부호기와 블록 인터리버를 거쳐서 I와 Q프레임 데이터를 만든다. 각 프레임 데이터는 직교부호와 곱해져서 확산되는데, 이때 I와 Q프레임 데이터의 각 비트를 확산시키기 위하여 동일한 직교부호를 사용할 수도 있고, 서로 다른 직교부호를 사용할 수도 있다. 이렇게 확산된 각 채널의 I와 Q프레임 데이터들은 각각 더해져서 I와 Q시퀀스가 되고, 각 시퀀스는 랜덤화를 위해 long code에 의해 다시 확산되어 전송된다.

IMT-2000 채널 환경의 옥내채널 모델을 통하여 수신된 신호들은 동기와 검파가 완전하며 다이버시티 3인 RAKE 수신기를 통과한다고 가정한다. 각 경로에서 수신된 시퀀스는 long code로 역확산되고 채널을 구분하기 위하여 다시 해당 직교부호로 역확산된 다음 3개의 RAKE 수신기 출력을 합성하여 수신된 I와 Q프레임 데이터를 구성한다. 각 프레임 데이터는 디인터리버와 복호기를 거쳐 8비트 zero removal 과정을 거쳐서 각 채널의 데이터가 되고, 다시 병렬-직렬 변환을 통하여 원래의 직렬 데이터가 복원된다.

직렬 데이터를 N_u 개의 병렬 채널로 직렬-병렬 변환하면 각 채널의 입력 데이터 속도는 $R_b = R_M / N_u$ 가 된다. 프레임 모드로 동작시키기 위하여 길이가 10ms인 프레임을 선택하면 프레임당 비트수는 $0.01 R_b$ 비트가 된다. 부호율이 1/2인 길쌈 부호기를 거치면 비트율이 2배가 되는데, 홀수 번째 비트들을 I프레임 데이터로, 짝수 번째 비트들을 Q프레임 데이터로 취하게 되면 부호기의 입력과 동일한 데이터율을 유지하게 된다. 각 채널에서 길쌈부호기와 블록 인터리버를 거친 데이터의 각 비트 I_i 와 Q_i 는 직교 부호로 확산되는데, 확산율 G 배인 j 번째 직교부호 W_j 는 다음 식 (3)과 같이 나

타낼 수 있으므로

$$W_j = (W_{j1}, W_{j2}, \dots, W_{jG}) \quad (3)$$

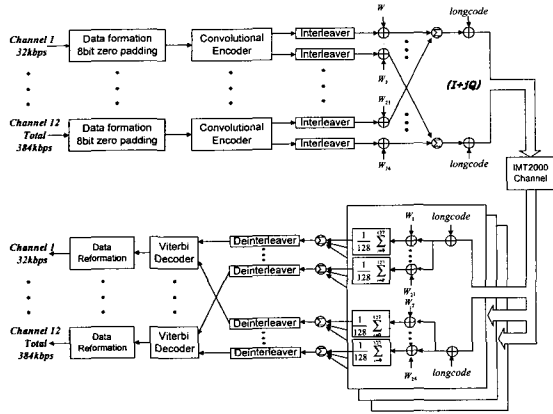


그림 3. IMT-2000 채널에서 384 kbps multicode CDMA 시스템 블록도

Fig. 3. System block diagram for 384 kbps multicode CDMA in IMT-2000 channel.

i 번째 채널에서 확산된 데이터 비트는 각각 G 개의 칩으로 구성된다. 이 때 i 번째 채널의 I프레임 데이터 비트 I_i 와 Q프레임 데이터 비트 Q_i 를 동일한 직교부호로 확산시킬 수도 있고, 서로 다른 직교부호로 확산시킬 수도 있다. 여기서 동일한 직교부호로 확산시킨다고 가정하면 각 채널에서 확산된 I와 Q프레임 데이터들을 더한 I와 Q시퀀스의 각 비트 I_c 와 Q_c 는 다음 식 (4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$I_c = \sum_{i=1}^{N_c} I_i W_i, \quad Q_c = \sum_{i=1}^{N_c} Q_i W_i \quad (4)$$

이때 칩속도 R_c 와 확산율 G , 각 채널의 비트율 R_b 와의 관계는 다음 식 (5)와 같으므로

$$R_c = G R_b \quad (5)$$

칩속도가 커지면 큰 전송대역폭을 요구할 뿐만 아니라, 각 칩의 시간구간 $T_c = 1/R_c$ 이 매우 작게 되므로 하드웨어를 구현하는 것이 어렵게 된다. 이 구조를 편이상 직렬구조로 부르기로 한다.

2. 병렬 구조

직렬구조와 같은 조건에서 각 칩의 시간구간을 키우게 되면 좁은 전송대역폭을 점유하면서 동시에 하드웨

어 구현이 쉬워진다. 본 논문에서는 유효 전송대역폭을 낮추기 위한 방법으로 각 채널의 I와 Q프레임 데이터를 각각 K 개의 가지들로 다시 나누어 각 가지들을 직교부호로 확산한 다음 더하여서 I와 Q시퀀스를 생성하는 구조를 제안하였다. 그림 4에서 I 가지의 구조를 나타내었으며, 이 구조를 편이상 병렬구조로 부르기로 한다.

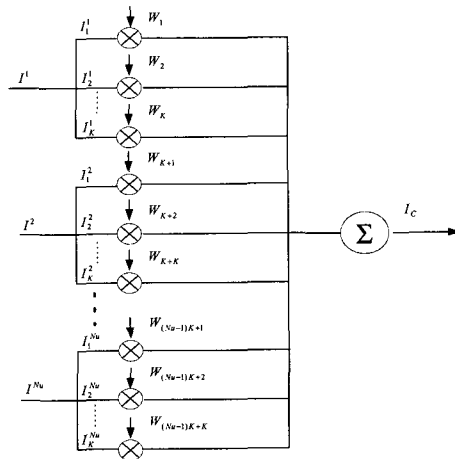


그림 4. 유효 전송대역폭을 낮추기 위한 I 가지 구조
Fig. 4. I branch structure for decreasing the effective transmission bandwidth.

이 구조에서 I_c 와 Q_c 는 다음 식 (6)과 같이 된다.

$$I_c = \sum_{i=1}^{N_c} \sum_{j=1}^K I_{ij} W_{j+(i-1)K}, \quad Q_c = \sum_{i=1}^{N_c} \sum_{j=1}^K Q_{ij} W_{j+(i-1)K} \quad (6)$$

이 때 칩속도 R_c 와 확산율 G , 병렬가지의 수 K 와 데이터율 R_b 의 관계는 다음 식 (7)과 같으므로

$$R_c = G R_b / K \quad (7)$$

유효 전송대역폭이 $1/K$ 로 줄어들게 된다. 여기서 직렬구조는 병렬구조에서 $K=1$ 인 경우가 됨을 알 수 있다. 그러나 병렬구조에서는 N_c 개의 채널에 대하여 $G = N_c K$ 개만큼의 직교부호가 필요하게 되므로 $N_c = G/K$ 또는 $K = G/N_c$ 가 되어 채널수 또는 병렬가지의 수에 제한이 생기게 된다. 따라서 전송대역폭 $B[\text{Hz}]$ 인 전송채널을 통하여 최대 $R_M[\text{bps}]$ 의 데이터를 전송하려고 하면 직렬구조에서는 $N_u \leq G, R_c = G R_b \leq B$ 이어야 하

지만, 병렬구조에서는 $N_u \leq G/K$, $R_c = G R_b / K \leq B$ 가 만족되어야 한다.

3. 옥내 채널 모델

모의실험을 위해 사용한 채널 모델은 IMT-2000 채널에서 사용하는 이산 WSSUS(wide sense stationary uncorrelated scattering) 채널 모델이다. 이 모델에서 수신신호는 평균이 0이고 독립적인 complex Gaussian time variant process들에 의한 가중치를 갖는 입력 신호의 지연 성분의 합으로 표현된다. 특히, $z(t)$, $w(t)$ 가 채널 입력과 출력의 복소 저역통과 표현식이라면 식 (8)과 같이 쓸 수 있다^[6].

$$w(t) = \sum_{p=1}^N \sqrt{p_n} g_n(t) z(t - \tau_n) \quad (8)$$

여기서 n번째 가중치 $g_n(t)$ 의 전력 스펙트럼 $P_n(v)$ 는, n번째 경로에서 발생된 페이딩의 비율을 조절하는 n번째 경로의 도플러 스펙트럼이다. 즉, 채널 모델링은 n번째 경로의 도플러 스펙트럼 $P_n(v)$, 첫 번째 탭에 대한 상대적인 시간지연 τ_n , 가장 신호가 강한 탭에 대한 상대적인 평균 전력 p_n 의 값만 정의하면 되는 것이다. 일반적으로 각 전파는 전파의 방향과 이동체 속도 벡터 사이의 각에 대한 코사인 값에 따라 다른 도플러 천이 값을 갖는데, 무선 LAN 시스템의 동작환경은 주로 옥내가 된다. 따라서 옥내에서 전파를 수신한다고 가정하면, 수신된 전파는 건물, 벽, 천장, 바닥 등으로부터 반사되어 거의 모든 방향에서 도착하게 된다. 이것은 거의 평평한 도플러 스펙트럼이 되므로 "FLAT" 스펙트럼이라고 부르며, 다음 식 (9)와 같이 간소화 할 수 있다^[7].

$$P_n(v) = P(v) = \frac{\lambda}{2V} ; |v| < \frac{V}{\lambda} \quad (9)$$

여기서 V와 λ 는 각각 이동체의 속도와 반송파의 파장을 나타낸다.

IV. 모의실험 결과 및 분석

1. 모의실험의 범위

직렬구조의 시스템 모델에 대하여 IMT-2000 채널의 옥외 및 차량채널 환경에서 수행한 모의실험^[5]에서 다이버시티 효과는 매우 컸으며, 직교부호는 직교성만 유

지된다면 Hadamard 행렬이나 PN시퀀스로부터 만든 부호 중 어느 것을 사용하여도 무방하였다. 따라서 본 논문에서는 다이버시티 차수를 3으로, 직교부호도 Hadamard 행렬로 만든 부호로 고정시키고, 길쌈 부호기의 부호율도 1/2로 고정시킨 시스템 모델에 대하여 IMT-2000 채널의 옥내 채널환경을 통하여 고속 전송할 때 B와 R_M , R_b 와 N_u 의 값들이 시스템 성능에 미치는 영향을 분석하여 무선 LAN 모델에 적용할 수 있는 최적의 파라미터 값을 결정하고자 하였다.

무선 LAN은 ISM 밴드를 사용하므로 허용대역폭은 900MHz 대역에서 26Mbps, 2.4GHz 대역에서 83Mbps가 가용하다^[1]. 본 논문에서는 전송대역폭 B로 8Mbps와 16Mbps 및 64Mbps를 고려하였다. 이러한 허용대역폭 내에서 R_M 을 키우려면 G나 R_b 또는 N_u 를 키우면 된다. 최대 데이터전송율 R_M 은 현재 유선 LAN의 전송속도가 10Mbps이므로 파라미터의 영향을 파악하기 위하여 2Mbps와 고속전송시의 영향을 파악하기 위하여 16Mbps를 고려하였으며, 이 때 R_b 와 N_u 는 R_M 을 만족할 수 있는 조합의 값들을 사용하였다. 확산율 G는 주로 128과 256을 사용하였으나 64와 512도 사용하였다.

여기서 N_u 가 많아지게 되면 G도 커져야 하므로 G와 최대 채널수 N_M 과의 관계를 살펴보자. 만일 각 채널의 I와 Q가지에 대하여 서로 다른 직교부호를 사용할 경우 즉, $W_i \neq W_{Q_i}$ 인 경우에는 직렬구조일 때 $N_M = G/2$, 병렬구조일 때 $N_M = G/2K$ 가 되며, 같은 직교부호를 사용할 경우 즉, $W_i = W_{Q_i}$ 인 경우에는 직렬구조일 때 $N_M = G$, 병렬구조일 때 $N_M = G/K$ 가 된다. 따라서 최대 채널수는 직렬구조에서는 G/2 또는 G개까지 가능하지만 병렬 구조에서는 G/2K 또는 G/K개까지만 가능하므로 K가 너무 커지면 최대 채널수에 제약이 따르게 된다.

본 논문에서는 먼저 $R_M=2Mbps$, $R_c=16Mbps$ 로 고정시킨 다음 직렬과 병렬구조 각각에 대하여 직교부호의 배열, 각 채널의 데이터율 R_b [bps], 확산율 G[배], 채널의 수 N_u [개]를 변화시키면서 각 파라미터 값이 시스템 성능에 미치는 영향을 살펴보았다. 그리고 $R_M=16Mbps$, $R_c=$ 고정시킨 다음 직렬구조에 대하여 동일한 과정을 수행하였다.

2. 결과 및 분석

그림 5는 최대 데이터전송율이 2Mbps인 직렬구조에 대하여 직교부호의 배열과 전송대역폭에 따른 BER 성능을 나타낸다. 여기서 곡선이름의 앞자리 8과 16은 각각 전송대역폭이 8Mbps와 16Mbps인 경우를 나타내고, 그 다음자리 E와 H는 각각 I와 Q채널의 직교부호가 같은 경우와 다른 경우를 나타내며, 뒷자리 64K32와 128K16은 각각 $R_b=64\text{kbps}$, $N_u=32$ 와 $R_b=128\text{kbps}$, $N_u=16$ 인 경우를 나타낸다. 그림 5에서 보듯이 직교부호의 배열 변화는 시스템 성능에 거의 영향이 없음을 알 수 있다. 또한 모의실험에서 사용한 시스템 모델은 대역확산 방식이므로 전송대역폭이 커질수록 시스템 성능이 좋아질 것으로 예측된 결과와 잘 부합한다.

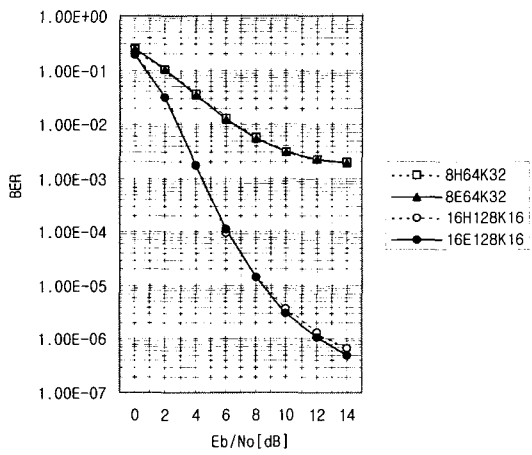


그림 5. 직교부호의 배열과 전송대역폭의 변화에 따른 영향

Fig. 5. The effect on the BER according to the arrangement of orthogonal code and transmission bandwidth.

그림 6은 최대 데이터전송율이 2Mbps이고 전송대역폭이 8Mbps이며 확산율이 128일 때 직렬과 병렬구조에 대한 BER 성능을 나타낸다. 여기서 곡선이름의 앞자리 K1과 K2 및 K4는 각각 직렬과 K=2 및 K=4인 병렬구조를 나타내고, 그 다음자리 E는 I와 Q채널의 직교 부호가 같은 경우와 다른 경우를 나타내며, 뒷자리 64K32와 128K16 및 256K08은 각각 $R_b=64\text{kbps}$, $N_u=32$ 와 $R_b=128\text{kbps}$, $N_u=16$ 및 $R_b=256\text{kbps}$, $N_u=8$ 인 경우를 나타낸다. 그림 6에서 보듯이

이 병렬구조에서도 직교 부호의 배열 변화는 시스템 성능에 거의 영향이 없음을 알 수 있다. 또한 BER이 2×10^{-3} 일 때 요구되는 비트에너지 대 잡음전력밀도 $E_b/N_0[\text{dB}]$ 는 직렬구조에서 약 14[dB]인 반면, K=2인 병렬구조에서 약 6[dB], K=4인 병렬구조에서 약 5.9[dB]를 나타내었다. 이 결과는 직렬구조에서 병렬구조로 바꾸면 시스템 성능이 약 8[dB]만큼 크게 개선됨을 나타낸다. 그러나 K=2인 병렬구조에서 K=4인 병렬구조로 바꿀 경우에는 시스템 성능 개선폭이 0.1[dB]에 그쳤다. 따라서 무선 LAN 모뎀을 설계할 때에는 병렬구조를 채택하되 병렬가지의 수 K는 시스템 복잡도와 하드웨어의 처리속도를 감안하여 결정하여야 할 것이다.

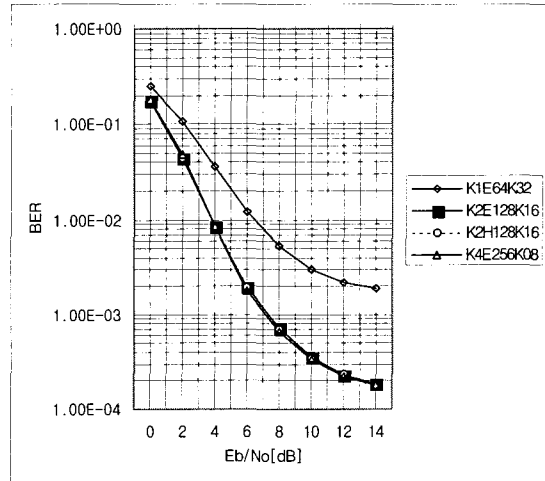


그림 6. G=128일 때 직렬과 병렬구조의 영향
Fig. 6. The effect on the BER according to the serial and parallel structure when G=128.

그림 7은 최대 데이터전송율이 2Mbps이고 전송대역폭이 8Mbps이며 확산율이 256일 때 직렬과 병렬구조에 대한 BER 성능을 나타낸다. 여기서 곡선이름의 앞자리 K1과 K2 및 K4는 각각 직렬과 K=2 및 K=4인 병렬구조를 나타내고, 그 다음자리 E는 I와 Q채널의 직교 부호가 같은 경우를 나타내며, 뒷자리 32K64와 64K32 및 128K16은 각각 $R_b=32\text{kbps}$, $N_u=64$ 와 $R_b=64\text{kbps}$, $N_u=32$ 및 $R_b=128\text{kbps}$, $N_u=16$ 인 경우를 나타낸다. 그림 7에서 BER이 2×10^{-3} 일 때 요구되는 $E_b/N_0[\text{dB}]$ 는 직렬구조에서 약 12[dB]인 반면, K=2인 병렬구조에서 약 5.5[dB], K=4인 병렬구조에서 약 5.4[dB]를 나타내었다. 이 결과는 직렬구조에서 병렬구조로 바꾸면 시스템 성능이 약 8[dB]만큼 크게 개선됨을 나타낸다.

조로 바꾸면 시스템 성능이 약 6.5[dB]만큼 크게 개선됨을 나타낸다. 그러나 K=2인 병렬구조에서 K=4인 병렬구조로 바꿀 경우에는 시스템 성능 개선폭이 0.1[dB]에 그쳤다. 한편 그림 7을 그림 6과 비교해 보면 같은 조건에서는 확산율을 높이는 것이 유리함을 알 수 있다. 따라서 무선 LAN 모뎀을 설계할 때에는 병렬구조를 채택하되 병렬가지의 수 K와 확산율 G는 시스템 복잡도와 하드웨어의 처리속도를 감안하여 결정하여야 할 것이다.

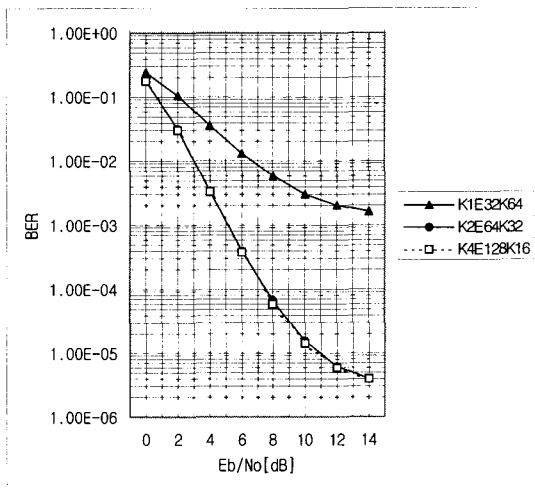


그림 7. G=256일 때 직렬과 병렬구조의 영향
Fig. 7. The effect on the BER according to the serial and parallel structure when G=256.

그림 8은 최대 데이터전송율이 16Mbps이고 전송대역폭이 64Mbps인 직렬구조에 대하여 확산율과 각 채널의 데이터 및 채널의 수에 따른 BER 성능을 나타낸다. 여기서 곡선이름의 앞자리 512G, 256G, 128G, 64G는 각각 확산율이 512, 256, 128, 64인 경우를 나타내고, 뒷자리 128K128, 256K64, 512K32, 1024K16는 각각 $R_b=128\text{kbps}$ 와 $N_u=128$, $R_b=256\text{kbps}$ 와 $N_u=64$, $R_b=512\text{kbps}$ 와 $N_u=32$, $R_b=1024\text{kbps}$ 와 $N_u=16$ 인 경우를 나타낸다. 그림 8의 결과는 최대 데이터전송율과 전송대역폭이 고정된 직렬구조에서는 시스템 성능을 향상시키려면 확산율을 높이고 각 채널의 데이터를 낮추거나 채널의 수를 높이는 것이 좋다는 것을 나타낸다. BER이 2×10^{-3} 일 때 요구되는 $E_b/N_0[\text{dB}]$ 는 $G=512$, $R_b=128\text{kbps}$ 와 $N_u=128$ 인 경우 약 4.4[dB]인 반면, $G=256$, $R_b=256\text{kbps}$ 와 $N_u=64$ 인 경우 약

4.6[dB], $G=128$, $R_b=512\text{kbps}$ 와 $N_u=32$ 인 경우 약 5[dB], $G=64$, $R_b=1024\text{kbps}$ 와 $N_u=16$ 인 경우 약 5.5[dB]로 나타났다.

한편 그림 8의 광대역 직렬구조(128G512K32)와 그림 6의 협대역 직렬구조(K1E64K32) 및 협대역 병렬구조(K2E128K16)를 비교해 보면 광대역 직렬구조가 협대역 직렬구조보다 9[dB], 협대역 병렬구조보다 1[dB] 성능이 개선됨을 나타낸다. 여기서 전송대역폭의 증가가 없는 협대역 병렬구조보다 불과 1[dB] 성능이 개선되는 광대역 직렬구조의 성능 개선 효과는 주로 전송대역폭의 8배 증가에 기인함을 알 수 있으며, 병렬구조에 의한 시스템 성능개선 효과가 광대역 직렬구조인 경우보다 더 큼을 알 수 있다.

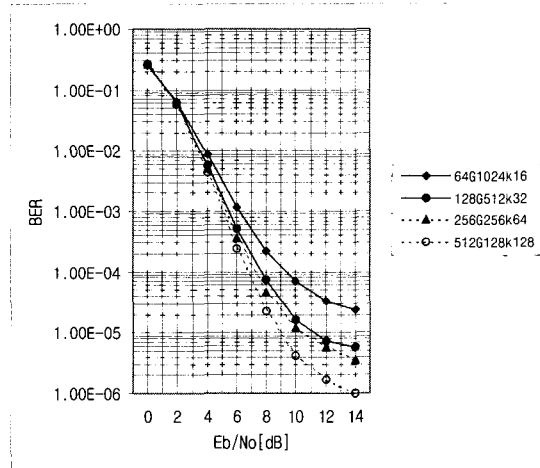


그림 8. 광대역 고속 전송시의 시스템 성능
Fig. 8. System performance at wideband high speed transmission.

V. 결 론

본 논문에서는 옥내 채널환경에서 고속으로 데이터를 전송할 수 있는 무선 LAN의 전송방식으로 직렬과 병렬구조를 가진 다중부호 CDMA 방식을 제안하여 모의실험을 수행함으로써 무선 LAN 모뎀시스템의 구현에 필요한 여러 파라미터의 최적값을 도출하고자 하였다. 모의실험 결과로부터 직렬과 병렬구조 모두에서, 각 채널의 I와 Q가지에 대하여 직교부호의 배열을 변화시키는 것은 시스템 성능에 거의 영향이 없었으며, 전송대역폭이 커질수록 시스템 성능이 좋아짐을 확인하였다. 그리고 허용대역폭 내에서 고속 데이터 전송을 하

려면 먼저 확산율을 높여야 하며, 각 채널의 데이터율 보다 채널의 수를 높이는 것이 유리함을 알 수 있었다.

또한 직렬구조에서 병렬구조로 바꾸면 시스템 성능이 크게 개선될 뿐만 아니라 유효 칩속도가 줄어들게 되어 하드웨어 구현을 쉽게 하였다. 따라서 무선 LAN 모뎀을 설계할 때에는 병렬구조를 채택하되 병렬가지의 수, 확산율, 채널의 수 등은 시스템 복잡도와 하드웨어의 처리속도를 감안하여 결정하여야 할 것이다. 향후에는 광대역 병렬구조에 대한 연구가 더 필요하다고 판단된다. 실제의 고속 무선 LAN 모뎀에 적용할 수 있는 확산율과 병렬채널의 수, 각 채널의 데이터 율과 병렬가지의 수에 대한 최적 값을 모의실험을 통하여 도출하고, 실제 하드웨어로 구현하여 시스템 성능을 평가하는 연구를 진행할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] 박종현 외, "Spread Spectrum 방식을 이용한 무선 LAN MODEM의 구현," 전자공학회 논문지, 제32권 A편 제1호, 1995. 1.
- [2] A. Baier, et. al., "Design Study for a CDMA-Based Third- Generation Mobile Radio System," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 12, no. 4, pp. 733-743, May 1994.
- [3] N. Nakajima, et. al., "Wideband DS-CDMA for 3rd Generation Mobile Communication Systems," *Telecommunication Review*, vol. 7, no. 2, pp. 178-187, 1997.
- [4] G. Pollini, et. al., "Performance of Multicode CDMA Wireless Personal Communication Networks," *Proceedings VTC '95*, pp. 907-977, July 1995.
- [5] 김관옥, "차세대 이동통신시스템을 위한 광대역 CDMA 방식의 성능에 관한 연구," 전국대 박사학위논문, 1998. 11.
- [6] J. Proakis, *Digital Communications Third Edition*, McGRAW-Hill, 1995.
- [7] "Requirements for the Radio Interface(s) for Future Public Land Mobile Telecommunication Systems(FPLMTS)," Recommendation ITU-R M.1034.

저 자 소 개



金 官 玉(正會員)

1956년 1월 5일생. 1974.3-78.2 서울대학교 전자공학과. 1978.3-85.6 국방과학연구소 연구원. 1985.9-88.5 미국 Univ. of Southern California 전기공학과 대학원석사(1986.12) 및 박사과정 수료(통신전공). 1987.1- 88.4 미국 LINCOM 연구소 연구원. 1988.5-90.8 미국 Computer Peripherals사 선임 연구원. 1990.9-96.2 삼성전자 수석연구원. 1995.9-99.2 전국대학교 전자공학과 공학박사. 1996.3-현재 대림대학 전자정보통신과 교수. 주요 관심분야는 디지털신호 처리, 디지털통신 및 이동통신 등



朴 和 世(正會員)

1963년 2월 24일생. 1983.3-1987.2 경희대학교 전자공학과. 1987.3-1989.2 경희대학교 전자공학과 석사(자동제어전공). 1992.1-1994.2 동부전산 기술지원 부장. 1994.3-1996.2 텍슨정보통신 시스템 사업부장. 1996.3-1997.2 기찬정보통신 SI 사업 본부장. 1997.3-현재 용성전기(주) 부설연구소 책임 연구원. 1995.3-현재 대림대학 전자정보통신과 겸임교수. 주요관심분야 디지털통신, 이동통신 및 Network 등