

# 고속 무선LAN

최대 전송속도 54M의 「OFDM」  
실효속도는, 최대 전송속도의 절반

역자 • 정지은  
출처 • NIKKEI COMMUNICATIONS  
2002. 7. 15

지금까지 주류였던 IEEE802.11b 규격에 이어, 최대 54Mbit/초인 IEEE802.11a 규격의 무선LAN 제품이 보급단계에 들어섰다. 54Mbit/초라는 고속전송이 어떻게 가능한지, 어느 정도의 실효속도를 얻을 수 있는지를 검증한다.

사무실 구조변경시의 수고를 대폭 줄일 수 있는 등, 편리성이 높은 무선LAN, 도입을 검토하는 기업도 증가하고 있다. 특히 최대 54Mbit/초의 IEEE802.11a 규격은, 제조회사들의 제품화가 잇따르고 있어, 향후 주류가 되리라 예상되고 있다.

11a는 무선주파수로 5GHz대를 사용하는

무선LAN 규격이다. '99년 9월에 IEEE802 작업 부회가 표준화하였다(표 1). 동시에 표준화하였던 2.4GHz대를 사용하는 IEEE802.11b의 최대 11Mbit/초에 비해 약 5배의 전송속도를 얻을 수 있다.

11b와 같이 2.4GHz대에서 최대 54Mbit/초를 실현하는 IEEE802.11g도 규격초안이 공개되었다. 2003년 5월에는 표준화가 끝나리라 예상된다. 이에 앞서서 칩 제조회사인 미국의 아세로스 커뮤니케이션즈가 11a/b/g 어디에나 사용할 수 있는 칩셋의 샘플출하를 3월에 시작하였다.

단, 최대 54Mbit/초를 주장하는 11a도, 실효속도는 약 25Mbit/초에 지나지 않는다. 왜 최대 전

	IEEE802.11a	IEEE802.11b	IEEE802.11g*1	Bluetooth (참고)	HiGWANs (참고)
변조방식	OFDM	DS-SS	OFDM	FH-SS	OFDM
주파수대(일본)	5.15G~5.25GHz	2.4G~2.479GHz	2.4G~2.479GHz	2.4G~2.479GHz	5.15G~5.25GHz
최대 전송속도	54Mbit/초 <sup>2</sup>	11Mbit/초	54Mbit/초 <sup>2</sup>	1Mbit/초	54Mbit/초
ACCESS 방식	CSMA/CA	CSMA/CA	CSMA/CA	TDD	TDMA-TDD
규격단체	IEEE802 작업부회	IEEE802 작업부회	IEEE802 작업부회	Bluetooth SIG	MMAC추진협의회 <sup>4</sup>
표준화의 시기	99년 9월	99년 9월	2003년 5월(예정)	2001년 2월 <sup>3</sup>	2000년 12월

\*1 현재는 규격초안 \*2 사양상 필수인 최대 전송속도는 24Mbit/초 \*3 버전1.1의 책정시기 \*4 현재는 후계기관인 무선접속위원회가 수정·개정작업을 담당  
OFDM: orthogonal frequency division multiplexing CSMA/CA: carrier sense multiple access with collision avoidance TDD: time division duplex TDMA: time division multiple access  
IEEE: 미국 전기전자기술자협회 MMAC: multimedia mobile access communication systems DS: direct sequence(직접확산) SS: spread spectrum(스펙트럼 확산)  
FH: frequency hopping(주파수 호핑) SIG: special interest group

그림. 고속 무선LAN의 방식 IEEE802.11a/b/g의 개요 11a는 변조방식으로 OFDM을 사용하여 최대 전송속도를 향상시켰다. 11g는 11a와 같이 OFDM을 사용하는 한편 2.4GHz대를 이용하여 11b와의 상호접속성을 확보하고 있다.

표 1. 무선LAN 규격 「IEEE802.11」 시리즈의 표준화, 제품화, 법 정비의 경위

1997년 6월	IEEE802 작업부회가 「IEEE802.11」의 표준화를 완료
1999년 9월	IEEE802 작업부회가 「IEEE802.11a」 및 「IEEE802.11b」의 표준화를 완료
2000년 11월	전파법을 개정, 시행. 5.2GHz대에서 IEEE802.11a의 이용이 가능
2001년 9월	미 아세로즈커뮤니케이션즈가 IEEE802.11a 준거의 칩셋을 처음으로 출하
2001년 9월	IEEE802 작업부회가 IEEE802.11b의 고속판 「IEEE802.11g」의 task group을 설립
2001년 10월	총무성이 무선LAN에서 사용파는 주파수대로 4.9GHz대의 검토를 개시
2001년 11월	SONY사가 IEEE802.11a 준거의 제품을 일본 내에서 처음으로 발매
2002년 3월	NTT access service system 연구소와 NTT 정보유통기반종합연구소가 IEEE802.11a 준거의 칩을 발매
2002년 가을	총무성이 4.9GHz대 및 5.03G~5.091GHz를 무선LAN용으로 개방할 예정
2003년 5월	IEEE802 작업부회가 「IEEE802.11g」의 표준화를 완료할 예정

송속도가 54Mbit/초인지, 왜 실효속도가 떨어지는지, 고속화는 가능한 것인지, 고속무선LAN의 “비밀”을 풀어본다.

**잠재적인 전송속도는 72M이다.**

IEEE802.11a의 데이터 전송을, 트럭에 의한 화물 배송으로 예를 들어보도록 한다.

1초에 전송할 수 있는 데이터량(전송속도)은 트럭(반송파)으로 운반하는 화물(데이터)에 해당한다(그림 1).

트럭의 속도가 일정하다면, 일정 시간 내에

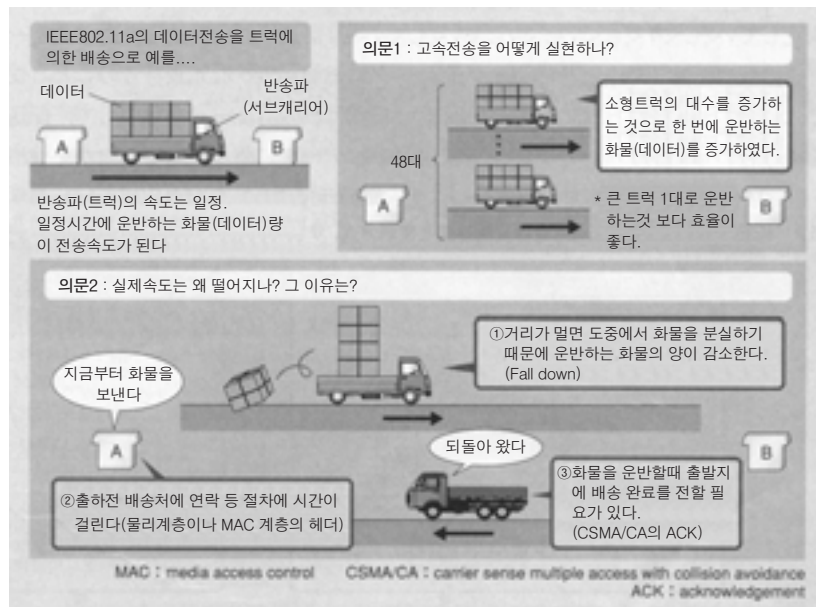


그림 1. IEEE802.11a의 데이터 전송을 화물의 배송으로 예를 든다. 데이터의 최대 전송속도는 화물을 배송하는 트럭의 대수와 적재용량에 비례한다. 실제속도의 저하는, 원거리에서는 적재하는 화물이 떨어지기 쉬워 운반하는 화물이 감소한다. 배송전의 절차가 필요하여 시간적인 로스가 발생한다. 화물을 운반할 때 배송완료를 전달할 필요가 있다. — 이것에 상당한다.

화물을 많이 운반하는 것은, 한번에 가동하는 트럭의 대수를 증가할 것인지, 트럭의 탑재용량을 증가할 것인지에 달려있다. 트럭의 탑재용량을 증가하는 데는 트럭을 크게 하여 상면적을 넓힐 것인가 아니면 화물을 중으로 높게 쌓아 올려 단위면적당 화물의 양을 증가시킬 것인가와 같은 선택여부가 있다.

11a는 트럭을 48대 사용하여, 1대의 트럭에 가능한 한 높이 화물을 쌓아올리는 것으로 잠재적으로는 72Mbit/초의 속도를 얻어낸다. 구체적으로는 반송파를 48개 사용한다. 반송파 하나 하나를 서브캐리어라 한다. 트럭의 대수를 증가시켜도 트럭 크기가 작다면 전체적으로 운반하는 화물은 증가할 수 없다. 여기에서 말하는 트럭의 크기란 서브캐리어 당 변조속도를 나타낸다(그림 2). 변조속도는 1초간 반송파를 변조할 수 있는 회수이다. 변조속도가 클수록 일정시간 내에 대량의 정보를 운반한다.

변조속도는 반송파가 점유하는 대역의 폭에

좌우된다. 예를 들면 10Hz의 대역을 점유하는 반송파라면 1초에 10회까지 변조할 수 있다.

OFDM을 사용하는 11a는 서브캐리어 당 점유대역폭이 312.5kHz로 변조속도는 250k회/초이다.

단, 인접하는 서브캐리어를 겹쳐서 합침으로써 전체적으로 점유하는 대역폭 이상의 변조속도를 실현하고 있다.

작은 트럭이라도 단위면적당의 적재용량을 증가시키면 많은 화물을 운반한다. 이것은 하나의 서브캐리어에서 전송할 수 있는 bit 열의 수량에 따라 변조방식이 결정된다.

11a에서는 서브캐리어에서 사용하는 변조방식으로 1주기로 전송할 수 있는 데이터 양이 ① 1bit의 BPSK, ② 2bit의 QPSK, ③ 4bit의 16QAM, ④ 6bit의 64QAM 4종류를 규정하고 있다(그림 2).

이 서브캐리어 당의 데이터 양과 앞서 기술한 서브캐리어의 변조속도를 곱한 숫자가 서브캐리어 하나의 최대 전송속도가 된다. 구체적으로는

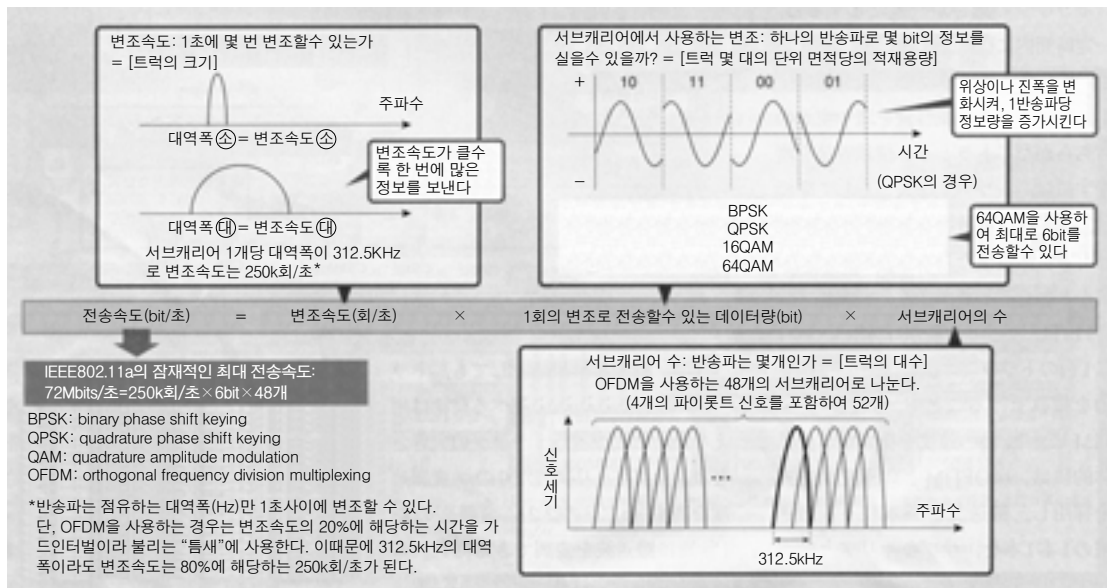


그림 2. IEEE802.11a의 전송속도는 변조속도와 변조방식, 서브캐리어의 수로 결정한다. 서브캐리어의 변조속도와 변조방식, 서브캐리어의 수로 산출하면 잠재적인 전송속도는 최대 72Mbit/초가 된다.

250k회/초×6bit=1.5Mbit/초이다. 11a의 경우는 서브캐리어가 48개이기 때문에 잠재적인 전송능력은 1.5Mbit/초×48개=72Mbit/초가 된다.

### 오류정정에 ¼ 이상의 용량을 소비

잠재적으로는 72Mbit/초인 11a이지만, 실제 최대 전송속도는 54Mbit/초이다. 이유는 최하 데이터의 4분의 1을 오류정정 부호로 사용하기 때문이다(그림 3).

오류정정 부호란, 이미 데이터에 추가된 용장 부호이다. 수신측은 오류정정 부호를 참조하여 전송 중에 데이터의 오류발생 여부를 검출한다. 데이터에 존재하는 오류가 일정량 이하라면 오류

정정 부호를 사용하여 올바른 데이터를 복원할 수 있다.

11a에서는 전송하는 데이터 가운데 최대 ½, 최소 ¼에 해당하는 18Mbit/초 분을 오류정정 부호로서 사용한다. 이 때문에 72Mbit/초에서 18Mbit/초를 뺀 54Mbit/초가 최대속도가 된다.

단, 54Mbit/초의 전송속도는 규격 상에서는 옵션급이다. 실장에 필수로 되어 있는 것은 24Mbit/초까지이다(표2). 11a의 표준화에 관계된 NTT 액세스서비스시스템연구소의 守倉 正傳 무선접속프로젝트 주관연구원은 「본래, 11a는 24Mbit/초에 최적화하여 설계한 무선 규격」이라고 밝혔다.

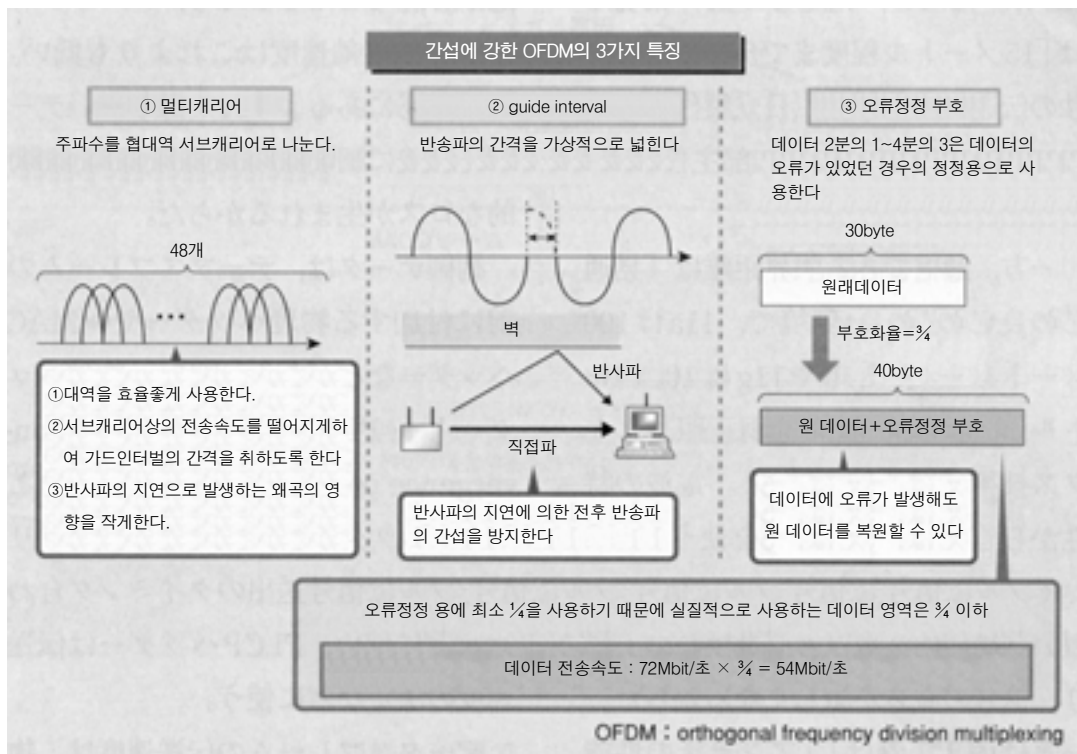


그림 3. OFDM의 특징과 IEEE802.11a의 데이터 전송속도 OFDM은 간섭에 강한 변조방식이다. 구체적으로는 multi-carrier화나 guide interval로 복원할 수 있다. 이 오류정정 부호로서 용장화한 부분을 뺀 것. IEEE802.11a의 전송속도는 최대 54Mbit/초가 된다.

**표 2. IEEE802.11a에서 규정하는 전송속도** 서브캐리어에서 사용하는 변조방식과 부호화율의 조합으로 8단계이다. 접속에 실패하면 1단계씩 낮추어 재전송한다. ■ 은 사양상 필수 전송속도이다.

데이터 전송속도 (E×250k회/초)	서브캐리어에 사용하는 변조방식	1서브캐리어에서 전송할 수 있는 bit(A)	1symbol당 서브캐리어 수(B)	부호화율(C)	1symbol로 전송할 수 있는 bit(D=A×B)	1symbol로 데이터를 전송할 수 있는 bit(E=D×C)
54Mbit/초	64QAM	6bit	48개	3/4	288bit	216bit
48Mbit/초	64QAM	6bit	48개	2/3	288bit	192bit
36Mbit/초	16QAM	4bit	48개	3/4	192bit	144bit
24Mbit/초	16QAM	4bit	48개	1/2	192bit	96bit
18Mbit/초	QPSK	2bit	48개	3/4	96bit	72bit
12Mbit/초	QPSK	2bit	48개	1/2	96bit	48bit
9Mbit/초	BPSK	1bit	48개	3/4	48bit	36bit
6Mbit/초	BPSK	1bit	48개	1/2	48bit	24bit

BPSK: binary phase shift keying  
 QPSK: quadrature phase shift keying  
 QAM: quadrature amplitude modulation  
 OFDM: orthogonal frequency division multiplexing  
 Symbol: 하나의 OFDM 스펙트럼을 송신하는데 필요한 시간

**실효속도가 떨어진 이유는 크게 세가지**

54Mbit/초라는 고속전송이 가능한 11a도 현실적으로는 「실제속도는 절반 정도」이다(마츠시타전기산업의 大植裕司 통신그룹팀 리더).

실제속도가 크게 떨어지는 원인은, ① 전송거리가 길어짐에 따라 전파가 감쇄되어 전송속도 자체가 떨어짐, ② 전송하는 데이터 이외에 제어용 데이터를 부가함, ③ 접속제어 방식에 CSMA/CA를 이용함을 들 수 있다. 이것은 11a만이 아닌 11b나 11g에서 실제속도가 떨어지는 원인이기도 하다.

트럭에 의한 화물배송을 예를 들면, ①은 원거리의 배송에서는 적재한 화물이 떨어지기 쉽다, ②는 배송 전에 전화로 배달주에게 연락을 취하는 등의 절차에 시간적인 로스가 있다, ③은 배송마다 배송완료를 알리는 귀로확인이라는 상황에 비교될 수 있다(그림 1).

**54M가 나오는 것은 겨우 7m 정도**

우선 ①에 대해 설명해보자. 전송속도는 변조방식이나 오류정정 부호화율의 조합으로 결정된다. 11a의 전송속도는 이것을 조합한 8단계의 사양으로 정하여져 있다(표 2).

48M 또는 54Mbit/초의 고속전송에서는 서브캐리어의 변조에 64QAM을 사용하고, 하나의 서브캐리어에 많은 데이터를 탑재한다. 이 때문에 수신측이 반송파의 파형으로부터 값을 정확히 식별하기 어렵게 된다. 거리가 길게 되어 전파가 감쇄되어 읽기는 더욱 어려워져 통신할 수 없게 된다.

IEEE802.11 시리즈에서는 통신에 실패하면 전송속도를 1단계씩 낮추어 데이터를 전송한다. 이 규격을 fall down이라 한다. 반대로 통신에 성공하면 전송속도는 올라간다.

미국 아세로스커뮤니케이션즈가 일반적인 사무실에서 실측한 결과에 의하면 54Mbit/초로 통신할 수 있는 거리는 「7m 정도」(아세로스커뮤니

케이션즈의 大澤智喜社長) (그림4).

단, 좋은 환경에서는 「15m 정도까지 54Mbit/초의 전송에 성공하였다」(히타치제작소의 猪口裕之 개발본부 기술개발부 주임기사)라는 증언도 있다.

한편, 통신할 수 있는 한계거리는 「예측이 좋은 이상적인 환경에서 11a는 100m 정도, 11b나 11g는 100m 이상」(소니의 赤羽正熙 유비키타스 기술연구소 총괄과장). 전파의 특성으로 말하면, 5GHz대를 사용하는 11a는 2.4GHz대를 사용하는 11b보다 도달거리가 짧다. 높은 주파수보다 직진성이 강해져 신호의 감쇄가 현저해지기 때문이다.

다시 말하면, 실제로는 「안테나의 성능에 따라 도달거리는 크게 변한다」(일본 아바이아의 中森格 솔루션서포트부 컨설턴트 SE).

### 헤더 등의 제어 데이터도 가세

근거리의 통신에서 54Mbit/초의 전송이 가능하다고 해도, 사용자 데이터의 실제속도는 이것보다도 낮다. 원인 ②와 같이 보내고 싶은 데이터의 전후에 제어 데이터가 더하여져서 시간적인 로스가 발생하기 때문이다.

제어 데이터는 데이터 프레임의 앞에 추가하는 물리헤더나 MAC 헤더 등이 있다(그림 5). 물리 헤더는 PLCP(physical layer convergence protocol) 프리앰블과 PLCP 헤더로 이루어진다. PLCP 프리앰블은 신호송출의 타이밍 맞춤 등에 사용하고, PLCP 헤더는 전송속도의 결정 등에 사용한다.

데이터 프레임의 전송속도는 물리헤더를 사용하여 negotiation하기 때문에 물리헤더만은

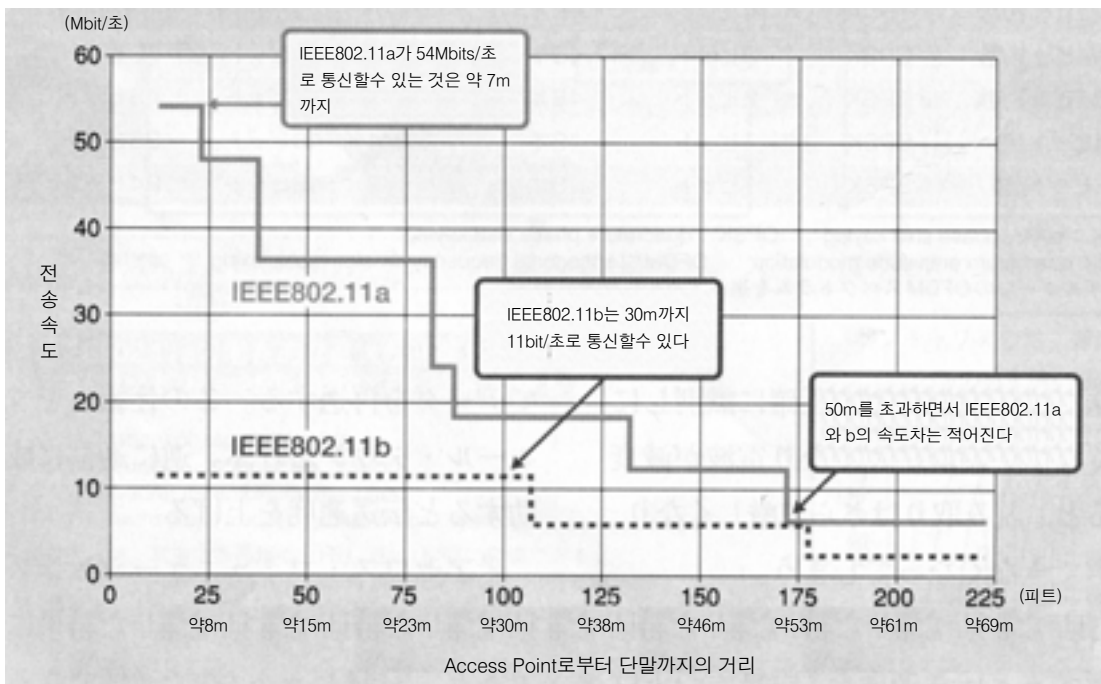


그림 4. 원거리가 될수록 전송속도가 떨어지는 무선LAN 미국 아세로스커뮤니케이션즈가 일반적인 사무실에서 실시한 측정결과. 고속전송은 원거리가 될수록 실패하기 쉽다. 이 때문에 전송속도를 낮추어 재전송한다. 이 사상을 fall down이라 한다.

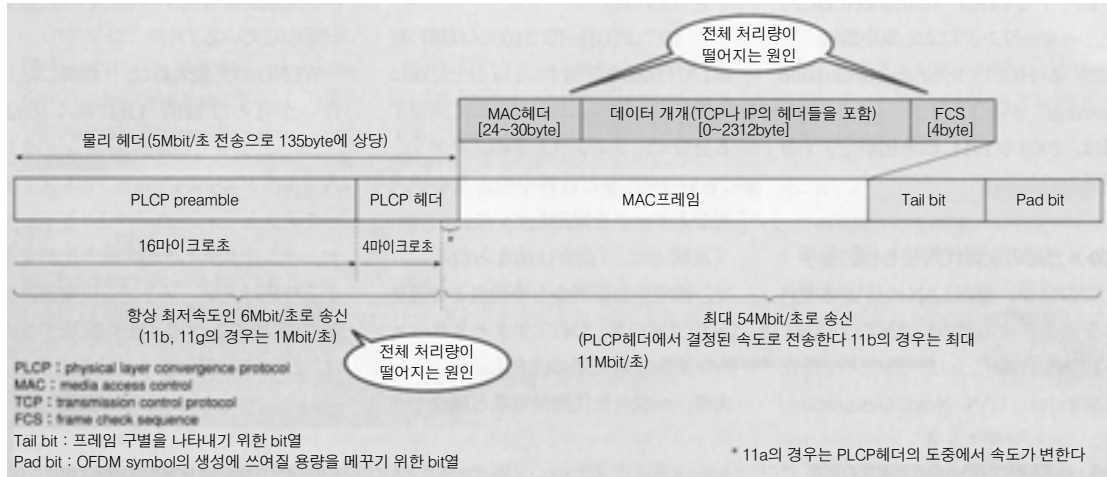


그림 5. IEEE802.11의 프레임 구성 물리헤더나 MAC 헤더의 구조는 IEEE802.11a/b/g에서 공통이지만, 전송속도가 다르다. 그림에서는 IEEE802.11a의 경우를 나타내었다.

최저 속도에서 보내도록 규정하고 있다. 사양상의 표준에서는 11a는 6Mbit/초, 11b/g는 1Mbit/초이다.

11a에서는, 물리헤더에서 6Mbit/초로 마이크로초 분을 소비한다. 20 마이크로초는 54Mbit/초의 전송으로 1080bit분, 결국 135byte를 전송할 수 있는 용량이다.

MAC 계층에서도 헤더 등이 부가되어 실제 속도를 낮추는 요인이 된다. MAC 헤더에서 24~30byte, MAC 프레임의 후반부에 있는 FCS에서 4byte를 소비한다.

**가장 영향이 큰 것은 “대기시간”**

IEEE802.11a/b/g의 사양 가운데 실제속도가 저하되는 최대 원인은, ③의 「접속제어에 CSMA/CA를 사용하고 있는 것」이다.(프로키심외의 松本重繼 사장). CSMA/CA에서 교환하는 ACK가 부족해진다.

CSMA/CA는 이더넷에서 사용되고 있는

CSMA/CD와 유사한 방식이다. 복수의 단말이 1대의 접속 포인트(AP)를 공용하고 있는 상황을 가정하고 가능한 한 데이터의 충돌을 일으키지 않도록 하는 사양이다.

IEEE802.11 시리즈에서는 CSMA/CA에 준거한 DCF(distributed coordination function)이라 불리는 충돌회피의 절차를 채용하고 있다. DCF에서는 데이터를 송신하기 전에 일정 길이 이상의 랜덤시간만 대기한다. 대기시간이 종료한 시점에 아무도 통신하고 있지 않으면 데이터를 송신한다. 대기 중에 다른 단말이 통신을 시작한 경우는 통신이 종료할 때까지 기다린다.

CSMA/CA에서는 하나의 데이터를 전송할 때마다 통신상대가 ACK를 회답한다. ACK가 회답되지 않는 경우는 통신에 실패했다고 보고 데이터를 재전송한다.

상위계층에서 TCP를 사용하고 있는 경우는 로스가 더 커진다. TCP 계층에서 회답하는 ACK에 대해서도 CSMA/CA의 ACK가 회답하기 때문이다.

TCP에서의 실제속도는 24M가 한계

암호화도 속도저하의 요인이 된다.

이상과 같은 요소를 종합하여 이상적인 조건에서 실제속도를 산출해 보았다(그림 6). 간섭이나 패킷의 충돌이 아무것도 없다는 조건에서 TCP/IP를 사용하여 데이터를 송신하는 경우를 가정하였다.

계산으로는 11a의 실제속도는 24.2Mbit/초가 되었다. 같은 계산방법으로 11b의 실제속도를 구하면 5.1Mbit/초이다. 현재 책정 중인 11g도 초안단계의 자료를 기초로 산출하면 18.3Mbit/초가 된다. 이것은 같은 환경에서 11g간의 통신하는 경우의 값이다.

단, 이것들은 어디까지나 이상적인 환경에서의 속도이다. 단말간의 실제속도는 저하된다. 「칩셋의 전기신호처리에 관련된 시간이나 안테나의 정도, PC나 AP측 장치에 탑재한 CPU 등의 영향으로 전송속도가 떨어진다」(일본무선의 藤田昇 무선전송시스템유닛 기획관리그룹 담당부장).

패킷의 암호화도 실제속도를 떨어뜨리는 요인이다. 「암호 방식에 AES(advanced encryption standard)를 사용하는 제품의 대부분은 소프트웨어로 처리한다. 기기의 CPU에도 의존하지만 15% 정도는 실제속도가 떨어진다.」(이이컴의 小松正樹 영업본부 제2영

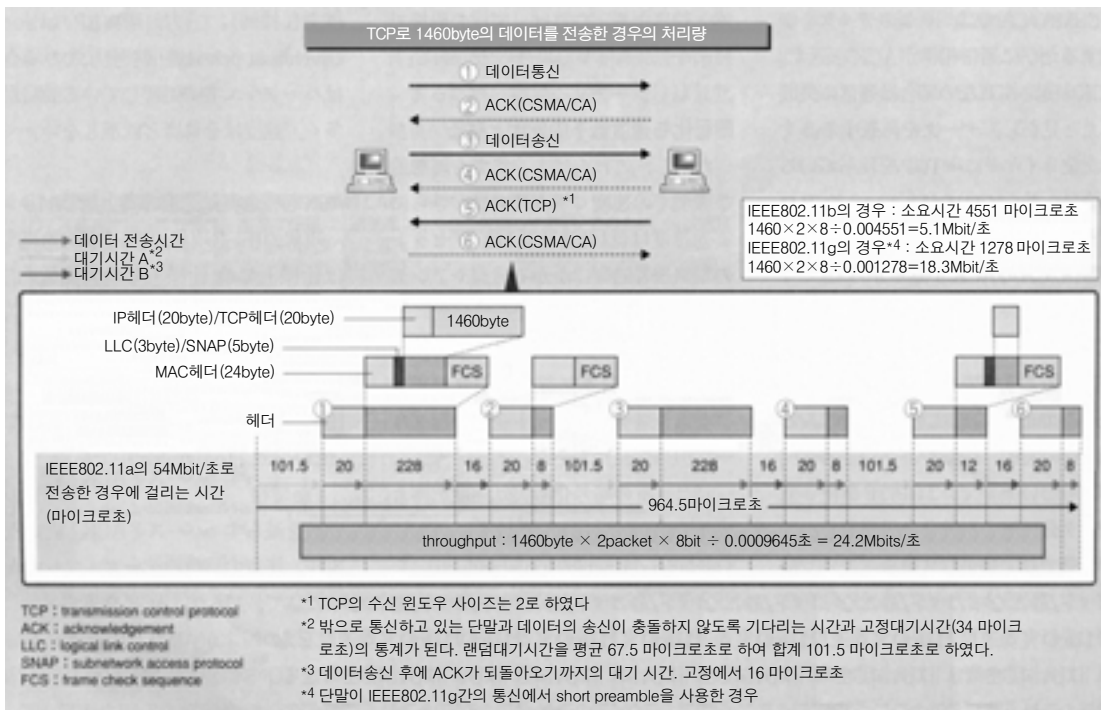


그림 6. IEEE802.11a의 실제속도 계산 TCP/IP를 사용한 통신에서 에러나 PC의 응답 등에 의한 로스를 0으로 한 물리적인 환경을 가정하여 계산하였다. 윈도우 사이즈는 표준인 2로 하였다. TCP나 CSMA/CA의 ACK의 영향이 크고, IEEE802.11a/b/g 어느 경우도 전송속도의 절반이하의 실제속도가 되었다. 이외에 칩이 실행하는 신호처리 등도 실제속도에 영향을 준다.



업무 주임기사). 한편 WEP(wired equivalent privacy) 암호방식의 경우는 하드웨어에서 처리하고 있는 제품이 많고 속도는 그다지 저하하지 않는다.

### ACK를 없애고 실제속도의 향상을 도모하는 11e

현재의 IEEE802.11a에서는 실제속도는 사양상 최대속도의 절반정도이다. 그렇지만 접속제어의 방법을 개선하여 실제속도를 「최대 54Mbit/초」에 가깝게 하고자 하는 시도도 있다. IEEE802 작업부회의 task group 「IEEE 802.11e」가 작업 중이다.

11e에서 검토 중인 안의 하나가 ACK의 횟수를 감소시키는 「버스트 ACK」라는 수법이다. 임의의 횟수의 데이터 프레임에 대해 1회만 ACK를 보낸다.

복수의 단말이 AP 등에 접속할 경우 QoS 기능도 검토하고 있다. 구체적으로는 충돌회피의 절차를 변경한다. 예를 들면 우선하는 패킷의 대기시간을 짧게 하는 EDCF(enhanced DCF)나 폴링(Polling)에 의한 집중제어를 실현하는 HCF(hybrid coordination function)가 있다. IEEE802.11e의 사양은 2003년 1월에 표준화가 완료될 예정이다.

### 100M 이상의 차세대 규격도 검토 착수

이 외에 무선LAN의 전송속도 자체를 향상시키는 시험도 시작되고 있다. IEEE802 작업부회는 2002년 1월에 「Wireless LAN Next Generation」(WLNG)라는 명칭의 상임위원회

를 설립하였다.

WLNG는 5GHz대에서 100M 이상의 무선 LAN 전송을 목표로 한다. 11a의 상위판으로 자리매김하게 된다. 2개월마다 개최하는 회의에서 핀란드의 노키아나 소니, NTT 등 세계 여러 기업이나 연구자가 아이디어를 제출하고 있다.

현재는 「회의는 막 시작한 상태이고 현실적인 제안에서 이상적인 이야기까지 혼재하고 있는 단계」(NTT 액세스서비스시스템연구소의 守倉 주간연구원)이다. 실제로 제3세대 휴대전화와 융합하고자 하는 아이디어나 250Mbit/초의 전송속도를 목표로 하자는 의견이 나와 있다.

WLNG의 정식명칭은 「순조롭게 대화가 진행되면 11h, 11i에 이어 IEEE802.11j가 될 것이다」(미국 엔테라시스 네트워크 시스템 아키텍처 엔지니어 로저듀란). 단, 표준화가 완료되는 시기는 미정이다. 노키아의 제안서에 의하면 100M초의 제품이 실현되는 것은 2004년 이후가 되리라 예상하고 있다.

### 간섭을 방지하여 고속전송을 실현하는 OFDM

OFDM은 무선LAN만이 사용하는 변조방식은 아니다. ADSL(asymmetric digital subscriber line)에서는 DMT(discrete multitone)이라는 명칭으로 이용되고 있다. 이외에 유럽과 일본의 지상파 디지털 방송에서도 사용되고 있다.

#### ● 한정된 대역에서 데이터를 채우다.

OFDM의 최대 특징은 복수의 반송파로 데이터를 작게 나누어 전송하는 멀티캐리어를 사용하는 점이다. 실제로는 서브캐리어끼리를 되풀이하여

사용한다.

본래, 반송파가 반복되면 간섭하여, 원래 데이터를 복원할 수 없게 된다. 그러나 OFDM에서는 서브캐리어의 대역폭을 주파수 축방향으로 정확히 이등분한 위치에 다음 서브캐리어를 배치한다. 이렇게 하면 반복되는 서브캐리어간의 간섭은 일어나지 않는다.

보통의 배열이라면 2개의 서브캐리어 밖에 배치할 수 없는 대역폭이 OFDM으로는 3개를 배치한다. 같은 대역폭에서도 가상적으로 사용하는 대역폭은 1.5배 이상이 되며 많은 데이터를 채우게 된다.

이 때문에 OFDM은 주파수 대역을 유효하게 활용할 수 있는 변조방식이라 불리고 있다. 단, 실제로 주파수 대역을 효율 좋게 사용하는 것은 품질 좋은 파워안테나가 필수적이다.

#### ● 멀티버스의 영향을 억제하여 고속전송

OFDM에서 멀티캐리어화 하면 「멀티버스에 의한 데이터의 오류를 억제하면서 고속전송할 수 있다」(일본무선의 藤田 담당부장)라는 이점도 있다.

멀티버스란, 전파가 벽등에 반사하여 복수의 경로로 수신측에 이르는 현상을 말한다. 수신측은 송신측으로부터 직진하여 온 직접파만이 아닌 벽 등에 반사하여 늦게 오는 전파도 받게 된다. 이 때문에 반송파를 단락으로 송출하지 않으면 지연된 반송파가 전후의 반송파에 간섭해버려 원래의 파형을 유지하는 것이 어렵게 된다.

#### ● Guide interval로 지연파를 제거

이 지연파의 간섭은 OFDM의 멀티캐리어와 guide interval(GI)로 제거한다. GI란, OFDM의 symbol 내에 설계된 가상적인 0.8마이크로초

분의 “틈새”이다. GI 내에서 수신한 신호는 지연파로서 도착한 간섭이 포함되고 있다고 보여져 무시한다. GI 내에서 수습되는 지연이 있으면 OFDM symbolrks의 간섭은 일어나지 않는다.

GI에서 지연파를 판별하는 데는 변조속도가 그다지 높지 않다. 전파의 속도는 일정한 것이기 때문에 같은 환경에서는 지연도 일정하다. 이 때문에 데이터 전송속도를 높이기 위해 변조속도를 높이고 GI 내에서 직접파와 지연파의 구별이 어렵게 된다.

IEEE802.11a에서는 멀티캐리어화 하는 것으로 서브캐리어 1개당의 변조속도를 250회/초로 억제하여 GI에서 지연파를 판별할 수 있도록 하고 있다.

#### ● 멀티캐리어는 신호의 왜곡에도 강함

전송에서 넓은 주파수 대역을 사용하는 경우, 일부 대역에서 극단에 수신신호 레벨이 좋지 못한 상황이 되는 이른바 「왜곡」이 발생한다(그림 A). 멀티캐리어는 이 왜곡도 제거하기 쉽다.

싱글캐리어에서는 반송파 전체가 왜곡의 영향을 받아 원래 파형으로 되돌리는 것이 어렵게 된다. 한편, 멀티캐리어에서는 일부의 서브캐리어 신호의 감쇄로 보여진다. 신호의 세기를 보정하기 때문에 오류정정 부호를 사용하면 데이터를 복원할 수 있다.

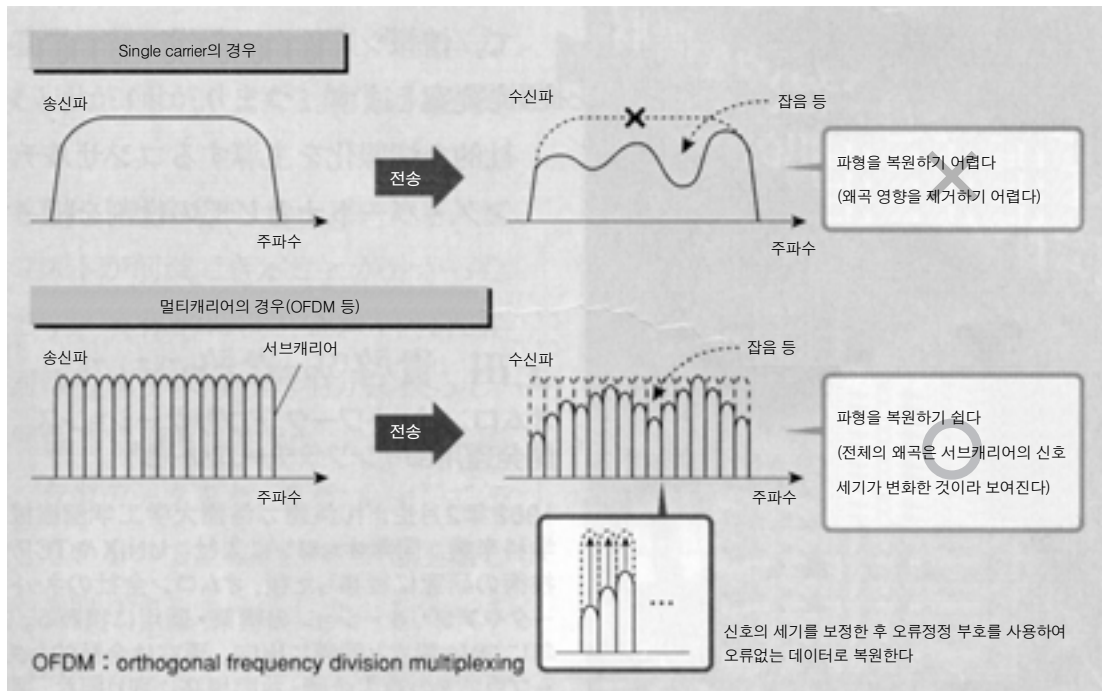


그림 A. 왜곡에 강한 멀티캐리어 싱글캐리어에 의한 왜곡은 멀티캐리어에서는 서브캐리어 신호의 감소로 보여진다. 신호의 감소는 왜곡에 비해 보정하기 쉽다. 또, OFDM에서는 서브캐리어를 중복하여 나열하는 것으로 주파수의 이용 효율을 향상시키고 있다.

\* 약어 등 해설 (밑줄친 단어)

- IEEE802.11a = 미국의 IEEE(전기전자 기술자협회) 802.11 작업부회가 99년 9월에 표준화한 무선LAN 규격의 하나. 5GHz대의 무선주파수를 사용한다. 최대 전송속도는 54Mbit/초
- IEEE802.11b = 미국의 IEEE802.11 작업부회가 99년 9월에 표준화한 무선LAN 규격의 하나. 2.4GHz대의 무선주파수를 사용한다. 최대 전송속도는 11Mbit/초
- 반송파 = 정보를 전달하기 위해 준비한 전송로에 적합한 신호. 캐리어라고도 한다.
- OFDM = orthogonal frequency division multiplexing. 직교주파수 분할다중. 복수

의 반송파(캐리어)를 중복하여 전송하는 통신방식. 좁은 주파수대역에서의 고속 데이터 전송이 가능하며 전파간섭에도 강하다.


- 변조속도 = 신호속도, symbol rate라고도 한다. 단위는 「baud」이지만, 현재는 거의 사용되지 않기 때문에 본 내용에서는 회/초로 하였다.
- BPSK = binary phase shift keying. 위상변복조 방식의 하나. 사용하는 주파수 대역폭을 협대역화 할 수 있기 때문에 주파수의 이용효율이 향상될 수 있다.
- QPSK = quadrature phase shift keying. 위상변복조 방식의 하나. BPSK가 2개 값으로 다루던 전송신호를 4개 값으로 처리한다. 이 때문에 사용하는 주파수대역폭은 BPSK보다 작아진다.

- **QAM** = quadrature amplitude modulation. 데이터를 위상이 직교하는 반송파의 진폭으로 변환하여 전송하는 변조방식. 위상과 진폭의 양쪽 모두를 변화시키기 때문에 대역의 이용효율이 높다. 16QAM은 반송파를 16종류로 변화시켜 4bit를 전송한다. 64QAM은 반송파를 64종류로 변화시켜 6bit를 전송한다.
- **오류정정 부호** = 디지털 데이터가 전송 중에 노이즈 등으로 누락된 경우에 누락부분을 자동적으로 복원할 수 있도록 부가된 부호. OFDM에서는 정량을 초과하는 부호화와 비타비 부호법이라는 방법을 이용한다.
- **CDMA/CA** = carrier sense multiple access with collision avoidance. LAN에 접속하고 있는 각 단말이 주위 단말의 데이터 송신을 감지하는 것으로 자신이 송신하는 데이터와의 충돌을 회피하는 것.
- **MAC** = media access control. OSI 기본참조모델 중, 제2층인 데이터링크층의 하위부층. IEEE802.11에서는 프레임의 송수신 방법이나 포맷, 데이터의 오류검출 등을 규정하고 있다.
- **Negotiation** = 송신측과 수신측 사이에서 실제 통신에 앞서 통신조건 등을 결정하는 것.
- **FCS** = frame check sequence. 데이터링크층 프로토콜로서 수신측이 전송오류를 검출할 수 있도록 하기 위해 송신측이 프레임이라 부르는 데이터 전송단위의 최후미에 붙이는 bitduf
- **ACK** = acknowledgement. 긍정응답. TCP 세션 등, 커넥션형 통신으로 통신상대가 보내어 답변되어 오는 사용자 데이터가 없는 신호. 커넥션이나 세션의 확립/해산 등에 사용된다.
- **CDMA/CD** = carrier sense multiple access with collision detection. LAN에 접속하고 있는 각 단말이 데이터를 전송로로 송출할 때의 절차 중 하나. 전송로 상에서 데이터간의 충돌이 있을 경우의 제어방법을 정하고 있다. 이더넷에서 사용되고 있다.
- **TCP** = transmission control protocol. 2종류인 IP의 상위 프로토콜중 하나. 커넥션형으로 신뢰성이 높은 통신을 실현할 수 있다.
- **AES** = advanced encryption standard. DES(data encryption standard)에 대체되는 차세대암호. NIST(미국 국무성표준기술국)이 공모하여 「라인돌」이라는 기술이 채용되었다.
- **WEP** = wired equivalent privacy. IEEE802.11의 옵션기능. MAC 계층에서 데이터를 프레임마다 암호화한다. 암호키의 길이는 64bit와 128bit 2종류가 있다.
- **QoS** = quality of service. 네트워크의 서비스 품질. 음성이나 동화상 등 일정 대역이 필요한 애플리케이션 등에 우선적으로 대역을 할당하는 등의 제어를 한다.
- **Polling** = 주 단말과 그것에 연결되는 복수의 종속단말 사이의 통신절차의 하나. 주 단말이 종속단말에 대해 하나씩 규칙적으로 데이터의 송신요구를 확인해가는 방법
- **상임위원회** = Standing Committee. 규격의 제안을 받아 의견 교환하여 방향성을 결정하는 그룹. 규격의 방향성이나 표준화하는 목표의 시기 등이 결정되면 study group으로 승격한다.
- **제3세대 휴대전화** = ITU(국제전기통신

연합)이 99년 11월에 표준화한 이동통신 시스템규격 「IMT-2000」에 준거하는 휴대전화. IMT-2000 규격은 복수이며, W-CDMA와 cdma2000이 대표적이다.

- **품질 좋은 파워안테나** = 여기에서는 주파수 축방향으로 반송파의 파문으로서 넓히는 고주파의 발생을 최소한으로 억제하는 파워앰프를 말한다.
- **Symbol** = 서브캐리어를 합성·변환하여

송출하는 시간단위. 11a에서는 OFDM의 송출에 걸리는 3.2마이크로 초와, guide interval의 0.8마이크로초를 합계한 4마이크로초가 1symbol이다.

- **원래 파형으로 되돌리는 것이 어려워진다.** = 등화기를 사용하면, 파형의 왜곡을 보정할 수 있다. 단, 하드웨어가 커지게 되는 등의 결점이 있다. 

### 음성기술 표준화 급하다

음성기술에 대한 표준 마련이 시급하다는 목소리가 높다. 음성기술이 텔레매틱스·컴퓨터통신통합(CTI)·홈토메이션 등 첨단산업 분야에서 각광받는 기술로 자리잡고 있음에도 불구하고 이에 대한 표준화가 이뤄지지 않아 국내 음성기술시장에서 걸림돌로 작용하고 있기 때문이다. 음성기술 표준이란 음성엔진의 개발에서 용어·성능평가 등 음성기술산업 전반에 걸쳐 적용되는 틀로 표준화가 이뤄지지 않을 경우 국내 음성기술산업의 상호교류를 통한 발전을 저해하고 음성기술 수출시장에도 악영향을 미칠 것으로 우려된다.

◇음성표준에는 어떤 것이 있나=우선 사용자와 음성정보처리시스템 사이의 표준화가 있다. 이 관계는 음성정보처리시스템을 사용자가 어떤 방식으로 사용하는가를 결정하는 분야다. 이 표준 활동은 모든 음성인식시스템에 공통적으로 들어가는 공통명령어와 특정영역에 해당되는 음성명령어를 선정하는 것이다. 시스템 개발을 위한 표준으로 엔진·플랫폼·응용서비스 개발자가 다른 경우에도 표준기술을 기반으로 개발된다면 각각의 개발자를 임의로 선정해도 음성정보처리시스템을 구축하는 데 문제가 없다. 이와 함께 음성기술업체간 인식과 합성제품의 성능을 평가할 때 필요한 성능평가 표준과 음성기술 관련 전문용어의 표준화 등에도 정리가 필요하다.

◇국내 음성기술 표준 현황=전반적으로 미국이나 유럽시장에 비해 표준화가 뒤져 있는 상황이다. 현재 응용서비스 개발을 위한 표준은 개별업체들이 필요성을 인지해 개발에 참여하고 있으나 인식과 합성을 위한 내부표준이나 평가표준 등 그밖의 표준은 대부분 정리가 이뤄지지 않고 있다. 이에 따라 산업자원부 산하 한국음성정보기술산업협회가 지난해부터 음성기술 표준화포럼을 구성해 연구활동을 진행하고 있다. 표준화포럼은 지난해 기초조사를 마친 뒤 연내 전문용어에 대한 정리를 마치고 내년 2분기에는 각 업계의 요구사항을 수렴할 예정이다. 또 정보통신부 산하 음성정보처리산업협의회에서도 올해부터 음성기술 표준과 관련된 연구를 시작했다.

이밖에 음성기술 전문교수 중심의 일부 대학에서 표준과 관련된 국제활동을 진행 중이다.

◇음성업체들이 주도적으로 나서야 한다=전문가들은 음성표준이 마련되지 않으면 엔지니어마다 제각기 음성 애플리케이션을 만들고 이를 적용하는 데도 문제가 생기는 등 결국 음성업계의 낭비요소가 된다고 지적하고 있다. 따라서 기관과 학계보다 일선 업계가 나서야 한다고 강조한다. 성신여대 홍기형 교수는 “국내 음성기술 표준은 교수 중심으로 쏠려 있다”며 “국내 음성업계가 대체로 규모가 작기 때문에 KT나 ETRI 같은 기관을 통해 업체들이 국제표준 활동에 적극적으로 참여하는 것이 필요하다”고 말했다. 특히 수출시장을 공략하는 업체의 경우 수출제품이 국제음성기술표준을 따르는지 신중히 검토해야 한다고 지적했다.