

□ 특 집 □

이동통신 시스템의 무선접속

임 종 설 †

◆ 목	차 ◆
1. 소 개	4 CDMA 접속
2. AMPS 아날로그 접속	5. 빔음팔
3. AMPS 디지털 접속	

1. 소 개

전통적인 셀룰라 이동통신 시스템의 연결은 이동 전화기(Mobile Phone)와 기지국(Cell Site) 사이는 무선으로 접속되며 기지국과 이동전화 교환센터(Mobile Switch Center) 및 이동전화 교환센터와 공중전화망(Public Switched Telephone Network) 사이는 각각 유선으로 접속되어진다. 본 특집에서 소개하고자 하는 부분은 이동전화기와 기지국 사이의 무선구간을 연결하는 무선접속에 관한 것이다. 여러가지 무선접속방식중 현재 미국에서 사용하고 있는 AMPS(Advanced Mobile Phone Services) 아날로그 이동통신의 무선접속은 EIA-553(Electronic Industries Association 553) 규격을 따라야 하며, TDMA(Time Division Multiple Access) 방식을 사용하는 AMPS 디지털 이동통신의 무선접속은 EIA/TIA IS-54(Intrim Standard 54) 규격을 따라야 한다. 또한, Qualcomm사에서 제작한 CDMA(Code Division Multiple Access) 이동통신의 무선접속은 IS-95(Intrim Standard 95) 규격을 따라야 한다. 그 밖에 ETSI(Euro-

pean Telecommunications Standard Institute)에서 제작한 TDMA 방식의 범유럽표준인 GSM(Group Special Mobile) 무선접속규격, 일본의 TDMA 방식인 JDC(Japanese Digital Cellular) 무선접속규격 및 TDMA 규격을 용량면에서 좀 더 증대시킬 수 있는 HNS(Huges Network Systems)사에서 제작한 ETDMA(Extended TDMA) 무선접속규격 등이 있다.

본 특집에서는 이동통신 시스템의 무선접속방식중, 현재 한국에서 사용하고 있는 AMPS 아날로그, AMPS 아날로그 방식보다 3배 이상의 용량증대가 가능한 TDMA 방식의 AMPS 디지털, 현재 한국에서 개발하여 상용화 단계에 있는 CDMA 이동통신 시스템의 무선접속방식에 대하여 설명하고자 한다.

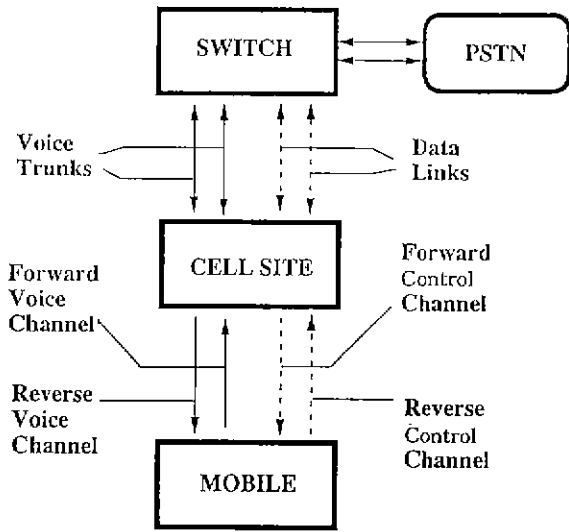
2. AMPS 아날로그 접속

AMPS(Advanced Mobile Phone Service) 아날로그(Analog) 접속은 현재 EIA-553 규격을 따라야 하며 북미전역 및 한국 등지에서 사용하고 있는 방식이다. 그림 1에서 볼 수 있듯이 이동전화기(Mobile Phone)와 기지국(Cell Site) 간의 무선접속은 순방향 음성채널(Forward Voice Channel) 및 순방향 제어채널

† 정회원 : 선문대학교 정보통신공학과 교수

(Forward Control Channel), 역방향 음성채널(Reverse Voice Channel) 및 역방향 제어채널(Reverse Control Channel)을 통하여 이루어진다.

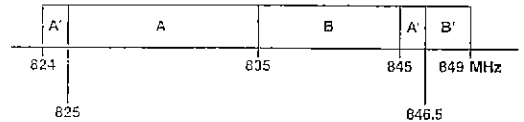
TYPICAL CONNECTION OF THE CELLULAR SYSTEMS



(그림 1) 전통적인 이동전화 시스템 연결

현재 미국에서의 이동통신을 위한 주파수 대역(Band)이 그대로 한국에서 적용되고 있다. 사용되는 대역은 이동전화기에서 기지국의 연결을 위해서는, 그림 2에서 볼 수 있듯이 A Band는 825~835MHz, A' Band는 845~846.5MHz, A'' Band는 824~825 MHz, B Band는 835~845MHz, B' Band는 846.5~849MHz의 대역폭을 갖는다.

CURRENT CELLULAR MOBILE TELEPHONE FREQUENCY ALLOCATIONS
MOBILE UNIT TO CELL SITE TRANSMISSIONS



(그림 2) 이동전화 주파수 대역 할당

한 개의 음성채널이나 제어채널은 30KHz의 대역폭을 차지한다. 따라서 위의 대역을 30KHz 대역폭으로 나눌 시 표 1과 같이 채널번호 1의 중심주파수(Carrier Frequency)는 825.030MHz, 채널번호 2의 중심주파수는 825.60MHz와 같은 방식으로 나누어서 모두 832개의 채널을 가질 수 있다. 이중 42개는 제어채널이며 나머지 790개는 음성채널이다.

표 2는 A, A', A'' 밴드의 음성채널 및 제어채널 번호를 보여주며 모두 21개의 Set로 나누어짐을 보여준다.

표 3은 B, B' 밴드의 음성채널 및 제어채널 번호를 보여주며 모두 21개의 Set로 나누어짐을 보여준다.

또한 기지국에서 이동전화기의 연결을 위해서는 그림 2에서 45MHz를 더하여주면 된다. 즉, A Band는 870~880MHz, A' Band는 890~891.5MHz, A'' Band는 869~870MHz, B Band는 880~890MHz, B' Band는 891.5~894MHz의 대역폭을 갖는다. 기지국에서 이동전화기를 연결하는 음성채널 및 제어채널 번호는 표 1에서의와 같이 이동전화기에서 기지국을 연결하는 채널번호와 동일하나 각 채널이 45MHz 차

<표 1> 채널번호 지정

CHANNEL NUMBERING

Mobile Unit To Cell Site	
Channel 1	825.030
Channel 2	825.060
Channel 3	825.090
Channel 4	825.120
⋮	⋮
Channel N	825 + .030N MHz

Cell Site To Mobile Unit	
Channel 1	870.030
Channel 2	870.060
Channel 3	870.090
Channel 4	870.120
⋮	⋮
Channel N	870 + .030N MHz

<표 2> 확장 A Band 채널 Set 할당

EXPANDED A BAND, CHANNEL SET ASSIGNMENT RADIO COMMON CARRIERS

Control Channels	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333
Voice Chans	001	002	003	004	005	006	007	008	009	010	011	012	013	014	015	016	017	018	019	020	021
	022	023	024	025	026	027	028	029	030	031	032	033	034	035	036	037	038	039	040	041	042
	043	044	045	046	047	048	049	050	051	052	053	054	055	056	057	058	059	060	061	062	063
	064	065	066	067	068	069	070	071	072	073	074	075	076	077	078	079	080	081	082	083	084
	085	086	087	088	089	090	091	092	093	094	095	096	097	098	099	100	101	102	103	104	105
	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126
	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147
	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168
	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189
	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210
	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231
	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252
	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273
	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294
	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312			
																667	668	669	670	671	672
	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693
	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714
	715	716																			
										991	992	993	994	995	996	997	998	999	991	1000	1002
Chan Set No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

<표 3> 확장 B Band 채널 Set 할당

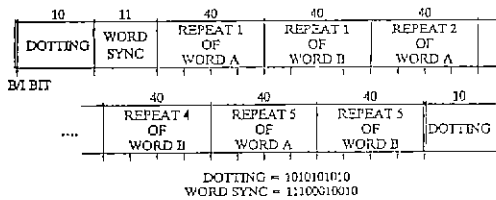
EXPANDED B BAND, CHANNEL SET ASSIGNMENT WIRELINE CARRIERS

Control Channels	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354
Voice Chans	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375
	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396
	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417
	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438
	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459
	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480
	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501
	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522
	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543
	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564
	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585
	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606
	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627
	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648
	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666			
					717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733
	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754
	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775
	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796
Chan Set No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

이를 보인다. 예를 들어 이동전화기에서 기지국 사이를 연결하는 채널번호 1은 825.030MHz의 중심주파수를 사용하고 기지국에서 이동전화기를 연결하는 채널번호 1은 45MHz 위인 870.030MHz를 사용한다. 어떤 사람이 이동전화기를 이용하여 현재 통화를 하고 있다면 어떤 1쌍의 채널을 잡고 있다는 뜻이다. 예를 들어 채널번호 2를 통하여 통화를 하고 있을 시 순방향 채널번호 2 및 역방향 채널번호 2를 동시에 사용하고 있으며, 이때 다른 사람은 채널번호 2를 사용할 수 없다. 그림 1에서 보듯이 AMPS 아날로그 무선접속을 위해서는 4가지 종류의 채널, 즉 순방향 음성채널(Forward Voice Channel) 및 순방향 제어채널(Forward Control Channel), 역방향 음성채널(Reverse Voice Channel) 및 역방향 제어채널(Reverse Control Channel)이 있는데 지금부터 그 역할을 간략히 설명한다.

2.1 순방향 제어채널(Forward Control Channel)

순방향 제어채널은 A, B Band 각각 21개씩 42개 채널이 있으며 각 채널을 통해 전송되어지는 메시지는 기지국이 이동전화기 방향으로 항상 데이터를 보내는 연속적인 디지털 데이터 스트림으로 이루어지며 10Kbps 전송속도를 가진다.



- NOTES
- 1 A given mobile reads only one of the two interleaved messages (A or B)
- 2. Busy-Idle bits are inserted at each arrow

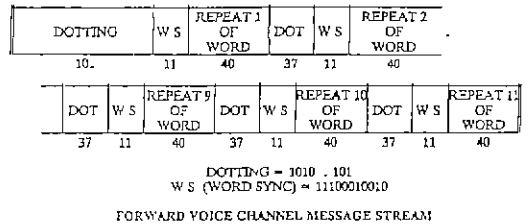
FORWARD CONTROL CHANNEL MESSAGE STREAM

(그림 3) 순방향 제어채널 메시지 형식

그림 3에서 보듯이 Dotting과 Word Sync는 이동전화기가 메시지의 시작을 포착할 수 있게 하는 동기화를 위하여 사용된다. 각 Word는 40bit 씩의 5번 반복되는 A 스트림과 B 스트림으로 구성되며, 한 이동전화기는 A 스트림과 B 스트림 중 한 스트림만 받도록 되어있다. Busy-Idle 스트림은 그림 3의 화살표 위치에 삽입되어지며 역방향 제어채널이 Busy한지 Idle한지를 이동전화기에 알려준다. 즉 어떤 이동전화기가 역방향 제어채널을 통하여 메시지를 보내고 있으면 Busy 비트 0을 화살표위치에 삽입하여 보내고 그렇지 않으면 1을 삽입하여 보낸다. 참고로 각 Word는 BCH Code화 되어있다. 이렇게 구성되어진 순방향 제어채널을 통해 전송되는 메시지 종류로는 Mobile Station Control 메시지, Overhead 메시지, Control-Filler 메시지가 있다. 각 메시지의 역할에 대하여 상세한 부분은 EIA-553 규격에 자세히 기술되어 있으므로 본 장에서는 생략한다.

2.2 순방향 음성채널(Forward Voice Channel)

순방향 음성채널은 A, A', A" Band에 395개 B, B' Band에 395개 있으며, 각 채널을 통해 기지국이 이동전화기 방향으로 주파수 변조된 아날로그 음성신호를 전송하는 것이 주목적이지만 음성신호 사이사이에 단속적으로 제어 목적의 10Kbps 데이터도 전송한다.



FORWARD VOICE CHANNEL MESSAGE STREAM

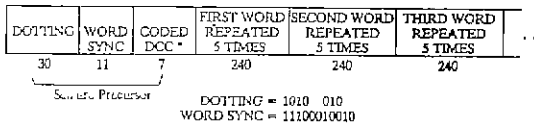
(그림 4) 순방향 음성채널 메시지 형식

그림 4에서 보듯이 Dotting과 W.S.는 이동전화기가 메시지의 시작을 포착할 수 있게 하는 동기화를 위하여 사용된다. BCH Code화된 각 Word는 40bit로 구성되며 같은 Word가 11번 반복된다. 순방향 음성채널을 통해 전송되는 메시지의 종류로는 Mobile Station Control 메시지가 있다. Mobile Station Con-

trof 메시지는 VMAC(Voice Mobile Attenuation Code), Handoff를 위한 음성채널 번호, SAT(Supervisory Audio Tone) 번호 및 Order Type (Change Power, Audit, Release, Alert) 등을 포함한다.

2.3 역방향 제어채널(Reverse Control Channel)

역방향 제어채널은 A, B Band 각각 21개씩 42개 채널이 있으며 각 채널을 통해 전송되어지는 메시지는 이동전화기가 기지국방향으로 보내는 10Kbps 전송속도를 가지는 디지털 데이터 스트림이다. 이동전화기가 음성채널을 할당받기전 기지국으로 제어메시지를 보내야 할 필요가 있을 때 이 채널을 사용하며, 불연속 데이터 스트림으로 전송되는 메시지 형식은 그림 5에서 보여준다.



REVERSE CONTROL CHANNEL MESSAGE STREAM

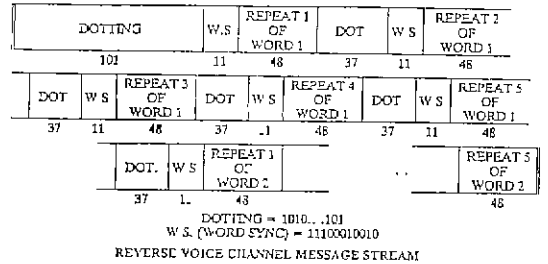
(그림 5) 역방향 제어채널 메시지 형식

그림 5에서 Dotteding과 Word Sync는 동기화를 위하여, Coded DCC(Digital Color Code)는 제어채널을 사용하고있는 이동전화기의 식별을 위해 사용되어진다. BCH Code화된 각 Word는 5번 반복되며 240bit로 구성되어 있다. 역방향 제어채널을 통해 전송되는 메시지의 종류로는 Page Response 메시지, Order Confirmation 메시지가 있으며, Order Confirmation 메시지 종류는 여러 가지가 있으나 중요한 것은 이동전화기 클래스(Mobile Class), MIN(Mobile Identification Number), Called Party Digit이다. 참고로 이동전화기 클래스는 3가지 즉, 클래스 1, 2, 3이 있으며 현재 휴대전화기는 클래스 3에 속한다. MIN은 이동전화기의 전화번호이다. 한국이동통신에 가입된 이동전화기의 MIN은 011로 시작하는 전화번호이다. Called Party Digit은 전화를 받을 사람의 전

화번호이다.

2.4 역방향 음성채널(Reverse Voice Channel)

역방향 음성채널은 A, A', A" Band에 395개, B, B' Band에 395개 채널이 있으며 각 채널을 통해 기지국이 이동전화기 방향으로 주파수 변조된 아날로그 신호를 전송하는 것이 주목적이지만 통화중 제어목적으로 사용중인 음성채널을 통해 전송중인 음성신호 사이사이에 단속적으로 10Kbps 전송속도의 데이터를 전송한다.



(그림 6) 역방향 음성채널 메시지 형식

그림 6에서 Dotteding과 Word Sync는 동기화를 위하여, BCH Code화된 48bit 길이의 각 Word는 5번 반복된다. 역방향 음성채널을 통하여 전송되는 메시지의 종류로는 Order Confirmation 메시지, Called-Address 메시지가 있다. Called-Address 메시지에는 Order Confirmation과 Called Party Digit이 있다. Called Party Digit은 통화중 제3자를 연결하는 3자 통화를 할 때 제3자의 전화번호이다.

2.5 통화연결(Call Setup)

위의 장에서 소개된 4가지 종류의 채널을 통하여 통화(Call)를 연결에 주는 행위가 통화연결(Call Setup)이다. 통화연결이 완성되면 한 쌍의 동일 채널번호의 음성채널(Voice Channel), 즉 같은 번호의 순방향 음성채널과 역방향 음성채널이 할당되며, 다른 사람의 통화는 현재 연결된 통화가 끝날 때까지 한 쌍의 할당된 동일채널 번호의 음성채널을 사용할 수 없

다. 예를 들어, 채널번호 2번의 음성채널이 할당되면 역방향 음성채널은 825.060MHz를 중심으로 30KHz 대역폭이 사용되고 순방향은 역방향 채널보다 45MHz 위인 870.060MHz를 중심으로 30KHz대역폭이 사용되며, 다른 사람의 통화는 이 채널번호 2를 통한 통화가 끝날 때까지 채널번호 2를 사용할 수 없다. 통화연결에는 기본적으로 두 가지 종류가 있다. 발신 통화연결(Call Origination), 즉 이동전화기에서 먼저 다른 쪽으로 전화를 걸려고 시도하는 경우와 착신 통화연결(Page Response), 즉 다른 쪽에서 이동전화기로 전화가 걸려오는 경우가 있다. 다음에 소개하는 것은 통화연결의 한 예를 보여준다. 통화연결 순서는 EJA-553 규격을 따르더라도 전체적인 흐름은 같지만 세부적으로는 제작회사에 따라 조금씩 다를 수 있다. Call Origination 경우에는 사용자가 이동전화기에 전화를 걸려고 하는 사람의 전화번호를 누르고 SEND 키를 누르면 역방향 제어채널의 Order Confirmation 메시지(2.3 장)를 통해 기지국에 Call Origination 정보가 전달된다. 기지국은 이러한 정보가 수신되었다는 사실을 인식하고 다음과 같은 일을 한다.

① 방향성 안테나를 사용하는 Sector 셀인 경우(보통 1개 셀은 3개의 섹터로 구성됨) 각각의 Sector에 수신되는 Order Confirmation 메시지가 전송되고 있는 역방향 제어채널의 신호세기를 모두 측정한다. 전방향 안테나(Omni Directional Antenna)를 사용하는 셀인 경우는 수신되는 신호를 그대로 측정한다.

② 어떤 기준치의 신호세기인 통화연결가능 기준 신호세기 보다 높은 신호를 갖는 섹터를 고른다.

③ 각 섹터에 현재 사용되지 않고 있는 음성채널이 있는지 조사하여 모든 음성채널 전 부가 사용되고 있는 섹터를 제외한다.

④ 신호세기가 높은 섹터부터 순서대로 정렬한다.

⑤ 만약 모든 음성채널이 전부 사용되고 있으면 기지국은 이동전화기쪽으로 순방향 제어채널의 Mobile Station Control 메시지(2.1 장)를 통해 통화연결 시도를 다시 하라든지 또는 통화연결을 할 수 없다는 메시지를 보낸다.

⑥ 만약 사용되지 않은 음성채널을 가진 Sector가 있다면 신호가 가장 센 Sector의 채널을 고른 후 MSC(Mobile Switching Center), 즉 이동전화 교환기에서 적절한 과정을 거친 후 선택된 음성 채널번호를 순방향 제어채널의 Overhead 메시지(2.1 장)를 통해 이동전화기로 전송한다. 이동전화기는 이 음성채널을 통하여 통화를 할 수 있다.

Page Response의 경우에는 기지국에서 순방향 제어채널의 Mobile Station Control 메시지(2.1 장)를 통하여 통화연결 시도 메시지를 전송하고 이동전화기는 Mobile Station Control 메시지 내의 MIN(Mobile Identification Number)이 자기자신의 MIN이면 역방향 제어채널의 Page Response 메시지(2.3 장)를 통해 기지국으로 응답을 송신한다. 이 다음 순서는 위에서 설명한 Call Origination의 통화연결 순서인 ①부터 ⑥까지와 동일하다.

2.6 통화채널 절체(Handoff)

2.5 장의 설명과 같이 통화연결이 완성되면 통화를 시작할 수 있고 통화중 이동전화기 사용자가 현재 사용하고 있는 음성채널의 신호영역(Cell) 밖으로 이동하게 되었을 때 사용하고 있던 음성채널을 새로운 영역(Cell)에 있는 음성채널로 바꾸어 주어 통화의 단절이 없도록 해주어야 한다. 이러한 과정을 Hand-off라고 한다. 참고로 어떤 음성채널의 전파가 미치는 영역이 있으며 이 영역 바깥에는 다른 음성채널의 전파가 그 영역을 커버한다. 서울, 뉴욕, 홍콩 등 대도시는 도시 전체를 커버하기 위해 많은 영역으로 나뉘어져 있다. 한 영역에서 할당되어 있는 음성채널은 바로 옆 영역에는 할당되지 않아야 된다. 이는 마치 서울에서 KBS TV가 채널 9번을 사용하고 있으므로, 서울과 지리적으로 가까운 인천에 또하나의 채널 9번의 TV 방송국을 허용할 수 없는 것과 같은 이치이다. 만약 인천에 채널 9번을 사용하는 KBS가 아닌 어떤 TV 방송국이 있다면, 그 TV 방송국에서 KBS와 다른 내용의 영상을 동시에 방송할때 서울과 인천 중간지역의 시청자는 혼신 때문에 TV 시청이 불

가능할 것이다. 이동전화에서도 넓은 지역을 수십 개의 영역(Cell)을 나누어 놓고 바로 옆의 영역으로 이동할 때 현재 통화하고 있는 음성채널은 신호가 약해져서 사용할 수가 없으므로 옆의 영역에서 사용되는 새로운 음성채널에 연결하여 계속적인 통화를 해야한다. 이렇게 통화가 다른 영역(Cell)으로 이동하더라도 통화의 단절없이 계속적인 통화를 할 수 있게하기 위해 Handoff가 필요하다. Handoff 순서는 시스템 제작회사에 따라 다를 수 있다. 예를 들어 Motorola사가 제작한 이동전화 시스템의 Handoff 과정과 AT&T가 제작한 시스템의 그것과는 다르다. 다음은 Handoff 과정의 한 예를 보여준다.

① 기지국은 일정한 시간 간격으로 역방향 음성채널의 신호세기를 측정한다.

② 측정된 신호세기가 어떤 기준치의 신호세기인 Handoff 기준치 보다 낮아지면 Handoff Process를 시작한다.

③ 먼저 Sector 셀인 경우 현재 서비스되고 있는 Sector 이외의 Sector에서 수신되는 역방향 음성채널의 신호세기를 측정하여 신호세기가 Handoff 기준치보다 큰 Sector가 있으면 이 Sector들을 신호세기 순서대로 정렬한 후 MSC(Mobile Switch Center)에 통보하고 MSC에서는 현재 사용되지 않고있는 음성채널이 있으면 신호가 가장 강한 Sector에 있는 음성채널번호를 선택하여 기지국에 통보한다.

④ 기지국은 현재 통화하고 있는 순방향 음성채널의 Mobile Station Control 메시지(2.2 장)를 통해 새로 선택된 음성채널 번호를 이동전화기에 전송하면 이동전화기는 새로운 음성채널에 접속한다. 이때 기지국은 MSC를 통해 새로운 음성채널을 기존의 상대방 통화자의 회선에 접속시킨다.

⑤ 만약 ③번에서 신호세기가 Handoff 기준치보다 큰 Sector가 없거나 Handoff 기준치보다 큰 Sector가 있는데도 모든 음성채널이 전부 사용되고 있으면 현재 서비스하고 있는 Cell 주위에 있는 Cell, 즉 여러개의 Neighbor Cell에 Handoff 메시지를 보낸다. 주위의 어느 Cell에 Handoff 메시지를 보낼 것이냐를 위

해 Neighbor List가 있으며, 이 List에 포함되는 Cell은 시스템 운용자가 미리 정해서 기지국 데이터 베이스에 입력시켜 놓는다. Handoff 메시지에는 여러 가지 정보가 포함되어 있으나 가장 중요한 것은 현재 사용되고 있는 음성채널 번호이다.

⑥ Handoff 메시지를 받은 Neighbor Cell은 현재 통화중인 역방향 음성채널의 신호세기를 측정하여 결과값과 함께 자신의 셀 ID를 Handoff 메시지를 보낸 셀 즉, 현재 서비스하고 있는 셀로 보낸다.

⑦ 현재 서비스하고 있는 셀은 Handoff 메시지를 보낸 적이 있는 모든 주위셀(Neighbor Cell)로부터 측정된 신호세기 및 그 셀의 ID를 수신하여 신호세기 순서대로 ID를 정렬한 후 Handoff 기준치 보다 낮은 신호의 Cell ID를 제외한 후 Cell ID로 구성된 Handoff List를 만든다.

⑧ 현재 서비스하고 있는 기지국이 MSC에 Handoff List를 통보하면 MSC는 Handoff List에서 사용되지 않는 음성채널이 있는 Cell의 음성채널중 1개를 선택한다.

⑨ MSC는 선택된 음성채널이 있는 새로운 기지국으로 선택된 음성채널 번호를 통보한다.

⑩ 새로운 기지국은 MSC로부터 새로운 음성채널 번호를 통보 받은 후 새로운 음성채널에 연결된 Transceiver를 켜 후 MSC에 이 사실을 통보한다.

⑪ MSC는 다시 현재 서비스하고 있는 셀에 새로운 음성채널 번호를 통보한다.

⑫ 서비스하고 있는 기지국은 MSC로부터 새로운 음성채널 번호를 통보받은 후 현재 사용중인 순방향 음성채널의 Mobile Station Control 메시지(2.2 장)를 통해 새로운 음성채널 번호를 이동전화기에 통보한다.

⑬ 이동 전화기는 새로운 음성채널에 접속한다.

⑭ 새로운 기지국은 이동전화기가 자신의 영역에 있는 새로운 음성채널에 접속했음을 알고 MSC에 이 사실을 통보하면 MSC는 새로운 음성채널을 기존의 상대방 통화자의 회선에 접속시킨다.

⑮ MSC가 서비스하고 있던 기지국에 이 사실을

통보하면 서비스하고 있던 기지국은 사용되던 Transceiver를 끈다.

2.7 통화해제(Call Release)

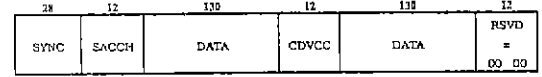
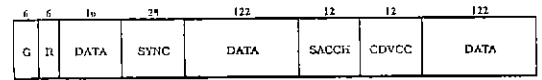
통화를 계속하던 사용자가 통화를 끝낸 후 이동전화기의 END 버튼을 누르면 이동전화기는 기지국으로 시그널 톤(Signaling Tone)을 1.8초 동안 보낸다. 시그널 톤을 수신한 기지국은 Transceiver를 끄고 MSC에 통보하면 MSC는 통화를 위해 연결된 모든 회선을 해제한다. 만약 통화중 상대방이 먼저 통화해제를 해오면 이동전화기는 기지국으로부터 통화해제에 관한 메시지를 수신하여 통화를 끝내든지, 그 이전에 사용자가 통화가 끝났음을 감지하여 통화를 끝낼 수 있다.

3. AMPS 디지털 접속

AMPS(Advanced Mobile Phone Services) 디지털(Digital) 접속은 TDMA(Time Division Multiple Access: 시분할 다중접속) 방식을 사용하며 EIA/TIA IS-54 규격을 따라야 한다. AMPS 디지털 시스템은 상용화 단계에 있으므로, 현재 북미 등의 지역에서 부분적으로 사용하고 있는 방식이다. 실제로 IS-54 규격은 AMPS 디지털과 AMPS 아날로그를 동시에 사용할 수 있는 이중모드(Dual Mode) 규격이다. 이 방식은 AMPS 아날로그 방식의 가입자 수용용량 한계를 극복하기 위해 개발되었다. AMPS 아날로그 방식과는 사용되는 전체 대역폭, 채널번호, 한 개의 채널이 차지하는 주파수 대역폭인 30KHz, 순/역방향 제어채널이 모두 같지만, AMPS 아날로그 접속방식과의 큰 차이점은 AMPS 디지털 방식은 한 개의 음

성채널이 차지하는 30KHz의 대역폭을 그림 7과 같이 6개의 Time Slot으로 나누어 놓았다는 점이다.

또한 음성채널을 통해 전송되는 음성신호가 AMPS 아날로그 접속방식은 아날로그 신호인데 AMPS 디지털 접속방식은 13Kbps 전송속도를 갖는 디지털 데이터이다. 즉, AMPS 아날로그 방식은 아날로그 음성신호를 주파수변조(Frequency Modulation)하여 순/역방향 음성채널을 통해 전송하고, AMPS 디지털 방식은 디지털화된 음성신호를 $\pi/4$ QPSK($\pi/4$ Shifted, Differentially Encoded Quadrature Phase Shift Keying) 방식으로 변조하여 순/역방향 음성채널을 통해 전송한다. 디지털 방식에서는 순/역방향 음성채널을 Forward/Reverse Traffic Channel이라고 부른다. AMPS 아날로그 방식은 4가지 종류의 채널, 즉 순/역방향 음성채널, 순/역방향 제어채널이 있지만 AMPS 디지털 방식에서는 순/역방향 제어채널은 AMPS 아날로그 방식과 동일하고 순/역방향 음성채널 대신에 순/역방향 Traffic 채널이 있다. 그림 8은 순/역 방향 Traffic 채널의 구조를 보여준다.

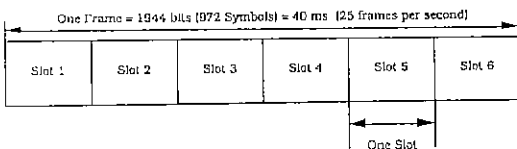


INTERPRETATION OF THE DATA FIELDS IS AS FOLLOWS:

- G - Guard Time
- R - Ramp Time
- SACCH - Slow Associated Control Channel
- SYNC - Synchronization and Training
- DATA - User Information or FACCH
- CDVCC - Coded Digital Verification Color Code
- RSVD - Reserved

All Numbers indicate Bits

(그림 8) AMPS 디지털방식 순/역방향 Traffic 채널 구조

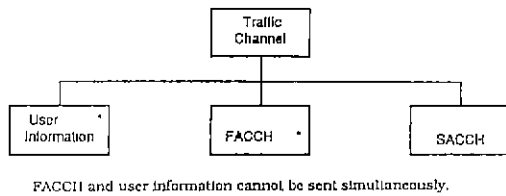


(그림 7) AMPS 디지털방식 Frame 구조

그림 8의 순방향 Traffic 채널 구조는 그림 7의 각 Slot에 넣어서 순방향으로 전송되며, 그림 8의 역방향 Traffic 채널 구조는 그림 7의 각 Slot에 넣어서 역방향으로 전송되어진다.

그림 7은 6개 Slot의 AMPS 디지털 접속방식의 시

분할 다중접속 즉, TDMA(Time Division Multiple Access) Frame 구조를 보여준다. 30KHz 대역폭의 각 Traffic 채널은 6개의 Time Slot으로 구성되며 각 Slot에는 그림 8에서 보여주는 형태의 데이터들이 넣어진다. 그림 7에서 6개의 Slot이 한 개의 Frame을 구성하며 Frame 길이는 1944bit이고 40ms 간격을 가지므로 1초에 25개의 Frame이 전송된다. 따라서 한 개의 Slot은 344bit로 구성되어 있으며 그림 8에서의 길이와 동일하다. 현재 북미지역에서 사용하고 있는 AMPS 디지털 방식은 한 사용자가 2개씩의 Slot을 사용한다. 즉 Slot 1과 4, Slot 2와 5, Slot 3과 6을 사용하여 한 Frame에 3사람이 동시에 사용할 수 있다. 따라서 AMPS 아날로그 방식에서는 1사람만 사용할 수 있는 30KHz 대역폭에서 AMPS 디지털방식을 사용하면 3사람이 사용할 수 있으므로 AMPS 디지털 방식이 AMPS 아날로그 방식보다 가입자 수용 용량 면에서는 3배 이상이 된다.



(그림 9) AMPS 디지털방식 Traffic 채널 종류

그림 9는 Traffic 채널이 3가지가 있음을 보여준다. User Information은 사용자의 디지털화된 음성신호이며, 디지털화된 음성신호는 그림 8의 Data 부분에 들어가며 Data 부분에는 필요할 때마다 단속적으로 FACCH(Fast Associated Control Channel) 정보를 전송한다. 단, FACCH 정보를 Data 부분에 넣어 전송할 때는 User Information(음성신호)을 Data 부분에 넣을 수 없다. 순/역방향 제어채널은 AMPS 아날로그 규격(2.1, 2.3 장)과 동일하므로 다음 장에서는 순/역방향 Traffic 채널에 대해 설명한다.

3.1 순방향 Traffic 채널(Forward Traffic Channel)

기지국에서 이동전화기 방향으로 디지털 데이터를 $\pi/4$ QPSK로 변조하여 전송하는 순방향 Traffic 채널의 갯수는 AMPS 아날로그 방식(2.2 장)의 순방향 음성채널의 갯수와 동일하다. 그림 8에서와 같이 SACCH(Slow Associated Control Channel)를 포함하며, SACCH는 제어 및 감시(Supervision) 메시지를 전송하기 위해서 사용된다. 그리고 그림 8에서와 같이 디지털화된 음성신호 또는 FACCH(Fast Associated Control Channel)를 넣어서 보낼 수 있다. 단 디지털화된 음성신호와 FACCH 정보는 동시에 한 Slot에 보내질 수 없다. 또한 FACCH는 디지털화된 음성신호 사이사이에 삽입, 즉 Blank-and-Burst 형태로 전송되어진다. FACCH에는 제어 및 감시(Supervision) 메시지가 보내어진다. 표 4는 순방향 Traffic 채널을 통해 전송되는 메시지의 종류를 보여준다.

예를 들어, 표 4의 메시지에서 Physical Layer Control 메시지는 FACCH 또는 SACCH를 통해 여러번 보내야 하며, Base Station Ack 메시지는 FACCH를 통해 한번만 보내야 한다.

3.2 역방향 Traffic 채널

이동전화기에서 기지국 방향으로 디지털 데이터를 $\pi/4$ QPSK로 변조하여 전송하는 역방향 Traffic 채널의 갯수는 3.1 장에서 설명한 순방향 Traffic 채널 갯수와 동일하다. 역방향 Traffic 채널의 구조는 그림 8에서 보여준다. 표 5는 역방향 Traffic 채널을 통해 전송되는 메시지의 종류를 보여준다.

예를 들어, 표 5의 Flash With Info 메시지는 FACCH를 통해 최고 3번까지 보내야 한다.

3.3 통화연결(Call Setup)

2.5 장의 AMPS 아날로그와 동일하다.

3.4 통화채널 절체(Handoff)

2.6 장의 AMPS 아날로그와 거의 동일하나, 이동전화기 협조 통화채널 절체, 즉 MAHO(Mobile As-

<표 4> 순방향 Traffic 채널 메시지

Messages on the FDTC.

Call establishment messages	Number of Transmissions	Channel
Alert With Info	Multiple	FACCH
Call information phase messages	Number of Transmissions	Channel
Measurement Order	Multiple	FACCH
Stop Measurement Order	Multiple	FACCH/SACCH
Handoff	Multiple	FACCH
Physical Layer Control	Multiple	FACCH/SACCH
Call Release messages	Number of Transmissions	Channel
Release	Multiple	FACCH
Miscellaneous messages	Number of Transmissions	Channel
Base Station Ack	Single	FACCH
Maintenance	Multiple	FACCH
Audit	Multiple	SACCH
Local Control	Multiple	SACCH
Flash With Info Ack	Single	FACCH
Send Burst DTMF	Multiple	FACCH
Send Burst DTMF Ack	Single	FACCH
Send Continuous DTMF	Multiple	FACCH
Send Continuous DTMF Ack	Single	FACCH
Flash With Info	Multiple	FACCH
Parameter Update	Multiple	FACCH
Status Request	Multiple	FACCH

<표 5> 역방향 Traffic 채널 메시지

Messages on the RDTC.

Call connect messages	Maximum Transmissions	Channel
CONNECT	3	FACCH
Call information phase messages	Maximum Transmissions	Channel
MEASUREMENT ORDER ACK	1	FACCH
CHANNEL QUALITY MESSAGE 1	1	FACCH/SACCH
CHANNEL QUALITY MESSAGE 2	1	FACCH/SACCH
Call release message	Maximum Transmissions	Channel
RELEASE	3	FACCH
Miscellaneous messages	Maximum Transmissions	Channel
MOBILE ACK	1	FACCH/SACCH
FLASH WITH INFO	3	FACCH
FLASH WITH INFO ACK	1	FACCH
SEND BURST DTMF	3	FACCH
SEND CONTINUOUS DTMF	3	FACCH
SEND BURST DTMF ACK	1	FACCH
SEND CONTINUOUS DTMF ACK	1	FACCH
PHYSICAL LAYER CONTROL ACK	1	FACCH/SACCH
STATUS	3/1*	FACCH
PARAMETER UPDATE ACK	1	FACCH

*When the STATUS message is sent spontaneously by the mobile station, it may be repeated up to three times. When the STATUS message is sent by the mobile station as a response to a STATUS REQUEST message, it is sent only once.

sisted Handoff)를 사용해야한다. AMPS 아날로그 시스템은 통화중 역방향 음성채널의 신호만을 측정하여 Handoff 시점을 판단하였다. 하지만 역방향 음성채널의 신호가 약(강)하더라도 순방향 음성채널 신호가 강(약)할 수 있으므로 기지국에서 수신되는 역방향 음성채널 신호세기만으로는 부족하다. 따라서, AMPS 디지털 규격에서는 현재 서비스하고 있는 기지국 및 주위의 기지국의 순방향 Traffic 채널의 신호세기와 BER(Bit Error Rate)을 일정시간마다 이동전화기가 측정하여 기지국으로 SACCH 또는 FACCH를 통해 전송하며 기지국은 Handoff에 이 신호세기를 참조한다. 이러한 MAHO를 사용하면 2.6 장의 ⑤번에서의 Neighbor List가 필요 없다. Neighbor List 대신에 이동전화기가 보내온 주위 기지국의 신호세기 List를 사용하여 Handoff를 할 수 있다.

3.5 통화해제(Call Release)

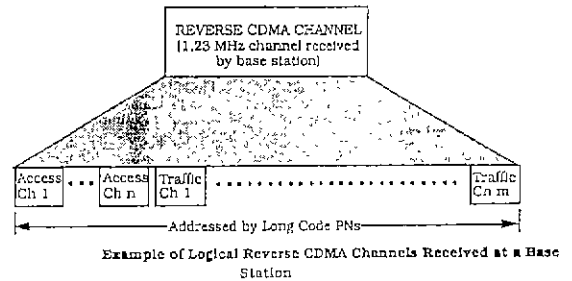
AMPS 아날로그(2.7 장)와 동일하다.

4. CDMA 접속

현재 한국에서 개발하여 상용화 단계에 있는 CDMA(Code Division Multiple Access : 코드분할 다중접속) 접속방식은 미국 Qualcomm사에서 제작한 EIA/TIA IS-95 규격을 따라야 한다. 정보통신부 주관하에 수도권 용량문제를 해결하기 위해 디지털 셀룰라 시스템의 접근방식으로써 CDMA를 선택하였으며, 시스템 개발을 하여 시험서비스에 성공한 접속방식

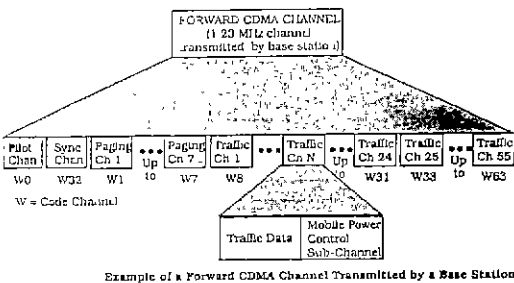
이다. 실제로 IS-95 규격은 CDMA 디지털과 AMPS 아날로그를 동시에 사용할 수 있는 이중모드(Dual Mode) 규격이다. CDMA 접속방식은 순방향 채널에는 4가지, 즉 Pilot 채널, Sync 채널, Paging 채널, 순방향 Traffic 채널이 있다. 또한 역방향 채널에는 2가지, 즉 Access 채널, 역방향 Traffic 채널이 있다. 그림 10은 순방향 CDMA 채널 구조를 보여준다.

그림 11은 역방향 CDMA 채널 구조를 보여준다.



(그림 11) 역방향 CDMA 채널 구조

그림 10, 11의 순/역방향 채널의 대역폭은 각각 1.23MHz이며 A, A', A" Band 또는 B, B' Band의 12.5MHz 대역폭내에는 10개씩의 주파수 분할된 CDMA 채널을 수용할 수 있다. 순방향 채널에는 0 Walsh Function을 사용하는 Pilot 채널 1개를 반드시 포함해야하며, Sync 채널을 0개에서 1개까지, Paging 채널은 0개에서 7개까지, 그리고 나머지는 Traffic 채널로 구성하여 포함 64개까지의 채널을 포함할 수 있다. 역방향 채널에는 Access 채널과 Traffic 채널을 합하여 다수의 채널을 포함할 수 있다. 순방향 채널은 서로 직교인 64-Ary Walsh Function 중의 하나에 의해 덮여지고 Encoded Data 및 Walsh 심벌은 BPSK에 의해 변조되며, Sector PN 코드는 QPSK로 변조되고, 채널코딩 방식으로는 Constraint Length가 $k = 9$ 인 1/2 Convolutional Coding이 사용된다. 역방향 채널은 Encoded Data는 64-Ary Walsh Function에 의해 첫 변조가 되며 변조된 Walsh Data와 User PN 코드는 BPSK에 의해 변조된다. 채널코딩 방식으로



(그림 10) 순방향 CDMA 채널 구조

는 Constraint Length가 $k = 9$ 인 1/3 Convolutional Coding이 사용된다.

4.1 Pilot 채널

기지국의 각 Sector는 1.23MHz 대역폭의 CDMA 채널마다 1개씩의 Pilot 채널을 할당한다. 기지국은 계속적으로 Pilot 채널을 통하여 Pilot 신호에다 시간 Offset을 갖는 PN 코드를 실어서 전송한다. 이동전화기는 이 PN 코드를 대역 확산 및 역확산에 사용하게 된다. 이동전화기는 Pilot 채널의 신호를 탐지하여 Call Origination(발신통화연결) 및 Page Response(착신통화연결)을 할 때 역방향 채널의 신호세기를 조절하는 Open Loop Power Control을 할 수 있다.

또한 이동전화기는 통화가 진행중인 동안 자신의 Pilot 채널 및 주위 셀이나 Sector의 Pilot 채널의 신호를 일정한 주기로 측정하여 새로운 채널의 신호세기가 기준치 범위에 들어가면 사용중인 채널 및 새로운 채널, 두곳에 동시에 연결하였다가 잠시후 사용중인 채널을 끊어버리면 새로운 채널에는 기 연결되어 있으므로 계속적인 통화가 가능하게되는 부드러운 통화채널전체(Soft Handoff)에 Pilot 채널이 사용된다(4.8 장).

4.2 Sync 채널

기지국 또는 Sector는 1.23MHz 대역폭의 CDMA 채널마다 1개까지의 1200bps Sync 채널을 가지며, 32 Walsh Function으로 덮여진다. Sync 채널을 통해 기지국은 이동전화기에 Overhead 메시지를 전파하고, 기지국이나 Sector를 구별하는 기지국/Sector ID, Network ID, Pilot PN Sequence Offset 인덱스, Long Code 발생을 위해 사용되는 Long Code State, 현재의 System 시간 등을 전송한다. 기지국은 위의 정보를 Pilot 채널에 사용한 PN 코드로 변조하여 이동전화기로 송신하면 이동전화기는 이 신호의 PN 코드는 이미 Pilot 채널을 통해 알고 있으므로 Sync 채널을 통해 수신된 CDMA 신호를 역확산시켜 Sync 채널 내에 있는 위의 정보를 검출한다. Sync 채널의 주목

적은 기지국과 단말기간의 동기를 설정하는 것이다.

4.3 Paging 채널

기지국 또는 Sector는 1.23MHz 대역폭의 CDMA 채널마다 7개까지의 Paging 채널을 가지며 전송속도는 9600, 4800, 또는 2400 bps이며, 동일한 SID(System Identification Number)를 갖는 기지국 또는 Sector에 포함되는 모든 Paging 채널은 동일한 전송속도를 가져야 한다. 즉, 동일한 기지국 또는 Sector에서 한 Paging 채널은 9600bps, 다른 Paging 채널은 4800bps일 수 없다는 의미이다. Paging 채널의 프레임 길이는 20ms이며, Pilot 채널과 동일한 PN Sequence를 사용한다. Paging 채널을 통해 기지국에서 이동전화기로 보내는 메시지로는 System Parameter 메시지, Access Parameter 메시지, Neighbor List 메시지, CDMA Channel List 메시지, Page 메시지, Channel Assignment 메시지 등이 있다. 특히, Channel Assignment 메시지는 Call Origination 또는 Page Response 시 할당된 1에서 63번까지의 Traffic 채널을 포함한다. 즉, 63번 Traffic 채널은 63 Walsh Function을 사용하는 Traffic 채널이라는 의미이다.

4.4 순방향 Traffic 채널(Forward Traffic Channel)

기지국에서 이동전화기 방향으로 순방향 Traffic 채널을 통해 User Data 및 이동전화기 제어신호를 전송한다. 1.23MHz 대역폭의 CDMA 채널에 포함될 수 있는 순방향 Traffic 채널의 최대숫자를 구하는 식은 $(63 - \text{Paging 채널수} - \text{Sync 채널수})$ 이다. 즉, Paging 채널 수가 7개, Sync 채널이 0개일 때 순방향 Traffic 채널의 최대 개수는 $63 - 7 - 0 = 56$ 개이다. 순방향 Traffic 채널은 9600, 4800, 2400, 1200bps의 전송속도를 가지며, Frame 길이는 20ms이다. 이동전화기 제어신호는 User Data 사이사이에 단속적으로 들어간다(자세한 내용은 IS-95 규격 참조). 이동전화기 제어신호에는 Order 메시지, Handoff Direction 메시지, Neighbor List Update 메시지, Power Control Parameters 메시지, Mobile Station Registered 메

시지 등이 있다. 특히, Handoff Direction 메시지는 통화채널절체(Handoff)시 사용할 새로운 Traffic 채널을 포함한다. 또한 Power Control Parameter 메시지는 이동전화기가 송신할 역방향 Traffic 채널의 신호세기를 조절하는 정보를 포함한다.

4.5 Access 채널

이동전화기에서 기지국으로 보내지는 1.23MHz CDMA 채널에 포함된 Access 채널은 Paging 채널 메시지에 응답하든지 이동전화기가 기지국과 교신할 내용이 있을 때 사용한다. Access 채널은 4800bps의 전송속도를 가지며, 20ms의 Frame 길이를 갖는다. Access 채널을 통해 전송되는 메시지는 Initial Registration 메시지, Origination 메시지, Page Response 메시지 등이 있다. 특히 Origination 메시지는 이동전화기 발신통화연결을 할 때 이동전화기가 기지국으로 보내는 메시지로써 이동전화기의 MIN, 즉 이동전화기의 전화번호, 이동전화기의 ESN(Electronic Serial Number) 등을 포함한다. 또한 Page Response 메시지는 이동전화기로 걸려오는 착신통화연결을 할 때 이동전화기가 기지국으로 보내는 메시지로써 ESN, MIN 등을 포함한다.

4.6 역방향 Traffic 채널(Reverse Traffic Channel)

이동전화기에서 기지국으로 역방향 Traffic 채널을 통해 User Data 및 기지국으로 보내는 신호를 전송한다. 역방향 Traffic 채널은 9600, 4800, 2400, 1200 bps의 전송속도를 가지며, Frame 길이는 20ms이다. 기지국으로 보내는 신호는 User Data 사이사이에 덜어간다. 기지국으로 보내는 신호에는 Order 메시지, Data Burst 메시지, Pilot Strength Measurement 메시지, Power Measurement Report 메시지, Handoff Completion 메시지 등이 있다. 특히 Pilot Strength Measurement 메시지를 통해 이동전화기가 주위의 기지국 또는 Sector의 Pilot 채널 신호세기를 주기적으로 측정하여 기지국에 전송함으로써 이동전화기 협조 통화채널절체 즉 MAHO(Mobile Assisted Hand-

off)를 가능하게 한다(4.8 장). 또한 Power Measurement Report 메시지는 이동전화기가 자기 기지국의 Pilot 채널의 신호세기 및 Frame Error 수를 주기적으로 측정하여 기지국에 통보함으로써 통화중인 순방향 Traffic 채널의 신호세기를 기지국이 적절하게 조절할 수 있게 한다.

4.7 통화연결(Call Setup)

CDMA 접속방식에서 통화연결은 AMPS 방식과 마찬가지로 Call Origination(발신통화연결) 및 Page Response(착신통화연결)가 있다. 다음은 CDMA 시스템 통화연결 과정의 예이다.

① 이동전화기를 켜면 이동전화기는 가장 강한 Pilot 채널 신호를 수신한다.

② 수신되는 Pilot 채널 신호로부터 시간 Offset을 갖는 PN Sequence의 전체 주기를 추적함으로써 PN Sequence를 인지할 수 있다.

③ 이동전화기는 Pilot 채널과 동일한 PN 을 사용하는 Sync 채널의 정보를 수신한다. Sync 채널로부터 동기화를 할 수 있고, 기지국 또는 Sector ID, Pilot 채널 Offset Index(4.2 장) 등을 수신한다.

④ 착신통화연결일 때는 Pilot 채널과 동일한 PN Sequence를 사용하는 Paging 채널의 Page 메시지(4.3 장)를 받게 되며 발신통화연결의 경우는 Paging 채널의 정보와는 관계없이 사용자가 발신통화연결을 위해 SEND 키를 누르면 발신통화연결이 시작된다.

⑤ 발신통화연결의 경우 Access 채널을 통해 이동전화기로부터 기지국으로 Call Origination 메시지를 보내고 착신통화연결의 경우는 Page Response 메시지를 보낸다.

⑥ 기지국은 Direct Sequence로 확산된 Access 채널 신호를 Pilot 채널에 할당된 PN Sequence 등으로 역확산하여 Access 채널에 담겨진 정보인 발신통화 또는 착신통화 메시지를 인지한다.

⑦ 기지국은 MSC와 교신하여 할당가능한 Traffic 채널을 선정하고 이 채널 정보를 Paging 채널의 Channel Assignment 메시지(4.3 장)을 통해 이동전

화기로 송신한다.

⑧ 이동전화기는 Traffic 채널을 인지하고, 이 Traffic 채널을 통해 통화를 개시한다.

⑨ 기지국은 기 수신된 Page Response 메시지 또는 Call Origination 메시지에 포함되어 있던 이동전화기의 ESN과 관련되어 대역확산된 Traffic 채널 신호를 역확산하여 Traffic 채널내의 User Data 및 신호를 수신할 수 있다.

4.8 통화채널 절체(Handoff)

CDMA 접속규격에는 3가지의 Handoff가 있다. 즉, Softer Handoff, Soft Handoff, Hard Handoff이다. Hard Handoff는 Handoff 도중 아주 짧지만 잠시동안의 통화단절이 있는 Handoff이며, Softer Handoff는 같은 기지국내의 Sector간 Handoff 시의 통화단절이 없는 Handoff이고, Soft Handoff는 2개의 기지국 사이에서 이동전화기가 움직일 때 현재 사용중인 순방향 Traffic 채널과 동일한 Walsh Function과 PN Sequence를 옆에 있는 기지국의 Traffic 채널에서도 송신함으로써 이동전화기가 양쪽 기지국으로 부터 동시에 같은 신호를 수신할 수 있게 하며, 또한 역방향 Traffic 채널신호를 양쪽 기지국에서 동시에 수신하게 한다. 따라서 두개의 기지국에 동시에 접속되어 있으므로 잠시후 옆의 기지국 속으로 이동전화기가 완전히 이동해 들어 갔을 때 이전의 기지국과 연결되었던 Traffic 채널과의 접속을 절단하여도 새로운 기지국(옆에 있던 기지국)과는 벌써 Traffic 채널이 연결되어 있어서 사용자가 Handoff 도중 통화 단절을 잠시라도 느낄 수 없다.

CDMA 접속규격의 모든 Handoff는 이동전화기의 도움을 받게 되는 Handoff, 즉 MAHO(Mobile Assisted Handoff)인데 이동전화기는 주기적으로 역방향 Traffic 채널의 Pilot Strength Measurement 메시지(4.6 장)를 통해 이웃 Sector 또는 주위 기지국의 Pilot 채널 신호세기를 측정하여 기지국으로 보낸다. 또한 Power Measurement Report 메시지(4.6 장)를 통해 이동전화기는 주기적으로 통화중인 자신의 Pilot

채널의 신호세기를 측정하여 기지국으로 전송한다. 만약 이웃 기지국 또는 Sector의 Pilot 채널 신호세기가 현재 통화중인 Pilot 채널의 신호 강도 범위 내에 들어오면 기지국은 이것을 인지하고 Handoff Process를 시작한다. Handoff되어질 새로운 Traffic 채널로는 Pilot 채널 신호세기가 강한 기지국내의 사용되지 않은 64개중 한 개의 Walsh Function을 갖는 Traffic 채널이 선택된다.

4.9 통화해제(Call Release)

통화완료후 이동전화기 사용자가 END 키를 누르면 역방향 Traffic 채널의 Order 메시지(4.6 장)의 6bit Order Code를 Release Order에 맞추어서 기지국으로 전송하고 통화해제를 한다. 기지국에서 먼저 통화해제를 할 경우 순방향 Traffic 채널의 Order 메시지를 통해 Release Order를 기지국에서 이동전화기로 전송하여 통화해제를 한다.

5. 맺음말

셀룰라 이동통신 시스템의 무선접속규격은 현재 아날로그 규격으로는 용량한계 때문에 동일한 주파수 대역폭에서 아날로그 규격보다 더욱더 많은 가입자를 수용할 수 있는 디지털 방식으로 발전되고 있다. 본 특집에서 소개된 AMPS 아날로그 접속방식은 현재 한국에서 사용하고 있는 아날로그 방식이며, 외국의 경우와 같이 국내에서도 가입자가 폭발적으로 증가해 가고 있기 때문에 수도권은 기존 아날로그 방식으로는 더 이상의 가입자를 수용할 수 없게 되었다. 이 문제를 해결하기 위해서는 현재 사용하고 있는 셀룰라를 위한 주파수 대역폭을 늘이든지, 아날로그 시스템을 디지털 시스템으로 바꾸든지, 아니면 두 방법 모두를 택하든지 해야 될 것이다. 그러나 주파수 대역폭을 늘이는 문제는 거의 불가능할 것이다. 왜냐하면 800MHz 주위 대역의 모든 주파수가 현재 셀룰라 또는 다른 목적으로 사용되고 있기 때문이다. 따라서 주어진 대역폭에서 용량을 증대시킬 수 있는

방법을 택하지 않을 수 없는데, 현재 한국에서도 CDMA 디지털 규격을 선택하여 관련 시스템을 개발하고 상용화 단계에 있다. 이론적으로는 CDMA 시스템이 AMPS 아날로그 시스템보다는 적게는 대략 10배 많게는 20배 정도의 용량증가를 가져다 줄 것이라 예상되고 있다. 또한 TDMA 방식을 사용하는 AMPS 디지털 시스템을 ETDMA(Extended TDMA)로 발전시킬 때도 10배정도의 용량증대를 가져다 줄 수 있다고 예상되고 있다. 따라서 미국에서는 현재까지도 TDMA와 CDMA중 어느 것이 우수할 것이냐의 논쟁을 계속하고 있다. 또한 Europe의 GSM 규격은 TDMA 방식을 사용하는 시스템의 일종으로 접속규격의 방대함과 상체함은 AMPS 디지털 TDMA나 CDMA 시스템 규격인 IS-54 및 IS-95의 그것과는 비교할 수 없을 정도로 우수하다고 생각된다. 미국에서의 CDMA-TDMA 논쟁에 아랑곳하지 않고 AT&T같은 회사는 CDMA, AMPS 디지털 TDMA, GSM 시스템 모두를 동시에 개발하고 있다. 시스템을 제조하여 판매하는 회사의 입장은 어느 한가지 시스템에 의존되기를 원치 않기 때문일 것이다. 한국에서는 CDMA 시스템을 선택하였으므로 이 시스템을 빠른 시일내에 상용화시키기 위해서는 관련기술 분석 및 축적, 개발중인 시스템의 반복적인 Field Test를 통해 문제점을 발견, 보완해 나가야 되리라 본다. CDMA 시스템의 최대장점은 음질의 우수성 및 용량 증대이겠지만 향후 기술 개발여하에 따라서는 AMPS 디지털 TDMA 시스템보다 더욱더 많은 데이터 전송 용량을 갖는다는 것일 것이다. 왜냐하면 AMPS 디지털 TDMA의 대역폭은 30KHz/channel인데 비하여 CDMA의 대역폭은 1.23MHz/channel, 즉 AMPS 디지털 TDMA대비 CDMA는 약 40배의 채널당 대역폭을 갖고 있기 때문에, 차후 이동전화를 통해 화상정보를 전송한다든지 할 때 채널당 대역폭이 좁은 AMPS 디지털 TDMA 보다는 CDMA가 훨씬 유리하다고 보여진다. 참고로 TV 방송국이 TV 화면을 전송하기 위해 최소 4MHz 정도의 대역폭이 필요하다. 이것은 화상을 전송할 때는 음성을 전송할 때 필요한 수십 KHz의 대

역폭보다 훨씬 많은 채널당 대역폭을 필요로 한다는 예이기도 하다. 그러나, CDMA가 TDMA 대비 우수성이 있지만, 한국도 향후 이동전화 시스템을 개발하여 수출하는 입장을 고려하여야 하며, 기술이라는 것은 독점적으로 어느 한가지가 항상 우수할 수 없기 때문에 CDMA 방식을 선택하였더라도 TDMA 방식을 사용하는 AMPS 디지털 TDMA, ETDMA, GSM에도 계속 관심을 가지고 연구개발을 하여야 하며, 정부에서도 이에 관한 정책적인 지원방법을 모색해야 될 것이라 생각된다.

21세기에는 이동전화 시스템을 통해 언제 어디서든지 누구에게나 통화할 수 있어야 될 것이며 음성뿐만 아니라 화상까지도 전송할 수 있게 될 것이다. 또한, 단말기의 소형화 및 기지국 반경의 소형화를 통한 Microcell화를 시킬 수 있는 발전된 형태의 PCS(Personal Communication System)의 개발이 필수적일 것이다. PCS와 함께 저궤도 위성을 이용한 이동통신 및 사업자간, 국가간의 경계를 허물어 전세계 어디서나 정보를 주고받을 수 있는 차세대 이동통신인 FPLMT(Future Public Land Mobile Telecommunication System)의 개발이 본격화될 것이다. 이와 같은 환경변화에 능동적으로 대처하기 위하여 우리도 이제 한국 독자적인 차세대 이동통신 접속규격의 개발 및 표준화가 필요하며, 이를 위해서는 외국 특히 미국 및 유럽에서의 이동통신 시스템관련 접속규격 및 기술 동향에 주의를 기울이고 정책결정을 하는 정부, 이동통신서비스를 제공하는 공중통신사업자, 장비를 제조하는 산업체, 관련 연구를 수행하는 학계 및 연구소가 문제인식을 정확히 하고 서로의 협조를 아끼지 않아야 될 것이라 본다.

참 고 문 헌

1. EIA-553, Electronic Industries Association Engineering Department, 1988.
2. EIA/TIA IS-54, Electronic Industries Association Engineering Department, 1990.

- 3. Proposed EIA/TIA Intrim Standard Wideband-Spectrum Digital Cellular System Dual-Mode Mobile Station-Base Station Compatibilty Standard, Qualcomm Inc., 1992.
- 4. 임종설, "Call Processing Algorithms", 이동통신기술세미나, pp.147~177, 1991.
- 5. W.C.Y.Lee, Mobile Cellular Telecommunications Systems, McGraw Hill Book Company, 1989.
- 6. GSM Version 3.4.1, ETSI, 1990



임 종 설

1972년 경북고등학교 졸업
 1979년 서울대학교 공과대학(학사)
 1983년 University of Cincinnati 산업공학과(공학석사)
 1986년 Polytechnic University Operations Research(공학박사)

1986년~1991년 AT&T 벨연구소 이동통신시스템 개발분야 책임연구원

1991년~1993년 한국이동통신 책임연구원

1993년~현재 선문대학교 정보통신공학과 교수

관심분야: 이동통신, 데이터통신

● **학회지 및 논문지 발매** ●

학회지 특집내용('94~'95) : 분산처리, 인터넷, BPR, 게임S/W기술, 이동통신 등
논문지 격월호('94~'95)

방문시 : 5천원(권당), 우편발송시 : 7천원(권당)

※우편물 발송시에는 당학회 입금구좌로 입금후 전화요망

• 입금계좌 : 외환은행 232-13-01249-5, 우체국 : 012559-0025588

• 예 금 주 : 한국정보처리학회

TEL : (02)593-2894, FAX : (02)593-2896

*여분이 없을수도 있음.