



# 이동통신(移動通信) 시스템과 개발 비전(I)

Mobile Communications System and Its Development Vision



曹 圭 心\*

Cho, Kyu Shim

이동통신의 역사	.....
이동통신의 기술적 목표	.....
이동통신의 서비스 분류	.....
이동통신의 주요기술	.....
이동통신의 전파(電波 傳播)	.....
이동통신의 디지털화(DIGITAL化)	.....
이동통신의 보편적 특성(博般特性)	.....

mobile objects such as automobiles, ships and aircraft. This flow has added to diversifying communications including data and images. While the fixed mode is diversifying information media by digitalization of communications network and computers, the mobile mode has brought higher sophistication of communication modes by a higher degree of electric wave utilization. The following descriptions outlines the mobile communication which is utilizing the electric wave phenomena. In sequence the following items are described: a brief history of mobile communications, the technical object and various kinds of services, propagation of electric wave signal.

## Abstracts

For the flow facing highly informationized age, there is a flow from fixed communications connecting fixed places such as offices and homes to mobile communications connecting

\*전기통신기술사, 공학박사, 동아엔지니어링(주) 기술고문.



## 머리말

국민 총생산이 증가하고 사회구조가 복잡 또는 고도화됨에 따라, 개인의 활동은 계속 다양화 또 광역화의 길을 달리고 있다. 이것에 수반하여 통신에 대한 수요도 다양화하여 고도(高度) 정보화시대를 맞이하려 하고 있다. 고도 정보화시대를 향한 흐름에는 음성 주체(音聲主體)의 통신으로부터 데이터 또는 화상(畫像)을 포함한 다채로운 통신으로의 흐름에 보태어, 사무실 또는 가정 등의 고정된 장소 상호간을 연결하는 고정통신(固定通信)으로부터 자동차 또는 선박 또는 항공기 등을 대상으로 하는 이동통신(移動通信)으로의 흐름이 있다. 전자(前者)는 통신망의 디지털화(digitalization)와 컴퓨터의 융합에 의한 「정보 미디어(情報media)의 다채화(多彩化)」이며, 후자(後者)는 전파이용의 고도화에 의한 「통신 모드(communications mode)의 고도화」이다. 본고(本稿)는 후자를 대표하는 이동통신(移動通信)에 대해서 기술 및 서비스의 양면으로부터 알기 쉽게 해설한 것이다.

### 1. 이동통신(移動通信)의 역사(歷史)

이동통신의 역사는 길다 하겠으며, 무선통신의 역사 그것이라 해도 과언이 아니다. 그 발단은 19세기말까지로 올라간다. 무선전신(無線電信)의 창시자인 말코니(M. G. Marconi)가 특허를 신청하여 3마일의 통신 실험을 한 것은 1886년의 일이고, 이것을 헬스(H. Hertz)가 전파의 존재를 실험적으로 검증하고 나서 불과 30년 후의 일이었다. 말코니는 1877년에 영국의 도서 사이를, 또 1901년에는 대서양 횡단 통신 실험에 성

공하였으며 무선통신의 역사에 큰 발자취를 남겼다.

초기의 무선통신은 이도(離島) 또는 등대와 같은 바다에 의해 격리된 장소들 사이를 연결하였을 뿐 아니라 해상을 항해하는 선박들 사이의 통신 수단으로 사용되었다. 미국의 예에서 하와이 제도의 5개의 섬이 무선전신으로 연결된 것은 1901년의 일이며, 미국 해군의 구조정(救助艇)으로부터 최초로 해난 구조신호가 발신된 것은 1905년의 일이었다. 또 해상에서 시작한 이동통신이 항공(航空)의 분야까지 넓혀진 것은 1908년의 기구(氣球)와의 통신 및 1910년의 항공기와와의 통신이었다.

우리 나라 가까이에서 일어났던 큰 사건은 1905년의 일본해 해전(日本海 海戰)이라 일컬어지고 있음; 일본과 러시아간의 해戰) 때 무선전신(이동통신)의 군사적 중요성을 예로 들 수 있다.

이들 여명기(黎明期)에 있어서의 이동통신이 흔적을 나타내는 사건 중에서 특히 세계의 주목을 모은 것은 1912년의 처녀항해 중 빙산(氷山)에 충돌·침몰 영국의 대형 여객선 「타이타닉」호로부터의 SOS발신이었다. 이것들은 전부 무선전신이었으며, 무선전화는 제1차 세계대전(1914~1917)을 계기로 하는 무선통신 기술의 진보를 기다려야 했다.

그러나 진짜 의미에서의 이동통신이 본격화한 것은 제2차 세계대전(1939~1945)의 후의 일이며, 1935년의 암스트롱(E.H. Armstrong)에 의한 주파수변조(Frequency modulation: FM) 방식의 발명, 제2차 대전(大戦) 중의 레이더(radar) 개발에 수반한 VHF 및 UHF대(帶) 이용 기술의 발전, 1948년의 쇼코레이(W.B.

Shockley) 등에 의한 트랜지스터의 발명에 힘입은 바가 지대하며, 자동차 또는 개인을 대상으로 하는 육상 이동통신의 분야에 있어서 현저한 발전을 보았다.

이하 대표적 이동통신을 예로 들어서 역사적인 발전 경위를 연대별(年代別)로 표시하면 <표 1>과 같이 된다.

<표 1> 이동통신(移動通信)의 발전 경위(發展經緯)

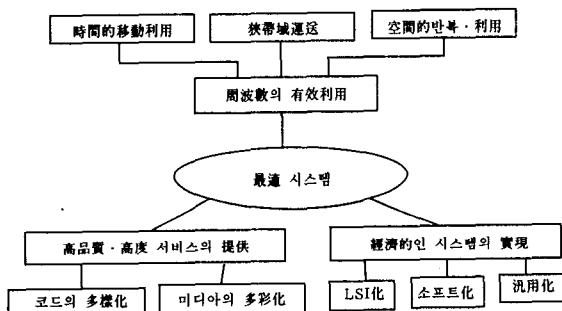
연대	사	항
1864	Maxwell에 의한	電磁波 存在의 理論的 指摘
1866	Hertz에 의한	Maxwell異論의 實驗的 檢證
1896	Marconi에 의한	無線電信特許의 申請과 3마일 通信實驗
1899	Marconi에 의한	英佛海峽 橫斷 通信實驗
1905	日本海域에 있어서의	日本???의 無線通信
1906	歐美各國에 있어서의	海上無線通信
1912	大型游客船 타이타닉호의	SOS緊急通信
1946	30MHz帶의	警察無線通信
1952	250MHz帶의	港灣無線通信
1954	中波(150~250kHz)帶 ??	無線에 의한 列車 公衆通話
1957	150MHz帶	沿岸船舶戰火
1960	400MHz帶	列車公衆電話
1967	150MHz帶	內船舶電話(全國沿岸例)
1968	톤(Tone)方式에 의한	150MHz帶 無線呼出(포켓벨)
1972	TGV	列車公衆電話
1976	太平洋 및 大西洋地域에서의	마리사트 시스템
1978	디지털方式에 의한	250MHz大 無線呼出(新포켓벨)
1980	800MHz대	自動車電話(서울에서 서비스 開始)
1981	250/400MHz大	코드레스 電話
1983	800MHz의	MCA시스템(서울에서 서비스 開始)
1983	800MHz의	퍼스탈 無線
1987	韓國上空을 서비스 에어리어로 하는	800MHz大의 航空機電話
1987	技術試驗衛星에 의한	移動體衛星通信實驗

## 2. 이동통신(移動通信)의 기술적(技術的) 목표(目標)

이동통신 시스템을 실현하는 경우의 기술 목표는 <그림 1>에 표시하는 바와 같이 「주파수의 유효 이용」, 「고품질 및 고도 서비스의 제공」, 「경제적인 시스템의 실현」이라는 서로 상반하는 3개 항목으로 집약된다. 이들 중에서도 주파수의 유효 이용은 인류에게는 귀중한 자원인 주파수의 이용을 대전제로 하는 이동통신 시스템으로서 가장 중요한 목표이며, 이동통신에 있어서의 연구 개발의 대부분은 이 목표의 달성을 향해서 진행되어 왔다. 구체적으로 말하면 무선 채널(radio channel)의 점유 주파수 대역폭을 좁혀 인접 채널 간격을 협소화 함과 동시에 동일 주파수의 무선 채널을 시간적으로 또한 공간적으로 다중 이용하는 것이 필요하게 된다. 인접 채널 간격을 협소화 하기 위해서는 협대역이고, 고능률의 변복조 또는 고도의 신호 처리 기술에 대해서, 고정도(高精度)의 필터 또는 고안정(高安定), 고순도(高純度)의 주파수 발진 기술이 필요하다. 동일 주파수의 무선 채널을 시간적으로 다중 이용(多重 利用)하기 위해서 기술은 멀티 채널 액세스라 불리우며, 수 백 채널 이상의 절체가 가능한 이동기(移動機)와 더불어, 마이크로프로세서에 의한 복잡, 그리고 고도의 무선 채널 제어가 필요하게 된다. 또 오 제어(誤 制御)에 의해 고신뢰화 된 고속 디지털 제어 신호 전송(高速digital制御信號傳送)도, 공통 채널 제어(共通channel制御)와 나란히 불가결의 기술이다. 동일 주파수의 무선 채널을 공간적 즉, 지리적으로 반복해서 다중 이용(多重利用)하는 개념은 서비스 에어리어를 「셀(cell)」이라 칭하는 복



수의 작은 존(zone)으로 분할한 후에 송신 전력을 절감함으로써 무선 채널이 사용할 수 있는 에어리어를 한정하려는 사고방식에 기초를 둔다. 이와 같은 개념은 「셀(cell)」또는 존(zone)구성이라 부르며, 1960년대 초반에 AT&T의 벨 연구소로부터 제안되었는데 그 후 이동기(移動機)의 재권위치(在圈位置)의 검출과 등록, 광대역 호출, 인접 존(隣接 zone) 간에 걸쳐 있는 통화 중 채널의 절제 등 새 기술적 개념이 추가됨으로써 크게 발전하였다. 그러나 이동통신의 시스템 구축 기술(system construction technique)로서 진짜의 의미에서 꽃이 된 것은 1970년대부터 1980년대에 걸쳐 장족의 발전 진보를 한 LSI, 마이크로프로세서, 축적 프로그램 제어에 의한 전자교환기, 데이터 통신 등의 적용이 가능해지고서부터의 일이며, 소존(小zone) 구성에 의한 자동차 전화방식(自動車 電話方式)이 1983년에 미국에서 상용화된 것이 사실을 여실히 말하고 있다.



〈그림 1〉 이동통신(移動通信)의 기술적(技術的) 목표(目標)

고품질, 여기에다 고도의 서비스의 제공이라는 제 2의 목표는 통신 모드(communications mode)의 고도화와 정보 미디어의 다채화(多彩

化)라는 두 가지로 집약된다. 전자는 전화라는 100년의 역사를 가지는 정보 미디어를 고정 통신 모드로부터 이동 통신 모드로 확장하려는 목표이며, 언제든지, 어디서든지, 누구하고도, 즉시 통화를 할 수 있는 이상(理想)의 휴대전화의 실현을 향한 연구 개발의 흐름은 그 대표적 예라 할 수 있다. 후자는 데이터 통신 또는 화상 통신 등 고도 정보화시대에 알맞는 뉴미디어 서비스(new media service)를 이동통신의 분야까지 넓히려는 목표이며, 세계적인 규모로 진행되고 있는 서비스 통합 디지털망(ISDN)을 고정 통신망이 아니고 이동 통신 모드도 포함해서 실현하려는 움직임이 이것에 해당한다

### 3. 이동통신의 서비스 분류

이동통신 서비스의 분류 방법으로는 여러 가지 방법을 생각할 수 있으나 「이동체와 서비스 에어리어」, 「통신 목적과 용도」, 「전달 정보와 전달 방법」이라는 3종류의 요인으로부터 분류하는 것이 일반적이다. 이것들 중에서도 대상으로 되는 이동체와 그것이 돌아다니는 서비스에 에어리어로부터의 분류는 가장 기본적인 분류이며, 모든 이동통신은 「육상(陸上)」, 「해상(海上)」, 또 「항공(航空)」의 3종류로 대별된다.

육상 이동통신에 대해서 말하면, 자동차 또는 열차 등 탑재하는 것을 전제로 하는 차재 통신(車載通信), 인간이 가지고 운반하면서 사용하는 휴대 통신, 그것들의 중간에 위치하는 가반 통신(可搬通信)이라는 3종류로 분류되는 외에 서비스 에어리어의 크기로부터 실내, 플로워 내(floor內), 빌딩 내, 구내, 시읍면 내, 경제권 내, 전국 그리고 지구상의 모든 것 등이라는 분류가

가능하다.

또 경찰 무선 또는 화재 문선 등으로 대표되는 긴급·보안 통신, 택시무선 또는 간이무선 또는 멀티 채널 액세스(MCA) 시스템으로 대표되는 업무용 이동통신, 자동차 전화 또는 열차 공중전화 또는 무선 호출 등으로 대표되는 공중용 이동통신, 퍼스널 무선 또는 시민 밴드(CB) 무선으로 대표되는 호비·레저용 이동 통신 등의 용도별 분류도 가능하다. 위에서 기술한 분류 방법에 따라 각종 이동 통신서비스를 분류하면 <표 2>와 같다.

<표 2> 이동통신의 서비스 분류

	海上移動	陸上移動	航空移動
重要通信	救難通信 海上保安通信	警察無線 消防緊急無線	航空管制無線
公衆通信	內航船舶電話 임말샷트시스템	自動車電話 列車公衆電話포켓벨 코드레스電話	航空機電話
業務通信	漁業無線	業務用無線 簡易無線 MCA시스템 AVMA시스템	空港無線
個人通信	퍼스널 無線	아마취 無線 市民無線(CB) 퍼스널 無線	-

화상 이동통신에 대해서 말하면, 대상으로 되는 선박이 항해하는 범위에 대응하여, 항만 내, 연안, 외양(外洋) 등 에어리어별 분류가 이루어지는 것 외에 해난구조 및 항해의 안전 확보를 위한 긴급(보안 통신, 어업 무선에 대표되는 자영의 업무용 이동통신, 내항 선박 전화 또는 임말샷트 시스템으로 대표되는 공중용 이동통신

등의 용도별 분류가 가능하다.

항공 이동통신에 대해서 말하자면 대상이 되는 항공기가 항해하는 범위에 대응해서, 국제편 항공로와 국제편 항공로 등 에어리어별 분류가 가능한 것 외에, 항공기의 안전 여기에 질서 있는 항해를 확보하기 위해서는 항공 관제 통신, 항공 회사 등에서 항공기의 능률적 운행을 위해서 사용되는 운행 관리 통신, 대형 제트 여객기의 승객을 대상으로 하는 항공기 전화 등의 용도별 분류가 가능하다.

위에서의 분류 방법에 따라서 각종 이동 통신 서비스를 분류하면 <표 2>와 같이 된다.

#### 4. 이동통신(移動通信)의 주요기술(主要技術)

이동통신 시스템을 실현하기 위한 기술은 대단히 다양 다기에 걸쳐 있다. 복잡 그리고 다양한 다중파 전파 특성(多重波 傳搬 特性)의 파악, 동일 주파수의 지리적 반복 사용 및 송수신 전력의 유효 이용을 도모하기 위해서는 전파로 설계(傳搬路 設計), 즉 치국 설계 기술(置局 設計 技術)은 특히 중요하다.

점유 주파수 대역폭이 좁고 소모 송신 전력이 적은 협대역·고능률의 신호 전송 기술에 더해, 다중파 전파에 수반해서 생기는 급격한 수신 파 레벨의 하락, 즉 휘당을 극복 하에 안전, 그리고 고품질의 통신을 실현하기 위해서는 다이버시티(diversity)기술도 중요하다. 또 한정된 주파수를 유효하게 이용하여 다수의 사용자의 통신 요구를 효율적으로 다스리기 위한 무선 채널 제어기술, 지구상에 퍼놓은 거대한 고정 통신 망과의 교환 접속 기술, 가반(可搬) 및 유대 성 향에 뛰어난 소형의 이동기 기술, 소형이면서 직



절한 지향성 또는 이득을 갖는 안테나 기술 등도 중요한 기술이다. 이것들의 기술은 이동통신 시스템을 실현하는 경우의 3대 목표라 일컬어지는 것으로 「주파수의 유효 이용」, 「고품질, 여기에다 고도의 서비스의 제공」, 「경제적인 시스템의 실현」이라는 상호 모순되는 목표의 실현을 향해서 조화를 취하면서 적용된다. 이하에, 이동통신을 지탱하는 주요 기술을 전파 전반, 신호 전송, 다이버시티, 안테나로 분류하여 개요를 기술한다.

### 5. 전파 전반(電波 傳搬)

이동통신에 있어서의 전파 전반은 이동국 주변의 전반 환경에 의해 육상, 해상, 항공기 이동 전반으로 해서 정리할 수 있다. 이것들 이동통신에 있어서의 전파 전반의 종류를 분류하면 <그림 2>와 같이 된다. 개인을 대상으로 하는 휴대 전반 중에는 보통의 야외 이동 전반 외에

건물 내에서의 통신 특유의 옥내 이동 전반이 있다. 자동차 또는 열차의 경우는 일반의 야외 이동 전반에 더해서, 터널(tunnel)이라는 폐공간에서의 전파 모드 또는 누설 동축 케이블로 인한 특수한 전반 모드가 이용되는 경우가 있다. 또 근년의 통신위성의 기술적 진전에 수반하여 선박 또는 항공기를 대상으로 하는 이동통신의 분야에서는 위성 중계(衛星中繼)에 의한 전반 모드도 이용된다.

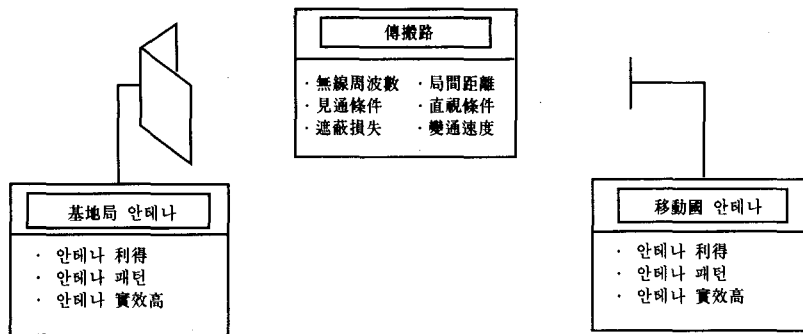
이동통신에 의한 전파 전반 특성을 좌우하는 용인을 집약한 형(形)을 표시하면 <그림 3>과 같이 된다.

### 6. 모델화(model化)

이동통신에 있어서의 전반 환경(傳搬環境)은 천차만별이며, 이것들을 전부 통일적으로 기술할 수 있는 이론(理論)은 현재까지는 유감스럽게도 존재하지 않는다. 그렇지만, 전반로의 구조



<그림 2> 이동통신(移動通信)에 있어서의 전파 전반(電波傳搬)의 분류(分類)



〈그림 3〉 이동통신(移動通信)에 있어서의 전파 전반(電波傳搬)의 요인(要因)

를 분류·모델화함으로써 그 중 몇 개는 상당히 상세히 해명되어 왔으며 이론적으로 취급하게 되어 있다.

〈그림 4〉에 이동통신에 있어서의 전반로의 구조와 그 모델화(model化) 및 취급 방법을 표시했다. 항공이동전반(傳般) 또는 해상이동전반에서는 자유 공간 모델 또는 구면 대지(球面 大地) 모델 등에 의해 상당히 정확하게 기술할 수 있음을 알고 있으며, 해석적(解析的)으로 특성의 예측이 가능하게 되어 있다.

### 7. 육상 이동 전반특성(傳搬特性)

복잡한 양상을 띠는 육상 이동 전반에 대해서는 전반 특성을 특징짓는 각 요소를

- ①무선국 상호간의 거리에 대응해서 변화하는

전송 손실을 대략으로 표시하는 거리 특성

- ②수 10m의 구간에서 얻어지는 중앙치(중앙치)

③다중파(多重波)의 간섭에 의한 파장 오더의 순서치 변동 특성

의 3개로 분류해서 취급하는 것이 편리하다. 이것을 이미지적으로 표시하면 〈그림 5〉와 같이 된다. 이것들을 각종 파라미터(parameter)와의 관계를 포함해서 상세히 표시하면 〈표 3〉과 같이 된다.

거리 특성으로서는 1955년경 NTT의 전기 통신 연구소에서 행한 실험결과를 기초로 정량화된 것이 가장 대표적이며, 「오쿠무라 커브(Okumura Curve)」로서 세계적인 설계 기준(設計基準)으로 사용되고 있다.

(다음호에 계속)

(원고 접수일 1997. 10. 1)

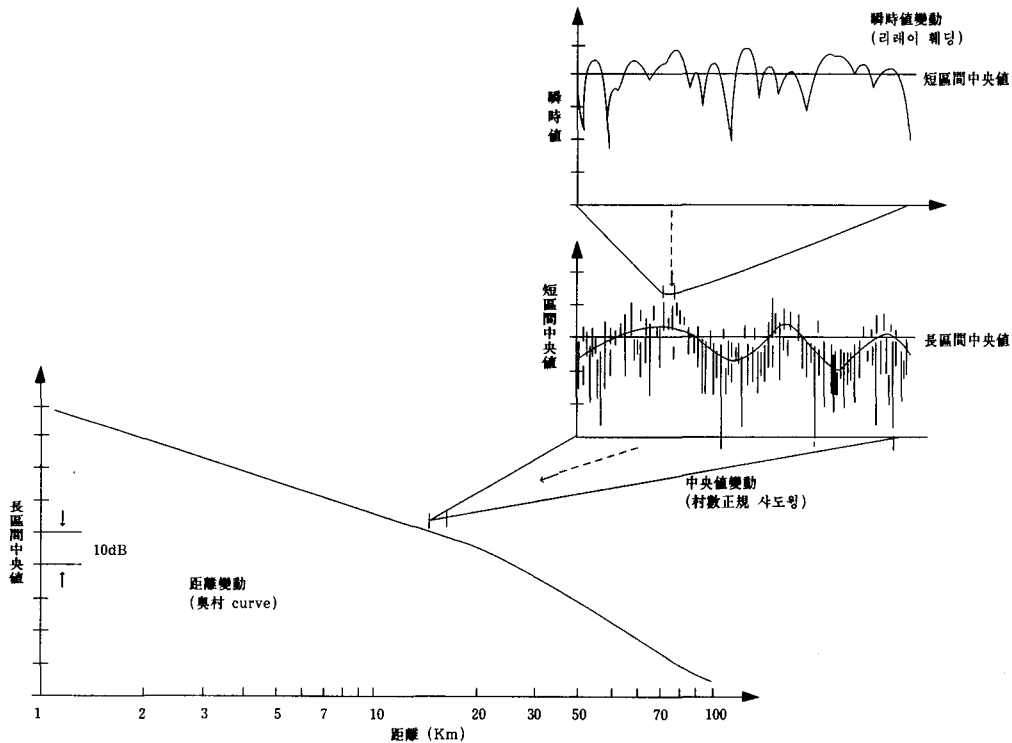
〈표 3〉 육상 이동통신에 있어서의 전파 전반 특성의 요인

電波傳搬特性	輻射의 形式	原因	主要파라미터
包括線輻射(리레이 分布)	非選擇性	多衆波干度	短期間中央值
瞬時值變動	랜덤FM雜音	時間選擇性	最大도플러周波數
지연시간分散	周波數選擇性	通路差	지연時間差
中央值輻射(文法定規分布)	非選擇性	移動體周逆의 地形·地物	長區間中央值, 標準偏差
距離特性(奥村 curve)	非選擇性	傳搬路프로파일	基地局/移動局 안테나 높이, 局間距離, 無線周波數



移動體	傳播路모델	傳播메카니즘	取扱方法	備考
	自動空間모델	直接波	理論的 解析的	理想的 모델
	平面大地 모델	直接波 + 單一反射波		單純 모델
	舊面大地 모델			
	나이프엣지 모델	回折波		山陰/島陰의 影響
	仲上·라이스 모델	直接波 + 多重反身波	實驗的 統計的	海面反射/開放地
	리레이 모델	多重反射波		市街地/郊外地에서의 代表的 모델
中間值變動이 있는 리레이 모델 (1)	地形/地物의 影響			
中間值變動이 있는 리레이 모델 (2)				建物內로의 侵入損

〈그림 4〉 이동통신(移動通信)에 있어서의 전파 전반(電波傳搬)의 취급 방법(取扱方法)



〈그림 5〉 육상 이동통신(陸上移動通信)에 있어서의 전파 전반(電波傳搬) 모델