

# 저궤도 이동위성통신 기술개요

최 형 진

(성균관대 공대 전자공학과 부교수)

## 1. 서 론

### 1.1 배경 및 발단

최근 저궤도 위성을 이용한 세계적규모의 통신서비스 제공방식이 다수 제안되고 사업화가 추진되면서 신문이나 TV등 매스컴을 통해서도 내용의 일부가 소개됨에 따라 저궤도위성통신서비스는 일반인들에게도 그다지 낯설지 않은 용어가 되었다. 그러나 저궤도 위성통신서비스는 생각처럼 그렇게 쉽게 구현이 가능한 것은 아니며 또 현실적으로도 아직 실현을 위한 준비단계에 있으며 구체적인 실현은 몇년후에야, 대체로 서기 2000년전으로 추정되지만, 이루어질 수 있을 것으로 보인다. 또한 사업성 전망도 다소 불투명하여 일반인들이 생각하듯이 환상적인 미래만을 약속하는것은 아니다. 본고에서는 저궤도 위성을 이용한 통신서비스에 관하여 기본원리, 기술적 문제점 및 현안, 제안된 시스템의 분석 및 비교, 사업추진 현황등을 살펴보고 미래를 진단해 보는 순서로 설명을 진행하여 일반기술인들의 이해를 돕는데 조금이라도 도움이 되게 하였다.

### 1.2 저궤도 위성통신서비스의 특징 및 의미

원래 위성통신은 일반적으로 정지궤도위성이라고 하여 지구 상공 약 36,000Km에 띄운 위성을 통하여 지구상에서 발사한 송신전화를 위성이 수신한 후 다시 지구로 재중계하고 이를 지구상의 수신기가 받아 통신이 이루어지는 형태가 일반적이었으며

지금도 이 정지궤도위성을 통하여 대부분의 위성통신이 이루어지고 있다. 이 궤도의 위성은 지구와 공전주기가 24시간으로 동일하기 때문에 지구상에서 관측할 때 적도면위에 항상 정지된 상태로 떠 있는 것처럼 보여서 통신에 매우 편리하므로 많이 이용되었다. 그러나 정지궤도위성의 단점은 지구와의 거리가 불행히도 너무 멀기 때문에 신호(전파)의 감쇄가 심하여 신호가 제대로 전달되기 위해서는 송수신기의 전력이 세던가 안테나가 크지 않으면 안되며, 특히 이동중의 보행자, 차량등이 위성통신을 하기 위해서는 안테나의 지향성을 맞추수가 없어 더욱 통신이 어려운 단점이 있었다. 즉, 정지궤도위성을 이용하여 이동통신을 제공하기 위해서는 단말기의 크기가 상당히 커지거나(적어도 안테나의 크기가 50×50cm 이상), 단말기가 배터리를 포함하여 아주 무거워지거나, 아니면 데이터전송속도가 음성신호의 전송도 어려울 만큼 저속으로 떨어지거나 하지 않으면 어려운 상황이었다. 즉, 현재 셀룰러전화(차량전화로도 불리움)에서 사용하는 수준의 200g내외의 소형단말기를 이용한 위성통신은 적어도 정지궤도위성을 이용하는 한은 현재로서는 기술적으로 불가능하다. 한편 셀룰러전화의 단점은 지상에서 셀을 설치한 지역, 예를 들어 도시지역등은 서비스가 가능하지만 바다나 산악지역이나 인구희소지역은 아직도 서비스가 안되는 곳이 대부분이다. 이러한 배경하에서 거의 세계의 모든 지역에서 매우 작은 단말기로 통신이 가능한 서비스를 구현

하고자하는 욕구가 저궤도위성의 아이디어를 만들어냈다고 볼 수 있다.

저궤도 이동위성은 대체로 고도가 지상 200~3,000km 사이가 되는 위성을 말하며 이들 위성의 경우 지구에 대한 위성의 공전주기는 수십분에서 수 시간사이로 정지궤도의 24시간보다 매우 짧다. 저궤도위성의 장점은 지구에서의 거리가 가까운 관계로 전파의 감쇄가 적으므로 단말기의 안테나의 크기가 작아질 수 있고 따라서 매우 작은 단말기로 (현재 예상으로는 셀룰러전화기보다 약간 더 큰 정도) 위성통신이 가능하다는 점이다. 저궤도위성의 단점은 위성의 위치가 지구상에서 볼때 고정되어 있지 않고 수시로 변하므로 지구상의 두 지점을 연결하는 안정적인 통신이 거의 불가능하다는데 있으므로 그 동안은 특수한 경우의 용도를 제외하고는 널리 통신용으로 사용되지는 못하였다. 그런데, 이러한 분위기를 과감하게 깬 것은 1990년 6월 미국의 Motorola사가 Iridium 시스템을 제안하고 부터이다. Motorola사는 총 77개의 저궤도위성을 이용하여 전지구를 커버할 수 있는 위성통신시스템계획을 발표하고 77번에 해당하는 원소이름을 따서 Iridium이라고 이름붙였다. 이 방식에 의하면 다수의 위성이 지구를 항상 돌고 있으므로 지구상의 어느 지점에서 언제라도 직선거리에 한개 이상의 위성이 돌고 있을 터이므로 이를 이용하여 언제나 이동통신이 가능하다는 것이다. 이러한 과감하고도 대규모의 구상은 상당한 관심을 전세계적으로 불러 일으켰으며 그 이후 Motorola는 위성의 수를 66개로 축소하는 등 다소 계획을 변경하였지만, 지금도 이 사업을 계속 추진하고 있다. Motorola의 뒤를 이어서 Loral-Qualcomm사의 Globalstar, TRW사의 Odyssey등 유사한 사업계획이 속속발표되어 오늘에 이르고 있다.

저궤도통신위성사업은 그 규모가 세계적인 탓으로 이동통신망을 시간과 공간에 구애없이 세계적으로 확장할 수 있다는 장점이 있는 반면, 주파수분배에 관련된 문제, 서비스가 세계각국을 경유하는 탓으로 생기는 국가간의 관할권문제등이 심각하며, 기술적으로도 아직은 많은 해결해야할 문제를 가지고 있으며 과연 경제적인 수준에서 이들 기술적인 문제들을 모두 해결할 수 있을지 회의적인 시각을 지닌 전문가도 적지 않다. 또한 수요의 문제도 유용

적인데, 일반적으로는 저궤도위성사업은 국제전화를 걸려는 수요자가 대다수를 차지할 것으로 전문가들은 보고 있는데, 이동상태에서 국제전화를 걸려는 수요자가 얼마나 될지, 그리고 요금을 기존 국제전화요금과 경쟁적인 수준으로 제공할 수 있을지 우려하는 목소리도 많다. 그러나 이러한 많은 우려와 문제점 속에서도 그간 저궤도 위성사업은 꾸준히 사업화를 향한 단계를 밟아 왔으며 주로 미국을 중심으로 제안된 만큼 미국의 FCC가 중심이 되어 주파수허가, 사업자허가등의 과정이 진행되고 있으며 자금면에서도 국제 consortium이 형성되고 있고 한국의 업체들도 상당한 관심을 가지고 투자에 참여하기로 결정한 바 있어 어느 정도 현실화의 가닥을 잡아가고 있는 상황이다. 아래에서는 기술적 측면, 사업적측면, 현황등에 관한 내용들을 간단히 부연설명하고 나름대로의 전망을 내려보기로 한다.

## 2. 이동위성통신 기술분석

### 2.1 위성의 사용궤도별 특성

위성의 궤도는 고도에 따라서는 GEO를 제외하고 크게 저궤도(LEO), 중궤도(MEO), 그리고 타원궤도(HEO)의 3가지로 나눈다. 그리고 궤도면이 적도면과 이루는 각도에 따라 다시 적도면궤도와 경사궤도로 나누며 경사궤도는 극궤도(경사각이 90)와 비극궤도(경사각이 90가 아님)로 구분될 수 있다. 이상의 구성과 조합으로 많은 궤도가 가능하나, 국제이동통신을 위한 효율적인 구성을 위해서는 보통 아래와 같은 궤도방식들이 많이 쓰인다. 여기서 소요위성수는 전세계커버를 위해 필요한 위성의 수를 가리킨다.

#### 2.1.1 원형 저궤도(LEO: Low Earth Orbit)

위성고도는 약 200-3,000km 내외이고, 소요위성수는 약 18-66개 정도가 필요하며 활용서비스로는 이동통신(600-1,500km), 원격탐사(300-700km), 측위업무등이 있다.

#### 2.1.2 타원형 저궤도(HEO: Highly Elliptical Orbit)

위성고도는 약 10,000-40,000km 정도이고, 궤도는 매우 긴 타원형으로서 근지점과 원지점의 차이

가 큰것이 특징이며, 경사각에 따라 극지방의 카바가 용이한 것이 장점이다. 소요위성수는 약 3-6개이며, 활용서비스로는 이동통신, 위성방송등을 고려해 볼수 있다.

### 2.1.3 원형중궤도(MEO:Medium Earth Orbit)

위성고도는 약 3,000km~30,000 km사이로서 소요위성수는 약 8-12개정도이며, 활용서비스로는 이동통신, 원격탐사(저분해능), 측위업무등이 가능하다.

### 2.1.4 정지궤도(GEO:Geostationary Earth Orbit)

위성고도는 약 36,000km(적도면)이고, 소요위성수는 약 1-3개로서 가장 적으며, 활용서비스로는 고정통신, 위성방송, 이동통신등 거의 모든 서비스가 가능하다.

## 2.2 저궤도위성 방식의 기술적 문제점 및 장단점

미국을 중심으로 한 LEO시스템이 다수 제안된 데에는 몇가지 환경적인 요인이 있다. 우선 미국은 위성통신이 가장 발달한 나라로서 위성체의 제작, 서비스등의 하부구조(infrastructure)가 매우 잘 갖추어져 있다. 따라서 LEO사업은 대규모의 위성 제작과 서비스를 통해 위성관련업계의 미래의 사업성을 보장해 줄 수 있는 사업이 된다. 둘째, 정지궤도위성을 사용한 이동위성서비스(MSS)는 Inmarsat등이 이미 상당히 서비스를 하고 있으며 그 이외에도 MSS에 할당된 주파수가 매우 한정되어 있어 서비스의 확장이 어렵고 신호의 지연시간이 길고 단말기의 크기에도 제한이 있는등 개인휴대통신에 대비한 이동통신서비스로는 한계가 있다는 것이 일반적인 시각이다.

한편 저궤도위성사업이 성공하기 위해서는 몇가지 기술적인 점과 서비스적인 점이 개선되어야 하는데, 그 중의 하나는 위성체의 제작에 있어서 대량생산의 개념이 도입되어야 한다는 것이다. 지금까지의 위성은 수공업과 같은 개별생산이었으므로 단가가 엄청나게 비쌌으나 LEO시스템과 같이 수십개의 위성이 운용되고 또 수시로 고장시 대체되어야 하므로 위성의 제작단가가 싸지지 않으면 전체 시스템 투자비를 줄이기 어렵고 따라서 다른 이동통신시스템과의 경쟁이 어렵다. 서비스적으로는 주

파수분배가 세계적으로 합의되어야 하며, 지상연결용 관문국(Gateway)의 관할권등이 국가간에 합의를 보아야 한다. 그 이외에도 위성간 신호전송, 안테나의 크기 및 성능, 빠른 속도로 움직이는 이동위성에 의한 Doppler 문제의 해결, 지상망과의 연결 방식 등 기술적으로 해결해야 할 문제도 많이 남아 있다.

## 2.3 저궤도 이동위성통신망의 구조

### 2.3.1 이동위성통신시스템의 구성

위성부분의 구성은 지상국(관문국 및 이동국)과의 신호중계를 위한 위성군(정지궤도, 고타원궤도, 중궤도 및 저궤도위성국 등으로 구성됨)과 위성군의 정상적인 동작을 감시제어하는 관제국으로 크게 구분된다.

지상부분의 구성은 관문국과 이동국으로 나눌 수 있는데 관문국은 이동국과 지상통신망 가입자 및 이동국간의 통신로 중계를 담당하고 가입자 DB 관리 시스템을 가지며, 이동국은 일반 이동가입자에 해당하는데 이동국 위치에 따라 육상, 해상 및 항공 이동국으로 분류된다.

### 2.3.2 이동위성통신 전송링크의 구성

#### 2.3.2.1 Feeder link

관문국과 위성간의 통신 신호 전송로로서 이동국과 지상통신망 가입자 및 다른 이동국간의 통신 중계 기능을 가지며 주로 사용하는 주파수 대역은 C-band 및 Ka-band 이다.

#### 2.3.2.2 User link

이동국과 위성간의 통신 신호 전송로로서 주로 사용하는 주파수 대역은 L-band 및 S-band 인데 그 이유는 이들 주파수 대역에서는 전파의 지향성이 약하므로 낮은 지향성안테나를 사용해도 통신이 가능하고 또한 강우감쇄가 적어서 유리하기 때문이다.

#### 2.3.2.3 전송로 특성

저궤도위성의 경우는 이동국간의 전송로 길이가 정지궤도위성시스템에 비해 상대적으로 짧기 때문에 전송로 거리의 제곱에 반비례하는 자유공간 손실이 적은 장점이 있는 반면 저궤도 위성을 이용하기 때문에 정지궤도위성 전송로에서는 일반적으로

무시되는 Doppler shift, Multipath fading 등에 의한 신호의 열화가 발생하는 단점이 있다.

### 2.3.3 위성간 링크

위성간 링크는 위성 과 위성 상호간 정보 전송이 우주공간에 직접 이루어지는 전송로로서 위 성통신망의 융통성을 크게 증대시키는 효과가 있다. 현재 제안된 시스템 중 위성간 링크를 사용하는 대표적인 시스템은 Iridium 이 있다.

위성간 링크의 사용매체 및 주파수대역으로는 55-23.55GHz (Iridium 시스템에서 사용 예정임), 32-33GHz, 55-60GHz, 등의 마이크로파(초고주파)를 사용하는 방식이 있고 광파대역(파장: 0.5-10.6micro meter)을 이용하는 방법이 있다. Laser 송신기를 사용한 광파대역방식은 지상파와의 간섭이 적고 지향성이 좋다는 점에서 매력적이고 많은 연구가 진행되었으나 아직 구현하기에는 기술적인 문제점이 너무 많다. 55-60GHz의 mm파도 대기흡수가 크므로 지상파와의 간섭을 최소화할 수 있는 장점이 있으나 역시 구현을 위한 기술이 충분히 성숙되지 않았다. 따라서 당분간은 22-23GHz 혹은 32-33GHz 대역이 많이 이용될 것으로 보인다.

## 3. 주요 제안된 시스템의 개요

본 절에서는 현재 제안된 혹은 이미 운용중인 이동위성통신시스템을 주로 저궤도 위성을 중심으로 소개한다. 저궤도위성시스템은 크기 및 사용주파수 등을 기준으로 크게 다음의 두가지로 구분한다. 대형저궤도위성(big LEO)시스템은 비교적 최근에 제안되고 추진중인 것들로서 사용주파수대는 1610-1626.5MHz(uplink)와 2483.5-2500MHz(down link)이며 위성체의 크기나 전송전력등이 음성통신(전화)이 가능한 수준으로서 휴대용단말기에 의한 본격적인 일반대중용 이동통신을 목표로 하고 있다. 한편 소형 저궤도위성(little LEO) 시스템은 할당주파수대역이 148-150.05MHz(uplink)와 137-138MHz(downlink)이며 중량 및 크기가 소형으로서 주로 저속데이터(1 kbps 내외)의 중계를 목표로 한다. 아래에서는 대형 LEO 위성을 중심으로 소개하되 마지막에 소형 LEO 위성의 현황도 포함하였다.

## 3.1 Iridium

### 3.1.1 시스템의 개요 및 특징

지상 780km 높이의 극궤도에 66개의 위성으로 통신망 구성할 예정이다. 극궤도 6면으로, 1면당 11개의 위성을 배치하였으며, 위성 중량 700kg, 위성수명은 약 5년을 예상하고 있다. On-board processing 방식으로 위성간 링크를 구성하며 통신 방식은 TDMA를 채택하고 있다.

서비스 지역은 전세계이며, 서비스 종류는 음성 전화, 무선호출, 팩스, 데이터, 위치확인 등이 예상된다. 궤도높이가 낮고, 따라서 링크마진을 충분히 확보할 수 있으므로 단말기의 소형, 경량화(현행 휴대폰 크기와 비슷한 무게)가 가능하다고 본다.

### 3.1.2 소요자금 및 개발계획

총 소요자금은 원금 34억 달러 + 부채이자 6억 달러 = 40억 달러가 예상되며 자금조달계획으로 자본 16억 달러, 부채 24억 달러로 구성된다. 자본은 2차례에 걸쳐 8억 달러씩 조달할 예정이며 현재 제1차 투자자 모집은 완료된 상태이라고 한다. 한국은 현재 한국이동통신(KMTC)이 자본참여를 결정한 상태이다.

시스템 구축사업은 위성체(록히드), 안테나(레이시온), 발사체(미국, 러시아, 중국), 통신시스템(모토라) 등으로 전문화하여 추진중이며 현재 시스템개발 및 구축에 필요한 모든 계약사항을 완료한 상태이고 '93년도 진행사항으로는 Main Mission Antenna의 예비설계(PDR) 완료, 통신시스템 예비설계 완료, 위성체 테스트 계획완료 등을 들 수 있다.

이 계획은 당초 목표대로 진행중이며 '94년말에 FCC로부터 전체시스템 제조허가 획득 예정, '96년에 실험시스템 구축예정, '98년에 상용서비스 개시 등으로 일정이 잡혀져 있다.

## 3.2 Globalstar 이동위성통신시스템

### 3.2.1 Globalstar 사업 및 기술 개요

지상 1,400km(750 nautical mile) 상공에 저궤도 소형인공위성 48개를 발사하여 언제, 어디서나 음성, 데이터, 무선호출, 위치확인 등의 개인휴대통

신서비스(PCN)을 제공하는 위성이동통신서비스사업이다. 이 시스템은 위성간 링크를 구성하지 않으며 지역간의 망구성은 기존의 국제전화망(PSTN)을 최대한 이용한 경제적인 시스템 구성을 계획하고 있다. 즉 어느 지상위치에서 신호가 위성으로 송신되면 그 위성은 단순히 수신신호를 인접 Gateway 지상국으로 재전송하게 되고 여기서부터 목표지점까지는 기존 지상망(장거리 전화망)을 이용하여 전송하는 것으로 계획되어 있다. 즉, 모든 위성은 단순한 중계기(repeater)로서 작동하여 이는 곧 one-hop 시스템임을 의미한다.

Globalstar 역시 지상 셀룰러망과의 경쟁 및 공존을 위해 이중모드단말기를 사용하여 자유스런 시스템의 선택이 가능하게 설계하고 있다. Globalstar 시스템의 무선 인터페이스의 특징은 CDM-A 방식 다중접속으로서 현재 미국의 IS-95표준으로 결정되어 있는 방식과 거의 비슷하여 단말기의 양립성을 가질 수 있다. 이러한 결정은 디지털셀룰러시스템과 Globalstar 시스템을 연계시켜 시장확대 등의 상승효과를 겨냥한 것으로 볼 수 있다.

위성의 궤도는 52°경사궤도로서 극지방의 카바는 어려우나 그 대신 -70°~+70°사이의 인구 밀집 지역은 거의 카바되며 이 방식으로 소요 위성의 수가 줄어들었다고 볼 수 있다. 위성의 궤도군은 각각 6개의 위성으로 된 8개의 궤도 평면으로 구성된다. 위성주기는 113분이다.

### 3.2.2 사업성 분석

무한책임을 갖는 General Partner와 유한책임을 가지는 Limited Partner로 구성될 예정이다. 투자회사의 명칭은 Globalstar Limited Partnership로 불리운다. Limited Partner(L.P.)로서는 현재 Pactel(미국), France Telecom/Alcatel/Aerospatiale(프랑스), Vodafone(영국), Dacom/현대(한국), DASA(독일), Loral Corp.(미국) 등이 확정되어 있는 상황이다.

Globalstar L.P.에 참여함으로써 글로발스타 서비스를 위한 지역서비스권을 부여받을 수 있다. 서비스 제1우선지역은 한국(북한 포함), 중국, 인도, 헝가리, 칠레, UAE등이며 이 지역에서는 최저요금을 보장한다. 또한 글로발스타 인공위성의 탑재장비(Payload)분야 제작 및 위성체조립 공급에 참여

할 기회가 제공된다.

## 3.3 Project-21 사업

### 3.3.1 시스템의 개요 및 특징

Project-21은 이미 전세계적인 이동위성통신서비스를 제공하고 있는 대표적인 국제기구인 Inmarsat에 의하여 제안되었다. 따라서 제안된 이동위성시스템 중에서 유일하게 미국이 주도하지 않는 시스템이 된다. Project-21 혹은 Inmarsat-P로 불리우는 이 사업은 회사 내부적으로는 이미 3년간의 연구 및 검토를 거친 끝에 최근(93년말)에 비로서 시스템의 전체적인 설계 및 접근방법이 결정되었다. P-21의 접근방법은 Iridium과 Globalstar등과는 다소 차이가 있는데 이는 P-21시스템의 서비스를 이들과 차별화하여 과다한 시장 경쟁을 피할려는 의도를 가지고 있는 것으로 본다.

P-21의 주요특징은 위성의 궤도로서 여기서는 LEO 대신에 원형 중궤도(ICO: Intermediate Circular Orbit)를 채택하고 있는 점을 들 수 있다. 위성의 총수는 12개로서  $2 \times 5 + 2 = 12$ 로 구성되는데 5개가 하나의 궤도면에 분포된 2개의 상호 90°를 이루는 궤도를 이루고 나머지 2개는 고장시 대체(spare)용이다.

P-21의 주요설계방침은 기술적으로 안전하고 무리가 없으며 저가격서비스를 구현할 수 있는 방향으로 진행되었다. 예를 들어 ICO는 고도 10,335Km로서 LEO보다는 신호감쇄가 심할 것이나 그 대신 장시간 넓은 지역에 걸쳐 위성간 직진거리가 형성되므로 안테나 추적, 위성간 스위칭등의 어려운 문제가 상당히 해결가능하다고 본다.

P-21 역시 기존 셀룰러 시스템과의 공존을 계획하여 이중모드 단말기를 사용하여 어느 쪽이든 사용이 가능하게 계획하고 있다.

### 3.3.2 사업의 접근 방식

P-21의 전망은 역시 다소 불투명하나 이 서비스가 Inmarsat이 이미 제공하고 있는 위성이동통신서비스와 갈등을 일으킬 소지가 있기 때문에 회사 내부적으로도 투자국(signatories)들 사이에 의견이 분분하였다. 따라서 P-21의 추진은 기존 Inmarsat 회사 대신에 별도의 법인을 신설하여 세

로운 투자지분에 의한 국제 consortium으로 진행될 것으로 알려졌다. 투자모금액목표는 US\$ 10억으로서 이 중에서 15%(1억 5천만불)은 Inmarsat 자체에서 투자한다는 계획이다. 한국에서는 최근 한국통신(KT)이 참여를 결정하고 구체적인 절차를 밟고 있는 것으로 알려져 있다.

서비스 스케줄은 1999년에 초기 운용이 가능하다고 보며 2000년에는 완전한 가동에 돌입한다는 계획이다.

### 3.4 오디세이(Odyssey)

지상 약 10,000km 높이의 경사궤도에 배치된 12개의 위성을 이용하여 범세계적인 단일 통신망 구성을 계획하고 있으며, 통신망 구성 방식은 CDMA 방식이다.

시스템은 12개의 위성으로 구성되며 30도 이상의 높은 고각으로 위도와 상관없이 주요지역 모두를 서비스한다. 스티어러블 안테나와 결합하여 최대의 시스템 사용자가 있는 특수한 지역에 위성빔을 머무르게 하므로써 빔사이의 스위칭 요구를 감소시킨다. GEO시스템에 비하여 낮은 전송 손실을 얻을 수 있고, 그 결과 사용자 단말기의 전력을 낮출 수 있다.

오디세이 시스템은 음성 및 데이터 통신 서비스는 물론, 위치와 항해 정보를 제공한다. 이 시스템은 다른 시스템과의 호환을 위하여 코드와 주파수를 분할해서 사용하며, 중고도 오디세이 위성은 고도 10,370km에서 운행되고, 핸드 헬드 트랜시버와 통신 가능할 것으로 예상된다. 각 위성은 19개의 빔과 시스템 사용자와 통신하는 스티어러블 안테나를 갖는다. 위성과 사용자 링크는 MSS/RDSS 밴드를 사용하고, 위성과 지구국간의 링크는 고이득의 스티어러블 안테나를 통하여 Ka밴드에서 이루어진다. RDSS서비스를 제공할 뿐만 아니라 디지털 음성과 확산 대역 기술을 사용하므로써 PSTN과 접속된다. 사용주파수는 1.6/2.4GHz이고 변조방식은 CDMA를 계획하고 있으며, 궤도경사각은 50.7도, 그리고 beam steering이 가능하도록 설계중이다.

### 3.5 텔레데식(Teledesic)

전세계 지상의 어느 곳에서나 전화, TV전송, 컴퓨터 데이터 전송, 교육용 비디오나 영화를 송신할

수 있는 디지털 무선망을 구축하여 지구촌 위성통신 서비스를 제공한다는 목표이다. 지상 435 마일에 있는 840개의 저궤도 위성으로 구성될 계획이며, 각 위성의 크기는 냉장고 정도의 소형이며 ATM전송시설을 갖추 계획인데 아직 개념정립단계이므로 자세한 기술적사항은 정해지지 않은 상태이고 또한 공개되고 있지도 않다.

지난 94년 3월 21일 미국 마이크로소프트사의 빌 게이츠회장과 맥코셀룰러사의 크레이그 맥코회장이 FCC에 제출한 계획에 의하면 양사는 텔레데식(Teledesic)사라는 합작회사를 설립하여 주로 저궤도(LEO)상에서 840여개의 위성에 의해 종합정보망을 구현할 예정이며 예상되는 사업비용은 이리디움(Iridium)계획의 약 3배에 달하는 90억달러이상으로 보고 있다. 텔레데식 망이 이미 발표된 LEO망사업(Iridium, Orbcomm, Globalstar 등)과 다른 점은 우선 주파수 대역이 ka-밴드(20-30GHz)로서 신규대역이며 서비스적으로도 단순히 이동사용자에 대한 음성과 저속데이터 제공을 초월하여 지구상의 모든 사용자(이동 및 고정국)에게 전화, 저속 데이터, 고속데이터, 화상회의 등의 멀티미디어 서비스를 제공하는 초고속 종합정보망을 지상에서가 아닌 우주공간에서 실현하겠다는 것이다.

아직 발표된지 얼마되지 않은 관계로 자세한 기술적내용이나 사업성 비판은 다소 시기상조이나, 이 계획에 대한 회의적 시각도 만만치 않다. 우선 기술적으로도 이 정도의 방대한 망을 유지하는 방안이 쉽지 않으며 사업비도 90억달러를 훨씬 상회할 것으로 보는 사람이 많다. 그러나 이 시스템은 아직 구체적인 사업추진의 동향은 보이지 않고 있다. 어쨌던 이미 경쟁이 치열한 LEO시장에 새로운 방식에 의한 경쟁자가 다시 등장하여 차세대 LEO 시스템에서의 경쟁의 양식을 바꾸어놓을 가능성도 없지는 않다고 본다.

### 3.6 소형 저궤도 위성(Little LEO) 시스템

소형 LEO 시스템으로는 현재까지 Leosat, Orbcomm, Starnet, Vitasat등이 제안되고 있으며 이들에 대한 시스템 제원은 아래 표1에 요약하였다.

표 1. 소형 LEO 시스템의 제원

	Leosat	Orbcomm	Statnet	Vitasat
회사명		Orbital Communication Corp.	Starsys Inc.	Volunteers in Technical Assistance
위성의 수	18	26	24	2
경사각	42°	2 개 : polar 3 개 : inclined	60°	99°
궤도면의 수	3	2 polar	임의 궤도	1
고도(km)	1,000	970	1,300	800
서비스	비음성, 양방향 메시징, 위치확인	(좌동)	(좌동)	비음성, 양방향 메시징
사용주파수 (MHz)	148-149 (uplink) 137-138 (downlink)	(좌동)	(좌동)	(좌동)
중량(kg)	50	40	150	(미상)
서비스 가능 지역	전세계	미국	전세계	전세계
운용예정일	1995	1995	1995	(미정)

#### 4. 이동위성통신 시스템의 서비스 특성

이동위성서비스는 기본적으로 이동체(차량, 선박, 항공기, 이동개인)에게 전화, 데이터, FAX 등의 통신서비스를 제공하기 위한 것이 목표이다. 그런데 현재 제안된 시스템들(Iridium, Odyssey, P-21, Globalstar)은 위성의 커버범위(coverage)가 전세계적인 관계로 서비스의 특성도 역시 국제적인 경향을 띄게 될 것으로 예상된다. 그 중에서 가장 시장이 큰 서비스로 손꼽힐 수 있는 것이 이동위성서비스를 이용한 국제전화통신이다. 국제 전화는 현재 전 세계적으로 많이 보급되어 있으며 그 전송매체는 주로 정지궤도위성(GEO Satellite), 해저광케이블, 그리고 해저동축케이블로 구성되어 있다. 현재의 국제전화서비스는 국가간의 규제의 장벽이 많아서 각국은 주로 국내의 기간통신사업자에게만 이를 허용하고 자유화는 허용하지 않고 있다. 그러나 미국, 영국을 선두로하여 국제전화사업

의 개방과 자유화가 진전되고 있으며 또한 이들 통신선진국들은 국제전화사업의 개방을 후발국들에게 요구하고 있다. 이러한 측면에서 볼때 특히 최근에 제안된 일련의 이동위성서비스의 구현은 국제전화사업의 국제화를 촉진할 가능성이 많다.

이동위성서비스의 시장규모는 따라서 이 서비스가 국제전화시장을 얼마나 침투할 수 있느냐가 좌우할 것으로 보이며 한편 이 침투율은 이동위성서비스에 의한 국제전화의 편의성(특히 장소에 관계없이 국제전화 가능하다는 장점)과 요금체계(요금경쟁력)에 따라 많이 달라질 것이다.

국제전화이외에도 예상할 수 있는 서비스로는 다음과 같은 것들이 있다.

- 음성전화: 지상의 PSTN가입자, 지상이동통신망(Cellular Network)가입자 및 이동위성통신망의 가입자와의 양방향 음성 전화 서비스
- 페이징(Paging) 및 메시징(Messaging): 단방향의 페이징 및 메시징 서비스
- 데이터 통신 서비스: 단방향 또는 양방향의 팩시밀리 및 텔렉스 등의 데이터 통신 서비스
- 이동국 위치 결정 서비스: 두개 이상의 위성으로부터 수신된 신호로부터 이동국의 위치를 결정할 수 있는 서비스

#### 5. 최근의 사업화 동향

최근 (94년 10월 13일자) 미국의 FCC는 국내의 LEO사업자에 관한 주파수할당 및 자격요건, 그리고 향후 추진일정을 아래와 같이 발표하였다.

주파수할당의 골자는 입법예고(NPRM)의 제안대로 채택하였다. 내역은 총 16.5MHz 중에서 11.35MHz (1610-1621.35MHz)는 최대 4개의 CDMA시스템이 공유하고 나머지 5.15MHz (1621.35-1626.5MHz)는 TDMA/FDMA에 할당하는 것으로 되어 있다.

다음 사항은 사업자들의 의사를 반영하여 추가적으로 채택하였다.

CDMA시스템이 사용하는 주파수대역이 러시아의 GLONASS 위성과 주파수간섭문제가 발생할 경우에는, 잠정적으로 TDMA/FDMA에 할당한 주파수 중 1.25 MHz(1621.35-1622.60MHz)를 CDMA시스템이 사용할 수 있도록 하였다.

하나의 CDMA시스템 만이 구축될 경우에도 NPRM에서 제안된 것처럼 CDMA 할당 대역폭을 8.25 MHz로 자동축소하지 않고, 대신에 수요발생 시까지 결정을 유보하기로 하였다.

Downlink 주파수는 16.5 MHz(2483.5-2500 MHz) 전체를 CDMA시스템이 사용할 수 있도록 하였다.

LEO 사업자의 자격요구조건으로는

- ① 저궤도(low-Earth orbit) 설계를 채용해야 할 것,
- ② 전세계적 서비스(global service) 제공능력을 갖추어야 할 것,
- ③ 미국 50개 전역에 걸쳐 중단없는 서비스(continuous service) 제공능력을 갖추어야 할 것,
- ④ 국내 고정위성서비스(FSS)에 적용되는 기준과 동일한 엄격한 재무적요건을 충족해야 할 것(재무요건 강화),
- ⑤ 구체적인 구축일정을 제시할 것

등이 제시되어 있다.

향후 정책일정으로는 '94. 11. 16 까지 수정제안서를 제출하고 '95. 1. 31 까지 조건부 면허(conditional license)를 발급하는 것으로 되어있다.

이상의 FCC에 의한 제반 규정의 제정은 LEO사업에 대한 확고한 제도적, 기술적기반을 조기에 마련하기 위한 긍정적인 절차로 일반적으로 인식되고 있어 좋은 반응을 얻고 있다.

한편 사업적인 측면에서 현재 가장 활발하게 움직이고 있는 그룹은 Iridium과 Globalstar로 볼 수 있으며 이들은 투자단 모집과 투자확약에 어느 정도의 성과를 거두었고 기술적인 진전도 이루어가고 있다. 이에 반해 P-21은 이제 어느 정도 사업의 방향은 잡았으나 후발주자인 관계로 사업추진의 측면에서는 이들 두 그룹에 비해 다소 뒤쳐져 있다고 볼 수 있으며 기타 Teledesic, Odyssey등은 활동이 다소 부진하여 사업의 성사여부가 불분명한 것으로 알려져 있다. 이들 사업의 구체적인 성공여부는 아직 상당한 시간이 지나야 확실해질 것으로 보인다.

한편 이러한 국제적 규모의 LEO시스템이 몇개까지 사업적으로 성공할 것인가에 대한 논란도 분분하다. 미국의 한 단체에 의한 조사보고서에 의하면 서기 2000년까지 거대 LEO시스템은 최대 2개까

지만이 사업성이 있다고 보고 있으며 그 이상의 추가 시스템은 충분한 시장을 확보하기 어려우리라는 전망을 내어놓고 있다.

## 6. 결 언

어쨌든 이러한 전망과 현재의 추세를 끌고루 감안하면 적어도 1개이상의 저궤도위성시스템은 실용화 될 것으로 보이며 아마도 Iridium, Globalstar, P-21의 3시스템은 최종구현에 까지 이르지 않을 까 전망된다. 따라서 서기 2000년 경에는 다소 믿어지지 않는 느낌이 있지만 전세계적인 저궤도위성통신망을 통하여 지구상의 어느 곳에서도 이동전화 및 이동데이터의 통신이 가능할 것으로 생각되며 이는 곧 인류가 그동안 꿈꾸어오던 통신의 완전한 공간자유화, 이동성, 세계성을 향한 거대한 성공의 첫걸음이라고 생각해도 무방할 듯 하다. 저궤도위성사업이 성공하면 이는 단지 관련사업자들의 성공에 머물지 않고 정보통신사에 하나의 혁명이자 이정표로서 기록될 것이라고 생각하게 되는 이유가 여기에 있다. 국내에서도 한국통신, 한국이동통신, 데이콤, 현대전자가 최소한 자본참여를 결정한 상태이므로 저궤도 사업은 우리에게도 매우 중요한 과제로 대두되고 있다고 본다. 국내의 관련 참여희망업체들은 신중한 숙고끝에 참여를 결정하였겠지만, 단순한 수동적인 참여에 머물지 않고 적극적으로 참여하여 우리나라의 정보통신산업수준, 나아가서는 우주항공산업수준을 세계적인 수준으로 키워놓는 발판을 마련하게 되기를 기대해 마지 않는 바이다.



**최형진(崔炯辰)**

1952년 8월 30일생. 1974년 서울대 공대 전자공학과 졸업. 1976년 한국 과학기술원 전기전자공학과 졸업(석사). 1976.3~79.7(주) 금성사 중앙연구소 근무(연구원). 1979.9~82.12 미국 University of Southern California 전기공학과 박사(Ph.D). 1982.10~89.2 미국 LinCom Corp. 연구원으로 근무. 1989.3~현재 성균관대 공대 전자공학과 부교수. 주관심분야: 디지털통신, 무선통신, 이동통신, 위성통신 및 동기화이론을 포함한 Modem기술 등.