

主 題

IMT-2000 위성부문 표준화 동향

한국전지통신연구원 무선방송기술연구소 위성통신시스템연구부

유 문 회, 이 수 인, 박 세 경, 김 재 명

차 례

- I. 서론
- II. IMT-2000 위성부문에 대한 수요 예측 결과 분석 및 소요 스펙트럼 검토
- III. IMT-2000 위성부문의 제안 RTT에 대한 기술적 비교 분석
- IV. 결론

I. 서론

IMT-2000(International Mobile Telecommunication-2000) 시스템은 이동중인 가입자 또는 고정된 지점에 위치한 가입자가 지상 또는 위성 전송 링크를 통하여 고정통신망(PSTN 등 공중통신망)이나 이동통신망 가입자와 음성 및 고속 디지털 통신을 가능하게 하는 제2세대 이동통신시스템이다. 1997년 이전에는 FPLMTS(Future Public Land Mobile Telecommunication Service)로 불리워졌던 IMT-2000 시스템은 2002년경부터 상용 서비스를 제공할 계획이며 시스템 규격의 범세계적인 표준화를 위하여, 1992년 ITU-R의 Study Group 8내에 Task Group 8/1(이하 TG 8/1)이 조직되었다. 그리고 WARC(World Administrative Radio Conference)-92에서 IMT-2000용 주파수 대역으로 1885 - 2025 MHz 및 2110 - 2200 MHz 을 분배 하였으며, 그 중에서 1980 - 2010 MHz 및 2170 - 2200 MHz 의 주파수 대역은 IMT-2000의 위성부문

용으로 사용할 것을 권고하여 IMT-2000 구현을 원하는 전세계 주관청에서 사용되도록 전파법규(Radio Regulations)에 명시하였다.

IMT-2000의 주요한 특징으로는 전세계적으로 운용되는 시스템간의 공통성, IMT-2000 자체 또는 고정망과의 서비스 호환성, 고품질의 이동통신 서비스, 전세계 로밍이 가능한 소형 휴대 단말기의 사용, 멀티미디어 응용 및 광범위한 서비스 능력(화상 회의, 고속 인터넷, 음성 및 고속 데이터) 등을 들 수 있을 것이다. IMT-2000 시스템에서는 다양한 형태의 단말기들이 지상망 또는 위성망에 링크되어, 이동중이거나 고정된 위치에서 사용할 수 있도록 한다.

이러한 IMT-2000 시스템에서의 위성 부문은 위성 통신 고유의 특징인 서비스 지역의 광역성, 지상재해와 무관한 내재해성, 동보성 등을 이용하여 경제적이거나 기술적인 사유에 의해 지상통신망이 커버하기 어려운 지역, 즉 도서, 벽지, 해상, 항공에 대한 서비스 제공이 가능토록 하고, 지상통신망이 커버하는 지역내에서 트래픽이 폭주하는 특정지역에 대해 지상망의 보완 기능을 담당할 것이며 제한된 용량이라는

하나 실질적으로 전세계 어디에서나 통신이 가능하다는 특성이 있다.

현재 TG 8/1에서 가장 크게 다뤄지고 있는 주제는 두 가지인데, 하나는 IMT-2000 서비스를 위해 소요되는 스펙트럼의 요구량 산출이고, 다른 하나는 1999년말까지 IMT-2000 시스템의 무선전송기술(Radio Transmission Technology; RTT) 규격을 표준화하는 작업이다.

WARC-92에서 분배한 IMT-2000용 주파수 대역은 1992년 당시에 예측된 2000년대의 이동통신 서비스의 수요를 근거로 산출되었다. 그러나 무선통신기술의 급속한 발전과 수요자들의 주된 요구 서비스 특성이 음성 서비스에서 멀티미디어 서비스로 확장되면서 1992년 당시 이루어진 요구 스펙트럼 산출 방법 및 스펙트럼 요구량이 현재 상황에 부적절하다고 판단되어 이에 대한 표준화 작업이 이루어지고 있는 것이다. 위성부문에 대한 소요 스펙트럼 산출방법에 대해서는 TG 8/1내의 Working Group 3 (이하 WG 3)에서 논의되고 있는 데, 1998년 11월에 있을 예정인 TG 8/1 15차 회의에서 이에 대한 권고서(안)이 작성될 예정이다.

TG 8/1에서의 IMT-2000 시스템 RTT 규격 표준화 작업 현황을 살펴보면, RTT 제안서 제출이 지난 6월 30일 마감되었으며 금년 9월말까지 ITU-R에 RTT 평가 그룹으로 등록된 각 나라의 관련 기관들이 제안된 RTT에 대해 개별 평가작업을 진행중에 있다. IMT-2000 위성부문에 대해 제안된 RTT는 모두 5개로서, 우리나라 TTA에서 제안한 SAT-CDMA를 비롯하여 ESA(European Space Agency)에서 제안한 SW-CDMA와 SW-CTDMA, ICO Global Communications의 ICO, INMARSAT에서 제안한 Horizons 등이다. RTT 제안 기관은 평가서 제출 기한인 오는 9월 30일까지 제안한 RTT의 내용을 수정 및 보완할 수 있고, 이후 TG 8/1에서는 1999년 3월까지 RTT의 핵심 파라미터를 결정하고, 1999년 12월까지 RTT 규격 표준을 작성할 계획이다.

본 고에서는 IMT-2000 위성부문에 대한 스펙트럼 산출과 RTT 제안내용 등 ITU-R에서의 표준화 동향을 분석한다. 제2장에서는 현재 TG 8/1의 WG 3에서 표준화 작업중인 IMT-2000 위성부문에 대한 요구 스펙트럼 산출 방법 및 이에 따라 계산된 요구 스펙트럼을 살펴보고, 제3장에서는 지난 6월 30일 ITU-R에 제출된 위성부문 RTT 제안서의 기술적 특성을 비교 분석한다. 그리고 마지막으로 제4장에서는 앞으로의 IMT-2000 위성부문의 기술적 전망과 시스템 구현 방안에 대해 간략히 살펴보도록 한다.

II. IMT-2000 위성부문에 대한 수요 예측 결과 분석 및 소요 스펙트럼 검토

통신 서비스 제공을 위해 소요되는 RF 주파수 대역폭을 분석하기 위해서는 먼저 서비스 제공 시점의 서비스 수요량을 예측하여야 하며, 이를 토대로 요구되는 스펙트럼을 분석하여야 할 것이다. 앞서 살펴본 바와 같이, 현재의 IMT-2000용 주파수 대역은 WARC-92 당시에 예측된 수요를 근거로 결정되었으며, 이 당시에는 IMT-2000 시스템의 주요 서비스로 음성전화 서비스가 고려되었다. 그러나 디지털 통신기술의 급속한 발전과 함께 서비스 고객들은 무선 통신 서비스에 대해 점점 더 큰 능력 즉, 고속, 대용량, 고품질 등을 요구하게 되고 이에 따라 미래의 무선통신 서비스는 음성 뿐만 아니라 광범위한 신규 응용 서비스를 지원해야 될 것으로 판단된다. 따라서 제2세대 이동통신시스템에서는 멀티미디어, 인터넷 접속, 화상 회의 등과 같은 서비스를 지원하는 시스템이 요구될 것이다. 이러한 신규 응용 서비스에 부응하여 IMT-2000은 고속 데이터 서비스를 지원하게 된다.

본 장에서는 INMARSAT(International Mobile Satellite Organization)과 미국이 TG 8/1에 제출한 IMT-2000 위성부문 서비스 수요 예측 결과를 근거로 산출된 IMT-2000 위성부문의 소요 스펙트럼에 대해 분석하고자 한다.

1. IMT-2000 위성부문 시장 및 수요 예측

INMARSAT과 미국은 (그림 1)과 (그림 2)에서와 같이 2005년 및 2010년의 IMT-2000 위성부문에 대한 트래픽 수요를 예측하였다. 이 두 가지의 예측 자료에 따르면 위성을 이용한 IMT-2000 서비스에 대해 상당한 수요가 나타나게 됨을 알 수 있다. 그러나 두 개의 예측된 결과가 매우 큰 차이를 보이는 데, 이는 예측을 위해 서로 다른 가정을 적용하였기 때문이다.

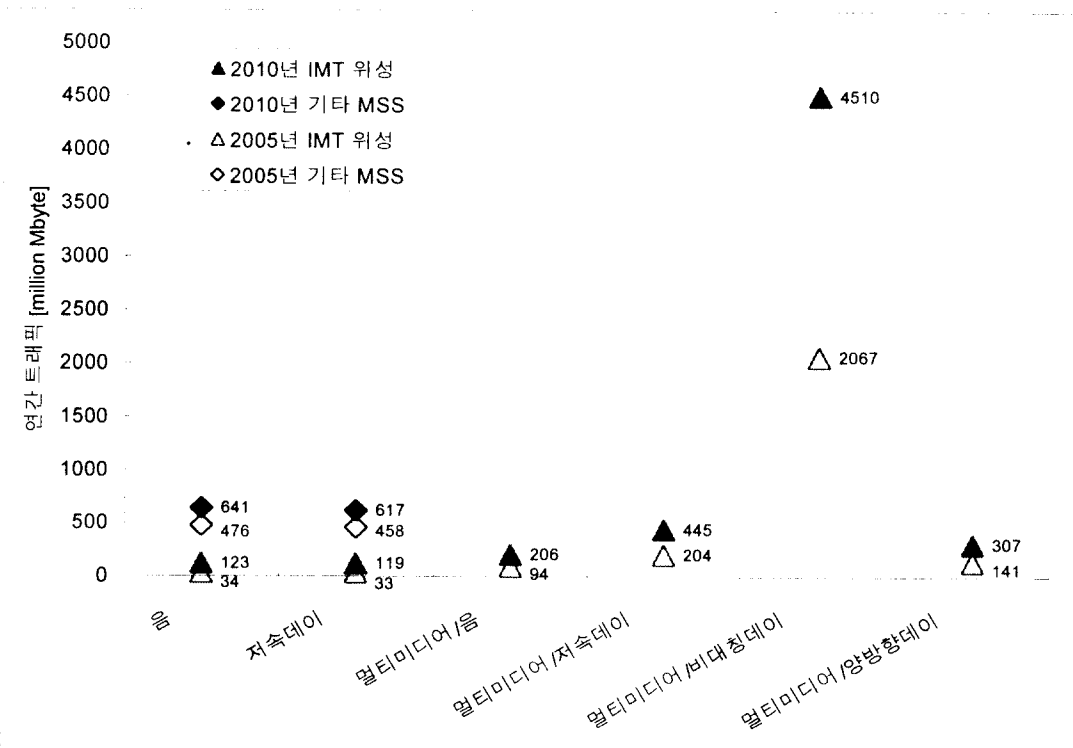
INMARSAT에서는 IMT-2000 위성부문이 1990년 대말부터 전세계적인 이동통신서비스를 제공하는 GMPCS (Global Mobile Personal Communicaton by Satellite) 시스템과는 별개로 발전될 것으로 전망한 반면 미국은 제2세대 GMPCS 시스템이 IMT-2000 위성부문으로 확장 발전될 것으로 전망하였다.

INMARSAT에서는 다음과 같은 개념을 고려하여 시장 규모를 예측하였다.

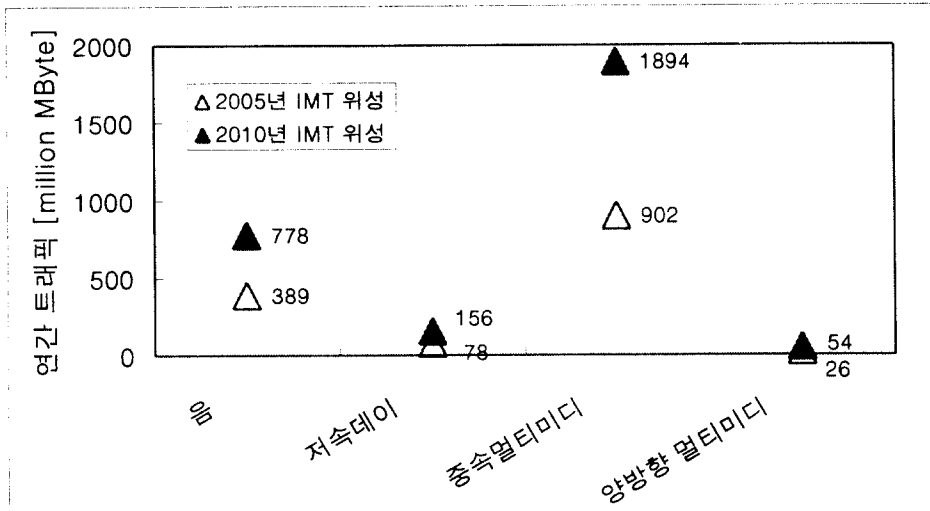
- GMPCS 시스템과의 서비스 구분 : 음성급 및 저속 데이터통신 서비스는 GMPCS시스템과 서로 공유하게 될 것이고 IMT-2000 시스템은 이들 서비스의 일부 수요를 담당하게 될 것이며, 멀티미디어 등 고속 디지털통신서비스는 IMT-2000 시스템이 독점하게 될 것으로 전망하였다.

- 단말기 구분 : 디지털통신, 반도체, 충전기술의 급속한 발전으로 단말기가 점점 소형화 되고는 있으나 단말기의 크기/운반성과 기능/용량간에는 trade-off 가 있으므로 음성전화급의 데이터통신서비스와 멀티미디어 등 중고속 디지털통신서비스는 서로 다른 형태의 단말기로 제공될 것이다. 즉 휴대형 단말기는 음성전화와 저속디지털통신서비스만 제공하게 되고 휴대가 곤란하나 운반이 가능한 일정 크기를 갖는 단말기는 멀티미디어 등 고속 디지털 통신서비스를 제공하게 될 것이다. 휴대형 단말기의 경우는 이중모드 (지상부문/위성부문)로 운용될 것이며, 우선적으로

(그림 1) INMARSAT의 MSS 트래픽 예측 데이터



(그림 2) 미국의 IMT-2000 위성부문 트래픽 예측 데이터



지상부문과의 접속을 시도하고 지상망을 사용할 수 없을 때 위성망을 접속하게 될 것이다.

미국에서 예측한 시장 규모를 살펴보면, 제 2세대 MSS(Mobile Satellite Service) 서비스를 지상 IMT-2000의 보완 및 확장의 개념으로 접근하여 현실점에서 MSS 가입자의 근거를 셀룰라 가입자의 일부 (2% 미만)로 예측하였다.

INMARSAT과 미국의 예측 결과들을 살펴보면 다음과 같은 유사점과 차이점이 나타난다. 유사점으로서, 양 예측 결과들이 모두 “이동” 서비스만을 고려하였고, 고정 단말기에 대한 서비스는 고려하지 않았다. 또한 특별히 IMT-2000 형태의 서비스 즉, 음성 서비스와 멀티미디어 서비스를 고려하였고, 예측 시기 또한 2005년 및 2010년의 수요로 동일하다. 그리고, “빈번한 사용자”와 “드문 사용자” 즉, 상시 통신 수단으로 위성 통신이 필요한 사용자와 가끔 지상 무선 커버리지를 벗어나서 위성 통신을 요구하게 되는 지상 무선 가입자를 모두 고려하였다. 반면에 차이점으로서 빈번한 사용자의 주요 서비스를 미국은 음성전화, INMARSAT은 멀티미디어 서비스로 예측하였다.

따라서 각 예측은 서로 다른 기술과 가정을 사용하여 결과를 내었다. 그러나 TG 8/1에서는 전화 통화

를 기준으로 한 미국의 예측에 비해 INMARSAT의 예측이 IMT-2000 위성부문 서비스에 대한 스펙트럼 요구사항에 더 근접하여 반영한 것으로 고려하였다. 그리고 이 예측 결과들을 하나의 예측 결과로 취합할 수 있는지가 검토되었으나, 각 예측결과가 시장 수요에 대해 서로 다른 시각을 가지고 도출된 것이므로, 현재는 분리된 상태로 두기로 결정하였다.

2 IMT-2000 위성부문 스펙트럼 계산 방법

필요 스펙트럼의 계산 방법을 도출하기 위해서 먼저 트래픽 통계의 형태와 각 트래픽의 가용도를 설정하여야 한다. IMT-2000 위성부문은 다양한 서비스 형태를 가질 것이고 각 서비스 형태는 예측된 시장 특성에 맞는 최적화된 결과이어야 할 것이다. 공중되어 활용할 수 있는 상세한 이동위성 트래픽 데이터가 없는 상황에서, INMARSAT과 미국이 각각 서비스 부문에 대해 제시한 총 연간 트래픽을 스펙트럼 계산 방법 수립을 위한 트래픽 기초로 사용하였다.

지속적인 기술의 진보로 인해 일정한 서비스 범주에서 사용자 트래픽량을 제공하는데 요구되는 스펙트럼이 감소되는 것이 일반적인 예측이다. 예를 들어 소스 코딩이나 안테나 설계에 대한 기술적 발전으로

인해 주파수 재사용율이 증대되어 시스템의 스펙트럼 효율이 전반적으로 증가하게 되는 것이 일반적인 추세이다. IMT-2000시스템이 제공하는 혼합 서비스에 대해, 패킷 교환과 내지연 기술(delay tolerance techniques)의 도입으로도 스펙트럼 효율이 향상될 것이다.

가. 파라미터

스펙트럼 계산 방법에서 필요한 입력 파라미터는 총 위성 트래픽 수요 (million Mbytes/year)이다. 일반적으로 서로 다른 트래픽 범주(즉, 음성, 데이터 등 서로 다른 서비스, 도심, 시골, 벽지, 해상 등 서로 다른 전파 및 트래픽 환경, 멀티미디어/비멀티미디어 시스템 등 서로 다른 시스템)에 대해 다양한 트래픽 수요 예측치가 있을 수 있을 것이다.

계산 방법에 사용되는 파라미터들은 다음 <표 1>과 같다. <표 1>의 아래 첨자 i는 트래픽 범주를 나타내며 서비스, 환경, 시스템 종류 등의 단일 조합을 표시한다.

나. 계산 방법

전술한 바와 같이, 현재 TG 8/1에서 IMT-2000 위성부문 스펙트럼 산출 계산 방법에 대한 표준화 작업이 진행되고 있는데, 권고서 초안이 ITU-R M.(IMT. MSAT)으로 명명되어 보완 중에 있다. 트래픽 수요 예측 자료를 근거로 하여 요구되는 스펙트럼을 계산하기 위해서는 우선 거대지역(시장평가지역, 즉, 전세계 또는 대륙의 규모)에 대한 트래픽 통계를 결정하고, 이를 해당 지역에 대한 최번시간의 전송율로 변환한 다음, 주파수가 재사용되지 않는 지

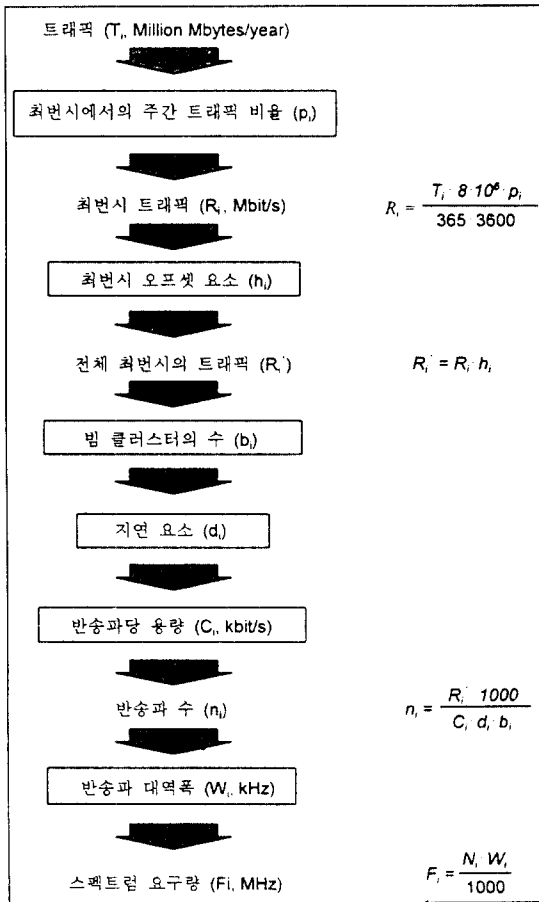
<표 1> 스펙트럼 산출 파라미터

파라미터	단 위	설 명
트래픽 (T _i)	million Mbytes/year	시장평가지역에서의 총 위성 트래픽 수요. 각 시장평가지역은 반드시 대륙 정도로 커야 한다.
최번시에서의 주간 트래픽 비율 (p)		이는 주간 트래픽 분포에 의해 결정된다.
최번시 오프셋 요소 (h _i)		서로 다른 서비스, 환경, 시스템에서의 최번시간은 동일하지 않다. 예를 들어 업무 최번시간과 비업무 최번시간은 하루 중 서로 다른 시간에 나타난다. 그러므로 스펙트럼 계산은 "전체 최번시(overall busy hour)" 즉 모든 서비스, 환경, 시스템에 대한 트래픽의 합이 최대인 시간에 대해 이루어진다. "최번시 오프셋 요소"는 특정 서비스/환경/시스템에 대한 최번시 트래픽의 어느 정도가 전체 최번시에 발생하는지를 나타낸다.
시장평가지역에서의 빔 클러스터의 수 (b _i)		빔 클러스터의 크기는 주파수 재사용 패턴과 빔 footprint의 평균 크기에 의해 결정된다. 스펙트럼 요구사항은 주어진 지역에 대해 계산되므로, 그 지역내의 클러스터 개수가 계산에 고려되어야 한다.
지연 요소 (d _i)		이 요소는 패킷 교환 서비스에 대해 수요가 높을 때 특히 최번 시간에 데이터 전송을 지연시킴으로써 트래픽에 대한 시간 변동을 줄여서 대역폭을 절약할 수 있다는 점을 고려한 것이다.
반송파당 용량 (C _i)	kbit/s	반송파 정보 속도
반송파 대역폭 (W _i)	KHz	정보 및 오버헤드를 전송하기 위해 요구되는 대역폭

역에서의 전송율로 변환한다. 그리고 기준 채널당 점유 대역폭과 전송율간의 변환을 결정한 후 고려중인 지역에 대한 전체 스펙트럼 요구량을 계산하게 된다. 이에 대한 상세 계산 절차 흐름도는 (그림 3)과 같다.

먼저 각 서비스 종류와 환경에 대해, 트래픽, T_i 을 최번시 평균 전송율 R_i 로 변환한 후, 최번시 오프셋 h_i 를 적용하여 각 서비스와 환경에 대한 전체 최번시 전송율에서의 트래픽 R_i' 을 계산한다. 그 다음, 이 트래픽을 보내는데 필요한 반송파의 수 n_i 를 계산하여 n_i 개의 반송파에 대한 주파수 대역폭 요구량 F_i 을 구한다. 전체 스펙트럼 요구량 F 는 모든 관련 서비스와 환경에 대해 가산하여 계산된다. 그리고, 최종적으로 여러 운용자들간에 스펙트럼이 분할되므로

(그림 3) IMT-2000 위성부문 스펙트럼 요구량 계산 흐름도



인해 생기는 비효율성과 운용자당 최소 스펙트럼 요구량에 의한 밀집성(granularity)을 고려하여 보정이 이루어져야 할 것이다.

3. 위성 스펙트럼 요구량

IMT-2000 위성부문 스펙트럼 요구량 산출 방법에 대한 응용 예를 <표 2>와 <표 3>에 나타내었다. 이 표에서 스펙트럼 요구사항을 계산하기 위한 입력 파라미터와 계산 중간 단계를 알 수 있을 것이다. 계산 예제는 앞서 기술한 2010년에 대한 IMT-2000의 트래픽 상황을 나타내는 데이터의 일부 항목을 사용하였다. <표 2>와 <표 3>에 나타낸 바와 같이, 트래픽 예측은 4가지의 서비스 즉, 음성, 저속 데이터, 비대칭 데이터(중속 멀티미디어), 고속 멀티미디어(양방향 멀티미디어)로 구분된다. INMARSAT의 경우, 예측 트래픽이 멀티미디어 트래픽과 비멀티미디어 트래픽으로 구분되었는데, 이는 트래픽을 처리하는 시스템의 형태를 나타낸다. 멀티미디어 시스템은 모든 4 가지 서비스(광대역 서비스 포함)를 제공하는 반면, 비멀티미디어 시스템은 음성과 저속 데이터만을 제공한다.

INMARSAT 예측과 미국의 예측을 근거로 하여 수행된 IMT-2000 위성부문 단방향 전송에 대한 요구 스펙트럼 추정치는 INMARSAT의 경우 2005년경 30 MHz, 2010년경 66 MHz이고, 미국의 경우 2005년경 33 MHz, 2010년경 68 MHz이다. 그리고 참고로 INMARSAT에서 제시한 자료에서 보인 IMT-2000 위성부문이 포함된 전체 MSS 수요에 대해 동일한 계산식을 적용하였을 때, MSS 요구 스펙트럼에 대한 추정치는 2005년경 123 MHz, 2010년경 145 MHz이다.

TG 8/1에서는 이러한 예측 결과에 대해 활용가능한 적절한 정보를 근거로 산출되었고 IMT-2000 위성부문에 대해 대표성을 가질 수 있다고 고려하였다. 이 결과는 IMT-2000 위성부문이 제공하는 서비스에 대해 상당한 스펙트럼이 소요됨을 알 수 있다. 이러한 스펙트럼 요구사항은 2 GHz대역에 할당된 IMT-2000 위성부문 주파수 대역을 고려할 때, 1~3GHz

<표 2> INMARSAT이 제시한 2010년경 IMT-2000 트래픽 수요 데이터를 근거로 한 스펙트럼 계산 (MHz per transmission direction)

구 분	비멀티미디어 - 음성	비멀티미디어 - 저속 데이터	멀티미디어 - 음성	멀티미디어 - 저속 데이터	멀티미디어 - 비대칭 데이터	멀티미디어 - 양방향 데이터
총 트래픽 (million Mbytes/year)	123	119	206	445	4510	307
트래픽 밀집 스폿 지역의 트래픽 비 율 (%)	12	12	10	10	10	10
지역 트래픽, T (million Mbytes)	14.76	14.28	20.6	44.5	451	30.7
최번시의 비율, p	0.15	0.15	0.1	0.1	0.1	0.1
평균 최번시의 정 보속도, R (Mbit/s)	13.48	13.04	12.54	27.09	274.58	18.69
최번시 오프셋, h	0.82	0.81	0.79	0.81	0.79	0.79
전체 최번시의 트 래픽, R' (Mbit/s)	11.05	10.56	9.91	21.95	216.92	14.77
지역 빔 클러스터 수, b	2	2	2	2	2	2
지연 요소, d	1	2	1	2	5	1
반송파당 용량, C (kbit/s)	144	144	144	144	144	144
반송파 수, n	38.38	18.34	34.40	38.10	150.64	51.27
반송파 대역폭, W (kHz)	200	200	200	200	200	200
요구 스펙트럼, F (MHz)	7.68	3.67	6.88	7.62	30.13	10.25

<표 3> 미국이 제시한 2010년경 IMT-2000 트래픽 수요 데이터를 근거로 한 스펙트럼 계산 (MHz per transmission direction)

구 분	음성	메시지	중속 멀티미디어	고속 양방향 멀티미디어
해당 지역의 트래픽, T (million Mbytes/year)	38.3	3.8	46.7	2.7
최번시 비율, p	0.1	0.15	0.15	0.15
평균 최번시의 정보속도, R (Mbit/s)	23.34	3.49	42.62	2.46
최번시 오프셋, h	1	1	1	0.9
전체 최번시의 트래픽, R' (Mbit/s)	23.34	3.49	42.62	2.22
지역 빔 클러스터 수, b	1	1	1	1
지연 요소, d	1	2	2	1
반송파당 용량, C (kbit/s)	144	144	144	144
반송파 수, n	162.06	12.12	147.97	15.39
반송파 대역폭, W (kHz)	200	200	200	200
요구 스펙트럼, F (MHz)	32.39	2.41	29.62	3.08

사이에 분배된 다른 MSS용 주파수대를 위성 IMT-2000용으로 사용하는 것도 고려해야 할 것이다. 그러나 1~3GHz 사이에 할당된 MSS용 스펙트럼은 전세계적으로 (2×115)MHz정도뿐이고, 반면 요구되는 스펙트럼은 2005년경 (2×123)MHz, 2010년경 (2×145)MHz 임을 고려할 경우, IMT-2000 위성부문 뿐만 아니라 다른 형태의 MSS 서비스에 대한 스펙트럼 요구사항도 함께 고려되어야 한다.

III. IMT-2000 위성부문의 제안 RTT에 대한 기술적 비교 분석

전술한 바와 같이, 금년 6월 30일자로 ITU에 제출된 IMT-2000 위성부문 RTT 제안서들을 살펴보면 TTA가 제안한 SAT-CDMA, ESA에서 제안한 SW-CDMA와 SW-CTDMA, ICO Global Communications에서 제안한 ICO, 그리고 INMARSAT에서 제안한 Horizons등이 있다. 각 제출 기관을 살펴보면, 우리나라를 제외한 3 기관 모두 유럽을 근거로 하고 있다. 이는 현재 금년말 또는 내년부터 상용화될 Iridium시스템과 Globalstar 시스템 즉 제 1세대 GMPCS시스템이 모두 미국에 기반을 두고 있는 만큼, 미국이 IMT-2000 위성부문 무선전송기술의 표준화 작업에 적극 참여하지 않는 것은 제 2세대 GMPCS시스템 즉, 제 2세대 Iridium시스템과 Globalstar 시스템이 자연스럽게 IMT-2000 위성부문에 적용될 수 있다고 판단하거나, 그렇지 않더라도 이동위성통신 시장을 선점하는 입장에서 표준화 규격에 대해 큰 부담을 느끼지 않는 것으로 판단된다. 유럽측에서는 상대적으로 이동위성통신 시장 진입이 늦은 만큼 IMT-2000의 위성부문 표준화에 더 적극적인 것으로 사료된다. 다음은 각 제안 RTT별 기술적 특징을 기술하였다.

1. TTA의 SAT-CDMA

우리나라의 차세대 이동통신 기술개발협의회 산하

위성연구반에서 제안한 IMT-2000 위성부문 RTT인 SAT-CDMA는 TTA의 검토를 거쳐 ITU-R에 제출되었다. 위성부문 RTT 제안서 작성은 지난 4월 3차 위성연구반 회의에서 논의되기 시작하여 약 2개월 간의 작업으로 이루어졌기 때문에 지난 6월 ITU-R에 제출된 내용은 저궤도 위성군 설계 등 기본적인 파라미터를 제안하였다.

제안된 RTT에 대한 평가보고서 제출 기한인 9월 30일까지 RTT의 내용에 대해 수정이 가능하므로, 현재 위성연구반에서는 TTA에서 제안한 지상부문 RTT 중의 하나인 CDMA II의 기본 규격과 공통성을 갖도록 하기 위해 위성부문 RTT의 재작성 및 평가 작업을 진행 중이다.

'98년 9월 현재 제안 및 평가되고 있는 우리나라의 위성부문 RTT 규격은 5 MHz 대역폭의 DS-SS 방식으로, 최대 128kbps의 정보속도를 제공할 수 있다. 위성군 설계도 초기 2000 km 고도에서 1600 km 고도로 변경되어 총 48개의 위성을 사용한다. 그리고 역방향링크의 확산변조 방식은 ETRI에서 개발한 OCQPSK를 사용하는 것을 제안하였다.

2. ESA의 SW-CDMA

ESA에서는 위성부문 RTT에 대해 두 가지를 제안하였는데, 그 중 하나는 SW-CDMA (Satellite Wideband Code Division Multiple Access) 시스템이다. 이는 ETSI (European Telecommunications Standards Institute)에서 제안한 지상부문 RTT 시스템인 UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access)와 관련 무선 파라미터, 변조방식, 확산기법 등에 대해 최대한의 공통성을 갖도록 설계되었다.

SW-CDMA 시스템은 FDD(Frequency Division Duplex) 방식의 2.048 Mchip/s 또는 4.096 Mchip/s를 사용하는 광대역 DS-SS 시스템으로서 최대 144 kbps의 서비스를 제공할 수 있다. 전력과 스펙트럼 이용 효율을 높이기 위해 코히어런트 복조 방식을 사용하고, 간섭을 완화하기 위해 MMSE(Minimum Mean Square Error) 방식을

채택하였다. 그리고 위성에는 적응형 안테나를 제안하였고, 오버헤드를 줄이기 위해 공통 파일럿 신호를 사용한다. 또 다른 특징으로 건물안에서의 통신 서비스가 어려운 이동위성통신의 단점을 보완하기 위해 고침투 페이징채널(High Penetration Paging Channel)의 사용을 제안하였다.

3. ESA의 SW-CTDMA

CDMA/TDMA 혼합 방식을 기본으로 한 ESA의 SW-C/TDMA (Satellite Wideband Hybrid Code- and Time Division Multiple Access) 시스템은 기본적으로 ETSI에서 제안한 지상부문 RTT와 이중모드 장치화가 쉽게 이루어질 수 있도록 설계되었다. 위성시스템에 대해서는 특정 위성군을 제안하지 않았고, 이미 알려진 여러가지 궤도의 위성군 시스템(LEO, Ellipso Borealis, MEO, HEO, and GEO)을 예로 하여 시스템 설계를 제안하였다.

SW-CTDMA 시스템의 특징으로는 역방향링크의 다중접속방식을 준동기(quasi-synchronous)방식으로 운용하여 전파자원을 준직교(quasi-orthogonal) 형태로 분할하는 것을 제안하였다. 또한 FDD와 TDD(Time Division Duplex) 방식을 모두 고려한 ETSI RTT를 고려하여, FDD와 F/TDD방식을 제안하였다.

4. ICO Global Communications사의 ICO

ICO 시스템은 고도 10390 km의 중궤도에 2개의 예비위성을 포함한 12개의 위성으로 FDMA/TDMA 방식을 사용하여 음성 및 데이터 서비스를 제공할 예정인 GMPCS 시스템중의 하나이다. 지상에는 12개의 SAN(Satellite Access Node)으로 불리는 운용 지구국으로 ICONET을 구성하여, 위성을 통하여 ICO 가입자와 타 지상망 가입자 또는 다른 ICO 가입자간을 연결한다.

전송방식을 살펴보면, 40ms의 프레임에 6개의 슬

롯으로 구성되고 한 슬롯이 한 채널로 구성되어 25 kHz의 대역으로 전송되는 데, 채널부호기로 콘볼루션 코드를 사용하고, 역방향링크에서의 변조방식은 GMSK, 순방향링크의 변조방식은 QPSK 또는 BPSK로 서비스 특성에 따라 사용하여 RF 채널 대역폭인 25 kHz에 대응시킨다. ICO 시스템은 멀티미디어 서비스보다는 휴대단말기를 이용한 음성 서비스 위주의 시스템으로서, 제공되는 정보속도는 최고 38.4kbps 정도이다. 위성시스템의 특성에 따르는 부분을 제외하고는 기본적으로 유럽의 지상 셀룰러 시스템인 GSM과 이중 모드가 용이하게 되도록 시스템 상세 파라미터를 설정하였다.

5. INMARSAT의 Horizons

전세계적인 이동위성통신시스템을 운용중에 있는 INMARSAT에서는 멀티미디어 서비스가 IMT-2000 위성부문에 요구되는 주된 수요가 될 것으로 판단하여 멀티미디어 서비스(~144kbps)가 가능한 시스템을 제안하였다. 이렇게 제안된 배경으로서, IMT-2000의 주요 서비스가 음성전화 서비스와 멀티미디어 서비스인 것을 고려하면 ICO 시스템의 투자자이기도 한 INMARSAT의 입장에서 ICO 시스템은 제공할 수 있는 최대 정보 속도로 멀티미디어 서비스 제공이 어렵기 때문에 ICO 시스템과의 상호보완을 위해 휴대단말기를 이용한 음성전화 서비스는 ICO가 담당하고, 멀티미디어 서비스는 Horizons이 담당하고자 하는 계획으로 추정된다.

현재 INMARSAT은 Horizons 시스템의 구체적인 기술 규격을 제시하지 않고 있는 데, 개략적인 내용은 정지궤도 위성 3~4개를 이용하여 144kbps의 정보속도를 가지는 노트북 PC 규모의 단말기와 64kbps 속도의 Palm-Top 단말기, 또한 432kbps를 제공하는 고정 단말기를 포함하고 있다.

다음 <표 4>에서 제안된 위성부문 RTT의 기술적 내용을 비교하였다.

<표 4> IMT-2000 위성부문 RTT 제안 시스템간 기술적 비교

구분	TTA SAT-CDMA	ESA SW-CDMA	ESA SW-CTDMA	ICO	
다중접속방식	직접 확산 CDMA	직접 확산 CDMA	직접 확산 혼합 CDMA/TDMA	FDMA/TDMA	
Chip 속도	4.096 Mchip/s	2.048 or 4.096 Mchip/s	2.048 or 4.096 Mchip/s	-	
RF 채널대역폭	5 MHz	2.5 MHz 또는 5 MHz	2.2 MHz 또는 5.2 MHz	25 kHz	
프레임 길이	10 ms	10 ms (4.096Mchip/s) 20 ms (2.048Mchip/s)	20 ms	40 ms	
프레임당 슬롯	16	16	8	6	
최대 사용자 정보속도	144 kbit/s	144 kbit/s	144 kbit/s	38.4 kbit/s	
duplex 방식	FDD	FDD	FDD 또는 F/TDD	FDD	
변조방식	데이터	FL : QPSK RL : BPSK	FL : QPSK RL : BPSK	FL, RL : QPSK 또는 dual BPSK	FL : QPSK/BPSK RL : GMSK
	확산	FL : QPSK RL : OCQPSK	FL : BPSK RL : Complex	FL : QPSK RL : $\pi/4$ -QPSK or PFM	-
수신 복조방식		Coherent	Pilot symbol assisted quasi-coherent		
채널부호방식	표준서비스 (BER= $1E^{-3}$): 1/3, k=9 컨볼루션 코드 고품질서비스: RS 코드 (123,82) in GF(256) + 1/3, k=9 컨볼루션 코드	기본서비스 (BER= $1E^{-3}$): 1/3, k=9 컨볼루션 코드 고속데이터서비스 : 1/3 터보코드 고품질서비스: RS 코드 (74,64) (TBC) in GF(256) + 1/3, k=9 컨볼루션 코드	표준서비스 (BER= $1E^{-3}$): 1/3, k=9 컨볼루션 코드 고품질서비스: RS 코드 (N,K) in GF(2 ^m) + 1/3, k=9 컨볼루션 코드	음성: 1/3 컨볼루션 코드 데이터: 1/2 컨볼루션 코드	
인터리빙 방식	블록 인터리빙 (10 ms)	블록 인터리빙 (10 ms 또는 20 ms)	1 : 블록 인터리빙 2 : 혼합 블록/컨볼루션 인터리빙	Intra-burst interleaving	
LES간 동기	비동기	비동기	LES간에 다른 주파수를 사용하면 비동기방식, 동일 주파수를 사용하면 동기방식 사용	-	
전력 제어	Closed loop power control Open loop power control 사용가능	Closed loop power control 패킷 전송 및 통화 개시를 위한 전력 초기화시 Open loop power control	Closed loop power control 패킷 전송 및 통화 개시를 위한 전력 초기화시 Open loop power control	Closed loop power control Open loop power control 사용가능	
핸드오버	소프트 핸드오버	소프트 핸드오버	소프트 핸드오버	소프트 핸드오버	
도플러 보상기법	빙 중앙에 대한 사전 보상	빙 중앙에 대한 사전 보상	빙 중앙에 대한 사전 보상	위성의 운동과 사용자 단말기의 위치 정보를 이용	
위성군	고도 : 1600 km 경사각 : 54° 궤도면 수 : 8 궤도당 위성 수 : 6	설계 안됨.	설계 안됨.	고도 : 10390 km 경사각 : 45° 궤도면 수 : 2 궤도당 위성 수 : 5	
주파수 계획	모든 빙이 동일 주파수 사용	모든 빙이 동일 주파수 사용	모든 빙이 동일 주파수 사용	4-cell 주파수 재사용 패턴	

IV. 결 론

본 고에서는 IMT-2000 위성부문과 관련하여 ITU-R TG 8/1에서 논의되고 있는 소요 스펙트럼 요구량 산출 내용과 지난 6월말에 제출된 IMT-2000 위성부문 RTT 제안 내용을 기술적으로 검토하였다.

금년 11월에 개최될 TG 8/1 15차 회의에서는 IMT-2000 시스템의 요구 스펙트럼 산출 방법 및 스펙트럼 요구량에 대한 표준 권고 초안을 작성할 계획이다. 이것은 무선통신기술의 발전과 수요자들의 주된 요구 서비스 특성이 음성 서비스에서 멀티미디어 서비스로 확장되면서 WARC-92에서 분배된 IMT-2000용 주파수 대역이 현 상황에 부적절하다고 판단되어 IMT-2000 위성부문 및 지상부문의 소요 스펙트럼 요구량을 재검토하는 것이다.

위성통신 시스템의 특성상 IMT-2000 시스템에서 위성부문의 역할이 지상부문과 보완적인 입장에서 지상망의 서비스 범위를 벗어나는 지역과 트래픽이 폭주하는 특정지역에 대한 서비스 제공이므로, ITU-R에 제출된 IMT-2000 위성부문 RTT 제안서들은 지상부문의 전송 파라미터를 고려하여 사용자 단말기의 이중모드 구현이 용이하도록 하고 있다.

현재 상용화단계에 이른 제 1세대 GMPCS 시스템을 고려할 경우, 2000년 이후에 구축될 IMT-2000 위성부문 시스템은 향후 진화될 제 2세대 GMPCS의 시스템과의 관계를 보다 적극적으로 정립하여야 할 것이다. 또한 향후 표준화될 IMT-2000 지상부문의 무선 규격과 최대한의 공통성을 유지해야 할 것이다. 이와 같이 시스템의 유연성을 갖기 위해 IMT-2000 위성부문의 규격 표준화는 지상부문에 비해 다소 지연의 여지가 있다고 판단된다.

그러나 미래의 멀티미디어 서비스에 대한 수요 증가와 서비스지역의 광역화로 인해 IMT-2000 시스템에서의 위성의 역할은 매우 클 것으로 기대되며, 위성부문이 활용 가능한 스펙트럼 용량과 위성 궤도 특성을 고려할 경우 위성 시스템의 형태는 음성전화 서비스를 제공하는 저궤도 위성군과 멀티미디어 서비스를 제공하는 정지궤도 위성군의 복합 형태로 전개될

것으로 예상된다.

우리나라는 이제까지 IMT-2000 시스템의 지상부문에 대한 기술 개발을 적극적으로 추진해온 반면, 위성부문에 대한 기술 개발은 거의 수행되지 못한 실정이다. 이것은 국토가 좁고 지상통신망이 잘 구축된 우리나라에서 위성의 역할이 거의 없을 것이라는 판단 때문일 것이다. 그러나 대륙 규모의 미국, 유럽 뿐만 아니라 우리나라와 지리적인 환경이 유사한 일본에서도 지상이동전화통신망이 거의 완벽하게 구축된 상황이지만, 지상망과 더불어 위성을 이용한 이동 위성 멀티미디어 시스템 구축을 위한 소요 기술 개발을 활발히 전개하고 있는 실정인데, 이는 이동통신시스템에서 위성부문 고유의 역할이 지리적 환경이나 지상통신망의 구축 정도에 무관하게 매우 중요하다고 판단되기 때문일 것이다. 이러한 점을 감안하면 우리도 차세대 개인이동통신서비스 제공 수단의 하나인 IMT-2000 위성부문 관련 기술 개발에 적극적인 관심을 가져야 할 것이며, 나아가 인접국가인 일본, 중국 등과 지역이동위성통신시스템 공동 구축 사업을 추진하는 것도 신중히 검토하여야 할 것이다.

* 참고문헌

- (1) ITU-R Rec. M.818 1, "Satellite Operation with Future Public Land Mobile Telecommunication Systems (FPLMTS)", 1994.
- (2) ITU-R Rec. M.1034-1, "Requirements for the Radio Interface(s) for Future Public Land Mobile Telecommunication Systems (FPLMTS)", 1997.
- (3) ITU-R Rec. M.1167, "Framework for the Satellite Component of Future Public Land Mobile Telecommunication Systems (FPLMTS)", 1995.
- (4) ITU-R Rec. M.1225, "Guidelines for Evaluation of Radio Transmission Technologies for IMT 2000", 1997.
- (5) Richard D. Carsello et al, "IMT-2000 Standards: Radio Aspects", IEEE Personal

Communications, August 1997.

(6) ITU-R Rec. M. (IMT.MSAT), "Methodology for the Calculation of IMT-2000 Satellite Spectrum Requirements", 1998.

(7) ITU-R Rec. M. (IMT.SPEC), "Spectrum Requirements for IMT-2000", 1998.

(8) TTA, "ITU-R RTT Candidate Submission of Satellite Component", <http://www.itu.int/imt/2-radio-dev/proposals/kor/ta3/sat-rtt.pdf>, June 1998.

(9) TTA, "SAT-CDMA System Description (ver. 2.0)", ITU-R TG 8/1, To be submitted.

(10) ESA, "Wideband CDMA Option for the Satellite Component of IMT-2000 'SW-CDMA' ", <http://www.itu.int/imt/2-radio-dev/proposals/esa/sw-cdma/>, June 1998.

(11) ESA, "Wideband Hybrid CDMA/TDMA Option for the Satellite Component of IMT-2000 'SW-CTDMA' ", <http://www.itu.int/imt/2-radio-dev/proposals/esa/sw-ctdma/>, June 1998.

(12) ICO Global Communications, "Submission of Candidate Satellite Radio Transmission Technology for IMT-2000 Radio Interface", <http://www.itu.int/imt/2-radio-dev/proposals/ico/ico.pdf>, June 1998.

(13) INMARSAT, "Inmarsat Proposal for a Satellite Radio Interface for IMT-2000: Horizons RTT", <http://www.itu.int/imt/2-radio-dev/proposals/inm/attach-2.pdf>, June 1998.

유 문 희

1988년 2월 한양대학교 전자통신공학과 졸업(학사)
 1990년 8월 한양대학교 대학원 전자통신공학과 졸업(석사)
 1990년 7월 ~ 현재 한국전자통신연구원 선임연구원
 주관심분야 : 위성망 설계, 이동위성통신 등

이 수 인

1985년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
 1989년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학석사)
 1996년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업 (공학박사)
 1985년 2월~1986년 3월 삼성반도체통신(주) 근무
 1989년 3월~1989년 12월 한국전력공사 근무
 1990년 2월~현재 한국전자통신연구원 위성전송방식연구팀장
 주관심분야 : 부호이론, 위성통신, 이동통신 등

박 세 경

1984년 8월 경북대학교 전자공학과 졸업 (학사)
 1997년 3월~현재 충남대학교 전자공학과 (석사과정)
 1984년 7월~1985년 8월 (주)금성사 근무
 1985년 9월~현재 한국전자통신연구원 위성주파수자원연구팀장
 주관심분야 : 위성망 설계, 위성궤도 및 주파수 자원 활용기술, 이동위성통신 등

김 재 명

1974년 2월 한양대학교 전자공학과 졸업 (석사)
 1981년 2월 미국 남가주대학교 전기공학과 졸업 (석사)
 1987년 8월 연세대학교 전자공학과 (박사)
 1974년 2월~1977년 12월 한국과학기술연구소 연구원
 1977년 12월~1979년 6월 한국통신기술연구소 전임연구원
 1982년 9월~현재 한국전자통신연구원 부장 (책임연구원)