

# GPS 개발 및 표준화 동향

## A Study on GPS Development and Standardization

문형돈(H.D. Moon)      정보조사분석팀 연구원  
강희일(H.I. Kang)      정보조사분석팀, 팀장  
이동일(D.I. Lee)      기술정보센터, 센터장

GPS(Global Positioning System)는 미국방성에서 개발하여 현재 운용중이며 2000년대에는 첨단 교통체계(Intelligent Transport System: ITS) 및 항공관제에도 본격적인 이용이 예상된다. 이러한 GPS는 위성을 이용한 위치, 속도 및 시간 측정서비스를 제공하고 있으며 많은 응용분야로의 적용이 가능하다. 또한, 미국의 GPS 유료화 정책에 따라 세계 각국은 대체 위성 항법시스템의 개발에 많은 노력을 기울이고 있으며, 이를 표준으로 제정하기 위한 노력이 활발히 이루어지고 있다. 따라서, 본 고에서는 GPS에 대한 세계 각국들의 개발 및 표준화 동향과 주요 국제기구에 대하여 알아본다.

### I. 서론

미국은 자국의 이익을 위하여 세계 여러 지역에서 일어난 전쟁에 개입하여 왔는데, 이때 군사적인 작전 수행상 가장 지장을 초래하는 것이 지도 문제이다. 각 나라에서 사용하는 지도는 국가 또는 지역마다 다르기 때문에 군사작전을 수행할 때마다 그 지역에 해당하는 지도를 새롭게 만들어 사용하여야 하는 번거로움이 항상 뒤따른다. 특히 미국에서 개발한 첨단무기들, 다시 말해 최신형 전투기나 미사일 등의 성능을 제대로 발휘하기 위해서는 그 안에 내장된 지도 정보를 그 지역에 맞게 바꿔 주어야 한다. 이러한 불편함을 없애기 위해서 미국은 지역에 관계없이 전 세계에 공통으로 적용될 수 있는 지도 체계의 개발이 필요하였고, 그 결과로 탄생한 것이 GPS이다. GPS는 위성을 이용한 범 세계적인 무선 항법시스템으로서 GPS 위성으로부터 위치 및 속도 정보를 제공함으로써, 사용자가 위치, 속도 및 시간의 정확한 계산이 가능하다.

GPS는 1993년도에 초도 운용을 시작하여, 1995년도부터는 정식이 운용이 시작되었으며 아래와 같은 특성을 갖는다[1].

- 3차원의 위치, 고도 및 시간의 정확한 측정
- 전세계적으로 24시간 연속적인 서비스 제공
- 기상조건, 간섭 및 방해에 강함
- 수동적이며 무제한 사용가능
- 전세계적인 공통 좌표계 사용: WGS-84(World Geodetic System of 1984)

또한 GPS의 서비스는 표준측위서비스(Standard Positioning System: SPS)와 정밀측위서비스(Precise Positioning System: PPS)로 나누어지는데 SPS는 민간부문의 서비스용이며, PPS는 주로 군사부문의 용도에 사용되어져 왔다. 최근 들어서 GPS를 민간부문에 응용하는 새로운 서비스 개발이 활발히 이루어지고 있으며 육상·항공·해양·레저·통신·과학 및 측량 등에 다양하게 이용되고 있다[2].

따라서, 본 고에서는 활발히 연구되고 개발되어

<표 1> GPS 운영체제 형태 및 유료화 방법(검토안)

운영 및 투자자금 조달방안	내 용
GPS 운영체제 형태	국제적인 정부 후원의 컨소시엄 형태(INMARSAT, INTELSAT 등 분담금으로 운영)
	비영리법인 형태(기금 조성 후 기금으로 운영)
	순수 영리 법인 형태(수익자 부담 원칙에 따른 상업화 운영)
유료화 방법	상용서비스 사업자에 대한 세금부과는 GPS를 이용하는 산업체별로 일괄요금 부과
	암호화를 통한 수신기 제작사를 통한 로열티로 부과
	DGPS 및 augmentation 사용자에게 대한 요금부과
	인터넷의 사례와 같이 외국 정부 또는 단체에 대한 분담금 부과

지고 있는 GPS에 대해 국내외의 최근 개발 및 정책 동향, 그리고 표준화 관련 국제기구 및 동향에 대해 알아본다.

## II. 개발 동향

### 1. 미국

GPS는 1973년부터 미국 공군의 주도로 개발이 시작되었으며, 1978년에 NAVSTAR(NAVigation System with Timing and Ranging)라고 불리는 첫 번째 GPS 위성이 발사되었고, 1985년까지 총 11개의 1세대 실험용 위성(Block I)이 발사되었다. 이어서 1989년부터 2세대 실용위성(Block II)이 발사되기 시작하여 1995년부터 총 24개의 2세대 GPS 위성이 지구 주위를 돌고 있는 위성항법시스템이다.

또한, 미국은 1991년 ICAO(International Civil Aviation Organization) 제 10차 항공항행 회의에서 1993년부터 10년간 GPS의 무료사용을 발표하였으며, 활발한 연구개발을 통하여 다양한 분야에의 응용으로 과급되어 가고 있고, 1993년 12월에 위성배치를 완료하고 민간항공용 항법에 이용할 수 있도록 1994년 12월에 ICAO의 승인을 받았다.

그리고, 미연방통신위원회(Federal Communications Commission: FCC)의 긴급구조 무선 E911 서비스의 의무조항이 1999년 1단계 발효, 2001년 2단계 발효로 기존 이동 통신망을 활용한 무선측위 서비스를 제공하도록 규정하였으며, 이에 따라 GPS를 기반으로 한 다양한 형태의 복합 멀티미디어 단말기가 출시될 것으로 예상된다.

### 가. GPS 유료화 관련 정책

#### 1) 유료화 논의 배경

GPS 구축에 기 투자 금액이 약 100억 달러 이상 소요되었고, GPS 운용자금이 연간 약 4 ~ 5억 달러 규모, WAAS 소요자금이 연간 약 10억 달러, 2016년까지 약 190억 달러 이상 소요가 예상되는 등 막대한 예산을 지출하고 있다. 따라서, 현재는 무료로 사용되고 있지만 GPS에 대한 사용의존도가 높아짐에 따라 유료화 가능성에 대한 논의가 진행되고 있다. 이러한 미국의 GPS 유료화 정책에 대비하여 GPS를 대체할 수 있는 항법시스템의 개발 필요성이 제기되고 있으며, 이에 대한 대처방안이 필요하다.

현재 미국정부가 고려하고 있는 GPS의 유료화에 따른 운영 및 투자자금 조달을 위한 방안으로, GPS 운영체제 형태 및 유료화 방법에 대한 검토가 이루어지고 있는데 그 내용은 <표 1>과 같다.

#### 2) 유료화 정책 동향

미국은 현재 GPS에 대해 Dual Use 정책을 쓰고 있으며, 이는 GPS 사용에 대한 완전 무료화보다는 한시적인 무료사용을 허가함으로써 서비스 대상 범위를 전세계로 확대하여 GPS의 활용도를 높이려는 정책이다. 그리고, 국제 표준화를 위해 상당기간 GPS 운영자금을 직접 사용자 부과 방식에 의한 것보다는, 미 국방성과 교통성의 공동부담으로 하여 다른 나라의 대체항법시스템 개발동기를 상쇄시키고 궁극적으로 GPS를 국제 표준으로 채택하기 위해 노력하고 있다. 미국의 입장에서 볼 때 GPS는 공공

재로 정의하여 항공분야 또는 해안경비분야 등에서 예상되는 비용절감만으로도 미국정부 부담의 운영이 가능하지만, GPS의 상업적 이용에 따른 응용시스템 및 응용서비스 시장의 급격한 확대로 미국 정부가 단독적으로 운영하는 GPS에의 의존도가 높아져, 적은 사용료 부과에도 매우 큰 수입을 확보할 수 있다. 따라서, 미국의 인터넷에 대한 사용자 부담을 요구했던 바와 같이 GPS의 의존도가 높아지거나 국제 표준화가 채택되는 시점에서 GPS의 개발, 운용 비용의 일부를 어떠한 형태로든 이용자에게 부담시킬 것으로 예상된다.

#### 나. GPS 개선계획

1998년 미국의 엘고어 부통령은 민간용의 제 2, 3의 신호를 통하여 향상된 GPS의 정확도를 민간에게 제공할 것이라는 GPS 개선정책을 확정하여 발표하였으며, 이 프로젝트는 2000년~2005년까지 6년간 4억 달러의 예산으로 진행될 예정이다. 이 새로운 신호로 위치 측위와 타이밍 서비스의 개선이 가능하므로, GPS 신호의 추가 발표는 측위시스템으로서의 GPS 발전에 커다란 계기가 될 것이다.

GPS는 점진적으로 네비게이션, 위치 측위와 타이밍에서 없어서는 안될 도구가 되어 가고 있으며, 사용자들에 의해 새로운 기술과 응용 분야가 개발되므로 효율성 증진에 커다란 역할을 담당하고 있다.

2003년부터 가용될 예정인 제 2신호는 1227.60 MHz의 주파수 대역을 가지며 2번째 Block II 위성의 배치와 함께 구현될 것이다. 또한, 2005년부터 가용 예정인 제 3신호는 1,175MHz의 주파수 대역을 이용하며 7번째 Block II 위성의 배치 이후에 구현될 예정이다.

이러한 주파수의 추가는 수신기의 정밀도, 신뢰성 및 강인성(robustness)을 높일 것으로 예측되며, 민간용으로 제공되는 3개의 새로운 주파수를 이용하여 지상보정시스템 없이 민간인도 군사적 목적의 이용자처럼 실시간의 수 cm대의 정밀도를 확보할 것으로 예측된다.

새로운 GPS 신호인 1,176.45MHz는 ARNS(Aero-

nautical RadioNavigation Services) 밴드를 JTIDS (Joint Tactical Information Distribution System)와 공유하도록 되어 있으며, 이 신호는 ARNS Radar 및 국제적인 시스템인 MIDS(Multifunctional Information Distribution System)에 영향을 줄 수 있을 것으로 예상된다.

#### 다. 위성항법 보정시스템

##### 1) WAAS

##### ① WAAS의 개념

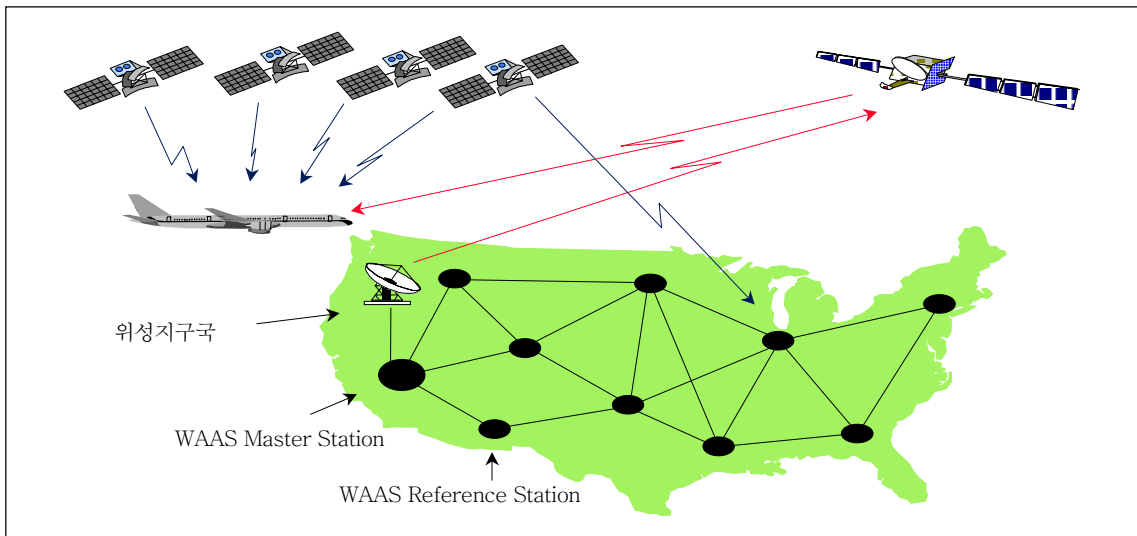
FAA(Federal Aviation Administration)에 의해 계획된 GPS 보정 시스템으로 이 시스템은 CAT I 정밀 접근을 통한 모든 비행단계 동안에 1차 항행수단으로 GPS를 사용하는 항공기 요구조건을 지원하는 데 필요한 정확성, 가용성 및 보전성을 제공하도록 설계되어졌다.

WAAS(Wide Area Augmentation System)는 매우 넓은 서비스 지역을 커버하는 데 사용되는데, WRS(WAAS Ground Reference Station)들은 WAAS 네트워크를 형성하여 링크되며, 이 네트워크들은 캐나다와 다른 가능한 지역들을 커버하도록 연장되어질 예정이다.

네트워크에 있는 각 기준국들은 정정 정보들을 계산하는 WMS(Wide area Master Station)로 데이터를 전송하며, WMS에서 정정 메시지들이 준비되면 GUS(Ground Uplink Station)를 거쳐 GEO(Geo-Stationary Orbit)로 Uplink시킨다. 그 다음 이 메시지들은 WAAS의 서비스 지역에서 비행하는 항공기에 탑재된 수신기로 GPS(L1, 1575.42MHz)와 같은 주파수로 방송되어지는 시스템으로 구성되어 있다.

WAAS 전송메시지는 GPS 신호 정확도를 100m에서 대략 7m로 향상시키며, 항법 메시지에 포함된 정보는 GPS/WAAS 수신기에 의해 처리되고, 위치 결정 및 보전성 감시에 대한 위성 배치에 추가 위성을 더함으로써 분명히 전체 시스템의 가용성을 증가시킬 수 있다.

결국 WAAS에 의해 정확성, 가용성, 보전성, 연



(그림 1) 미국의 WAAS 개념도

속성 강화를 통하여 GPS가 CAT I(CATegory I) 정밀접근 이하의 모든 비행 단계에서 1차 항행수단으로서 역할을 할 수 있도록 구현되고 있으며, (그림 1)은 WAAS의 개념을 보여주고 있다.

② WAAS의 구현

WAAS는 모든 기능을 제공하는 하나의 통합된 시스템으로 구성되며, P3I(Pre-Planned Product Improvement)를 통한 시스템 개량에 의한 3단계로 이루어진다.

• 1단계(Initial Operating System: ICO):

2개의 Master Station과 5개의 Reference Station들로 구성되는 FVS(Functional Verification System)가 제공된다. CAT I 정밀접근을 위한 보조 수단 능력뿐만 아니라 비정밀 접근 능력을 통한 enroute 1차 수단 능력을 얻기 위하여 WAAS의 최초 운영 시스템 구성은 2개의 Master Station과 25개의 Reference Station, 임차된 정지통신위성(GEO) 및 Ground Uplink로 구성된다. 간단히 1단계 계약 완료 후, FAA는 NAS(National Airspace System)에 운영을 위해 WAAS를 운영개시 할 예정이다.

• 2단계(Increment Improvement):

추가적인 Master Station, Reference Station 및

통신 위성 제공에 의해 최초 구성을 연장할 옵션들로 구성된다. 2단계는 또한 완전한 운영 및 유지보수 기능을 제공할 것이며 2000년 중반에 완료될 것으로 예정되어 있다.

• 3단계(FOC):

WAAS FOC(Final Operating Capability)를 완료하고 추가적인 Master Station, Reference Station 및 통신 위성을 제공하여 정밀접근 능력을 제공할 예정이다. 이 단계는 2001년 말에 완료예정이며 모든 최초의 WAAS 하드웨어를 개량하고 시스템에 대한 원격유지보수감시 능력을 일체화시킬 것이다.

WAAS 계획은 또한 NAS에서 WAAS 운용을 위한 기준, 인증, 시설 및 절차의 개발을 지원할 것이며, 이에는 항공교통에 사용하기 위한 GPS 절차, 장애물 회피 요구조건, 항공기 분리 기준, 항공 측량, 민간 조종사들을 위한 훈련 프로그램 지원, 위성항행 사용에 반영하기 위한 비행점검 및 FAA 규정 및 문서의 개정과 같은 요구조건 들을 포함할 예정이다.

2) LAAS

① LAAS의 개념

FAA는 CAT II/III 정밀접근 능력뿐만 아니라 WAAS가 할 수 없는 CAT I 정밀접근 능력을 제공

하는 LAAS(Local Area Augmentation System)를 구현하는 것을 계획중이다. 게다가, LAAS 신호 성격은 공항 주변에서 보다 정확한 위치 정보를 사용자에게 제공하는 것이며 표면 항행 센서와 표면 감시/교통관리시스템으로서 LAAS가 사용 가능하다.

LAAS는 WAAS를 보완하는 것이므로 WAAS가 현재의 항행 및 착륙 요구조건을 충족시킬 수 없는 지역에서 사용될 수 있으며, 존재하는 더욱 자세한 CAT II/III 요구조건을 충족할 수 있다. 또한, CAT II/III 정밀접근에 필요한 대단히 높은 정확성을 제공하므로 end state 구성은 항공기 위치를 1m 이하로 정확히 나타낼 것이며 서비스의 융통성, 안전성 및 사용자 운영 비용이 상당히 향상될 것이다.

1992년 10월 이래, CAT II/III 정밀접근을 위한 LAAS의 가능성을 평가하기 위한 광범위한 연구가 수행되어왔으며, 1995년 여름에 FAA는 실험용 LA DGPS(Local Area Differential GPS) CAT III 시스템의 비행시험을 성공적으로 완료했다. 400회 이상의 성공적인 자동착륙 접근 및 착륙이 4개의 다른 실험용 시스템을 사용한 B727, B737, B747 및 IAI Westwind 사업용 제트기에 로그되었으며, 미국 회사 및 대학의 원조로 완료된 가능성 연구 결과는 정확도가 대략 1m, 보전성 시간은 1~2초 그리고 시스템의 가용성이 충분히 만들어질 수 있는 것으로 나타났다.

## ② LAAS의 구현

LAAS는 처음에는 보완시스템으로 NAS에 사용되어질 것이고 중국에는 무선 항행의 1차 수단의 주요 성분으로 완성되어질 것이며, LAAS는 표면 항행 서비스를 요구하는 모든 사용자에게 제공할 것이다. 이 서비스 단계는 단계적 접근으로 구현되어질 것이다. 1 단계는 원하는 모든 NAS 사용자들에게 제공되어질 CAT I 서비스를 보장할 필요가 있는 WAAS를 보완하는 능력을 제공할 것이다. 2 단계는 LAAS가 CAT II/III 서비스를 제공할 것이며, 마지막 3단계는 모든 원하는 사용자들에게 표면항행 능력을 제공할 것이다.

LAAS는 점진적으로 전환될 것이며, GPS에 근거한 항행 및 착륙 시스템을 창조하기 위해 WAAS 및 기타 NAS 능력을 통합할 것이다. 전적으로 LAAS 능력은 표면 항행, 장애물 및 지형 Clearance, 계기 접근, 시간분리 그리고 ADS(Automatic Dependent Surveillance) 구현 분야에서 충분히 개발되어질 것이다.

## 2. 러시아

러시아는 적절한 장비를 장착한 사용자들이 정확한 위치, 속도 및 시간을 결정할 수 있는 우주로부터 나온 신호를 제공하기 위한 GLONASS(The Russian GLObal NAVigation Satellite System)를 개발 및 구현하고 있다. GLONASS는 높은 정확성과 가용성을 제공하며, 항법 커버리지는 연속적이고 전세계적이며 모든 기상에서 가능하다. 3차원 위치 결정은 GLONASS 위성에 의해 송신된 통과시간 측정과 RF 신호의 도플러 효과에 기초를 두고 있다.

GLONASS 위성들은 RF 스펙트럼의 두 개의 L-band 부분(L1: 1,602.5~1,615.5MHz, L2: 1,246.4~1,256.5MHz)에서 방송하며 두 개의 이진코드, C/A 코드 및 P 코드, 그리고 데이터 메시지를 가지고 있다. GLONASS는 주파수 분할 다중방식(Frequency Division Multiple Access: FDMA) 개념을 기초로 하며, GLONASS 위성들은 별개의 L-band 채널 즉, 별개의 주파수에서 반송파 신호를 송신한다. 그리고, GLONASS 수신기는 자체 추적 채널에 별개의 주파수를 할당 시킴으로써 모든 보이는 위성들로부터 나온 전체 유입신호를 분리한다. FDMA의 사용은 각 GLONASS 위성이 동일한 P 코드 및 C/A 코드를 송신하게 한다.

그러나, GLONASS 위성들은 설계수명을 모두 초과한 상태이며, 추가적인 위성 발사가 시급한 실정이다. 또한, 러시아의 재정 악화로 신속한 재정 지원이 없다면 GLONASS는 와해될 가능성이 크다. 최근 러시아는 GLONASS 및 사용주파수를 유럽과 공유하기 위한 제안을 내놓은 상태이다.

<표 2> 미국 GPS와 러시아 GLONASS간의 비교

구분	GPS	GLONASS
운용단계의 위성수	21+ 3(spare)	21+ 3(spare)
궤도면	6, 위상 60°	3, 위상 120°
궤도면 주위의 위성수	4, 불등간격	8, 등간격
궤도경사각	55°	64.8°
궤도고도	20,183km	19,100km
궤도주기	약 11시간 58분	약 11시간 16분
기준좌표계	WGS 84	SGS 85
기준협정세계시	UTS(USNO)	UTC(SU)
방송주파수 (MHz)	L1: 1,575.42 L2: 1,227.60 모든 위성이 같은 주파수	(1,602 + k * 9 / 16) (1,246 + 7 / 16) k=0, 1, 2, ..., 24 위성마다 다른 주파수
위성신호 분할	CDMA	FDMA
코드	위성마다 다름 C/A code: 1.023 P code: L1, L2	위성에 공통 L1 L1, L2
코드주파수(MHz)	C/A code: 1.023 P code: 10.23	0.511 5.11
Clock 보정	Offset, Drift Drift rate	Offset, Drift
궤도데이터	매시 수정(케플러 궤도요소)	30분마다 위치, 속도, 가속도 수정
통신방식	스펙트럼 확산 (직접법)	스펙트럼 확산 (직접법)

<표 2>는 미국의 GPS와 러시아의 GLONASS간을 비교해 놓은 것이다.

### 3. 유럽

유럽은 미국방부에 의한 GPS의 독점 운용 및 이에 따른 유료화 가능성에 대비하여 정확도와 신뢰도, 가용도를 향상시킨 차세대 범 세계 민간 위성항법시스템(Global Navigation Satellite System: GNSS)에 대한 연구개발을 ESA(European Space Agency)를 중심으로 진행하여 왔다.

GNSS는 기술적으로 기존 GPS의 정확도인 100m를 5~10m까지 향상시키며, 무결성 감시 기능을 강화하여 신뢰도를 향상시키고, 가용도를 향상시키기 위하여 확장시스템을 이용하며, 통신기능 등에 부가 서비스를 추가하는 것이다. 이를 위하여 기존의 지상

제어 의존도 감소, 위성에서의 자동 궤도 결정 및 위치계산의 정확도 향상, 위성체 내의 시계 정확도 향상, 지상으로의 전파환경 보상, 수신기에서의 전파수신 오차제거 등의 기술개발을 필요로 한다. 현재 검토 중인 시스템 구조는 경사궤도 및 정지궤도 위성을 이용하는 구조와 다수의 저궤도 위성 및 소수의 정지궤도 위성을 이용하는 구조가 있다.

전 세계를 대상으로 하는 GNSS에 대한 막대한 구축비용 문제와 기존에 보급된 GPS 수신기와의 호환성 문제 때문에, GNSS를 2단계로 나누어 추진하고 있다[3].

#### 가. GNSS-1(EGNOS)

GPS 및 GLONASS를 기본으로 하고 여기에 정지궤도(GEO) 위성을 연계한 확장 위성항법시스템으로서, 유럽에는 EGNOS(European Geostationary Navigation Overlay Service)라고도 하며, 2000년까지 초기 운용능력을 갖추고, 2003~2004년까지 전체 시스템의 구축을 완료할 예정이다. GEO 위성의 대상으로는 항법전용 위성인 INMARSAT-3이나 일본의 MSAT이 활용될 수 있는데, 이들 위성은 GPS/GLO-NASS 서비스를 개선하기 위해 항법신호를 중계할 수 있는 중계기가 탑재되어 있다. 또한, 정지위성 및 경사궤도 위성을 이용하여 기존의 GPS와 GLONASS를 확장/보완하는 EGNOS 시스템을 개발하고 있으며, 이들 위성은 GPS와 GLONASS 서비스를 개선하기 위해 항법신호를 중계할 수 있는 중계기가 탑재되어 있다. 이를 위해 1996년부터 INMARSAT III를 사용하여 미국의 광역보정시스템인 WAAS 형태의 시범서비스를 유럽을 대상으로 실시하고 있고 2000년부터 본격 작동 예정으로 있다[4].

#### 나. GNSS-2(Galileo)

유럽이 GNSS-1을 대체할 목적으로 연구하고 있는 차세대 국제 민간 위성항법시스템으로 정지궤도 위성과 경사궤도 위성을 기본으로 하는 것이 특징이며, 유럽지역만을 커버하는 ENSS(European Navi-

gation Satellite System), 유럽과 남미지역을 커버하는 ESANSS(Europe and South-America Navigation Satellite System) 등 많은 안이 검토되고 있다.

Galileo 시스템으로 명명된 GNSS-2는 2020년까지 기존의 GPS를 대체하는 독자시스템을 구축하는 것인데, 구축비용의 자금분담, 운용주체, 손해 시 책임 등의 문제 등 국가간의 합의가 완료되지 않았으며 미국의 압력 등으로 본격적인 GNSS-2 구축작업은 부진한 상황이고, 현재는 시스템 구조 설계, 표준화 작업과 관련 요소 기술개발을 추진하고 있다. 현재 추진중인 GNSS-1(EGNOS)은 미국의 WAAS, 일본의 MSAS와 같이 전세계를 커버하는 위성항법보정시스템을 구축할 수 있기 때문에, 단계적으로 GNSS-1을 완료하여 사용하다가 점진적으로 GNSS-2로의 이동을 고려하고 있다.

유럽은 이러한 기술개발 및 EGNOS 구축을 통하여 미국의 영향권에서 벗어나고자 하며 동시에 보다 나은 성능과 안전성을 보장하는 시스템을 구축함으로써 현재 전세계의 위성항법 장비 및 서비스를 점유하고 있는 미국과 일본으로부터 경제적 이익을 취하고자 하는 것이 주목적이다. 따라서 전세계의 위성항법시스템 및 체계의 표준화를 주도하고 있고, EGNOS용 다중표준 수신기 프로토타입을 개발하여 시험하는 등 이를 통해 차세대 측위서비스 시장의 선점을 추구하고 있다.

#### 4. 일본

일본의 우주개발 사업단(National Space Development Agency of Japan: NASDA)은 2002년부터 새로운 독자 지역권 위성항법시스템을 구축하기로 정하고, 700억 엔의 예산으로 한 개의 정지위성과 3개의 경사 저궤도 위성을 사용하여 중국, 인도네시아, 일본, 괌을 포함하는 지역에 10m의 정확도를 제공할 계획을 추진하고 있다. 이는 미국의 GPS가 미국 국방성에 의하여 독점 운용되고 있고, 정확도가 일상생활에 활용되기에는 문제가 있기 때문이다.

그러나 일본의 과학기술위원회(Science and Technology Agency: STA)는 고비용과 미국에의 자금

을 이유로 일본이 독자적으로 위성항법시스템 구축을 유보하였고, 대신에 NASDA로 하여금 독자위성항법시스템 구축에 필요한 기술개발을 수행하도록 하였는데, 우선 1,900만 달러의 연구예산으로 수소 원자시계와 정밀궤도 결정기능을 개발하기로 하였다.

그렇지만 일본은 미국의 보장 장담에도 불구하고 항상 일본을 커버하는 안전보장의 차원에서, 그리고 경제적 안전을 보호하기 위해서 위성항법을 유지해야 한다는 것을 인식하고, 현재의 GPS를 확장하는 지역시스템 구축 방법을 추진하고 동시에 유럽과 공동으로 GNSS 시스템을 개발하는 방향으로 나가기로 정하였다.

일본은 GNSS-1 프로그램 개념으로 민간항공운행을 위하여 정지궤도 위성인 MTSAT(Multi-functional Transport Satellite) 위성을 이용하는 위성항법보정시스템(MTSAT Satellite-based Augmentation System: MSAS)을 개발하고 있다. 이 MSAS는 MTSAT을 사용하여 유사 GPS 신호를 전송하며, 모든 GPS 위성의 건강상태를 무결성 감시(integrity monitoring) 채널로 알려주며, 동시에 보정신호(differential correction)를 전송하는 종합보정확장시스템이다. MSAS는 아시아·태평양 지역에서의 민간항공 항법을 제공하는데, GPS를 바탕으로 하므로 미국의 WAAS와 호환되고 바로 연동되도록 되어 있으며, 유럽의 EGNOS와 함께 향후 GNSS를 개발하는 데 필요한 중간시스템으로서의 역할을 하게 된다.

다음의 <표 3>은 일본이 추진하고 있는 MSAS 개발 계획이다.

<표 3> MSAS 개발 계획

계획 연도	개발 계획
1999	MTSAT-1 발사
2001	1 단계 MSAS 구축
2001~2003	시스템 수정 보완 및 향상
2005	MSAS 구축완료

#### 5. 한국

GPS Magazine에 의하면 세계적으로 GPS 엔진 보드를 생산하는 업체의 수는 10여 개 업체가 있으

며, GPS 엔진보드를 이용한 GPS 수신기 생산업체는 자체 엔진 보드 생산업체를 포함하여 60여 개 업체가 있다. 국내에서도 GPS 기술 및 그 응용에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있으나, 대부분 GPS 수신기를 이용한 차량 단말개발 쪽으로 편중되어 있으며, 일부기업에 의해 L1 C/A 코드 GPS 수신기 설계 및 제작 기술이 확보되어 있고, L1 C/A 코드 GPS 수신기의 핵심칩 개발이 이루어지고 있는 상태이다. 이러한 고부가가치를 갖는 High-end Application DGPS(Differential GPS) 수신기 및 시스템 관련기술은 국내에는 초기단계 연구가 이루어지고 있고, 장비는 전량 수입에 의존하고 있으며, 대부분의 핵심기술은 미국의 회사들이 독점하고 있는 상태이다. 고부가가치의 DGPS 응용 제품 개발에 이은 시장진출을 위해서는 단순한 수신기 제작뿐만 아니라 GPS 시스템 정확도와 신뢰도를 향상시키기 위한 DGPS 핵심 기술개발, GPS Augmentation 기술개발 등이 요구되는 실정이다.

또한, 국내기술이 경쟁우위를 갖고 있는 것으로 평가되고 제작·생산하고 있는 이동통신 단말기 및 이동통신기종 장비는 전세계적으로도 이동통신시스템의 상용화에 앞서 있다. 따라서, 국내에서 서비스되고 있는 모든 이동통신시스템(Cellular, PCS, CT-2, IMT-2000)을 연계하여 사용할 수 있는 위치측정시스템을 국가적인 차원에서 개발하여, 기존 이동통신 인프라의 효용성을 증대시키고 위치측정시스템 개발의 경제성을 향상시킴으로써 대체항법기술을 이용한 GPS 대체시스템 개발이 요구되고 있다.

### III. 표준화 동향 및 주요 국제기구

현재 미국은 GPS를 전세계 위성항법시스템의 세계표준화로 추진하여 자국의 이익을 극대화하고, 또한 시스템 개발, 유지 및 운용에 필요한 막대한 비용을 GPS 유료화를 통하여 충당하려는 계획을 가지고 있으며, 이러한 미국의 유료화 동향에 대응하기 위해 각국은 대체위성항법시스템을 개발하기 위해 노력하고 있다. 또한, GPS와 관련된 표준화 연구도 활

발히 이루어지고 있으며 GPS 표준화 동향 및 주요 국제 기구와 활동내용은 다음과 같다.

#### 1. GPS 관련 국제 표준화 동향

##### 가. 분야별 표준화 동향

다수의 국가 또는 국제기구가 GPS 장비에 영향을 주는 표준을 제정하고 있는데, 수신기의 경우 ICE(International Electrotechnical Commission)와 CENELEC(European Commission for Electrotechnical Standardization)은 GPS 수신기의 성능수준, 시험방법 및 표준 충족에 요구되는 시험결과에 대한 표준인 IEC 61108-1(1996-06)을 1996년에 채택하였고, 항공분야에 있어서는 EUROCAE(European Organization for Civil Aviation Equipment)가 비행밀 응용분야 표준인 ED-72A(Minimum Operational Performance Specification for Airborne GPS Receiving Equipment Used for Supplemental Mean of Navigation) 문서를 1997년에 승인하였다.

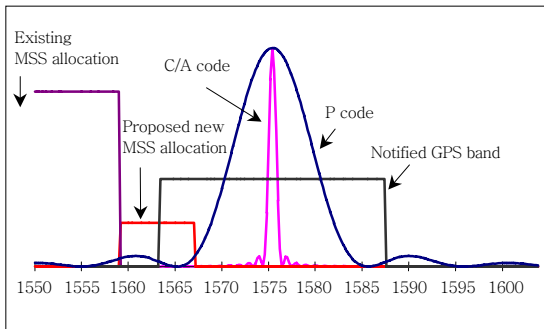
그리고, DGPS 서비스의 경우에는 CENELEC이 RDU(Radio Data System) 회의 결과를 토대로 하여 선행표준안인 prEN50067을 준비하고 있고, RDU는 FM 라디오 방송으로 DGPS 신호를 송신하며, 미국은 RDU 표준안을 1998년에 승인하였다. 일본의 DGPS인 MSAS의 데이터 형식은 RTCA SC-159를 따르고 있다.

선박자동식별시스템(Universal Shipborne Automatic Identification System: AIS)은 항만 관제용으로 개발된 2S(Shore to Ship) 방식인 DHS/VHF 방식과 4S(Ship to Ship, Ship to Shore) 방식의 2가지 방식이 검토되었으나, 국제기구에서 4S 방식을 국제표준으로 채택하였으며 TDMA(Time Division Multiple Access)를 사용한다.

##### 나. 주파수 분배

위성항법시스템의 표준화에 있어서 가장 중요한 문제는 위성항법시스템용으로 사용할 주파수의 분배이며, 이러한 주파수 분배를 위하여 각국 및 국제





(그림 2) WRC-97에서 제시한 주파수 대역

기구들의 표준화 노력이 활발하게 이루어지고 있다.

WARC-92는 미국이 속한 제 2지역에서 이동위성업무(Mobile Satellite Service: MSS) 상향회선(E-s)을 위해 1,670~1,710MHz 주파수대를 분배하였으며, WRC-95(The World Radiocommunication Conference 95)에서는 육상이동위성업무(Land Mobile Satellite Service: LMSS), 항공이동위성업무(Aeronautical Mobile Satellite Service: AMSS) 및 해상이동위성업무(Maritime Mobile Satellite Service: MMSS)로 기존에 분배된 1,525~1,559MHz 주파수대를 일반적인 MSS(s-E) 용으로 분배하였다. WRC-97에서 제시한 분배된 주파수는 (그림 2)와 같다.

그리고, WRC-97에서 일부국가는 기고서를 통해 상기의 1,670~1,710MHz(1,675~1,683MHz)에 상응하는 MSS 하향회선(s-E)을 위해 1,559~1,567, MHz 주파수대를 분배해 줄 것을 요청하였으며, 미국을 비롯한 ICAO는 지리적인 정보 및 시간 정보를 결정하기 위해 전세계적으로 무료로 사용되는 ARNS(Aeronautical RadioNavigation Service)/RNSS(RadioNavigation Satellite Service)가 갖는 공공성과 항공기 및 선박의 운항에 요구되는 안전성으로 인해, 간섭으로부터 절대적인 보호가 필요하기 때문에 상기 주파수대의 MSS(s-E) 분배가 불가능하다는 견해를 강력히 표명하였다.

각국은 MSS(s-E) 송신신호의 pfd 기준에 대해 <표 3>과 같이 각기 다르게 제시하고 있다. 유럽을 대변하는 프랑스의 CEPT(European Conference

of Postal and Telecommunications Administrations) 또는 INMARSAT이 ARNS/RNSS와의 공유 기준인 MSS(s-E) 송신신호의 pfd를 높게 제시한 반면에, 미국 및 ICAO는 낮은 값을 제시하고 있다.

CEPT는 1,559~1,567MHz 주파수대에서의 MSS(s-E) 분배에 대해 처음에는 현재 운용중인 GPS 및 GLONASS-M 시스템과의 공유 가능성에 대한 분석결과를 제시하였으나, 유럽에서 차세대 ARNS/RNSS 시스템으로 공표된 시스템(E-NSS-1, LSAT NAV, Pseudolites)에 대한 분석에서는 공유 가능성이 불투명하며, 실질적인 데이터를 이용하여 추가 연구가 필요하다는 결과를 제시하고 있다[3]. 미국과 ICAO(International Civil Aviation Organization), IMO(International Maritime Organization)는 계속해서 세계 GNSS에서의 GPS가 갖는 중요성을 제시하면서, 무조건적으로 ARNS/RNSS 시스템이 보호받아야 한다는 의견을 제시하고 있다[4]. 그리고, 유럽을 대변하는 CEPT는 ARNS/RNSS와의 공유 기준인 MSS(s-E) 송신신호의 pfd를 높게 제시한 반면에, 미국 및 ICAO는 낮은 값을 제시하고 있기 때문에, MSS(s-E) 송신신호의 pfd 기준에 대한 세밀한 분석이 요구된다. <표 4>에서는 각국의 pfd의 분석 내용을 비교하고 있다.

## 2. 표준화 관련 주요 국제기구 및 활동

### 가. ICAO

ICAO는 위성항행시스템의 표준기술기준과 운용 절차를 수립하기 위하여 7개 위원회를 설치·운영하고 있으며 각 위원회의 임무는 <표 5>와 같다.

### 나. IMO

IMO는 선박의 안전운항과 해상교통의 효율성 증진을 위해 위성항법시스템(GPS, GLONASS)을 이용하는 선박자동식별장치(AIS), 해상교통서비스(Vessel Traffic System: VTS)의 개발과 이에 필요한 표준 실행권고안 및 항법장치 표준을 제정하고 있다.

IMO는 해상인명안 전협력(SOLAS)을 개정하여

<표 4> 각국의 pfd(dBW/m<sup>2</sup>/1MHz) 분석내용 비교

ARNS/RNSS 시스템	미국	ICAO	INMARSAT	CEPT	비고
운용 GPS	• CEPT 기준 적용: 공유불가* • INMARSAT 기준 적용: 공유불가	-	-99 (-103)	-114	C/A code (P code)
계획 GPS	-	-	-	-139.5	
E-NSS-1	-	-134.3 (-144.3)	-119	-125	광대역 (협대역)
LSATNAV	-	-	-	-129	
Pseudolites	-	-134.7 (-144.7)	-108	-121.6~-125.4	광대역 (협대역)

\*Tracking은 공유 가능함.

<표 5> ICAO 위원회 및 임무

위원회	임무
자동항행 감시시스템 위원회	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 항공교통서비스(ATC)용 운용절차개발</li> <li>• ADS(Automatic Dependent Surveillance) 관련 표준권고실행안(Standards and Recommended Practices: SARPs) 및 절차개발</li> <li>• 개별국가 및 지역 내에서의 ADS 실행계획 지원</li> </ul>
항공이동통신 위원회	<ul style="list-style-type: none"> <li>• VHF 통신시스템 지침서 개발</li> <li>• VHF 데이터 링크 SARPs 개발</li> <li>• 음성/데이터 통신시스템(SARPs) 개발</li> </ul>
항공종합통신 위원회	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ATN 지침서 개발</li> <li>• ATN SARPs 개발</li> </ul>
전천후 기상운영 위원회	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 접근, 착륙, 출발, 지상이동에 필요한 새로운 시스템의 적용가능성 보장 연구</li> </ul>
위성항법시스템 위원회	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GNSS 관련 지침서 개발</li> <li>• GNSS SARPs 개발</li> </ul>
분리기준검토 위원회	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 필수항행실행성능(Required Navigation Performance: RNP) 분리기준 개발</li> <li>• 지역항법 SARPs 개정 제안서 개발</li> <li>• ADS 관련 최소분리기준 SARPs 개정 제안서 개발</li> </ul>
2차 감시 레이더 개선 및 충돌회피시스템 위원회	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mode S 데이터 링크 지침서 및 SARPs 개발</li> <li>• 항공기 충돌방지시스템 지침서 및 SARPs 개발</li> </ul>

2002년 7월 1일부터 전세계적으로 국제항해를 하는 전여객선 및 총 300톤 이상의 화물선에 대하여 선박 자동식별 시스템(AIS)을 시행하기로 결정하였으며, 이에 따라 AIS는 1999년 1월 도입계획 수립, 1999년~2000년 시스템 설계, 2001~2002년 시스템 개발, 그리고 2002년 7월 1일부터 정상운영 예정이다.

#### 다. RTCA

RTCA(Radio Technical Commission for Aeronautics)는 항공통신, 항법, 항공감시 등 항공에 관련된 기술적 개념들을 정의하고 요구조건을 개발하는 비영리단체로 18개의 특별위원회와 프로그램 운영위원회, FFSC(Free Flight Steering Com-

mittee)로 구성되어 있다. GPS에 관한 특별위원회로서 SC-159는 민간항법의 기본수단으로 GPS를 사용하는 장비의 FAA 승인을 위한 최소표준을 개발하고 있다. <표 6>은 SC-159의 작업반 및 역할을 보여주고 있다.

#### 라. EUROCAE(EUROpean Organization for Civil Aviation Equipment)

항공분야에서 발생하는 기술적 문제의 해결과 항공장비의 MOPS(Minimum Operation Performance Specification)을 개발하는 단체로 18개의 Working Group으로 구성되어 있으며, 이 기관의 작업반 및 임무는 <표 7>과 같다.

<표 6> SC-159 작업반 및 임무(RTCA)

Working Group	Mission
Working Group 1	GPS/GLONASS
Working Group 2	GPS/GIC/WADGNSS
Working Group 3	GPS/other Navigation System
Working Group 4	Precision Landing Guidance & Airport Surface Surveillance
Working Group 4A	CAT II/CAT III Precision Approach
Working Group 4B	Airport Surface Surveillance
Working Group 6	Ad Hoc Sub GNSS Interface

mittee)는 세계의 주요항공사의 대표들로 구성되어 있으며, 국제적인 표준안 제정을 위한 위원회로 8개의 Project group과 각 Subcommittee로 구성된다. 이중 항법사업 그룹(Navigation Project Group)은 FMS(Flight Management System) Subcommittee, GPS/XLS Subcommittee, NDB(Navigation Database) Working Group으로 구성되며, Subcommittee의 역할은 <표 8>과 같다.

바. FAA

FAA는 GPS signal의 accuracy, integrity, availability를 증진시키기 위해 정치체도의 통신위

마. AEEC

AEEC(Airlines Electronic Engineering Com-

<표 7> EUROCAE 작업반 및 임무

Working Group		Mission
ID	Name	
WG-13	Standard of Navigation Performance	Improvement of air traffic efficiency by the optimized use of airspace
WG-14	Environment	Definition of environmental conditions and test procedure to be applied in the airborne equipment testing
WG-18	Global Navigation Satellite System	Utilization of satellite-based systems for navigation and precision approach
WG-31	Lightening	Ensurance of safety of flight in presence of lightening hazards
WG-33	High Intensity Radiated Fields	Protection of aircraft and systems against electromagnetic interference
WG-41	Surface Movement Guidance and Control Systems	Improvement of ground traffic safety and increase of airport capacity
WG-44	Terrain Data Bases	Guidelines of preparation of terrain data bases for aeronautical use
WG-45	Data Link Application	Certification and implementation of air-ground data link systems
WG-46	Electronics Hardware	Guidance for design assurance of integrated electronic hardware
WG-47	VHF Data Link	Development of specification for VHF data link equipment
WG-48	Avionics Computer Resource	Approval and qualification of a non-or partially dedicated airborne computer, including operating system, for multiple applications
WG-49	Mode S Transponder	Development of specifications for mode S data Link transponders and processors
WG-50	Recording for ATM	Consideration of in-flight recording for data link communication in Air Traffic Management(ATM)
WG-51	Automatic Dependence Surveillance-Broadcast	Use of broadcast communication for increased airborne surveillance information
WG-52	Software	Guidance on certification methods for airborne and ground based safety related software
WG-53	Air Traffic Services	Guidance on safety, interoperability and performance for world-wide or regional services
WG-54	Ice Detection	Development of specification for on-board ice detection systems
WG-55	New Satellite Aeronautical Communication	Analysis of capabilities of next generation satellite systems communications

<표 8> AEEC 세부위원회 및 임무

Subcommittee	Mission
FMS	Development of navigation capabilities consistent with a global CNS/ATM operating environment that include GNSS navigation, automatic dependent surveillance, 4D navigation and controller/pilot data link communication. Provide growth capability to accommodate advanced CNS/ATM functions as they emerge.
GPS/XLS	To develop and maintain standards for Global Navigation Satellite Systems(GNSS). These include standards for the WAAS(Wide Area Augmentation System) and LAAS(Local Area Augmentation System) standards as being defined in the RTCA MOPS

성을 사용하는 WAAS, 지상에 Pseudolite을 설치하여 GPS의 Capability를 확장하는 LAAS(Local Area Augmentation System)을 개발하고 있다. WAAS는 2000년 9월 시험운영을 시작할 예정이며, LAAS는 2003년 시험운영을 실시할 예정이다.

사. ITU

ITU(International Telecommunication Union)의 3개의 부서 중 1개인 ITU-R에서 주파수 관련 사항을 담당하며, 이를 위하여 매 2년마다 WRC(World Radio Conference)가 개최되며, 다음 WRC-2000이 예정되어 있으며, GPS 주파수 사항이 결정될 예정이다. ITU-R에서는 무선 주파수를 담당하고 있으며, ITU-T, ITU-D에서는 통신을 담당하고 있다.

IV. 결론

최근 들어 ITS 기술개발 및 휴대폰 서비스 등의 일환으로 GPS 기술의 응용이 활발히 이루어지고 있는 반면에 국내 GPS 기술개발은 미흡한 실정이다. 이러한 상황에 미국이 GPS를 유료화할 경우 그에 따른 상당한 비용 지출이 발생할 것이며, 유럽 및 일본 등의 기술 선진국의 경우에는 유료화 사태에 대비하기 위해 대체위성항법시스템의 개발에 노력을 기울이고 있다.

그리고, 막대한 비용의 발생뿐만 아니라 미국의 이익에 관련된 상황이 발생할 경우 갑작스러운 GPS 서비스의 제공 중단 등의 사태도 예상되므로 대체위성항법시스템 및 고부가가치의 DGPS 응용제품, 핵심기술 개발, GPS Augmentation 기술개발 등의 GPS

핵심기술 및 관련기술 개발이 필요하다.

따라서, 국내 기술이 세계적으로 경쟁우위에 서 있는 이동통신시스템 기술과의 연계를 통하여 기존 이동통신시스템의 효율화를 이루고, 이러한 기술을 이용한 기술확보 및 대체위성항법시스템의 개발이 절실히 요구된다. 그리고, 개발된 기술의 국제 표준으로의 제정을 위한 표준화 활동에도 활발히 참여하여 국제 시장에서의 경쟁력을 갖도록 노력하여야 할 것이다.

참고문헌

- [1] <http://www.utexas.edu/depts/grg/gcraft/notes/gps/gps.html>.
- [2] Global Positioning System Standard Positioning Service Signal Specification, Department of Transportation, 2<sup>nd</sup> Edition, 1995.
- [3] V. Ashkenazi, G. Hein, D. Levy, and P. Campagne, "GNSS SAGE: SATNAV Advisory Group of Experts," *Proc. of the 11<sup>th</sup> Int. Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation*, 1998. 9.
- [4] Rick Farnworth, Edward Breeuwer and Andrew Watt, "EGNOS Operational Test and Validation for Civil Aviation-User Requirement," *ION GPS '98 Proc. of 11<sup>st</sup> Int. Technical Meeting*, Vol. I, 1998.
- [5] COMMENTS OF THE NATIONAL TELECOMMUNICATIONS AND INFORMATION ADMINISTRATION, Federal Communications Commission, 1999. 6.
- [6] Global Positioning System (GPS) Spectrum Protection Report to Congress, Department of Defense, Vol. 64, No. 168, Federal Register, 1999. 8.
- [7] AIR FORCE SPACE COMMAND CAPSTONE REQUIREMENTS DOCUMENT, Air Force Space Command, 1997. 7.