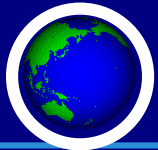


위치결정기술 (GNSS/GPS 및 실내측위)



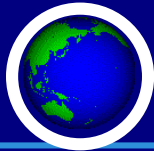


강의 목차

- GNSS의 개요
- GPS의 특성 및 위치결정 방법
- DGPS/VRS GPS/SBAS
- GNSS의 활용분야
- 실내측위방법

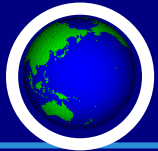


GNSS의 개요



유비쿼터스 시대의 위치결정기술의 최근 동향

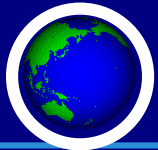
- **국내 동향** : 국가적 LBS, ITS 사업 등 추진으로 편리하고 저렴한 측위기술 필요
 - 유비쿼터스 시대로 도래로 웹기반 지도서비스에 따른 정보의 공간화 추세
- **국외 동향** : GNSS 위성의 다변화로 위치측위 경쟁력 증대 노력
 - GPS 현대화, G4 서비스 운용, 실내측위기술
 - 일본의 준 GPS 위성 진수 계획
- **사용자** : 신속하고 경제적이며 신뢰성 있는 위치결정 서비스 요구
 - 일반 항법 분야 : Any where, Any Time, Free Charge
 - 정밀 측량 분야 : 기존 RTK GPS 측량기법의 정확도 향상 절실
- GPS 상시관측소 망을 이용한 **Network RTK 방식의 종합적**(항법 및 측지운용을 위한 실시간 및 후처리) **서비스 제공**
 - 대표적 예 : 독일 SAPOS, 일본, 스위스, 덴마크, 호주 등 다수
 - DGPS, VRS GPS, SBAS 로 진화



GNSS의 개요

GNSS(Global Navigation Setellite System)의 개요

- 미국의 GPS(Global Positioning System)와 러시아의 GLONASS등과 같이 위성체계를 활용한 **전세계적 위치정보서비스 시스템**
- 주로 실외의 위치측위 체계로 이용되어 스마트폰 등 모바일 환경의 측위체계로 산업화
- 지상수신소에서는 최소한 4개 이상의 위성 신호를 받아 **3차원 위치정보**와 나노-초 단위의 **세계시 결정** : (X, Y, Z, T)
- 위성의 위치와 항법정보(**위성시계, 전리층모델, 위성궤도요소, 위성상태 등**)를 기반으로 사용자의 현재 위치 결정(**삼각법 이용**)
- 최근에는 GPS와 GLONASS의 **G2에서 G4로 확장되어 정확도가 향상되고 있음**



GNSS의 서비스 종류 및 특성

● GNSS 서비스 현황

● GPS

미국(국방성)에서 1973년부터 운영, NAVSTAR GPS,
고도 20,180Km, 위성수 24기(2007년이래 30기 운용)

● GLONASS

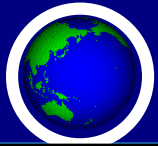
러시아(국방성), 1982년 위성발사, 위성수 24기중 현재 17기 운용,
고도 19,100Km, 2011년 11월 이후 전세계 서비스

● GALILEO

유럽연합, 1999년 사업착수, 2016년 14개 위성 운영중이며, 2020년 30기 위성
운용 목표, 고도 중고도

● Beidou

중국, 1차시스템(2000~2003)년 구축된 시범시스템(Beidou 1A/1B/1C)으로
중국과 주변지역을 대상으로 하고 있으며, 2차시스템은 Beidou 2로 35개 위성을
통해 2020년 전세계를 대상으로 계획하고 있음



G4의 구성



Beidou

- 중국
- 현재 서비스 중

GALILEO

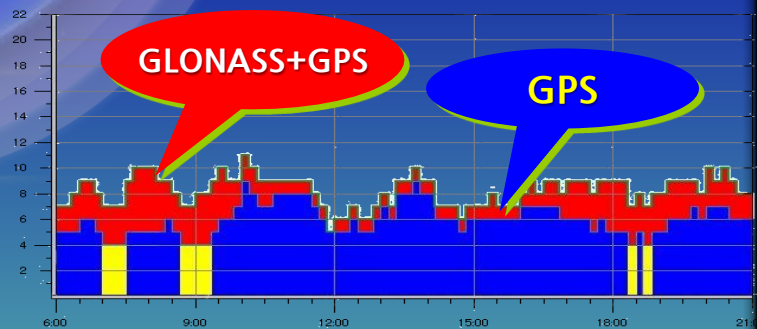
- 유럽 연합
- 미래 서비스 예정

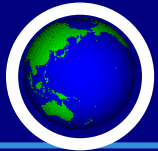
GPS

- 미국
- 현재 서비스 중

GLONASS

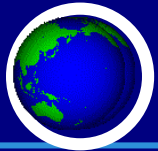
- 러시아
- 현재 서비스 중





GPS : 미국

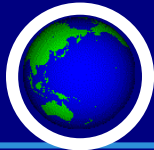
- 위성전파를 이용한 범세계적 위치결정시스템으로 전 세계를 포괄하며, NAVSTAR(NAVigation System with Time And Ranging)GPS (Global Positioning System) 가 공식명칭임
- 미국정부가 1978년 이후 DNSS의 대체형으로 군사목적으로 개발
- 위성고도가 20,180km이며, 회전주기는 약 11시간 58분(1/2항성시) 임
- 어디에서나 기상에 관계없이 24시간 위치결정 가능 : 현재 30기 운용
- 관측점간의 시통 확보와 관계없이 측량 가능 : 위성신호수신 가능지역
- GIS 데이터의 실시간 취득에 활용 가능 : 활용성 증대
- 위치결정의 정확성 및 신속성 확보하여 경제적임
- 컴퓨터와 통신기기의 결합 : 다양한 응용분야 창출하여 위치기반서비스로 산업화
- 장거리관측시 전리층 지연오차 등을 소거하여야 함
- 위성전파 수신이 어려운 실내관측에는 사용하기 어려움
- 1983년 9월 16일 KAL007기 격추후 미국에 GPS 민간 무료 활용



GLONASS : 러시아

- ✓ 미국에 GPS에 대응한 **러시아(국방성)의 위성항법시스템**
- ✓ 1982년 위성발사 : **고도 19,100Km**
- ✓ 자국의 경제불안정, GPS와 경쟁력 열세로 한계에 직면
- ✓ 1999년 2월 대통령성명 발표 : **GLONASS 국제 협력 의사**
 - 유럽연합과 장래 GNSS에서 GLONASS의 공동운영 의사 천명
 - 유럽은 러시아의 항법위성 운용기술과 항법주파수 활용방안 모색
- ✓ GLONASS-M 개발계획과 D-GLONASS망 구축 계획
- ✓ **2011년 11월 이후 전세계 서비스 중**
- ✓ 현재 24기중 **17기 작동 중**
- ✓ GPS+GLONASS의 G2로 운영후 사용자 증가

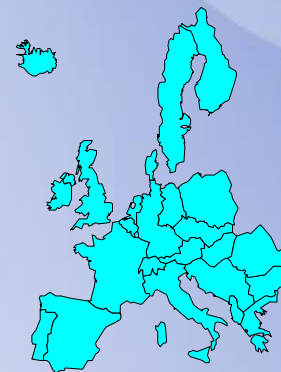


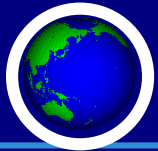


Galileo Project : 유럽연합

- 유럽연합(EU)의 독자적인 위성항법시스템
- GPS에 의존할 경우, 유럽주권의 종속 우려(사용료, 기술종속 등)
- GPS 호환, 독자적인 GNSS개발 : Galileo 프로젝트
- 2016년 기준 14기 운영중이며, 2020년 30기로 증설

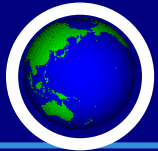
단 계	내 용
초기(1999.10~2000.12)	• Galileo System 설계(장비, 발전Model 등)
개발(2001.01~2001.12)	• 위성 설계 검증
비준(2002.01~2004.12)	• 3개의 MEO 위성제작 발사, 지상국 일부 개발 • 장비와 위성의 H/W 증명
발전(2005.01~2007.12)	• 궤도 결정, 수정위성 제작발사, 지상국 완성 • 위성배치 완성 및 시스템 시험 운영
공급 (2008 이후)	• 유럽 및 각 국가에 서비스 공급 개시





Beidou 계획 : 중국

- 중국이 개발한 지구측위시스템(GPS)용 인공위성
 - 과거 2012년 12월 이 위성을 이용하여 내비게이션 서비스 시작
- 2013년에 아시아·태평양 10만 명 상당 거주 지역으로 서비스
- 서비스 권역을 2014년 30만명, 2015년 50만명으로 넓히는 계획 에 맞춰 계속 발사할 예정
- 25m쯤이던 위성의 지상 위치 측정 오차를 2012년 말 10m로 줄이는 등 내비게이션 서비스에 적극적임
- 2020년까지 미국 위성을 이용한 GPS 시장의 80%를 베이더우 체계로 대체한다는 목표를 세움



일본의 위성항법시스템

■ 최대의 GPS 활용국가

- 현재 1200점의 GPS기준국 운용 중(지진예지, 지각변동, 측지측량, CNS 등)

■ 친 GPS정책(1996년 이후 미/일 GPS 협의회 개최), EU와 교류모색

■ GPS 보정항법시스템 : MSAS 구축(1999년 11월 발사)

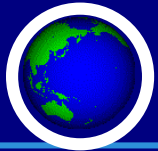
■ MTSAT(Multifunction Transport Satellite) 발사(1999년8월)

■ 장기적으로 대체항법시스템 구축 연구수행

- 독자 시스템 핵심기술 연구 : 원자시계/위성시각관리기술(CRL)
- 지역 위성항법시스템 구축 : 8자 궤도형 구축 기술 연구



GPS의 특성



■ Transit System(NNSS)

- 개발시기 : 1950년대 후반 ~ 1960년대 초기 **미해군**에서 개발
- 개발목적 : **위치/측량 및 군함 항해체계 마련**
- 활 용 : 1964년 가동하여 1969년에 민간에 공개

■ DNSS(Defense Navigation Satellite System) 및 NTS-2

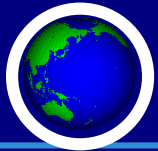
- 개발시기 : 1973년 미 국방부(해군에서 개발)
- 내 용 : Timation + 621B 통합
- 발 전 : **Navstar(Navigation System with Timing And Ranging) GPS로 발전**
- 내 용 : 위성을 이용한 항법이론의 타당성 검증

■ 1978년~1985년 : 11기의 Block I 위성발사

■ **1984년** KAL-007기 격추이후 GPS 정보의 일반인에 공개

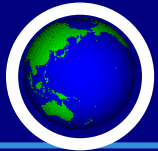
■ 1989~1990년 : **Block II** 위성(9기), 1990~1997년: **Block II A** 위성(17기)

■ 1997년이후 : **Block II R** 위성발사



GPS 개발정책의 변화

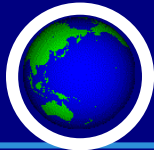
- 1991년 9월 **Standard Positioning Service** 서비스 : 향후 10년간 무료사용 허용
- 1992년 9월 ICAO(국제민간항공기구)와 91년의 선언을 확인하고, SPS를 변경할 경우 최소 6년 전에 통보할 것을 약속
- 1993년 12월 초기정상가동 선언 : 24개의 GPS위성군 완성(Block I / II / IIA)에 따라 **SPS** 실시
- **1995년 3월** 미국 클린턴대통령 선언 : GPS신호 국제사회에 제공할 것을 공표
- 1995년 4월 정상가동(FOC : Full Operational Capability) 선언 : **24개의 Block II와 IIA 위성이 정상 운행**, 군사용 기능 실험 종료
- 1996년 3월 GPS에 관한 미국대통령 선언 : 10년 이내에 SA의 중단
- 1997년 2월 미국 부통령은 민간용 제2의 반송파 서비스에 관한 계획선언 (**민간용 L5 반송파 서비스**)
- **2000년 5월 1일** : 미국 클린턴대통령의 SA의 해제 발표



SA(Selective Availability)해제

- 군사적 목적으로 GPS를 개발한 미국은 안보차원에서 적대국의 GPS 사용을 제한하기 위해 C/A 코드에 인위적으로 궤도오차 및 시계오차를 첨가
(1990년 3월 25일부터 SA를 실시)
- 전세계적으로 폭발적인 증가를 보인 GPS의 민간수요에 따라 SA 해제에 대한 필요성이 꾸준히 제기하여 2000년 5월 2일 SA 해제
- 유럽을 중심으로 계획되고 있는 새로운 위성항법시스템인 갈릴레오(GALILEO) 프로젝트에 대한 대응
- SA가 해제되더라도 수 미터의 고정밀도를 요하는 자동차 항법 및 GIS/측지 측량 분야에는 기존의 GPS측량기술이 필요함.

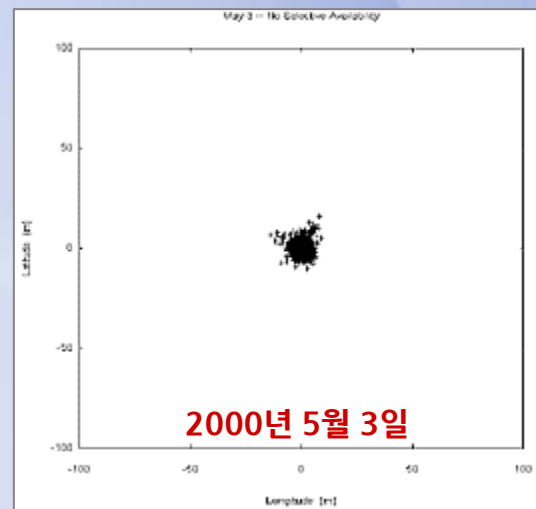
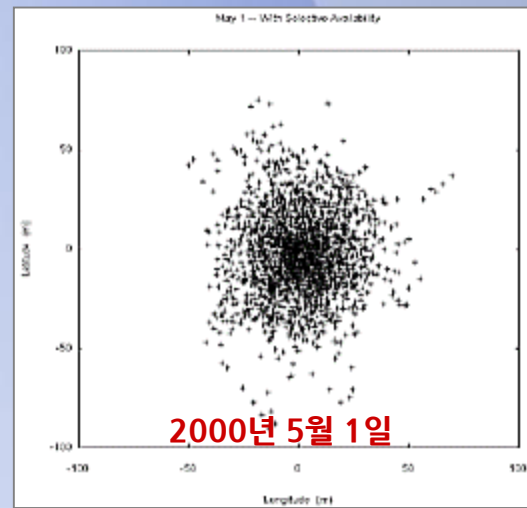
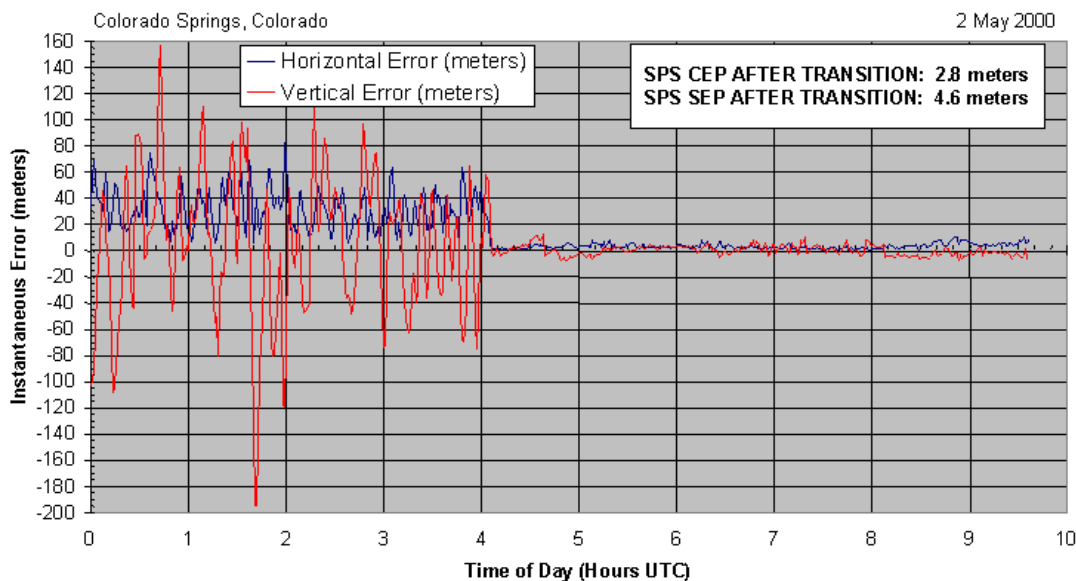
정밀도	SA(有)	SA(無)
수평방향 위치오차	100m(95%), 300m(99.99%)	20m(95%)
수직방향 위치오차	150m(95%)	30m(95%)
시간오차	340ns(95%)	40ns
속도오차	0.3m/s	



SA 제거이후(2000.5.1) 오차 및 보안장치

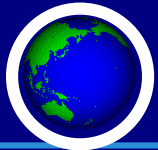


SA Transition -- 2 May 2000



❖ AS (Anti-spoofing)

- P 코드를 Y코드로 부호화하여 위장전송을 방지하는 보안장치
- 1994.1.31. 부터 적용



GPS 구성 요소

❖ 우주부분(Space Segment)

- 6개 궤도 : 21개 주위성, 3개 보조위성 배치
- 20,180Km 고도(12시간 주기로 궤도 운행), 궤도와 시간의 정보(RF신호)전송

❖ 제어부분(Control Segment)

- 지상 제어국은 위성을 감시 궤도와 시간의 특성을 보정
- 5개의 감시국, 3개의 전송국, 1개의 주 제어국

❖ 사용자부분(User Segment)

- 위치와 속도 및 시간 계산
- 항법용, 측지용, 시각동기용 수신기

- 휴대용GPS : PDA, 스마트폰
- 선박 : 항법장치
- 비행기 : 항법장치
- 자동차 : 네비게이션



사용자부분

- 안테나와 수신기로 구성
- PASSIVE MODE



우주 부분

- L1과 L2밴드 반송주파수
- L1 : P코드 및 C/A코드
- L2 : P코드

모니터링센터

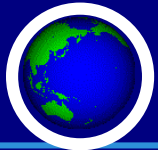
Diego Garcia
Ascension Is.
Kwajalein
Hawaii

제어부분

Colorado Springs(주관제국)

- 5개의 감시국
- 위성의 위치계산 궤도예측, GPS시간유지, 위성제어 및 작동상태 감시기능

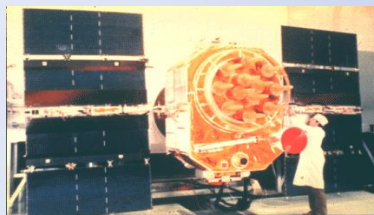




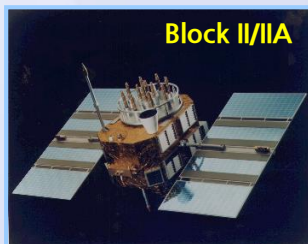
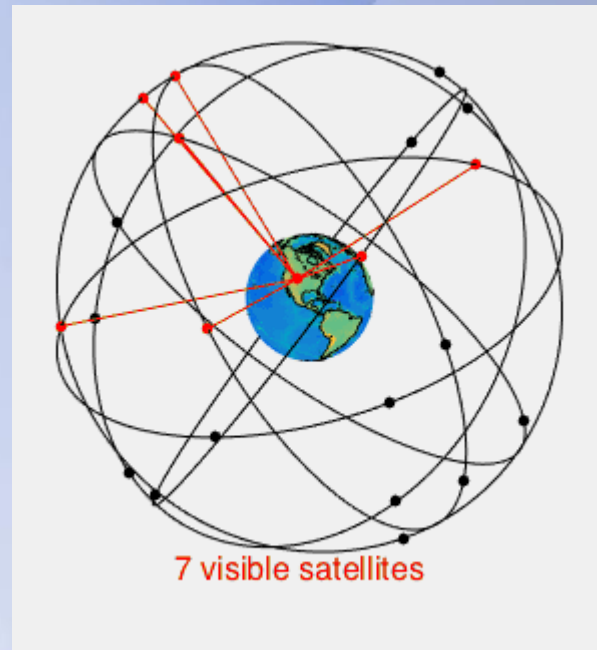
GPS 구성 요소

우주부분

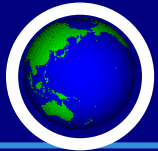
- ❖ 최소 24개의 위성(현재 32기 운영중)
- ❖ 11시간58분(1/2항성시) 주기의 궤도운동
- ❖ 20,180km 위성고도에 위치
- ❖ 배터리와 시계 내장
- ❖ 궤도와 시간의 정보를 가진 RF 신호를 전송
 - L1, L2, L5 밴드 반송주파수
 - L1 : P코드 및 C/A코드
 - L2 : P코드



GPS 위성 : BLOCK II 위성



GPS 위성 궤도



GPS 수신기의 특성

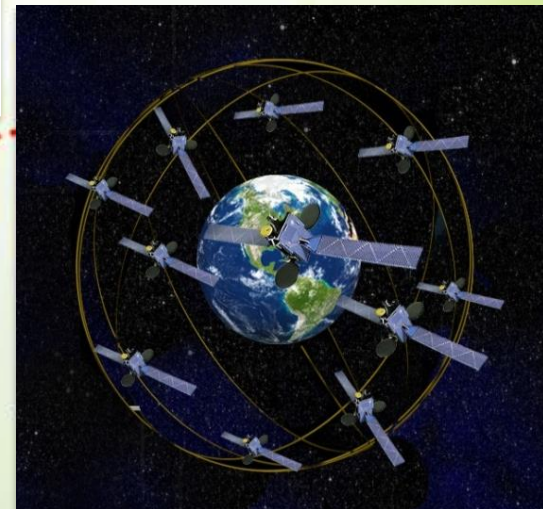
▶ GPS 수신기는 다음과 같은 요건을 구비하여야 함

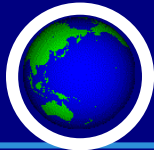
- 적지 않은 환경 잡음 속에서 필요한 GPS 위성 신호를 얻고 추적할 수 있어야 함
- 같은 시간에서의 다수의 위성신호를 추적 가능하여야 함 : 수초 이내에 4개의 위성신호 추적 가능

▶ 이러한 요건을 만족시키기 위하여 Spread-spectrum과 Pseudo-random-noise coding 기술을 이용함

- Spread-spectrum
- Pseudo-random-noise coding : 위성으로 부터 수신기 까지의 전파 도달 시간을 결정하기 위한 기술

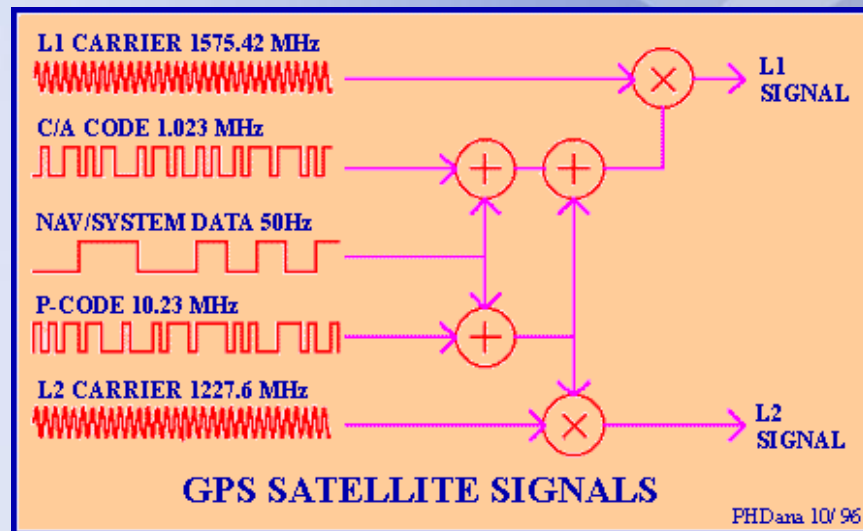
Spread-spectrum 기술 : 하나의 파에 정보를 담기에는 정보가 너무 많기 때문에 여러 개의 주파수에 정보를 나눠서 전송하여 손실을 줄이고, 지상에서 이를 조합하여 하나의 정보로 통합함으로써 속도도 빠르게 하는 기술



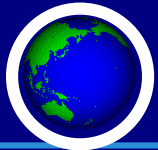


GPS 위성신호의 종류 및 정확도

신호	주파수(MHz/s) Code(Chip rate)	파장 Code Chip 길이	주기
L1	1575.42	0.190m	1ms
L2	1227.60	0.244m	1 week
L5	1176.45	0.255m	
C/A	1.023	293.3m	
P	10.23	29.3m	



- GPS 위성신호 = 열차(Carrier) + 승객(C/A, P, 항법메세지) + 불청객(bias)
 - ❖ C/A : Clear and Acrusion 또는 Coarse and Access = S code 표준코드
 - ❖ P : Precision 또는 Protect = 군용 → Y Code(P code의 암호화 코드)
- 수신기의 1 파장 또는 1Chip의 분해능 : (파장 x 1/100)
- 주기는 보내려는 정보의 종류, 양 등에 따라 달라짐



GPS 구성 요소



제어부분

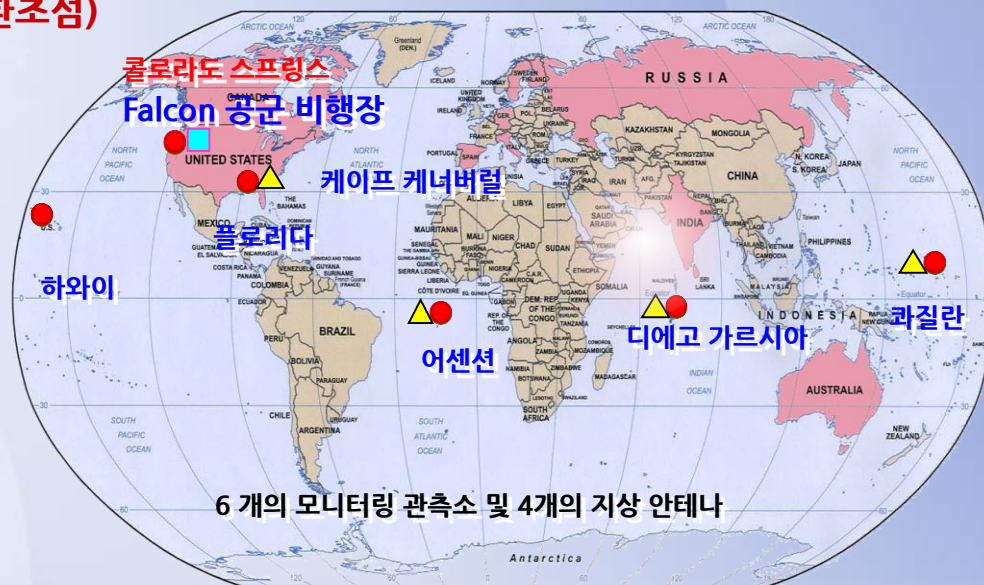
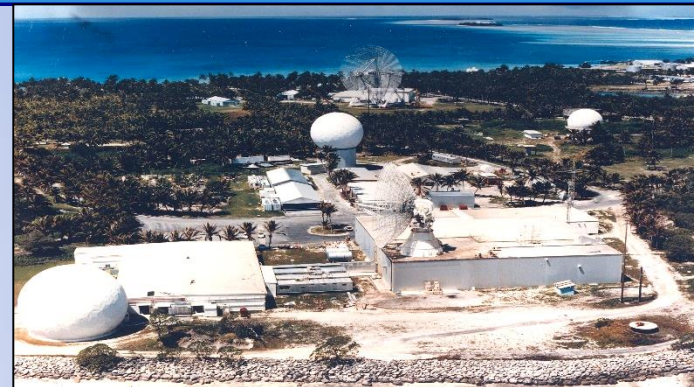
• 주 제어국

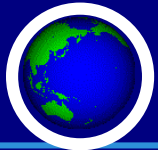
- 슈라이버 (팔콘)공군비행장 / 콜로라도주 Springs

• 6개의 unstaffed 모니터링 관측소 : 2005년 정확도향상 목적으로 운용

- ✓ 태평양 : 하와이 , 과질란(마셜제도의 환초섬)
- ✓ 인도양 : 디에고 가르시아
- ✓ 대서양 : 어센션(영국령 섬)
- ✓ 케이프 케너버럴 플로리다
- ✓ 콜로라도 Springs

• 4개의 대형 지상 안테나 관측소



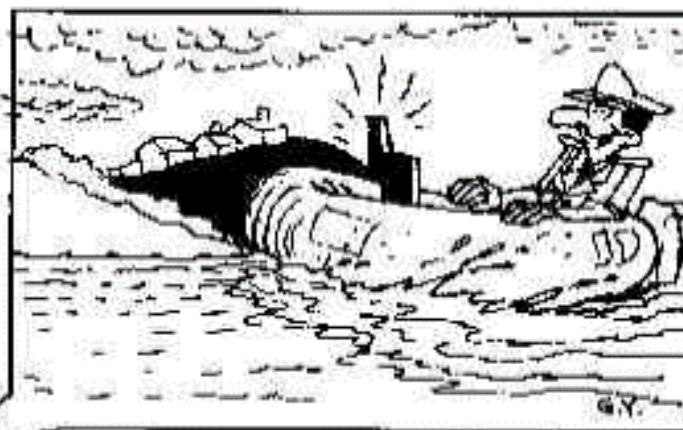


GPS 구성 요소

사용자부문



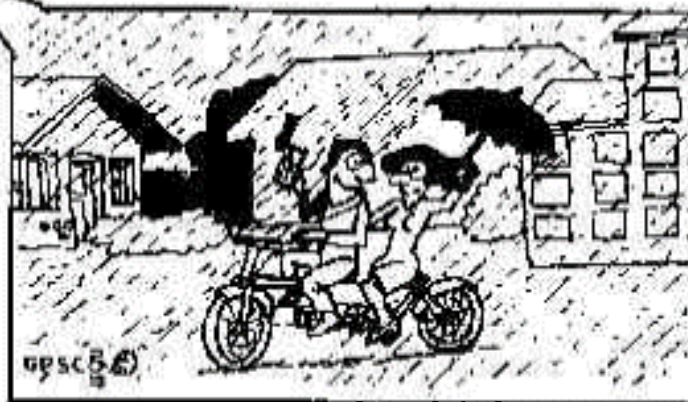
휴대용 GPS (레저)



해양 및 선박(항법)



비행기(항법)

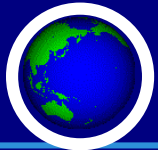


지상교통수단(네비게이션)





GPS 위치결정기술 개념



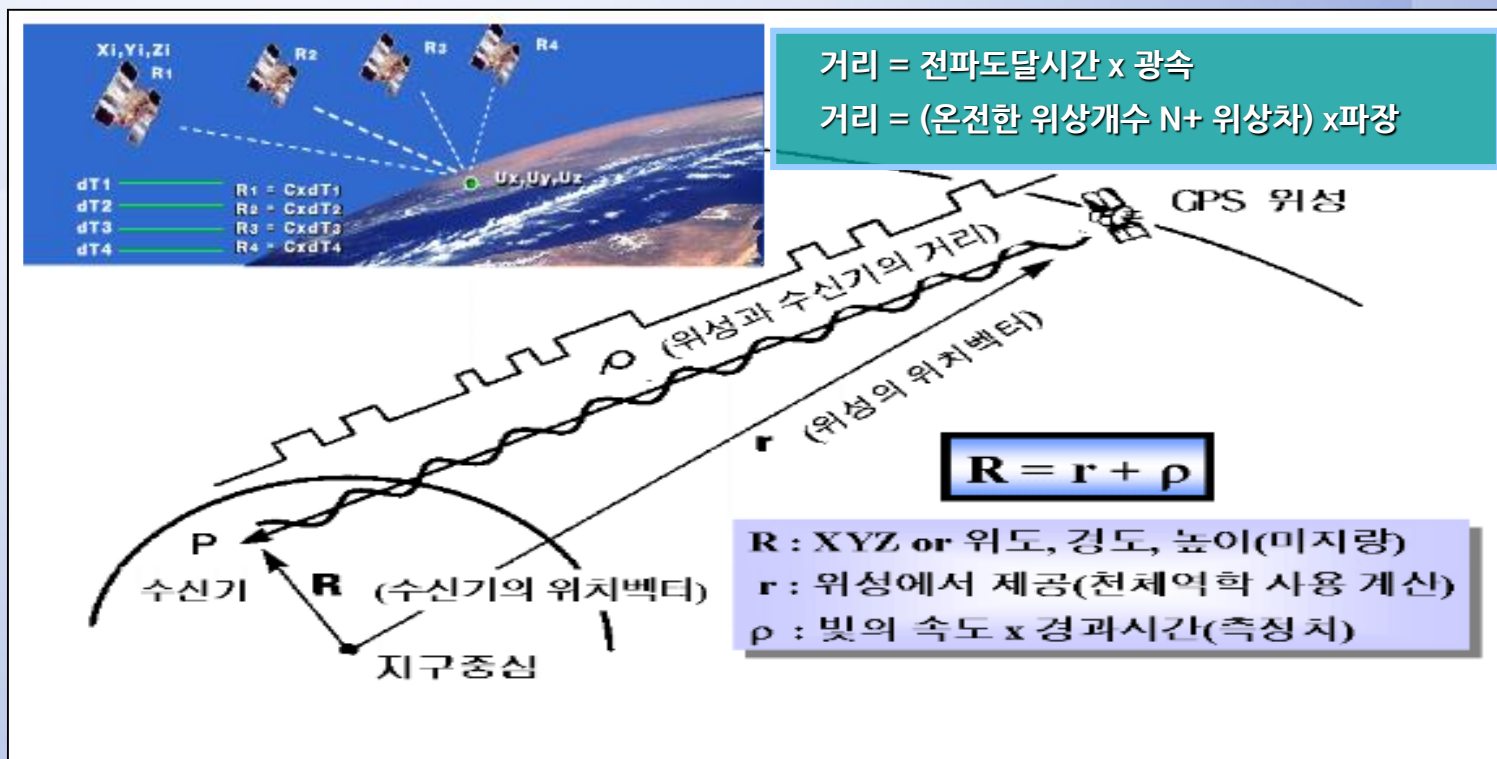
GPS의 위치결정 기본 원리

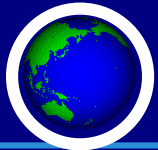
■ GPS의 위치결정 원리

- 기하학적 삼각법에 의한 위치 결정 : 벡터해석, 교선법

위치를 정확히 아는 위성에서 출발한 위성신호를 수신하여 전파의 도달 시간이나 위상차를 관측하여 거리를 구하고 미지점(사용자)의 위치(3차원후방교회법) 및 시간 결정

- 언제 어디서나 실외 위치결정이 가능한 시스템 구현



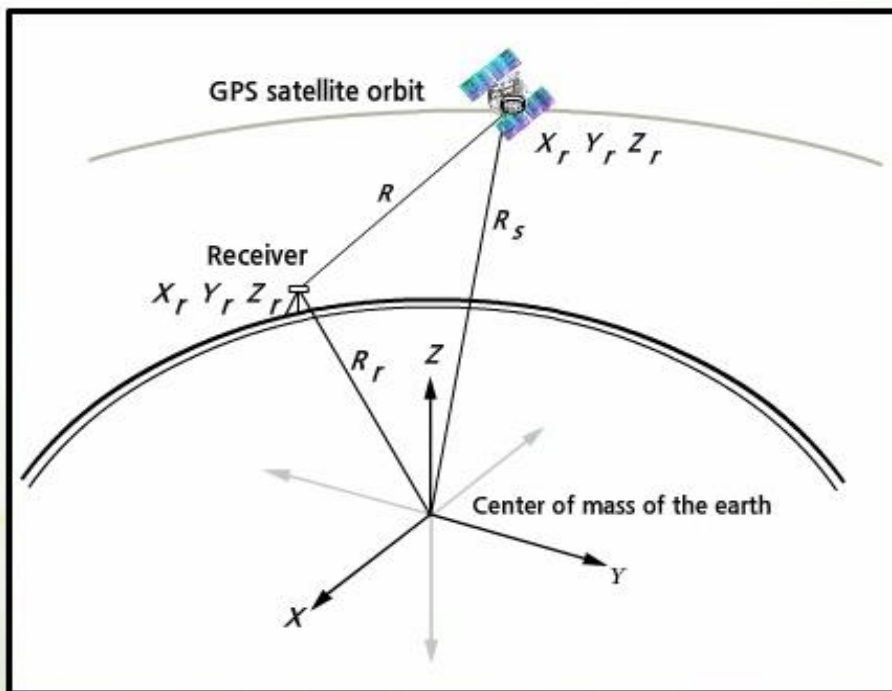


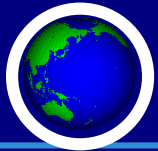
GPS의 위치결정 기본원리

❖ 일정한 궤도를 움직이는 위성을 이용한 삼각측량의 원리 적용

GPS의 기본 원리는
위성을 이용한
삼각측량

삼각측량을 하기 위해
GPS 수신기는 전파신호의
전달시간을
이용하여 거리를 측정



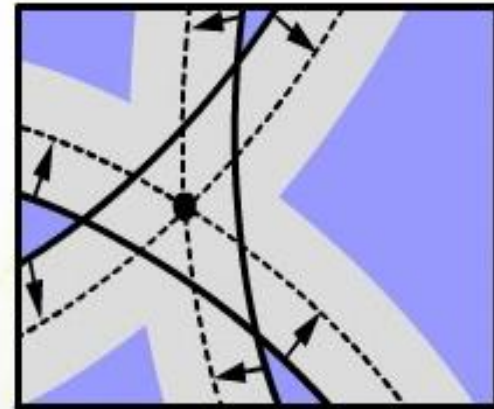
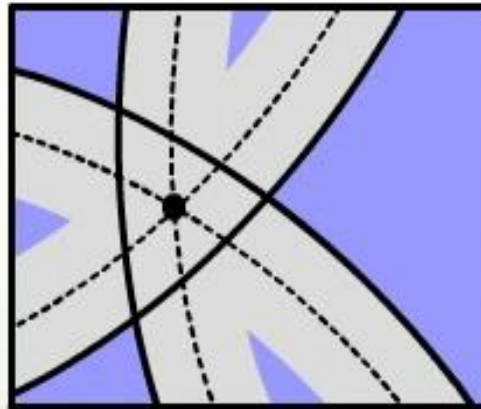
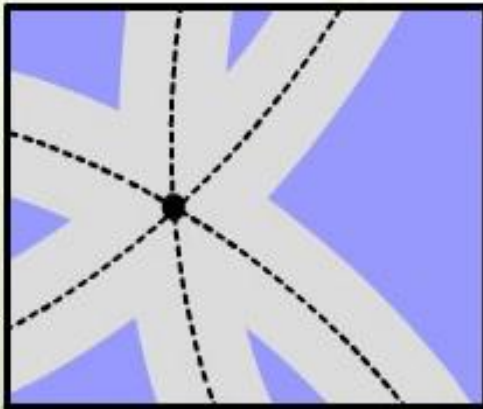


GPS의 위치결정 원리

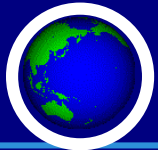
위성4개

❖ 나머지 한 개의 위성은 수신기의 시계가 위성의 원자시계보다 정확하지 않아 생기는 수신기 시계오차 보정에 사용

- 이상적이라면 세 구가 한 점에서 교차하지만, 수신기의 시계 오차 때문에 한 점에서 교차하지 않음
- 따라서 4번째 위성으로부터의 관측치를 이용해서 수신기 시계 오차를 보정하고 유일한 한 점을 결정함



- 회색 영역은 오차에 의하여 불확실한 영역



GPS를 이용한 위치결정 방법

■ 단독측위방법(절대관측방법)

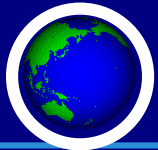
- 이용 : 정밀도가 상대적으로 낮음, 수신기 1 대 사용, 주로 항법/항해에 이용
- 분류: SPS(민간에서 이용), PPS(미 정부기관 등)

■ 상대측위방법

- 이용 : 정밀도가 상대적으로 높음, 수신기 2대 이상, 주로 측지/측량 등에 이용
 - DGPS(Differential GPS) : 단독측위용 수신기 2대를 이용
 - RTK(Real Time Kinematic) : 실시간 위치정보 취득
 - 상대측위방법(후처리) : 정밀 측지측량에 이용

■ GPS측위기법에 따른 정밀도 비교

측 위 기 법	내용	정밀도
단독측위	• GPS수신기 1대로 위치측정	10m
DGPS	• 측량용과 항법용 수신기를 결합하여 이동체의 후처리 및 실시간 정밀위치 측정	1m ~ 5m
후처리상대측위 (Static 방식)	• 2대 이상의 측량용 GPS 수신기를 이용하여 고정밀 상대 위치 측정	수 mm
실시간이동측위 (RTK 방식)	• 2대 이상의 측량용 수신기를 이용하여 실시간 고정밀 위치 측정	1cm ~ 3cm



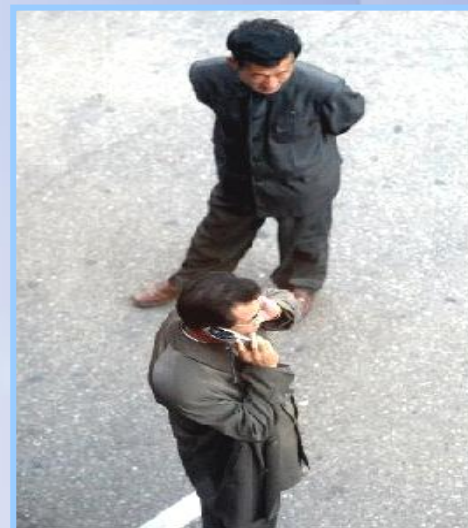
GPS 단독측위 방법

단독측위방법

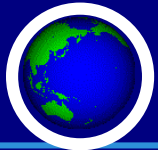
- 정밀도가 상대적으로 낮음, 수신기 1대 사용, 주로 항법과 항해에 이용
- 민간의 표준위치서비스(SPS) : 20m, PPS(미 정부기관 등)
- 휴대용 GPS : SA해제후 20m에서 다양한 GNSS 활용으로 2014년 이후 1m 정도

❖ 단독 위치결정(Code)

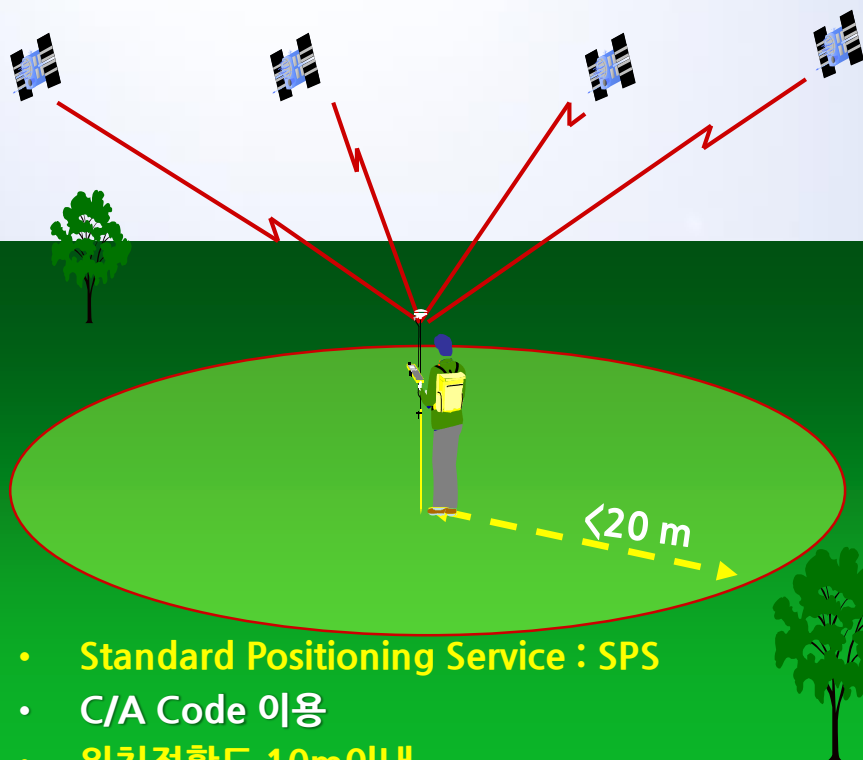
- 1대의 수신기
- 차량, 선박, 항공기 등의 항법용



5G 시대 : GPS 현대화, GLONASS 보강, GALILEO 준비



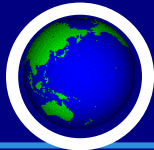
GPS 단독측위의 종류



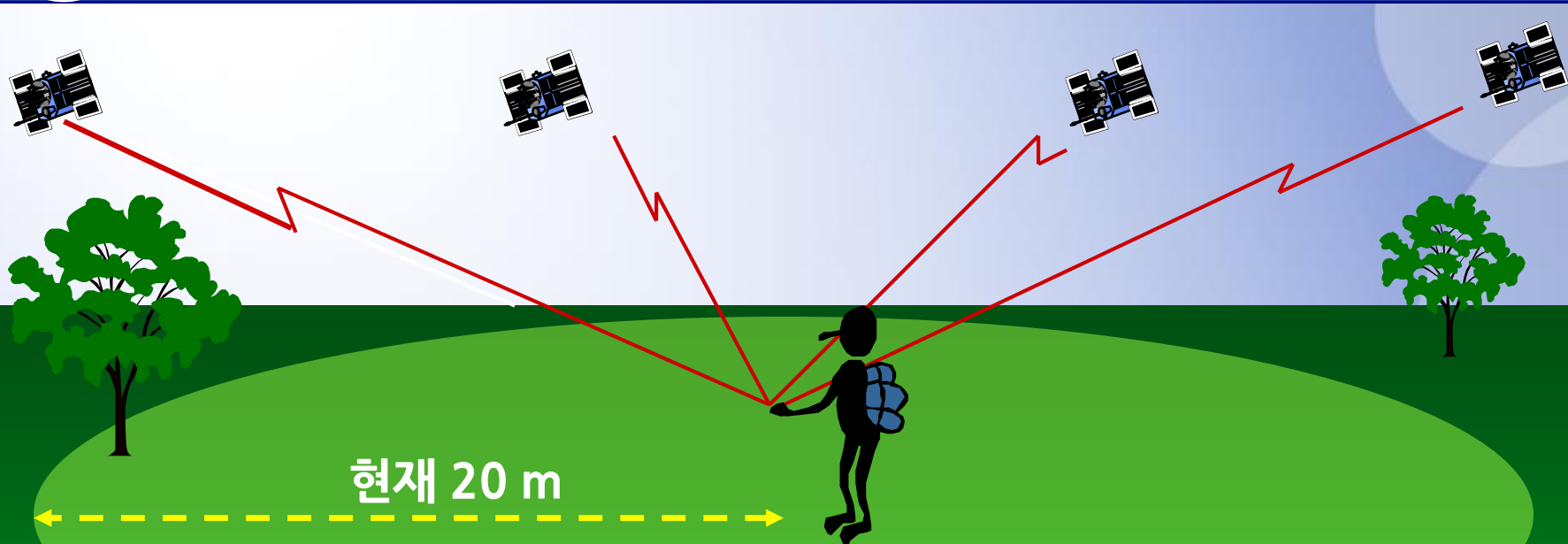
표준측위시스템 : 민간용



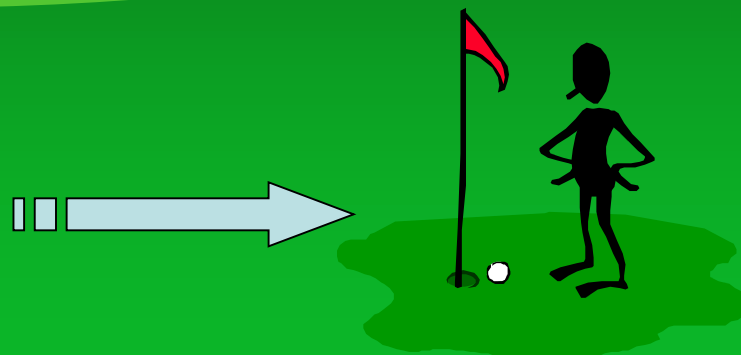
정밀측위시스템 : 군사용

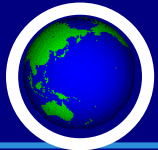


휴대용 GPS 위치결정 정확도

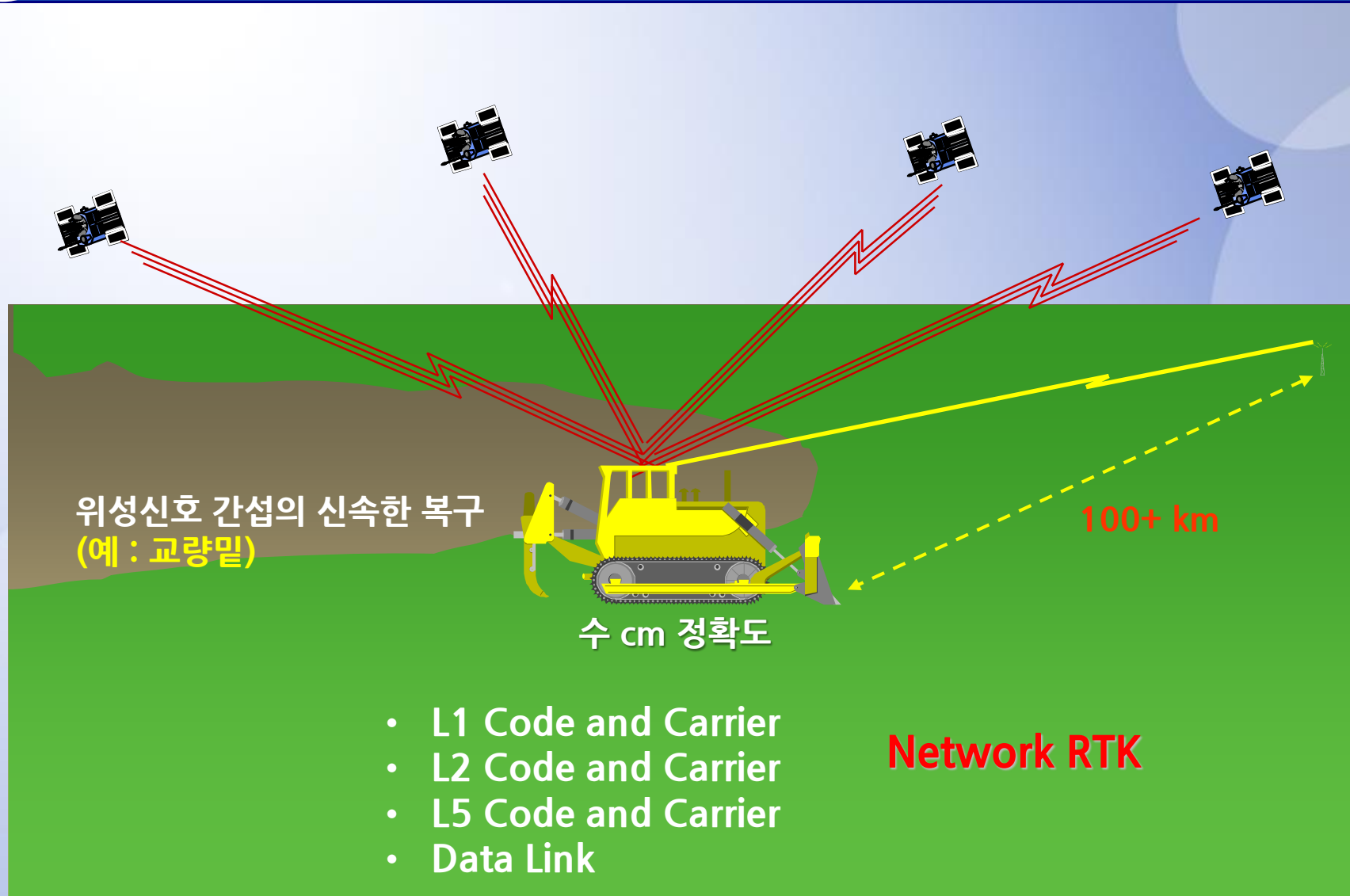


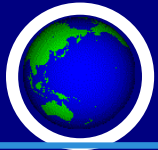
- C/A Code on L1
- SA 해제 (2000년. 5월) : 20m
- 2006년(10m이내), 2009(5m이내)
- 2014년 이후 1m 이내 로 발전





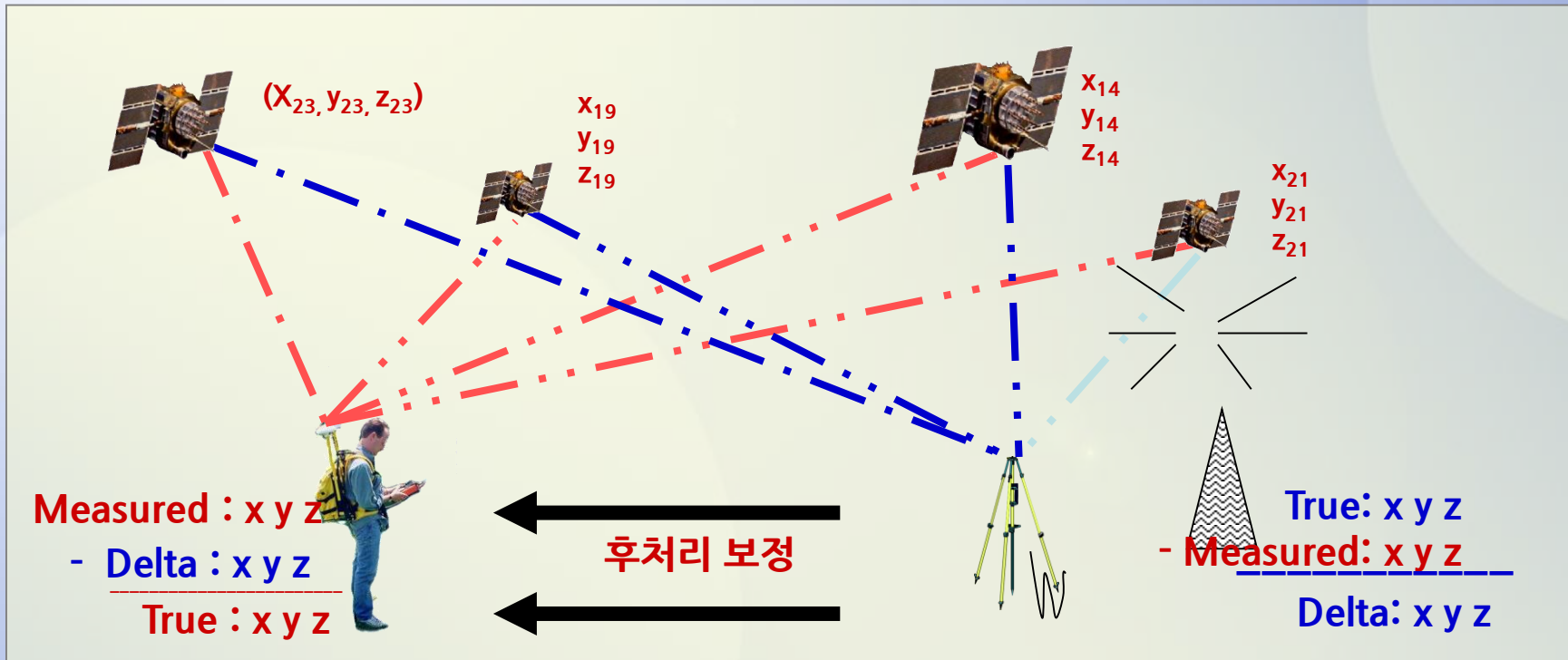
정밀측위시스템의 건설분야 활용

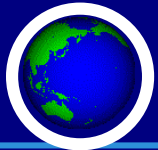




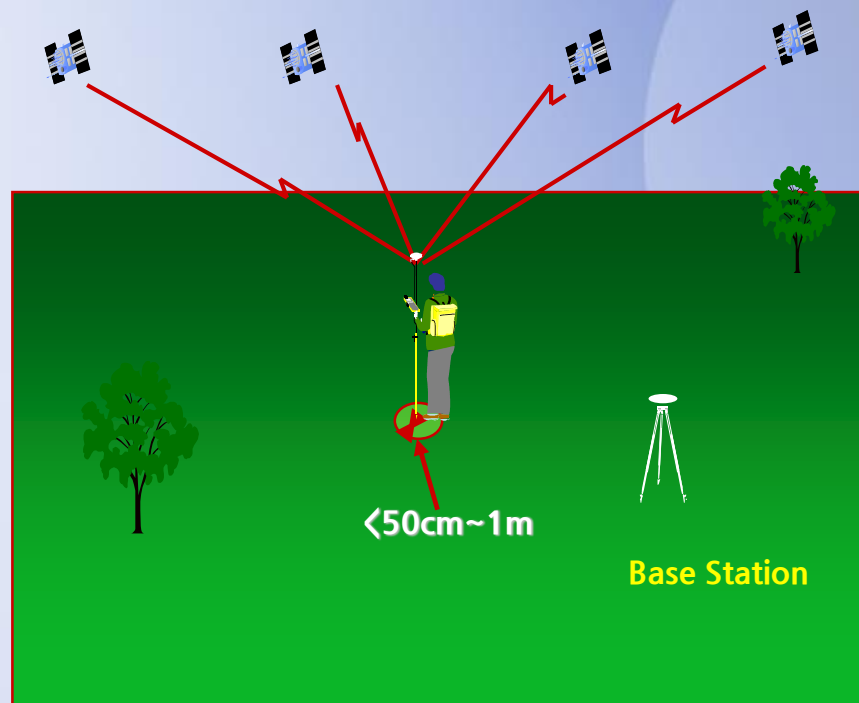
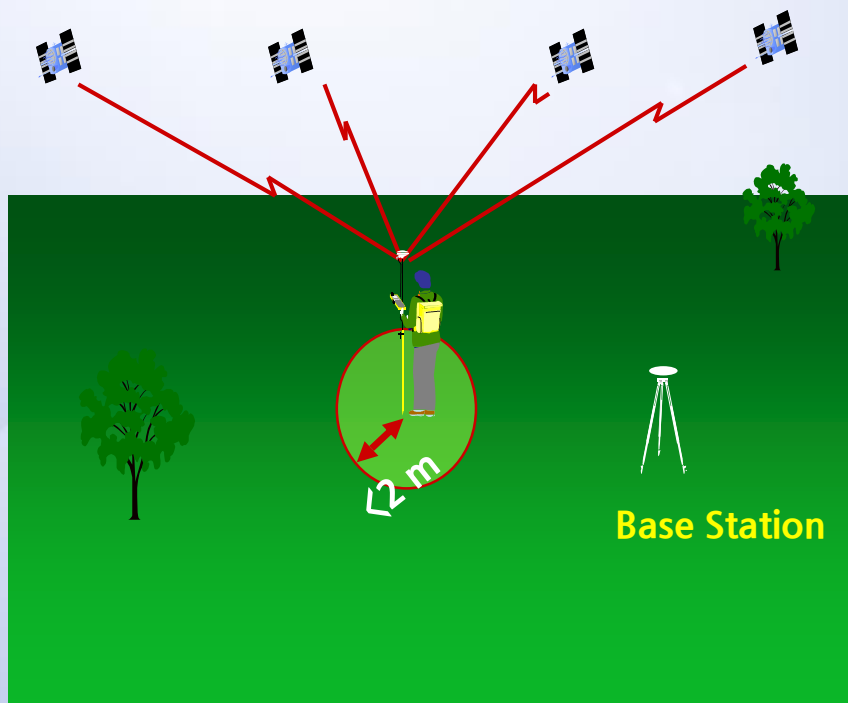
GPS 상대측위방식 : Differential GPS

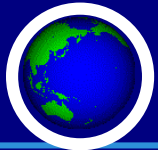
- 최소 2대 이상 GPS 사용하며, 상대적으로 정밀도가 좋아 정밀측지측량에 사용
- Cycle Slip과 전파음영에 취약하며, 최소 2대의 수신기와 1대의 모뎀 필요
- 전리층의 영향을 무시하고 개념을 전개한 것으로 10Km이내 적합



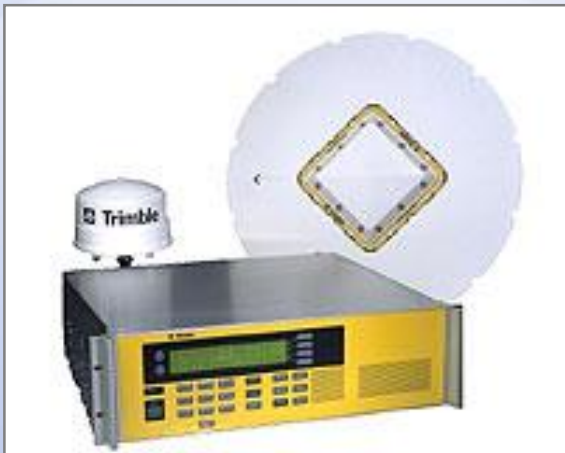


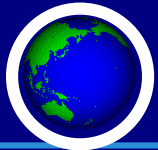
지도제작용 DGPS 수신기





정밀 측지용 GPS 수신기





Real-Time Differential GPS

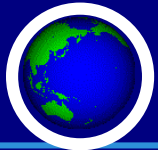
● DGPS의 정의

GPS 위성과 사용자 수신기간의 위성신호가 포함된 동일 속성의 오차를 사후 또는 실시간으로 제거 및 보정하여 단시간내에 높은 정밀도의 위치와 속도를 측정

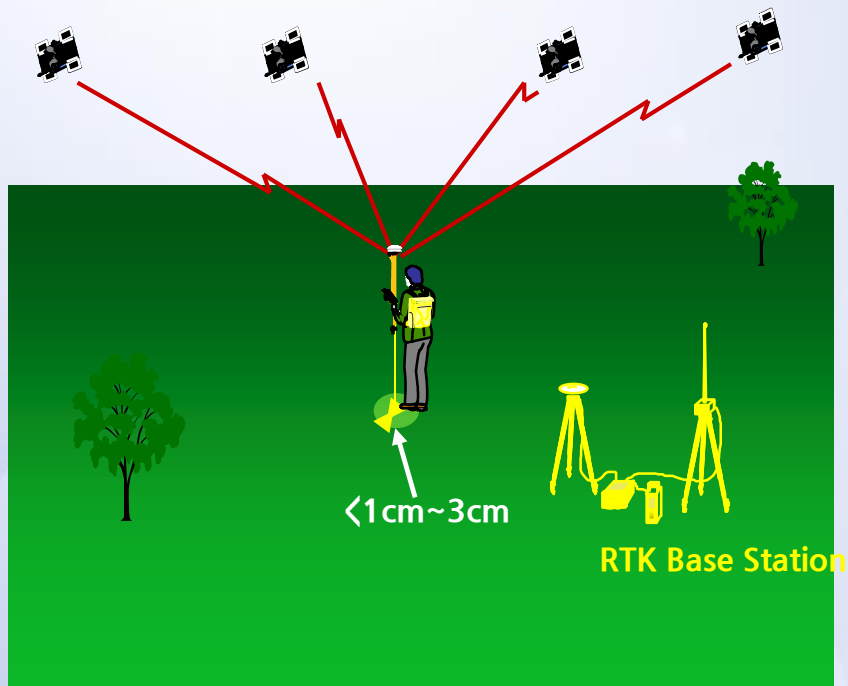
● 장점

인위적인 SA영향, 전리층 및 대류층의 신호지연과 위성시계의 오차를 소거하면서 실시간으로 높은 정밀도의 위치결정은 물론 항법에 효율적으로 응용





실시간 이동측위 방법 : RTK 방식

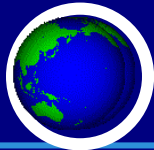


기준국

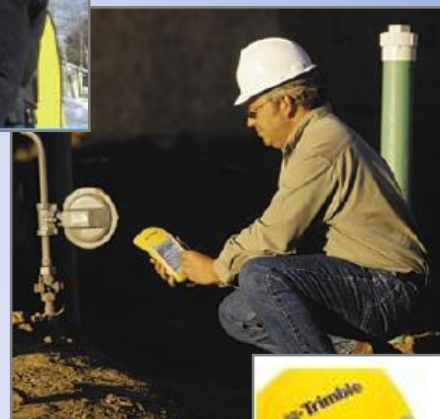


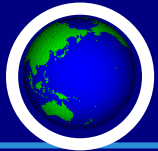
이동국

- 기준국 및 이동국의 구성 : 10km이내
- 수신기, 안테나, 무전기(휴대 전화기)



지도제작용 GPS 수신기





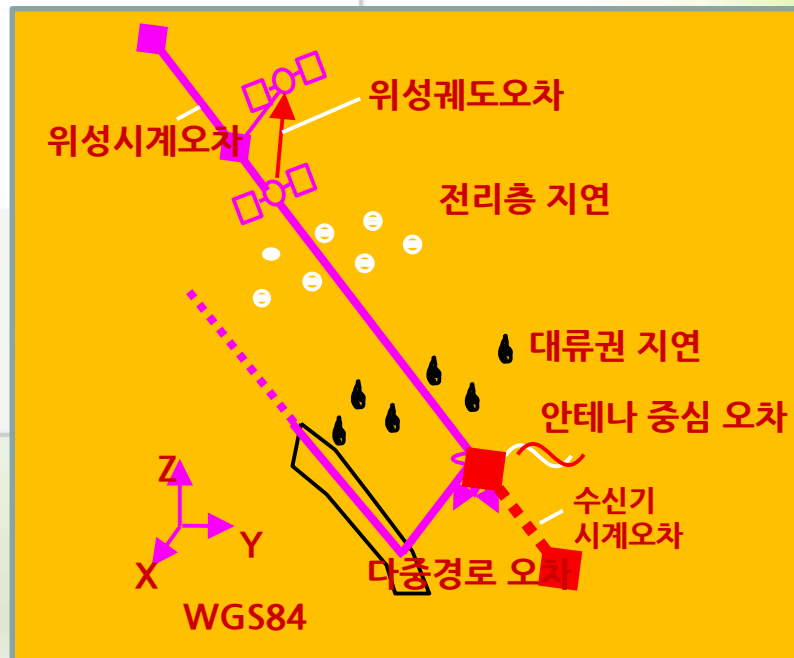
GPS의 위치결정의 오차요인

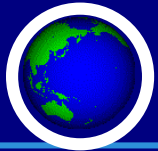
> 4개의 위성으로부터 송신되는 신호는 진공에서 이동하는 것이 아님

> 따라서 대기층을 통과하거나 지상에서의 장애물 등에 의하여 신호에 오차가 포함됨

> GPS는 다음과 같은 오차가 존재함

- Selective Availability (SA)
- 위성과 수신기 시계 오차
- 위성 궤도 오차
- 전리층 오차
- 대류층 오차
- 다중경로 오차
- 안테나 위상중심 변화





GPS 위치결정을 위한 제 요소

1. 임의 순간 위성의 궤도 좌표(x, y, z : WGS84 좌표계)

- ❖ 알마닉, 보통력, 정밀력

2. 위성과 GPS 안테나 수신부의 중심간 거리

- ❖ Code(C/A코드, P코드), Carrier(L1, L2, L5)

3. 오차 보정 모델

- ❖ 인위적 오차 : SA 는 2000. 5 해제

- ❖ 자연적 오차 : 전리층 및 대류층 지연

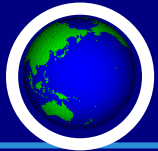
- ❖ 기계적 오차 : 안테나 중심변동 등 PCY, 신호 및 기계 Noise

4. 오차 소거 기술 : 차감기법, 선형조합 등

5. 측지 및 측량 지식(기선해석 후, 망조정, 지오이드, 좌표계 변환)

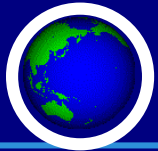


DGPS/VRS GPS/SBAS



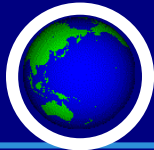
DGPS/SBAS/VRS의 개념

- ❖ GPS는 전파(코드가 포함된 반송파)를 통해 여러 GPS 위성까지의 거리를 측정하므로써 사용자의 위치를 파악하는 시스템
- ❖ 그런데 전리층에서 전파가 굴절되기 때문에 측정한 거리는 실제 거리와 다소 차이가 생기게 됩니다. 이러한 차이를 보정해 주는 시스템이 **DGPS(Differential GPS)**
- ❖ GPS 수신기는 GPS 위성으로부터 항법 메시지(Navigation Message)를 수신하며, 여기에는 **신속한 위치 파악**을 위한 **GPS 위성의 개략적인 궤도력(Almanac)**과 함께 **정밀한 거리 측정**을 위한 **GPS 위성의 정밀한 궤도력(Ephemeris)**도 포함 .
- ❖ 스마트폰의 GPS 수신기의 경우 초기 위치 파악 시간(TTFF : Time To First Fix)을 줄이기 위해 **이동통신사 기지국을 통해 항법 메시지를 신속히 수신**할 수 있으며, 이를 **GPS 도우미(A-GPS : Assisted GPS)**라고 함

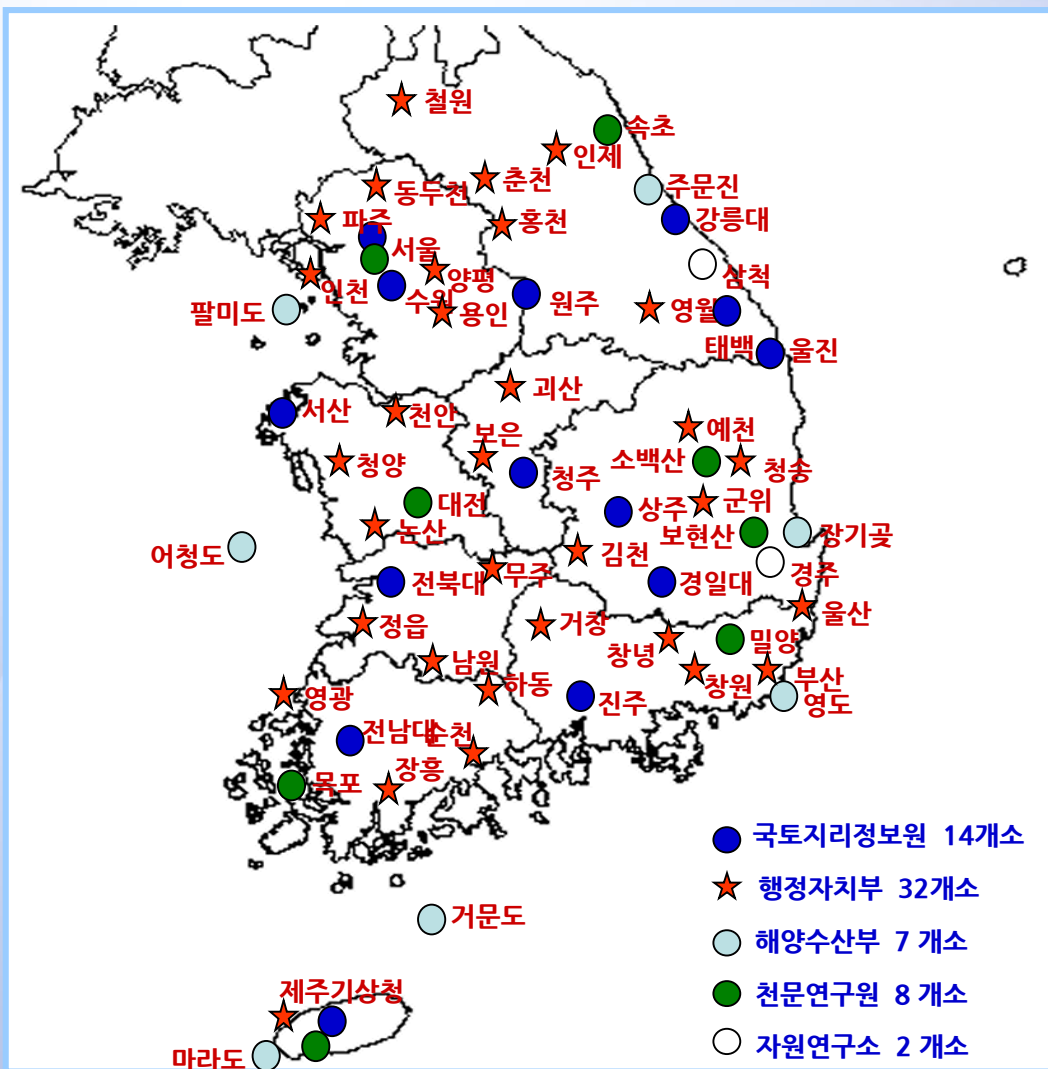


DGPS/SBAS/VRS의 개념

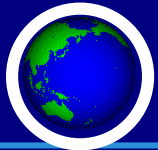
- ❖ GPS 상시관측소에서 보정 데이터를 어떤 방식으로 보내느냐에 따라 **DGPS와 SBAS(Satellite Based Augmentation System)와 VRS(Virtual Reference Station)**로 분류
- ❖ GPS 수신기의 위치오차를 좀 더 줄여 **항공기의 이착륙에 활용할 수 있도록 SBAS가 개발**
- ❖ SBAS 방식은 GPS 상시관측소에서 작성한 보정 데이터를 **통신 위성(정지 위성)으로 보낸 후 다시 통신 위성에서 지상의 각 GPS 수신기로 보정 데이터를 전파에 실어 보내는 방식**
- ❖ 이는 별도의 안테나가 필요하지 않고 **SBAS를 지원하는 GPS 수신기 칩만** 내장되어 있으면 사용 가능
- ❖ SBAS를 이용할 경우 크고 **무거운 기존 안테나가 필요하지 않고**, 기존 안테나에 공급하던 **많은 전력도 필요없으며**, 보정 데이터를 **넓은 지역에 발송**할 수 있고, 보정 데이터가 도달하지 않는 **음영 지역이 크게 줄어드는 장점**이 있지만 한 가지 유형의 **보정 데이터를 넓은 지역에서 공유하기 때문에 전리층의 국지적 특성이 덜 반영된다는 단점**이 있음



국내 GPS 상시관측망 분포 현황

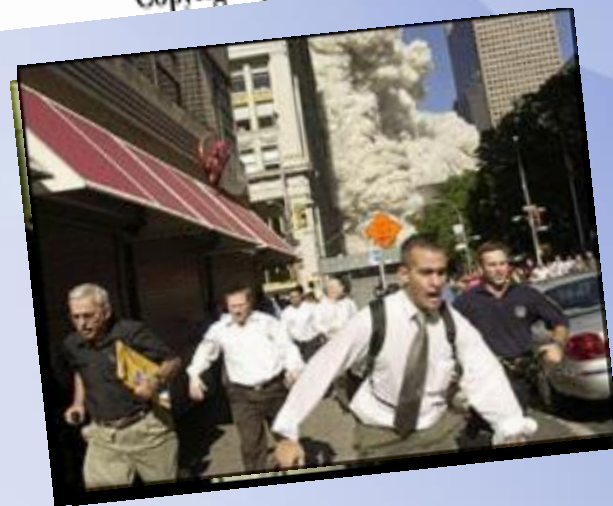


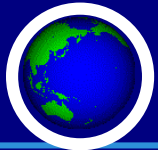
- ❖ 국토지리정보원 : 측량 및 지도제작
- ❖ 행정안전부(지적) : 지적기준점 및 지적측량
- ❖ 해양수산부(항로표지담당관실) : 선박 안전운항
- ❖ 국무총리실(한국천문연구원) : 차량항법 및 기상
- ❖ 한국지질자원연구소 : 한반도 지각변동



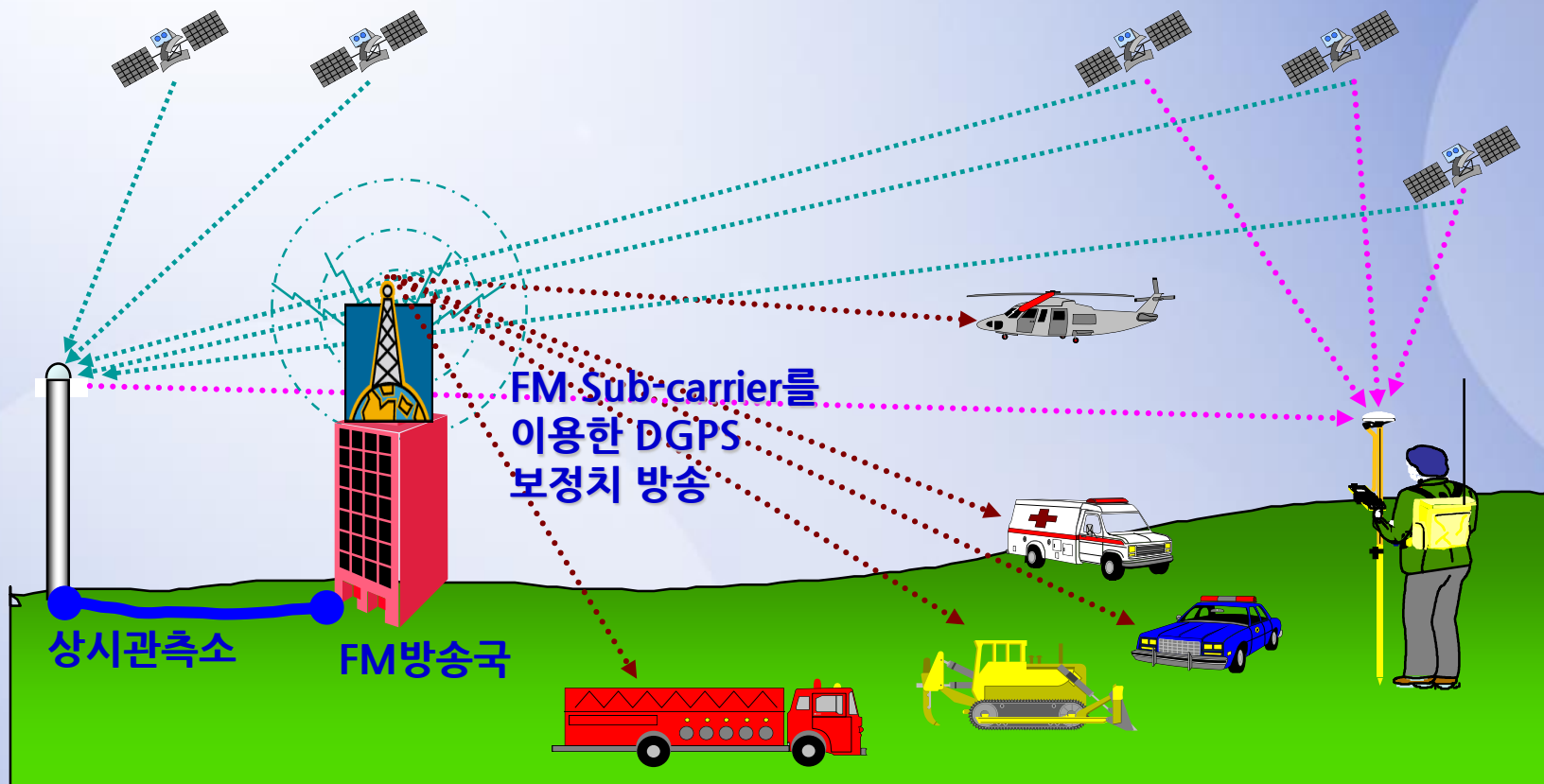
GPS 상시관측소와 측지측량

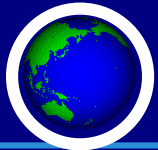
- 측량의 정확도 향상, 1인 측량 가능
- 차량, 항공기 및 선박 등의 운행을 위한 CNS 와 ITS의 기준국 으로 활용
- 지각변동조사 및 지진예지와 국지적 기상변화 연구





방송국을 이용한 DGPS 데이터 활용





전세계 SBAS 서비스의 종류

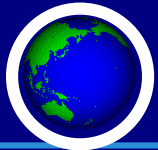
❖ 전리층은 전 세계적으로 다르기 때문에 각 대륙별로 별도의 SBAS 구축

- **북아메리카** : WAAS(Wide Area Augmentation System)
- **유럽** : EGNOS(European Geostationary Navigation Overlay System)
- **동북아시아** : MSAS[MTSAT(Multi-functional Transport Satellite)]





GNSS의 활용분야



GNSS의 분야별 활용 사례

❖ 측지측량 :

정밀 3차원 측지망 구성, 기준점 측량, 전자기준점, 중력측량, INS에 의한 항공 촬영, 위성영상 획득, 각종 공사측량

❖ 지구물리학 : 지각변동 관측, 지질구조해석, 지구의 자전속도 및 극운동 변화량 관측, 화산운동, 전리층 연구

❖ 항법 및 교통 : ITS, CNS, 선박항법(통행관리, 항구접안 및 항해), 항공기(비 정밀접근 및 착륙, 지상경계, 고속철도, 물류(택배, 화물)

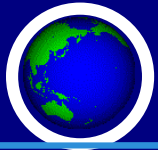
❖ GIS Mapping : 지도 및 주제도제작, 수자원 관리, 산림자원 관리, GPS/INS를 이용한 지도제작, LiDAR, 디지털 카메라

❖ 기상 및 해양 : 기상학, 해수면 감시, 시추공 위치결정, 해상 중력 측량, 해상탐색 및 구조, 준설작업, 해저지도 작성, 해양자원 탐사

❖ 재난 및 레저 : 소방, 재난, 미아찾기, 등산, 여행, 탐사, 골프, 스키, 하이킹

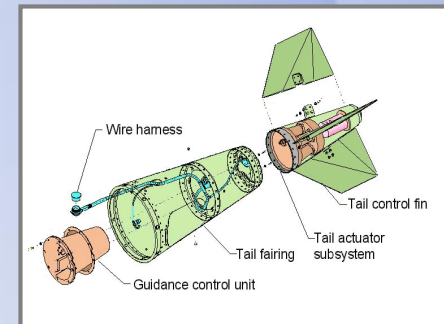
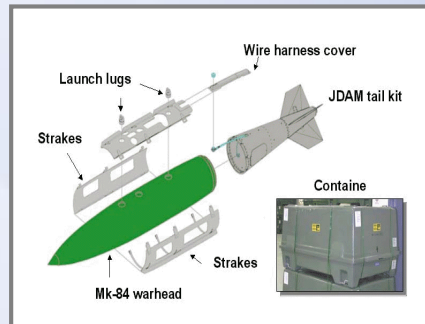
❖ 우주인공위성 : 궤도결정, 자세결정

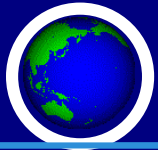




❖ JDAM (Joint Direct Attack Munition) :

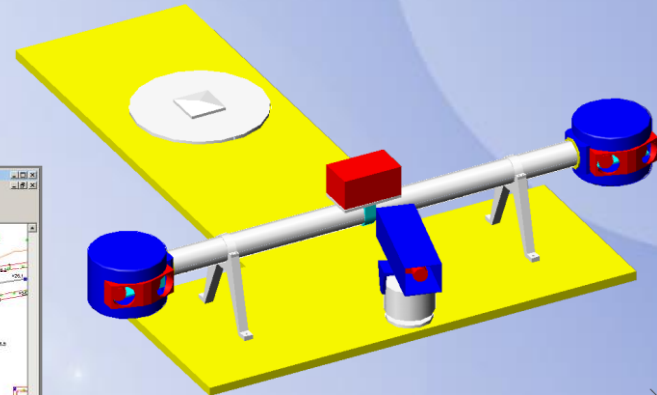
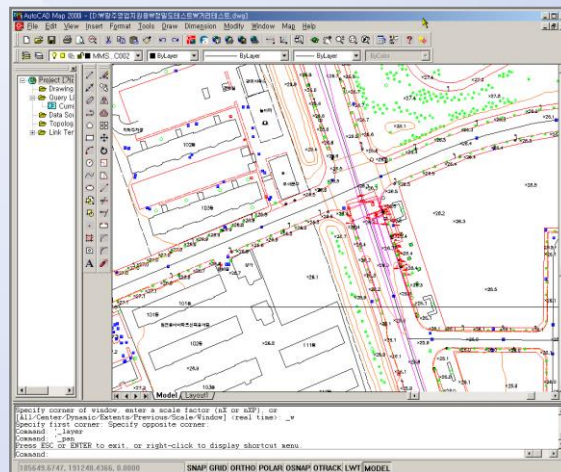
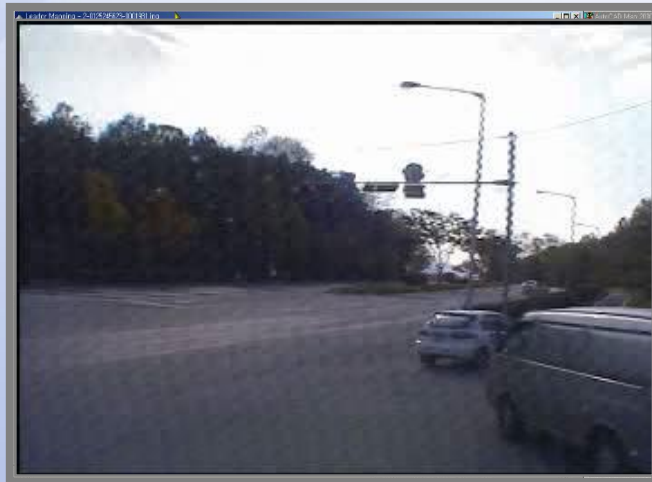
- 다양한 크기의 일반 폭탄의 꼬리 부분에 스마트기능을 더해주는 장치 결합
- 내장 컴퓨터가 폭격기나 GPS를 통해 파악한 목표물의 정확한 위치파악
- JDAM 키트 : 관성합법시스템(INS)+GPS 있는 꼬리 접합 부분
- 기존 크루즈 미사일(100만달러/기)에 비해 가격 저렴 (2만7천달러/기)
- 정밀도 1 ~ 3m

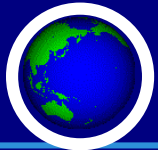




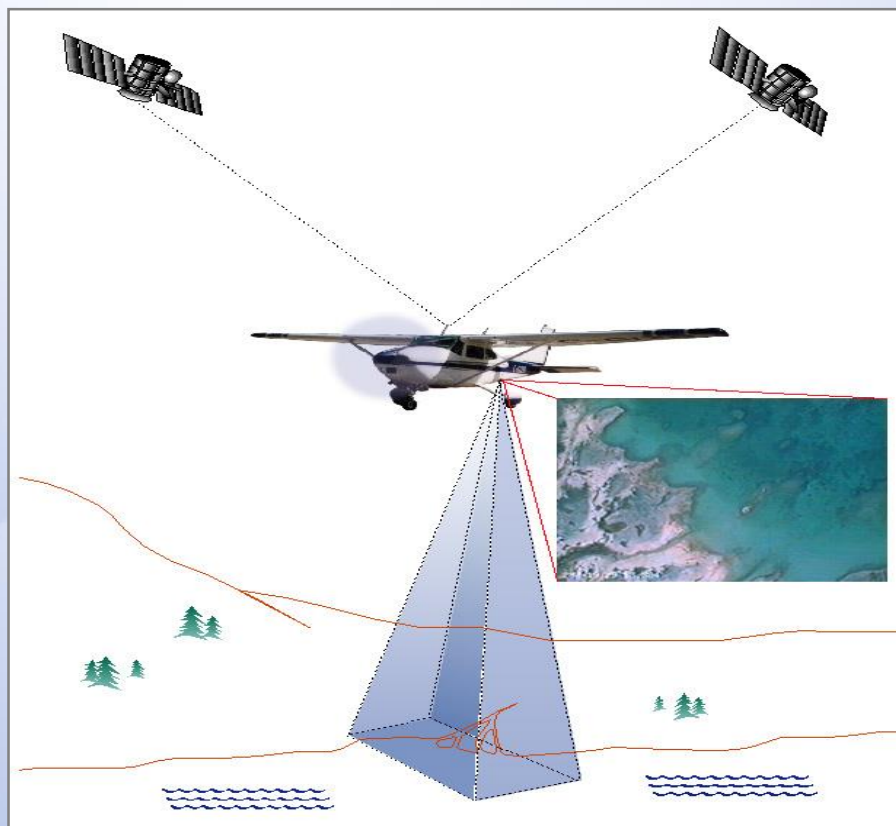
GPS VAN을 활용한 모바일매핑시스템

- 도로주변의 시설물 측량
- 지상측량이 비효율적 이거나 항공측량에서 판독 불가능 지여에 사용
- 수치지도 갱신
- 철도관련 시설물 정보 수집
- 다양한 종류의 센서 탑재가능
- 기존 GIS 데이터와의 연계
- Total 지형정보 취득 시스템 구축의 기반 조성

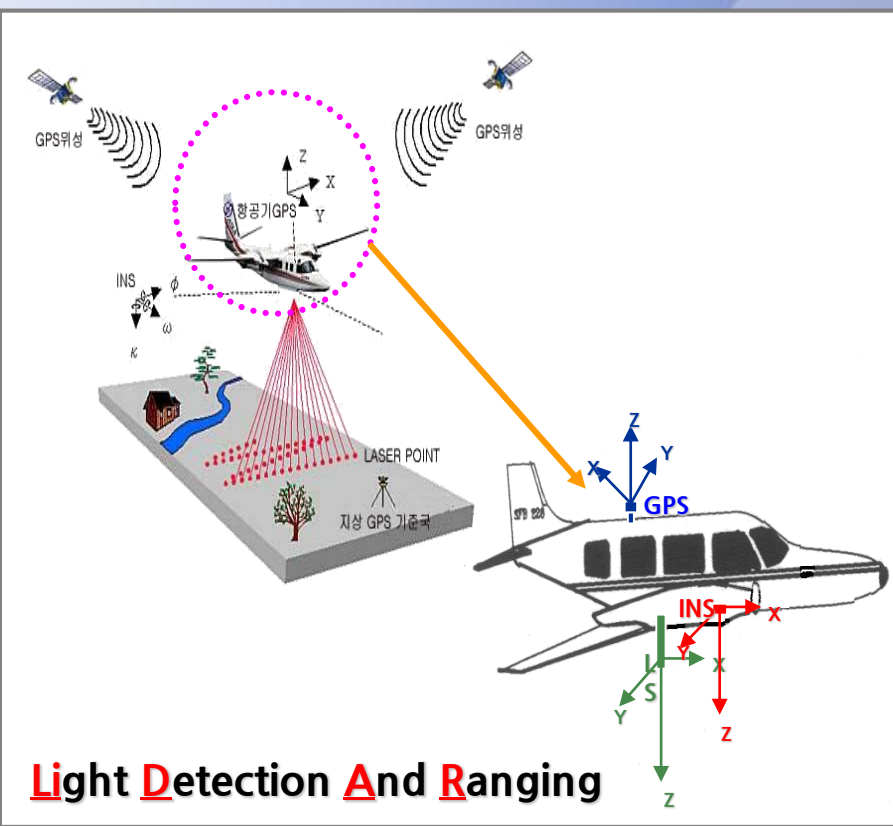




새로운 측량방법의 출현

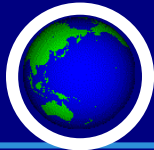


GPS/INS항공사진측량

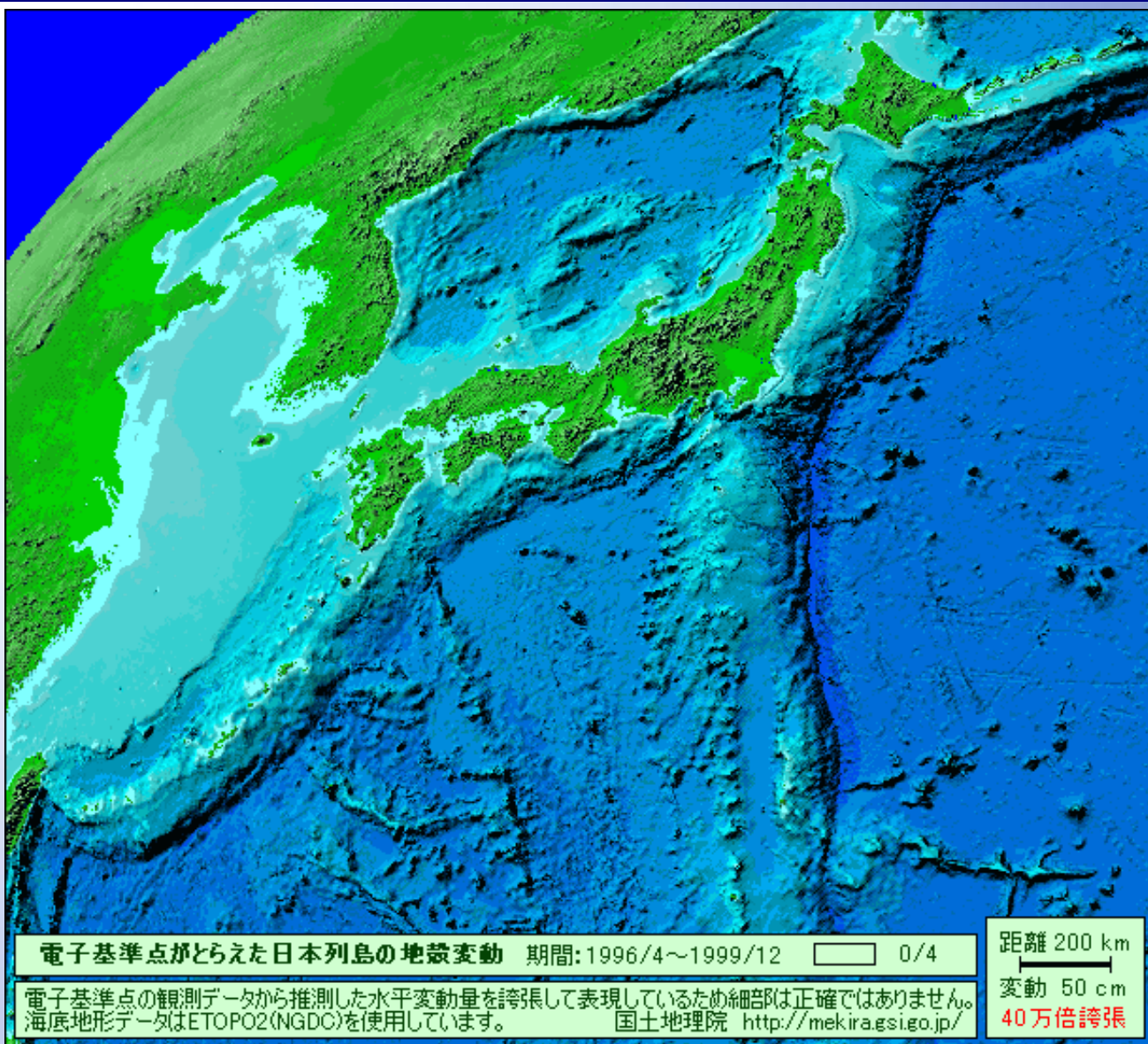


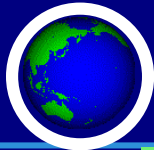
Light Detection And Ranging

항공레이저측량

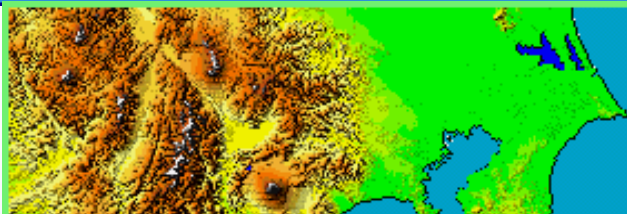


지각변동, 지구물리연구, 자전축 변동





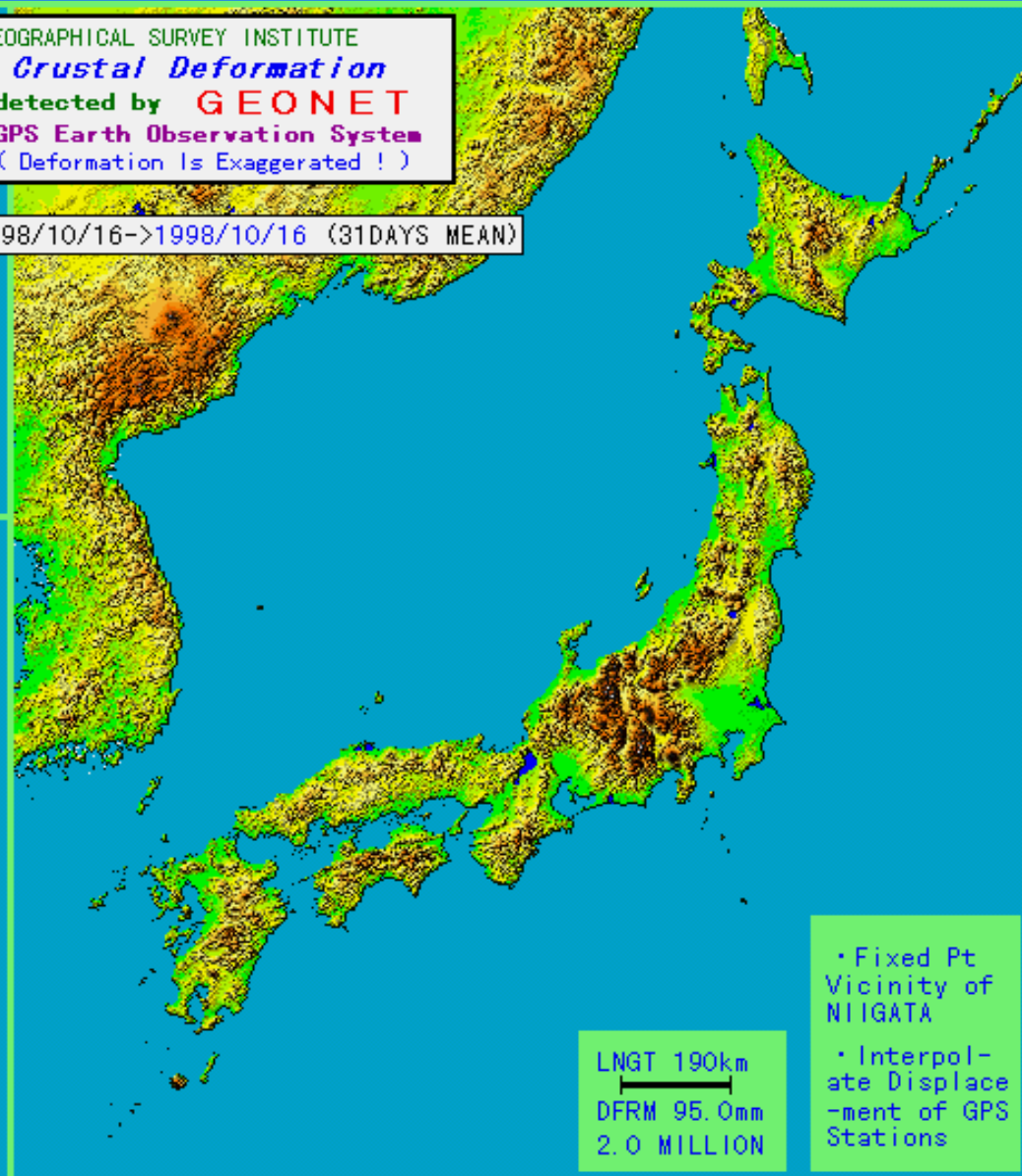
홍수 및 방재 분야 : 지진 예측



GEOGRAPHICAL SURVEY INSTITUTE
Crustal Deformation
detected by **GEONET**
GPS Earth Observation System
(Deformation Is Exaggerated !)

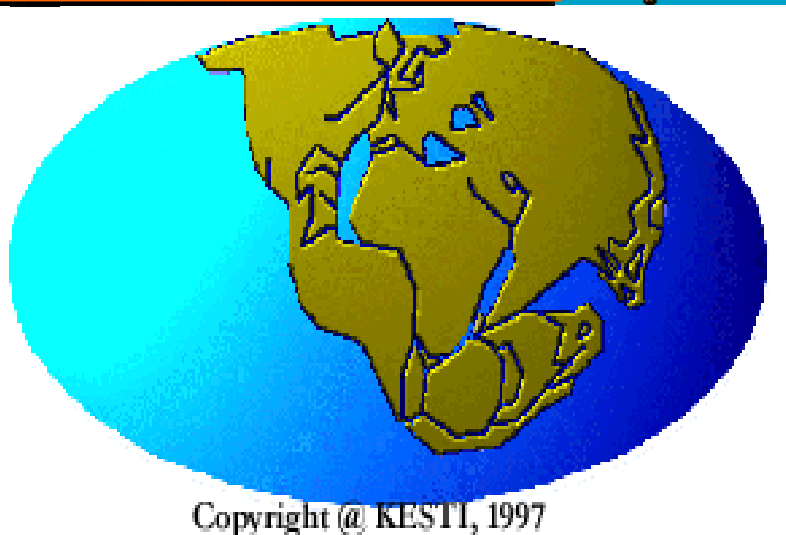
1998/10/16->1998/10/16 (31DAYS MEAN)

LNGT 60.0km
DFRM 55.0mm
1.1 MILLION



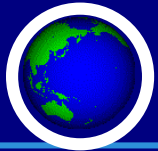
LNGT 190km
DFRM 95.0mm
2.0 MILLION

- Fixed Pt
Vicinity of
NIIGATA
- Interpol-
ate Displace-
ment of GPS
Stations

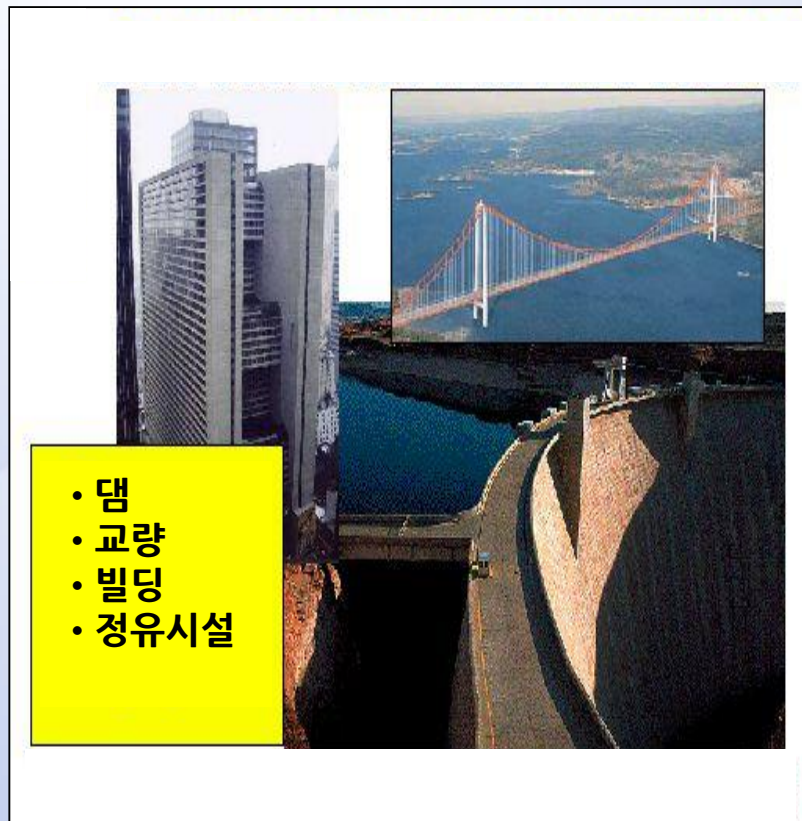


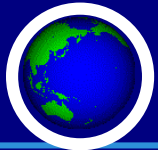
Copyright @ KESTI, 1997





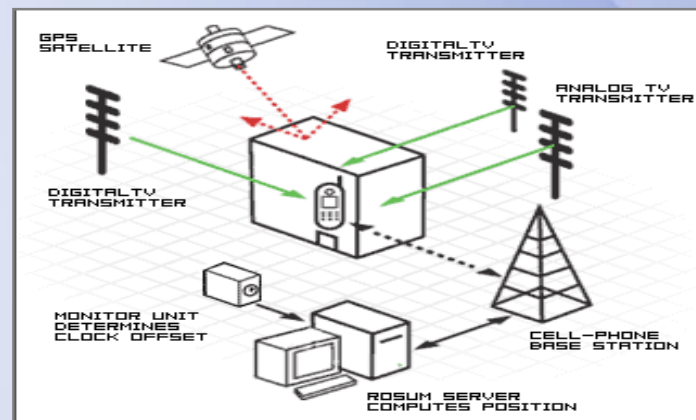
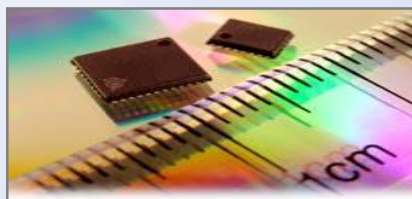
대형구조물의 변형관측



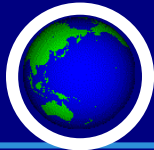


위치기반서비스(LBS : Location Based Services)

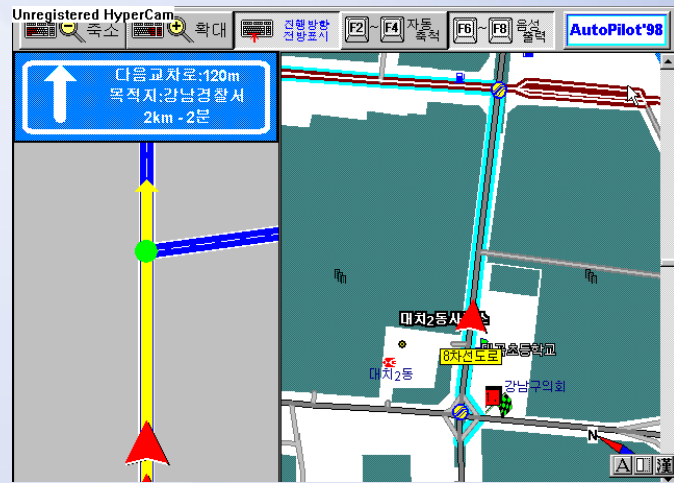
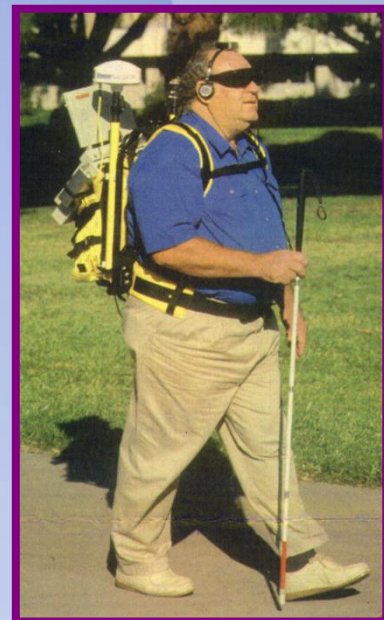
- 이동통신기술, 단말기기술, GIS, GPS, 지능형 교통시스템(ITS) 등 공간정보처리기술과 다양한 콘텐츠기술의 통합으로 개인위치, 119, 교통, 전자상거래정보 등으로 이용하게 하는 서비스.

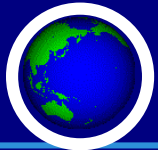


LBS용 OEM Boards & Chipsets)



LBS용 OEM Boards & Chipsets



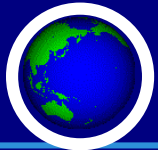


Car Navigation System 활용



- 차량일체형 항법시스템
- 차량(Fleet) 관리
- 가로변지원
- 도난차량회수
- 서비스 강화
- 일본의 거대시장
- Dataquest: car navigation용 칩 판매, 2001년도 1130개
- 2003년도 시장규모: \$47억불





텔레메틱스의 개요



텔레매틱스(Telematics)

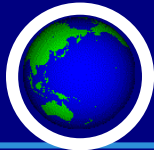
초기에 CNS (Car Navigation System)이라고 불렸으나 무선인터넷의 등장으로 차량 내에서도 무선인터넷이 가능하다는 의미에서 용어 등장
요즘은 차량에서 즐기는 무선인터넷을 텔레매틱스라고 부르는 경향이 있으며 그 중에 위치와 관련된 서비스, 교통정보 등도 포함됨



CNS(Car Navigation System)

경로안내와 같이 주행과 관련된 시스템을 칭하며 텔레매틱스라는 용어보다 앞서 등장했지만 현재는 텔레매틱스의 일부분으로 인식됨





Telematics Service 발전 방향

Telematics Service는 초기 자동차 안전 관련 서비스와 길안내 서비스를 시작으로 해서 최근 정보제공 서비스를 추가로 제공하고 있으며 향후에는 광대역통합서비스로 방송, 인터넷, 통신이 통합된 u-Commerce까지 제공 가능

초기

최근

향후

자동차 안전관련 서비스

- 사고대응 서비스(ACN)
- 도움요청(SOS)
- 도난추적
- 도난감지
- 원격제어
- 원격진단

길안내 서비스

- 위치안내 서비스
- 경로탐색
- 교통정보
- Turn by Turn

정보제공 서비스

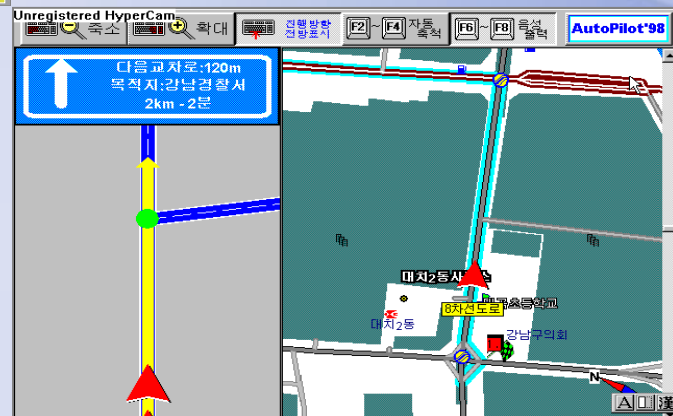
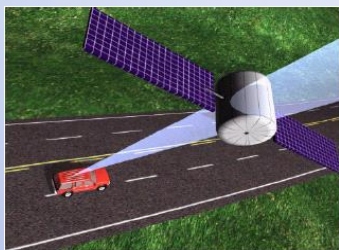
- 예약
- 여행정보
- 인터넷
- 뉴스, 날씨, 주식
- e-mail, 개인정보

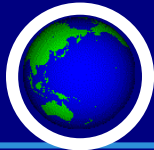
오락

- 인터넷방송
- 영화, 음악
- 비디오게임

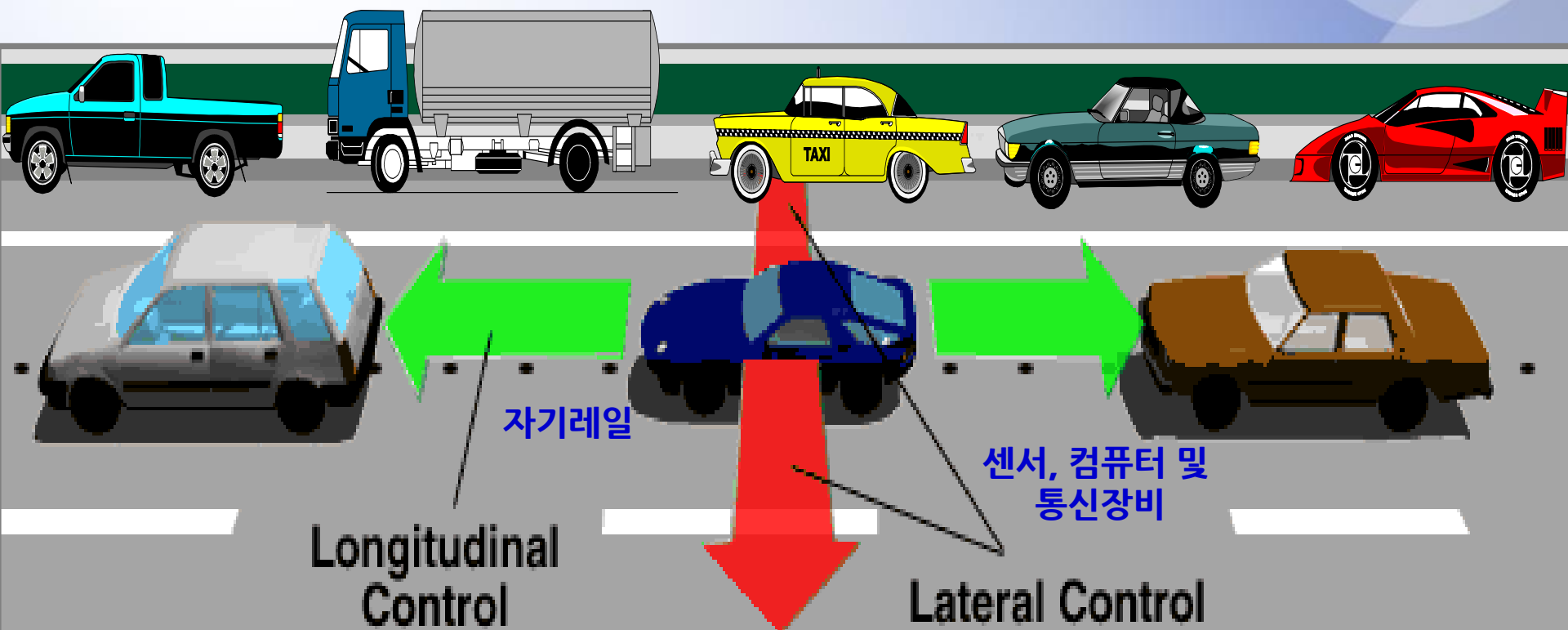
u-Commerce

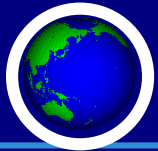
- u-cash
- u-coupon
- u-shopping





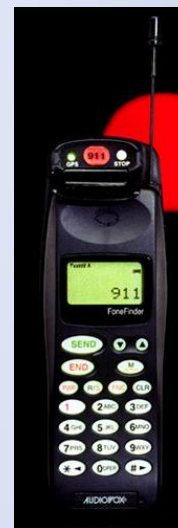
Automated Highway Systems

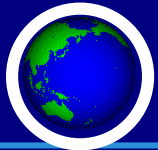




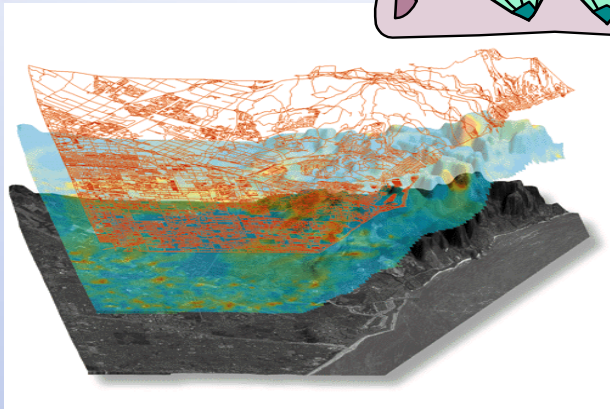
소비자/레저분야 활용

- 휴대용 수신기: 낚시, 사냥, 하이킹, 싸이클링 등
- 레저 시설 : 골프, 스키리조트, 등산
- GPS와 휴대폰의 통합
 - C4i 긴급업무
- 2003년 시장규모 : \$38억불

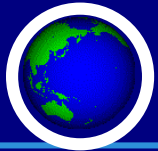




측량/지도제작/GIS분야 활용



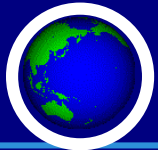
- 수 cm의 정확도
- 시간, 비용 및 작업품의 100% ~ 300% 절약
 - 기준점 측량:
\$10,000(1986) -> \$250(1997)
- 통신 및 송전탑 설치
- 파이프라인
- 석유, 가스 및 광물 탐사
- 범람원 지도제작
- 2003년 시장규모 \$3.12B



추적/기계 조정 분야

- 화물 운송 등 물류분야 활용
- 차량 및 자산 관리
- 장물 회수
- 공공 안전과 서비스 강화
- 농장 및 광산과 건설장비
- 다양한 DGPS/RTK의 적용분야
- 2003년 시장규모 \$30억불

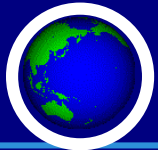




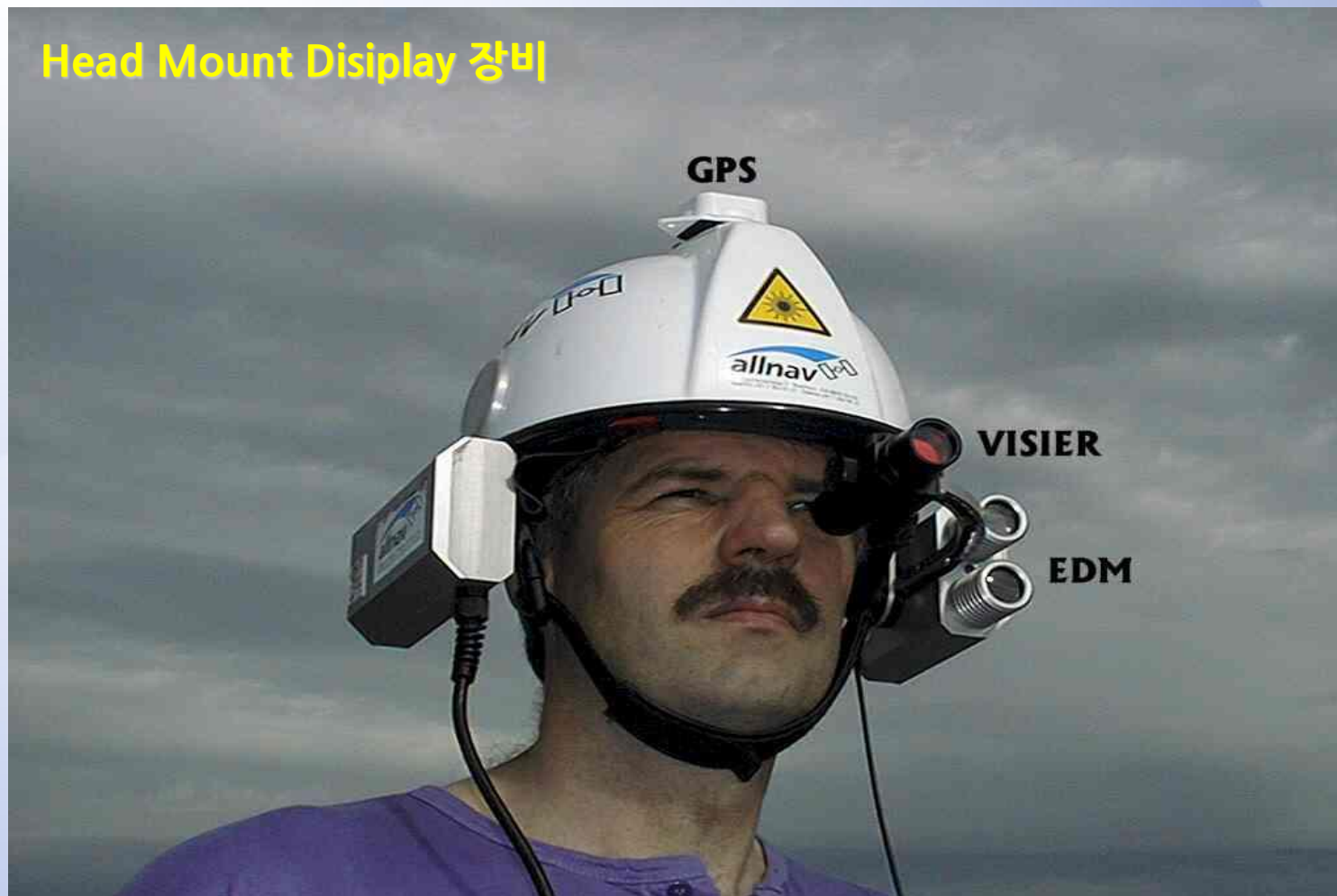
시각동기(Time Sync.) 분야

- GPS는 고가, 고비용의 시각동기장비의 유지에 효율적인 하나의 대안, 비용저렴
- Telecommunications network 동기화 관리
 - 전화, 호출기, 무선시스템
 - LANs, WANs, Internet
- 재정 거래
- 송전탑 관리 등
- 전자상거래에서의 Digital 사인
- 시각동기 시장규모를 \$4천만불 ~1억불로 예상



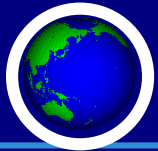


Head Mount Display 장비





실내측위방법



실내 위치 측위 기술

■ Wi-Fi / Bluetooth 기반의 실내 위치 측위

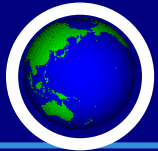
- Fingerprinting 기반의 위치 측위
- 삼변측량 기반의 위치 측위
- BLE를 이용한 위치 인식

■ 지구 자기장을 이용한 위치 측위

■ 카메라를 이용한 위치 인식

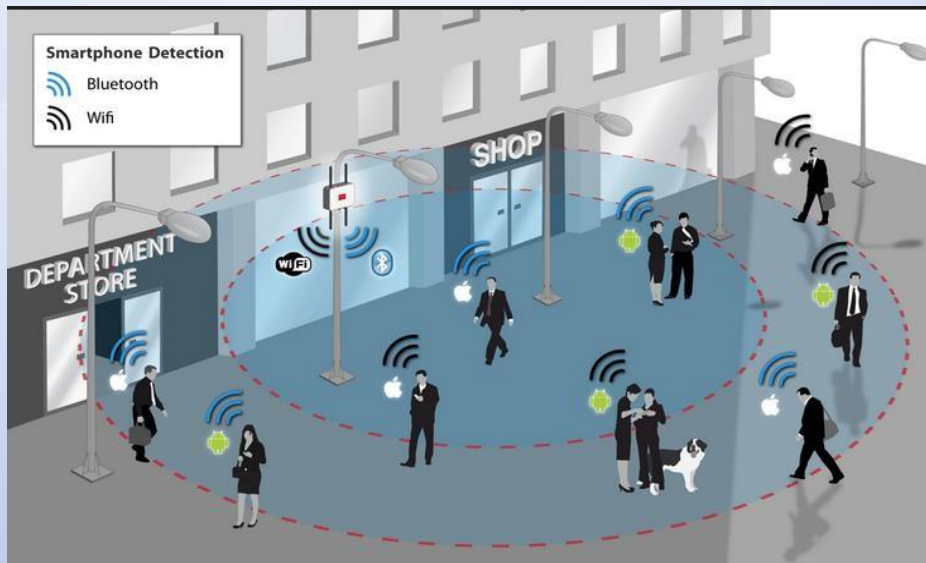
■ 소리를 이용한 위치 인식

■ 조명을 이용한 위치 인식

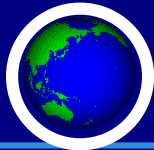


Wi-Fi / Bluetooth 기반의 실내 위치 측위

- 스마트폰이 보급되면서 개인 및 회사들은 우리 주변에 Wi-Fi 망을 엄청난 규모로 추가되고 있음
- 보통 사람이 생활하는 공간 주변에는 Wi-Fi 신호가 1개도 없는 지역은 거의 찾아볼 수 없을 정도로 빠르게 설치 되어 있음
- Bluetooth 장비 역시 iBeacon 의 인기와 개별 단가가 저렴한 이유로 급속도로 늘어나고 있는 추세
- '우리 주변의 이런 신호들을 이용해 단말에서 위치를 예측 할 수 있을까?'하는 물음에서 시작된 기술이 Wi-Fi / Bluetooth 기반의 실내 위치 측위 기술

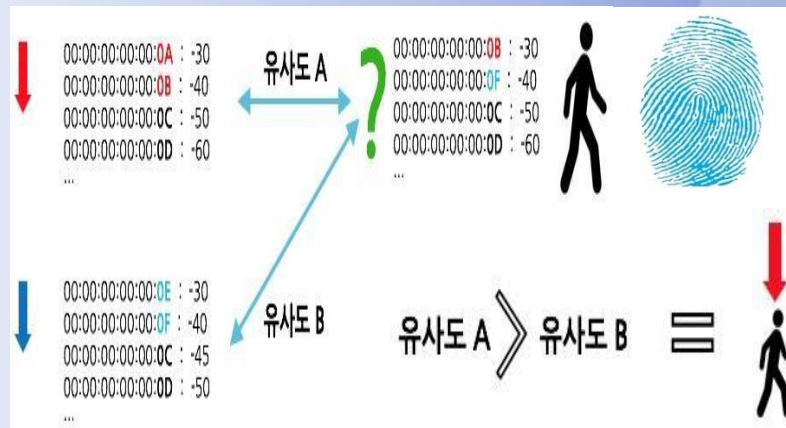


- WiFi/Bluetooth 기반 실내 위치측위기술 종류
 - ✓ Fingerprinting 기반의 위치 측위
 - ✓ 삼변측량 기반의 위치 측위
 - ✓ BLE를 이용한 위치 인식



Fingerprinting 기반의 실내 위치 측위

- Fingerprinting 방식은 특정 위치에서 보이는 Wi-Fi/ Bluetooth 신호를 저장해 놓고, 지문을 해당 위치에 대한 특징점으로 사용해서 임의의 사용자가 자신의 주변의 Wi-Fi / Bluetooth 신호들을 모아 서버로 요청하면, 이미 기록된 특징점들과 비교하여 사용자의 현재 위치를 계산하고 결과 위치를 내려주는 형태로 구성됨 : coex같은 장소는 500개 이상의 AP 존재



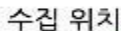
- 실제 예를 들어 보기 위해, 빨간 화살표 위치에서 보이는 신호와 파란 화살표에서 보이는 신호가 아래와 같다고 가정
- 위치가 어딘지 모르는 사용자의 위치에서 보인 신호와의 유사도 계산하면, 어느 한곳으로 위치를 결정 할 수 있음. 이때 사용하는 유사도를 결정 하는 방법은 Tamimoto 함수와 cosine 유사도 판별함수를 사용할 수 있음

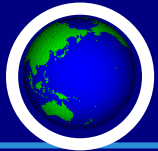
$$T(A, B) = \frac{AB}{||A||^2 + ||B||^2 - AB}$$

$$\cos(A, B) = \frac{AB}{||A|| ||B||}$$



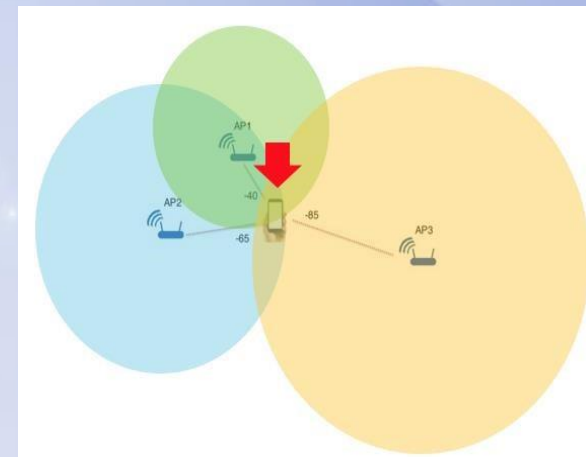
- 하지만 실제 서비스에 적용하고 운영하기 위해서는 서비스 가능 지역의 모든 실내 지도와 해당 지역의 Wi-Fi 수집이 필요하기 때문에 쉽게 접근할 수 있는 기술은 아님
- 아래 그림과 같이 사용자 동선을 계산하고, 가능한 동선에 따른 모든 WiFi 신호를 어느정도 합리적인 거리마다 수집해야 하는 많은 노력이 수반되어야 함

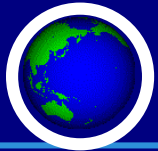




삼변측량 기반의 실내 위치 측위

- 삼각 측량은 거리와 각도를 가지고 있지만, 삼변측량은 **거리만을 가지고 신호를 통해 위치를 결정하며**, GPS도 삼변측량의 원리를 이용함
- 삼변측량은 각각의 **신호 발생기(AP 또는 Bluetooth 장비)의 신호 강도를 이용하여 현재 위치의 대략 거리를 구하고 이들이 교차되는 공간의 중앙점을 사용자 위치로** 정하는 기술
- Fingerprinting 방법에 비해 **개별 AP의 정확한 위치만 알 수 있다면 계산을 통해 위치를 찾을 수 있다는 점이 매력적**이지만, AP들의 위치가 변경 될 수도 있고, 지형지물에 따라 신호 강도가 달라지는 등 예외 사항이 많은 실내에서는 적용이 어려운 점이 있음
- 하지만, 실내 공간이 넓게 뚫려있고, **AP 위치를 확정 할 수 있다면 오히려 Fingerprinting 방법보다 운영 측면에서 효율적**

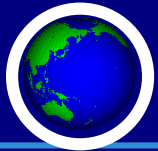




BLE를 이용한 실내 위치 인식

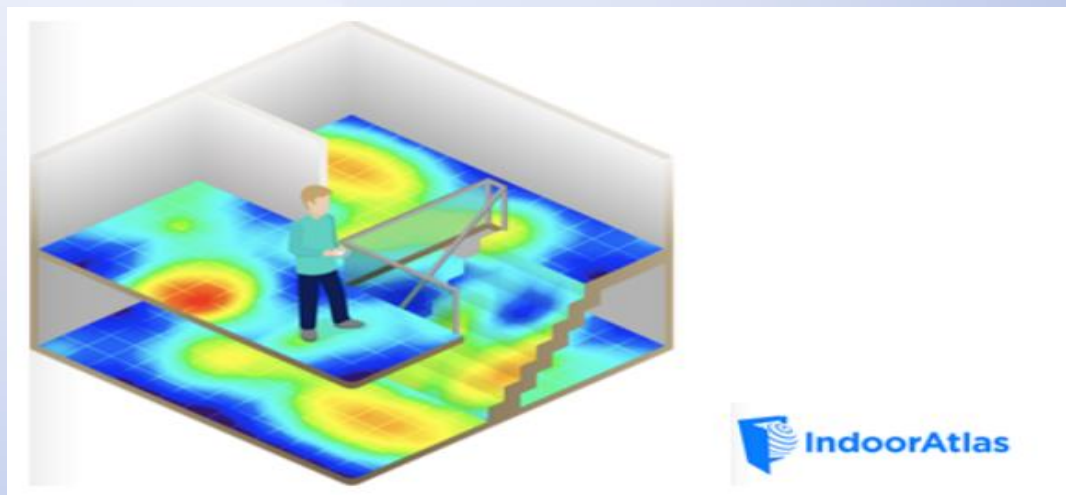
- 흔히 IBeacon 또는 Beacon으로 알려진 **BLE(Bluetooth Low Energy)** 단말의 특성을 이용한 **위치 인식 기술**
- 설치된 BLE 장비 근처에서 알림을 제공하거나 정보를 제공한다는 측면에서 **위치 측위 보다는 위치 기반의 정보 제공 방법**으로 더 널리 이용됨
- 이는 연속된 위치 정보가 필요한 서비스에서는 적합하지 않을 수 있지만, 서비스에 특화해서는 오히려 더 많은 활용도가 있을 수 있으며 **주로 상점, 상품 홍보, 이벤트, 전시, 공연** 과 같은 곳에서 **많이 활용**할 수 있음

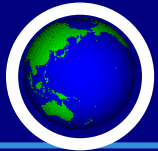




지구 자기장을 이용한 위치 측위

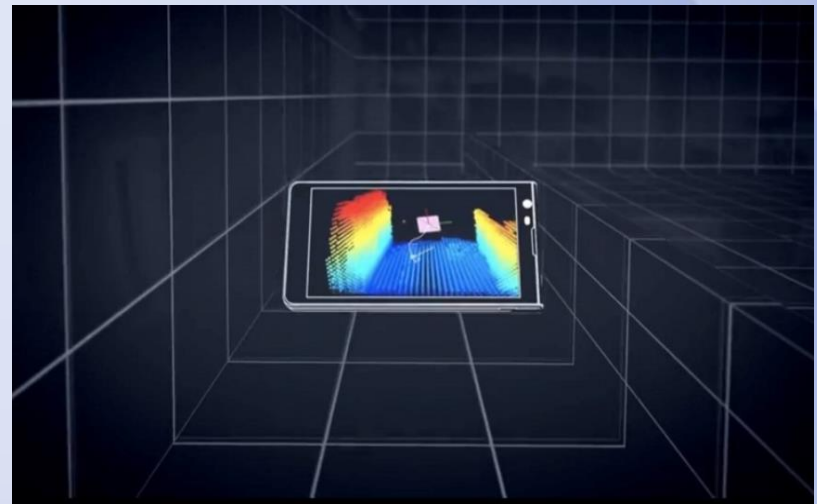
- 지구 자기장을 이용한 위치 인식은 IndoorAtlas 라는 회사가 독점적으로 보유하고 있는 기술로, 위치에 따른 지구 자기장의 특성과, 건물내의 철골 또는 철재 구조물들이 가지는 자기장 특성을 지도로 제작 한 후, 사용자의 움직임에 따라 그 위치를 역추적 하는 기술을 사용
- Wi-Fi / Bluetooth 의 Fingerprinting 방법과 유사하게 이전에 자기장 지도를 만들기 위한 수집 작업이 선행 되어야 하며, 일정량의 사용자 데이터가 수집 된 후에야 위치를 찾을 수 있다는 단점을 가지고 있음
- 모바일 단말에서 쉽게 얻을 수 있는 센서 데이터를 사용하고 Wi-Fi 권한을 따로 받아오지 않아도 된다는 점 등이 강점으로 국내 SK, 중국의 바이두와 기술 제휴를 맺고 서비스화를 진행 하고 있음 (참고 : <https://youtu.be/QGw6NQRbwLA>)

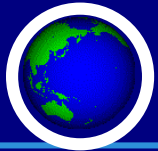




카메라를 이용한 위치 인식

- 카메라를 이용한 위치인식기술은 Google 의 Tango 프로젝트를 선두로 여러 기업에서 실용화 단계에 들어선 상태이며, 산업용 헬멧부터 MS 의 MR 헤드셋인 홀로렌즈 까지 1대 이상의 카메라를 이용하여 실내의 거리와 모양을 인식하고 이를 기반으로 현재 인물의 위치를 찾아내는 여러 종류의 프로젝트가 진행 중임
- 장점으로서는 역시 거의 모든 단말에 포함되어있는 카메라 센서를 이용하기 때문에 범용적이라는 점을 들 수 있으나, 아직은 깊이감을 인식하는 수준으로는 1개 이상의 카메라 (듀얼 카메라) 를 사용해야 한다는 점에서 장비는 제한적으로 가능한 상태
- 1개의 카메라를 이용하는 방법 또한 여러 연구가 진행 중이기 때문에 단정 지을 수는 없는 상태 (참고 : <https://youtu.be/Qe10ExwzCqk>)

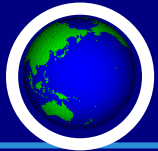




소리를 이용한 위치 인식

- 소리를 이용한 위치 인식 기술은 정확히는 비가청 대역의 소리를 통하여 위치 및 정보를 제공하는 기술
- 국내 상용화 사례도 있는데, 스타벅스(앱) 에서 매장방문자가 매장을 찾는데 이용되고 있음
- 비가청 대역은 인간이 인지하지 못하는 대역의 소리로 해당 주파수로 정보를 전달 하면 사용자가 별도의 장비 설치 없이 사용할 수 있다는 장점이 있음
- 우리가 사용하는 휴대폰을 이용해서 비가청 대역의 소리를 제공 하는 것도 가능하기 때문에 쌍방향 통신도 가능하다는 이점도 있음
(참고: <https://youtu.be/das3iKMYsNM>)





조명을 이용한 위치 인식

- 조명을 이용한 위치 인식 기술은 그 설치와 운영의 난이도 때문에 많이 시도되고 있지는 않으나, 특정 건물이나 마트 등과 같이 내부 건물 인프라를 직접 조작 할 수 있는 곳에서 유용
- 조명을 이용한 위치 인식 기술은 LED 빔을 이용하기 때문에 빛이 통과하기 힘든 지역에서는 위치를 찾을 수 없는 단점도 존재하지만, 빛이 도달하는 장소까지는 최적의 효과를 볼 수 있음
- 국내에서는 E-mart 에서 상용화해 보기 위한 시범 서비스를 ETRI 와 함께 진행한 기록이 있으나 아쉽게도 장비와 단가, 사용성 때문에 실제 적용되지는 않았다고 함
(참고: <https://youtu.be/Qch3kNUF0fE>)

