

## अध्याय ६ ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणाली (Global Positioning System)

म कहाँ छु ?

प्राचीन समयमा खोजकर्ताहरूले तपाईं कहाँ हुनु हुन्छ तथा तपाईं कहाँ गइरहुनु भएको छ, सो कुरा थाहा पाउन ज्यादै कठिन तथा चुनौतिको अनुभव गरेका थिए । पोजिसनिङ्ग तथा नाविक विद्या धेरै क्रियाकलापसंग नितान्त महत्वपूर्ण हुन्छन् । यसको प्रयोजनको लागि धेरै यन्त्र उपकरणहरू र तरिकाहरू अपनाइन्थ्यो । सूर्य, चन्द्रमा र ताराको स्थिति मापन गर्न चुम्बकीय कम्पास, कोणिक यन्त्र (Sextant), सर्वेक्षण यन्त्रको सहायता लिन्थे । अहिले भर्खरै अमेरिकी सुरक्षा विभाग (DOD) ले ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणाली (GPS) विकास गर्‍यो । यसको विश्वव्यापी पोजिसनिङ्ग गर्न १२ अरब अमेरिकी डलर खर्च लागेको थियो ।

ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणाली विश्वव्यापी रेडियो नाविक विद्या प्रणाली हो । यो २४ वटा भू-उपग्रहको समूह र तिनीहरूको सतह स्टेशनहरूबाट बनेको छ । यसले सत्यतथ्य (a matter of metres) गणना गर्न आधार बिन्दूहरू (Reference points) का रूपमा मानव निर्मित ताराहरू (Man made stars) लाई प्रयोग गर्छ । ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणालीका रिसिभरहरू (GPS Recievers) कम खर्चिला, मितव्ययी तथा करीब-करीब व्यक्तिले प्रयोग गर्न सक्ने प्रविधि बनेको छ । सैनिक एवम् नागरिक प्रयोगकर्ताहरूलाई ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणालीले विश्वको कुनै पनि कुनाबाट चौबिसै घण्टा नियमित, त्रि-आयामिक पोजिसनिङ्ग प्रदान गर्दछ । आजकल, ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणालीले आफ्नो मार्ग कार, पानीजहाज, हवाईजहाज, निर्माण सामग्री, फार्म मेसिन र ल्यापटप कम्प्युटरहरूभित्र पत्तालागाइरहेको हुन्छ । यसको भौगोलिक सूचना प्रणालीमा तथ्याङ्क सङ्कलन, सर्वेक्षण तथा नक्शाङ्कनका निम्ति बृहत्तर प्रयोगको क्षेत्र (Scope) रहेको हुन्छ । स्थलगत तथ्याङ्कको सङ्कलनका क्रममा भू-स्थलगत तथ्याङ्कको सही अवस्था र पोजिसनिङ्गका लागि जिपिएसको प्रयोग दिनानुदिन बढिरहेको छ ।

### ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणालीका अङ्गहरू

ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणालीका अङ्गहरूलाई मुख्य तीन भागमा विभाजन गरिएको छ : नियन्त्रण खण्ड (Control Segment), अन्तरिक्ष खण्ड (Space Segment) र प्रयोगकर्ता खण्ड (User Segment) । यी सबै तीनवटा खण्डहरू स्थिति निर्धारण सम्पादन गर्न आवश्यक हुन्छन् ।



चित्र ६.१  
नियन्त्रण खण्ड

### नियन्त्रण खण्ड

यो खण्ड कोलोराडो स्प्रिङ्गस् (Colorado Springs), आस्सेन्सन टापू (Ascension Island), दियागो गार्सिया (Diego Garcia), हवाई तथा क्वाजलेइन टापू (Hawaii and Kwajalein Island) जस्ता पाँचवटा अनुगमन स्टेशनहरूले बनेको छ (चित्र ६.१) । त्यसमध्ये कोलोराडो

स्प्रिङ्गस्ले मुख्य नियन्त्रण स्टेशनको रूपमा सेवा प्रदान गर्दछ । नियन्त्रण खण्ड सुरक्षा विभागप्रति मात्र उत्तरदायी हुन्छ । जसले सम्पूर्ण भू-उपग्रहहरूको निर्माण गर्ने, प्रेषण गर्ने (Launching), मर्मत संभार तथा निरन्तर अनुगमनको काम गर्दछ । अनुगमन स्टेशनहरूले

भू-उपग्रहहरू नियन्त्रण र तिनीहरूको कक्षहरूको भविष्यवाणीको प्रयोगका निमित्त सबै ग्लोबल पोजिसनिङ प्रणालीका सङ्केतहरूलाई काममा लगाउँछ ।

### अन्तरिक्ष खण्ड

अन्तरिक्ष खण्ड पृथ्वी-कक्ष भू-उपग्रहहरूको समूह मिलेर बनेको हुन्छ । भूमध्यरेखाको ५५ डिग्रीमा झुकेर (Inclined) ६ वटा कक्षीय समतल (Orbital Planes) मा रहेका हुन्छन् (चित्र ६.२) । तिनीहरूको कक्ष लगभग १२,००० माइलको उचाईमा रहेको हुन्छ । प्रत्येक भू-उपग्रहमा ४ वटा बिलकुल ठीक अणु यन्त्रहरू (Atomic clocks) रहन्छन् (Rubidium and Cesium Standards) र बोर्डमा सीमित स्व-अनुगमन तथा तथ्याङ्क प्रशोधनका निमित्त एउटा माइक्रोप्रोसेसर (Microprocessor) हुन्छ । भू-उपग्रहहरू इन्जिनका साथ सजाइएका हुन्छन्, जसलाई कक्षहरूमा रहिरहन अथवा परिमार्जन गर्नमा प्रयोग गर्न सकिन्छ ।

### प्रयोगकर्ता खण्ड

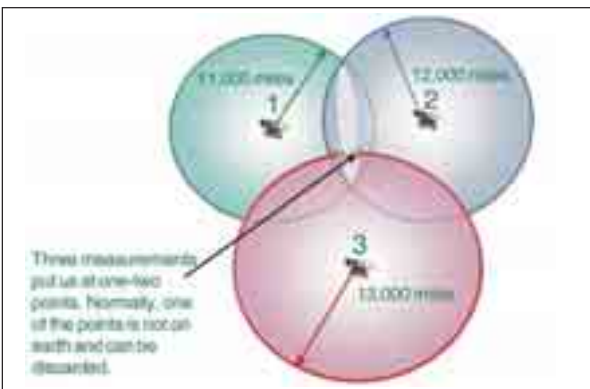
प्रयोगकर्ता खण्ड सम्पूर्ण पृथ्वीमा आधारित ग्लोबल पोजिसनिङ प्रणाली रिसिभरले बनेको हुन्छ (चित्र ६.३) । रिसिभरहरूको आधारभूत बनावट सामान्य खालको हुन्छ, तापनि आकार एवम् जटिलतामा धेरै विविधता पनि पाइन्छ । विशिष्ट लक्षण भएका रिसिभर एन्टेना तथा प्रिएम्प्लिफायर (Preamplifier), रेडियो सङ्केत माइक्रोप्रोसेसर, नियन्त्रण तथा देखाउने उपकरण, तथ्याङ्क रेकर्डिङ्ग इकाई तथा शक्ति आपूर्तिबाट रचना गरिएका हुन्छन् । ग्लोबल पोजिसनिङ प्रणालीको रिसिभरले 'दृश्याङ्क' भू-उपग्रहहरू (चार वा सो भन्दा बढी) बाट समयको सङ्केतलाई सामान्य रूपमा सार्दछ र तिनीहरूको दूरी गणना गरिएको हुन्छ । यसले आफ्नो अक्षांश, देशान्तर, उचाई तथा समयको गणना गरेको पाइन्छ । यो नियमित प्रक्रिया हो । यसले प्रत्येक सेकेण्ड-सेकेण्डमा सामान्य स्थितिमा फेरबदल गरिरहन्छ । यो परिणाम रिसिभरको देखाउने उपकरणमा निर्भर रहन्छ । यदि रिसिभर तथ्याङ्क लिने क्षमता प्रदान गर्नेछ भने, त्यस्ता तथ्याङ्कलाई रिसिभर लगिङ्ग इकाई (Logging Unit) बाट सञ्चय गरिन्छ ।



चित्र ६.२  
अन्तरिक्ष खण्ड



चित्र ६.३  
ग्लोबल पोजिसनिङ प्रणालीका रिसिभर



चित्र ६.४  
ग्लोबल पोजिसनिङ प्रणालीका त्रिकोण

### ग्लोबल पोजिसनिङ प्रणालीले कसरी काम गर्दछ ?

ग्लोबल पोजिसनिङ प्रणालीले भू-उपग्रहका दूरीमा आधारित भएर पृथ्वीको जुनसुकै ठाउँको स्थितिलाई गणना गर्न भू-उपग्रह तथा कम्प्युटरहरू प्रयोग गर्दछ । यसको अर्थ अन्तरिक्षमा भू-उपग्रहहरूको एउटा समूहबाट यसको दूरी मापन गरेर पृथ्वीमा स्थितिको निर्धारण गरिएको हुन्छ । ग्लोबल पोजिसनिङ प्रणालीले समय मापन गर्दछ र यसले पृथ्वीको स्थितिलाई प्रत्येक भू-उपग्रहबाट रेडियो सिग्नल (संकेत) पृथ्वीको सतहसम्म पठाउन (Travel) का लागि समय लिने गर्दछ । यसका निमित्त ग्लोबल

पोजिसनिङ्ग प्रणालीका यन्त्र पूर्ण रूपले ठीक हुनु पर्छ । यसपछि यसले समयलाई दूरीभित्र परिवर्तन, त्रिकोणात्मक प्रयोग तथा पृथ्वीबाट प्रत्येक भू-उपग्रहहरूको दूरी नापिन्छ । त्यसपछि यसलाई अन्तरिक्षमा प्रत्येक भू-उपग्रह कहाँ छन्, त्यसको जानकारीको आवश्यकता हुन्छ । यसले त्रि-आयाममा भू-उपग्रहको स्थिति गणना गर्दछ । ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणालीलाई ४ वटा भू-उपग्रह मापनको आवश्यकता पर्दछ । यसले तिनीहरूको स्थितिको हिसाब गर्न त्रिकोणमितीय विधि (Trigonometric approach) प्रयोग गर्दछ (चित्र ६.४) । भू-उपग्रहहरू साँच्चिकै धेरै उच्च भागमा हुन्छन्, जसका कक्षहरूले धेरै भविष्यवाणी गर्दछन् ।



चित्र ६.५

ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणालीका त्रुटीहरू

## ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणालीका त्रुटीहरू

ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणाली पूर्ण प्रणाली हो, तापनि त्यसमा त्रुटीका स्रोतहरू धेरै हुन सक्छन् । जसलाई निर्मूल गर्न त्यत्तिकै कठिनाई हुन्छ (चित्र ६.५) । त्रुटीका विभिन्न स्रोतबाट जिपिएसको अन्तिम सत्यता एवम् वैधता जाँचन सकिन्छ ।

## भू-उपग्रहका त्रुटीहरू

भू-उपग्रहबाट समयको गणना सही नहुँदा पृथ्वीको यथार्थ स्थितिको गणना त्रुटीपूर्ण पाउन सक्दछौं । अन्तरिक्षमा भू-उपग्रहको स्थिति ज्यादै महत्वपूर्ण हुन्छ, किनभने यसलाई गणनाको शुरुको बिन्दूको लागि प्रयोग गरिन्छ । ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणाली भू-उपग्रहहरू

ज्यादै माथिल्लो कक्षहरूमा हुने हुँदा वायुमण्डलको असरबाट बिलकुलै मुक्त हुन्छन् । तिनीहरू अझै भविष्यवाणी गर्ने कक्षबाट अतिकति विस्थापित (Drift) हुने भएकाले त्रुटीहरू देखा पर्दछन् ।

## वायुमण्डल

वायुमण्डलमा रहेका धूलकण तथा जलवाष्पको माध्यमद्वारा ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणालीका सङ्केतहरू चलखेल (Travel) गर्दछन् । यसले गर्दा निश्चित सङ्केतहरूको प्रसारण (Transmission) ढिलो हुन्छ । वायुमण्डलमा विभिन्न स्थान तथा समयसंगसंगै भिन्नता हुन्छ । जसका कारणले ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणालीका सङ्केत आउन ढिलो हुन्छ र यसको क्षतिपूर्ति हुन सक्दैन ।

## बहुमार्ग त्रुटी

ग्लोबल पोजिसनिङ्ग प्रणालीका सङ्केतहरू पृथ्वीको सतहमाथि रिसिभरको एन्टेनामा आइपुग्नु अगाडि नै स्थानीय रोकावटद्वारा परावर्तन भएका हुन सक्दछन् । यसलाई बहुमार्ग त्रुटी भनिन्छ । तथापी सङ्केत बहुमार्गबाट एन्टेनामा आइपुगेका हुन्छन् ।

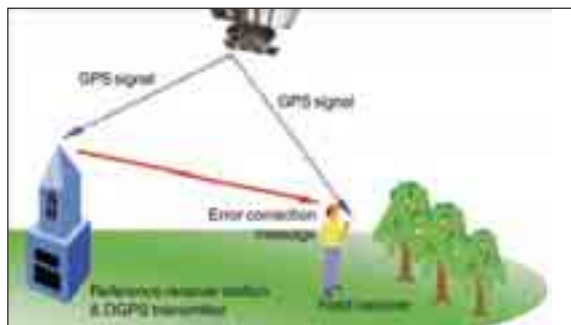
## रिसिभर त्रुटी

रिसिभरहरू पनि पूर्ण हुँदैनन् । रिसिभरका यन्त्र, उपकरणहरू अथवा आन्तरिक कम्पन वा ध्वनी (Noise) बाट पनि कतिपय त्रुटीहरू देखा पर्दछन् ।

## छनोटको उपलब्धता (Selective Availability)

सर्वप्रथम अमेरिका र यससंग सम्बद्ध राष्ट्र बिरुद्ध जिपिएसको ठीकसंग प्रयोग गरी शत्रु राष्ट्रहरूले सामरिक फाइदा लिन नसक्नु भन्ने उद्देश्यले अमेरिकी सुरक्षा विभागद्वारा नियतपूर्वक नै केही त्रुटीहरू जिपिएसमा समावेश गरिएका थिए । यस्ता खालका त्रुटीहरू भू-उपग्रह यन्त्रभित्र पनि समाविष्ट थिए । जसले तिनीहरूको शुद्धतालाई कमी गराएको थियो । भू-उपग्रहहरूले पनि त्रुटीपूर्ण कक्षीय तथ्याङ्क दिएका थिए । प्रत्येक भू-उपग्रहहरूको अवस्थाको जानकारी आंशिक रूपमा पठाइएको थियो । ती २ वटा महत्वपूर्ण तत्वहरूले

नागरिक प्रयोगका निमित्त जिपिएसको शुद्धतामा कमी गरे । अमेरिकी सरकारले १ मई २००० मा जिपिएससंग सम्बन्धित मानिसका लागि जिपिएसको सङ्केतलाई नियोजित हिसाबले गरिरहेको ह्रासलाई हटाएको घोषणा गर्‍यो । यसले गर्दा ग्लोबल पोजिसनिङ प्रणालीबाट नागरिक प्रयोगकर्ताहरूले अहिले दश गुणा बढी सानो ठाउँको अवस्थितिलाई ठीकसंग देखाउन सक्षम भएका छन् । यो छनोट उपलब्धता हटाउने निर्णयलाई विश्वभरका नागरिक तथा व्यापारिक प्रयोगकर्ताले जिपिएसलाई धेरै प्रभावकारी बनाउन भइरहेको पछिल्लो प्रयासको रूपमा लिएका छन् ।



चित्र ६.६

डिफरेन्सियल पोजिसनिङ

## डिफरेन्सियल पोजिसनिङ (Differential Positioning)

माथि छलफल गरिएका धेरै त्रुटीहरूको निराकरण गर्न डिफरेन्सियल पोजिसनिङको तरिका प्रयोग गरिएको छ । डिफरेन्सियल ग्लोबल पोजिसनिङ प्रणालीले दोस्रो रिसिभरका साथ थाहा भएको आधार बिन्दुमा त्रिकोणात्मक सिद्धान्त अनुसार एक पाइला अगाडि लैजान्छ । आधार स्टेसन नियन्त्रण बिन्दुमा अवस्थित रहन्छन् । यिनीहरूले त्रिकोणीय स्थिति अथवा नियन्त्रण बिन्दु संयोजन गर्छन् । यसले एउटै क्षेत्र तथा समय श्रेणी (Time Series) मा अन्य

घुमिरहेका ग्लोबल पोजिसनिङ प्रणालीका इकाईहरूलाई सुधारका निमित्त गणना तथा प्रयोग गर्ने काम गर्दछ । यस त्रुटी सुधारले सम्भावना रहेसम्म ९० प्रतिशत भन्दा बढी त्रुटीलाई सुधार गरेर त्रुटीलाई मान्न सकिने मात्रासम्म ल्याउँदछ । त्रुटीको शुद्धीकरण कित तत्कालै गर्नु पर्छ, होइन भने पछि प्रशोधन गर्नु पर्छ (चित्र ६.६) ।

## ग्लोबल पोजिसनिङ प्रणाली र भौगोलिक सूचना प्रणालीको समायोजन

स्थलगत तथ्याङ्क सङ्कलन गर्नको लागि जिपिएस पोजिसनिङ भौगोलिक सूचना प्रणालीमा एकीकृत गर्न सकिन्छ । दूर सम्बेदन तरिकाहरू फोटोग्रामेट्री, हवाई स्क्रानिङ तथा भिडियो प्रविधिमा पनि जिपिएसलाई प्रयोग गरिन्छ । भौगोलिक सूचना प्रणालीको तथ्याङ्क लिनका लागि ग्लोबल पोजिसनिङ प्रणाली ज्यादै प्रभावकारी यन्त्र हो । प्रयोगकर्ता समुदायले भौगोलिक सूचना प्रणालीको विभिन्न खालको प्रयोगमा अवस्थिति तथ्याङ्क लिनका निमित्त जिपिएसबाट फाइदा लिन सक्दछन् । जिपिएसलाई फिल्डमा ल्यापटप कम्प्युटरसंग सजिलै जोड्न एवम् सम्पर्क गर्न सकिन्छ । प्रयोगकर्ताहरूले उपयुक्त सफ्टवेयरका माध्यमले सबैखाले तथ्याङ्कलाई सामान्य आधारमा तथा थोरै विकृत (Little distortion) गरेर पनि सञ्चित गर्न सक्छन् । यसरी ग्लोबल पोजिसनिङ प्रणालीले भौगोलिक सूचना प्रणालीको तथ्याङ्काधार निर्माणका विभिन्न पक्षमा ठीक समयमा सही सहयोग पुऱ्याउन सक्दछ ।