1. कृत्रिम उपग्रह (Artificial Satellites)

1.1. कृत्रिम उपग्रह क्या हैं? (What are Artificial Satellites?)

- कृत्रिम उपग्रह मानव निर्मित वस्तुएं हैं जो पृथ्वी और सौर मंडल के अन्य ग्रहों की परिक्रमा करती हैं।
- इनका उपयोग पृथ्वी, अन्य ग्रहों का अध्ययन करने, संचार में सहायता करने और यहां तक कि दूर के ब्रह्मांड का निरीक्षण करने के लिए किया जाता है। उपग्रहों में लोग भी हो सकते हैं, जैसे कि अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन।
- पहला कृत्रिम उपग्रह सोवियत स्पुतनिक 1 (Soviet Sputnik 1) मिशन था, जिसे 1957 में लॉन्च किया गया था।

1.2. कृत्रिम उपग्रहों के प्रकार (Types of Artificial Satellites)

अनुप्रयोग के आधार पर कृत्रिम उपग्रहों के सबसे सामान्य प्रकार हैं:

- संचार
- पृथ्वी अवलोकन
- नेविगेशन
- खगोलीय

2. संचार उपग्रह (Communication Satellites)

2.1. संचार उपग्रह क्या हैं? (What are Communication Satellites?)

- संचार उपग्रहों को पृथ्वी या किसी अन्य ग्रह की कक्षा में जानकारी एकत्र करने और उस जानकारी को ग्रह पर वापस भेजने के लिए लॉन्च किया जाता है।
- इन्हें ग्रह पर नेटवर्क और कनेक्शन की क्षमता का विस्तार करने के लिए लॉन्च किया जाता है।
- ऐसा उपग्रह लंबी दूरी के संचार और सूचना हस्तांतरण को और अधिक सरल बना सकता है।

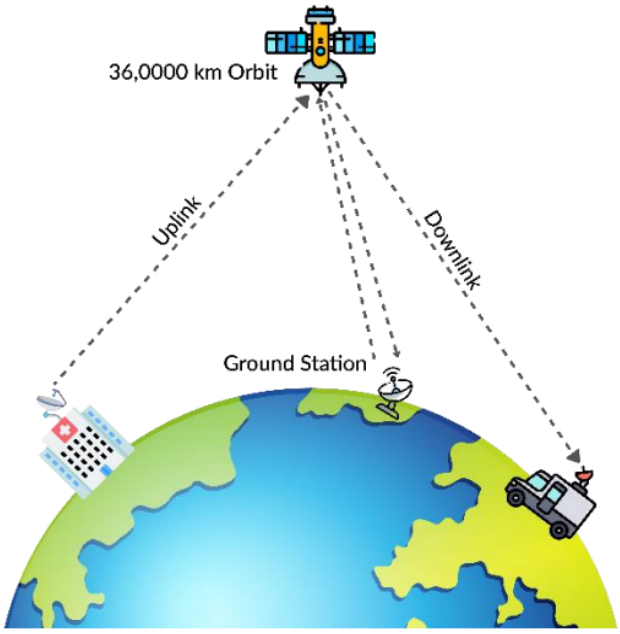

Figure.1. संचार उपग्रह की कार्यप्रणाली

2.2. संचार उपग्रह की कार्यप्रणाली (Working of Communication Satellite)

उपग्रहों के साथ संचार की प्रक्रिया में चार महत्वपूर्ण चरण शामिल हैं:

- अपलिंक अर्थ स्टेशन या उपग्रह को वांछित सिग्नल भेजने वाले अन्य उपकरण से एक सिग्नल ट्रांसमिशन होता है।
- प्राप्त सिग्नल को उपग्रह द्वारा प्रवर्धित किया जाता है।
- सिग्नल को डाउनलिंक के रूप में वापस पृथ्वी पर प्रेषित किया जाता है।
- एंटेना या प्राप्त करने वाले उपकरण को यह सिग्नल प्राप्त होता है।

2.3. संचार उपग्रहों के अनुप्रयोग (Applications of Communication Satellites)

- **दूरसंचार:** स्थानीय और दूर-दराज के क्षेत्रों के साथ कुशलतापूर्वक आवाज और डेटा संचार प्रदान करना।
- **टेली-चिकित्सा:** मोबाइल इकाइयों को प्रमुख अस्पतालों और चिकित्सा केंद्रों से निर्बाध रूप से जोड़ा जा रहा है, और चिकित्सा व्यवसायी तेजी से डेटा तक पहुंचने में सक्षम हैं।
- **टेली-शिक्षा:** संचार उपग्रह दूरदराज के स्थानों में छात्रों और पेशेवरों को शिक्षा उपलब्ध कराते हैं।
- **बैंकिंग:** बैंकों और ATM को डेटा संचारित करने के लिए एक सुरक्षित और विश्वसनीय कनेक्टिविटी की आवश्यकता होती है और उपग्रह सभी असीमित लेनदेन के लिए विश्वसनीय कनेक्टिविटी प्रदान करते हैं।
- **स्मॉलसैट (Smallsats) के माध्यम से इंटरनेट ऑफ थिंग्स (Internet of Things-IoT) तकनीक का विकास:** निम्न पृथ्वी कक्षाओं (Low Earth Orbit) में छोटे संचार उपग्रहों के प्रक्षेपण के माध्यम से, इंटरनेट से जुड़े IoT उपकरणों की संख्या को बढ़ाया जा सकता है।

- **वास्तविक समय ट्रैकिंग:** जलवायु परिवर्तन, आपदा प्रबंधन और सैन्य अनुप्रयोगों जैसे पृथ्वी अवलोकनों के लिए वास्तविक समय (real time) डेटा को ट्रैक करने के लिए।
- **टीवी प्रसारण:** टेलीविजन पर विभिन्न कार्यक्रम जैसे फिल्में, लाइव गेम और लाइव समाचार सीधे प्रसारण उपग्रह के माध्यम से उपलब्ध हैं।
- **रेडियो प्रसारण:** एक उपग्रह रेडियो प्रदाता मनोरंजन, खेल और समाचार कार्यक्रमों के ऑडियो चैनलों को प्रसारित करने के लिए उपग्रहों का उपयोग करता है।

3. भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह प्रणाली (Indian National Satellite-INSAT system)

- भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह (INSAT) प्रणाली एशिया-प्रशांत क्षेत्र में सबसे बड़ी घरेलू संचार उपग्रह प्रणालियों में से एक है, जिसमें नौ परिचालन संचार उपग्रहों को भूस्थैतिक कक्षा में रखा गया है।
- इसकी स्थापना 1983 में श्रृंखला के पहले उपग्रह, INSAT-1B के शुरुवात के साथ की गई थी।

3.1. भारत पर INSAT कार्यक्रम का प्रभाव (Impact of INSAT Programme on India)

- भारत की संचार उपग्रह श्रृंखलाएं INSAT और GSAT, उपग्रहों की श्रृंखलाओं में एक बहुत बड़े समूह में विकसित हो चुकी है।
- INSAT उपग्रह प्रणाली टेलीविजन, दूरसंचार, रेडियो नेटवर्किंग, व्यापार और व्यक्तिगत संचार और मौसम पूर्वानुमान और मौसम संबंधी सेवाओं के क्षेत्रों में नियमित सेवाएं प्रदान करने वाली सबसे बड़ी घरेलू संचार उपग्रह प्रणालियों में से एक है।
- INSAT अनुप्रयोगों को नए क्षेत्रों में विस्तारित करने के लिए कई नए पहल किए गए हैं जैसे:
    - टेली-शिक्षा
        - **EDUSAT:** एक-तरफ़ा टीवी प्रसारण, वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग, वेब-आधारित निर्देश इत्यादि जैसे परस्पर संवादात्मक शैक्षिक वितरण तरीको की एक विस्तृत श्रृंखला को पूरा करने के लिए बड़े पैमाने पर उपयोग किया जाता है।
    - टेली-चिकित्सा
        - ISRO टेली-चिकित्सा पायलट प्रोजेक्ट वर्ष 2001 में प्रूफ-ऑफ-कॉन्सेप्ट (proof-of-concept) प्रदर्शन कार्यक्रम के हिस्से के रूप में शुरू किया गया था।
    - ग्राम संसाधन केंद्र (Village Resource Centre-VRC)
        - VRC ने विभिन्न अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी सक्षम सेवाएं जैसे टेली-चिकित्सा, टेली-शिक्षा, प्राकृतिक संसाधन सूचना आदि प्रदान की हैं।
        - प्रमुख लाभों में कृषि से संबंधित सलाह जैसे फसल कीट और बीमारियाँ, फसल बीमा आदि शामिल हैं; ग्रामीण छात्रों के लिए कैरियर मार्गदर्शन, ग्रामीण आबादी के लिए कौशल विकास और व्यावसायिक प्रशिक्षण आदि।
    - आपदा प्रबंधन सहायता (Disaster Management Support-DMS)

        - ISRO भुवन (Bhuvan), आपातकालीन प्रबंधन के लिए राष्ट्रीय डेटाबेस और MOSDAC (मौसम विज्ञान और समुद्र विज्ञान उपग्रह डेटा अभिलेखीय केंद्र-Meteorological and Oceanographic Satellite Data Archival Centre) जैसे विभिन्न भू-पोर्टलों के माध्यम से इंटरैक्टिव भू-स्थानिक डोमेन (geo-spatial domains) में प्रासंगिक जानकारी का प्रसार करता है।
    - उपग्रह समाचार संग्रहण
    - उपग्रह सहायता प्राप्त खोज एवं बचाव (Satellite Aided Search and Rescue-SAS&R)
    - इंटरनेट सेवाएँ और ई-गवर्नेंस
    - वित्तीय सेवा नेटवर्क, जैसे बैंकिंग, स्टॉक एक्सचेंज आदि।
    - मानक समय और आवृत्ति सिग्नल (Standard Time and Frequency Signal-STFS) प्रसार सेवाएँ
- INSAT प्रणाली ने उत्तर-पूर्व, अन्य दूर-दराज के क्षेत्रों और द्वीपों जैसे कम पहुंच वाले क्षेत्रों तक भी पहुंच बढ़ा दी है।

3.2. महत्वपूर्ण संचार उपग्रहों की सूची (List of Important Communication Satellites)

उपग्रह	प्रक्षेपण की तारीख	प्रक्षेपण यान	अनुप्रयोग
CMS-01	Dec 17, 2020	PSLV-C50/CMS-01	संचार
GSAT-30	Jan 17, 2020	एरियन-5 VA-251	संचार
GSAT-31	Feb 06, 2019	एरियन-5 VA-247	संचार
GSAT-11 Mission	Dec 05, 2018	एरियन-5 VA-246	संचार
GSAT-17	Jun 29, 2017	एरियन-5 VA-238	संचार
GSAT-15	Nov 11, 2015	एरियन-5 VA-227	संचार, नेविगेशन
GSAT-8	May 21, 2011	एरियन-5 VA-202	संचार, नेविगेशन
EDUSAT	Sep 20, 2004	GSLV-F01 / EDUSAT(GSAT-3)	संचार

INSAT-3A	Apr 10, 2003	एरियन-5-V160	जलवायु एवं पर्यावरण, संचार
KALPANA-1	Sep 12, 2002	PSLV-C4 /KALPANA-1	जलवायु एवं पर्यावरण, संचार

4. पृथ्वी अवलोकन प्रणाली (Earth Observation Systems)

4.1. पृथ्वी अवलोकन क्या है? (What is Earth Observation)

- पृथ्वी अवलोकन भूमि, समुद्री (समुद्र, नदी, झील) और वायुमंडल की निगरानी के लिए रिमोट सेंसिंग प्रौद्योगिकियों के उपयोग को संदर्भित करता है।

4.2. पृथ्वी अवलोकन उपग्रह (Earth Observation Satellites)

- पृथ्वी अवलोकन प्रकार के उपग्रहों का उद्देश्य अंतरिक्ष से पृथ्वी की निगरानी करना और उनके द्वारा देखे गए किसी भी परिवर्तन पर रिपोर्ट करना है।
- सज्जित सेंसर (equipped sensor) उद्देश्य के आधार पर भिन्न होते हैं जैसे प्राकृतिक घटनाओं का अवलोकन, आपदा निगरानी, मानव गतिविधि के कारण पृथ्वी में परिवर्तन इत्यादि।
- अवलोकन परिणाम उपग्रह छवियों या अवलोकन डेटा के रूप में प्रदान किए जाते हैं, और पृथ्वी के संबंध में विभिन्न जानकारी में इसकी व्याख्या की जा सकती है।
- पृथ्वी अवलोकन अंतरिक्ष यान को इस प्रकार वर्गीकृत किया जा सकता है:
    - **मौसम उपग्रह:** मौसम के रुझान की निगरानी और पूर्वानुमान और वास्तविक मौसम डेटा प्रदान करने के लिए।
    - **रिमोट सेंसिंग उपग्रह:** इसका प्राथमिक अनुप्रयोग सभी प्रकार की पर्यावरण निगरानी और भौगोलिक मानचित्रण है।

4.3. पृथ्वी अवलोकन उपग्रहों के अनुप्रयोग (Applications of Earth Observation Satellites)

- **कृषि और मिट्टी:** अनाज के वितरण और भंडारण, सरकारी नीतियों, मूल्य निर्धारण, खरीद और खाद्य सुरक्षा, लवणीय/क्षारीय मिट्टी मानचित्रण जैसे फसल आंकड़ों पर जानकारी।
- **नवीकरणीय ऊर्जा:** पृथ्वी अवलोकन डेटा की सहायता से पवन, सौर और तरंग ऊर्जा संसाधनों का आकलन किया जा सकता है।
- **वन और पर्यावरण:** जैव विविधता लक्षण वर्णन, आर्द्रभूमि, वन और बायोमास मानचित्रण, भूमि क्षरण और मरुस्थलीकरण प्रक्रियाएं, तटीय आर्द्रभूमि, मूंगा चट्टानें, मैंग्रोव, ग्लेशियर, वायु और जल प्रदूषण मूल्यांकन, आदि का आकलन।

- **भूविज्ञान, भू-आकृति विज्ञान और खनिज संसाधन:** लिथोलॉजिकल, भू-आकृति विज्ञान और संरचनात्मक मानचित्रण, भूस्खलन खतरा क्षेत्र, खनिज/तेल अन्वेषण, खनन क्षेत्र, भूकंपीय अध्ययन और भू-पर्यावरणीय अध्ययन।
- **भूमि संसाधन:** प्राकृतिक संसाधनों का कवरेज, भूमि उपयोग कवरेज, भूमि क्षरण मानचित्रण, बंजर भूमि मानचित्रण, और मरुस्थलीकरण स्थिति मानचित्रण।
- **महासागर विज्ञान:** संभावित मछली पकड़ने वाले क्षेत्रों की पहचान, समुद्री स्थिति का पूर्वानुमान, तटीय क्षेत्र का अध्ययन और मौसम की भविष्यवाणी और जलवायु अध्ययन के लिए इनपुट।
- **ग्रामीण विकास:** बंजर भूमि का मानचित्रण/अद्यतन, वाटरशेड विकास और निगरानी और भूमि अभिलेख आधुनिकीकरण योजना।
- **शहरी विकास:** मैपिंग अनुप्रयोगों के लिए व्यापक स्थानिक कवरेज, बार-बार आने की अवधि और व्यापक उपलब्धता के कारण शहरी भूमि उपयोग की गतिशीलता की निगरानी में सैटेलाइट-आधारित रिमोट सेंसिंग फायदेमंद है।
- **जल संसाधन:** सिंचाई अवसंरचना मूल्यांकन, जल संसाधन सूचना प्रणाली, बर्फ के पिघलने का अनुमान, जलाशय क्षमता मूल्यांकन और जल-विद्युत के लिए साइट चयन।
- **मौसम और जलवायु:** मौसम उपग्रह रेडियोमीटर नामक उपकरण ले जाते हैं जो चित्र बनाने के लिए पृथ्वी को स्कैन करते हैं। इन आंकड़ों के माध्यम से तूफान, बवंडर, भारी वर्षा, बादल छाए रहेंगे या नहीं और यहां तक कि गर्मियों में उच्च तापमान, सूखा आदि की भविष्यवाणी की जा सकती है।
- **आपदा प्रबंधन सहायता:** बाढ़, चक्रवात, सूखा, भूस्खलन, भूकंप और जंगल की आग जैसी विभिन्न प्राकृतिक आपदाओं का संचालनात्मक समाधान करना; प्रारंभिक चेतावनी प्रणालियों और निर्णय समर्थन उपकरणों पर अनुसंधान और विकास।

5. भारत के पृथ्वी अवलोकन उपग्रह (Earth Observation Satellites of India)

- 1988 में IRS-1A से शुरुआत करते हुए, ISRO ने कई पृथ्वी अवलोकन उपग्रह लॉन्च किए हैं।
- इन उपग्रहों के डेटा का उपयोग कृषि, जल संसाधन, शहरी नियोजन, ग्रामीण विकास, खनिज पूर्वेक्षण, पर्यावरण, वानिकी, महासागर संसाधन और आपदा प्रबंधन को कवर करने वाले कई अनुप्रयोगों के लिए किया जाता है।

5.1. महत्वपूर्ण पृथ्वी अवलोकन उपग्रहों की सूची (List of Important Earth Observation Satellites)

उपग्रह	प्रक्षेपण की तारीख	प्रक्षेपण यान	अनुप्रयोग
EOS-04	Feb 14, 2022	PSLV-C52/ EOS-04 मिशन	पृथ्वी अवलोकन

EOS-01	Nov 07, 2020	PSLV-C49/ EOS-01	आपदा प्रबंधन प्रणाली, पृथ्वी अवलोकन
RISAT-2BR1	Dec 11, 2019	PSLV-C48/ RISAT-2BR1	आपदा प्रबंधन प्रणाली, पृथ्वी अवलोकन
कार्टोसैट-3	Nov 27, 2019	PSLV-C47 / कार्टोसैट-3 मिशन	पृथ्वी अवलोकन
कार्टोसैट-2 श्रृंखला उपग्रह	Jan 12, 2018	PSLV-C40/कार्टोसैट-2 श्रृंखला उपग्रह मिशन	पृथ्वी अवलोकन
RESOURCESAT-2A	Dec 07, 2016	PSLV-C36 / RESOURCESAT-2 A	पृथ्वी अवलोकन
INSAT-3DR	Sep 08, 2016	GSLV-F05 / INSAT-3DR	जलवायु एवं पर्यावरण, आपदा प्रबंधन प्रणाली
ओसियनसैट-2	Sep 23, 2009	PSLV-C14 / OCEANSAT-2	जलवायु एवं पर्यावरण, पृथ्वी अवलोकन
रोहिणी उपग्रह RS-D1	May 31, 1981	SLV-3D1	पृथ्वी अवलोकन
भास्कर-I	Jun 07, 1979	C-1 इंटरकॉसमॉस	पृथ्वी अवलोकन, प्रायोगिक

6. उपग्रह नेविगेशन प्रणाली (Satellite Navigation Systems)

6.1. उपग्रह नेविगेशन प्रणाली क्या है? (What is a Satellite Navigation System?)

- उपग्रह नेविगेशन या सैटनेव (SatNav) प्रणाली कृत्रिम उपग्रहों की एक प्रणाली है जो विश्व में हर जगह भू-विशिष्ट स्थिति प्रदान करने में सक्षम है।
- सैटनेव उपग्रह नेविगेशन उपकरणों को उपग्रहों से रेडियो द्वारा दृष्टि रेखा के साथ प्रेषित समय संकेतों का उपयोग करके उच्च परिशुद्धता के साथ अपना स्थान निर्धारित करने में मदद करते है।
- प्रत्येक प्रणाली के लिए वैश्विक कवरेज आम तौर पर कई कक्षीय विमानों के बीच फैले 18-30 मध्यम पृथ्वी कक्षा (medium Earth orbit-MEO) उपग्रहों के एक उपग्रह समूह द्वारा प्राप्त किया जाता है।

6.2. अंतरिक्ष नेविगेशन प्रणाली के प्रकार (Types of Space Navigation System)

अंतरिक्ष नेविगेशन प्रणाली के दो प्रमुख प्रकार हैं:

वैश्विक नेविगेशन उपग्रह प्रणाली (Global Navigation Satellite System-GNSS)

- वैश्विक नौवहन उपग्रह प्रणाली (GNSS) उस उपग्रह नक्षत्र का वर्णन करता है जो वैश्विक या क्षेत्रीय आधार पर स्थिति, नेविगेशन और समय सेवाएं प्रदान करता है।
- 2023 तक, चार वैश्विक प्रणालियाँ चालू हैं:
    - संयुक्त राज्य अमेरिका का ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम (Global Positioning System-GPS) (1993 में पूरी तरह से चालू हो गया था),
    - रूस का ग्लोबल नेविगेशन उपग्रह प्रणाली (Global Navigation Satellite System-GLONASS),
    - चीन का BeiDou नेविगेशन उपग्रह प्रणाली, और
    - यूरोपीय संघ के गैलीलियो।

क्षेत्रीय नेविगेशन उपग्रह प्रणाली (Regional Navigation Satellite System-RNSS)

- क्षेत्रीय नेविगेशन उपग्रह प्रणाली (RNSS) एक स्वायत्त क्षेत्रीय नेविगेशन प्रणाली है जो क्षेत्रीय पैमाने पर कवरेज प्रदान करती है।
- संचालन में ये RNSS हैं:
    - जापान का क्वासी-जेनिथ उपग्रह प्रणाली (Quasi-Zenith Satellite System-QZSS), और
    - भारतीय क्षेत्रीय नेविगेशन उपग्रह प्रणाली (Indian Regional Navigation Satellite System-IRNSS) or NavIC

6.3. उपग्रह नेविगेशन के अनुप्रयोग (Applications of Satellite Navigation)

- **यात्रा:** उपग्रह नेविगेशन ने अज्ञात स्थानों की यात्रा को सरल बना दिया है।
- **ट्रैकिंग और निगरानी:** किसी पैकेज के स्थान को ट्रैक करना आम हो गया है, चाहे वह पार्सल हो या भोजन वितरण।
- **विमानन:** सैटनेव सेवाओं वाले विमान पायलट पर भार कम करते हैं और दुर्घटनाओं में कमी लाते हैं।
- **समुद्र:** नेविगेशन सहायता, सेल्फ स्टीयरिंग और स्वचालित चार्ट प्लॉटर तकनीक ने नौकायन को आसान बना दिया।
- **सर्वेक्षण:** भवन, सड़क और अन्य निर्माण कंपनियां सटीक और सही रीडिंग के लिए सैटनेव प्रौद्योगिकियों का उपयोग करते हैं।
- **खनन और पुरातत्व:** दोनों क्षेत्र उत्खनन और विस्तृत साइट सुविधाओं के लिए साइटों की 3D मानचित्रण करने के लिए उपग्रह नेविगेशन का उपयोग करते हैं।
- **अंतरिक्ष अनुप्रयोग:** वे अंतरिक्ष यान जिसमे उपग्रह नेविगेशन रिसीवर हो, सटीक रूप से ऑर्बिट निर्धारण को सक्षम बनाते है। यह स्वायत्त नेविगेशन और मिलन-संबंधी कार्यों को करने में भी मदद करते है।

- **सैन्य संचालन:** मानव रहित हवाई वाहन (Unmanned Aerial Vehicles-UAV), मिसाइलों और बमवर्षकों को निर्देशित तकनीक के साथ अद्यतन किया जाता है, जिसे सैटनेव तकनीक के एकीकरण के साथ हासिल किया गया है।

7. भारत के नेविगेशन उपग्रह (Navigation Satellites of India)

7.1. GPS सहायता प्राप्त GEO संवर्धित नेविगेशन (GPS Aided GEO Augmented Navigation-GAGAN)

- यह एक अंतरिक्ष आधारित संवर्धित प्रणाली (Space Based Augmentation System-SBAS) है जिसे ISRO और भारतीय हवाईअड्डा प्राधिकरण (Airport Authority of India) द्वारा संयुक्त रूप से विकसित किया गया है ताकि पड़ोसी उड़ान सूचना क्षेत्र तक विस्तार करने की क्षमता के साथ भारतीय उड़ान सूचना क्षेत्र पर सर्वोत्तम संभव नेविगेशनल सेवाएं प्रदान की जा सके।
- 13 जुलाई, 2015 को GAGAN लॉन्च करने के बाद, भारत संयुक्त राज्य अमेरिका, यूरोप संघ और जापान की चुनिंदा लीग में शामिल हो गया, जिनके पास समान प्रणालियाँ हैं।
- GAGAN उपग्रहों और ग्राउंड स्टेशनों की एक प्रणाली है जो GPS सिग्नल सुधार प्रदान करती है। यह योण क्षेत्र गड़बड़ी, समय और उपग्रह कक्षा त्रुटियों के कारण होने वाली GPS सिग्नल त्रुटियों को ठीक करता है और यह प्रत्येक उपग्रह के स्वास्थ्य के बारे में महत्वपूर्ण जानकारी भी प्रदान करता है।

GAGAN का कार्य

- GAGAN में भारत के विभिन्न स्थानों पर स्थित ग्राउंड रेफरेंस स्टेशनों का एक सेट शामिल है, जिसे इंडियन रेफरेंस स्टेशन (INRES) कहा जाता है, जो GPS उपग्रह डेटा एकत्र करता है।
- एक मास्टर स्टेशन, इंडियन मास्टर कंट्रोल सेंटर संदर्भ स्टेशनों से डेटा एकत्र करता है और GPS सुधार संदेश बनाता है।
- संशोधित अंतर संदेशों को भारतीय अपलिंक स्टेशन (Indian Uplink Station-INLUS) के माध्यम से अपलिंक किया जाता है और फिर तीन भूस्थैतिक उपग्रहों (GSAT-8, GSAT-10 और GSAT-15) से एक सिग्नल पर प्रसारित किया जाता है।
- इस सिग्नल की जानकारी बुनियादी GPS सिग्नल संरचना के साथ संगत है, जिसका अर्थ है कि कोई भी SBAS सक्षम GPS रिसीवर इस सिग्नल को पढ़ सकता है।

कवरेज क्षेत्र

- दो GEO एक साथ अंतरिक्ष में GAGAN सिग्नल संचारित करते हैं। GAGAN GEO पदचिह्न अफ्रीका से ऑस्ट्रेलिया तक फैला हुआ है और GAGAN प्रणाली पड़ोसी देशों में विस्तार के लिए 45 संदर्भ स्टेशनों को पूरा करने की क्षमता रखती है।

- GAGAN, GNSS पैनल द्वारा स्थापित अंतर्राष्ट्रीय नागरिक उड्डयन संगठन (International Civil Aviation Organization-ICAO) मानकों और अनुशंसित प्रथाओं के अनुरूप एक नागरिक वैमानिकी नेविगेशन सिग्नल प्रदान करता है।
- यह प्रणाली अन्य अंतरराष्ट्रीय SBAS प्रणालियों जैसे कि यूनाइटेड स्टेट्स वाइड एरिया ऑग्मेंटेशन सिस्टम (WAAS), यूरोपीय जियोस्टेशनरी नेविगेशन ओवरले सर्विस (EGNOS), और जापानी MTSAT सैटेलाइट ऑग्मेंटेशन सिस्टम (MSAS) के साथ अंतर-संचालित है, और क्षेत्र भर में निर्बाध हवाई नेविगेशन प्रदान करती है।

GAGAN का अनुप्रयोग

- GAGAN प्रणाली का उपयोग वन्यजीव संसाधनों के प्रभावी प्रबंधन और वनों की निगरानी के लिए किया जा रहा है।
- यह भारतीय रेलवे को सिग्नलिंग के लिए नेविगेशनल सहायता प्रदान कर सकता है: जब कोई ट्रेन किसी व्यक्ति रहित क्रॉसिंग पर पहुंचती है और रेलवे पटरियों के संरेखण के लिए भी।
- देश के सभी राष्ट्रीय राजमार्गों के लिए रोड एसेट मैनेजमेंट सिस्टम (RAMS) और एक आधुनिक प्रबंधन प्रणाली विकसित किए जाने की संभावना है जो GAGAN प्रणाली का उपयोग करेगी।
- ट्रैफिक जाम से बचने के लिए वास्तविक समय में यातायात को प्रबंधित करने के लिए GAGAN सिग्नल का भी उपयोग किया जा सकता है।
- अन्य क्षेत्रों में वायुमंडलीय अध्ययन के लिए वैज्ञानिक अनुसंधान, प्राकृतिक संसाधन और भूमि प्रबंधन, स्थान आधारित सेवाएं, मोबाइल और पर्यटन शामिल हैं।

7.2. भारतीय नक्षत्र के साथ नेविगेशन (Navigation with Indian Constellation-NavIC)

- देश की स्थिति, नेविगेशन और समय की आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए, ISRO ने एक क्षेत्रीय नेविगेशन उपग्रह प्रणाली स्थापित की है जिसे नेविगेशन विद इंडियन कांस्टेलेशन (NavIC) कहा जाता है।
- NavIC को पहले भारतीय क्षेत्रीय नेविगेशन उपग्रह प्रणाली (IRNSS) के रूप में जाना जाता था।
- इसका मुख्य उद्देश्य भारत और उसके पड़ोस में विश्वसनीय स्थिति, नेविगेशन और समय सेवाएं प्रदान करना और उपयोगकर्ता को अधिक सटीकता प्रदान करना है।
- NavIC दो सेवाएँ प्रदान करता है:
    - नागरिक उपयोगकर्ताओं के लिए मानक स्थिति सेवा (Standard Position Service-SPS)।
    - रणनीतिक उपयोगकर्ताओं के लिए प्रतिबंधित सेवा (Restricted Service-RS)।

NavIC का संगठन

- यह प्रणाली मूलतः दो-भाग वाली है। पहला भाग अंतरिक्ष खंड है, जो सात नेविगेशन उपग्रहों से बना है। फिर भूमि खंड है, जो इन उपग्रहों से सिग्नल प्राप्त करता है और उन्हें विभिन्न अनुप्रयोगों में इस्तेमाल करता है।

- अंतरिक्ष खंड में, भूस्थैतिक कक्षा (Geostationary orbit-GEO) में तीन उपग्रह और भूमध्यरेखीय तल पर 29° के झुकाव के साथ भूतुल्यकालिक कक्षा (Geosynchronous orbit-GSO) में चार उपग्रह हैं। सभी उपग्रह हर समय भारतीय क्षेत्र में दिखाई देते हैं।
- भारत ने वर्ष 2016 तक सभी सात नेविगेशन उपग्रहों का प्रक्षेपण पूरा कर लिया। 2016 के मध्य में उपग्रह प्रणाली चालू भी हो गई। इसकी शुरुआत सैन्य और अन्य रणनीतिक अभियानों के लिए प्रतिबंधित सेवाएं प्रदान करने से हुई है।
- जमीनी नेटवर्क में एक नियंत्रण केंद्र, सटीक समय सुविधा, रेंज और अखंडता निगरानी स्टेशन, दो-तरफ़ा रेंजिंग स्टेशन आदि शामिल हैं।
- ग्राउंड सेगमेंट IRNSS नक्षत्र के रखरखाव और संचालन के लिए जिम्मेदार है। यह नक्षत्र स्थिति की निगरानी, कक्षीय और घड़ी मापदंडों की गणना और नेविगेशन डेटा अपलोडिंग प्रदान करता है।
- इस प्रणाली का उद्देश्य पूरे भारतीय भूभाग में 10 मीटर से बेहतर और हिंद महासागर के साथ-साथ भारत के चारों ओर लगभग 1,500 किमी तक फैले क्षेत्र में 20 मीटर से बेहतर पूर्ण स्थिति सटीकता प्रदान करना है।
- मई, 2023 में ISRO ने NavIC के सामने आने वाली कुछ पिछली समस्याओं को दूर करने के लिए एक नया NavIC उपग्रह (NVS-01) लॉन्च किया, जो NavIC की दूसरी पीढ़ी का है।
    - NavIC के सामने आने वाली समस्याओं में परमाणु घड़ी की विफलता, उपग्रह प्रतिस्थापन, सीमित कवरेज, मोबाइल बेमेल, सुरक्षा और एन्क्रिप्शन शामिल हैं।

भारत को अपनी स्वयं की नेविगेशन प्रणाली की आवश्यकता क्यों है?

- ऐसी नेविगेशन प्रणाली की आवश्यकता इस तथ्य से प्रेरित है कि प्रतिकूल परिस्थितियों में विदेशी सरकार द्वारा नियंत्रित वैश्विक नेविगेशन उपग्रह प्रणालियों तक पहुंच की गारंटी नहीं है।
- इसके अलावा, इसकी अपनी नेविगेशन प्रणाली भारत को स्थिति निर्धारण सेवाओं में अधिक सटीकता प्रदान करने में मदद करेगा।

प्रणाली से उपलब्ध अन्य सेवाएँ क्या हैं?

- नेविगेशन के अलावा, प्रणाली सटीक समय रखने, आपदा प्रबंधन, बेड़े प्रबंधन और मानचित्रण में मदद करता है।
- NavIC के अनुप्रयोगों में स्थलीय, हवाई और समुद्री नेविगेशन, वाहन ट्रैकिंग, मोबाइल फोन के साथ एकीकरण, जियोडेटिक डेटा कैप्चर, पैदल यात्रियों (hikers) और यात्रियों के लिए स्थलीय नेविगेशन सहायता और ड्राइवरों के लिए दृश्य और आवाज नेविगेशन शामिल हैं।

8. खगोलीय उपग्रह (Astronomical Satellites)

8.1. खगोलीय उपग्रह क्या है? (What is an Astronomical Satellite?)

- एक खगोलीय उपग्रह कक्षा में स्थित एक विशाल दूरबीन है। यह पृथ्वी के वायुमंडल से हस्तक्षेप किए बिना अच्छी तरह से देखने में सक्षम है।
- इसकी इन्फ्रारेड इमेजिंग तकनीक ग्रह की सतह के तापमान से परेशान हुए बिना सामान्य रूप से कार्य कर सकती है।

8.2. खगोल विज्ञान में प्रयुक्त अंतरिक्ष यान के प्रकार (Types of Spacecraft Used in Astronomy)

खगोल विज्ञान में उपयोग किए जाने वाले अंतरिक्ष यान को कई अलग-अलग प्रकारों में विभाजित किया जा सकता है:

- **खगोल विज्ञान उपग्रह:** अंतरिक्ष में विभिन्न प्रकार के खगोलीय पिंडों और घटनाओं की जांच के लिए उपयोग किया जाता है।
- **जलवायु अनुसंधान उपग्रह:** विशिष्ट प्रकार के सेंसर से सुसज्जित जो वैज्ञानिकों को विश्व के महासागरों और बर्फ, भूमि, जीवमंडल और वायुमंडल पर व्यापक, बहुआयामी डेटा इकट्ठा करने की अनुमति देते हैं।
- **जैव उपग्रह:** पौधों और जानवरों की कोशिकाओं और संरचनाओं पर अंतरिक्ष-आधारित अध्ययन; चिकित्सा और जीव विज्ञान की प्रगति में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

8.3. खगोलीय उपग्रहों के अनुप्रयोग (Applications of Astronomical Satellites)

- सितारों का मानचित्र बनाना और ब्लैक होल और क्वासर जैसी रहस्यमय घटनाओं का अध्ययन करना।
- सौर मंडल में ग्रहों की तस्वीरें लेना।
- विभिन्न ग्रहों की सतहों के मानचित्र बनाना।

9. अनुसंधान उपग्रह: एस्ट्रोसैट (Research Satellite: ASTROSAT)

- PSLV-C30 ने 28 सितंबर, 2015 को निम्न पृथ्वी कक्षा में भारत की मल्टी वेवलेंथ अंतरिक्ष वेधशाला एस्ट्रोसैट को सफलतापूर्वक लॉन्च किया था।
- एस्ट्रोसैट को अपने पांच पेलोड की मदद से एक साथ विद्युत चुम्बकीय स्पेक्ट्रम के दृश्यमान, पराबैंगनी, निम्न और उच्च ऊर्जा एक्स-रे क्षेत्रों में ब्रह्मांड का निरीक्षण करने के लिए डिज़ाइन किया गया है।
- इस उपग्रह की सफलता के साथ, ISRO ने एस्ट्रोसैट के आनुक्रमिक के रूप में एस्ट्रोसैट-2 लॉन्च करने का प्रस्ताव रखा है।
- वेधशाला का नियोजित जीवनकाल पाँच वर्ष का था लेकिन उसने अपना मिशन 2022 में पूरा किया।

- अंतरिक्ष वेधशाला, एस्ट्रोसैट के सफल प्रक्षेपण के साथ, ISRO ने भारत को उन चुनिंदा देशों के समूह में शामिल कर दिया, जिनके पास आकाशीय पिंडों और प्रक्रियाओं का अध्ययन करने के लिए अंतरिक्ष दूरबीन है।

एस्ट्रोसैट के वैज्ञानिक उद्देश्य

- न्यूट्रॉन सितारों और ब्लैक होल वाले बाइनरी स्टार प्रणाली में उच्च ऊर्जा प्रक्रियाओं को समझना।
- न्यूट्रॉन सितारों के चुंबकीय क्षेत्र का अनुमान लगाना।
- आकाशगंगा से परे तारा प्रणालियों में तारा जन्म क्षेत्रों और उच्च ऊर्जा प्रक्रियाओं का अध्ययन करना।
- आकाश में नए संक्षिप्त उज्ज्वल एक्स-रे स्रोतों का पता लगाना।
- पराबैंगनी क्षेत्र में ब्रह्मांड का एक सीमित गहन क्षेत्र सर्वेक्षण करना।

10. रिमोट सेंसिंग अनुप्रयोग (Remote Sensing Applications)

10.1. रिमोट सेंसिंग क्या है? (What is Remote Sensing?)

- रिमोट सेंसिंग किसी क्षेत्र विशेष में भौतिक रूप से गए बिना उसकी परावर्तित और उत्सर्जित विकिरण ऊर्जा को मापकर उसकी भौतिक विशेषताओं का पता लगाने और निगरानी करने की प्रक्रिया है।
- विशेष कैमरे दूर से संवेदी छवियां एकत्र करते हैं, जो शोधकर्ताओं को पृथ्वी के बारे में चीजों को समझने में मदद करते हैं।

10.2. रिमोट सेंसिंग के अनुप्रयोग (Applications of Remote Sensing)

- **कृषि:** फसल की स्थिति की पहचान करना; फसल के प्रकार, मिट्टी की नमी की मात्रा और खेत की फसल में पानी की मात्रा का निर्धारण करना; मिट्टी की विशेषताओं का मानचित्रण, मिट्टी प्रबंधन प्रथाएं, फसल उत्पादन का पूर्वानुमान; और सूखे की निगरानी।
- **वानिकी:** वन क्षेत्र और वन के प्रकार का निर्धारण; वनस्पति घनत्व; वनों की कटाई और जंगल की आग पर नियंत्रण; और बायोमास अनुमान।
- **महासागर और तटीय निगरानी:** महासागर पैटर्न की पहचान; मछली स्टॉक और समुद्री स्तनपायी का मूल्यांकन; पानी की गुणवत्ता, तापमान और ज्वार और तूफान के प्रभावों की निगरानी; तटीय वनस्पति का मानचित्रण; और महासागरीय लवणता का निर्धारण।
- **भूविज्ञान:** आधारशिला और संरचनात्मक मानचित्रण; खनिज और हाइड्रोकार्बन अन्वेषण; पर्यावरणीय भूविज्ञान; अवसादन मानचित्रण और निगरानी; और भू-खतरा मानचित्रण।
- **जल विज्ञान:** आर्द्रभूमि मानचित्रण और निगरानी; बर्फ की मोटाई मापना; नदी और झील की बर्फ की निगरानी; बाढ़ मानचित्रण और निगरानी; ग्लेशियर की गतिशीलता की निगरानी; और जल निकासी बेसिन का मानचित्रण।

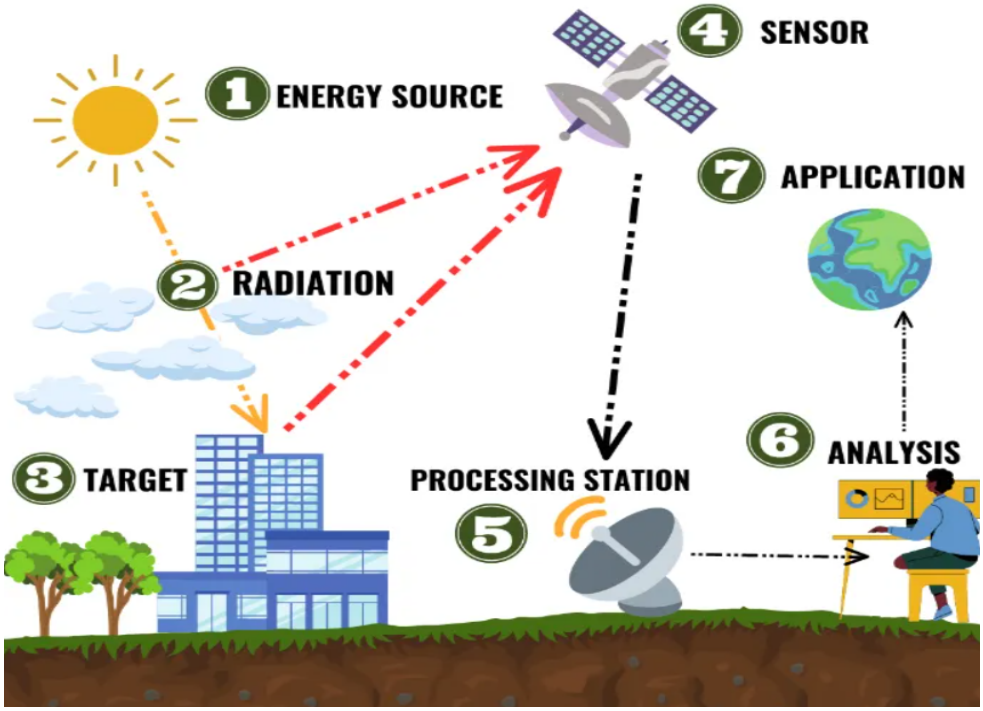

Figure.2. रिमोट सेंसिंग प्रक्रिया

11. भारतीय रिमोट सेंसिंग उपग्रह कार्यक्रम (Indian Remote Sensing (IRS) Satellite Program)

11.1. परिचय (Introduction)

- 1979 और 1981 में क्रमशः लॉन्च किए गए भास्कर-1 और भास्कर-2 उपग्रहों की सफल प्रदर्शन उड़ानों के बाद, भारत ने स्वदेशी भारतीय रिमोट सेंसिंग उपग्रह कार्यक्रम विकसित करना शुरू किया।
- कार्यक्रम को कृषि, जल संसाधन, वानिकी और पारिस्थितिकी, भूविज्ञान, जलक्षेत्र, समुद्री मत्स्य पालन और तटीय प्रबंधन के क्षेत्रों में राष्ट्रीय अर्थव्यवस्था का समर्थन करने के लिए विकसित किया गया था।
- ISRO के तहत भारत में रिमोट सेंसिंग कार्यक्रम 1988 में IRS-1A (स्वदेशी अत्याधुनिक ऑपरेटिंग रिमोट सेंसिंग उपग्रहों की श्रृंखला में से पहला) के साथ शुरू हुआ।

11.2. प्रमुख क्षमताएँ (Principal Capabilities)

कार्यक्रम में तीन प्रमुख क्षमताओं का विस्तार शामिल हैं:

- उपग्रहों को सूर्य समकालिक कक्षा में डिजाइन, निर्माण और प्रक्षेपित करना।
- अंतरिक्ष यान नियंत्रण, डेटा स्थानांतरण के साथ-साथ डेटा प्रोसेसिंग और अभिलेखीय के लिए ग्राउंड स्टेशन स्थापित करना और संचालित करना।
- जमीनी स्तर पर विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए प्राप्त डेटा का उपयोग करना।

11.3. महत्वपूर्ण भारतीय रिमोट सेंसिंग उपग्रह (Important Indian Remote Sensing Satellites)

नाम		प्रक्षेपण का वर्ष	महत्त्व
IRS	IRS-1A	1988	नक्शानवीसी, भूमि उपयोग मानचित्रण और वानिकी जैसे सुदूर संवेदन अनुप्रयोगों के लिए उपयोग किया जाता है।
	IRS-1B	1991	
	IRS-1C	1995	क्षमताओं में सुधार हुआ। खनिज अन्वेषण, तटीय निगरानी और आपदा प्रबंधन जैसे अनुप्रयोगों की एक विस्तृत श्रृंखला के लिए उपयोग किया जाता है।
	IRS-1D	1997	
रिसोर्ससैट (Resourcesat)	रिसोर्ससैट-1	2003	मृदा नमी मानचित्रण, फसल सूची और वानिकी जैसे संसाधन मानचित्रण और प्रबंधन अनुप्रयोगों के लिए उपयोग किया जाता है।
	रिसोर्ससैट-2	2011	
	रिसोर्ससैट-2A	2016	
कार्टोसैट (Cartosat)	कार्टोसैट-1	2005	नक्शानवीसी और उच्च-रिज़ॉल्यूशन इमेजिंग अनुप्रयोगों के लिए उपयोग किया जाता है। कार्टोसैट-3 में हाइपरस्पेक्ट्रल (hyperspectral) छवियों को कैप्चर करने की अतिरिक्त क्षमता भी है।
	कार्टोसैट-2	2007	
	कार्टोसैट-3	2019	
ओशनसैट (Oceansat)	ओशनसैट-1	1999	समुद्री सतह तापमान मानचित्रण, महासागर रंग मानचित्रण और समुद्री पवन वेक्टर मानचित्रण जैसे समुद्र विज्ञान संबंधी अनुप्रयोगों के लिए उपयोग किया जाता है।
	ओशनसैट-2	2009	
	RISAT-1	2012	इन उपग्रहों में सिंथेटिक एपर्चर रडार (SAR) सेंसर थे जो उन्हें बादल या अंधेरे
	RISAT-2	2009	

RISAT			परिस्थितियों में भी पृथ्वी की तस्वीरें खींचने में मदद करते थे।