अध्याय 4

सुदूर संवेदन एवं भौगोलिक सूचना तंत्र
(Remote Sensing and Geographical Information System)

परिचय

सुदूर संवेदन (Remote sensing) वर्तमान में कोई नया विषय नहीं है। सन् 1960 के बाद सुदूर संवेद की तकनीकों में इतना अधिक सुधार हुआ है कि कृत्रिम उपग्रहों के माध्यम से वैश्विक वातावरण भूमि उपयोग, प्राकृतिक संकट, विशेष क्षेत्र की भौगोलिक जानकारियों जैसे महत्त्वपूर्ण तथ्यों का अध्ययन आसानी से हो पा रहा है। भारत ने इस तकनीक के क्षेत्र में अल्प समय में महत्वपूर्ण व उल्लेखनीय प्रगति की है।

दूरसंवेद का अर्थ

दूरसंवेद का शाब्दिक अर्थ दूर से सूचनाएँ प्राप्त करना होता है। किसी वस्तु को स्पर्श किये बिना उसके बारे में सूचनाएँ प्राप्त कर लेना सुदूर संवेदन कहलाता है। हम किसी वस्तु को आँख द्वारा दूर से देखकर भी उसकी पहचान कर लेते हैं। यहीं नियम दूर संवेद पर लागू होता है। कृत्रिम उपग्रह, वायुयान या अन्य किसी प्लेटफार्म पर रखे किसी संवेदक (Senser) द्वारा धरातल के प्रतिरूपों व अन्य सूचनाओं को प्राप्त करने, आंकड़े व चित्र तैयार करने, प्राप्त तथ्यों की व्याख्या करने की समस्त प्रक्रियाओं को दूर संवेदन में सम्मिलित किया जाता है।

दूर संवेद के लाभ : वायुमण्डल में स्थापित या अन्तरिक्ष आधारित संवेदकों की सहायता से प्राप्त किये गये तथ्यों की कुछ महत्वपूर्ण विशेषताएँ एवं लाभ इस प्रकार है–

(i) ये पृथ्वी के बहुत बड़े भाग का विहंगात्मक दृश्य प्रस्तुत करते हैं।

(ii) धरातल के सभी दृश्यमान लक्षण एक साथ अंकित हो जाते हैं।

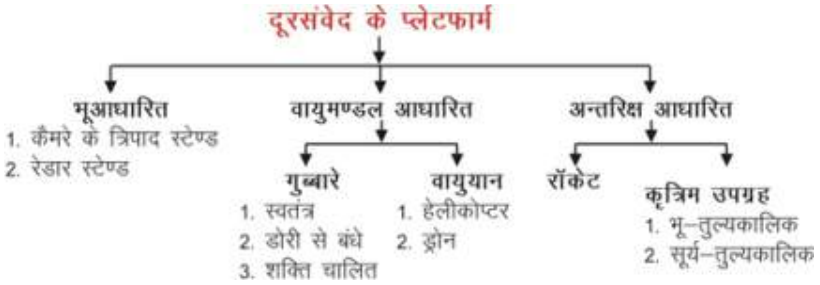
(iii) धरातल की गतिक घटनाओं जैसे बाढ़, यातायात मौसम की दशा, वनों की आग, तेल के रिसाव के अध्ययन में बहुत उपयोगी सिद्ध हुए हैं।

(iv) ये प्रतिबिम्ब किसी समय विशेष की दशाओं, घटनाओं के स्थायी अभिलेख होते हैं जिनका भविष्य में भी कोई व्यक्ति अध्ययन कर सकता है।

(v) अन्तरिक्ष आधारित दूर संवेद एक महंगी तकनीक है परन्तु इसके अनुप्रयोग पर विचार करने पर सस्ती प्रतीत होती है।

दूरसंवेद के प्लेटफार्म

प्लेटफार्म शब्द का प्रयोग ऐसे किसी ऐसे स्थिर या गतिमान आधार उपकरण या वाहन के लिए किया जाता है जिस पर कैमरा या संवेदक को रखकर प्रयोग में लाया जाता है। सभी प्रकार के प्लेट फार्म को तीन वर्गों में विभाजित किया जा सकता है जिन्हें नीचे प्रदर्शित किया गया है।



दूरसंवेद की प्रक्रियाएँ

दूरसंवेद एक ऐसा विज्ञान व कला है जिसमें हम दूर स्थित किसी संवेदक के द्वारा ग्रहण किये गये परावर्तित प्रकाश के आवेगों का विश्लेषण करके आंकड़ों या प्रतिबिम्ब के द्वारा उस स्थान, वस्तु या घटना के सम्बन्ध में जानकारी प्राप्त करते हैं। वर्तमान में इस कार्य में किसी संवेदक जैसे– वायव कैमरा, मल्टीस्पेक्ट्रम, स्केनर, थर्मल इन्फ्रारेड लाइनर स्केनर का कृत्रिम उपग्रहों या अन्य प्लेटफार्म में रख कर प्रयोग में लाते हैं।

इन संवेदकों में पदार्थ द्वारा विद्युत–चुम्बकीय विकिरण (Electro magnetic radiation) के मध्य होने वाली अन्योन्य क्रिया (Interaction) को डिजिटल डेटा या इमेज रेकार्डिग करने की क्षमता होती है। इस प्रक्रिया को आप इस प्रकार भी समझ सकते हैं कि आप इस पुस्तक को दूरसंवेद की सहायता से ही पढ़ रहे हैं–

(i) प्रस्तुत पृष्ठ को पढ़ते समय आपकी आँखें एक संवेदक (Sensor) का काम कर रही है।

(ii) ये संवेदक लिखे हुए या खाली स्थानों से परावर्तित प्रकाश या विद्युत चुम्बकीय विकिरण के आवेगों को ग्रहण कर रहे हैं।

(iii) ये आवेग आपके मस्तिष्क में पहुँच रहे हैं, जहाँ एक प्राकृतिक कम्प्यूटर में इनका अविश्लेषण भी साथ–साथ हो रहा है।

(iv) इस विश्लेषण से आपको ज्ञात हो रहा है कि काले भाग अक्षरों से बने शब्द एवं वाक्य है।

(v) इस प्रकार वाक्यों के अर्थ को समझ पा रहे हैं।

दूर संवेद की सभी प्रक्रियाओं को दो भागों में रखा जा सकता है–

(अ) सूचनाओं या आंकड़ों की प्राप्ति (Data acquisition)

(ब) प्राप्त सूचना, आंकड़ों का विश्लेषण (Data Analysis)

(अ) सूचनाओं या आंकड़ों की प्राप्ति (**Data acquisition**)

दूर संवेदन में विभिन्न विधियों से हम क्षेत्र के सम्बन्ध में सूचनाएँ (आंकड़े) एकत्रित करते हैं। हमें यह सूचनाएँ (data Product) दो रूपों में प्राप्त होती है (1) चित्रिय रूप में, (2) अंकित रूप में। इस प्रक्रिया की 6 अवस्थाएं हो सकती है।

(i) विद्युत–चुम्बकीय ऊर्जा के किसी स्रोत की प्राप्ति होना प्रथम आवश्यकता हैं। यह ऊर्जा हमें ऊष्मा (Heat) या प्रकाश (Light) के रूप में मिलती है।

(ii) सूर्य से विकिरित विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा तरंगों (Waves) के रूप में संचरण करती है।

(iii) पृथ्वी पर पहुँचने वाली विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा धरातल के पदार्थों से अन्योन्य क्रिया करती है। धरातल के किन्हीं भी दो वस्तुओं की यह क्रिया समान नहीं होती, इसी असमानता के कारण हम पदार्थों में भेद कर सकते हैं।

(iv) धरातल एवं आपतित ऊर्जा (incident energy) की अन्योन्य क्रिया से विद्युत–चुम्बकीय सवेग पैदा होते हैं। इन आवेगों को किसी संवेदक तक पहुँचने के लिए परावर्तित (reflected) प्रकाश के रूप में पुनः वायुमण्डल में पुनःसंचरण करना पड़ता है।

(v) धरातल से आने वाले विद्युत चुम्बकीय आवेगों को ग्रहण करने के लिए दूर संवेद में प्लेटफार्म चुने जाते हैं।

(vi) प्लेटफार्म पर स्थित संवेदक परावर्तित आवेगों को डिजिट के रूप में आलेखित करते हैं।

(vii) अंकों के रूप में भेजी गई सूचनाओं को भू–आधारित केन्द्रों में कम्प्यूटर रिकार्ड करते रहते हैं।

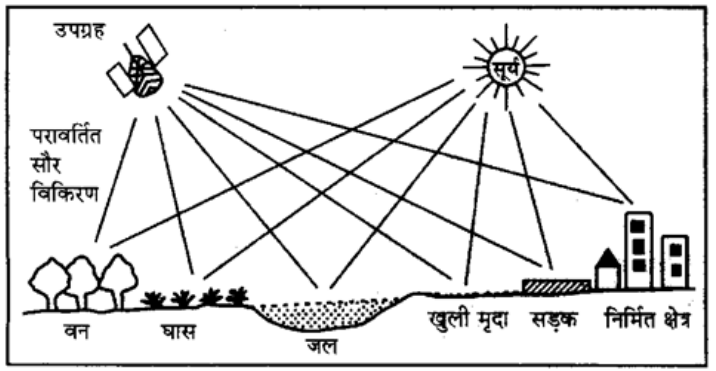
(ब) प्राप्त सूचना, आंकड़ों का विश्लेषण (**Data Analysis**)

वायुमण्डल या अन्तरिक्ष आधारित संवेदकों के द्वारा भेजी गई सूचनाओं में दृश्य–क्षेत्र के सभी विवरण अंकित होते हैं अतः इनको पहचानने और इच्छित जानकारी प्राप्त करने के लिए पर्याप्त ज्ञान, अभ्यास व अनुभव की आवश्यकता होती है।

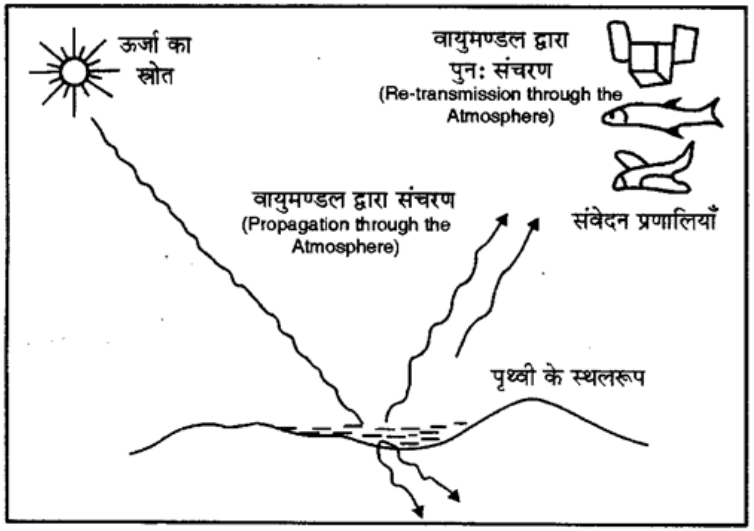
(i) कम्प्यूटर टेप पर अंकित अंकीय सूचनाओं (digital data) को इलेक्ट्रोनिक उपकरणों की सहायता से प्रतिबिम्बों (Image) में परिवर्तित कर लिया जाता है।

(ii)विभिन्न उपकरणों– स्टीरियोस्कोप, स्टीरियोमीटर व अन्य तकनीकों से इसका विश्लेषण करते हैं।

(iii) प्रतिबिम्बों के विश्लेषण एवं व्याख्या से प्राप्त सभी प्रकार की सूचनाओं को सुरक्षित रखा जाता है ताकि भविष्य में इनका उपयोग हो सके।



चित्र : 4.1



चित्र : 4.2

भारत में दूरसंवेद कार्यक्रम

आज भारत विश्व के कुछ गिने–चुने देशों में आता है जिनके पास विश्व स्तरीय तकनीक उपलब्ध है जो विदेशी उपग्रहों को अन्तरिक्ष में स्थापित करता है। इस दृष्टि से भारत का एक उज्जवल विकास का इतिहास संक्षेप में इस प्रकार रहा है।

(1) आज का भारत अपनी वर्तमानर दूरसंवेदन तकनीक के लिए होमी जहांगीर भाभा, विक्रम साराभाई, पी.रामा पिशरोतय, यू.आर. राव, सतीश धवन, कृष्णास्वामी कस्तुरीरंगन जैसे महान वैज्ञानिकों का सदैव ऋणी रहेगा, जिनके अथक प्रयसों से यह कार्य संभव हो सका।

(2) देश में दूरसंवेद तकनीक को सबसे पहले पी. रामा पिशरोतय ने नारीयल की खेती में लगने वाली विल्ट–रूट नामक बीमारी को शीघ्र पहचानने के लिए प्रयोग में लिया।

(3) 1960 के दशक में भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन ISRO (Indian Space Research Organisation) ने वायुयानों का प्रयोग करते हुए विभिन्न संवेदकों से देश के कुछ भागों में कृषि भूमि उपयोग, वनों के प्रकार, मिट्टियों के प्रकार, प्रदूषण की जानकारियों के लिए हवाई–सर्वेक्षण किये।

(4) अन्तरिक्षीय दूर संवेद का प्रारम्भ सन् 1975 में हुआ, जब इसरो ने आर्यभट्ट नामक प्रथम उपग्रह को सोवियत रूस की भूमि से अन्तरिक्ष में स्थापित किया।

(5) इसरो ने जुलाई 1979 में भास्कर–1 और अप्रेल 1983 में भास्कर–2 को रूप के रॉकेट वाहकों द्वारा अन्तरिक्ष में भेजा। इन उपग्रहों से प्राप्त लघुतरंग आंकड़ों से महासागर एवं वायुमण्डलीय दशाओं के अध्ययन में मदद मिली।

(6) मई 1981 में इसरो ने रोहिणी श्रृंखला के RS-D1 तथा RS-D2 को धरातल से 4000 किमी ऊँची कक्षा में स्थापित कर दिया। इन प्रयोगात्मक उपग्रहों को श्री हरिकोटा से SLV-3 रॉकेट के द्वारा अन्तरिक्ष में भेजा गया। इस श्रृंखला के उपग्रह प्रत्येक दृष्टि से स्वदेशी थे क्योंकि इनकी कल्पना डिजाइन व भेजने का कार्य भारतीय वैज्ञानिकों द्वारा भारत की सीमाओं में किया गया।

(7) 19 जुलाई 1981 में भारत APPLE नामक प्रथम भू–तुल्यकालिक उपग्रह को फ्रेंन्च गायना के कोरू केन्द्र से अन्तरिक्ष में स्थापित किया गया। इनसे कई बड़े क्षेत्रों में टेलिविजन कार्यक्रमरों का सीधा प्रधारण संभव हुआ।

(8) भू–तुल्यकालिक से क्रियात्मक उपग्रह श्रृंखला का प्रथम उपग्रह इन्सेट-IA था जिसकी रचना ''फोर्ड ऐरोस्पेस एण्ड कम्यूनिकेशन कार्पोरेशन'' स.रा. अमेरिका के संस्थान ने की। इस उपग्रह को नासा के डेल्टा रॉकेट द्वारा स.रा. अमेरिका के केपकेनेरिल से 10 अप्रेल 1982 में इसकी पूर्व–निर्धारित भू– तुल्यकालिक कक्षा में स्थापित किया गया, परन्तु 147 दिन बाद इस उपग्रह ने काम करना बंद कर दिया।

(9) अगले उपग्रह इन्सेट–1B को 82° पूर्वी देशान्तर पर स्थित इस भू–तुल्यकालिक उपग्रह से देश के लगभग 220 टेलीविजन केन्द्र, मौसम विभाग के 75 केन्द्र और दूरसंचार के 8000 से भी अधिक टेलिफोन सर्किट जुड़े हुए हैं।

(10) इन्सेट 1C और इन्सेट 1D को भी कोरू केन्द्र फ्रेंच गुयाना से प्रेक्षित किया गया। इन्सेट–2 श्रृंखला के अन्तिम उपग्रह 2E को 3 अप्रेल 1999 को कोरू से ही भेजा गया। 83° पूर्वी देशान्तर पर स्थित यह उपग्रह आस्ट्रेलिया व न्यूजीलैण्ड से प. यूरोप तक के विशाल भू–भाग को कवर करता है। इससे दूरदर्शन व दूरसंचार के क्षेत्र में प्रगति हुई।

(11) 1988 से 26 मई 1999 तक की अवधि में इसरो ने अपने 7 उपग्रह ध्रुवीय एवं वृत्ताकार सूर्य–तुल्यकालिक कक्षाओं में स्थापित किये। इनमें 4 उपग्रह IRS-1 तथा उपग्रह IRS-P श्रृंखला के हैं।

(12) पृथ्वी के पर्यावरण के सम्बन्ध में नियमित रूप से सूचनाएं प्राप्त करने के उद्देश्य से दूसरो ने 1994 में सूर्य–तुल्यकालिक उपग्रहों की नवीन श्रृंखला के IRS-P प्रारम्भ की थी। 26 मई 1994 तक इस श्रृंखला के IRS-P2, IRS-P3 व IRS-P4 अन्तरिक्ष में भेजे जा चुके हैं।

26 मई 1999 में दूसरों ने अपनी स्वदेशी तकनीक से निर्मित PSLV-2C रॉकेट के द्वारा श्री हरिकोटा के शार केन्द्र से एक साथ तीन दूरसंवेद उपग्रहों (i) भारत का IRS-P4 (ii) कोरिया का KITSAT (iii) जर्मनी का TUBSAT को उनकी अपनी–अपनी सूर्य–तुल्यकालिक कक्षाओं में सफलतापूर्वक स्थापित कर विश्व प्रशंसनीय कार्य किया। पिछले 15 वर्षों से भारत ने इस क्षेत्र में अदभूत सफलताएं प्राप्त की है भारत के द्वारा प्रेक्षित उपग्रहों, उनके उद्देश्यों को निम्न सारणी 4.1 में प्रस्तुत किया गया है।

सारणी 4.1 : भारत के प्रमुख अन्तरिक्ष कार्यक्रमों का विवरण

उपग्रह	प्रेक्षण की तिथि	कार्यप्रणाली एवं उद्देश्य	प्रेक्षणयान
जी.सेट	18.04.2001	बहुउद्देशीय	जीएसएसएलवी–डी1
टी.ई.एस. (भारत) वर्ड (जर्मनी), ग्रोबा (बेल्जियम)	22.10.2001	सुदूर संवेदन	पीएसएलवी–सी3
इन्सेट–3सी	24.01.2002	संचार व्यवस्था	एरियन–4
कल्पना–1 (मेटसैट)	19.09.2002	मौसम सम्बन्धी	पीएसएलवी सी–4
इन्सेट–3ए	10.04.2003	बहुउद्देशीय	एरियन–5
जी सैट–2	08.50.2003	संचार व्यवस्था	जीएसएलवीडी–2
इन्सेट–3ई	28.09.2003	सुदूर सवंदन	एरियन–5
रिसोर्ससैट	17.10.2003	बहुउद्देशीय	पीएसएलवी–सी5
एजुसैट	20.09.2004	बहुउद्देशीय	जीएसएलवी–01
कार्टोसैट	05.05.2005	सुदूद संवेदन	पीएसएलवी–सी6

हैमसेट	05.05.2005	संचार	पीएसएलवी–सी6
इन्सेट–4ए	22.10.2005	संचार	एरियल–5
इनसेट 4सी	10.07.2006	संचार	जीएसएलवी
कार्टोसेट–2	10.01.2007	स्थानिक चित्रण	पीएसएलवी–सी7
स्पेश कोसूल रिकवरी प्रयोग	10.01.2007	स्थानिक चित्रण	पीएसएलवी–सी7
इन्सेट 4बी	12.03.2007	संचार (DTH)	एरियल
इन्सेट 4सीआर	02.09.2007	संचार	पीएसएलवी–एफ4
काटोसेट–2ए	28.04.2007	रिमोट सेसिंग	पीएसएलवी–सी9
आईएमएस–1 (TW Sat)	28.04.2008	रिमोट सेसिंग	पीएसएलवी–सी9
चन्द्रयान–1	22.10.2008	चन्द्रमा पर शोध	पीएसएलवी–सी11
राईसेन्ट–2	22.04.2008	सीमान्त सुरक्षा, आंतकी सुरक्षा	पीएसएलवी–सी12
एजुसेट	22.04.2008	संचार	पीएसएलवी–सी13
ओशनसेट–2	23.09.2009	महासागरीय व तटीय सूचनाएँ	पीएसएलवी–सी14
जी सेट–4	15.04.2010	संचार	जीएसएलवी–डी3
कार्टोसेट–2बी	12.07.2010	पृथ्वी अवलोकन	पीएसएलवी–सी15
जी.सेट एसपी / इनसेट–4डी	25.12.2010	संचार	पीएसएलवी–एफ6
रिर्सोससेट–2	20.04.2011	संसाधन प्रबन्धन	पीएसएलवी–सी16
जी सेट–8 (इनसेट4जी)	21.05.2011	संचार	एरियल
जी सेट–12	15.07.2011	संचार	पीएसएलवी–सी17
मेघ ट्रॉपिक्स	12.10.2011	मौसमी व संचार	पीएसएलवी–सी18
राइसेट–1	24.04.2012	मौसमी व आपदा सूचना	पीएसएलवी–सी19
मंगलयान	05.11.2013	मंगल की सतह एवं वायुमण्डल का अध्ययन	पीएसएलवी–सी25

भौगोलिक सूचना तंत्र (Geographical Information System)

परिचय

भौगोलिक सूचना तंत्र धरातल की वास्तविकताओं से संबंधित विभिन्न प्रकार की सूचनाओं के संग्रहण, भण्डारण, विश्लेषण और मानचित्रण की तकनीक है, जिसके द्वारा किसी भी धरातलीय क्षेत्र के किसी भी तथ्य के बारे में सम्पूर्ण तथ्यों के बारें में शीघ्रताशीघ्र जानकारी प्राप्त की जा सकती है। सम्पूर्ण विश्व में 21 वीं शताब्दी को सूचना तकनीक की शताब्दी माना जा सकता है, जिसमें धरातल से लेकर अन्तरिक्ष तक फैले हुए कम्प्यूटर, कृत्रिम उपग्रह आदि के संजाल द्वारा सूचनाएं एकत्रित करके विश्लेषण किया जाता है और अपेक्षित परिणाम को प्राप्त किया जा सकता है। इस तरह सूचना प्रणाली अथवा सूचना तंत्र धरातलीय वास्तविकताओं के विभिन्न सूचनाओं, उनके प्रक्रमण हेतु आवश्यक यांत्रिक संजाल का तंत्र है। विभिन्न भौतिक और सामजिक सूचनाओं को आंकिक रूप में संग्रहीत करके इलेक्ट्रॉनिक माध्यमों से उनका विश्लेषण किया जाता है। इससे आंकड़ा आधार तैयार होता है और आवश्यकतानुसार उसमें से कोई भी आंकड़ा लेकर अपेक्षित विश्लेषण किया जा सकता है। ऐसे आंकडे वास्तविक रूप में हवाई छायाचित्रण अथवा दूर संवेदक द्वारा अभिलेखिय अथवा संगठित रूप में हो सकते है। इस प्रकार सूचना तंत्र का मुख्य उद्देश्य ही एक विस्तृत आंकड़ा आधार तैयार करना है।

भौगोलिक सूचना तंत्र का अर्थ

भौगोलिक सूचना तंत्र को संक्षेप में इसे जी.आई.एस. (GIS) कहा जाने लगा है। यह एक ऐसी प्रणाली है जिसमें सुदूर संवेदन तकनीक से प्राप्त आंकड़ों को विश्लेषित करके परिणाम तक पहुंचा जाता है। इसमें धरातलीय आंकड़ों की प्रविष्टी (entering), संग्रह (store), परिचाल (manipulation), विश्लेषण (analysis) तथा प्रदर्शित (displaying) का समस्त कार्य किया जाता है।

भौगोलिक सूचना तंत्र, सूचनाओं का अपार भण्डार है, जिसमें स्थानीय आंकड़ों, विशिष्ट सूचनाओं की स्थिति निर्धारण कर पृथ्वी से संदर्भित आंकड़ों के प्रग्रहण, भण्डारण, जांच, समन्वय हेर–फेर, विश्लेषण, प्रदर्शन आदि को सम्मिलित किया जाता है। यह कम्प्यूटर सहायक मानचित्र कला और सूचनाधारित प्रबंधन तंत्र का सम्मिश्रण है, जिसका उपयोग विभिन्न विज्ञानों जैसे भूगोल, कम्प्यूटर विज्ञान, भू–विज्ञान, जल विज्ञान, कृषि संसाधन प्रबंधन, पर्यावरण विज्ञान, लोक प्रशासन सांख्यिकी, मानचित्र कला, सुदूर संवेदन आदि में किया जाता है।

भौगोलिक सूचना तंत्र की परिभाषाए

भौगोलिक सूचना तंत्र की कोई सामान्य परिभाषा नहीं है। फिर भी अनेक विद्वानों ने अपने–अपने ढंग से परिभाषित किया है।

क्लार्क के अनुसार ''भौगोलिक सूचना तंत्र किसी संगठन के स्थानिक आंकड़ों की प्राप्ति, भण्डारण, विश्लेषण ओर प्रस्तुतीकरण का कम्प्यूटर आधारित तंत्र है।''

बुर्रो ने माना है कि ''वास्तविक धरातल से संबंधित स्थानिक सूचनाओं के

एकत्रीकरण, भण्डारण, रूपान्तरण और प्रस्तुतीकरण के लिए विभिन्न यंत्रों का शक्तिशाली तंत्र है।''

एरोनोफ ने कहा है कि 'GIS' कम्प्यूटर आधारित ऐसा तंत्र है जो भौगोलिक आंकडों के प्रदर्शन के चार प्रकार से सक्षम है– निवेश, आंकड़ों का प्रबन्धन, विश्लेष्ण एवं निर्गम।

पार्कर – ''कोई भी सूचना तकनीकी जो धरातलीय तथा अधरातलीय आँकड़ों का संग्रह, विश्लेष्पाण तथा प्रदर्शन करती है, उसे जी.आई.एस. कहते हैं।

गुड चाइल्ड – यह एक ऐसी प्रणाली है जो धरातलीय आंकड़ों के आधार पर उपयोग भौगोलिक स्वभाव के प्रश्न के उत्तर एवं पूछताछ के लिए उपलब्ध करता है।''

स्मिथ – ''एक ऐसी आंकड़ा आधार प्रणाली जिसमें अधिकतर आंकड़े धरातल से सम्बन्धित होता है तथा जिसका संचालन एक क्रिया विधि के सैट द्वारा किया जाता है। धरातलीय प्रविष्टियों के बारे में पूछे गए प्रश्नों का उत्तर देते हैं।''

डी.डी. चौनियाल– ''भौगोलिक सूचना प्रणाली (GIS) भौगोलिक अथवा धरातलीय आंकड़ों की प्रविष्ट, संग्रह, परिचालन, विश्लेषण तथा प्रदर्शित करने वाली प्रणाली है।

इस तरह स्पष्ट होता है कि भौगोलिक सूचना तंत्र भौगोलिक क्षेत्र में स्थानिक आंकडों के एकत्रीकरण, प्रबन्धन विश्लेषण और अपेक्षित परिणाम प्राप्त करने की कम्प्यूटर आधारित तकनीक है। पार्कर के अनुसार – भौगोलिक सूचना तंत्र एक सूचना तकनीकी विज्ञान है। जो स्थानिक एवं अस्थानिक आंकड़ों के संग्रह, विश्लेषण और प्रस्तुतीकरण में सक्षम है।

भौगोलिक सूचना तंत्र को तकनीकी रूप में निम्न शब्दावलियों से व्यक्त किया जाता है –

(1) G.I.S. (Geographical Information System)
(2) G.S. (Geinformation System)
(3) S.I.S. (Spatical Information System)
(4) L.I.S. (Land Information System)

भौगोलिक सूचना तंत्र का विकास

भौगोलिक सूचना तंत्र के प्रारम्भिक स्वरूप को 1960 ई. में देखा जा सकता है। जब कम्प्यूटर आधारित भौगोलिक सूचना तंत्र की प्रक्रिया प्रयोग में लायी गयी थी।ऐसा कहा जाता है कि सबसे पहले संयुक्त राज्य अमेरिका के जनगणना विभाग, भौगिकीय सर्वेक्षण और हारवर्ड विश्वविद्यालय की प्रयोगशाला के भौगोलिक सूचना तंत्र का प्रयोग किया। इसी तरह कनाड़ा में कनाडियन भौगोलिक सूचना तंत्र का, ब्रिटेन में प्राकृतिक प्रायोगिक शोध केन्द्र, पर्यावरण विभाग को भी G.I.S. के विकास का श्रेय जाता है। हारवर्ड विश्वविद्यालय ने इस संदर्भ में महत्वपूर्ण कार्य किया। इस आधार पर अनेक व्यावसायिक संस्थाओं ने G.I.S. से संबंधित अनेक सोफ्टवेयर का विकास किया। 1970 ई. तक कम्प्यूटर आधारित आंकडा संजाल विकसित हो चुका था। इस समय भौगोलिक सूचना तंत्र मे टोपोलोजी और ग्राफ सिद्वान्त का प्रयोग बहुत सहायक सिद्वहुआ। यह प्रक्रिया 1980 ई. में व्यक्तिगत कम्प्यूटरों के विकास से आगे बढ़ी। 1990 ई. में कम्प्यूटर आधारित आंकडा आधार की कल्पना और भू–सूचना तकनीक का व्यावसायिक विकास हुआ और इस समय भू–विज्ञानों के अतिरिक्त बहुत से व्यावसायिक कार्यों में भौगोलिक सूचना तंत्र का व्यापक प्रयोग हो रहा है।

भारत में पिछले एक दशक से G.I.S. से संबंधित तकनीकी का तेजी से विकास हुआ है। भारतीय अंतरिक्ष विभाग द्वारा प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन, प्राकृतिक संसाधन सूचना तंत्र, शाश्वत विकास हेतु समन्वित मिशन आदि क्षेत्रों में G.I.S. का प्रयोग बढ़ रहा है। भारतीय दूर संवेदन द्वारा भी G.I.S. के विकास को आगे बढ़ाया जा रहा है। वर्तमान समय में भारत में प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन अवस्थाना विकास सुविधाओं के नियोजन और बहुत से व्यावसायिक कार्यो में G.I.S. का उपयोग बढ़ रहा है।

भौगोलिक सूचना तंत्र के उद्देश्य

भौगोलिक सूचना तंत्र आंकड़ा प्राप्ति से लेकर संग्रह, प्रक्रमण और विश्लेषण का कम्प्यूटर आधारित तंत्र है। इसलिए इसके विभिन्न उद्देश्यों को संक्षिप्त रूप में निम्न प्रकार से व्यक्त किया जा सकता है –

(1) विभिन्न प्रकार के नियोजन और निर्णय प्रक्रिया में समय और लागत के संदर्भ में मानवीय क्षमता को बढ़ाना।
(2) आंकड़ों के वितरण एवं प्रक्रिया के लिए सक्षम साधनों को प्रदान करना।
(3) आंकड़ों के प्रक्रियात्मक स्तर पर पुनरावृत्ति को कम से कम करना।
(4) विभिन्न स्त्रोतों से उपलब्ध सूचनाओं को समन्वित करने की क्षमता में वृद्विकरना।
(5) नई–नई सूचनाओं को प्राप्त करने के लिए भौगोलिक आकड़ों के मिश्रित स्वरूप का विश्लेषण करना।

इस प्रकार भौगोलिक सूचना तंत्र स्थानीय आंकडों की सहायता से किसी भी धरातलीय तथ्य के बारें में उसकी अवस्थिति, दशा, प्रवृत्ति और मॉडल प्रक्रिया को स्पष्ट करने में सक्षम है।

भौगोलिक सूचना के प्रकार एवं लाभ

भौगोलिक सूचना तंत्र से दो प्रकार के आंकडे प्राप्त होते है –

(1) स्थानीय आंकडे जिन्हें उनकी स्थिति, रेखा, क्षेत्रीकरण एवं बनावट के आधार पर दिखाया जाता है।
(2) गैर–स्थानीय आंकडे, जिनमें मात्रा, संख्या तथा विशेष विवरण होता है।

भौगोलिक सूचना तंत्र में गुण और उनकी मदें अथवा वर्ग होते है। बाई ओर गैर–स्थानिक आंकडे प्रदर्शित होते है, जबकि दाई ओर स्थानिक आंकडे जैसे राज्यों के

नाम, जनसंख्या, साक्षरता आदि को प्रदर्शित किया जाता है। भौगोलिक सूचनातंत्र में आंकडों के मान्य और समुचित रूप से परिभाषित निर्देशांक प्रणाली से ज्यामितीय रूप से पंजीकृत एवं कोडित किया जाता है। भौगोलिक सूचना तंत्र के कोड में जिन विधियों का प्रयोग होता है वे है –

- आंकडा आपूर्तिदाता से आंकिक रूप में आंकडें प्राप्त करना
- विद्यमान अनुरूप आंकडों का अंकीकरण।
- भौगोलिक सत्ताओं का स्वयं सर्वेक्षण करके।

भौगोलिक आंकडों के स्त्रोत का चयन वृहत् रूप से निम्नलिखित द्वारा निर्धारित होता है –

- स्वयं अनुप्रयोग क्षेत्र
- उपलब्ध बजट
- आंकड़ा संरचना का प्रकार–संदिश (वेक्टर)

चित्र रेखा पुंज (रेस्टर)

भौगोलिक सूचना तंत्र के लाभ

(1) प्रयोक्ता संबंधित स्थानीय लक्षणों के बारें में प्रश्न पूछ सकते हैं और संबंधित गुण–व्यास को प्रदर्शन और विश्लेषण हेतु निकाल सकते है।

(2) सूचनाओं का विश्लेषण करके उन्हें मानचित्र पर प्रदर्शित किया जा सकता है।

(3) स्थानिक प्रचालकों (बहुभुज अधिचित्र) का समन्वित सूचनाधार पर अनुप्रयोग कर नए समुच्चय विकसित किए जा सकते है।

(4) विशेष आंकडों के विभिन्न आइटम एक–दूसरे के साथ समन्वित किए जा सकते हैं।

भौगोलिक सूचना तंत्र के घटक

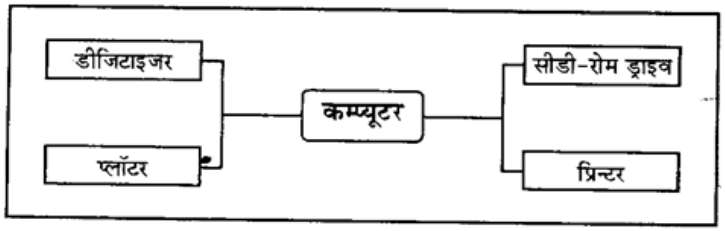
भौगोलिक सूचना तंत्र के निम्नलिखित घटक होते हैं– (1) हार्डवेयर, (2) सॉफ्टवेयर, (3) आंकडे एवं (4) व्यक्ति।

(1) हार्डवेयर– इसमें हार्डवेयर के प्रक्रमण भंडार, प्रदर्शन और निवेश तथा बहिवेश उपतंत्र, आंकडा प्रविष्टि, संपादन, अनुरक्षण, विश्लेषण, रूपान्तरण हेरफेर आंकडा प्रदर्शन, और बहिवेंशो के लिए सॉफ्टवेयर मॉडयूल तथा सूचनाधार प्रबंधन तंत्र सम्मिलित है।

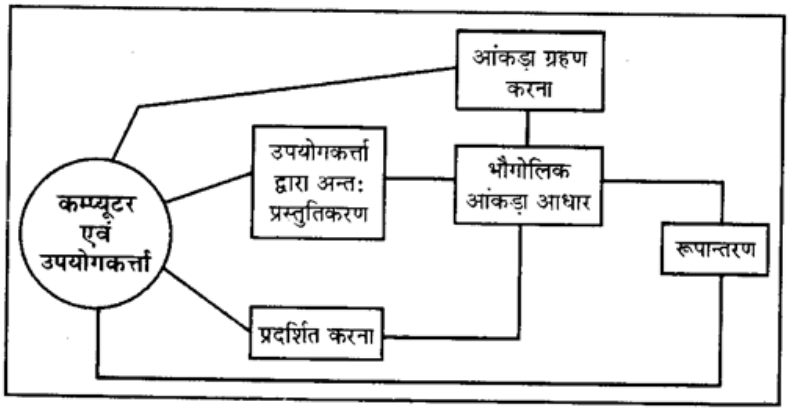
(2) सॉफ्टवेयर – भौगोलिक सूचना तंत्र व्यक्तिगत कम्प्यूटर से लेकर सुपर कम्प्यूटर तक पर व्यवस्थित किया जा सकता है। सभी में कुछ आवश्यक तत्व होते है, जो भौगोलिक सूचना तंत्र को प्रभावी बनाने में सहायक होते हैं।

(3) आंकडे – भौगोलिक सूचना तंत्र में स्थानिक (भौगोलिक आंकडो को संभालने की व्यवस्था होती है। स्थानिक अपनी स्थिति, अन्य तत्वों से इनके संबंध तथा गैर–स्थानिक आंकडों के विवरण से संबंधित है।

(4) व्यक्ति – कोई भी भौगोलिक सूचना तंत्र अपने आप काम नहीं करता। इसकी योजना बनाने, इसे क्रियान्वित करने तथा इसके तर्क संगत निष्कर्ष निकालने के लिए लोगों की आवश्यकता होती है। इसका प्रयोग करने वाले एक व्यक्ति से लेकर अंतर्राष्ट्रीय संस्थाएं होती हैं।



जीआईएस के प्रमुख हार्डवेयर



जीआईएस साफ्टवेयर के घटक

स्थानिक आंकडा प्रारूप

स्थानिक आंकडा प्रारूप का प्रदर्शन दो फार्मेटों द्वारा किया जाता है –

1. चित्र रेखा पुंज आंकडा फार्मेट (रैस्टर)
2. सदिश आंकड़ा प्रारूप (वैक्टर)

(1) चित्ररेखा पुंज आंकडा प्रारूप – इसमें आंकडे वर्गो के जाल के प्रारूप में ग्राफिक्स द्वारा प्रदर्शित किए जाते हैं। यह एक ग्राफ पेपर चित्र की तरह आंकडा फाइल

में प्रत्येक सेल को एक स्थान प्रदान किया जाता है और उस स्थान गुण के आधार पर एक मूल्य दिया जाता है। इसकी पंक्तियों और स्तम्भों में निर्देशांक किसी भी पिक्सेल (Pixel) की पहचान कर सकते है।

चित्ररेखा **(Raster)** संरचना के गुण –

(i) सेलों के खुरदरेपन से छोटे–छोटे लक्षण छूट जाते हैं।

(ii) मिश्रित सेलों की स्थिति में अशुद्वियॉ आ जाती है।

(iii) नेटवर्क संबंधों को सुचारू रूप से प्रदर्शित नहीं किया जा सकता है।

(iv) आंकडों के भंडारण में उच्च कोटीय स्मृति व्यवस्था होती है और आंकडों के संपीडन की आवश्यकता होती है।

(v) प्रत्येक सेल केवल एक गुण का ही भंडारण करता है।

(2) सदिश आंकड़ा प्रारूप (वैक्टर) – एक सदिश (वैक्टर) आंकडा मॉडल अपने यथार्थ (पृथ्वी) द्वारा भंडारित बिन्दुओं का प्रयोग करता है। यहाँ रेखाओं और क्षेत्रों का निर्माण बिन्दुओं के अनुक्रम द्वारा होता है। रेखाओं की दिशा बिन्दुओं के क्रम के अनुरूप होती है। बहुभुजों का निर्माण बिन्दुओं या रेखाओं द्वारा होता है। सदिश (वैक्टर) संस्थिति के बारे में सूचना का भंडारण कर सकता है। सदिश (वैक्टर) आंकडों के निवेश के लिए हस्तेन अंकीकरण सर्वोत्तम विधि है।

सदिश **(Vector)** संरचना के गुण –

(i). यह सांस्कृतिक लक्षणों को प्रदर्शित करने के लिए अधिक उपयोगी है।

(ii) अधिकांश स्थानिक आंकडे चाहे वे स्थलाकृतिक मानचित्रों अथवा थिमेटिक मानचित्रों के रूप में हो, रेखा मानचित्रों के रूप में उपलब्ध होते है और आंकडों के परिवर्तन की आवश्यकता नहीं होती।

(iii) ग्लोबल पोजीशन सिस्टम GPS तथा टोटल स्टेशनों से आंकडे सीधे ही प्राप्त हो जाते है।

(iv) सदिश संरचना में भौगोलिक स्थितियों से संबंधित आंकडों को संजोया जाना है और ये आंकडे इतने सुनिश्चित होते है कि इनके साधारणीकरण की आवश्यकता नहीं होती और ग्राफ सौंदर्यपरक होता है।

(v) इसमें कम स्मृति की आवश्यकता होती है।

(vi) स्थलाकृतियों को दर्शाने तथा उनके विश्लेषण में अधिक शुद्धता होती है।

सदिश **(Vector)** संरचना के दोष –

(i) इसकी प्रक्रिया जटिल है तथा इसको संशोधित करना भी मुश्किल है।

(ii) आंकडो का विश्लेषण एवं गणना जटिल प्रक्रिया है।

(iii) ऊँचाईयाँ, कार्यक्षेत्र तथा स्थिति आदि निरंतर आंकडो को प्रभावशाली ढंग से नहीं दर्शाया जा सकता।

(iv) सदिश संरचना में अधिचित्रण (Overlaying) अथवा छानने की क्रिया को प्रभावशाली ढंग से नहीं किया जा सकता।

(v) आंकडों के भण्डारण, विश्लेषण आदि के कारण उसमें सॉफ्टवेयर काफी महंगा होता है।

भौगोलिक सूचनाओं की क्रियाओं का अनुक्रम

समस्त भौगोलिक सूचना तंत्र की क्रियाओं का अनुक्रम निम्न प्रकार से होता है –

(i) स्थानिक आंकडा निवेश (Spatial Data Input)

(ii) गुण व्यास की प्रविष्टि (Entering of the Attribute Data)

(iii) आंकडों का सत्यापन और संपादन (Data Verification and Editing)

(iv) स्थानीय गुण व्यास आंकडो की सहलग्नतां (Spatial and Attribute Data Linkager)

(v) स्थानिक विश्लेषण (Spatial Analysis)

जी.आई.एस. का उपयोग

भौगोलिक सूचना तंत्र का महत्व एवं उपयोग तीव्रता से बढ़ रहा है। इसका उपयोग संसाधनों के संरक्षण एवं क्षेत्रीय नियोजन में बढ़ रहा है कुछ क्षेत्रों का वर्णन इस प्रकार है।

1. वन संसाधनों का संरक्षण एवं प्रबन्धन में
   - (i) वनाग्नि मानचित्र
   - (ii) जेव विविधता का संरक्षण
   - (iii) पर्यावरणीय प्रभावों का अध्ययन
   - (iv) वन आवरण मानचित्र
2. जल संसाधन संरक्षण एवं नियोजन में
   - (i) धरातलीय जल संसाधन का मानचित्रण
   - (ii) बाढ़ से हानि का मूल्यांकन
   - (iii) जलग्रहण प्राथमिकता
   - (iv) बाढ़ग्रस्त क्षेत्रों का मानचित्रण
3. मृदा संसाधन संरक्षण में
   - (i) मृदा मानचित्र
   - (ii) मृदानमर कस आकलन
   - (iii) लवणीय तथा क्षारीय मृदाओं का मानचित्र
   - (iv) भू–सिंचाई योग्यता मानचित्र
4. कृषि संसाधन संरक्षण
   - (i) फसल क्षेत्र व उत्पादन का आकलन
   - (ii) सूखे का मूल्यांकन
   - (iii) फसल उत्पादकता मॉडलों का विकास

(iv) वन्य जीव संरक्षण में
(v) समुद्री संसाधनों के संरक्षण में
(vi) खनिजों का आकलन व संरक्षण

अभ्यास प्रश्न

1. सुदूर संवेदन से आप क्या समझते हैं?

2. सुदूर संवेदन के वायुमण्डलीय प्लेट फार्म कौनसे हैं?

3. सुदूर संवेदन की प्रक्रियाओं को स्पष्ट कीजिए।

4. भारत में सुदूर संवेदन कार्यक्रम के प्रारम्भिक विकास पर लेख लिखिए।

5. भौगोलिक सूचना तंत्र क्या है?

6. भौगोलिक सूचना तंत्र (GIS) की परिभाषा बताइये।

7. भौगोलिक सूचना तंत्र से क्या लाभ है?

.....
.....

8. भौगोलिक सूचना तंत्र के कौन–कौनसे प्रकार है?
.....
.....
.....
.....

9. चित्ररेखा पुंज (Raster) एवं सदिश (Vector) आंकडा मॉडल के मध्य कोई चार अन्तर बताइये।
.....
.....
.....
.....

11. भौगोलिक सूचना तंत्र के मुख्य घटक कौन–कौनसे है?
.....
.....
.....
.....

12. चित्ररेखा पुंज (Raster) संरचना के कोई दो गुण व दो दोष बताइए।
.....
.....
.....
.....

13. सदिश (Vector) संरचना के कोई दो गुण व दो दोष बताइए।
.....
.....
.....
.....

14. भौगोलिक सूचना तंत्र की क्रियाओं का अनुक्रम बताइए।
.....
.....
.....
.....

15. भौगोलिक सूचना तंत्र के उपयोग के क्षेत्र बताइये।
.....
.....
.....
.....