प्रतिबिंब, संकेत और डाटा प्रक्रमण में सीपा, सैक का योगदान

देवांग मॉंकड

प्रतिबिंब, संकेत और डाटा प्रक्रमण में

सीपा, सैक का योगदान

लेखक: देवांग माँकड

संकेत और प्रतिबिंब प्रक्रमण क्षेत्र
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र
अहमदाबाद

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र
अहमदाबाद
ISBN
9 789382 760108

आमुख

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन द्वारा प्रक्षेपित उपग्रहों के कच्चे आँकड़ों को डाटा उत्पाद के स्वरूप में पहुँचाने का भगीरथ कार्य संकेत एवं प्रतिबिंब प्रक्रमण क्षेत्र (सीपा) करता है। डाटा उत्पाद बनाने हेतु सॉफ्टवेयर की अभिकल्पना, विकास, प्रचलन एवम् अनुरक्षण इस क्षेत्र के प्रमुख कार्य हैं । संकेत और प्रतिबिंब प्रक्रमण हेतु कलन- विधियों की अभिकल्पना तैयार करने में और भू-दिगीय तकनीकों के उपयोग से दक्ष अभिकलन करने में सीपा की विशिष्टता रही है । बहु-स्पेक्ट्रमी आवेश युग्मित युक्ति (सी.सी.डी.) संवेदक (जैसे कि रिसोर्ससैट, ओ.सी.एम.), प्रकाशीय संवेदकों से प्राप्त अति विभेदी और त्रिविम डाटा, सूक्ष्म-तरंग संवेदक (प्रकीर्णमापी, तुंगतामापी, संश्लेषी द्वारक रडार-सार, विकिरणमापी इत्यादि), पराबैंगनी और क्ष-किरण संवेदक जैसे विविध यंत्रों से प्राप्त आंकडों के प्रक्रमण हेतु सॉफ्टवेयर का विकास एवम् प्रचलन करने में काफी चुनौतियाँ सामने आती हैं ।

इस पुस्तक के जरिए इन चुनौतियों को उजागर किया गया है और इनके हल प्राप्त करने की तकनीकों को प्रस्तुत किया गया है । प्रक्रमण के सिद्धांतों और समीकरणों को भी पेश किया गया है । आशा है यह पुस्तक विद्यार्थियों और अन्य पाठकों को डाटा प्रक्रमण से संबंधित समुचित जानकारी और ज्ञान प्रदान करने में सफल होगी।

शांतनु चौधरी
उपनिदेशक
संकेत और प्रतिबिंब प्रक्रमण क्षेत्र
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र
अहमदाबाद

प्रस्तावना

उपग्रहों द्वारा अर्जित कच्चे आंकड़ों को उपयोक्ताओं हेतु प्रभावित बनाने के लिए इन आंकडों का प्रक्रमण आवश्यक होता है । इस पुस्तक में संकेत, प्रतिबिंब और डाटा प्रक्रमण की तकनीकों की जानकारी हिंदी भाषा में प्रदान करने का प्रयास किया गया है । पुस्तक की विषय-वस्तु का चयन कक्षा 11-12 एवं उच्चतोत्तर कक्षाओं के विज्ञान संकाय के छात्रों को ध्यान में रखकर किया गया है ।

डाटा के प्रक्रमण और संसाधन करने की तकनीकें हर प्रकार के डाटा के लिए अलग-अलग होती हैं । पुस्तक में सुदूर संवेदन डाटा हेतु अनुप्रयुक्त संकेत एवं प्रतिबिंब प्रक्रमण के उपगमन की प्रस्तुति की गई है । अंकीय संकेत प्रक्रमण के सिद्धांतों में सह-संबंधन (कॉरीलेशन) और संवलन (कॉन्वोल्यूशन) तकनीकों की विशेष महत्ता है । इन सिद्धांतों के विविध आयामों को पुस्तक के एक भाग में दर्शित किया गया है । प्रतिबिंबों से अंकीय उच्चावच मॉडल (डी.ई.एम.) बनाने की तकनीकों की सहायता से भू-तल की तुगंता को प्राप्त किया जा सकता है । सूक्ष्मतरंग संवेदकों के डाटा प्रक्रमण को पुस्तक में प्रस्तुत किया गया है । विकिरणमापी और प्रकीर्णमापी यंत्रों के संसाधन का विवरण पुस्तक के भाग-4 में दिया गया है । ग्रहीय अभियानों के डाटा उत्पाद को एक विशेष खंड में प्रस्तुत किया गया है ।

यह पुस्तक डाटा प्रक्रमण क्षेत्र में संकेत एवं प्रतिबिंब प्रक्रमण क्षेत्र, सैक के योगदान को उजागर करने का एक विनम्र प्रयास है । आशा है कि यह पुस्तक डाटा प्रक्रमण और संसाधन हेतु तकनीकी और वैज्ञानिक प्रौद्योगिकी से संबंधित कार्य करने में सहायक होगी ।

देवांग मॉंकड

मई 2013

आभार

श्री आ.सी.किरणकुमार, निदेशक, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, (इसरो) अहमदाबाद, जो सदैव इस कार्य के प्रेरणा-स्त्रोत रहे ।

श्री शांतनु चौधरी, उप निदेशक, संकेत और प्रतिबिंब प्रक्रमण क्षेत्र, जिन्होंने यह पुस्तक लिखने का दायित्व सौंपा और हमेशा मार्गदर्शन प्रदान किया ।

डॉ. आर. रामक्रिष्नन, समूह निदेशक, डाटा उत्पाद सॉफ्टवेयर समूह, जिन्होंने पुस्तक लिखने हेतु आवश्यक मार्गदर्शन प्रदान किया ।

श्री बी. गोपाल क्रिश्ना, समूह निदेशक, उपग्रह फोटोग्रामिति और अंकीय मान चित्र कला समूह, जिन्होंने पुस्तक लिखने हेतु आवश्यक मार्गदर्शन प्रदान किया ।

श्री कीर्ति पडीआ, प्रधान, अभिवर्धित प्रतिबिंब प्रक्रमण प्रभाग, जिन्होंने पुस्तक-लेखन के कार्य के लिए हमेशा मेरा उत्साह-वर्धन किया ।

श्री टी.पी. श्रीनिवासन, प्रधान, उच्च विभेदी डाटा प्रक्रमण प्रभाग, जिन्होंने ग्रहीय अभियान एवम् डी.ई.एम. के बारे में जानकारी और तकनीकी नोट प्रदान किए ।

श्री डी. धर, प्रधान, बहु-स्पेक्ट्रमी डाटा प्रक्रमण प्रभाग, और उस प्रभाग के कर्मी, श्री विवेक शर्मा और श्रीमती नेहा गौर, जिन्होंने कल्पना, इन्सैट-3 डी इत्यादि उपग्रहों के आंकड़ा संसाधन से संबंधित लेख और नोट प्रदान किए ।

श्री बी.आर.राजपूत, वरिष्ठ हिंदी अधिकारी, हिंदी अनुभाग, जिन्होंने यह कार्य करने के लिए प्रोत्साहित किया ।

हिंदी अनुभाग के सभी स्टाफ सदस्य, विशेष रूप से श्रीमती नीलू सेठ और सुश्री रजनी सेमवाल, जिन्होंने हस्तलिखित पृष्ठों को शीघ्रतया हिंदी में टंकित किया ।

अनुक्रमणिका

खंड क्रमांक	विवरण	पृष्ठ क्रमांक
1.0	प्रस्तावना	1
1.1	डाटा के विविध स्वरूपों का विश्लेषण	1
2.0	संकेत प्रक्रमण	1
2.1	अंकीय संकेत प्रक्रमण	2
3.0	प्रतिबिम्ब प्रक्रमण	7
3.1	प्रतिबिंब पुनःस्थापना	7
3.2	प्रतिबिंब संवृद्धि	13
3.3	प्रतिबिंब वर्गीकरण	18
3.4	प्रतिबिंब संपीडन	18
3.5	प्रतिबिंब सुमेलन	19
3.6	प्रतिबिंबों से अंकीय उच्चावच मॉडल (डी.ई.एम.)	21
4.0	कार्टोसैट-1 और चंद्रयान-1 अभियानों के लिए अंकीय उच्चावच मॉडल (डी.ई. एम.) का उत्पादन	21
5.0	मौसम अनुसंधान हेतु इसरो द्वारा प्रक्षेपित उपग्रहों के आंकड़ा संसाधन की व्याख्या और सरल प्रस्तुतिकरण	26
6.0	सूक्ष्मतरंग संवेदक डाटा प्रक्रमण	35
6.1	सूक्ष्मतरंग विकिरणमापी का परिचय	35
6.2	प्रकीर्णमापी डाटा प्रक्रमण	38
7.0	ग्रहीय अभियान	40

1.0 प्रस्तावना

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन द्वारा अंतरिक्ष में उपग्रहों को प्रेषित किया जाता है । इन उपग्रहों द्वारा मुख्यतया तीन तरह के नीतभार भेजे जाते हैं- सुदूर संवेदन, मौसम विज्ञान और संचार व्यवस्था के लिए । इन नीतभरों द्वारा विविध डेटा (आंकड़े) का अर्जन किया जाता है । ये आंकड़े कई स्वरूपों में भू-केंद्रों में अभिग्रहित किए जाते हैं । इन आंकड़ों को उपयोक्ताओं हेतु प्रभावित बनाने के लिए इन आंकड़ों का प्रक्रमण आवश्यक होता है । ये डेटा का आयतन (वॉल्यूम) बहुत ज्यादा होने की वजह से इनसे सूचना का निष्कर्षण (information extraction) हस्त स्वरूप में नहीं हो सकता। संगणक सॉफ्टवेयर द्वारा ही इन आंकड़ों का प्रक्रमण संभव है । इन सॉफ्टवेयर की अभिक्लपना, विकास और कार्यान्वयन संकेत एवम् प्रतिबिंब प्रक्रमण क्षेत्र (सीपा) का प्रमुख कार्यक्षेत्र है ।

1.1 डाटा के विविध स्वरूपों का विश्लेषण

जिन डाटा का प्रक्रमण करना है, उनके अनेकविध आयाम हैं । संसाधन और प्रक्रमण करने की तकनीकें हर किस्म के डाटा के लिए अलग-अलग होती हैं । उदाहरण रूप से देखेंगे कि सुदूर संवेदन उपग्रहों में प्रमुख रूप से प्रकाशी (ऑप्टीकल) और सूक्ष्म तरंग (माईक्रोवेव) प्रकार के डेटा हो सकते हैं । प्रकाशी नीतभरों के विभेदन(रिसोल्यूशन) की क्ष्मता कुछ किलोमीटर से शुरू होकर कुछ सेंटिमीटर होती है | प्रकाशी नीतभार पृथ्वी के भागों पर औसतन चित्रों का प्रदान करते हैं । इनके विपर्यास (कान्ट्रास्ट) में सूक्ष्म-तरंगी नीतभार पृथ्वी के विविध क्षेत्रों के परावर्तन का मापन करके तीव्रता स्तरों का अभ्यास करते हैं । इस पुस्तिका के जरिए हम सुदूर संवेदन डाटा हेतु अनुप्रयुक्त संकेत एवं प्रतिबिंब प्रक्रमण के कई उपगमन का विवरण पेश करेंगे । संकेत प्रक्रमण तकनीकों की प्रस्तुति खंड-2 में की गई है । प्रतिबिंब प्रक्रमण के विविध उपगमनों की झलकियाँ खंड-3 में प्रस्तुत हैं । कार्टोसैट-1 और चंद्रयान-1 अभियानों के लिए अंकीय उच्चावच मॉडल (डी.ई. एम.) का उत्पादन खंड-4 में प्रस्तुत है। मौसम अनुसंधान हेतु इसरो द्वारा प्रक्षेपित उपग्रहों के आंकड़ा संसाधन की व्याख्या और सरल प्रस्तुतिकरण खंड-5 में किया गया है। सूक्ष्मतरंग संवेदक डाटा प्रक्रमण का विवरण खंड-6 में प्रस्तुत है । ग्रहीय अभियान के विविध उपगमनों की झलकियाँ खंड-7 में प्रस्तुत हैं ।

2.0 संकेत प्रक्रमण

संकेत प्रक्रमण के कार्यक्षेत्र में कई गतिविधियाँ आती हैं । उदाहरण-स्वरूप, डाटा की छनाई (फिल्टरन) , कोडन, प्रेषण, संसूचन (डिटेक्शन), संश्लेषण और संकेतों का पुनरुपदान, अंकीय अथवा अनुरूप

(एनालोग) युक्ति के द्वारा। संकेत शब्द में श्रवण, वीडियो, वाक् (स्पीच), प्रतिबिंब, संचार, भू-भौतिकी, सॉनार, रडार एवम् अन्य संकेत सम्मिलित है । संकेत प्रक्रमण हेतु उपयोगी विधियाँ सांख्यिकीय आकलन पर आधारित हैं और इनके उत्तर ज्यादातर रुपांतर प्रभाव क्षेत्र में पाए जाते हैं ।

2.1 अंकीय संकेत प्रक्रमण

अंकीय संगणकों के द्वारा संचय और प्रक्रमण करने के लिए अनुरूप डाटा को अंकीय रूप में परिवर्तित किया जाता है । अंकीय संकेत प्रक्रमण का अर्थ उस जानकारी को परिवर्तित करना जो कि विविक्त अनुक्रम के रूप में उपलब्ध है । सहसंबंधन (कॉ-रीलेशन) और संवलन (कॉन्वोल्यूशन) अंकीय संकेत प्रक्रमण के मूल प्रचालक हैं । अगर दो अनुक्रम x और y दिए गए हैं तो सहसंबंधन की व्याख्या क्षेत्र-भारित चल औसत के रूप में निम्नानुसार दी जाती है :

$$r(n) = \sum_k x(k)y(n+k) \quad ...(2.1)$$

सहसंबंधन फलन का उपयोग दो तरह से किया जा सकता है : स्वसहसंबंधन फलन (ऑटो-कॉरीलेशन) और व्यति सहसंबंधन फलन (क्रॉस-कॉरीलेशन) । स्वसहसंबंधन का अर्थ है संकेत का स्वयं के साथ सहसंबंधन । विविध संकेतों के स्वसहसंबंध फलनों के अलग-अलग आकार होते हैं । स्वसहसंबंधन फलन हमें किसी विशिष्ट प्रकार का संकेत अथवा रव अनुक्रम की पहचान देता है।व्यति सहसंबंधन फलन का उपयोग रव में ज्ञात निर्देश संकेत के संसूचन और स्थान निर्धारण हेतु किया जा सकता है । इसका उपयोग ज्ञात निर्देश संकेतों के संग्रह के संग तुलना करके किसी विशिष्ट संकेत की पहचान हेतु किया जा सकता है।

किसी निवेश अनुक्रम x के लिए अगर तंत्र h की अनुक्रिया r है तो संवलन फलन की व्याख्या निम्नानुसार दी जाती है:

$$r(n) = \sum_k h(k)x(k-n) \quad ...(2.2)$$

विविक्त फूरिए रुपांतर (डी.एफ.टी) और द्रुत फूरिए रुपांतर (एफ.एफ.टी) अंकीय संकेत प्रक्रमण के दो प्रमुख औजार हैं । उचित आयाम (एम्पलीटयूड) और कला (फेज़) के साथ ज्या (साइन) तरंगों की श्रेणी का योग (जोड़) करके किसी भी संकेत का विवरण किया जा सकता है । विवक्त फूरिए गुणांक निम्नानुसार है:

$$F(k) = \sum_{k} x(n) e^{-j\frac{2\pi}{N}nk} \quad ...(2.3)$$

डी.एफ.टी का उपयोग स्पेक्ट्रमी घटक की शक्ति (सामर्थ्य) के मापन में होता है । इसका उपयोग किसी संकेत के आवृत्ति घटकों के चयन अथवा अवरोधन में भी होता है , जिसे छनाई (फिल्टरन) कहा जाता है । सहसंबंधन और संवलन प्रचालन के फूरिए रुपांतर का संबंध पृथक श्रेणियों के फूरिए रुपांतर से है । चूँकि डी.एफ.टी की तेज कलन विधि (एफ.एफ.टी) उपस्थित है, लंबी श्रेणियों के सहसंबंधन और संवलन प्रचालन एफ.एफ.टी के जरिए ही होता है।

अंकीय छनाई (फिल्टरन) के क्षेत्र में बहुत अंकीय प्रक्रमण साहित्य उपलब्ध है । अंकीय फिल्टर निम्न आवृत्ति पारक (लो-पास), उच्च आवृत्ति पारक (हई पास) अथवा बैंड पारक (बांड पास) प्रकार के हो सकते हैं । परिमित आवेग अनुक्रिया अथवा अपरिमित आवेग अनुक्रिया फिल्टरों के वास्तविक काल तंत्र (रीयल टाइम सीस्टम) में उपयोग से अंकीय फिल्टरों को बनाया जा सकता है । अंकीय संगणकों में इनका कार्यान्वयन फूरिए प्रभाव-क्षेत्र में अवास्तविक काल अनुप्रयोग के लिए हो सकता है ।

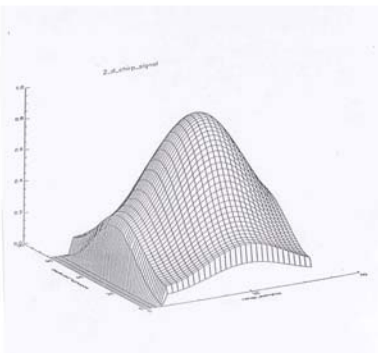
अगले विभाग में हम संश्लेषी द्वारक रडार (SAR) की प्रतिबिंब रचना प्रक्रिया का विवरण करेंगे जोकि संवलन प्रचालन पर बहुधा आधारित है ।

2.1.1 संश्लेषी द्वारक रडार (**SAR)**

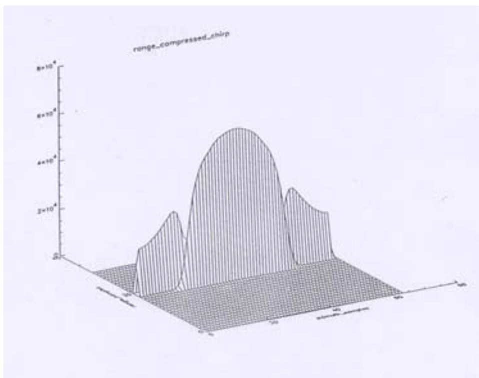
संश्लेषी द्वारक रडार एक सक्रिय सूक्ष्म तरंग बिंबन प्रणाली है जिसमें मेघ आच्छादन वेधन और रात्रि समय में बिंबन का सामर्थ्य है । सार प्रतिबिंब लक्ष्य की रडार परावर्तकता को लक्ष्य की स्थिति के फलन के रूप में प्रदर्शित करती है । वह पश्च प्रकीर्णन गुणांक σ_0 का मापन आपतन कोण, तरंगदैर्ध्य और ध्रुवण के फलन में करता है । वह भिन्न ध्रुवण के बीच सापेक्ष कला का मापन भी करता है। स्पंद संपीडन तकनीक के द्वारा पारस दिशा में उच्च विभेदन क्षमता प्राप्त होती है । इस तकनीक में शिखर शक्ति को कम किया जाता है और लंबे समय तक स्पंद को प्रसारित/संप्रेषित किया जाता है । इस कारण औसत शक्ति उच्च स्तर पर कायम रहती है और संकेत से रव के अनुपात (SNR) का मान बेहतर प्राप्त होता है । जो संकेत अभिग्रहित होता है, उसका प्रक्रमण करने से निम्न से उच्च परास विभेदन का संपीडन संभव होता है । सार में उच्च दिगंश विभेदन की क्षमता प्राप्त होने का मुख्य कारण संश्लेषण की प्रक्रिया है । इस संश्लेषण से एक लंबे ऐन्टेना का अनुरूपण होता है जोकि छोटे ऐन्टेना की गति और संवेदक गति को अग्र दिशा में जोड़कर प्राप्त होता है ।

2.1.2 सार डाटा प्रक्रमण का विवरण

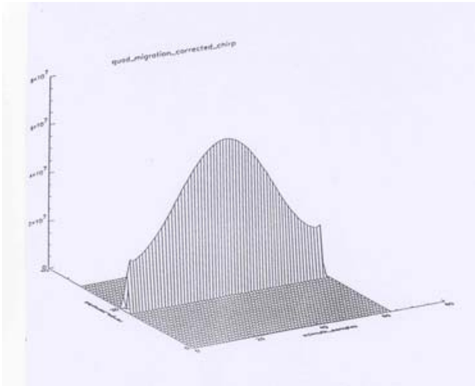
लंबी समय मात्रा में एक स्पंद को संप्रेषित किया जाता है । लक्ष्य को परास दिशा में लंबे अरसे तक देखा जाता है । उच्च दिगंश विभेदन की क्षमता प्राप्त करने के लिए उपयोग में लिए जाने वाले सार के सिद्धांत से लक्ष्य वास काल बढ़ जाता है । इस वजह से लक्ष्य की जानकारी परास एवम् दिगंश दिशा में फैल जाती है । यह चित्र 1(a) में दिखाया गया है । इस फैलावे का मुख्य कारण परास दिशा में दीर्घ स्पंद अवधि है और दिगंश दिशा में परिमित समाकलन काल है । संसक्त सार प्रतिबिंब का निर्माण करने के लिए प्राप्त संकेत का परास और दिगंश दिशा में संपीडन करना आवश्यक है । प्रसारित परास संकेत में पूर्वबद्ध आवृत्ति माडुलन होता है । परास दिशा में अंतर के बदलाव की वजह से डॉप्लर-प्रभाव पैदा होता है जिससे अभिग्राहित दिगंश संकेत में आवृत्ति माडुलन संपुटित होता है । सार फोकसन की प्रक्रिया में परास और दिगंश दोनों दिशाओं में संपीडन किया जाता है । लक्ष्य से संवेदक का अंतर एक संश्लेषी द्वारक में बदलता रहता है । इस वजह से एक लक्ष्य स्थिर अंतर के रूप में नहीं परंतु बदलते अंतर के रूप में दृश्यमान होता है । परास दिशा में यह विभिन्नता अधिक विभेदन एककों में फैल जाती है जोकि चित्र 1(b) में प्रदर्शित है । सार यंत्र परास (अंतर) के हिसाब से लक्ष्य को संकेत स्मृति में रखता है । इस प्रभाव को परास सेल अभिगमन कहा जाता है । डॉप्लर माडुलन और परास सेल अभिगमन की निर्भरता परास अंतर पर है, जिस वजह से सार प्रक्रमण एक द्विविम समस्या है । इस द्विविम समस्या को दो एक-विमीय समस्याओं में विभाजित किया जा सकता है, जिसमें परास दिशा में सूक्ष्म तरंग संचरण वेग (c) होने से तेज़ समय जुड़ जाता है । दिगंश दिशा में संवेदक का वेग होने से एक मंद समय जुड़ता है । परास और दिगंश चीर्प संकेतों के संपीडन की प्रक्रिया को सुमेलित फिल्टरन कहा जाता है । यह चीर्प संकेतों के उचित संदर्भ फलनों के दो सहसंबंधन प्रचालनों से प्राप्त होता है । इससे संपीडित स्पंद का संकेत-रव अनुपात (SNR) बढ जाता है। डोप्लर आवृत्ति माडुलन का आकलन किया जा सकता है ।



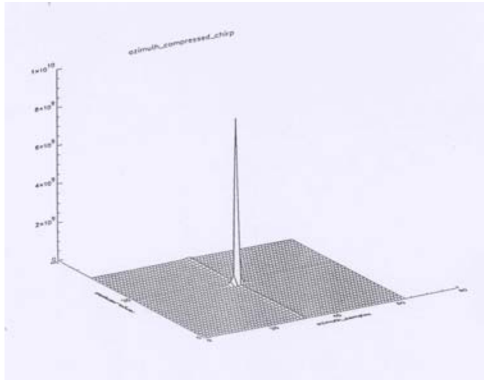
चित्र 1(a)



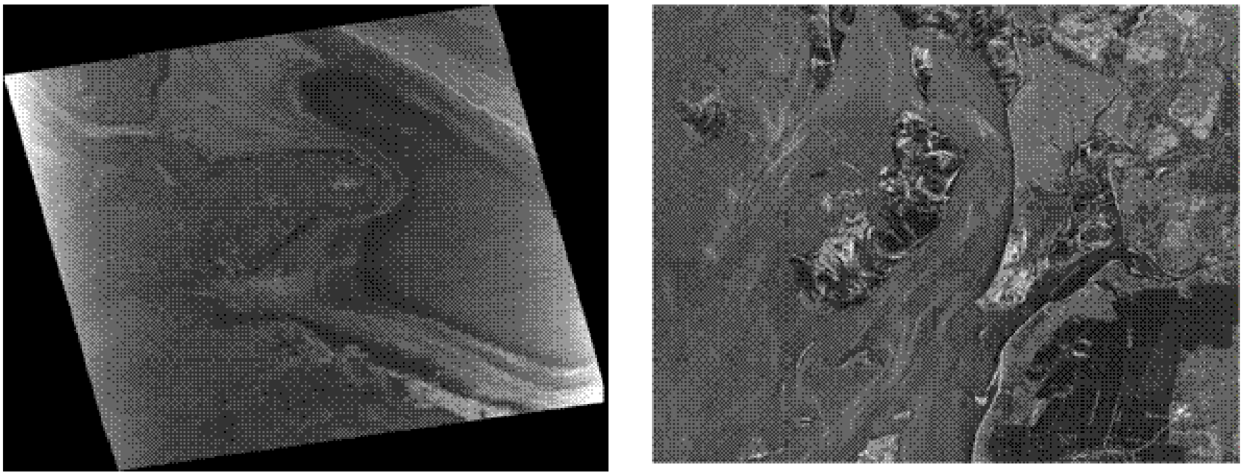
चित्र 1(b)



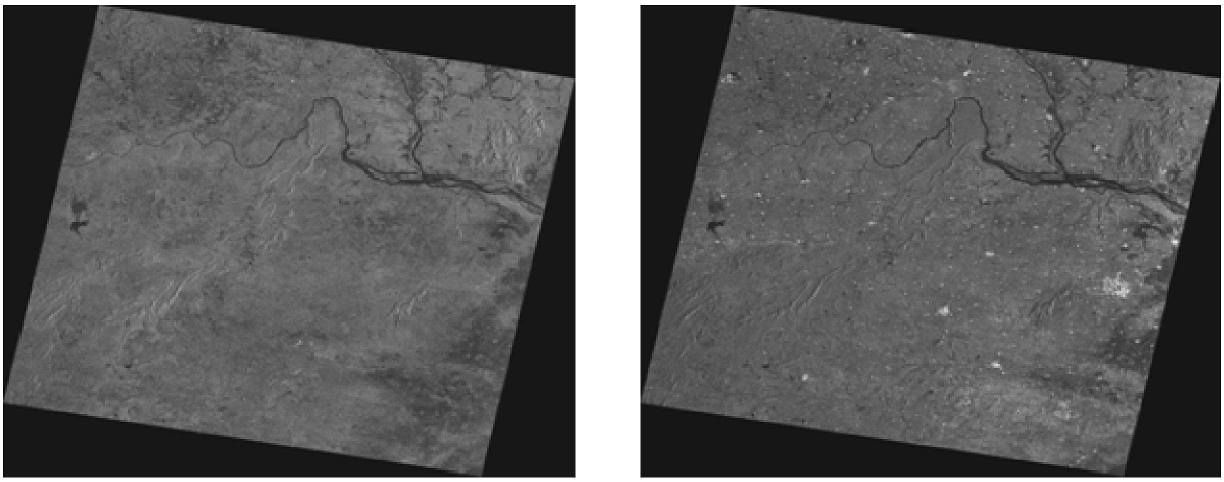
चित्र 1(c)



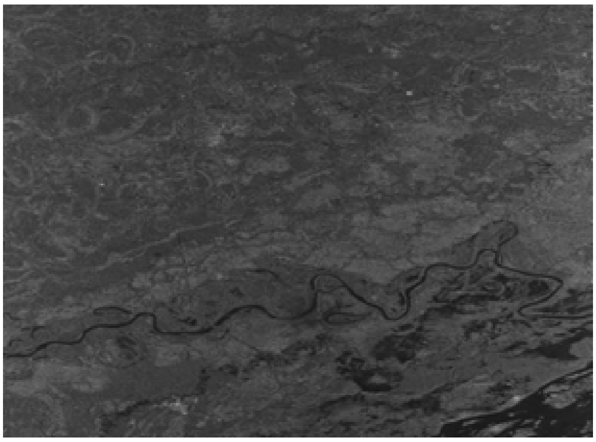
चित्र 1(d)



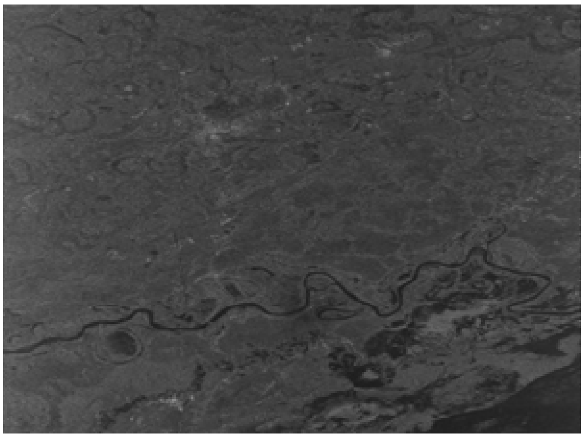
चित्र 1(e): एफ.आर.एस.-1[RV,RH प्रतिबिम्ब]



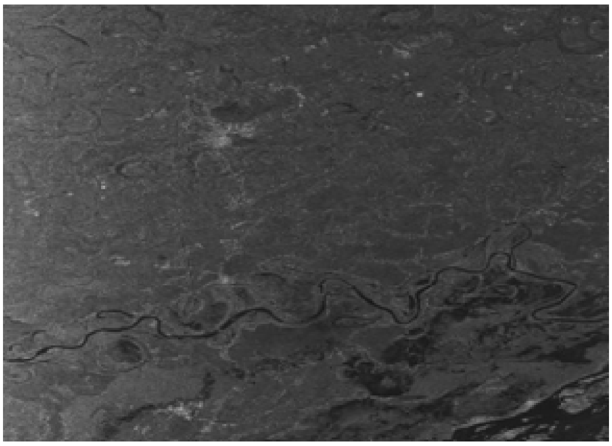
चित्र 1(f): एम.आर.एस [HH,HV प्रतिबिम्ब]



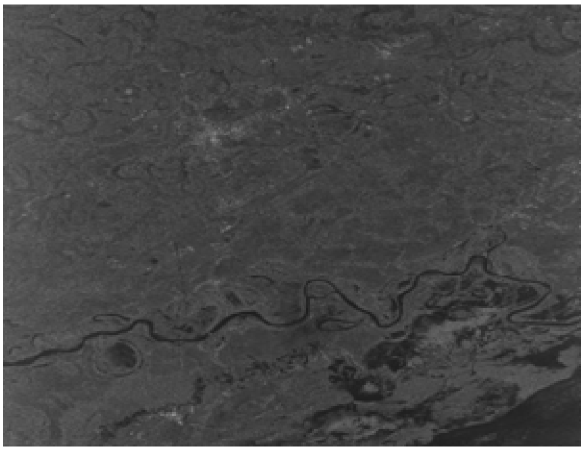
चित्र 1(g): एफ.आर.एस.-2 [HH प्रतिबिम्ब]



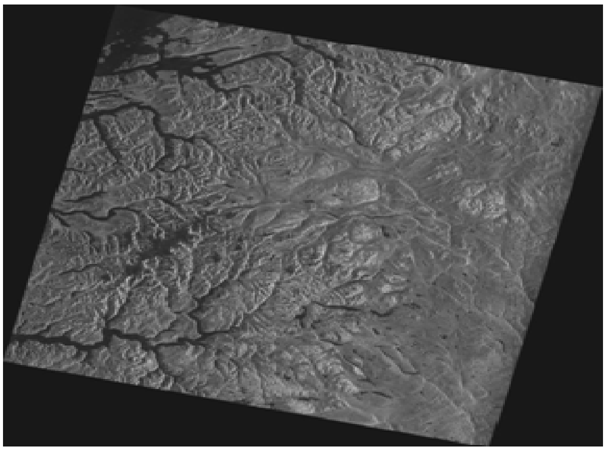
चित्र 1(h): एफ.आर.एस.-2 [HV प्रतिबिम्ब]



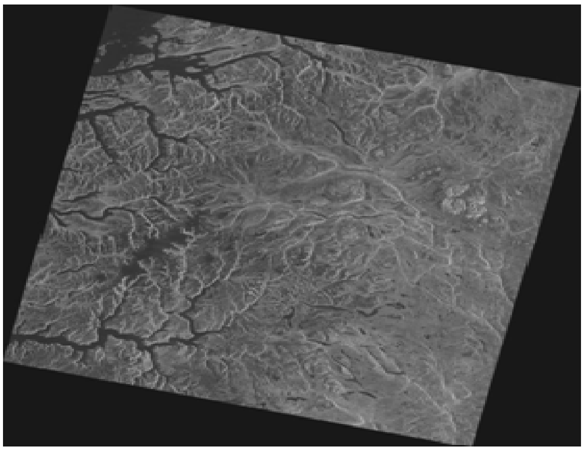
चित्र 1(i): एफ.आर.एस.-2 [VV प्रतिबिम्ब]



चित्र 1(j): एफ.आर.एस.-2 [VH प्रतिबिम्ब]



चित्र 1(k): सी.आर.एस [HH प्रतिबिम्ब]



चित्र 1(m): सी.आर.एस[HV प्रतिबिम्ब]

संकेत स्मृति में उद्भवित वक्रित पथ की संशुद्धि अंतर्वेशन क्रिया से हो सकती है (चित्र 1(c)) । यह कार्यकलाप दिगंश संपीडन के पूर्व करना पड़ता है (चित्र 1(d)) । बहु-अवलोकन तकनीक का इस्तेमाल करके स्पेकल रव को घटाया जा सकता है परंतु इससे दिगंश विभेदन की क्षमता घटती है । तिरछे परास से भू-परास में डाटा को परिवर्तित करने से पूर्व संसूचन प्रक्रिया की जाती है । चित्र 1(e) से 1(m) में रिसैट-1 नीतभार के विविध विधाओं के प्रक्रमित प्रतिबिम्बों को दर्शाया गया है ।

3.0 प्रतिबिम्ब प्रक्रमण

अंकीय प्रतिबिम्ब प्रक्रमण अंकीय प्रतिबिम्बों का संगणक से विश्लेषण और समंजन करने को कहा जाता है । इन प्रतिबिम्बों का अर्जन प्रकाशिक क्रमवीक्षक, अंकीय कैमरा अथवा अंतरिक्ष वाहित संवेदकों द्वारा किया जाता है । आगे के विभागों में हम प्रतिबिंब प्रक्रमण के अनेक उपगमनों का अभ्यास करेंगे - जैसे प्रतिबिंब पुनःस्थापना, संवृद्धि, वर्गीकरण, संपीडन और सुमेलन ।

3.1 प्रतिबिंब पुनःस्थापना

उपग्रह अथवा वायुवर्ती संवेदकों द्वारा अर्जित प्रतिबिंबों में कई प्रकार के विकिरणमितीय और/अथवा ज्यामितीय विरूपण होते हैं । प्रतिबिंब के विरूपण को हटाकर इनकी अभिलक्षणों को उजागर करने के कार्य को प्रतिबिंब पुनःस्थापन कहा जाता है ।

विकिरणमितीय विरूपणों के प्रमुख कारण निम्नानुसार हैः

1) संसूचक की विकिरणता से अलग लब्धि

2) विवर्तन के प्रभाव

3) प्रकाशीय पद्धतियों में विपथन

4) वायुमंडलीय अस्थिरता

5) संवेदक और लक्ष्य की सापेक्षिक गति ।

इन विरूपणों की वजह से दृश्य में अस्पष्टता आती है एवम् विभेदन में हानि होती है ।

ज्यामितीय विरूपणों के प्रमुख कारण हैः

1) यंत्रावली त्रुटियाँ: प्रकाशीय यंत्र के आंतरिक विरूपण, जैसे कि, क्रमवीक्षण में अरैखिकता, क्रमवीक्षण की लंबाई में विभिन्नता, असमान प्रतिचयन दर इत्यादि ।

2) परिदृश्य विरूपणः यह विरूपण उन क्रमवीक्षकों में पाया जाता है जो स्थिर वेग के घूर्णी दर्पण का प्रयोग करते हैं ।

3) भूघूर्णनीः जिस समय तक एक फ्रेम का क्रमवीक्षण होता है, उस समय में पृथ्वी घूम जाती है जिस कारण विषमतलीय विकृति पैदा होती है । यह विरूपण अक्षांश के अनुसार बदलता है ।

4) उपग्रह अभिवृत्ति में बदलावः ये बदलाव उपग्रह के लोटन (रोल), अक्षनमन (पीच) और पार्श्ववर्तन (यॉ) के मान में बदलाव आने से आते हैं ।

5) उपग्रह की तुंगता में बदलावः इस बदलाव की वजह से मापनी (स्केल) त्रुटियाँ संभवित हैं ।

6) संदर्श त्रुटियाँ: यदि संदर्श प्रक्षेप का उपयोग प्रतिबिंबन हेतु हुआ है, तो संदर्श त्रुटियाँ हो सकती हैं ।

इस कारण से मापनी गुणक त्रुटि उद्भवित हो सकती है । इसके अतिरिक्त यदि इस प्रकार अर्जित डाटा का प्रक्षेप द्विविम मानचित्र पर किया जाता है तो प्रक्षेप त्रुटियाँ संभवित हैं ।

3.1.1 संवेदक संबंधित विकिरणमितीय संशोधन :

उपभोक्ता को विश्वसनीय संवेदक डाटा देने के लिए यह आवश्यक है कि सुदूर संवेदक यंत्रों का अंशांकन किया जाए और डाटा में संशोधन किया जाए । इस संशोधन में संसूचक अनुक्रिया त्रुटि, सौर कोण प्रदीप्ति, वायुमंडलीय प्रभाव और तंत्र की आंतरिक त्रुटियों से पैदा होनेवाले परिवर्तन सम्मिलित हैं। हम इस विभाग में प्रक्षेपण से पूर्व अनुमानित लब्धि (गेईन) और अभिनति (बायस) गुणांकों का उपयोग करके विकिरणमितीय संशोधन का वर्णन करेंगे ।

i क्रम के संसूचक का गणन माना होगा :

$$v_{\circ} = a_i R + b_i \quad (3.1)$$

इस समीकरण में :

R : निवेश स्पैक्ट्रमी विकिरणता (जिसका एकक है) मीलीवॉट्स प्रति वर्ग सेन्टीमीटर प्रति स्टेरेडियन, a_i और b_i लब्धि और अभिनति गुणक हैं ।

प्रक्षेपण से पूर्व अनुमानित लब्धि और अभिनति मान से हम संसूचक व्यूह के आंतरिक सुग्राहिता में आए बदलावों को प्रतिपूरित कर पाएंगे । हरेक चित्रांश (पीक्सैल) पर प्राप्त अंकीय निर्गमन मान का परिवर्तन करके ग्रे मान v_o को संशोधित किया जा सकता है । हरेक चित्रांश के संशोधित ग्रे मान v_C को निम्नानुसार दर्शित किया जा सकता है :

$$V_c = a_i^{\prime} V_o + b_i^{\prime} \quad .... (3.2)$$

यहाँ पर $a_i^{\prime}$ और $b_i^{\prime}$, संवेदक के प्रकाशीय अंतरण अभिलक्षण (एल.टी.सी) से अनुमानित लब्धि और अभिनति का मान होंगी । प्रकाशीय अंतरण अभिलक्षण सामान्यतया अच्छी तरह से अंशांकित समाकलनी स्त्रोत से प्राप्त अति-समान तीव्रता मान के समुच्चय से किया जाता है । समीकरण (3.2) से लब्धि और अभिनति गुणांकों का अनुमान करने के पश्चात् ऐसे निर्देश चित्रांश का चयन होता है जिसकी संतृप्ति विकिरणता न्यूनतम हो । उस निर्देश चित्रांश के निर्गम का मान होगा :

$$V_c = a_{ref.} {}^{V}{}_{o} + b_{ref} \quad .... (3.3)$$

जो भी ग्रे मान प्रेक्षित हैं, उन सब को इस तरह से संशोधित किया जाता है कि सारे संसूचकों की संशोधित ग्रे मान निवेश विकिरणता के लिए समान हो। प्रक्षेपण पूर्व अनुमानित लब्धि और अभिनति गुणांक निम्नानुसार होंगे :

$$a_i^{\prime} = a_{ref}/a_i$$

$$b_i^{\prime} = b_{ref} - b_{i}(a_{ref}/a_i) \qquad (3.4)$$

विकिरमितीय संशोधन प्रक्रिया को चित्र 2(a) और 2(b) में दर्शाया गया है ।

चित्र 2(a)

चित्र 2(b)

3.1.2 तंत्र से संबंधित विकिरणमितीय पुनःस्थापन:

रव को हटाकर और ज्यामितीय रूप से संशोधित प्रतिबिंब $g_R(x,y)$ का संबंध आदर्ष प्रस्तुत वितरण $f(x,y)$ से निम्नानुसार होगा :

$$g_R(x,y) = TR\, f(x,y) = h(x,y) * f(x,y) + n_r(x,y) \quad (3.5)$$

इस समीकरण में TR विकिरणमितीय विरूपण को दर्शित करता है । निम्नीकरण फलन $h(x,y)$ प्रतिबिंबन प्रणाली का पी.एस.एफ(PSF) है । $n_r(x,y)$ अभिलेखीत प्रतिबिंब में यादृच्छिक रव को प्रस्तुत करता है । विकिरणमितीय पुन: स्थापना का अर्थ है मूल वितरण f से f^1 का मापन करना । एक प्रतिलोम संकारक TR^{-1} का अनुमान किया जा सकता है जिससे कि :

$$f' = TR^{-1} g_R \quad (3.6)$$

इस प्रतिलोम संकारक के अनुमान हेतु यह आवश्यक है कि पी.एस.एफ. की पूर्वबद्ध जानकारी हो। इसे प्रतिबिंबिन से ही प्राप्त कर सकते हैं अथवा प्रतिबिंब मॉडल के उपयोग से प्राप्त कर सकते हैं जिसमें वायुमंडलीय और संवेदक के एम.टी.एफ के प्रभावों का ध्यान रखा गया हो । रैखिक प्रतिबिंबन प्रणाली की

एक बिंदु स्त्रोत के प्रति अनुक्रिया को पी.एस.एफ कहते हैं । यह देखा गया है कि प्राकृतिक दृश्यों में तीक्ष्ण बिंदु नहीं रहेंगे परंतु विविध दिशाओं में कोर हों ऐसे लक्षण होंगे । प्रथम कोर के फैलवे का फलन (ESF) को प्राप्त कर, किसी भी दिशा में उसका अवकलज लेकर, पी.एस.एफ प्राप्त किया जा सकता है ।

3.1.3 ज्यामितीय पुनः स्थापना:

ज्यामितीय संशोधन में प्रमुख रूप से दो उपगमन हैं । प्रथम उपगमन में प्रतिबिंबन तंत्र के अभिलक्षणों का उपयोग करके संशोधन किए जाते हैं । द्वितीय उपगमन में हम बहुपद फिटिंग और भू-नियंत्रण बिंदुओं का उपयोग करते हैं ।

a) तंत्र के अभिलक्षणों से संशोधन :

संवेदक से अर्जित कच्चे डाटा (रॉ डाटा) में पहले दर्शित सारी त्रुटियों को संशोधित करना है और निर्गम को निश्चित मानचित्र प्रक्षेप में प्रदर्शित करना होगा । इस कार्यकलाप में शामिल है विविध विरूपणों को मॉडल करना और मानचित्र प्रक्षेप हेतु निर्देशांकों के रूपांतरण का समुच्चय प्राप्त करना । तंत्र की ज्यामितीय त्रुटियां हटाकर जो उत्पाद बनना है उसे मानक उत्पाद कहा जाता है । इस उत्पाद में कई अशुद्धियाँ होंगी, जिनको भू-नियंत्रण बिंदुओं के उपयोग से एवम् अन्य परिशुद्धि प्रक्रियाओं से हटाया जा सकता है ।

b) भू-नियंत्रण बिंदुओं से ज्यामितीय संशोधन:

यह एक परिशुद्ध प्रकिया है जिससे प्रतिबिंब की ज्यामितीय त्रुटियाँ शुद्ध की जा सकती हैं । इस तकनीक में, अशुद्ध प्रतिबिंब की तुलना शुद्ध प्रतिबिंब अथवा मानचित्र से की जाती है । प्रतिबिंब के हर भाग में भू-नियंत्रण बिंदु पहचाने जाते हैं जिससे कि हर भाग की त्रुटियों को हटाया जा सके ।

ज्यामितीय संशोधन के लिए, रूपातंरण समीकरणों का उपयोग करके, अशुद्ध प्रतिबिंब के चित्रांशों को शुद्ध प्रतिबिंब में रूपांतरित किया जाता है । समुचित अंतर्वेशन तकनीकों का प्रयोग करके, निवेश ग्रे मान को निर्गम ग्रे मान में परिवर्तित किया जाता है । इन अंतर्वेशन तकनीकों का विवरण अगले विभागों में किया गया है ।

अंतर्वेशन तकनीक :

किसी भी अविरत घटना के विविक्त नूमनों से मध्यवर्ती मान को अंतर्वेशन तकनीकों द्वारा अनुमानित किया जा सकता है । सुदूर सेवेदन डाटा के संशोधन हेतु कई तकनीकों का इस्तेमाल किया जाता है, जैसे

कि, नज़दीक प्रतिवेश, द्वी-रैखिक और घनीय संवलन तकनीक । ज्यामितीय संशोधन के लिए इन तकनीकों में घनीय संवलन सबसे ज्यादा सही तकनीक है।

अगर समान रूप से अंतराली एक-विमीय डाटा दिया गया है तो अविरत अंतर्वेशन फलन को निम्नानुसार दर्शाया जाता है :

$$g(x) = \sum C_k f\{ (x - x_k)/h \} \quad (3.7)$$

इस समीकरण में g(x) एक अंतर्वेशीत अविरत फलन है, $f(x_k)$ प्रतिचयनीत डाटा फलन है, x_k अंतर्वेशन नोड है, c_k अंतर्वेशन गुणांक है और h प्रतिचयन अंतराल है ।

नज़दीकी प्रतिवेश के लिए कर्नल का विवरण है :

$U(s) = 1$ अगर $0 \leq |s| \leq 0.5$

$= 0$

दूरी रैखिक प्रतिवेश के लिए कर्नल है :

$U(s) = 1 - |s|$ अगर $0 \leq |s| \leq 1$

$= 0$

घनीय संवलन के लिए कर्नल है:

$U(s) = |s|^3 - |s|^2 + 1$ अगर $|s| < 1$

$= - |s|^3 + 5 |s|^2 - 8 |s| + 4$ अगर $1 \leq |s| \leq 2$

$= 0 \qquad (3.8)$

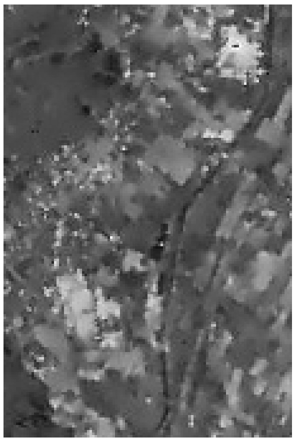
सामान्यतया प्रतिबिंबों का अर्जन दोनों दिशाओं में किया जाता है । इस कारण से अंतरर्वेशन रॉ और कॉलम (श्रेणी और स्तंभ) दोनों दिशाओं में बारी-बारी किया जाता है ।

3.1.4 रव परिशोधन

सार प्रतिबिबों में एवम् कुछ उच्च विभेदन वाले प्रतिबिंबों में रव सामान्य रूप से दृश्यमान होता है । सामान्य फिल्टरन प्रक्रियाएं, जैसे कि औसत (मीन), मॉड और मीडियन फिल्टरों के उपयोग से समधात क्षेत्रों में परिशोधन हो जाता है, किंतु ये फिल्टर प्रभावी नहीं होते। अनुकूली फिल्टरों के उपयोग से कोर के

क्षेत्र भी स्पष्ट बने रहते हैं । परिशोधन के लिए उपयोग में लिए जानेवाले फिल्टर विषमदैशिक विसरण अथवा वेवलेट तकनीकों पर आधारित हैं । सार प्रतिबिंबों के लिए, गामा मेप फिल्टर और अनुकरणी अनीलन तकनीकें, जिन से सार रव की सांख्यिकी गुणधर्मों का दोहन किया जा सके, बहुत प्रभावी रहती हैं । चित्र 3(a) और 3(b) में प्रतिबिंब परिशोधन को दर्शाया गया है ।

चित्र 3(a)



चित्र 3(b)

3.2 प्रतिबिंब संवृद्धि :

प्रतिबिंब संवृद्धि तकनीकों का उपयोग सुदूर संवेदन डाटा पर किया जाता है जिनसे प्रतिबिंब के प्रकटन में सुधार किया जा सके और प्रतिबिंब का मानस-प्रत्यक्षीकरण बेहतर किया जा सके । इस विषय में कोई भी आदर्श संवृद्धि तकनीक नहीं है क्योंकि संवृद्धि के नतीजों की पड़ताल मनुष्य द्‌वारा की जाती है । मुख्तया इन तकनीकों को दो विभागों में बाँटा जा सकता है : बिदु प्रचालन जो किसी विशेष चित्रांश की द्‌युति मान को आसपास के मान के अनुसार संशोधित करे ।

3.2.1 विपर्यास संवर्धन:

प्रकाशीय संवेदकों के संसूचक की अभिकल्पना इस प्रकार से की गई है कि वह दृश्य की द्‌युति को विशाल परिसर में अभिलेखित कर सके । वास्तविक रूप से देखा गया है कि ऐसे बहुत कम दृश्य होते हैं जिन में संवेदक की संपूर्ण सुग्राहिता का उपयोग हो रहा हो । इसके फलस्वरूप निम्न विपर्यास के प्रतिबिंब बनते हैं । डाटा के विपर्यास में सुधार लाने के लिए यह जरूरी है कि प्रदर्श माध्यम की संपूर्ण द्‌युति परिसर का इस्तमाल किया जाए ।इसके लिए रैखिक और अरैखिक संवर्धन तकनीक हैं ।

रैखिक विपर्यास संवृद्धि :

इसके लिए सर्वप्रथम प्रतिबिंब के आयत चित्र (हीस्टोग्राम) की गणना की जाती है । रैखिक तनन को प्राप्त करने हेतु प्रतिबिंब की न्यूनतम और अधिकतम द्युति मान को गिना जाता है । यदि ये मान क्रमानुसार B_{min} और B_{max} हैं, निर्गम द्युति मान Bout होगा :

$$B_{out} = (B_{in} - B_{min})/(B_{max} - B_{min}) * B_r \quad (3.9)$$

यहाँ पर B_{in} मूल निवेश द्युति मान है और B_r द्युति परिसर है जो प्रदर्श माध्यम पर दिखाया जा सकता है । यदि किसी बिंब में न्यूनतम मान 4 है और अधिकतम मान 104 है तो संवृद्धि-प्राप्त बिंब में न्यूनतम मान (4) वाले सारे चित्रांशओं का मान 0 होगा और अधिकतम मान (104) वाले चित्रांशों का मूल्य 255 होगा । बीच की सारी कीमतें रैखिक रूप से तान दी जाएंगी । इस तकनीक को मान-मेक्स (न्यूनतम-अधिकतम) विपर्यास तनन भी कहा जाता है।

अरैखिक विपर्यास संवृद्धि :

इस विभाग में एक तकनीक है हीस्टोग्राफ तुल्यकरण । उपयोक्ता डाटा का आयत चित्र बनाता है । इसके बाद निर्गम ग्रे-स्केल को वर्गीकृत किया जाता है ताकि डाटा को समान रूप से वितरित किया जा सके । फिर कलन विधि से डाटा का विश्लेषण किया जाता है और हर ग्रे-स्केल वर्ग को लगभग समान चित्रांश दिए जाते हैं ।

3.2.2 बैंड रेशियोईंग :

एक ही प्रकार की सतह से अलग-अलग द्युति मान प्राप्त हो सकते हैं । इनका प्रमुख कारण छाया, स्थलीय अवस्था अथवा ऋतुगत परिवर्तन हो सकता है । इन वजहों से सुदूर संवेदन प्रतिबिंब के अर्थ निर्वचन में बाधा आ सकती है और सतह/पृष्ठ पर की वस्तुओं की पहचान मुश्किल हो सकती है। अनुपात रूपांतरण का उपयोग करके इन पर्यावरण-संबंधित प्रभाव को कम किया जा सकता है । अनुपात का मान अद्वितीय जानकारी दे सकता है जोकि प्रतिबिंब को वर्गीकृत करने में सहायता करेगी । अनुपात फलन को गणितीय रूप में इस तरह समझाया जा सकता है :

$$V_r (i,j) = (V(i,j,k)/ V(i,j,p)) \quad (3.10)$$

(i,j) चित्रांश का निर्गम अनुपात मान V(i, j) है, V(i, j, k) उस स्थान पर बैंड k का द्युति मान है और

V (I, j,p) बैंड P में द्युति मान है । किन दो बैंड का अनुपात निकालना है, यह तय करना भी मुश्किल बात है । ऐसे देखा गया है कि जिन दो बैंड के बीच सहसंबंधन कम हो, उनका अनुपात लेने से सूचना का अंश अधिक मात्रा में होगा ।

3.2.3 अंतराली फिल्टर से संवृद्धि :

फिल्टरन से संवृद्धि प्राप्त करने हेतु फूरिये या अंतराली प्रक्षेत्र का प्रयोग किया जाता है ।

a) फूरिये प्रक्षेत्र फिल्टरन:

उपग्रह प्रतिबिंबन की क खासियत होती है स्थानिक आवृत्ति । द्युति मान में एकक अंतर में आए परिवर्तन की संख्या को स्थानिक आवृत्ति कहा जाता है । अगर चित्र के किसी क्षेत्र में बहुत कम द्युति मान का परिवर्तन देखा जाता है तो इसे निम्न-आवृत्त क्षेत्र कहा जाता है । यदि कम अंतराल में द्युति मान काफी बदलता है तो उस क्षेत्र को उच्च आवृत्त क्षेत्र कहते हैं ।

प्रतिबिंब को अलग-अलग स्थानिक आवृत्तियों में बाँटने की तकनीक को फूरिए विश्लेषण कहते हैं । प्रथम सोपान में प्रतिबिंब को घटक स्थानिक आवृत्तियों में बाँटा जाता है । तत्पश्चात् कुछ वर्गों की आवृत्तियों पर प्रबलन किया जाता है और उन वर्गों को पुन : नये स्वरूप में जोड़कर संवर्द्धित प्रतिबिंब की रचना की जाती है । इन तकनीकों को स्थानिक फिल्टरन कहा जाता है । उच्च आवृत्ति पारक फिल्टर की वजह से सूक्ष्म विवरण और कोर की जानकारी प्राप्त होती है । विकिरणमितीय पुन: स्थापना इस विभाग का सदस्य माना जाएगा ।

इन फिल्टरों का क्रियान्वयन फूरिये रूपांतरण से हो यह जरूरी नहीं है । संवलन प्रक्रिया का उपयोग कोर को तीक्ष्ण बनाना तथा रैखिक चित्रांमों को उजागर करने के लिए होता है । जरूरी अवरण और कर्नल की सहायता से रव को मृदुलित किया जा सकता है ।

b. स्थानिक प्रक्षेत्र में फिल्टरन:

निम्न-आवृत्ति फिल्टर की रचना की जा सकती है जोकि एक निवेश द्युति मान V_{in} का मूल्यांकन करें और इस संवलन की औसत कीमत V_{out} को द्युति मान के रूप में निर्गम करे । इस संवलन के मास्क का माप 3 x3 , 5 x5 आदि रखा जा सकता है ।

$$\text{मास्क } A = \begin{matrix} C_{11} & C_{12} & C_{13} \\ C_{21} & C_{22} & C_{23} \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} \end{matrix} \qquad (3.11)$$

इन गुणांकों को हरेक निवेश द्युति मान के साथ गुणित किया जाता है :

$$\begin{matrix} C_{11} * V(i-1,j-1) & C_{12} * V(i-1,j) & C_{13} * V(i-1,j+1) \\ C_{21} * V(i,j-1) & C_{22} * V(i,j) & C_{23} * V(i,j+1) \\ C_{31} * V(i+1,j-1) & C_{32} * V(i+1,j) & C_{33} * V(i+1,j+1) \end{matrix} \qquad (3.12)$$

निम्न -आवृत्ति फिल्टर हरेक चित्रांश (i,j) पर प्रस्तुत किया जाता है जिससे :

$$LFF(i,j) = Int\ [\ \{\sum\sum V(I+k,j+l)\}/9\ ] \qquad (3.13)$$

यह स्थानिक औसत अगले चित्रांश में विस्थापित होती है और अगले 9 चित्रांशों के लिए औसत की गणना की जाती है । निवेश प्रतिबिंब के हर चित्रांश के लिए यह संक्रिया की जाती है । इस प्रक्रिया से चित्र में वस्तुओं की कोर में अस्पष्टता प्रकट होती है । इस अस्पष्टता को कम करने के लिए असमान-भारित मृदुलन मास्क किया जाता है । के तौर पर :

$$\text{मास्क } B = \begin{matrix} 0.25 & 0.50 & 0.25 \\ 0.50 & 1.00 & 0.50 \\ 0.25 & 0.50 & 0.25 \end{matrix} \qquad (3.14)$$

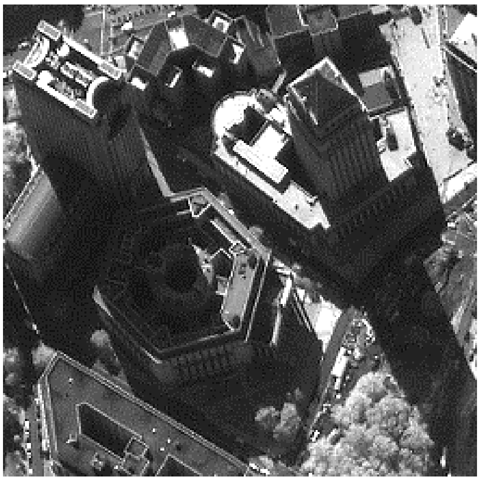
यदि 3 X3 का मास्क लगाया जाता है तो निर्गम प्रतिबिंब का माप मूल प्रतिबिंब से 2 रेखा और 2 स्तंभ कम होगा । मूल प्रतिबिंब के अंत के मान को पुनः उपयोग करके इस कमी को दूर किया जा सकता है ।

उच्च- आवृत्ति फिल्टरन का प्रयोग मंद गति से बदलते घटकों को हटाने एवम् उच्च आवृत्ति वाले स्थानिक परिवर्तनों को सुरक्षित रखने के लिए किया जाता है । यदि निम्न-आवृत्त फिल्टर को मूल केंद्र चित्रांश मान की दुगुनी कीमत से घटाया जाए तो उच्च-आवृत्त फिल्टर की रचना हो जाती है ।

$$HFF (i,j) = \{ 2 x V(i,j)\} – LFF (i,j) \qquad (3.15)$$

3 X3 डाटा विडों के लिए यह देखा गया है कि द्युति मान काफी मात्रा में सहसंबंधित होती हैं । उच्च-आवृत्त फिल्टरन की निर्गम प्रतिबिंब का आयत चित्र काफी संकीर्ण होगा । इसलिए उच्च-आवृत्त फिल्टर के निर्गम प्रतिबिंब का विपर्यास तनन पहले ही कर देना चाहिए ।

चित्र 4 (a) और 4 (b) संवृद्धि प्रकिया को दर्शित करते हैं :



चित्र 4(a)

चित्र 4(b)

3.2.4 प्रमुख घटक विश्लेषण (पी.सी.ए.) द्वारा संवृद्धि

सुदूर संवेदन डाटा विश्लेषण के लिए प्रमुख घटक विश्लेषण तकनीक बेहद महत्वपूर्ण साबित हुई है ।मूल डाटा का इस तकनीक से रुपांतरण करने से कुछ नए घटक मिलते हैं जिनसे मूल घटकों से ज्यादा अर्थ निर्वचन होता है । इस तकनीक से कई प्रतिबिंबन बैंड की सूचना-मात्रा का संपीडन भी संभव होता है।

पर्मुख घटक विश्लेषण तकनीक का महत्व तब बड़ जाता है जब बहु-स्पैक्ट्रमी डाटा बहुत सहसंबंधित हो । पी.सी.ए के अनुप्रयोग से असंबंधित बहुस्पैक्ट्रमी डाटा का सृजन होता है जिसमें कुछ क्रमित प्रसरण

गुणधर्म पाए जाते हैं । पी.सी.ए तकनीक का उपयोग करके मूल अक्ष का घूर्णन किया जाता है जिससे मूल द्युति मान को पुन: वितरित किया जा सके । नई अक्ष और पुरानी अक्ष में सामान्तर से संबंध निम्नानुसार है :

X' = X- औसत (x)

Y' = y – औसत (y) (3.16)

नए निर्देशांक (X' , Y') को नए उद्गम के सापेक्ष कुछ कोण से घूर्णित किया जाता है जिससे प्रथम X' के संबंध में प्रसरण अधिकतम मात्रा में प्राप्त हो । इस नए अक्ष को प्रथम प्रमुख घटक (PC1) कहा जाता है । PCI के साथ एक लांबिक घटक होता है जिसे द्वितीय प्रमुख घटक (PC2) कहा जाता है । इस रुपांतरण में सहप्रसरण मैट्रिक्स की गणना होती है और इस कारण यह काफ़ी समय लेता है । यह रुपांतरण डाटा पर आधारित प्रक्रिया है और हर नए डाटा से अलग रुपांतरण गुणांक प्राप्त होता है ।

3.3 प्रतिबिंब वर्गीकरण

किसी बहुबैंड डाटा को वर्गों में वियोजन करने की तकनीक को प्रतिबिंब वर्गीकरण कहते हैं । पर्यवेक्षित वर्गीकरण में भिन्न वर्गों से प्राप्त अभ्यास के नमूनों से कोई पूर्वबद्ध सांख्यिकीय सूचना नहीं मिलती है । अपर्यवेक्षित वर्गीकरण तकनीक पुंज की जानकारी पर आधारित है । अपर्यवेक्षित वर्गीकरण का व्याप मेक्सिमीन कलन विधि से लेकर जटिल स्वयं-संगठित मानचित्र पर आधारित न्यूरल जाल कलन विधि तक है । जब भी विभिन्न वर्गों से अभ्यास के नमूने प्राप्त होते हैं, पर्यवेक्षित वर्गीकरण से उच्चतर वर्गीकरण यथार्थता प्राप्त होती है । पर्यवेक्षित वर्गीकरण की यथार्थता संदर्भित वर्गीकारकों के लिए बढ़ जाती है क्योंकि इन वर्गीकारकों में सामीप्य सूचना सम्मिलित होती है । वर्गीकारकों को फज़ी लॉजिक का उपयोग करके भी निरुपित किया जाता है ।

3.4 प्रतिबिंब संपीडन

सुदूर संवेदन प्रतिबिंबों का क्षतिरहित संपीडन डाटा के संचय हेतु बेहद आवश्यक है । हफमेन और अंकगणित कोडन तकनीकें क्षतिरहति संपीडन के लिए प्रयुक्त की जाती हैं । ये तकनीकें प्रतिबिंब के ग्रे मान अथवा प्रतिबिंब चित्रांशों के बीच एकक अंतराल में मान में जो भी फर्क होता है , उसे उपयोग करती हैं । संपीडन की प्राप्त मात्रा पर्याप्त नहीं होती है । कुछ अनुप्रयोग ऐसे होते हैं जिनमें प्रतिबिंब डाटा को इंटरनेट पर पहले देखा जाता है और उसके पश्चात् उस डाटा को डाटा केंद्र से खरीदा जाता है । यहाँ पर यह बेहद जरूरी है कि उच्च संपीडन अनुपात प्राप्त हो । इसके अतिरिक्त उच्च विभेदन प्रतिबिंबों के

प्रसारण हेतु सीमित बैंड व्स्तार उपलब्ध होता है और इस कारण अगर उपग्रह पर किसी चीप में संपीडन-युक्त डाटा डाला जा सकता है और उसमें थोड़ी-सी हानि तो भी कार्य संपन्न हो जाता है । मानचित्रकला जैसे कई अनुप्रयोग हैं जहाँ पर उच्च-विभेदन क्षमता वाला डाटा होना आवश्यक है । आई.आर.एस-पी5 में जे.पी.ई.जी आधारित ऑनबोर्ड संपीडन योजना है । सार अभियानों में ब्लॉक-अनुकूली क्वांटमन पर आधारित ऑनबोर्ड संपीडन योजना कार्यरत की जाएंगी ।

आज अंकीय प्रतिबिंबों के संपीडन हेतु कई तकनीकें कार्यरत हैं । आज-कल अचल फ्रेमों पर आधारित जे.पी.ई.जी. मानक सबसे लोकप्रिय है । इससे क्रमिक, प्रगामी और क्षति-रहित प्रतिबंब संपीडन संभव होता है । प्रतिबिंब डाटा के 8 x 8 खंड के विविक्त कोसाईन रूपांतरण (डी.सी.टी.) पर आधारति तकनीक का बहुधा उपयोग किया जाता है । जे.पी.ई.जी. कलन-विधि पर अधारित तकनीकों में कई प्रकार के संपीडन अनुपात प्राप्त होते हैं ।

सदिश क्वांटमन (वी.क्यू) तकनीक में प्रतिबिंब को टुकड़ों में बाँटा जाता है और केवल कौन-सा टुकड़ कहाँ जाता है, उसका संदर्भ ही याद रखा जाता है । बहुबैंड प्रतिबिंबों का संचय करने के लिए वी.क्यू. तकनीक बेहद उपयोगी है । परंतु विविध मापनीओं पर आधारित प्रतिबिंब प्रस्तुतीकरण तो प्राप्त करने हेतु फ्रैक्टल अथवा वेवलेट रुपांतरण तकनीक बहुत ही स्वाभाविक तरीका है । वेवलेट रुपांतरण पर आधारित संपीडन योजनाओं से बहुत अच्छा निष्पादन प्राप्त हुआ है । फ्रैक्टल आधारित संपीडन योजनाओं से सूचना घनत्व में कमी नहीं आती । इन तकनीकों में अभिकलन कार्यकलाप बहुत मात्रा में होते हैं और इन तकनीकों के कोड़क मुश्किल से बनते हैं जबकि इनका विकोडण तुलनात्मक रूप से आसान होता है । इस प्रकार की तकनीकें प्रसारण अनुप्रयोगों में इस्तेमाल की जा सकती हैं ।

3.5 प्रतिबिंब सुमेलन

बहु-दिनांक और बहु-संवेदक डाटा से सूचना का निष्कर्षण करने के लिए यह आवश्यक है कि डाटा को पंजीकृत किया जाए । दो डेटा सेट का स्वतः पंजीकरण करने के लिए संगत बिंदुओं का चयन प्रतिबिंब सुमेलन तकनीकों से करना होगा । त्रिविम युग्म से असमान सूचना की व्युत्पत्ति हेतु अथवा प्रत्येक बैंड के बीच पंजीकरण की त्रुटियों के प्राचल के आकलन जैसी गतिविधियों में प्रतिबिंब सुमेलन का प्रयोग किया जाता है ।

प्रतिबिंब सुमेलन तकनीकों का आधार क्षेत्र-आधारित प्रचालकों पर अथवा लक्षणों पर आधारित तकनीकों पर है । क्षेत्र पर आधारित एक सामान्य तकनीक सहसंबंधन पर आधारित है और इससे काफ़ी सारे अनुप्रयोगों में पर्याप्त परिशुद्धता प्राप्त होती है । क्षेत्र पर आधारित किसी भी तकनीक में प्रतिबिंब से एक चित्रांशों से भरा संपुट (जिसका कद $N_w * N_w$ हो) रखा जाता है । एक अलग संपुट (जिसका कद $N_s * N_s$

हो) खोज के हेतु से अलग रखा जाता है । $N_w * N_w$ कद के संपुट को $N_s * N_s$ कद वाले संपुट में धुमाया जाता है जिससे $(N_s - N_{w+1}) * (N_s - N_{w+1})$ चित्रांशों के संपुट में घूर्णन होता है । जिन संपुटों में समरूप मान देखने को मिलते हैं, वहाँ पर एक समरूप पृष्ठ बन जाता है । दो प्रतिबिंबों के बीच विस्थापन निर्धारित करने के लिए समरूप पृष्ठ के उच्चिष्ठ का परीक्षण करना पड़ता है । उच्चिष्ठ के स्थान-निर्धारण में पूर्णांकीय भाग और आंशिक भाग दोनों होते हैं । जिस स्थान पर समरूप मान की कीमत अधिकतम होती है, वहाँ पर पंजीकरण त्रुटि का पूर्णांकीय भाग प्राप्त होता है । आंशिक भाग का अकलन करने हेतु समरूप पृष्ठ को उच्चिष्ठ के चारों ओर मॉडलन किया जाता है । पृष्ठ के लिए दी हुई कोटि के लिए गुणांकों की गणना की जाती है । इन गुणांकों की सहायता से उस स्थान को निर्धारित किया जाता है जहाँ पर मॉडल किए गए पृष्ठ का उच्चिष्ठ प्राप्त होता है । किंही दो प्रतिबिंबों के बीच यदि अंतर के वर्ग माध्य की गिनती की जाए और उसके मान को निम्नतम लिया जाए तो जिस सुमेलन फिल्टरन् की प्राप्त होती है उसे सहसंबंधन मापक कहते हैं । किसी शून्य माध्य वाले संकेत के लिए, क्रमवीक्षण रेखा *s* और चित्रांश *p* के लिए, सहसंबंधन गुणांक $C(\Delta s, \Delta P)$ निम्नानुसार दिया जाता है :

$$C(\Delta s, \Delta p) = \frac{\sum_{s=0}^{N_w-1}\sum_{p=0}^{N_w-1} W(s,p).S(s+\Delta s, p+\Delta p)}{\sqrt{\sum_{s=0}^{N_w-1}\sum_{p=0}^{N_w-1} W^2(s,p)}\sqrt{\sum_{s=0}^{N_w-1}\sum_{p=0}^{N_w-1} S^2(s+\Delta s, p+\Delta p)}} \quad \begin{matrix} 0 \le \Delta s < N_s - N_w + 1 \\ 0 \le \Delta s < N_s - N_w + 1 \end{matrix}$$

(3.17)

हालाँकि यह देखा गया है कि प्रतिबिंब डाटा शून्य माध्य नहीं रखता है । इसलिए माध्य से अभिनति प्राप्त सहसंबंधन मापन की गणना विणर्डो औसत की प्रतिपूर्ति करके निम्नानुसार की जाती है :

$$\hat{C}(\Delta s, \Delta p) = \frac{\sum_{s=0}^{N_w-1}\sum_{p=0}^{N_w-1} (W(s,p) - \overline{W}).(S(s+\Delta s, p+\Delta p) - \overline{S}(\Delta s, \Delta p))}{\sqrt{\sum_{s=0}^{N_w-1}\sum_{p=0}^{N_w-1} (W\ \ (s,p) - \overline{W})^2}\sqrt{\sum_{s=0}^{N_w-1}\sum_{p=0}^{N_w-1} (S\ \ (s+\Delta s, p+\Delta p) - \overline{S}(\Delta s, \Delta p))^2}}$$

जहाँ

$$\overline{W} = \frac{\sum_{s=0}^{N_w-1}\sum_{p=0}^{N_w-1} W(s,p)}{N_w * N_w} \qquad \overline{S}(\Delta s, \Delta p) = \frac{\sum_{s=0}^{N_w-1}\sum_{p=0}^{N_w-1} S(s+\Delta s, p+\Delta p)}{N_w * N_w} \qquad (3.18)$$

प्रत्येक बैंड के बीट पंजीकरण के चित्रांश से छोटे भाग के घटक का आकलन करने के लिए हमे उस बहुपद की कोटि का निर्धारण करना पड़ता है जिसका प्रयोग समरूपता उच्चिष्ठ की प्रत्येक बाजू पर फैले समरूपता पृष्ठ के विवरण हेतु किया जा सके । अगर उस बहुपद की कोटि हम दो निर्धारित करें तो

$$\overline{C}_i(p_i, s_i) = ap^2{}_i + 2hp_i s_i + bs_i{}^2 + gp_i + fs_i + c \qquad ...(3.19)$$

जहाँ पर समरूपता पृष्ठ का मान C (P_i, S_i) है और प्रतिबिंब का चित्रांश (S_i, P_i) है । पंजीकरण की त्रुटि के चित्रांश से छोटे घटक को निम्नानुसार दिया जाता है :

$$p_{at_\max_sim} = \frac{fh - bg}{2(ab - h^2)} \qquad s_{at_\max_sim} = \frac{gh - af}{2(ab - h^2)} \qquad (3.20)$$

3.6 प्रतिबिंबों से अंकीय उच्चावच मॉडल (डी.ई.एम.)

किसी भी क्षेत्र के लिए अगर दो भिन्न अवलोकन कोण के लिए प्रतिबिंब अर्जित किए जाते हैं तो उनसे अंकीय उच्चावच मॉडल बनाया जा सकता है । इन प्रतिबिंबों को त्रिविम युग्म कहा जाता है । जिन अलग-अलग संदर्शों से प्रतिबिंबों का अर्जन किया जाता है, उनसे डी.ई,एम की व्युपत्ति में सहायता मिलती है । आई.आर.एस.पी-5 उपग्रह में अनुपथ में त्रिविम प्रतिबिंबन की, क्षमता है जिससे डी.ई,एम. बनाया जा सकता है । सार व्यतिकरणमिति तकनीक से भी डी.ईएम. बनाया जाता है । पृष्ठ में तुंगता के छोटे फ़र्क का अभ्यास करने के लिए भेददर्शी व्यक्तिकरणमिति का उपयोग किया जाता है ।

4.0 कार्टोसैट-1 और चंद्रयान-1 अभियानों के लिए अंकीय उच्चावच मॉडल (डी.ई. एम.) का उत्पादन

अंतरिक्ष -वाहित मंचों से किए जा रहे त्रिविम प्रतिबिंबन से स्पेक्ट्रमी परावर्तकता के अतिरिक्त भू-आकृति की सूचना प्राप्त होती है । इससे प्रतिबिंबों के विश्लेषण एवं अर्थ निर्वचन में सहायता मिलती है, जैसे ढलान की पहचान करना, पृष्ठ के पदार्थ की सूचना मिलना, जल राहों और वनस्पति वर्धन की जानकारी मिलना इत्यादि । डी.ई.एम. डाटा का इस्तेमाल कई अनुप्रयोग जैसा कि शहरी नियोजन, कृषि, रक्षा इत्यादि में किया जाता है । डी.ई.एम. स्थलाकृति की विभिन्नता का अंकीय प्रस्तुतिकरण है जिसे

अनियमित अंतराल के बिंदुओं में किए गए उन्नयन माप के जरिए दर्शित किया जाता है । डी.ई.एम. का उत्पादन कई उपगमनों से होता है । डी.ई.एम की व्युत्पत्ति कई स्त्रोतों से की जाती हैं, जैसे उपग्रहों से अर्जित त्रिविम प्रतिबिंबों से मानचित्र के अंकीकरण द्वारा इत्यादि । डी.ई.एम की रचना हवाई चित्रों का उचित मॉडलन कर, भू-नियंत्रण बिंदुओं (जी.सी.पी.) के अनुप्रयोग से की जा सकती है। डी.ई.एम से भू-आकृतिक पृष्ठ का ज्यामितीय वर्णन अंकीय स्वरूप में प्राप्त होता है जिसमें मुख्यतया बिंदु तथा रेखा की तकनीकें उपयोग में आती हैं । ज्यादातर किस्सों में डी.ई.एम की प्रस्तुति नियमित ग्रीड प्रतिरूप, जोकि आयताकार अथवा चौकोलाकार हों और जिसको पूर्ण करने के लिए द्विरैखिक अंतर्वेशन किया गया हो, से की जाती है । डी.ई.एम द्वारा भू-आकृतिक सतह का विवरण एक मान वाले फलन, जैसे $Z = f(x, y)$ से किया जाता है । डी.ई.एम ग्रीड में किसी भी (x, y) के मान के लिए केवल एक Z मान प्राप्त होगा ।

कार्टोसैट-1 [इसरो का प्रथम उपग्रह जिसमें पथ के अनुसार त्रिविम प्रतिबिंबन की क्षमता है, जिसका प्रक्षेपण मई 2005 में हुआ] और चंद्रयान -1 [भारत का प्रथम चंद्र अभियान जो अक्तूबर 2008 में प्रमोचित किया गया] के प्रक्षेपण से सुदूर संवेदन और मानचित्रण कला के उपयोक्ताओं के लिए एक नए युग का आरंभ हुआ । कार्टोसैट-1 के दोनों कैमरों से अर्जित उच्च-विभेदन त्रिविम डाटा की सहायता से 1:25000 मापनी में स्थलाकृतिक मानचित्रण प्राप्त होता है । कार्टोसैट-1 अभियान का प्रमुख उद्देश्य डी.ई.एम. का उत्पादन है जिससे ओथोईमेज और वैश्विक कक्षा में 3डी भू-आकृतिक चित्रकल्प तैयार हो सके । चंद्रयान-1 के 5 मीटर विभेदन क्षमता वाले टी.एम.सी (थीमेटीक मैपिंग कैमरा) के तीन कैमरों से चंद्र की सतह का वैज्ञानिक डाटा विपुल मात्रा में उपलब्ध है । चंद्र की सतह का मानचित्रण स्वदेशी सॉफ्टवेयर द्वारा किया गया जोकि सैक में स्थित नीतभार प्रचालन केंद्र (पी.ओ.सी.) का प्रमुख कार्यकलाप है । उच्च कक्षा के उत्पादों की रचना के भागस्वरूप चंद्र मानचित्रावली तैयार करने का आयोजन किया गया है । इसके लिए उच्च यथार्थता वाला डी.ई.एम. और संगत परिशुद्घ ओर्थो-मोसैक की आवश्यकता है जोकि ग्रहीय मानचित्रण और वैज्ञानिक डाटा के विश्लेषण से प्राप्त हो सकता है । विभिन्न फोटोग्रामिति तकनीकों उदाहरण के तौर पर, रीगोरस संवेदक मॉडल (आर.एस.एम.) और रेशनल बहुपद गुणांक (आर.पी.सी.) की मदद् से डाटा उत्पाद सॉफ्टवेयर की कलन विधि और अभिकल्पना का कार्य किया गया । ये मॉडल 2 डी प्रतिबिंबों और 3 डी पृष्ठ के बीच के परिशुद्ध संबंध को पंचांगी आंकडों से बेहतर बनाना है ।

डी.ई.एम. के उत्पादन के लिए स्थलाकृतिक मानचित्रण हेतु परिशुद्ध प्रतिबिंबन संवेदक मॉडल की आवश्यकता है। कैमरा झुकाव ग्रहीय घूर्णन, उपग्रह गति, वक्रता इत्यादि अनके विरुपणों को हटाकर इन मॉडलों द्वारा प्रतिबिब के मानचित्रण को संशोधित किया जाता है । संवेदक मॉडलन हेतु संवेदक प्राचल, अभियान प्राचल, उपग्रह पंचांगी आंकड़ो और अन्य सहायक डाटा की आवश्यकता होती है । भू-नियंत्रण

बिंदुओं अथवा चन्द्र-नियंत्रण बिंदुओं की सहायता से प्रतिबिंब से भूमि (अथवा भूमि से प्रतिबिंब) के संबंध को और परिशुद्ध बनाया जाता है । सामान्यत: डी.ई.एम उत्पादन हेतु त्रिविम प्रक्रमण में चार सोपान होते हैं :

(1) फोटोग्राममितिय रैखिकता से ज्यामितिय मॉडलन

(2) पदानुक्रमिक सुमेलन तकनीक से स्वत: संयुग्मी बिंदु निर्धारण

(3) पहचाने गए संयुग्मी बिंदुओं का त्रिविमीय भूमि निर्देशांक निर्धारण और

(4) तुंगता अंतर्वेशन एवं डी.ई.एम संपादन ।

डी.ई.एम. उत्पादन का विवरण चित्र में दिया गया है ।

जैसा कि बनाया गया है, प्रतिबिंबन ज्यामिति का मॉडलन फोटोग्राममितिय रैखिकता के उपयोग से किया गया है । बिंबन के समय पर, प्रतिबिंब बिंदु, संगत भूमि बिंदु और संदर्श केंद्र तीनों एक ही रेखा में होने चाहिए। यह डी.ई.एम उत्पादन प्रक्रिया का मूल मॉडल है । बंडल समंजन तकनीक से प्रतिबिंबन ज्यामिति का समंजन एवं पुनर्निर्माण किया जाता है जिसमें भूमि से आविर्भाव सारे किरणों के संपुट का उपयोग होता है । इस तकनीक में उपग्रह के सारे अभिमुखीकरण प्राचलों का मॉडल किया जाता है ।

सहरैखिक अवस्था को गणितीय रूप में इस प्रकार दर्शित किया जाता है :

$$\begin{bmatrix} f \\ x_p - x \\ y_p - y \end{bmatrix} = K \, . M \begin{bmatrix} X_A - X_S \\ Y_A - Y_S \\ Z_A - Z_S \end{bmatrix} \quad \ldots(4.1)$$

जहाँ पर :

$[X_A \; Y_A \; Z_A]$: भूमि के निर्देशांक हैं,

$[X_S \; Y_S \; Z_S]$: उपग्रह की कक्षा में स्थिति है,

$[f \; -x \; -y]$: नाभीय समतल निर्देशांक हैं,

$[x_p \; y_p]$: प्रमुख बिंदु निर्देशांक हैं और

$M: [M_1 M_2 M_3]^T$: संयुक्त घूर्णनी मैट्रिक्स है ।

संशोधित सहरैखिकता समीकरण निम्नानुसार हैं :

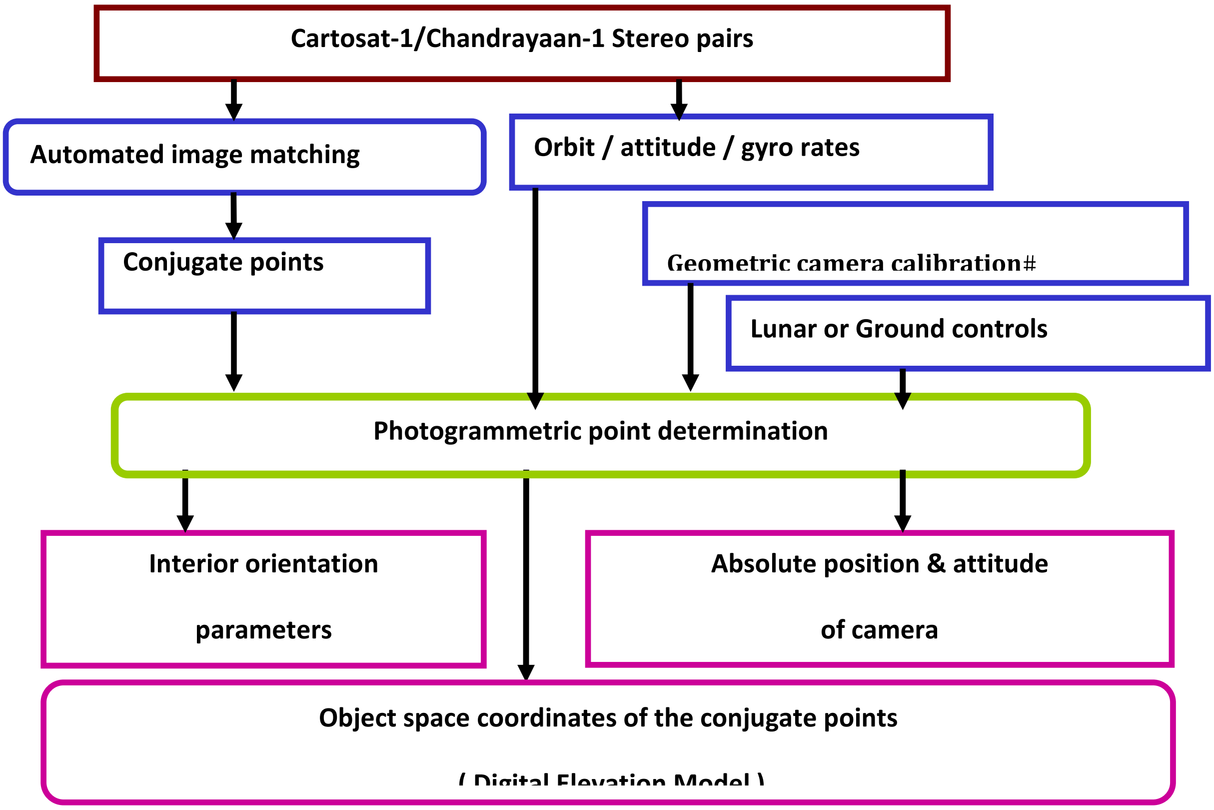
$$E_1 = [(x_p - x)M1 + fM2] * [\bar{X}_A - \bar{X}_S]$$
$$E_2 = [(y_p - y)M1 + fM3] * [\bar{X}_A - \bar{X}_S] \quad ...(4.2)$$

एक कैमरे के लिए दो समीकरण उपलब्ध हैं । इसलिए दो कैमरों के लिए 4 अवलोकन समीकरण एक ही बिंदु से प्राप्र होंगे । n बिंदुओं के लिए 4n अवलोकन समीकरण सहरैखिकता हेतु प्राप्त होंगे ।

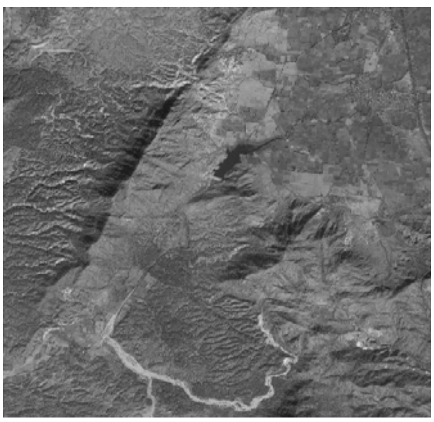
संपूर्ण पास के लिए प्रतिबिंब स्थित का आकलन भूमि से प्रतिबिंब मॉडल का उपयोग करके किया जाता है । हस्त प्रक्रिया अथवा अर्ध-स्वत: नियंत्रण निर्धारण तकनीकों से परिशुद्ध पहचान की जाती है । संयुग्म बिंदु पहचान कलन विधि का अनुप्रयोग करके स्वतः अनियमित संयुग्मी बिंदुओं का सृजन त्रिविम प्रतिबिंबों में किया जाता है । सारे संयुग्मी बिंदुओं के 3 डी भूमि निर्देशांकों का डेटाबेस में संचय किया जाता है ।

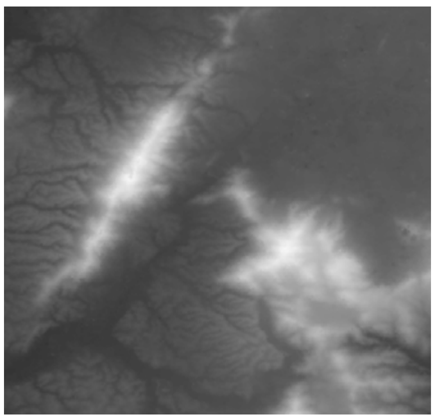
त्रिविम पट्टी त्रिभुजन प्रणाली (एस.एस.टी.एस.) पूरे देश के डी.ई.एम के उत्पादन हेतु प्रचालनी उपयोग के लिए राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केंद्र, हैदराबाद में कार्यरत है । इस उपगमन को कार्टोडेम सॉफ्टवेयर में संशोधित किया गया जिससे 7.5′ X 7.5′ डी.ई.एम टाईल्स का उत्पादन ओर्थो और कार्टो-1 त्रिविम युग्म के डी.ई.एम के जरिए किया गया । प्लेनिमेट्री में परिशुद्धता 15 मीटर है और तुन्गता में 8 मीटर तक

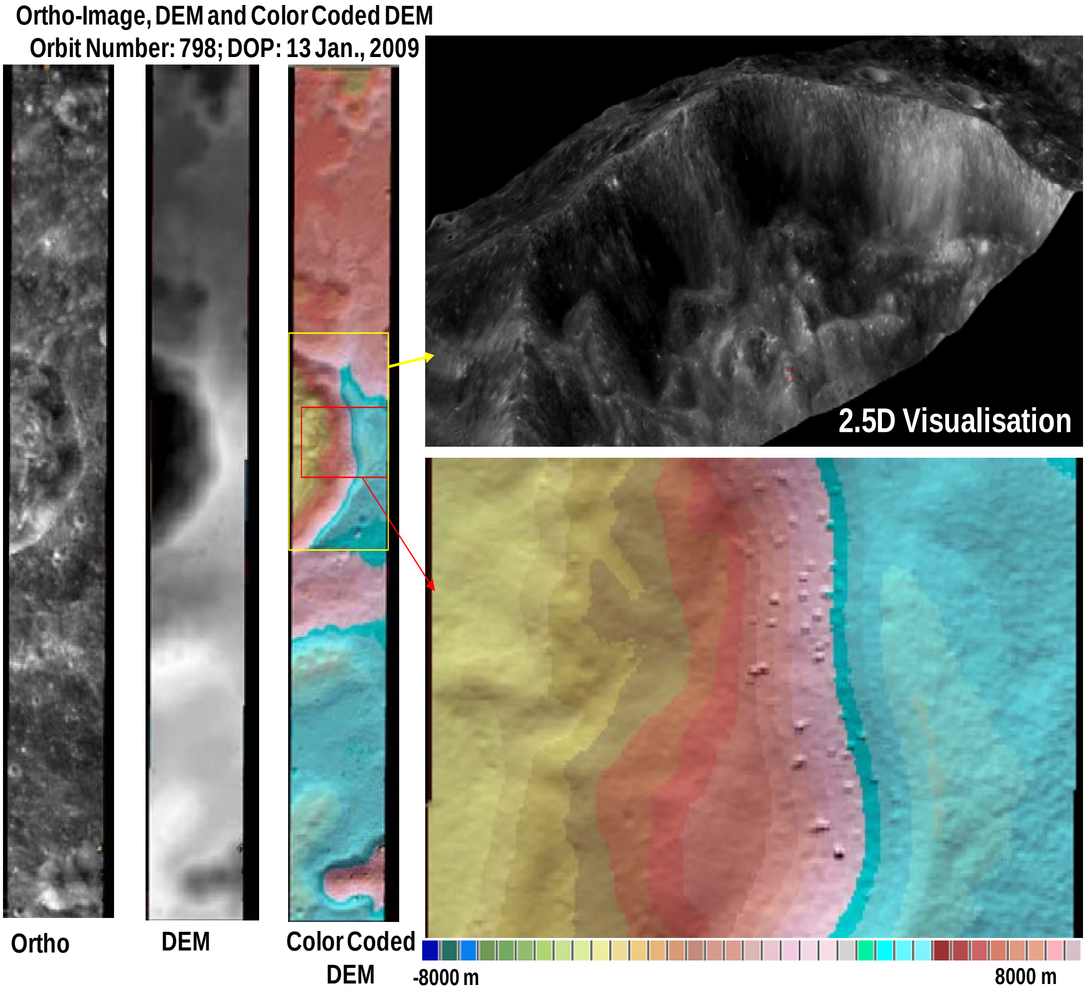
परिशुद्धि प्राप्त होती है । चंद्र डी.ई.एम (एल.डी.ई.एम) नामक स्वदेशी सॉफ्टवेयर में चंद्र की सतह का मानचित्रण करने हेतु चंद्रयान-1 के त्रिविम युग्मों का उपयोग किया गया है । करीब 700 चंद्र कक्षाओं के डाटा का प्रक्रमण डी.ई.एम के उत्पादन के लिए किया गया । इससे चंद्र मानचित्रावली का उत्पादन किया गया जिसकी परिशुद्धता लगभग 200 मीटर प्राप्त हुई। चित्र-6 तथा चित्र-7 में क्रमश: कार्टोसैट-1 और चंद्रयान-1 के प्रतिरुपी डी.ई.एम. एवं ओर्थो उत्पादों को दर्शित किया गया है ।


Cartosat-1/Chandrayaan-1 Stereo pairs
Automated image matching
Orbit / attitude / gyro rates
Conjugate points
Geometric camera calibration#
Lunar or Ground controls
Photogrammetric point determination
Interior orientation parameters
Absolute position & attitude of camera
Object space coordinates of the conjugate points
(Digital Elevation Model)

चित्र 5







चित्र 6-7

5.0 मौसम अनुसंधान हेतु इसरो द्वारा प्रक्षेपित उपग्रहों के आंकड़ा संसाधन की व्याख्या और सरल प्रस्तुतिकरण

मौसम एक शब्द है जिसका प्रभाव इस सृष्टि में उपस्थित सभी जीव-जंतुओं पर प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से पड़ता है । प्राचीन काल से ही मानव,मौसम के बारे में अनुमान लगाने के अलग-अलग उपाय खोजता रहा है ।

आधुनिक युग में मौसम की जानकारी सेटेलाइट द्वारा सुदूर संवेदित उत्पादों के माध्यम से की जाती है । मोसमविद, सेटेलाइट सुदूर संवेदन का उपयोग कर, वातावरण में मौजूद आर्द्रता, नमी, धूल, वाष्प के कण,बादल एवं तापमान का पता लगाते है । इन सभी आंकड़ों को एकत्रित कर

विभिन्न उत्पाद बनते हैं जिनका उपयोग मौसमविद्, मौसम का अनुमान एवं पूर्वानुमान लगाने मे करते हैं ।

इस खंड में इस संपूर्ण प्रोसेस का ब्यौरा दिया गया है । इसरो ने मौसम की जानकारी देने के लिए अभी तक कई सेटेलाइट प्रक्षेपित किए हैं - कल्पना-1 एवं इन्सैंट-3 ए उनमें से कुछ जीवित सेटेलाइट हैं जिनका प्रयोग भारतीय मौसम विभाग,मौसम का पूर्वानुमान लगाने के लिए करता है ।

इस खंड में इन दोनों सेटेलाइटों में मौजूद उपकरण उनकी कार्यप्रणाली, उनसे बनने वाले उत्पादों और उनके अनुप्रयोग की जानकारी दी गई है । प्रथम सेक्शन में कल्पना -1 एवं इन्सैट-3 ए के उपकरणों एवं इलेक्ट्रोमेग्नेटिक स्पेक्ट्रम जिसमें वे काम करते हैं की व्याख्या की गई है । कार्यप्रणाली द्वितीय सेक्शन में इन उपग्रहों से लिए गए चित्रों की प्रोसेसिंग का ब्यौरा दिया गया है । तृतीय सेक्शन में इन उपग्रहों उत्पाद के बारे मे जानकारी दी गई है । चतुर्थ में अनुप्रयोग उत्पादो का अनुप्रयोग बताया गया है । पंचम भाग मे भविष्य में मौसम अनुसंधान के लिये प्रक्षेपित होने वाले उपग्रहो का ब्यौरा दिया गया है ।

प्रथम भाग

कल्पना-1 एवं इंसैट 3 ए भू-स्थिर कक्षा में 36000 कि.मी. की ऊँचाई पर क्रमश: 74°E एवं 93.5°E देशान्तर पर स्थापित हैं । ये दोनों ही उपग्रह आधे घंटे के अंतराल पर पृथ्वी की पूर्ण डिस्क के चित्र पृथ्वी पर भेजते हैं ।

कल्पना-1 में मुख्य उपकरण वेरी हाई रिसोल्युशन रेडियोमीटर (वीएचआरआर), विजिबल, आईआर एवं वाटर वेपर चैनल में कार्य करता है । निम्निलिखित टेबल में इन चैनल की रेंज बताई गई है ।

कल्पना-1 , इंसैट-3 ए वीएचआरआर

क्रं.स.	नीतभार	चैनल	स्पेक्ट्रम बैंडविथ α m	विभेदन
1.	वीएचआरआर	दृश्य	0.55-0.75	2 कि.मी. x 2 कि.मी.
2.		आवरक्त	10.5-12.5	8 कि.मी. x 8 कि.मी.
3.		जल वाष्प	5.7-7.1	8 कि.मी. x 8 कि.मी.

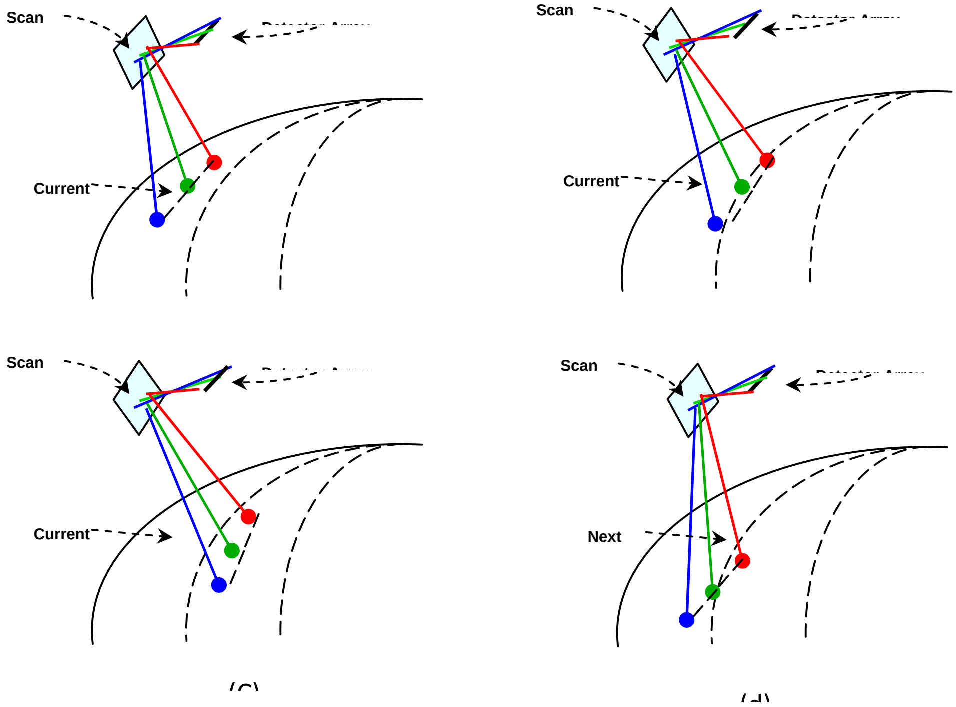
कल्पना-1 में विजिबल चैनल का रेसोल्यूशन 2 कि.मी वाटर वेपर एवं आई आर का रेसोल्यूशन 8 कि.मी. होता है । वीएचआरआर उपकरण विस्क ब्रूम तकनीक पर काम करता है एवं स्कैन की मदद से पृथ्वी की पूरी डिस्क एवं कोल्ड स्पेस का चित्रण करता है ।

इंसैट-3 ए में वीएचआरआर (1.1) एवं सीसीडी (1.2) उपकरण लगे होते हैं । इनके चैनल रेंज की टेबल जिसमें रेसोस्यूशन की मौजूद है, निम्नलिखित है ।

इंसैट 3 ए सीसीडी

क्र.सं.	नीतभार	चैनल	स्पेक्ट्रम बैंडविथ α m	विभेदन
1.	सीसीडी	लाल	0.62 -0.69	1 कि.मी. x 1.कि.मी.
2.		एनआईआर	0.77-0.86	
3.		एसडब्ल्यूआईआर	1.55-1.77	

निम्न चित्र मे कल्पना एवं इन्सेट 3ए के वी एच आर आर नीतभार की चित्रण प्रक्रिया बताई गई हे:



चित्र 8: **कल्पना एवं इनसेट - ३ए सेटेलाइट की चित्रण प्रक्रिया**

भू स्थिर सेटेलाइट के द्वारा चित्रण स्केन मिरर तकनीक से किया जाता है | नीतभार मे डिटेक्टर श्रृंखला उत्तर दक्षिण दिशा मे लगी होती है जो पृथ्वी का चित्र इसी दिशा मे लेती है| क्योंकि उपग्रह पृथ्वी से हमेशा स्थिर दिखता हे, इसी कारण पृथ्वी व उपग्रह के बीच तुलनात्मक गति देकर पूरी डिस्क का चित्रण किया जाता हे | स्केन मिरर पूर्व-पश्चिम दिशा में चित्रण करता हे इसे एक फ्रेम का नाम दिया जाता है एवं इस दिशा मे चित्रण को फास्ट स्केन कहा जाता हे| हर एक फ्रेम के बाद मिरर को उत्तर-दक्षिण दिशा मे नीचे किया जाता है इसे स्लो स्केन कहा जाता हे | इस पूरी प्रक्रिया के बाद पृथ्वी की सम्पूर्ण डिस्क का चित्र प्राप्त होता हे |

द्वितीय भाग

इंसैट चित्रों की प्रोसेसिंग

इंसैट आंकड़ा प्रक्रिया निकाय कच्चा (रॉ) आंकड़ा, क्रमबद्ध स्त्रोत से प्राप्त करता है । इनकी प्रक्रिया कर, यह निकाय अति गुणीय डाटा प्रोडक्ट एवं विभिन्न परिणामसंबंधी भू-भौतिकीय उत्पाद बनाता है । मौसमविद् इन भू-भौतिकीय उत्पादों का उपयोग विभिन्न अनुप्रयोगों में करते हैं ।

आईएमडी (भारतीय मौसम विभाग, दिल्ली) में आईएमडीपीएस नामक मौसमीय उत्पाद प्रक्रिया निकाय की स्थापना की गई है, जो कल्पना -1 एवं इंसैट-3 ए के वर्तमानकालिक आंकड़ों की प्रक्रिया कर उत्पाद बनाता है, एवं उसे इन्टरनेट एवं दूरदर्शन पर प्रसारित करता है ।

इस भाग में इसी प्रक्रिया पर प्रकाश डाला गया है ।

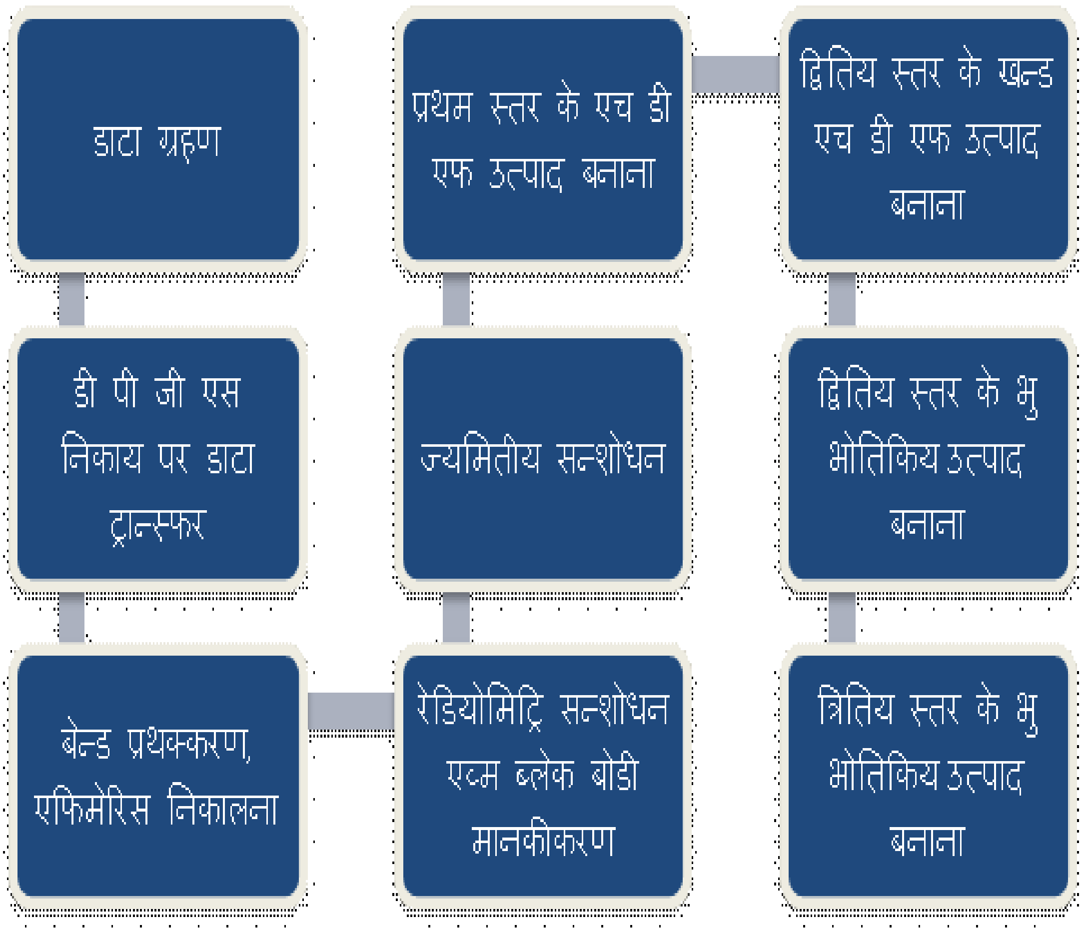
निकाय का सिंहावलोकन

मौसमीय आंकड़ा प्रक्रिया निकाय निम्न सनिकायों से मिलकर बना है ।

- आर एफ निकाय
  सेटेलाइट से आंकड़ा प्राप्त करने एवं उसे बिना किसी नुकसान के आंकड़ा स्वागत निकाय तक पहुँचाने का काम करता है ।
- आंकड़ा स्वागत एवं शीघ्रदृष्टि निकाय (डीआर निकाय)
  यह निकाय प्राप्त किए आंकड़े का ऐतिहासिक अभिलेख करता है, उसे शीघ्र दर्शाता है एवं कच्चे आंकड़े को मेटा आंकड़े के साथ डीपी निकाय को भेज देता है । कल्पना -1 एवं इंसैट-3 ए के आंकड़े को अलग-अलग चैनल पर भेज दिया जाता है
- आंकडा प्रक्रिया निकाय
  आंकड़ा प्रकिया निकाय कल्पना-1 एवं इंसैट-3 ए(वीएचआरआर एवं सीसीडी) के आंकड़े का रेडियोमेट्रिक एवं ज्यामितीय सुधार करता है । इस संशोधित आंकड़े से विभिन्न मौसमीय राशियाँ (पैरामीटर) उत्पादित होते हैं ।

रेडियोमैट्रिक संशोधन में भू-एवं अंतरिक्ष से प्राप्त आंकड़ो का मानकीकरण किया जाता है । मानकीकरण से अंतरिक्ष में सेटेलाइट पर उपलब्ध उपकरण का कक्षा के तापीय- मेकेनिक वातावरण, रेडियेशन के प्रभाव एवं बढ़ती उम्र के कारण उपकरण की प्रतिक्रिया में परिवर्तन को मापा एवं सही किया जाता है ।

ज्यामितीय संशोधन में रेडियोमेट्रिक संशोधित आंकड़े के हर एक पिक्सल पर सेटेलाइट के कक्षीय पैरामीटर का उपयोग कर रीसेम्पलिंग की जाती है । इससे हमे चित्रित आंकड़ो के साथ उनकी भौगोलिक सूचना जैसे हर एक पिक्सल का अक्षांश एवं देशान्तर मिल जाता है । यह सूचना बहुत महत्वपूर्ण होती है, क्योंकि इससे मौसमीय परिवर्तन (बादलों का विचरण चक्रवात, धूल के कण) किस क्षेत्र को प्रभावित कर सकते हैं, इस बात की जानकारी दी जाती है । इंसैट चित्रों की प्रोसेसिंग का क्रम निम्नलिखित चित्र 9 में दर्शाया गया है ।



चित्र 9 - इंसैट चित्रों की प्रोसेसिंग

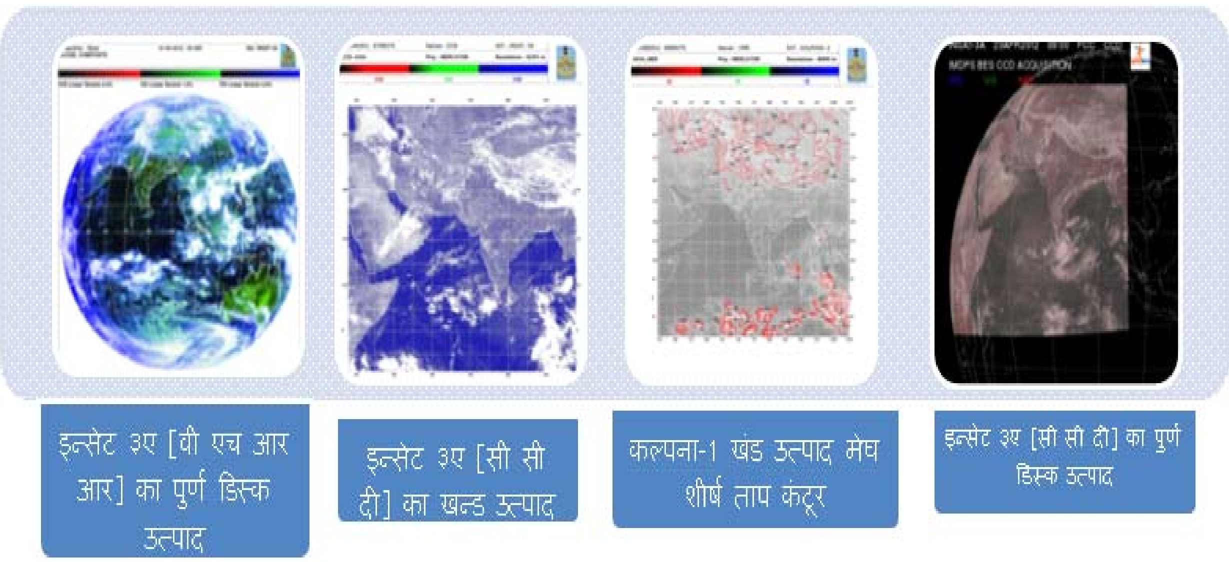
तृतिय भाग

इंसैट सेटेलाइट के उत्पाद

इंसैट सॉफ्टवेयर मौसम वैज्ञानिकों एवं आम उपयोगकर्ताओं की सुविधा के लिए विभिन्न उत्पाद अलग-अलग संचार माध्यम के द्वारा उपलब्ध कराता है ।यह उत्पाद एचडीएफ फॉरमेट में उपलब्ध कराए जाते हैं । इन उत्पादों की श्रेणियाँ निम्नलिखित हैं

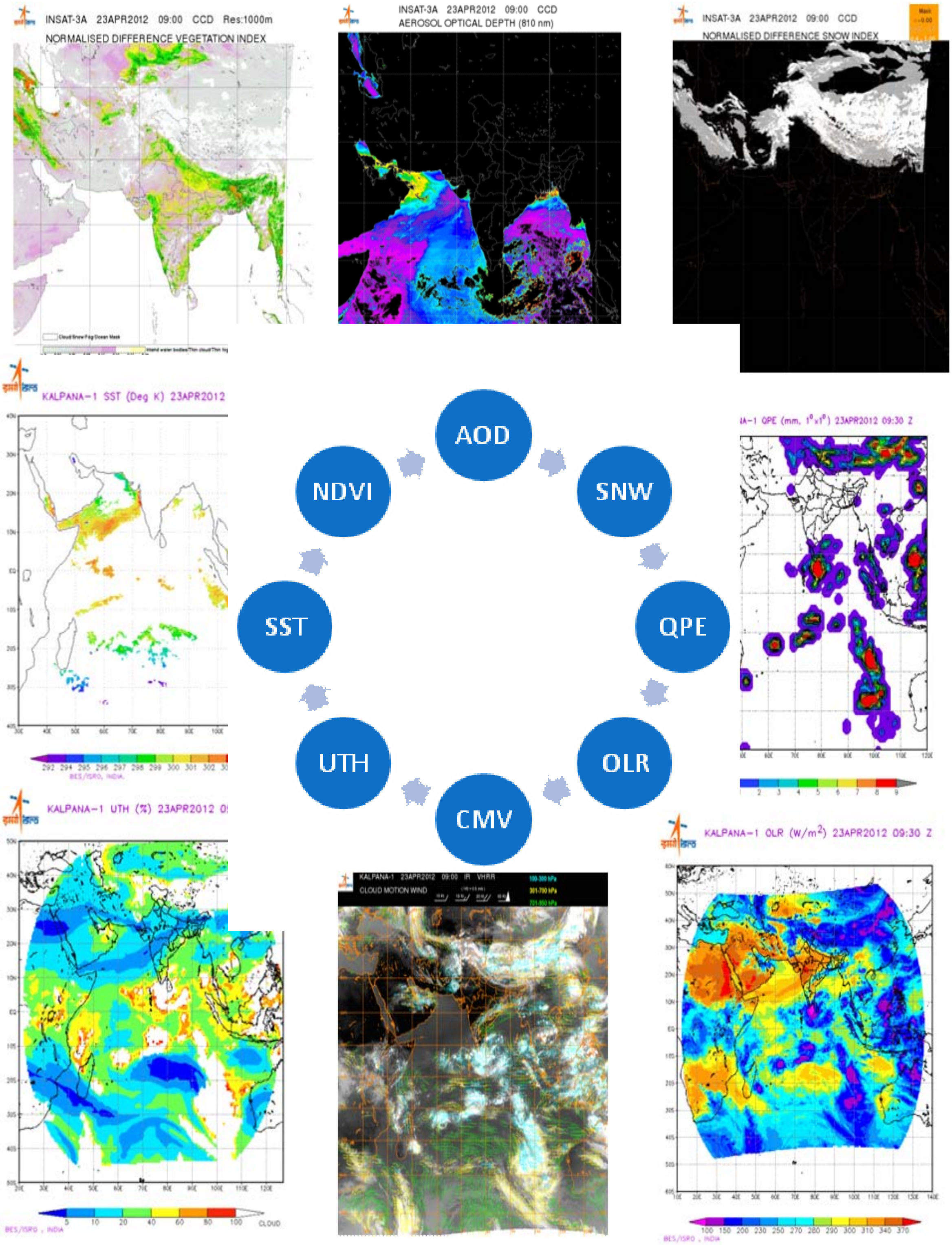
स्तर -0 - कच्चा आंकड़ा, स्तर-1 - संपूर्ण डिस्क, स्तर-2- खण्ड उत्पाद, स्तर-3- भूभौतिकीय उत्पाद

मुख्य आंकडा उत्पादों का चित्र निम्नानुसार है ।



चित्र 10: मुख्य आंकडा उत्पादों का चित्र

इन बुनियादी उत्पादो के साथ ही कई भू भौतिकीय उत्पाद भी बनाये जाते हैं | इनमें से कुछ प्रमुख ओपरेशनल उत्पादो के चित्र, चित्र संख्या 11 में बताये गये हैं |



चित्र 11: मुख्य भूभौतिकीय उत्पादों के चित्र

ए ओ डी से हमे एयरोसोल की घनता का पता लगता हे | ओ एल आर से पृथ्वी पर गिरने वाली सूर्य की किरणों एव बाहर जाने वाले किरनपात का लेखा जोखा मिलता है | क्यु पी ई हमे पातन (बारिश) की मात्रा बताता हे| यु टी एच से उपरी वातावरण की आर्द्र्ता का अनुमान लगाते हे| सी एम वी से बादलों के वेग व दिशा का पता लगता है | और एस एस टी समुद्र की सतह का तापमान बताता है| एन डी वी आई से फसल की व्रधि के बारे मे पता लगाते हैं|

चतुर्थ भाग

भविष्य - इंसैट- 3डी

कल्पना-1 ने अभी अभी दस वर्ष पूरे किये हैं | निकट भविष्य में प्रक्षेपित किया जाने वाला इन्सेट-3डी नये युग का मौसमीय सेटेलाइट है | इसका उद्देश्य है-कल्पना-1 एव इन्सेट-3ए के मुकाबले महत्वपूर्ण तकनीकी प्रगति करना| यह एक निवारक मिशन हे जिसकी मदद से धरती और समुद्र की सतह पर होने वाले मौसमीय परिवर्तनो की लम्बरुपीय प्रोफाइल तापमान, आर्द्रता व दाब के रूप मे बनाई जायेगी | इनका उपयोग मौसम की जानकारी एवं प्राकृतिक आपदाओ का शीघ्र पता लगाने एवं चेतावनी देने के लिये किया जायेगा |

यह 3-अक्षीय स्थिर भू-स्थिर सेटेलाइट होगा, जिसमे इमेजर एवं साउन्डर नामक नीतभार लगे होगे | इमेजर मे विजिबल, मध्य इन्फ्रारेड, वाटर वेपर एवं तापीय इन्फ्रारेड बैंड के साथ स्विर चेनल भी होगा जो इसकी उपयोगिता को नया आयाम देगा| साउन्डर मे 18 सैकन्ड चेनल इन्फ्रारेड बेन्ड के हे एवं 1 विजिबल चेनल है| इस उपग्रह में स्टार सेन्सर का उपयोग होगा जिससे ज्यामितिय करेक्शनन की शुध्ध्ता और भी बढ जायेगी|

इन्सेट-3डी मे इमेज मोशन कम्पन्सेशन एवं मिरर मोशन कम्पन्सेशन तकनीक लगाई गई हे, जिससे अलग-2 समय पर ली गये चित्रों को एक के उपर एक रजिस्टर किया जा सकेगा | यह तकनीक मौसमविदो के सोफ्ट्वेयर की कुशलता और बढा देगी| इससे बनने वाले उत्पाद स्वतः ही इन्टरनेट, टी वी, एवं मोबाइल पर भेजे जा सकेंगे| यह उपग्रह देश के मौसमीय परिवर्तन के आंकलन एवं आपदा प्रबन्धन के नये आयाम स्थापित करेगा|

6.0 सूक्ष्मतरंग संवेदक डाटा प्रक्रमण

6.1 सूक्ष्मतरंग विकिरणमापी का परिचय

सूक्ष्मतरंग आवृत्तियों पर जो ऊर्जा का उत्सर्जन होता है उसके मापन के लिए सूक्ष्मतरंग विकिरणमापी का उपयोग किया जाता है । इनका प्राथमिक उपयोग हवा के तापमान, समुद्र -सतह के तापमान, लवणता, मृदा नमी, समुद्र में बर्फ के आकलन, वर्षण, पूर्ण जल वाष्प आदि का मापन करने के लिए होना है। क्रमवीक्षण बहु-चैनल सूक्ष्मतरंग विकिरणमापी (एस.एम.एम.आर) एक पाँच आवृत्तियों वाला विकिरणमापी था जोकि 1978 में सीसैट और नीम्बस -7 उपग्रहों से अंतरिक्ष में प्रक्षेपित किया गया । विशेष संवेदक सूक्ष्मतरंग प्रतिबिंबित्र (एस.एस.एम./आई) 1987 में प्रक्षेपित किया जिससे द्युति ताप का मापन होना था । टी.आर.एम.एम. से वर्षा के बारे में सूचना प्राप्त होती है । बहु-आवृत्ति क्रमवीक्षण सूक्ष्मतरंग विकिरणमापी (एम.एस.एम.आर.) नीतभर आई.आर.एस. पी 4 उपग्रह से भेजा गया था । इस उपग्रह ने 6.6, 10.65, 18 एवं 21 गीगा हर्टज़ आवृत्तियों पर मापन किया । मेघा-ट्रॉपिक्स अभियान में मद्रास और सफ़ीर नीतभारों से अंत : ऊष्णकटिबंधीय बैंड में उचित प्रतिचयन प्राप्त हुआ है ।

6.1.1 विकिरणमापी डाटा प्रक्रमण

विकिरणमापी एक अंशांकित निष्क्रिय अभिग्राही है । वह कई लक्ष्यों से तापीय विकिरण अभिग्राहित करता है । लक्ष्य के भौतिक तापमान की वजह से हो रहे विकिरणों को तापीय विकिरण कहा जाता है । इन विकिरणों के अभिलक्षण लक्ष्य उत्सर्जिता और भौतिक तापमान हैं । जो डाटा अभिग्राहीत होता है, वह ऐन्टेना तापमान को निर्देशित करता है । ऐन्टेना तापमान से द्युति तापमान की प्राप्ति होती है और द्युति तापमान की सहायता से भू-भौतिकी प्राचल की व्युत्पति होती है । ऐन्टेना तापमान सही मायने में लब्धि -भारित द्युति तापमान है ।

$$T_A = \frac{1}{\Omega_A} \iint_{\Omega} T_B(\theta,\phi) G(\theta,\phi) d\Omega \quad \text{...(6.1)}$$

विकिरणमापी के अनुप्रयोग निम्नलिखित क्षेत्रों में किया जा सकता है :

- रेडियो खगोलिकी
- उपग्रह-आधारित भू-पृष्ठ मौसम विज्ञान
- वायु- से -पृथ्वी और वायु-से-वायु प्रक्षेपास्त्र निर्देशन

- रणभूमि में धूप, धुंध इत्यादि में लक्ष्य-निर्धारण
- ताप चित्रक चिकित्सा निदान

उपग्रह-आधारित विकिरणमापी मापन का उपयोग सामुद्रिक-स्थिति मॉनीटरन, वायुमंडलीय पूर्वानुमान और अंट्राटिका क्षेत्र में समुद्र-बर्फ मानचित्रण हेतु होता है । सामुद्रिक अनुप्रयोगों के लिए उपयोगी भू-भौतिकी प्राचल, जैसे समुद्र-सतह पर तापमान, समुद्र-सतह पर वायु गति, मेघ द्रव वाष्प इत्यादि की व्युत्पति द्युति तापमान से की जाती है ।

द्युति तापमान की गणना करने हेतु प्रमुख प्रक्रमण सोपान इस प्रकार है : अंशांकन, ऐन्टेना चित्राम मापन, ग्रिड की रचना और उस ग्रिड में भू भौतिकी प्राचलों की गणना ।

6.1.2. विकिरणमापी अंशांकन :

अंशांकन प्रक्रिया से ऐन्टेना तापमान और संसूचित अंकीय रो गणन के बीच संबंध प्रस्थापित होता है । सामान्य रूप से दो बिंदुओं से रचित अंशांकन प्रक्रिया का प्रयोग एक ठड़े और एक ऊष्ण भार से किया जाता है । ठंडे और ऊष्ण गणन की सहायता से हमें लब्धि और अभिनति का मान प्राप्त होता है । इन मान की प्राप्ति से किसी भी रो गणन के लिए ऐन्टेना तापमान मिल सकता है । यदि विकिरणमापी के सारे सक्रिय घटक रैखिक क्षेत्र में कार्य करते हैं तो ऐन्टेना तापमान T_A और रो गणन के बीच रैखिक संबंध प्राप्त होता है। यदि C रो गणन है, k वोल्टजमैन नियत्रांक है, G अभिग्राही लब्धि है, B विकिरणमापी का बैंड विस्तार है और हार्डवेयर घटकों की वजह से अभिनति का मान bias है तो :

$$C = kGT_A B + bias \quad ...(6.2)$$

6.1.3 ऐन्टेना चित्राम संशोधन

पश्च पालि संशोधन :

ऐन्टेना का पश्च पालि गुणक से हमें उस अंश का मान मिलता है जिसका प्रदान पृथ्वी एवम् ठंडे आसमान से होता है जब पश्च पालि पृथ्वी की ओर अभिलक्षित हो :

$$T_{Ai} = (1-\lambda)T_{Ae} + \lambda T_c \quad ...(6.3)$$

जहाँ पर λ पश्च पालि गुणक है, T_{Ai} ऐन्टेना तापमान है जो अभिग्राही पर मिल रहा है और T_{Ae} ऐन्टेना तापमान है जो पृथ्वी से ऐन्टेना पर प्राप्त हुआ है ।

क्रोसपोर्ट क्षरण संशोधन :

यदि ऐन्टेना का ध्रुवण घूर्णन शून्य है, ऐन्टेना तापमान और द्युति तापमान के घटकों के बीच का संबंध अंतरिम एपीसी समीकरणों से दिया जाता है :

$T_{AV} = G_{VV} T_{BV} + G_{VH} T_{BH}$

$T_{AH} = G_{HV} T_{BV} + G_{HH} T_{BH}$ ....(6.4)

जहाँ पर G_{VV} और G_{HH} को लब्धि हैं और

G_{VH} और G_{HV} क्रोस -लब्धि हैं ।

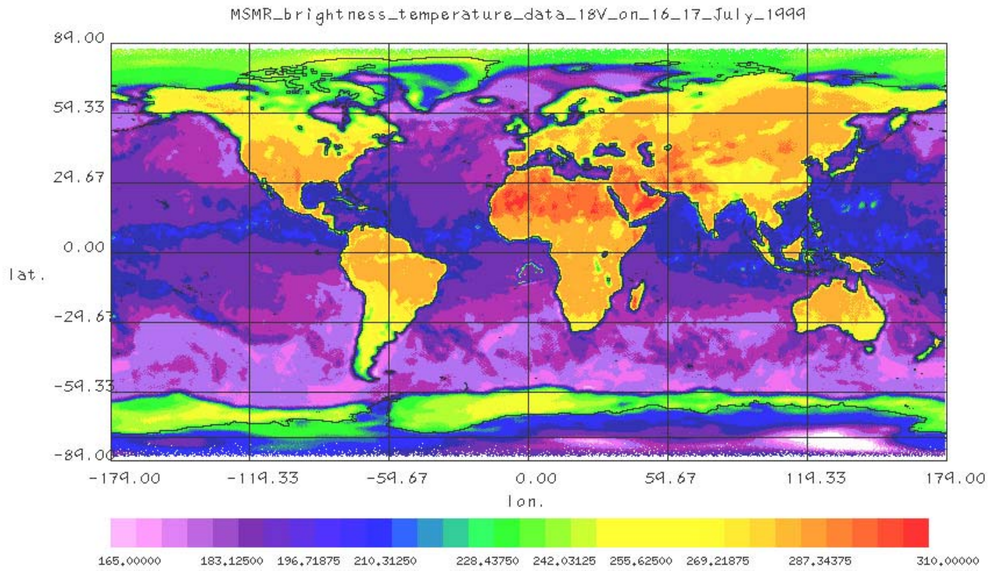
6.1.4 ग्रिड की रचना :

विभेदन के अनुसार ग्रिड उचित माप के लिए परिभाषित की जा सकती हैं । ग्रिड की स्थिति का निर्धारण केंद्र के चित्रांश के अक्षांश और रेखांश से होता है । द्युति तापमान की भारित औसत मान की गणना के लिए उन सारे क्रमवीक्षण को समाविष्ट किया जाता है जो उस ग्रिड में जा रहे हो ।

6.1.5 भू-भौतिकी प्राचलों का अभिकलन

सारे भू-भौतिकी प्राचल भिन्न आवृत्तियों और ध्रुवण पर प्राप्त द्युति तापमान से संबंधित हैं । यह संबंध आनुभविक सूत्र पर आधारित है जिसकी व्युत्पत्ति विकिरण अंतरण मॉडलों से हुई है । इन सूत्रों के प्रयोग से हर ग्रिड के लिए भू-भौतिक प्राचलों की गणना की जा सकती है ।

चित्र 12 आई.एस.पी-4 एम.एस.एम.आर के द्वारा 18 गीगाहर्ट्ज आवृत्ति में अर्जित वैश्विक द्युति तापमान डाटा को प्रदर्शित करता है ।



चित्र 12

6.2 प्रकीर्णमापी डाटा प्रक्रमण :

समुद्र की सतह पर वायु की गति का निर्धारण करने के लिए प्रयुक्त सक्रिय सूक्ष्मतरंग यंत्रों को प्रकीर्णमापी कहते हैं । समुद्र की सतह के पश्च प्रकीर्णन परिक्षेत्र में किए गए माप से वात गति एवं वात दिशा का निर्धारण होता है । प्रयोगशाला में नियंत्रित एवं बाहरी क्षेत्र में उपलब्ध प्रयोगों से और अंतरिक्ष-वाहित रडारों के द्वारा अर्जित माप से यह विदित हुआ है कि समुद्र का प्रसामान्यकृत रडार अनुप्रस्थ काट समुद्र सतह से नज़दीक वायु गति और दिगंश दिशा पर आधारित है । रडार अनुप्रस्थ काट के बहु-दिगीय और बहु-कालगत मापन से वायु वेग का आकलन किया जा सकता है । पश्च प्रकीर्ण अनुप्रस्थ काट और पर्यावरणीय प्राचलों के बीच में संबंध को ‘ भू-भौतिकी मॉडल फलन ’ कहा जाता है और इस फलन की अभिव्यक्ति किसी भी दी गई आवृत्ति में निम्नानुसार दी जाती है :

$$\sigma^0 = f(|U|, \chi, \ldots; \theta, v, p) \ldots (6.5)$$

इस सूत्र में : σ^0 प्रसामान्यकृत रडार पश्च प्रकीर्ण गुणांक,

$|U|$: वायु की गति,

χ: आपतित विद्युत-चुंबकीय तरंग और वायु सदिश के बीच आपेक्षिक दिगंश कोण

θ : आपतन कोण

ν: आवृत्ति

P: ध्रुवण है ।

जब समंदर पर हवा बहती है, समंदर की सतह पर छोटी तरंगों का सृजन होता है जिन्हें केशिकीय तरंग कहते हैं । ये छोटी तरंग बड़ी तरंगों के ऊपर बनती हैं । प्रकीर्णमापी का उपयोग समुद्र की सतह पर पश्च प्रकीर्ण के मापन हेतु होता है । अगर वायु का बल ज्यादा है, समुद्र की सतह ज्यादा रुक्ष होगी और फलस्वरूप प्रकीर्णमापी को ज्यादा ऊर्जा की वापसी होगी। अगर वायु बिलकुल नहीं है तो किसी भी प्रकार की ऊर्जा की वापसी नहीं होगी । प्रसामान्यकृत रडार पश्च प्रकीर्ण, $\sigma°$, इस वापसी ऊर्जा का माप है । उसका संबंध प्रेषित और पश्च प्रकीर्णित शक्ति से है जिसका विवरण रडार समीकरण से किया जाता है :

$$P_s = \frac{P_t G^2 \lambda^2 A}{(4\pi)^3 R^4} \sigma_0 \ldots (6.6)$$

जहाँ P_t : प्रेषित शक्ति,

P_S : पश्च प्रकीर्णित शक्ति,

G: प्रेषक ऐन्टेना की लब्धि,

λ : विद्युत चुंबकीय तरंग की तरंग दैर्ध्य

A : प्रभावित प्रदीप्त क्षेत्र

R : प्रकीर्णमापी से लक्ष्य तक की दूरी है ।

प्रतिगमन शक्ति P_r, पश्च प्रकीर्णित शक्ति P_s और रव शक्ति P_n का योग है । अगर फूटप्रीन्ट में $\sigma°$ को अचल माना जाए तो

$\sigma° = P_S / X$

जहाँ पर X: रडार अंशांकन प्राचल है

और $X = \frac{\lambda^2}{(4\pi)^3}\int_{area}\frac{P_t G^2}{R^4}dA$ (6.7)

समुद्र के विशिष्ट बिंदु में वायु गति और दिशा का मान करने के लिए $\sigma°$ के बहुत सारे मापन किए जाने चाहिए । P_n और P_s के मापन हेतु परिमित समाकन काल और बैंड विस्तार का उपयोग होता है । P_s की आकलन त्रुटि के मापन के लिए K_p का प्रयोग होता है जहाँ पर

$$K_p = \left(\frac{\sqrt{\mathrm{var}[P_s]}}{P_s}\right) \qquad (6.8)$$

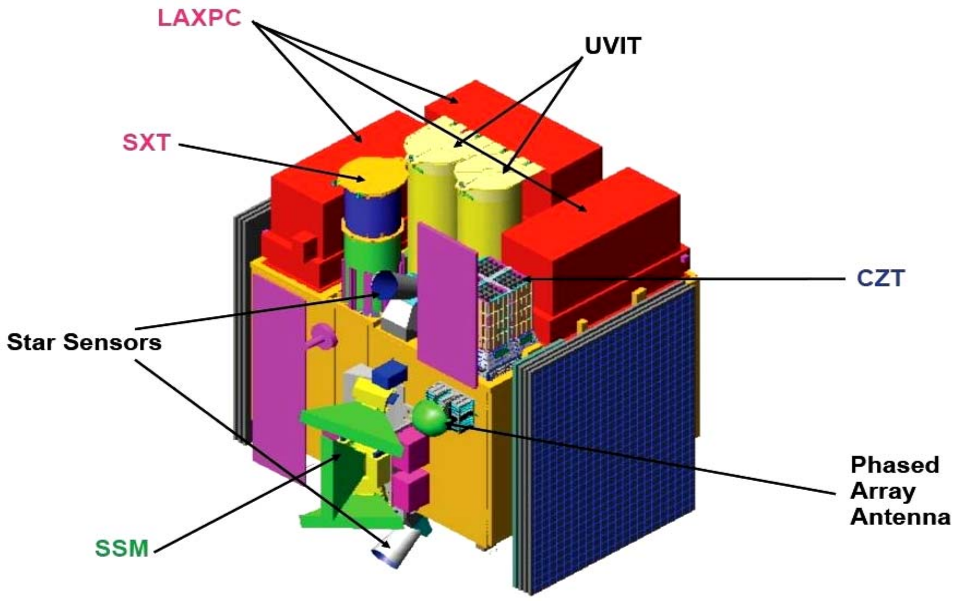
K_p रडार अवतीव्रण और तापीय रव के प्रभाव से व्युत्पन्न P_s का प्रसामान्यकृत मानक विचलन है ।

7.0 ग्रहीय अभियान :

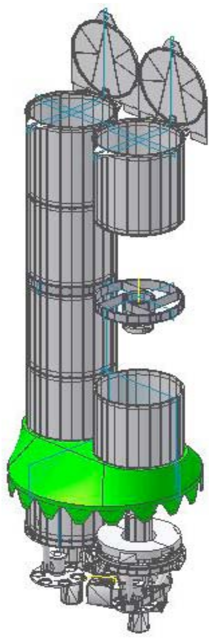
एस्ट्रोसैट भारत का प्रथम समर्पित खगोलिकी उपग्रह है जिसकी रचना का मूल उद्देश्य विद्युत चुंबकीय स्पेक्ट्रम की विशाल श्रेणी में बहुमंडीय स्त्रोतों का अध्ययन करना है । बहु-तरंग दैर्ध्य क्षमता की अद्वितीयता के कारण एस्ट्रोसैट खगोलिकी के काफ़ी क्षेत्रों में प्रदान करेगा । उच्च ऊर्जा X-किरणों से लेकर दृश्य परास में बहु-तरंग दैर्ध्य वाले अवलोकन चार यंत्रों की सहायता से किया जाएगा : (चित्र 13)

- केशमियम जीन्क टेल्यूराईड प्रतिबिंबित्र (CSTI, 10-150 KeV)
- विस्तृत क्षेत्र X-किरण समानुपातिक गणक (LAXPC, 3-80 KeV)
- सॉफ्ट X-किरण दूरदर्शक (SXT, 0.3-8 KeV) और
- पराबैंगनी बिम्बन परादर्शक (UVIT, 120-550 nm)

इन यंत्रों के अलावा, आकाश क्रमवीक्षण मॉनीटर (SSM, 2-10 Kev) आकाश का संपूर्ण क्रमवीक्षण करता रहेगा, जिससे अंतरिक्ष में हो रहे किसी भी रोचक परिघटना का अध्ययन हो सके ।

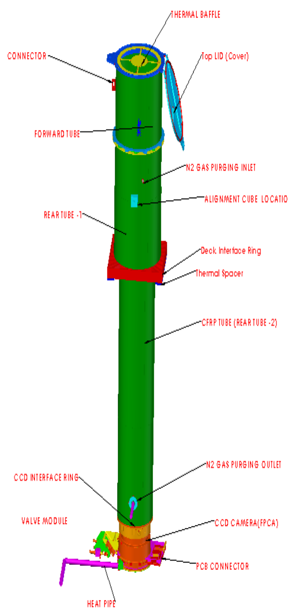


UVIT

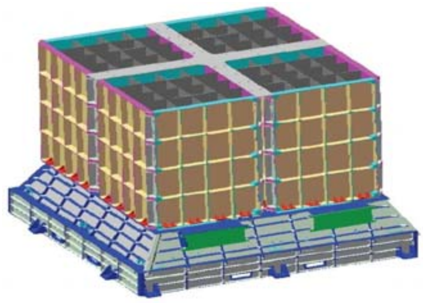


चित्र 13

SXT



SXT



CZTI

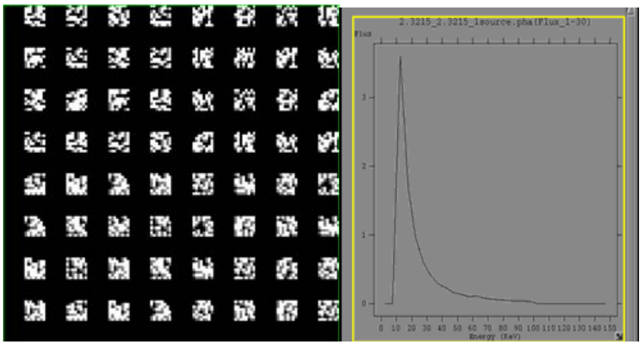
LAXPC

ऐस्ट्रोसैट के वैज्ञानिक उद्देश्यों की प्राप्ति हेतु यह बेहद आवश्यक है कि इन विविध यंत्रों द्वारा अर्जित डाटा को उपयोक्ता तक निश्चित समयाविधि में पहुँचाया जाए और इस डाटा को उन तंरग बैंड के विशेषज्ञ खगोलिय वैज्ञानिकों के द्वारा उपयोग में लाया जा सके । इस अभियान में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र की प्रमुख जिम्मेदारी क्वीक-लूक डीस्प्ले (क्यू.एल.डी.), वैज्ञानिक डाटा (लेवल-2) पाइपलाईन एवं अभिसंग्रहण और ब्राउस तथा प्रसार हेतु सॉफ्टवेयर का विकास करना है । क्यू.एल.डी आई.एस.एस.डी.सी. और बैंगलूर स्थित एम.ओ.एक्स में उपलब्ध रहेगा । लेवल-2 डाटा नीतभार प्रचालन केंद्र (पी.ओ.सी.) जोकि टी.आई.एफ.आर , मुबंई; आर.आर.आई, बैंगलोर और आई.यू.सी.ए.ए, पूणे में स्थित हैं, में उपलब्ध रहेगा । निश्चित समयावधि के पश्चात् यह डाटा सामान्य उपयोक्ताओं को आई.एस.एस.डी.सी. अभिसंग्रहण से उपलब्ध होगा । ब्राउस और प्रसार सेवाएं इंटरसैट के माध्यम से आई.एस.एस.डी. से द्वारा उपलब्ध कराई जाएंगी । लेवल-2 के प्रक्रमण हेतु सॉफ्टवेयर भी आई.एस.एस.डी.सी में डाउनलोड के जरिए प्राप्त होगा ।

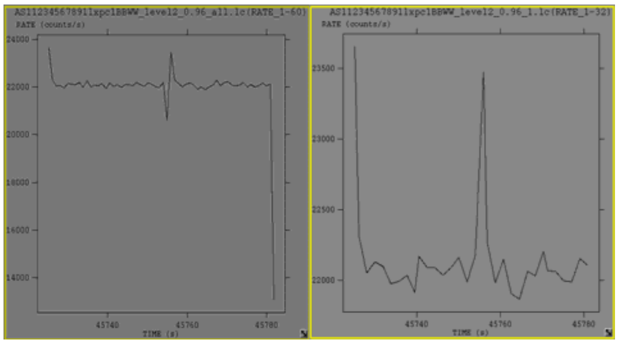
खगोलिकी अवलोकनों के डाटा उत्पाद में कुछ नए तत्व हैं क्योकि यह भारत में पहली बार आयोजित किया जा रहा है । इन्में से कुछ उत्पादों का अध्ययन, अनुसंधान और कार्यान्वयन विकास के दौरान किया गया जोकि निम्नानुसार हैं :

- X- किरण प्रतिबिंबन और डाटा प्रक्रमण
- फलेक्सिबल प्रतिबिंब परिवहन प्रणाली (एफ.आई.टी.ए)
- खगोलमिती
- X- किरण एवं प्रकाशीय अवलोकनों के लिए प्रसूची प्रबंध
- अंशांकन अधियोजना /नीति निर्धारण
- इंटरनेट के जरिए सॉफ्टवेयर वितरण और
- उत्पाद सत्यापन

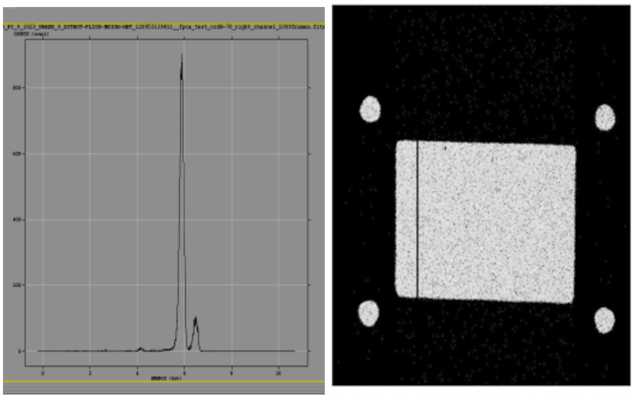
चारों यंत्रों के लिए प्रयोगशाला के डाटा का उपयोग करके अनुकरणित निर्गम यहाँ पर दर्शित हैं (चित्र 14)



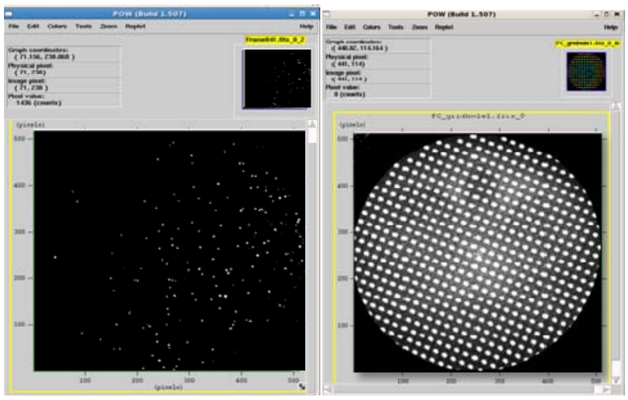
CZTI Shadow and Spectrum



LAXPC Light Curves



SXT Spectrum and Image



UVIT Images - Integration and Photon Count Mode

चित्र 14

पुस्तकालय एवं प्रलेखन प्रभाग
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र
अहमदाबाद
ISBN
9 789382 760108