

रिमोट सेन्सिंगचे अनुप्रयोग

घटक रचना :

हा अध्याय पाहिल्यानंतर तुम्हाला खालील वैशिष्ट्ये समजतील

- १.१ जमिनीचा वापर/ जमीन कव्हर आणि वेटलँड मॅपिंग
- १.२ कृषी आणि माती मॅपिंग अनुप्रयोग
- १.३ जल संसाधन अनुप्रयोग
- १.४ शहरी नियोजन अर्ज
- १.५ सारांश
- १.६ तुमची प्रगती तपासा
- १.७ स्वयं-शिक्षण प्रश्नांची उत्तरे
- १.८ तांत्रिक शब्द आणि त्यांचे अर्थ
- १.९ कार्य
- १.१० पुढील अभ्यासाचे संदर्भ

१.१ जमिनीचा वापर/ जमीन कव्हर आणि वेटलँड मॅपिंग

रिमोट सेन्सिंगमध्ये जमिनीचा वापर/लँड कव्हर आणि वेटलँड मॅपिंग म्हणजे लँडस्केप आणि संबंधित अवकाशीय नमुन्यांची अभ्यास. मुख्यतः जमिनीचा वापर/लँड कव्हर मॅपिंग ज्याला LU/LC असेही म्हणतात ते वर्गांमध्ये विभागले गेले आहेत. वर्ग नैसर्गिक किंवा मानवनिर्मित लँडस्केप्स जसे की जंगल, नदी, शेती क्षेत्र, पडीक जमीन, शहरी भाग इत्यादींचा संदर्भ घेऊ शकतात.

बऱ्याचदा जमीन आच्छादन आणि जमिनीचा वापर अदलाबदल करता येणारे शब्द असतात. तथापि, आम्ही या अटी परिभाषित केल्यास,

- १) **जमीन वापर** - "जमिनीचा वापर म्हणजे जमीन ज्या उद्देशाने वापरली जाते, उदाहरणार्थ, मनोरंजन, वन्यजीव अधिवास किंवा शेती." (कॅनडा सरकार, n.d.) बहुतेक, जमिनीच्या वापरामध्ये मानवनिर्मित क्रियाकलापांचा समावेश असतो, ज्यामध्ये नियोजित क्षेत्र जसे की शेती आणि शहरी भाग किंवा आर्थिक क्रियाकलापांची ठिकाणे दिलेल्या क्षेत्राच्या जमीन वापराच्या पद्धतीनुसार नियोजित केली जातात.

२) जमिनीचे आच्छादन - दुसरीकडे जमिनीचे आच्छादन हे मुख्यतः नैसर्गिक लँडस्केप जसे की जंगलाचे आवरण, सरोवरे, नद्या, किंवा पर्वत, पठार आणि वाळवंट यांसारख्या जमिनीच्या वैशिष्ट्यांचा संदर्भ देते. NOAA नुसार, "जमिनीचे आच्छादन हे जंगल किंवा मोकळे पाणी यांसारख्या भौतिक जमिनीचा प्रकार दर्शविते तर जमीन वापरणारे दस्तऐवज लोक जमिनीचा वापर कसा करत आहेत हे दर्शविते." (NOAA, 2021) बेसलाइन तयार करण्यासाठी आणि बदल ओळखण्यासाठी जमिनीचे आवरण उपयुक्त आहे. रिमोट सेन्सिंगमध्ये, उपग्रह डेटा वापरून बदल शोध विश्लेषण जमिनीचा वापर आणि जमिनीच्या आवरणासाठी केले जाते.

LULC नकाशांचे महत्त्व

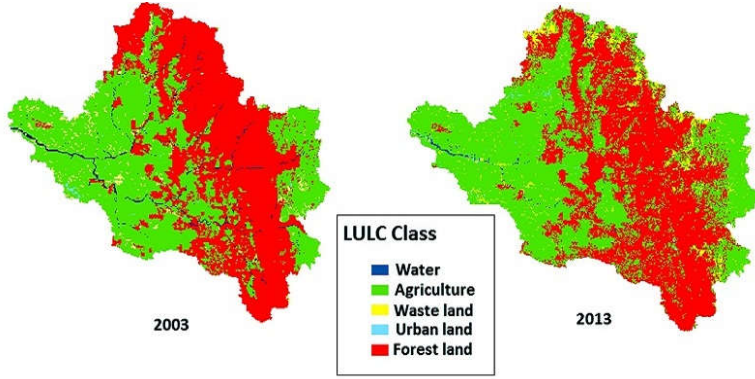
Geospatial Insight n.d. नुसार, "भूमीचा वापर आणि लँडकव्हर नकाशे हे भौतिक आणि मानवी घटकांचे नकाशा, समजून आणि विश्लेषण करण्यासाठी आणि दिलेल्या कालमर्यादेत जमिनीवर होणारा त्याचा प्रभाव महत्त्वाचा आहे.

समाजाचा विकास पूर्णपणे त्याच्या सामाजिक आणि आर्थिक विकासावर अवलंबून असतो. हेच मूळ कारण सामाजिक-आर्थिक सर्वेक्षण केले जाते. या प्रकारच्या सर्वेक्षणांमध्ये स्थानिक आणि नॉन-स्पेशियल डेटासेट समाविष्ट आहेत. स्थानिक, प्रादेशिक आणि राष्ट्रीय स्तरावर नियोजन, व्यवस्थापन आणि देबरोबरख कार्यक्रमांमध्ये LULC नकाशे महत्त्वपूर्ण आणि प्रमुख भूमिका बजावतात. या प्रकारची माहिती, एकीकडे, जमिनीच्या वापराच्या पैलूंची चांगली समज प्रदान करते आणि दुसरीकडे, विकास नियोजनासाठी आवश्यक धोरणे आणि कार्यक्रम तयार करण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावते. शाश्वत विकासाची खात्री करण्यासाठी, काही कालावधीत जमिनीचा वापर/ जमीन कव्हर पॅटर्नवर चालू असलेल्या प्रक्रियेचे निरीक्षण करणे आवश्यक आहे. शाश्वत शहरी विकास साध्य करण्यासाठी आणि शहरे आणि शहरांच्या अव्यवस्थित विकासाला आळा घालण्यासाठी, शहरी विकासाशी संबंधित प्राधिकरणांनी असे नियोजन मॉडेल तयार करणे आवश्यक आहे जेणेकरून उपलब्ध जमिनीचा प्रत्येक भाग सर्वात तर्कसंगत आणि इष्टतम मार्गाने वापरला जाऊ शकेल. यासाठी क्षेत्राचा वर्तमान आणि भूतकाळातील जमीन वापर/जमीन कव्हर माहिती आवश्यक आहे. LULC नकाशे आम्हाला आमच्या परिसंस्थेमध्ये आणि वातावरणात होत असलेल्या बदलांचा अभ्यास करण्यास देखील मदत करतात. अभ्यास युनिटच्या जमिनीचा वापर/ जमीन कव्हर याबद्दल आमच्याकडे इंच इंच माहिती असल्यास आम्ही धोरणे बनवू शकतो आणि आमचे पर्यावरण वाचवण्यासाठी कार्यक्रम सुरू करू शकतो." (सत्पालदा: जमीन वापराचे महत्त्व / जमीन कव्हर (LULC) नकाशे, n.d.) रिमोट सेन्सिंग तंत्राचा वापर करून LULC नकाशे दोन पद्धती वापरून तयार केले जाऊ शकतात:

१) पर्यवेक्षित वर्गीकरण - LULC च्या या प्रकारच्या वर्गीकरणामध्ये वापरकर्ता किंवा विश्लेषक परिश्रमपूर्वक किंवा काळजीपूर्वक नमुन्यांची निवड करतात ज्यामध्ये विविध श्रेणी निवडल्या जातात. उदाहरणार्थ, शहरी भाग निवडले जातात आणि त्यांना वर्ग 1 म्हणून क्रमांक दिला जातो, त्यानंतर पडीत जमीन निवडली जाते आणि वर्ग 2 म्हणून क्रमांक दिला जातो. त्याचप्रमाणे, जमिनीची सर्व वैशिष्ट्ये पोत, स्थान, नमुना,

रेडिओमेट्रिक रिझोल्यूशन इत्यादींच्या आधारावर वर्गीकृत केली जातात आणि पर्यवेक्षित वर्गीकरण केले जाते.

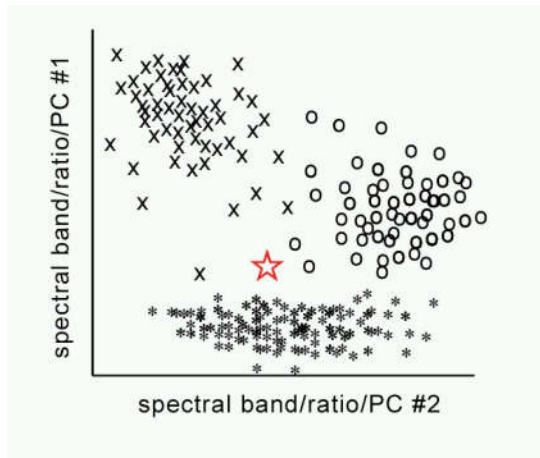
रिमोट सेन्सिंगचे अनुप्रयोग



LU/LC map showing Change detection of same region at different time period (Image Source: Geospatial Insight, n.d.)

२) पर्यवेक्षण न केलेले वर्गीकरण - पर्यवेक्षित वर्गीकरणाच्या तुलनेत पर्यवेक्षी नसलेल्या वर्गीकरणात अचूकता कमी असते कारण या प्रकारच्या LULC वर्गीकरणामध्ये जमिनीच्या आवरणाचे पर्यवेक्षण केले जात नाही आणि त्यामुळे नमुने सूचित केले जात नाहीत. त्याऐवजी हे एक सॉफ्टवेअर किंवा संगणकाच्या नेतृत्वाखालील वर्गीकरण आहे ज्यामध्ये केवळ LULC वर्गीकरणाच्या घटकांवर आधारित आपोआप घडते. म्हणून, पर्यवेक्षित वर्गीकरणामध्ये मिळू शकणाऱ्या वर्गांच्या संख्येला मर्यादा नाही. जरी हा वर्गीकरणाचा अधिक तपशीलवार प्रकार असला तरी कधीकधी चुकीच्या नमुना निवडीमुळे किंवा वर्गांच्या मिश्रणामुळे कमी अचूकता येऊ शकते.

“पर्यवेक्षण न केलेल्या वर्गीकरणाचे उद्दिष्ट रिमोट सेन्सिंग प्रतिमेचे पिक्सेल आपोआप समान वर्णक्रमीय वर्णांच्या गटांमध्ये विभक्त करणे आहे. वर्गीकरण अनेक सांख्यिकीय दिनचर्यांपैकी एक वापरून केले जाते ज्याला सामान्यतः "क्लस्टरिंग" म्हणतात जेथे पिक्सेलचे वर्ग त्यांच्या सामायिक वर्णक्रमीय स्वाक्षरीवर आधारित तयार केले जातात. क्लस्टर विभाजित केले जातात आणि/ किंवा विलीन केले जातात जोपर्यंत पुढील क्लस्टरिंग दृश्यातील भिन्नतेचे स्पष्टीकरण सुधारत नाही.” (हार्बर डी., वॉशिंग्टन आणि ली विद्यापीठ, एन.डी.)



(Source: Harbor D., Washington and Lee University, n.d.)

असुरक्षित वर्गीकरणाचे उदाहरण खाली दिले आहे. यात अनेक वर्ग आहेत आणि प्रत्येक पिक्सेलला वर्ग किंवा श्रेणीमध्ये वर्गीकृत केले आहे. हे आम्हाला जमिनीच्या क्षेत्राचे अधिक तपशीलवार दृश्य देते आणि अनेक तंत्रांवर आधारित वर्ग ओळखते जसे की:

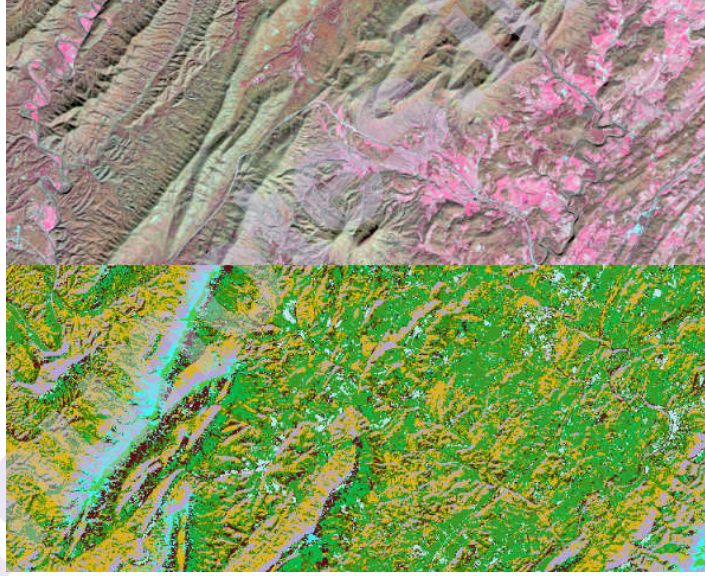
अ) ISOCCLASS (ISO क्लस्टर्स वापरणे)

b) कमाल शक्यता

c) यादृच्छिक झाडे

ड) सपोर्ट वेक्टर मशीन

या सर्व पद्धती ArcGIS सारख्या भू-स्थानिक सॉफ्टवेअरमध्ये वापरल्या जाऊ शकतात आणि वर्गीकरण बेस नकाशा किंवा भू-संदर्भित उपग्रह प्रतिमा वापरून केले जाऊ शकते. रिमोट सेन्सिंगमध्ये बदल शोधण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या काही प्रतिमा म्हणजे LANDSAT, LISS-II इ.

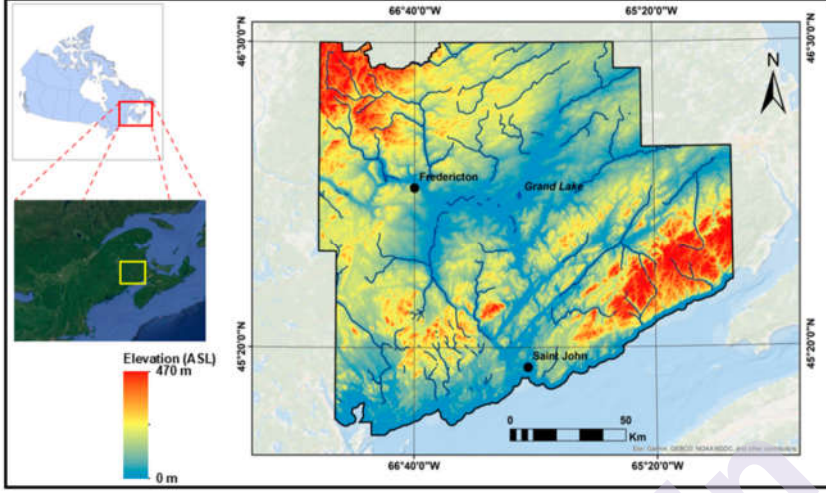


Unsupervised classification (Source: Harbor D., Washington and Lee University, n.d.)

३) **वेटलँड मॅपिंग** - महत्वाच्या परिसंस्थांच्या मॅपिंगसाठी वेटलँड मॅपिंग उपयुक्त आहे. त्यात सर्व जलस्रोतांचा समावेश आहे. “वेटलँड्सची व्याख्या अशी आहे की ज्या जमिनी पाण्याने पुरेशा प्रमाणात पाण्याने भरलेल्या असतात ज्यामुळे हायड्रोफिटिक किंवा जल-सहिष्णु वनस्पतींची वाढ होते. टुंड्रापासून उष्ण कटिबंधापर्यंत जगातील जवळजवळ सर्व प्रदेशांमध्ये पाणथळ जागा आढळतात आणि नैसर्गिक वातावरणाचा एक महत्वाचा भाग आहेत. त्यांच्याकडे उच्च जैविक विविधता आहे आणि असंख्य वनस्पती आणि जीवजंतूंच्या प्रजातींसाठी ते महत्त्वपूर्ण निवासस्थान देतात. पाणथळ जागा मानवांना मौल्यवान सेवा देखील देऊ शकतात जसे की तात्पुरते साठवून आणि हळूहळू वाढलाचे पाणी सोडून पूर कमी करणे. वेटलँड्स ही जटिल पर्यावरणीय प्रणाली आहेत जी जेव्हा आवश्यक परिस्थिती निर्माण करण्यासाठी जलविज्ञान, भू-आकृतिशास्त्र आणि जैविक घटक एकत्रितपणे कार्य करतात तेव्हा तयार होतात. माती,

स्थलाकृति, हवामान, जलविज्ञान, जल रसायनशास्त्र, वनस्पती आणि मानवी त्रासांसह इतर घटकांमधील प्रादेशिक आणि स्थानिक फरकांवर अवलंबून विविध प्रकारचे ओलसर आहेत. (लारोक, एन.डी.)

रिमोट सेन्सिंगचे अनुप्रयोग



Wetland Mapping (Wetland Mapping With Landsat 8 OLI, Sentinel-1, ALOS-1 PALSAR, and LiDAR Data in Southern New Brunswick, Canada, n.d.)

१.२ कृषी आणि माती मॅपिंग अनुप्रयोग

कृषी मॅपिंग - रिमोट सेन्सिंग शेली आणि माती मॅपिंगसाठी खूप उपयुक्त आहे. कृषी मॅपिंगमध्ये पीक विश्लेषणासाठी वापरल्या जाणाऱ्या निर्देशांकाला NDVI म्हणतात. सर्वसाधारणपणे वनस्पतींचे किंवा विशेषतः पिकांचे विश्लेषण करण्यासाठी हा एक महत्वाचा निर्देशांक आहे. NDVI म्हणजे नॉर्मलाइज्ड डिफरन्स वेजिटेशन इंडेक्स. खालील सूत्र वापरून NDVI ची गणना केली जाते.

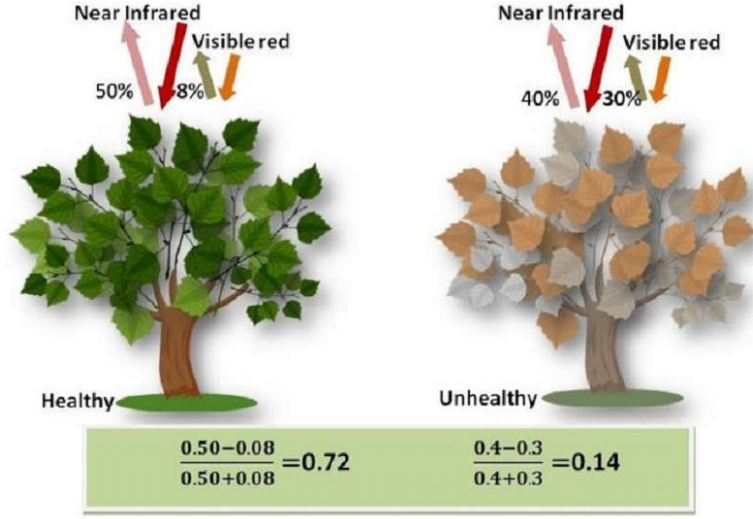
$$NDVI = (NIR - VIS) / (NIR + VIS)$$

ज्यामध्ये, NDVI म्हणजे नॉर्मलाइज्ड डिफरन्स वेजिटेशन इंडेक्स (NDVI)

NIR म्हणजे नियर इन्फ्रारेड (NIR)

VIS किंवा RED म्हणजे दृश्यमान स्पेक्ट्रम किंवा दृश्यमान स्पेक्ट्रमचा लाल बँड.

एनडीव्हीआय 1977 मध्ये नासाचे शास्त्रज्ञ कॉम्प्टन टकर यांनी विकसित केले होते. हा निर्देशांक आजारी पाने किंवा खराब झालेल्या पिकांपासून निरोगी हिरव्या वनस्पतींचे आच्छादन ओळखतो. पीक आरोग्याचा अभ्यास करण्यासाठी, पीक पद्धतीचा अंदाज लावण्यासाठी आणि लक्ष देण्याची गरज असलेल्या क्षेत्रांना ओळखण्यासाठी हे खूप उपयुक्त आहे.



कृषी मॅपिंगमध्ये रिमोट सेन्सिंगचा वापर: कृषी मॅपिंगमध्ये रिमोट सेन्सिंगचे असंख्य अनुप्रयोग आहेत, त्यापैकी काही खाली सूचीबद्ध आहेत:

a) क्राॅप पॅटर्न - क्राॅप पॅटर्न ओळखण्यासाठी रिमोट सेन्सिंग तंत्र वापरून उपग्रह प्रतिमांचे विश्लेषण केले जाते. पिकांच्या नमुन्यांच्या परावर्तनाच्या आधारे आणि वनस्पतींचे प्रकार ओळखले जातात. काहीवेळा अभ्यास क्षेत्राचे अधिक चांगले विश्लेषण करण्यासाठी उच्च-रिझोल्यूशन फोटो घेण्यासाठी ड्रोनचा वापर कृषी क्षेत्रात देखील केला जातो.

b) अंदाज - रिमोट सेन्सिंगचा वापर करून पीक उत्पादन किंवा उत्पन्नाचा अंदाज कार्यक्षमतेने करता येतो. रिमोट सेन्सिंग तंत्राचा वापर करून पिकांचे प्रमाण आणि गुणवत्ता निश्चित करता येते.

c) मूल्यांकन - NDVI चा वापर करून आधी चर्चा केल्याप्रमाणे रिमोट सेन्सिंग पिकांच्या नुकसानीचे खूप चांगले मूल्यांकन करू शकते. NDVI आजारी पिकांची ओळख पटविण्यात आणि निरोगी रोपांचे वेळेत संरक्षण करण्यात मदत करू शकते जेणेकरून पिकांच्या नुकसानीचे अचूक मूल्यांकन करता येईल आणि चांगले उत्पादन सुनिश्चित करण्यासाठी नुकसान कमी करता येईल.

d) जमिनीचे मॅपिंग आणि पीक अंदाज - रिमोट सेन्सिंग वापरून जमिनीचे विश्लेषण केले जाऊ शकते आणि पीक उत्पादनाचा अंदाज लावता येतो.

e) हवामानाचा अंदाज - पूर किंवा दुष्काळामुळे पिकांच्या नुकसानीचे मूल्यांकन करण्यासाठी रिमोट सेन्सिंग देखील उपयुक्त आहे. पीक वाढ आणि पीक आरोग्याचे मूल्यांकन करण्यासाठी हे अत्यंत उपयुक्त आहे.

माती मॅपिंग

केवळ शेतीच नव्हे तर खाणकाम, उत्खनन क्रियाकलाप तसेच जमीन-वापर नियोजन यांसारख्या इतर क्षेत्रातही मातीचे मॅपिंग अतिशय उपयुक्त आहे. रिमोट सेन्सिंग तंत्राचा वापर करून मातीचे मॅपिंग प्रभावीपणे करता येते.

Grind GIS नुसार, रिमोट सेन्सिंग तंत्राचा वापर करून मृदा मॅपिंगचे अनुप्रयोग खालीलप्रमाणे आहेत. माती मॅपिंगचे विश्लेषण करण्यासाठी रिमोट सेन्सिंगचे काही ऍप्लिकेशन्स खालीलप्रमाणे आहेत,

रिमोट सेन्सिंगचे अनुप्रयोग

१) मातीच्या सामूचे मोजमाप - मातीमध्ये विविध सामग्री आणि घटक असतात; या घटकाचे विश्लेषण आणि अभ्यास करण्यासाठी शक्तिशाली तंत्रे आवश्यक आहेत. जमिनीची सामग्री निश्चित करण्यासाठी अवकाशीय डेटा वापरला जातो. या व्यतिरिक्त, मातीची सामग्री मॅपिंग आणि रेकॉर्डिंगसाठी मल्टीस्पेक्ट्रल सॅटेलाइट टूल्सचा वापर केला जातो. त्यानंतर उपग्रहातून गोळा केलेला अवकाशीय डेटा शेतीशी संबंधित निर्णय घेण्यासाठी वापरला जातो. तसेच, मल्टीस्पेक्ट्रल डेटा वापरून मातीच्या पोतचा अंदाज लावता येतो.

२) मातीचे नकाशे - मातीचे नकाशे तयार करण्यासाठी मातीचे मॅपिंग हे माहितीचा एक महत्वाचा स्रोत आहे. मातीचे नकाशे इतर सर्वेक्षणांमध्ये, मातीचे वितरण दर्शविण्यासाठी वापरले जातात. हे नकाशे माती/स्थानिक नियोजन, शेती, मातीचे मूल्यांकन आणि तत्सम क्षेत्रांमध्ये मोठ्या प्रमाणावर वापरले जातात. शिवाय, रिमोट सेन्सर हे हवेत चालणारी साधने आहेत आणि म्हणूनच ते सहजपणे गोळा केले जाऊ शकतात आणि मातीशी संबंधित डेटा रेकॉर्ड करू शकतात. त्यामुळे या क्षेत्रात मातीचे मॅपिंगचे तंत्र महत्वाचे आहे.

३) माती सर्वेक्षण - माती सर्वेक्षणाच्या प्रक्रियेत, रिमोट सेन्सिंग तंत्राचा मोठ्या प्रमाणात वापर केला जातो. संशोधक मातीतील क्रियाकलापांचे निरीक्षण करण्यासाठी रिमोट सेन्सर वापरतात. सर्वेक्षण दस्तऐवज अद्ययावत करण्यासाठी सेन्सरच्या स्थानिक डेटाचे विश्लेषण केले जाते आणि रेकॉर्ड केले जाते. तसेच, इतर माती-संबंधित सर्वेक्षणादरम्यान, रिमोट सेन्सर संशोधनात वापरल्या जाणाऱ्या साधनांना पूरक असतात.

४) मातीची सुपीकता - मातीची सुपीकता ही जमिनीच्या उत्पन्नाच्या थेट प्रमाणात असते आणि त्यामुळे त्याचा अभ्यास करण्याची गरज आहे. अंतराळातील प्रतिमा मातीच्या नमुन्यात वापरल्या जातात. उपग्रहाद्वारे गोळा केलेल्या मातीच्या नमुन्यांचे विश्लेषण केले जाते आणि मातीच्या गुणवत्तेचा अंदाज लावला जातो. तसेच, प्रतिमा अवकाशातून घेतल्या असल्याने, दिलेल्या क्षेत्राची पिके आणि वनस्पती यांचा वापर जमिनीची गुणवत्ता आणि सुपीकता ठरवण्यासाठी केला जातो.

५) मातीची सीमा - मातीची सीमा ही एका प्रकारच्या मातीची समाप्ती आणि दुसऱ्या मातीची सुरुवात दर्शवण्यासाठी वापरली जाणारी संज्ञा आहे. असे म्हटले आहे की, रिमोट सेन्सरसारखी शक्तिशाली साधने मातीच्या सीमांचा अभ्यास करतात आणि त्यांचे विश्लेषण करतात. रिमोट सेन्सर विविध प्रकारच्या माती ओळखण्यास सक्षम आहेत. या गुणधर्मांमुळे, मातीची सीमा सहजपणे ओळखली जाते.

६) मातीचे गुणधर्म - माती हा इतर अनेक गुणधर्म आणि घटकांनी बनलेला नैसर्गिक घटक आहे. सुदैवाने, रिमोट सेन्सरने मातीत सापडलेल्या गुणधर्मांचा अभ्यास करण्याची प्रक्रिया सुलभ केली आहे. रिमोट सेन्सर दिलेल्या मातीमध्ये आढळणारे रासायनिक घटक (नायट्रोजन, सेंद्रिय कार्बन इ.) रेकॉर्ड आणि शोधू शकतात. रिमोट सेन्सर स्पेक्ट्रल

रिफ्लेक्शनचे विश्लेषण करतात आणि गोळा केलेला डेटा मातीचे गुणधर्म निर्धारित करण्यासाठी वापरला जातो.

७) मृदा विज्ञान - मृदा विज्ञानामध्ये, मातीच्या अभ्यासात मातीचा नकाशा तयार करण्यासाठी आणि सर्वेक्षण करण्यासाठी रिमोट सेन्सर्सचा मोठ्या प्रमाणात वापर केला जातो." (स्रोत: Gikunda, A. (2022, मार्च 31).माती मॅपिंगमध्ये रिमोट सेन्सिंगचे अनुप्रयोग. GIS-GIS आणि रिमोट सेन्सिंग ब्लॉग, लेख, ट्यूटोरियल्स ग्राइंड करा | gisशिकण्यास सोपे, भूगोल आवडते. 13 सप्टेंबर 2022 रोजी पुनर्प्राप्त <https://grindgis.com/remote-sensing/applications-of-remote-sensing-in-soil-mapping>)

१.३ जल संसाधन अनुप्रयोग

इंडिया वॉटर पोर्टलच्या मते, "उपलब्ध जलस्रोतांचे शाश्वत व्यवस्थापन हे नवीन सहस्राब्दीसाठी आव्हानात्मक कार्य आहे. जागतिक जल परिषदेने म्हटल्याप्रमाणे, "आज पाण्याचे संकट आहे. पण आपल्या गरजा भागवण्यासाठी फारसे कमी पाणी नसणे हे संकट आहे. हे पाण्याचे व्यवस्थापन इतके वाईट रीतीने करण्याचे संकट आहे की कोट्यवधी लोक आणि पर्यावरण - वाईट रित्या त्रस्त आहेत" (वर्ल्ड वॉटर कौन्सिल, 2000). रिमोट सेन्सिंग तंत्राचा प्रभावी वापर करण्यात आला आहे भारताच्या जलस्रोतांच्या एकात्मिक विकास आणि व्यवस्थापनामध्ये (बालकृष्णन, 1986).

इलेक्ट्रो मॅग्नेटिक रीजन (EMR) च्या दृश्यमान भागामध्ये पाण्याचे स्पेक्ट्रल रिफ्लेक्न्स खूप कमी असते तर बर्फ किंवा बर्फाचे EMR च्या दृश्यमान आणि जवळ इन्फ्रारेड (NIR) भागात खूप जास्त स्पेक्ट्रल रिफ्लेक्न्स असते. शुद्ध पाणी जवळच्या इन्फ्रारेड आणि मिडल इन्फ्रारेड (MIR) तरंगलांबीमध्ये जवळजवळ सर्व घटना ऊर्जा शोषून घेते. दृश्यमान आणि NIR बँडमधील पाण्याचे कमी परावर्तक रिमोट सेन्सिंगमध्ये फायदेशीर आहे कारण संपूर्ण परावर्तित इन्फ्रारेड भागामध्ये पाणी वनस्पती किंवा मातीच्या आवरणातून स्पष्टपणे वेगळे केले जाते.

पाण्याच्या शरीरावर रिमोट सेन्सिंग सिस्टमद्वारे रेकॉर्ड केलेले एकूण तेज (R_t) हे इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक उर्जेचे कार्य आहे आणि समीकरणाद्वारे दिले जाते:

$$R_t = R_p + R_s + R_v + R_b \text{ where, } R_p = \text{Atmospheric Path Radiance}$$

R_s = Free-surface Layer Reflectance

R_v = Subsurface Volumetric Reflectance

R_b = Bottom Reflectance

स्पेक्ट्रोरेडिओमीटरने स्पष्ट पाण्याचे स्पेक्ट्रोरेडिओमीटरचे माप विविध पातळ्यांवर चिकणमाती आणि गाळयुक्त माती म्हणून निलंबित गाळ दर्शविते की, परावर्तक शिखर जास्त तरंगलांबीकडे सरकते कारण पाण्यात अधिक निलंबित गाळ मिसळला जातो. 400 आणि 500 nm च्या तरंगलांबी दरम्यान मजबूत क्लोरोफिल निळ्या प्रकाशाचे शोषण केले

जाते आणि मजबूत क्लोरोफिल लाल प्रकाशाचे शोषण अंदाजे 675 nm (लिलेसॅड आणि किफर, 2000) मध्ये दिसून येते.

रिमोट सेन्सिंगचे अनुप्रयोग

व्हिज्युअल आणि डिजिटल रिमोट सेन्सिंग तंत्रांचा वापर आणि भौगोलिक माहिती प्रणाली (GIS) द्वारे विशिष्ट स्तरांमध्ये दूरस्थपणे संवेदना केलेल्या डेटाचे एकत्रीकरण जलस्रोतांचे व्यवस्थापन आणि पूर आणि दुष्काळ यांसारख्या नैसर्गिक जलसंबंधित धोक्यांचा अंदाज लावण्यासाठी वैज्ञानिक वापरतात. व्हिज्युअल रिमोट सेन्सिंगचा वापर जलप्रदूषण शोधण्यासाठी, तलावाच्या युट्रोफिकेशनचे मूल्यांकन आणि पुरामुळे झालेल्या नुकसानीचा अंदाज घेण्यासाठी मोठ्या प्रमाणावर केला गेला आहे. व्हिज्युअल इमेज इंटरप्रिटेशनचे तंत्र पाण्याचे प्रमाण, गुणवत्ता आणि जलस्रोतांचे भौगोलिक वितरण (लिलेसॅड आणि किफर, 2000) यांचे निरीक्षण करण्यात मदत करण्यासाठी विविध मार्गांनी वापरले जाऊ शकते. सध्याच्या पेपरमध्ये, पाण्याची गुणवत्ता आणि जलस्रोत व्यवस्थापनामध्ये रिमोट सेन्सिंग लागू करण्याच्या विविध पद्धतींवर चर्चा केली आहे. (जल गुणवत्ता आणि जल संसाधन व्यवस्थापनामध्ये रिमोट सेन्सिंगचा वापर – एक विहंगावलोकन, एन.डी.)

जलस्रोतातील रिमोट सेन्सिंगचे काही प्रमुख उपयोग खालीलप्रमाणे आहेत:

१) पाण्याच्या गुणवत्तेचे मूल्यांकन - पाण्याच्या वर्णक्रमीय परावर्तकतेचे विश्लेषण करून रिमोट सेन्सिंग डेटाद्वारे जलसाठ्यातील अशुद्धता कॅप्चर केली जाते. तथापि, काही मर्यादांसह हा एक जटिल अभ्यास असल्याने विविध वर्णक्रमीय स्वाक्षरी, पाण्यातील अशुद्धता किंवा सौर परावर्तकता यांच्या उपस्थितीमुळे परिणाम बदलू शकतात.

२) रनऑफ आणि हायड्रोलॉजिकल मॉडेलिंग – रिमोट सेन्सिंग वापरून पृष्ठभाग रनऑफ आणि हायड्रोलॉजिकल मॉडेलिंग केले जाऊ शकते. डीईएम (डिजिटल एलिव्हेशन मॉडेल) मातीची धूप यांसारख्या नमुन्यांचे विश्लेषण केले जाते. (हरॅलिक एट अल., 1985). हायड्रोलॉजिकल मॉडेलिंग आणि जीआयएसचा भारतातील लहान पाणलोट्यांच्या समान अभ्यासांमध्ये वापर केला गेला आहे (हरी प्रसाद इ., 1997).

३) पूर आणि दुष्काळ व्यवस्थापन - IRS-1C, IRS-1D, IRS-P6, Cartosat-1, Cartosat-2, Radarsat आणि Earth Resource Satellite (ERS) डेटासेट सारख्या रिमोट सेन्सिंग डेटासेटचा वापर केला जातो आणि पूर पूरस्थिती मॅपिंग, अंदाज यासाठी केला जातो. पुराचे नुकसान आणि पायाभूत सुविधांचे नुकसान. त्याचप्रमाणे, दुष्काळाचा अंदाज घेण्यासाठी रिमोट सेन्सिंग विशेषतः जमिनीतील आर्द्रतेचे विश्लेषण करण्यासाठी उपयुक्त आहे.

४) पाणलोट व्यवस्थापन – पाणलोट व्यवस्थापनासाठी मल्टीस्पेक्ट्रल डेटा आणि बेसलाइन डेटा अतिशय उपयुक्त आहे. गाळाचा भार, जल पाणलोट क्षेत्र तसेच नदीचे खोरे आणि संबंधित नमुने यांचे विश्लेषण करण्यासाठी रिमोट सेन्सिंग अत्यंत उपयुक्त आहे.

५) इरिगेशन कमांड एरिया मॅनेजमेंट - सिंचन क्षमता नकाशे आणि रिमोट सेन्सिंग तंत्राचा वापर करून सिंचन कमांड एरिया मॅनेजमेंटचे नियतकालिक मूल्यमापन केल्याने पिकांचे चांगले विश्लेषण आणि अंदाज येतो आणि शेतजमिनीसाठी सिंचन पद्धती देखील चांगल्या प्रकारे तयार होतात.

१.४ शहरी नियोजन अर्ज

अर्बन प्लॅनिंगमध्ये रिमोट सेन्सिंगचे बरेच अनुप्रयोग आहेत त्यापैकी काही खाली सूचीबद्ध आहेत:

१) जमीन वापराचे नमुने – शहरी भागात जमीन वापराच्या पद्धतीचा तपशीलवार विश्लेषणात्मक अभ्यास करणे खूप उपयुक्त आहे. रिमोट सेन्सिंगमधील बदल शोध तंत्राचा वापर करून शहराची वाढ आणि जमिनीच्या वापराच्या पद्धतीचा अभ्यास केला जाऊ शकतो आणि शहर नियोजनाचे विश्लेषण केले जाऊ शकते.

२) ग्रीन झोन - हरित क्षेत्रांचे विश्लेषण करण्यासाठी आणि शहरी भागात त्यांचे नियोजन करण्यासाठी रिमोट सेन्सिंग अत्यंत उपयुक्त आहे. रिमोट सेन्सिंग जमीन वापरून पडझड ओळखणे आणि जमिनीचे वनस्पती आच्छादनात रूपांतर करणे शहरी भागांसाठी पूर्ण केले जाऊ शकते.

३) रहिवासी क्षेत्रे – उपग्रह प्रतिमा वापरून शहरी विस्तीर्ण विस्ताराचा तपशीलवार अभ्यास केला जाऊ शकतो की शहरी पसरणे व्यवस्थापित केले जाऊ शकते किंवा भविष्यात निवासी क्षेत्रांचे अधिक चांगले नियोजन करणे आवश्यक आहे.

४) किनारी शहरे - पूर्वी चर्चा केल्याप्रमाणे रिमोट सेन्सिंग हे पुराच्या अंदाजासाठी अत्यंत उपयुक्त आहे आणि म्हणूनच ते किनारपट्टीवरील शहरे किंवा शहरांचे निरीक्षण आणि व्यवस्थापन करण्यासाठी देखील उपयुक्त आहे.

५) आपत्ती - काही आपत्ती जसे की आग अपघात, दुष्काळ किंवा जल व्यवस्थापन रिमोट सेन्सिंग तंत्राचा वापर करून विशेषतः शहरी भागात लोकसंख्येची घनता जास्त असेल तर करता येते.

६) वाहतूक नियोजन – शहरी भागातील वाहतूक नियोजनात रिमोट सेन्सिंग अतिशय उपयुक्त आहे. GIS तंत्राचा वापर करून, उपग्रह प्रतिमांचा वापर शहरातील रस्त्यांच्या नेटवर्कचे विश्लेषण करण्यासाठी आणि अपघात क्षेत्रे, कनेक्टिव्हिटीचा अभाव आणि जेथे जास्त गर्दी आहे ते ठिकाण ओळखण्यासाठी केला जाऊ शकतो.

१.५ सारांश

रिमोट सेन्सिंगची व्याख्या दूरस्थपणे काढलेल्या उपग्रह प्रतिमांचा वापर करून एखाद्या क्षेत्राचा किंवा प्रदेशाचा अभ्यास करण्याचा वैज्ञानिक अभ्यास म्हणून केला जातो, म्हणजे दूरवरून किंवा अभ्यास क्षेत्राच्या प्रत्यक्ष संपर्कात न येता. रिमोट सेन्सिंगचे असंख्य अनुप्रयोग आहेत. विशेषतः तंत्रज्ञानाच्या प्रगतीमुळे आणि क्लिष्ट तपशील आणि उच्च रिझोल्यूशन डेटा कॅप्चर करण्यास सक्षम उपग्रहांसारख्या संसाधनांच्या उपलब्धतेमुळे या अभ्यासाच्या क्षेत्राच्या उपयुक्ततेला मर्यादा नाही.

१) बरोबर किंवा चूक

- अ) रिमोट सेन्सिंगमध्ये लँडयूज आणि लँडकव्हर समान आहेत.
- ब) LU/LC नकाशे हे स्पॅटिओ-टेम्पोरल अभ्यासासाठी अत्यंत उपयुक्त आहेत.
- क) पर्यवेक्षित नसलेल्या वर्गीकरणासाठी संशोधक किंवा रिमोट सेन्सिंग तज्ञाकडून किमान हस्तक्षेप आवश्यक आहे.
- ड) पर्यवेक्षित वर्गीकरणामध्ये अधिक तपशील आणि वर्गांची संख्या जास्त असते.
- इ) मेघ आच्छादन उपग्रह प्रतिमेच्या अचूकतेवर परिणाम करते.

२) रिक्त स्थानांची पूर्ती करा

- i) कनेक्टिव्हिटी आणि _____ हे वाहतूक नियोजनातील अपघात क्षेत्र विश्लेषणाचे एक उपाय आहे:
- a) रस्त्यांचे जाळे b) क्षेत्रफळ c) गर्दी ड) वरीलपैकी काहीही नाही
- ii) _____ कमी वर्णक्रमीय परावर्तक आहे.
- a) पाणी b) झाडांचे आच्छादन c) शहरी निवासस्थान d) ढग
- iii) वाहतूक नियोजन रिमोट सेन्सिंग ऍप्लिकेशनमध्ये _____ वापरून अपघात क्षेत्र ओळखले जाऊ शकतात
- a) अर्बन स्प्रॉल b) चेंज डिटेक्शन c) ग्रीन झोन d) कनेक्टिव्हिटी
- iv) _____ ही पर्यवेक्षित वर्गीकरणाची पद्धत आहे?
- a) ISOCLASS, b) Random Trees, c) LISS, d) LANDSAT
- v) वेटलँड मॅपिंग _____ डेटा वापरून केले जाऊ शकते:
- a) LiDAR b) सॅटिनेल-1 c) ALOS-1 PALSAR d) वरील सर्व

३) एकाधिक निवड प्रश्न

- अ) LU/LC नकाशे यामध्ये अत्यंत उपयुक्त आहेत:
1. नियोजन 2. वन कव्हर विश्लेषण 3. वाहतूक 4. ग्रीन झोन
- ब) जल प्रदूषण शोधण्यासाठी कोणत्या प्रकारचे रिमोट सेन्सिंग तंत्र वापरले जाते?
1. व्हिज्युअल रिमोट सेन्सिंग 2. ओळख बदला
3. पर्यवेक्षित वर्गीकरण 4. पर्यवेक्षण न केलेले वर्गीकरण

क) खालीलपैकी कोणत्या दृश्यमान भागामध्ये पाण्याचे स्पेक्ट्रल परावर्तन फार कमी असते:

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| 1. इलेक्ट्रो मॅग्नेटिक रीजन (EMR) | 2. NIR (इन्फ्रारेड जवळ) |
| 3. पृष्ठभाग स्तर | 4. तळाचा थर |

ड) खालीलपैकी कोणत्या ऍप्लिकेशनचे विश्लेषण करण्यासाठी मल्टीस्पेक्ट्रल डेटा खूप उपयुक्त आहे?

- | | |
|-------------------------------|----------------------|
| 1. पूर आणि दुष्काळ व्यवस्थापन | 2. पाणलोट व्यवस्थापन |
| 3. जमीन वापराचे नियोजन | 4. कृषी नियोजन |

इ) 1977 मध्ये नासाचे शास्त्रज्ञ कॉम्प्टन टकर यांनी खालीलपैकी कोणता निर्देशांक विकसित केला:

- | | | | |
|---------|--------|--------------|----------------|
| 1. NDVI | 2. NID | 3. ISOCCLASS | 4. कमाल शक्यता |
|---------|--------|--------------|----------------|

१.७ स्वयं-शिक्षण प्रश्नांची उत्तरे

- १) अ- चूक
- १) ब- बरोबर
- १) क- बरोबर
- १) ड- बरोबर
- १) इ- बरोबर
- २) i. गर्दी
- २) ii. Cloud
- २) iii. कनेक्टिव्हिटी
- २) iv. ISOCCLASS
- २) v. वरील सर्व
- ३) अ-नियोजन
- ३) ब-व्हिज्युअल रिमोट सेन्सिंग
- ३) क-इलेक्ट्रो मॅग्नेटिक रीजन (EMR)
- ३) ड-पाणलोट व्यवस्थापन
- ३) इ-NDVI

१.८ तांत्रिक शब्द आणि त्यांचे अर्थ

- **LULC:** LULC या शब्दाचा संदर्भ जमिनीचा वापर लँड कव्हर मॅपिंग आहे. रिमोट सेन्सिंग लॉट तंत्राचा वापर करून LULC नकाशे तयार करता येतात. हे नकाशे शहरी नियोजन, वन निरीक्षण, शेती नियोजन, नागरी विस्तार अभ्यास इत्यादींसाठी अत्यंत उपयुक्त आहेत. हे नकाशे तयार करण्यासाठी रिमोट सेन्सिंगमध्ये दोन पद्धती वापरल्या जातात.
- **डीईएम:** डिजिटल एलिव्हेशन मॉडेल हे उंची आणि संबंधित जमिनीच्या वैशिष्ट्यांचा अभ्यास करण्यासाठी रिमोट सेन्सिंग तंत्र वापरून तयार केलेले मॉडेल आहे.
- **LADSAT:** LANDSAT डेटा रिमोट सेन्सिंगमधील जमिनीच्या वैशिष्ट्यांचा अभ्यास करण्यासाठी अत्यंत उपयुक्त आहे.
- **(Rt):** हे एकूण तेज म्हणजे विद्युत चुंबकीय लहरींद्वारे पाण्याच्या शरीरावर कॅप्चर केलेले एकूण तेज आहे.

१.९ कार्य

LANDSAT डेटा प्रतिमांचे २ संच डाउनलोड करा (२ भिन्न वर्षासाठी किमान ५ किंवा १० वर्षांच्या अंतरावर) खालील वेबसाइटवरून आणि QGIS सॉफ्टवेअर वापरून LULC नकाशा तयार करण्यासाठी स्पॅटिओ-टेम्पोरल चेंज डिटेक्शन विश्लेषणाचा प्रयत्न करा.

USGS: <https://www.usgs.gov/centers/eros/science/usgs-eros-archive-landsat-archives-landsat-7-enhanced-thematic-mapper-plus-etm>

१.१० पुढील अभ्यासाचे संदर्भ

- Land use/land cover. EO_LULC_Objective | NRSC Web Site. (n.d.). Retrieved September 19, 2022, from https://www.nrsc.gov.in/EO_LULC_Objective?language_content_entity=en
- SemiColonWeb. (2021). Significance Of Land Use / Land Cover (LULC) Maps | SATPALDA. Satpalda.com. <https://www.satpalda.com/blogs/significance-of-land-use-land-cover-lulc-maps>
- *Unsupervised Classification – GEOL 260 – GIS & Remote Sensing.* (n.d.). Geol260.Academic.wlu.edu. <https://geol260.Academic.wlu.edu/course-notes/image-classification/unsupervised-classification/>
- Gikunda, A. (2022, March 31). Applications of remote sensing in soil mapping. Grind GIS-GIS and Remote Sensing Blogs, Articles, Tutorials | Easy to learn GIS, Love Geography. Retrieved September

13, 2022, from <https://grindgis.com/remote-sensing/applications-of-remote-sensing-in-soil-mapping>

- LaRocque, A.; Phiri, C.; Leblon, B.; Pirotti, F.; Connor, K.; Hanson, A. Wetland Mapping with Landsat 8 OLI, Sentinel-1, ALOS-1 PALSAR, and LiDAR Data in Southern New Brunswick, Canada. Remote Sensing. 2020, 12, 2095. <https://doi.org/10.3390/rs12132095>)
- *Application of Remote Sensing in Water Quality and Water Resources Management – An Overview*. (n.d.). India Water Portal Hindi. Retrieved September 19, 2022, from [https:// hindi.indiawaterportal.org/content/application-remote-sensing-water-quality-and-water-resources-management-overview/content-type-page/53244](https://hindi.indiawaterportal.org/content/application-remote-sensing-water-quality-and-water-resources-management-overview/content-type-page/53244)



भौगोलिक अभ्यासात रिमोट तंत्राचा अनुप्रयोग

घटक रचना :

या प्रकरणाचा अभ्यास केल्यानंतर तुम्हाला खालील वैशिष्ट्ये समजतील.

- २.१ उद्दिष्ट्ये
- २.२ प्रस्तावना
- २.३ विषय चर्चा
- २.४ हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग : हायपरस्पेक्ट्रल संकल्पना, डेटा (माहिती) संकलन प्रणाली, सामान्यीकरण, कॅलिब्रेशन तंत्र
- २.५ डेटा प्रोसेसिंग (प्रक्रिया)तंत्र आणि वर्गीकरण तंत्र, स्पेक्ट्रल (वर्णक्रमीय) कोनीय मॅपिंग (मोजणी : स्पेक्ट्रल मिश्रण विश्लेषण, स्पेक्ट्रल मॅचिंग (जुळवणी), फिल्टरिंग
- २.६ सिस्टम वैशिष्ट्ये, उपग्रह प्रणालीचे वर्णन, डेटा प्रोसेसिंग पैलू, अनुप्रयोग
- २.७ सारांश
- २.८ तुमची प्रगती/ व्यायाम तपासा.
- २.९ स्व-शिक्षण प्रश्नांची उत्तरे
- २.१० कार्य
- २.११ पुढील अभ्यासासाठी संदर्भ

२.१ उद्दिष्ट्ये

या प्रकरणाच्या शेवटी तुम्ही –

- हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंगची संकल्पना समजून घ्याल.
- हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंगमधील डेटा प्रोसेसिंग तंत्राबद्दल समजून घ्याल.
- हायपरस्पेक्ट्रल सेन्सर्स आणि वर्गीकरण तंत्राबद्दल समजून घ्याल.
- विविध हायपर-स्पेक्ट्रल उपग्रह प्रणालींबद्दल जाणून घ्याल.

२.२ प्रस्तावना

पूर्वी चर्चा केलेल्या सुदूर संवेदनाची व्याख्या गोळा केलेला डेटा मिळवणे आणि विश्लेषण करणे अशी केली जाऊ शकते. हा डेटा प्लॅटफॉर्म आणि तंत्राद्वारे गोळा केला जाऊ शकतो. प्लॅटफॉर्म विमान किंवा उपग्रह असू शकतात आणि डेटा मिळवणारी उपकरणे कॅमेरा किंवा सेन्सर असू शकतात. सुदूर संवेदनांच्या क्षेत्रात नवीन जोड म्हणजे हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग.

२.३ विषय चर्चा

सुदूर संवेदन ही सेन्सर उपकरणांचा वापर करून परावर्तित किंवा उत्सर्जित होणाऱ्या विद्युतचुंबकीय उर्जेचे मोजमाप आणि विश्लेषण करून पृथ्वीच्या पृष्ठभागाविषयी माहिती मिळविण्याची प्रक्रिया आहे. ही प्रक्रिया सेन्सिंगसाठी प्लॅटफॉर्म मार्ग काढून आणि कक्षाची रचना करून आणि डेटा गोळा करून, गोळा केलेल्या माहितीवर प्रक्रिया करून आणि शेवटी परिणामांचा अर्थ लावून साध्य केली जाते. या प्रक्रियेमध्ये अलिकडच्या वर्षात विकसित केलेल्या प्रगत तंत्रांपैकी हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग ही सर्वात नवीन जोडणी आहे. भौतिक आणि मानवनिर्मित वातावरणातील खनिजे, नैसर्गिक वनस्पती आणि वस्तूंचा सखोल शोध घेण्यासाठी हे तंत्र विकसित करण्यात आले आहे. पूर्वी हे तंत्र शास्त्रज्ञांनी प्रयोगशाळांमध्ये खनिजे शोधण्यासाठी इमेजिंग स्पेक्ट्रोस्कोपी म्हणून वापरले जात होते.

२.४ हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग : हायपरस्पेक्ट्रल संकल्पना, डेटा संकलन प्रणाली, सामान्यीकरण, कॅलिब्रेशन तंत्र

२.४.१ हायपरस्पेक्ट्रल संकल्पना :

सुदूर संवेदनाच्या प्रक्रियेमध्ये उर्जेच्या स्रोतापासून पृथक्करण समाविष्ट असते. निष्क्रिय रिमोट सेन्सिंगमध्ये सूर्यप्रकाशात ऊर्जा पृष्ठभागावरील वस्तूवर पडते. पृष्ठभागावरील वस्तूंच्या अंगभूत गुणधर्मावर पृथ्वीच्या वस्तूमधून विशिष्ट प्रमाणात ऊर्जा परावर्तित होते. (औताडे, MA GEOGRAPHY, IDOL) ही ऊर्जा विद्युत चुंबकीय (इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक) रेडिएशनच्या स्वरूपात रिमोट सेन्सिंग उपकरणे उपग्रहांमध्ये स्थापित केलेल्या सेन्साद्वारे मिळवली जाते. इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक रेडिएशनची कमल तरंगलांबी दृश्यमान श्रेणी (म्हणजे 0.4 ते 0.7 μm) पासून रडार तरंगलांबी क्षेत्रापर्यंतच्या रेडिएशनशी संबंधित आहे. (औताडे, MA GEOGRAPHY, IDOL)

Division	Wavelength
Gamma rays	10^{-8} to 10^{-11} cm
X-rays	10^{-6} to 10^{-8} cm
Ultraviolet light	4×10^{-5} to 4×10^{-6} cm
Visible light	7.6×10^{-5} to 4×10^{-5} cm
Infra-red light	10^{-1} to 10^{-5} cm
Microwave	10^2 to 10^{-1} cm
Radiowaves	10^2

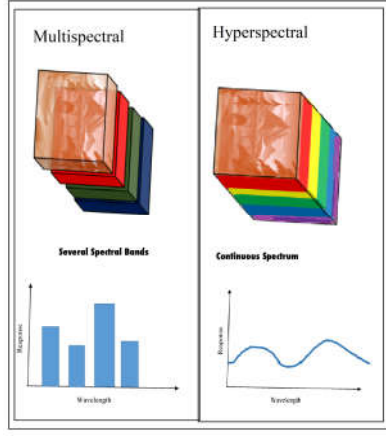
तक्ता २.१ इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक स्पेक्ट्रमचे प्रमुख विभाग (औताडे, MA GEOGRAPHY, IDOL)

इमेजिंग सेन्सर असा डेटा तयार करतात ज्याचे विज्युअलाइज्ड डेटामध्ये रूपांतरीत केले जाऊ शकते. हा डेटा स्थलीय (स्पॅशल) स्वरूपाचा आहे. ज्यामध्ये डिजिटल क्रमानक (DN) आहेत. हे आकडे नंतर स्थलीय (स्पॅशल) डेटामध्ये रूपांतरीत केले जाऊ शकतात. अशा डेटाला स्पेक्ट्रल बँडच्या संख्येवर आधारित देखील वर्गीकृत केले जाऊ शकते. उदाहरणार्थ, पॅनक्रोमॅटिक सेन्सरस – हे सेन्सर ग्रे स्केलसह सर्व दृश्यमान स्पेक्ट्रस कव्हर करू शकतात. दुसरीकडे मल्टीस्पेक्ट्रल सेन्सर एका वेळी दृश्यमान, थर्मल तसेच मायक्रोवेव्ह स्पेक्ट्रल कॅप्चर करू शकतात. (रानडे, MA GEOGRAPHY, IDOL) उदा. मल्टीस्पेक्ट्रल सेन्सर

Landsat 1-3 MSS	Landsat 4-5 MSS	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
Band 4-Green	Band 1- Green	0.5 – 0.6	60*
Band 5-Red	Band 2-Red	0.6-0.7	60*
Band 6- Near Infrared (NIR)	Band – NIR	0.7-0.8	60*
Band 7-NIR	Band 4-NIR	0.8-1.1	60*

टेबल २.२ लँडसॅट रिझोल्यूशन स्पेसिफिकेशन्स (USGS)

वरील तक्त्यामध्ये फक्त चा बँड (बँड ४, ५, ६ आणि ७) दाखवले आहेत अशा प्रकारे फक्त चार बँड उपलब्ध आहेत. इमेजिंग सेन्सरच्या प्रगतीमुळे मल्टीस्पेक्ट्रल स्कॅनिंगमध्ये बँडची उपलब्धता ७ ते ८ होते. तथापि जर स्पेक्ट्रस अरुंद अंतराने वाढवले. तर ते हायपरस्पेक्ट्रल सेन्सरस बनते. हा सेन्सर स्पेक्ट्रमच्या सूक्ष्म तपशीलांवर लक्ष केंद्रित करतो आणि उच्च परिभाषा प्रतिमा तयार करतो. हायपरस्पेक्ट्रल रिमोट सेन्सिंगसिस्टम अरुंद बँडविड्थच्या १०० स्पेक्ट्रल बँड एकाच वेळी रेकॉर्ड करतात. अरुंद बँडविड्थ ५ ते १० nm पर्यंत पोहोचू शकते. अशा अरुंद तपशीलाने पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील वस्तू सहजपणे ओळखल्या जातात. हे तंत्र विशेषतः नैसर्गिक वनस्पती आणि खानिजांमध्ये बदल करण्यासाठी उपयुक्त आहे, जे मल्टीस्पेक्ट्रल किंवा पॅनक्रोमॅटिक प्रतिमांसह करता येत नाही. मल्टीस्पेक्ट्रल इमेजिंगमध्ये नेक स्पेक्ट्रम बँड तयार केले जातात ज्यामध्ये हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग सतत स्पेक्ट्रम गोळा केले जाते. (आकृती २.१) मल्टीस्पेक्ट्रलच्या विपरीत हायपरस्पेक्ट्रल रिमोट सेन्सिंग, स्पेक्ट्रल बँडला अनेक वर्णपटीय भागांमध्ये वेगळे करते, जे अचूक परिणाम देते.



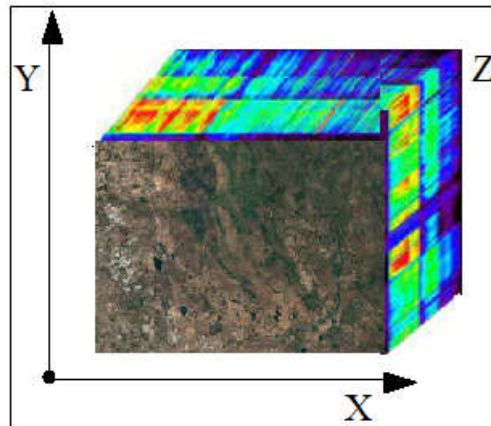
आकृती २.१ मल्टीस्पेक्ट्रल प्रतिमांमधील तुलना (www.edmundoptics.com वरून प्रतिमा पुन्हा तयार केली.)

मल्टीस्पेक्ट्रल	हायपरस्पेक्ट्रल
● विभक्त स्पेक्ट्रल बँड ● रुंद बँड ● स्वाक्षरीचे खडबडीत प्रतिनिधित्व ● छोटे तपशील शोधण्यात अक्षम ● काही कॅलिब्रेशन समस्या ● लहान डेटा व्हॉल्यूम	● कंटिन्युअस स्पेक्ट्रल ● अरुंद बँड ● स्पेक्ट्रल स्वाक्षरीचे संपूर्ण प्रतिनिधित्व ● छोटे तपशील शोधण्यात सक्षम ● कॅलिब्रेशनला वेळ लागतो ● मोठा डेटा व्हॉल्यूम

तक्ता २.१ मल्टीस्पेक्ट्रल आणि हायपरस्पेक्ट्रल रिमोट सेन्सिंग (रिमोट सेन्सिंगचा परिचय-
<https://www.youtube.com/channel/UC-SB0CE0JAY4Zk3nPQCh4>)

२.४.२ डेटा कलेक्शन सिस्टम

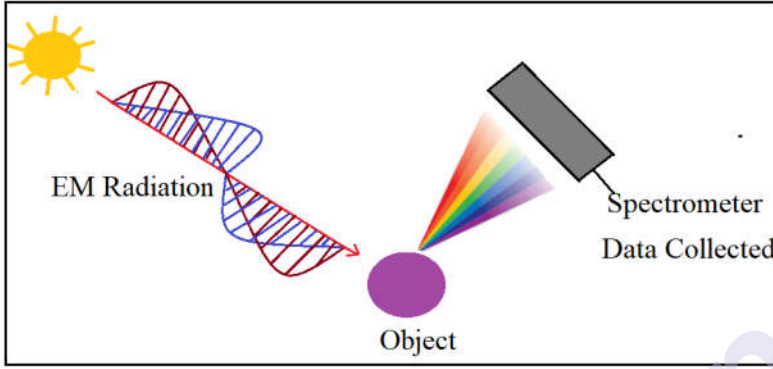
हायपरस्पेक्ट्रल इमेजरी सामान्यतः XY प्लेनमध्ये संकलित केलेल्या स्थानिक माहितीसह डेटा क्यूब म्हणून आणि Z – दिशेमध्ये प्रस्तुत वर्णक्रमीय माहिती गोळा केली जाते. (www.csr.utexas.edu.) (आकृती २.२)



आकृती २.२ हायपरस्पेक्ट्रल इमेजरी XY समतल आणि Z – दिशा (इमेज रिक्रिएटेड) स्पेक्ट्रोस्कोपी

भौगोलिक अभ्यासात सुदूर संवेदन तंत्राचा अनुप्रयोग

हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग तंत्र म्हणजे प्रस्तुत वर्णक्रमीय माहिती स्पेक्ट्रोस्कोपी आणि इमेजिंगचे संयोजन आहे. स्पेक्ट्रोस्कोपी म्हणजे वस्तूद्वारे प्रकाश-किरणोत्सर्गाचे शोषण आणि उत्सर्जन समजून घेणे आणि त्याचा अभ्यास करणे. (आकृती २.३)



आकृती २.३ डेटा संकलित करणारे स्पेक्ट्रोमीटर (www.atascientific.com.au वरून पुन्हा तयार केलेली प्रतिमा)

उदाहरणार्थ,

बँडचे नाव	बँडची संख्या
दृश्यमान आणि निअर इन्फ्रारेड (0.4-1.6 मायक्रॉन)	27
शॉर्ट वेव्ह इन्फ्रारेड (1.0-1.6 मायक्रॉन)	2
चिकणमाती खनिजांचे मॅपिंग करण्यासाठी शॉर्ट वेव्ह इन्फ्रारेड (2.0-2.5 मायक्रॉन)	28
थर्मल इन्फ्रारेड	6

टेबल २.२ डिजिटल एअरबोर्न इमेजिंग स्पेक्ट्रोमीटरचे तपशील

वरील तक्त्यामध्ये (टेबल २.२ प्रत्येक स्पेक्ट्रल बँड) पुढे अनेक बँडमध्ये विभागले गेले आहे जे प्रत्येक विशिष्ट वस्तूचे प्रतिबिंब पाहत आहे. स्पेक्ट्रोस्कोपीचे हे तंत्र ऑब्जेक्टमधून प्रत्येक उत्सर्जन आणि विद्युत चुंबकीय (इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक) रेडीएशनचे प्रतिबिंब पाहते, जे अधिक स्पष्ट प्रतिमा तयार करू शकते.

स्पेक्ट्रोमीटरच्या क्षमतेचे वर्णन करणारे चार पॅरामीटर्स :

स्पेक्ट्रल रेंज

स्पेक्ट्रल बँडविड्थ

स्पेक्ट्रल सॅम्पलिंग

सिग्नल – टू – आवाज गुणोत्तर

स्पेक्ट्रल रेंज आणि स्पेक्ट्रल बँडविरुद्ध यांसारखे पॅरामीटर्स डेटा शोधाने आणि त्याचा अर्थ लावण्यासाठी महत्त्वपूर्ण आहेत.

स्पेक्ट्रोमीटरची श्रेणी व्यापक आहे :

- अतिनील (UV)-0.001 ते 0.4 μ m)
- दृश्यमान 0.4 ते 0.7 μ m)
- नियर-इन्फ्रारेड (NIR) -0.7 ते 3.0 μ m)
- कव्हर केलेली ऊर्जा
- फार – इन्फ्रारेड (FIR)-30 μ m ते 1 mm

स्पेक्ट्रल बँडविड्थ स्पेक्ट्रोमीटरमधील वैयक्तिक स्पेक्ट्रल चॅनेलची रुंदी आहे. (gisresources) बँडविड्थ मर्यादित माहिती गोळा करू शकते तर अरुंद बँडविड्थ तीव्र वर्णक्रमीय माहिती देऊ शकते.

२.४.३ कॅलिब्रेशन आणि सामान्यीकरण

कॅलिब्रेशन

अवकाशीय डेटामध्ये डेटाचा आकार आणि योग्य भूमिती महत्त्वाची आहे. डिजिटल प्रतिमेचे भौमितिक प्रमाण आणि मापन अनेक घटकांमुळे भिन्न असू शकते. यामुळे अंतिम निकालात विकृती निर्माण होऊ शकते. त्यामुळे अचूक आणि विश्वासाह परिणामांसाठी भौमितिक कॅलिब्रेशन करणे आवश्यक आहे. गैर-सहयोगित परिणाम डेटाच्या गुणवत्तेशी तडजोड करू शकतात.

वातावरणात सौर विकिरण परावर्तनासह विखुरले आणि शोषले जाते. जेथे हायपरस्पेक्ट्रल सेन्सर सौर विकिरणामुळे गोळा केलेल्या डेटामध्ये त्रुटी निर्माण करू शकते. कॅलिब्रेशन पद्धत योग्य मापन आणि स्केलसह ही त्रुटी कमी करता येते.

कॅलिब्रेशन पद्धत सेन्सरच्या रेडीएन्स व्हॅल्यूला परावर्तित मूल्यांमध्ये रूपांतरीत करते.

कॅलिब्रेशन स्पेक्ट्राचे फायदे आहेत.

कॅलिब्रेटेड डेटाची तुलना फील्ड सामग्रीच्या आणि स्पेक्ट्राशी केली जाऊ शकते.

कॅलिब्रेटेड डेटा सामग्रीच्या रासायनिक आणि भौतिक गुणधर्मांना ओळखू शकतो आणि संबंधित करू शकतो.

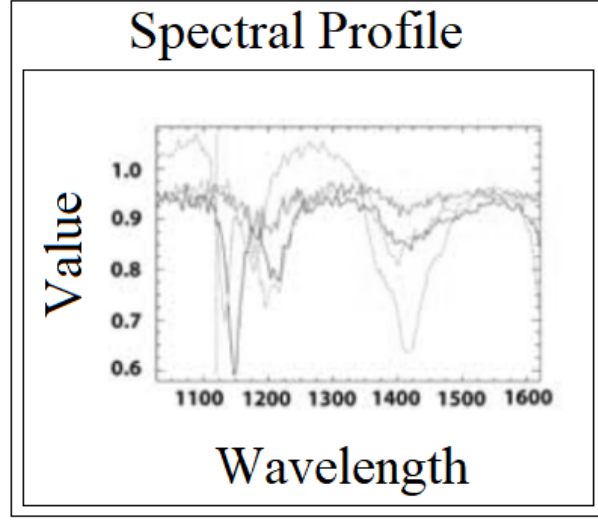
अशा प्रकारे डेटा कॅलिब्रेशन दूरस्थपणे संवेदन केलेल्या डेटाच्या सामग्रीच्या रासायनिक आणि भौतिक गुणधर्मांसह डेटा दुरुस्त करून, समजून आणि संबंधित करण्यात महत्त्वाची भूमिका बजावते.

बऱ्याच वेळा हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंगमध्ये संकलित केलेला डेटा तपशीलवार रेडिओमेट्रिक दुरुस्तीसह दुरुस्त केला जाऊ शकत नाही. अशा परिस्थितीत सामान्यीकरण हा दुसरा पर्याय आहे. जो त्रुटी मुक्त डेटा तयार करण्यासाठी वापरला जाऊ शकतो. लॉग यांच्या मदतीने सामान्यीकरण तंत्र वापरले जाते. हे लॉग अवशेष तेजस्वीतेवर तसेच तसेच डेटामधील परावर्तनावर अवलंबून असतात. लॉग टोपोग्राफिक आणि वातावरणीय आवाज ओळखण्यात आणि त्रुटी मुक्त डेटा तयार करण्यात मदत करतात. हायपरस्पेक्ट्रल रिमोट सेन्सिंग डेटा मल्टीस्पेक्ट्रल डेटापेक्षा खूप मोठा आहे. त्यामुळे प्रशिक्षण नमुने गोळा करणे कठीण आहे. सामान्यीकरणातील चांगल्या परिणामांसाठी, नमुने जास्त प्रमाणात विचारात घेणे आवश्यक आहे, कारण सामान्यीकरणाची अचूकता नमुने आणि गोळा केलेल्या डेटाच्या गुणोत्तरावर अवलंबून असते. अशा प्रकारे अनेक वेळा पूर्वी वापरलेले नमुने डेटामधून दूरस्थ त्रुटीसाठी वापरले जातात. उदाहरणार्थ, ढगांचे प्रतिबिंब आणि रेडीएशन नमुना डेटा इतर डेटासेटमध्ये अर्थ लावण्यासाठी वापरला जाऊ शकतो. तथापि ही प्रक्रिया सोपी नाही आणि अनेक लॉगांची यासाठी आवश्यकता असते.

२.५ डेटा प्रोसेसिंग तंत्र; एन – डायमॅशनल स्कॅटर, स्पेशल अँगल मॅपिंग, स्पेक्ट्रल मिश्रण विश्लेषण, स्पेक्ट्रल मॅचिंग, मिश्रण ट्यून् केलेले जुळलेले फिल्टरिंग

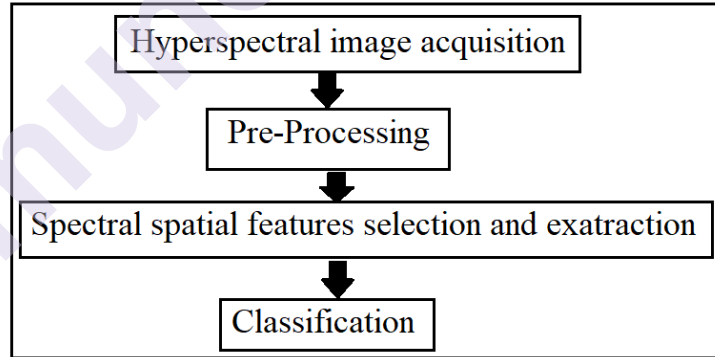
२.५.१ एन-डायमॅशनल स्कॅटर प्लॉट्स व वर्गीकरण तंत्र

एन-डायमॅशनल स्कॅटर प्लॉट्स हायपरस्पेक्ट्रल डेटा (किंवा स्पेक्ट्रा) बिंदुंमध्ये विचार केला जाऊ शकतो. आयामी स्कॅटरप्लॉटमध्ये दिलेल्या पिक्सेलचा डेटा त्या दिलेल्या पिक्सेलच्या वर्णक्रमीय परावर्तनाशी संबंधित आहे. एन-स्पेसमधील हायपरस्पेक्ट्रल डेटाचे वितरण वर्णक्रमीय एंड मेम्बर्स संख्या आणि त्यांच्या शुद्ध वर्णक्रमीय स्वाक्षरीचा अंदाज घेण्यासाठी आणि ती स्वाक्षरी बनवणाऱ्या सामग्रीची वर्णक्रमीय वैशिष्ट्ये समजून घेण्यात मदत करण्यासाठी वापरली जाऊ शकते. (www.csr.utexas.edu)



आकृती २.४ स्पेक्ट्रल प्रोफाईल (photonics.com वरून पुन्हा तयार केलेली प्रतिमा)

रिमोट सेन्सिंग तंत्राद्वारे प्राप्त केलेल्या प्रतिमांना योग्य अर्थ लावण्यासाठी वर्गीकरण आवश्यक आहे. प्रतिमा वर्गीकरण समान वर्णक्रमीय स्वाक्षरी पिक्सेल एकत्र नियुक्त करत एक संच एक वर्ग बनतो. ज्याला वैशिष्ट्य किंवा व्हिज्युअल इंटरप्रिटेशन ओब्जेक्ट म्हणून ओळखले जाऊ शकते. आधी चर्चा केल्याप्रमाणे (आकृती २.२) हायपरस्पेक्ट्रल प्रतिमा 3D स्वरूपात संकलित केली जाते. प्रतिमेचे दोन परिमाण (X, Y) आणि वर्णक्रमीय माहितीचे एक परिमाण (Z). अशा प्रकारे हायपरस्पेक्ट्रल प्रतिमांचे विशेष वर्गीकरण तंत्राची आवश्यकता असते. (आकृती २.५)



आकृती २.५ हायपरस्पेक्ट्रल प्रतिमा वर्गीकरण (www.intechopen.com वरून पुन्हा तयार केलेली प्रतिमा)

१) पर्यवेक्षण न केलेले वर्गीकरण :

पर्यवेक्षण न केलेले वर्गीकरण मशीन किंवा अल्गोरिदममध्ये कसे आणि कोणत्या पिक्सेललक वर्ग म्हणून एकत्र करायचे याचे निर्णय घेतात. हे वर्ग मानक विचलन यासारख्या सांख्यिकीय पद्धतीवर अवलंबून असतात. वर्णक्रमीय माहितीची ही पद्धत पुढे मुख्य घटक विश्लेषण आणि स्वतंत्र घटक विश्लेषणामध्ये विभागली गेली आहे.

मुख्यघटक विश्लेषण ही एक पद्धत आहे जि आकारमान कमी करते. सांख्यिकीय पद्धती वापरून की स्टँडर्डाइझेशन, कोबेरिअन्स मॅट्रिक्स मोठे डेटा सेट लहान सेटमध्ये मोडले जातात. यामुळे योग्य अर्थ लावणे सोपे जाते.

स्वतंत्र घटक विश्लेषण उच्च-ऑर्डर आकडेवारीसह घटकांचे स्वातंत्र्य यशस्वीरित्या कार्यान्वित करते. हायपरस्पेक्ट्रल प्रतिमांच्या उच्च आयामीपणाचा सामना करण्यासाठी ते तुलनेने अधिक योग्य आहे... (गोगीनेनी आणि चतुर्वेदी)

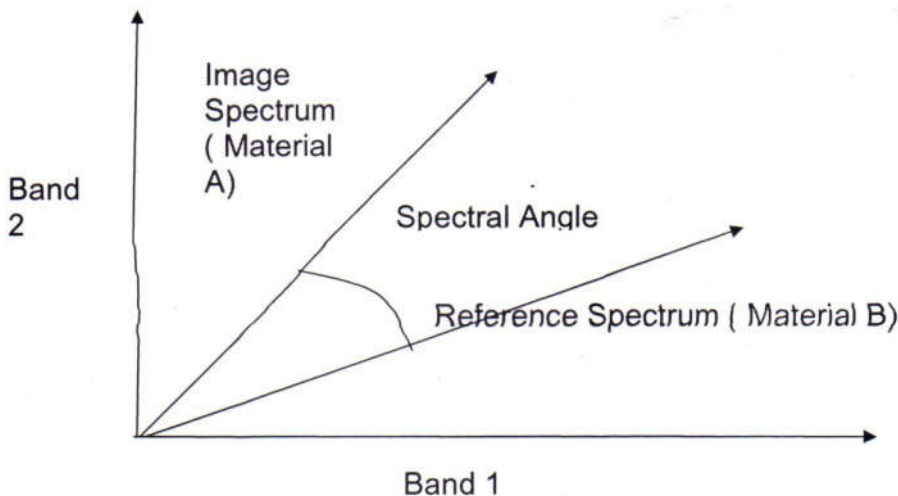
२) पर्यवेक्षित वर्गीकरण :

वर्ग संच विभक्त करण्यासाठी पूर्वनिश्चित नमुना स्वाक्षरी वापरणे आणि प्रतिमांवर प्रक्रिया करणे याला पर्यवेक्षित वर्गीकरण म्हणतात. डेटा सेटचे वर्गीकरण करण्यासाठी पूर्वनिश्चित वर्ग जसे की जमीन वापर, शेती, विविध संसाधने नमुने म्हणून वापरली जाऊ शकतात. पर्यवेक्षित वर्गीकरण जास्तीत जास्त संभाव्यता आणि जवळच्या शेजारी वर्गीकरण यांसारख्या पद्धती वापरून केले जाऊ शकते.

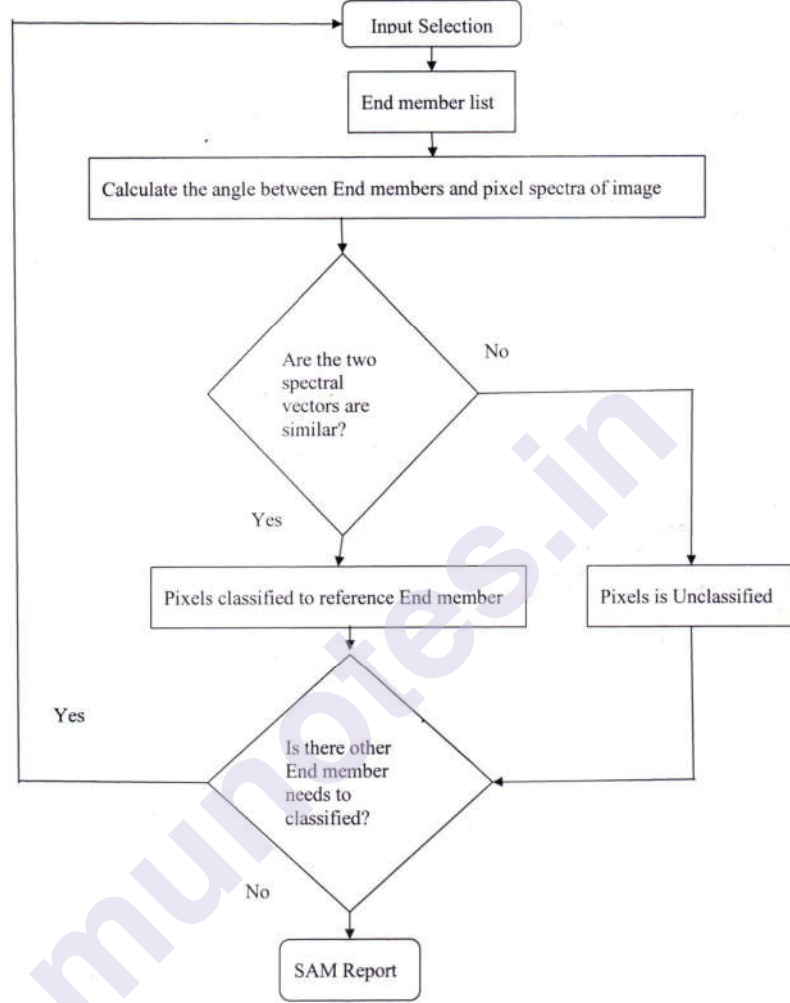
जास्तीत जास्त संभाव्यता वर्गीकरणाची असे गृहीत धरते की प्रत्येक बँडमधील प्रत्येक वर्गासाठी आकडेवारी सामान्यपणे वितरीत केली जाते आणि पिक्सेल विशिष्ट वर्गाशी संबंधित असण्याच्या संभाव्यतेचा अंदाज लावतो. सर्वात जवळचा शेजारी वर्गीकरण बहुसंख्य मतदानाच्या न्यामावर चालतो, असे गृहीत धरतो की सर्व शेजारी चाचणी बिंदूच्या वर्गीकरणात समान योगदान देतात. (योगीनेनी आणि चतुर्वेदी)

२.५.२ स्पेक्ट्रल अँगल मॅपिंग :

स्पेक्ट्रल अँगल मॅपिंग, स्पेक्ट्रल अँगल मॅपिंग किंवा एस ए एम (SAM) नावाची पद्धत वापरते. हायपरस्पेक्ट्रल प्रतिमांचे वर्गीकरण करण्याची ही एक स्वयंचलित पद्धत आहे. हे एएमसीसीआयआय (अमेरिकन स्टँडर्ड कोड फॉर इन्फॉर्मेशन इंटरचेंज) फाईल्स आणि स्पेक्ट्रल लायब्ररीमधून पूर्वनिर्धारित प्रशिक्षण वर्ग वापरते. SAM लागू करण्यासाठी डेटाला रिफ्लेक्स डेटामध्ये रूपांतरीत करणे आवश्यक आहे, जे स्पेक्ट्रल लायब्ररीच्या समतुल्य आहे. ही पद्धत प्रतिमा स्पेक्ट्रल आणि संदर्भ वर्णपट दरम्यान वर्णक्रमीय कोन मोजते. (आकृती २.६)



आकृती २.६ प्रतिमा स्पेक्ट्रमचा 2D स्कॅटर प्लॉट आणि दोन बँड प्रतिमेमध्ये लायब्ररी स्पेक्ट्रम प्रत्येक संदर्भ स्पेक्ट्रमसाठी SAM प्रत्येक प्रतिमा पिक्सेलसाठी वर्णक्रमीय कोन मोजतो. मुळात ते प्रतिमा स्पेक्ट्राची वैयक्तिक स्पेक्ट्राशी तुलना करते. SAM प्रक्रिया आकृती २.७ मध्ये पूर्ण केली जाऊ शकते.



आकृती २.७ SAM प्रक्रिया (योगीनेनी आणि चतुर्वेदी मधून पुन्हा तयार केलेली प्रतिमा)

२.५.३ स्पेक्ट्रल मिक्सिंग :

इमेजिंग स्पेक्ट्रोमीटरने कॅप्चर केलेला डेटा विविध घटकांशी संवाद साधतो. एका पिक्सेलमध्ये एकूण परावर्तित ऊर्जा असते. पिक्सेलद्वारे दर्शविल्या जाणाऱ्या या क्षेत्रामध्ये स्पेक्ट्रल मिश्रित परावर्तित सिग्नल परावर्तित सिग्नल एकत्रित होतात. उदाहरणार्थ, सावली सारखे पिक्सेल सिग्नल स्पेक्ट्रमच्या गडद टोकाशी मिसळली जातात. जेव्हा एखादा उपग्रह प्रतिमा कॅप्चर करतो, त्याच्या रिझोल्यूशनवर अवलंबून, पिक्सेलमध्ये बरीच माहिती असते कारण तो जमिनीवर एक मोठा पॅच असतो. (आकृती २.८) या परिस्थितीत पिक्सेल मिश्रित मानले जातात. अशा प्रकारे योग्य व्याख्येसाठी वर्णक्रमीय मिश्रण आणि अमिश्रण (मिक्सिंग व अनमिक्सिंग बनते).

२.५.४ स्पेक्ट्रल मैचिंग :

समानता जुळणी

24

ओळख जुळणी

यामध्ये असे गृहीत धरले जाते की सध्या स्पेक्ट्रा उपलब्ध आहे आणि ओळखणे आवश्यक आहे.

निर्धारक जुळणी

निर्धारक प्रकारात, अल्गोरिदम अज्ञात आणि संदर्भ स्पेक्ट्राच्या भौमितीय आणि भौतिक पैलूंवर आधारित असतात. यामध्ये युक्लिडीयन डिस्टन्स मेजर (ED), स्पेक्ट्रल अँगल मॅपर (SAM), स्पेक्ट्रल कॉरिलेशन मेजर (SCM), बायनरी एन्कोडिंग (BE) आणि स्पेक्ट्रल फीचर फिटिंग (SFF) तंत्रांचा समावेश आहे. (शनमुगम आणि पेरुमल)

स्टोकास्टिक जुळणी

हे अल्गोरिदम स्पेक्ट्रल इन्फॉर्मेशन डायव्हर्जन्स (SID) आणि कंस्ट्रेड एनर्जी मिनिमायझेशन (CEM) सह लक्ष्य पिक्सेलच्या स्पेक्ट्रल रिफ्लेक्शनच्या वितरणावर आधारित आहेत. (शनमुगम आणि पेरुमल)

२.५.५ ट्यून फिल्टरिंग

हे एक प्रकारचे अनमिक्सिंग आहे. ज्यामध्ये केवळ वापरकर्त्याने निवडलेले लक्ष्य मॅप केले जाते. (Boardman et al., 1995) ० किंवा त्यापेक्षा कमी मूल्य असलेल्या कोणत्याही पिक्सेलचा पार्श्वभूमी म्हणून अर्थ लावला जातो. जुळलेल्या फिल्टरिंगमध्ये एक समस्या येऊ शकते; हे चुकीचे सकारात्मक परिणाम तयार करू शकते. या समस्येचा एक उपाय म्हणजे “अव्यवहार्यता” ची गणना करणे. अव्यवहार्यता आवाज आणि प्रतिमा दोन्ही आकडेवारीवर आधारित आहे. उच्च अव्यवहार्य मूल्यांसह पिक्सेल खोटे सकारात्मक मानले जातात.

मॅचड फिल्टरिंग (MF) करण्यासाठी आणि परिणामांमध्ये अव्यवहार्य प्रतिमा जोडण्यासाठी मॅचड फिल्टरिंग (MTMF) वापरू शकता.

२.६ हायपर-स्पेक्ट्रल उपग्रह प्रणाली : सेन्सर्स, कशा वैशिष्ट्ये, उपग्रह प्रणालीचे वर्णन, डेटा प्रोसेसिंग पैलू

अनुप्रयोग

२.६.१ हायपर-स्पेक्ट्रल उपग्रह प्रणाली :

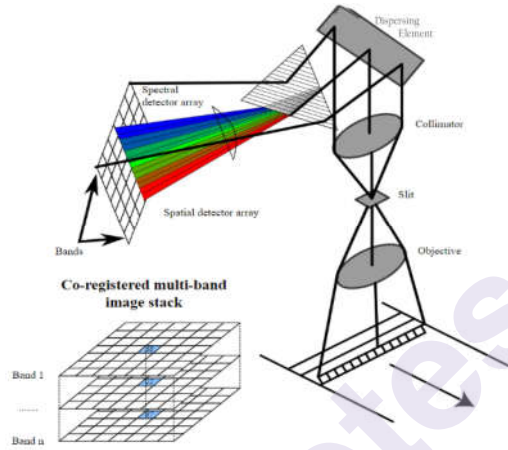
गेल्या कही वर्षात रिमोट सेन्सिंगच्या क्षेत्रात नवीन तंत्रज्ञान विकसित होत आहे. हायपरस्पेक्ट्रल रिमोट सेन्सिंग 3D, शेकडो बँडसह उच्च मितीय डेटा यांसारखे तंत्रज्ञान उपलब्ध आहे.

हायपरस्पेक्ट्रल सेन्सर :

हायपरस्पेक्ट्रल सेन्सर इमेज कॅप्चर करण्यासाठी इमेज स्पेक्ट्रोस्कोपी तंत्र वापरतात. हे स्पेक्ट्रोमीटर पुढे विभागले जाऊ शकतात.

व्हिस्कब्रूम इमेज स्पेक्ट्रोमीटर :

व्हिस्कब्रूम इमेज स्पेक्ट्रोमीटर हे ऑप्टो-मेकॅनिकल उपकरण उपकरण आहे आणि सुमारे २०० स्पेक्ट्रल चॅनेल तयार करू शकतात. समतल आरसा स्पेक्ट्रोमीटरवर रेडीएशन परावर्तित करतो परिणामी माहितीच्या परावर्तक श्रेणीची मालिका तयार होते. उदाहरणार्थ एअरबोर्न व्हिजिबल/ इन्फ्रारेड इमेजिंग स्पेक्ट्रोमीटर (ए.व्हीआय.आर.आर.आय.एस)



आकृती २.१० इमेज स्पेक्ट्रोमीटरचे कार्य (पर्यावरणीय प्रक्रिया, स्पिंगरोपेन)

पुशब्रूम इमेज स्पेक्ट्रोमीटर :

हे स्पेक्ट्रोमीटर द्विमितीय सी.सी.डी (CCD) अॅरे डिटेक्टर वापरते, जे फोकल प्लेनवर स्थित आहे. हे तरंगलांबीनुसार रेडीएशन वेगळे करते. स्कॅलर ट्रॅक्वर काम करतो जे स्वार्थ निर्धारित करतात. उदाहरणार्थ एअरबोर्न इमेजिंग स्पेक्ट्रोमीटर (एआयएस)

निवडलेल्या एअरबोर्न इमेजिंग स्पेक्ट्रोमीटर सिस्टम

स्पेसबोर्न हायपरस्पेक्ट्रल इमेजर्स

स्पेन्सर (एजन्सी)	बँड संस्था	वर्णपटकव्हेरेज (nm)	बँड रुंदी FWHM 9 nm वर	GIFOV (mrad) (m)	FOV (डिग्री) (किमी)	डेटा उपलब्ध	लॉच तारीख
NIMS (NASA/JPL)	504	700-5100	10	0.5	20 pixels	Full Cube	Flown (extra- terrestrial mission)
VIMS (NASA/ JPL)	320	400-5000	15	0.5	70 pixels	Full Cube	Flown (extra- terrestrial mission)

UVISI (US Military)	>200	380-900 110-900	1-3	(100-1000)	(25)	Full Cube	MSX spacecraft (1994)
MODIS (NASA/ EOS)	36	415-2130 3750-4570 6720-14240	10-500	(250-1000)	(2330)	Sub cube	EOS AM platform (1998) EOS PM platform (2000)
MERIS (ESA/ EOS)	15 (selectable)	400-1050	2.5-10 (selectable)	(300)	(1450)	Sub cube	ESA-POEM I AM platform (1998)
PRISM (ESA/ EOS)	-150-200 1 3	450-2350 3800 8000-12300	10-12 600 1000	(50)	(50)	Full Cube	Design stage
CIS (China)	30 6	VNIR SWIR/MWIR/TIR	20	(402)	90	Full Cube	Design stage
HSI (TRW)	128 256	400-1000 900-2500	5.00 6.38	(30)	(7.7)	Full Cube	LEO s/c platform (1996)

तक्ता २.४ स्पेसबर्न हायपरस्पेक्ट्रल इमेजर्स आणि स्पेसिफिकेशन्स (हर्नाडेझ-बॅकेरो)

एअरबोर्न हायपरस्पेक्ट्रल इमेजर्स :

सेन्सर(एजन्सी/ कंपनी) IFO V (mrad) (GIFOV (m))	FOV(⁰) किमी	डेटा उत्पादन	ऑपरेशन कालावधी	डेटा उत्पादन	लॉच तारीख
AAHIS (SAIC)	288	433-832	6.0	Image Cube	since 1994
AHS (Daedalus)	48	440-12700	20-1500	Image Cube	since 1994
AIS-1 (NASA/ JPL)	128	900-2100	9.3	Image Cube	1982-1985
AIS-2 (NASA/JPL)	128	1200-2400 800-1600 1200-2400	10.6	Image Cube	1985-1987
AISA (Karelsilva Oy)	286	450-900	1.56-9.36	Image Cube	since 1993

AMSS (GEOSCAN)	32 8 6	490-1090 2020-2370 8500- 12000	20.0-71.0 60.0 550-590	Image Cube	since 1985
ARES (Lockheed)	75	25.0-70.0	Image	Cube	since 1985
ASAS (NASA/GSFC) upgraded ASAS	29 62	455-873 400-1060	15.0 11.5	Image Cube (7 viewing angles) +45(deg)/- 45(deg) Image Cube	1987-1991 since 1992
ASTER Simulator (DAIS 2815) (GER)	1 3 20	700-1000 3000-5000 8000- 12000	300.0 600-700 200	Image Cube	since 1992
AVIRIS (NASA/JPL)	224	400-2450	9.4 -16.0	Image Cube	since 1987
CASI (Itres Reasearch)	2280 up to 15	430-870 (nominal)	2.9	Profiles Image	since 1989
CAMODIS (China)	64 24 1 2	400-1040 2000-2480 3530-3940 10500- 12500	10.0 20.0 410.0 1000.0	Image Cube	since 1993
DAIS – 7915 (GER/DLR/JPL)	32 8 32 1 6	498-1010 1000-1800 70-2450 3000-5000 8700- 12300	16.0 100.0 15.0 2000.0 600.0	Full Cube	since 1994
DAIS – 16115 (GER)	76 32 32 6 12 2	400-1000 1000-1800 2000-2500 3000-5000 8000- 12000 400-1000	8.0 25.0 16.2 333.0 333.0	Full Cube Stereo	since 1994

DAIS – 3715 (GER)	32 1 2 1 1	360-1000 1000-2000 2175-2350 3000-5000 8000-12000	20 1000 50 2000 4000	Full Cube	since 1994
FLI/PMI (MONITEQ)	288 8	430-805	2.5	Full Cube (Profiles) Sub Cube	1984-1990
GERIS (GER)	24 7 32	400-1000 1000-2000 2000-2500	25.4 120.0 16.5	Full Cube	since 1986
HSI (SAIC)	128	400-900	4.3	Full Cube	until 1994
HYDICE (Navel Research Laboratory)	206	400-2500	7.6-14.9	Full Cube	since 1995
ISM (DES/IAS/OPS)	64 64	800-1700 1500-3000	12.5 25.0	Full Cube	since 1991
MAS (Daedalus)	9 16 16 9	529-969 1395-2405 2925-5325 8342-14521	31-55 47-57 142-151 352-517	Full Cube	since 1993
MAIS (China)	32 32 7	450-1100 1400-2500 8200-12200	20 30 400-800	Full Cube	1990
MEIS (McDonnell Douglas)	>20	350-900	2.5	Full Cube	since 1992
MISI (RIT)	60 1 1 3 4	400-1000 1700 2200 3000-5000 8000-14000	10 50 50 2000 2000	Full Cube	from 1996
MIVIS (Daedalus)	20 8 64 10	433-833 1150-1550 2000-2500 8200-127000	20.0 50.0 8.0 400.0/500.0	Full Cube	since 1993

MUSIC (Lockheed)	90 90	2500-7000 6000-14500	25-70 60-1400	Full Cube	since 1989
ROSIS (MBB/GKSS/DLR)	84 30	430-850	4.0/12.0	Full Cube Sub-Cube	since 1993
RTISR (Surface Optics Corp.)	20 or 30	400-700 (900)	7.0-14.0 (19.0)	Full Cube	since 1994
SFSI (CCRS)	120	1200-2400	10.0	Full Cube Sub-Cube	since 1994
SMIFTS (U.of Hawaii)	75 35	1000-5200 3200-5200	(100 cm-1) (50 cm-1)	Full Cube	since 1993
TRWIS-A	128	430-850	3.3	Full Cube	since 1991
TRWIS-B	90	430-850	4.8	Full Cube	since 1991
TRWIS-II	99	1500-2500	11.7	Full Cube	since 1991
TRWIS-III (TRW)	396	400-2500	5.0/6.25	Full Cube	since 1991
Hybrid VIFIS (U. of Dundee)	30 30	440-640 620-890	10-14 14-18	Full Cube	since 1994
WIS-FDU (Hughes SBRC)	64	400-1030	10.3	Full Cube	1992
WIS-VNIR (Hughes SBRC)	17 67	400-600 600-1000	9.6-14.4 5.4-8.6	Full Cube	1995
WIS-SWIR (Hughes SBRC)	41 45	1000-1800 1950-2500	20.0-37.8 18.0-25.0	Full Cube	1995

तक्ता २.५ एअरबोर्न हायपरस्पेक्ट्रल इमेजर्स आणि स्पेसिफिकेशन्स (हर्नाडेझ-

२.६.१ हायपरस्पेक्ट्रल प्रतिमा विश्लेषणाचे अनुप्रयोग :

- १) खनिजे शोधणे आणि खनिज लक्ष्यीकरण आणि मॅपिंग लागू लागू करणे.
- २) मातीचे गुणधर्म जसे की आर्द्रता, सेंद्रिय सामग्री आणि क्षारता शोधणे.
- ३) वनस्पती प्रजाती ओळखण्यासाठी (क्लार्क एट अल., 1995) वनस्पती कॅनोपी रसायनशास्त्र (अंबर आणि मार्टिन, 1995)
- ४) आंशिक वनस्पती छताखाली वाहने आणि इतर लष्करी लक्ष्य शोधणे
- ५) ढग, एरोसेल परिस्थिती आणि पाण्याची वाफ यांसारख्या वातावरणातील मापदंडांचा अभ्यास.

- ६) समुद्रशास्त्रात : फायटोप्लॅक्टनचा शोध, पाण्याच्या गुणवत्तेची तपासणी, किनारपट्टीवरील धूप निरीक्षण.
- ७) बर्फाचे आच्छादन, पृष्ठभाग अल्बेडो आणि बर्फाचे पाणी समतुल्य स्थानिक वितरण ओळखणे.
- ८) तेल गळती: वारा, लाटा आणि भर्ती-ओहोटीमुळे प्रभावित झालेले क्षेत्र ओळखणे, नुकसानीचे जलद मुल्यांकन.
- ९) संरक्षण आणि साफसफाईसाठी पर्यावरणाच्या दृष्टीने संवेदनशील क्षेत्रांना लक्ष्य केले जाऊ शकते. (gisresources)

२.७ सारांश

रिमोट सेन्सिंग म्हणजे विविध प्लॅटफॉर्मवरून (EM) रेडीएशनचे डेटा संपादन, रिमोट सेन्सिंग डेटा पृथ्वीवरील उत्कृष्ट भौमितिक, अवकाशीय, वर्णक्रमीय, रेडीओलॉजिकल आणि ऐहिक माहिती प्रदान करतो. सतत देखरेख आणि विश्लेषणासह, सुधारित तंत्रज्ञान पृथ्वी आणि तिच्या प्रणालींबद्दल महत्त्वपूर्ण माहिती प्रदान करते. हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग तंत्रज्ञानातील सर्वात नवीन आणि वेगाने वाढणारे आहे. या युनिटमध्ये आपण इमेजिंगचे कामकाज आणि विविध प्लॅटफॉर्म समजून घेण्याचा प्रयत्न केला. आपण विविध हायपरस्पेक्ट्रल सेन्सर्सबद्दल देखील शिकलो.

२.८ तुमची प्रगती/ व्यायाम तपासा.

१) खरे किंवा खोटे उत्तर द्या.

- i) पुशब्रूम स्पेक्ट्रोमीटर द्विमितीय सीसीडी अॅरे डिटेक्टर वापरतो.
- ii) जेव्हा स्पेक्ट्रम अरुंद अंतराने वाढवले जाते तेव्हा ते हायपरस्पेक्ट्रल सेन्सर्स बनते.
- iii) हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग तंत्र हे रिमोट आणि इमेजिंगचे संयोजन आहे.
- iv) हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग 3D स्वरूपात आहे.
- v) हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंगच्या एप्लिकेशन्सपैकी एक म्हणजे फायटोप्लॅक्टनचा शोध.

२) खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या. (MCQ)

- i) हायपरस्पेक्ट्रल रिमोट सेन्सिंग सिस्टीम एकाच वेळी तुलानी ----- बँडविड्थच्या 100 स्पेक्ट्रल बँड रेकॉर्ड करतात.
 - a. अरुंद
 - b. व्यापक
 - c. लांब
 - d. मोठा

ii) ----- क्लासिफिकेशन मशीन किंवा अल्गोरिदममध्ये क्लास कसे करायचे आणि कोणत्या पिक्सेलला वर्ग म्हणून एकत्र करायचे याचे निर्णय घेतात.

भौगोलिक अभ्यासात सुदूर
संवेदन तंत्राचा अनुप्रयोग

- a. पर्यवेक्षित
- b. अनपर्यवेक्षित
- c. अरुंद
- d. सप्रेसड

iii) ----- ही हायपरस्पेक्ट्रल प्रतिमांच्या वर्गीकरणाची एक स्वयंचलित पद्धत आहे.

- a. TMH
- b. TWIIE
- c. SAM
- d. USR

iv) ----- डेटाची तुलना ज्ञात सामग्रीच्या फील्ड आणि स्पेक्ट्राशी केली जाऊ शकते.

- a. पर्यवेक्षित
- b. अनपरवाइंड
- c. कॅलिब्रेटेड
- d. सप्रेसड

v) ----- इमेज स्पेक्ट्रोमीटर एक ऑप्टो-मेकॅनिकल उपकरण आहे.

- a. पुशब्रूम
- b. व्हिस्कब्रूम
- c. फॉरवर्डब्रूम
- d. अपब्रूम

३) खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या.

- i) ॲप्लिकेशन्स ऑफ हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग वर एक टीप लिहा.
- ii) मल्टीस्पेक्ट्रल आणि हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंगमधील फरक सांगा.

- iii) वर्णपट जुळणीचे तपशीलवार वर्णन करा.
- iv) कॅलिब्रेशनवर एक टीप लिहा.
- v) नॉर्मलायझेशन एक टीप लिहा.

२.९ वर एक टीप लिहा. स्व-शिक्षण प्रश्नांची उत्तरे

खरे किंवा खोटे उत्तर

- i) खरे
- ii) खोटे
- iii) खरे
- iv) खरे
- v) खरे

खालील प्रश्नांची उत्तरे द्या.

- i) अरुंद
- ii) अनपर्यवेक्षित
- iii) SAM
- iv) कॅलिब्रेटेड
- v) व्हिस्कब्रूम

२.१० कार्य

जगातील विविध हायपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग उपग्रह मोहिमांवर तपशीलवार लेख लिहा.

२.११ संदर्भ

- 1) Agarwal, N. K. (2006), Essentials of GPS (Second Edition), Book Selection Centre, Hyderabad
- 2) American Society of Photogrammetry (1983) : Manual of Remote Sensing, ASP Palis Church, V.A.
- 3) Barrett, E.G. and Curtis, L.F.(1992) : Fundamentals of Remote Sensing in Air Photo-interpretation, McMillan, New York 7.

- 4) Bernhardsen, Tor (2002) : Geographical Information Systems : An Introduction, Third Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- 5) Burrough, Peter A and McDonnell, R.A. (1998) : Principles of Geographical Information Systems, Oxford University Press, Mumbai.
- 6) Campbell. J. (1989) : Introduction to Remote Sensing, Guilford, New York.
- 7) Clerk, Keith C. (1998) : Getting Started with Geographic Information Systems, Prentice-Hall, Inc. N.J.
- 8) Curran, Paul, J. (1998) : Principles of Remote Sensing, Longman, London
- 9) Heywood, I. et al (2002) : An Introduction to Geological Systems, Pearson Education Limited, New Delhi.
- 10) Illiffe, J.C. (2006), Datums and Map Projections for Remote Sensing, GIS and Surveying, Whittles Publication, New York.
- 11) Jonson. R.J. (2003) : Remote Sensing of the Environment – An Earth Resources Perspective, Person Education Series in Geographical Information Science, Keith C. Clarke (Series editor) Person Education Private Limited (Singapore), New Delhi.
- 12) Joseph, G. (2009) : Fundamentals of Remote Sensing, Universities Press (India) Pvt. Ltd., Hyderabad
- 13) Lillesand and Thomas and Ralph Kifer (1994). Remote Sensing and Image Interpretation, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- 14) Parkar, R.N. (2008), GIS and Spatial Analysis for the Social Science, Routledge, New York.
- 15) Paul Longley (2005), Geographic Information Systems and Science, John Wiley & Sons.
- 16) Pickles, John (2006), The Social Implication of Geographic Information Systems. Rawat Publications, Jaipur.
- 17) Rafael C (2002), Digital Image Processing, Pearson Education P. Ltd. Singapore
- 18) Star, Jeffrey and John Estes (1996), Geographical Information Systems : An Introduction, Prentice-Hall, Inc., N.J.

- 19) Shekhar, S and Chawla, S, (2009), Spetial Databases : A Tour, Pearsons Education, Delhi.
- 20) Tempfli, t.K. Kerle, N., huurememan, G.C., and Janssen, L.L.F. (2009), Principles of Remote Sensing, ITC, Netherlands.

पुढील वाचनासाठी संदर्भ :

1. Birkin, mark et al (1996), Intelligent GIS GeoInformation International, Cambridge.
2. Chrisman, Nicholas (1997), Exploring Geographic Information Systems, John Wiley and Sons Inc. New York.
3. Hard, R.M. (1989) : Digital Image Processing of Sensed data, AcademicPress, New York.
4. Io. C.P. (1986) : Applie Remote Sensing, Longmon, Scientific and Technical, harlow, Essex.
5. Lunder, D. (1959) : Aerial Photography Interpretation : Principles and Applications, McGrawHill, New York.
6. McCoy, Roger M. (2006), Field methods in Remote Sensing, Rawat Publications Jaipur.
7. Prater, W.K. (1978) : Digital image Processing, john Wiley, New York.
8. Rao, D.P. (eds.) (1998) : Remote Sensing for Earth Resources, Association of Exploration Geologist, Hyderabad.
9. Sabins, F. (1982) : Remote Sensing : Principles and Applications, Freeman and Co., new York.
10. Spencer, John (2003) Global Positioning System : A Field Guide for the Social Scientists, Blackwell Publishing, malden, USA.
11. Verrtappen, H. th. (1977) : remite Sensing in Geomorphogy, Elsevier Scientific Publication Company, Amsterdam.
12. Warrin, R. Philipson (1997) : Manual of Photographic Interpretations, American Society for
13. Rechards, john. R. and Jia, X., 1999 : Remote Sensing Digital Image Analysis, Springer

14. Schowengerdt, Robert A, 1997 : Remote Sensing Modals and Methods for image Processing, Acadeic Press.
15. Tong, Q., Tian Q., Pu,O., and Zhao, C., 2001, Spectrsopic determination of wheat Water status using 1650-1850 nm spectral absorption features, int. J. Rs. Vol 22, No, 12, 2329-2338
16. Dyer, Johen. R. 1994 : Application of absorption Spectroscopy of Organic Compounds, Prentice Hall of India.
17. Curran, Paul. J., 2001, Imaging spectrometry for ecological application, JAG, Vol.3-Issue 4,305-312
18. Photogrammetry and Remote Sensing, Maryland, U.S.A.

इंटरनेट संदर्भ :

<https://www.n2yo.com/satellites/?c=10>

<https://ecampusontario.pressbooks.pub/remotesensing/chapter/chapter-2-radiometric-measurements/>

<https://www.egyankosh.ac.in/bitstream/123456789-39539-1-Unit-10.pdf>

<https://crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/process.htm>

https://www2.geog.soton.ac.uk/users/travesr/obs/rseo/types_of_sensor.html

https://semiautomaticclassificationmanual-v5.readthedocs.io/en/latest/remote_sensing.html#id31

<https://egyankosh.ac.in/bitstream/123456789-39533-1-Unit-5.pdf>

<https://www.nrcan.gc.ca/maps-and-publications/satellite-imagery-and-air-photos/tutorial-fundamentals-remote-sensing/satellites-and-sensorrs/radiometric-resolution/9379>

<https://www.rssj.or.jp/eng/> and Japan Association of Remote Sensing

<https://speclab.cr.usgs.gov/spectral-lib.html> for spectral Library

https://gisresources.com/fundmemtals-of-hyperspectral-remote-sensing_2/

<https://www.atascientific.com.au/spectrometry/>

https://www.photonics.com/Articles/Hyperspectral_Imaging_Spectroscopy_A_look_at/a25139

https://www.13harrisgeospatial.com/does/whole-pixel_hyperspectral_analysis_tutorial.html

<https://www.intechopen.com/chapters/70188>

<https://builtin.com/data-science-step-step-explanation-principal-component-analysis>

<https://www.13harrisgeospatial.com/docs/mtmf.html>

<https://spacejournal.ohio.edu/pdf/shippert.pdf>

https://www.academia.edu/10024117-Spectral_matching_approaches_in_hyperspectral_image_processing_PL_EASE_SCROLL_DOWN_FOR_ARTICLE_page_terms_and_conditions_REVIEW_ARTICLE_Spectral_matching_approaches_in_hyperspectral_image_processing[https://gcs-](https://gcs-docs.s3.amazonaws.com/EVWHS/Miscellaneous/Whitepapers/White_MineralSpace.htm)

[docs.s3.amazonaws.com/EVWHS/Miscellaneous/Whitepapers/White_MineralSpace.htm](https://gcs-docs.s3.amazonaws.com/EVWHS/Miscellaneous/Whitepapers/White_MineralSpace.htm)

https://www.cis.rit.edu/class/cimg707/Web_Pages/Survey_report.htm

मराठी ग्रंथ संदर्भ :

दूरसंवेदन, डॉ. श्रीकांत कार्लेकर, डायमंड, पब्लिकेशन्स

भौगोलिक माहिती प्रणाली,, डॉ. श्रीकांत कार्लेकर, डायमंड पब्लिकेशन्स

दूरसंवेदन, वि.वि.पेशवा, मराठी विज्ञान परिषद प्रकाशन



एरियल फोटोग्राफी: (तासीका १५)

घटक रचना :

- ३.१ एरियल कॅमेराचा परिचय, प्रतिमेच्या गुणवत्तेवर परिणाम करणारे घटक,
- ३.२ हवाई छायाचित्रांचे प्रकार फोटोग्राफिक रिझोल्यूशन आणि रेडिओमेट्रिक वैशिष्ट्ये.
- ३.३ फोटोग्रामेट्रीची मूलभूत तत्वे: परिचय आणि व्याख्या साधी भूमिती
- ३.४ अनुलंब हवाई छायाचित्र रिलीफ आणि टिल्ट डिस्प्लेसमेंट स्टिरिओस्कोपी, पॅरलॅक्स समीकरण; उड्डाण नियोजन स्केल आणि उंचीचे निर्धारण.

३.१ एरियल कॅमेराचा परिचय, प्रतिमेच्या गुणवत्तेवर परिणाम करणारे घटक

३.१.१. परिचय

हवेतून छायाचित्रण करणे हे मुळात हवाई छायाचित्रण म्हणून ओळखले जाते. 'एरियल' हा शब्द १७व्या शतकाच्या सुरुवातीला लॅटिन शब्द एरिअल आणि ग्रीक शब्द एरिओस यावरून आला. "फोटोग्राफी" हा शब्द आहे साधितपासून दोन ग्रीक शब्द फॉस अर्थ "प्रकाश" आणि ग्राफियन "लेखन" म्हणजे "लेखन करणे प्रकाश"

एरियल फोटोग्राफी रिमोट सेन्सिंगच्या शाखेत येते. ज्या प्लॅटफॉर्मवरून रिमोट सेन्सिंग निरीक्षण केले जाते ते विमान आणि उपग्रह आहेत कारण ते सर्वात व्यापक आणि सामान्य प्लॅटफॉर्म आहेत. एरियल फोटोग्राफी हा रिमोट सेन्सिंगचा एक भाग आहे आणि त्याचे स्थलाकृतिक मॅपिंग, अभियांत्रिकी, पर्यावरणीय विज्ञान अभ्यास आणि तेल आणि खनिजे इत्यादींच्या शोधात विस्तृत अनुप्रयोग आहेत. विकासाच्या सुरुवातीच्या टप्प्यात, फुगे आणि पतंगांपासून हवाई छायाचित्रे मिळविली गेली परंतु विमानांच्या शोधनंतर १९०३ मध्ये हवाई छायाचित्रांसाठी विमानांचा मोठ्या प्रमाणावर वापर केला जात आहे.

सूर्य ऊर्जेचा स्रोत (विद्युत चुंबकीय विकिरण किंवा EMR) प्रदान करतो आणि प्रकाश संवेदनशील फिल्म प्रतिमा रेकॉर्ड करण्यासाठी सेन्सर म्हणून कार्य करते. छायाचित्रांच्या प्रतिमांमध्ये पाहिलेले वैविध्य चित्रपटावर नोंदवल्याप्रमाणे वस्तूंमधून परावर्तित होणारी ऊर्जाभिन्न प्रमाणात दर्शवते. आजकाल एरियल फोटोग्राफीदेखील डिजिटल झाली आहे जिथे परावर्तित इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक रेडिएशनची मूल्ये डिजिटल संख्यांमध्ये रेकॉर्ड केली जातात.

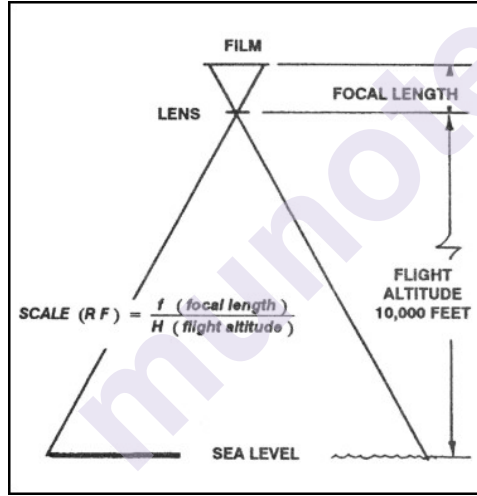
हवाई छायाचित्र म्हणजे हवाई वाहनातून घेतलेले कोणतेही छायाचित्र (विमान, ड्रोन, फुगे, उपग्रह, आणि त्यामुळे पुढे). दहवाई फोटो आहे अनेक वापरते मध्ये लष्करी ऑपरेशन्स;

तथापि, च्या साठी दउद्देशच्या हे मॅन्युअलते इच्छा असणे मानले प्रामुख्याने म्हणून नकाशा
पूरक किंवा नकाशा पर्याय प्रतिमेच्या गुणवत्तेवर परिणाम करणारे घटक

३.१.२ एरियलप्रभावितकरणारेघटकफोटोग्राफीस्केल

स्केलची व्याख्या हवाई छायाचित्रावरील दोन प्रतिमा आणि वास्तविक यांच्यातील अंतराचे
गुणोत्तर म्हणून केली जाते. अंतर यांच्यातील दत्याच दोन गुण/वस्तूवर द जमीन, मध्ये इतर
शब्द दप्रमाण f/H (कुठे f आहे द फोकल लांबीच्या द कॅमेरालेन्स आणि एच आहे द उडत
उंचीवर द अर्थ भूप्रदेश), आकृती १ मध्ये दर्शविलेले आहे. छायाचित्रातून दुस-या स्केलमध्ये
बदल हे उड्डाण उंचीमधील फरकांमुळे आहे आणि इतर घटक जे स्केलच्या फरकांवर
परिणाम करतात ते झुकणे आणि आराम विस्थापन आहेत. हवाई छायाचित्र, प्रतिमा उच्च
दर्जाची असावी. चांगल्या प्रतिमेच्या गुणवत्तेची हमी देण्यासाठी, अलीकडील विकृती-मुक्त
कॅमेरे वापरले जातात.

कॅमेऱ्यांच्या काही नवीनतम आवृत्त्यांमध्ये फॉरवर्ड मोशनचे परिणाम दूर करण्यासाठी किंवा
कमी करण्यासाठी इमेजमोशन कंपेन्सेशन डिवाइसेस आहेत. अवलंबून वर द आवश्यकता,
वेगळेलेन्स/फोकल लांबी/चित्रपट/फिल्टर संयोजन घेतले जाऊ शकते वापर छायाचित्राचे
प्रमाण कॅमेरा/फिल्म/फिल्टर



३.१.३ संयोजन हवाई कॅमेरा:

एरियल कॅमेरे हे विशेष कॅमेरे आहेत जे मॅपिंगसाठी तयार केले जातात ज्यात उच्च
भौमितिक आणि रेडिओमेट्रिक अचूकता असते. एअरबोर्न कॅमेरा अचूकतेने बनविला गेला
आहे आणि भौमितिक निष्ठा आणि गुणवत्तेमध्ये परमतेने वेगाने मोठ्या संख्येने
चित्रपट/छायाचित्रे उघड करण्यासाठी हेतुपुरस्सर डिझाइन केले आहेत. एरियल
कॅमेऱ्यांमध्ये सामान्यतः मध्यम ते मोठ्या स्वरूपाचे असते, ज्यामध्ये चांगल्या दर्जाची लेन्स
असते, एक मोठे फिल्म मॅगझिन, लेन्स ठेवण्यासाठी एक माउंट, कॅमेरा उभ्या स्थितीत
आणि एक मोटर असते. ड्राइव्हएरिअल मॅपिंग कॅमेरा (सिंगल लेन्स), रेकोनिसन्स असे
विविध प्रकारचे एरियल कॅमेरे आहेत. कॅमेरा, पट्टीकॅमेरा, विहंगम कॅमेरा, बहु-लेन्सकॅमेरा,
मल्टीबॅंड एरियल कॅमेरे, डिजिटल कॅमेरा इत्यादी

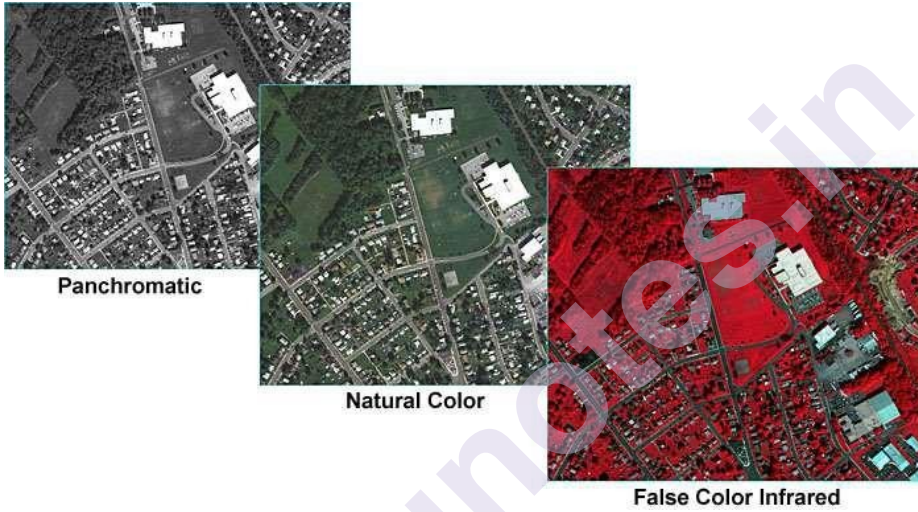
हवाई प्रतीमा:

एरियल फोटोग्राफी: (तासीका १५)

एरियल फिल्म ही एक स्थिर अँटी-हॅलेशन बेसवर ठेवलेली मल्टी लेयर इमल्शन आहे. साधारणपणे हवाई चित्रपट असतात उपलब्ध मध्ये रोलते आहे फुलीविभागच्या बदल १० इंचमध्ये रुंद आणि २०० करण्यासाठी ५०० फूटमध्ये लांबी.

प्रतीमेचे प्रकार:

वेगवेगळ्या उद्देशांसाठी आणि अद्वितीय परिस्थितीसाठी उपयुक्ततेवर अवलंबून, विविध प्रकारचे चित्रपट उपलब्ध आहेत जे वापरले जातात. पंचक्रोमॅटिक आणि नैसर्गिक रंगीत चित्रपट हे दोन सर्वात जास्त वापरले जाणारे चित्रपट आहेत. इन्फ्रारेड आणि खोट्या रंगांसह हे दोन चित्रपट हवाई छायाचित्रणात वापरले जाणारे मूलभूत माध्यम बनवतात. अंजीर मध्ये खाली दर्शविल्याप्रमाणे.



छायाचित्रांचे प्रकार

पंचरंगी:

पंचक्रोमॅटिक, ज्याला अधिक वेळा काळा आणि पांढरा संबोधले जाते, हा फोटोग्रामेट्रीसाठी वापरला जाणारा सर्वात सामान्यपणे सामना केलेलीप्रतीमा आहे. संवेदनशील थरामध्ये चांदीचे मीठ (ब्रोमाइड, क्लोराईड आणि हॅलाइड) क्रिस्टल्स असतात जे शुद्ध जिलेटिन कोटिंगमध्ये निलंबित केले जातात जे प्लास्टिक बेस शीटवर बसतात. इमल्शन इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक स्पेक्ट्रमच्या दृश्यमान (0.4- ते 0.7- μm) भागासाठी संवेदनशील आहे.

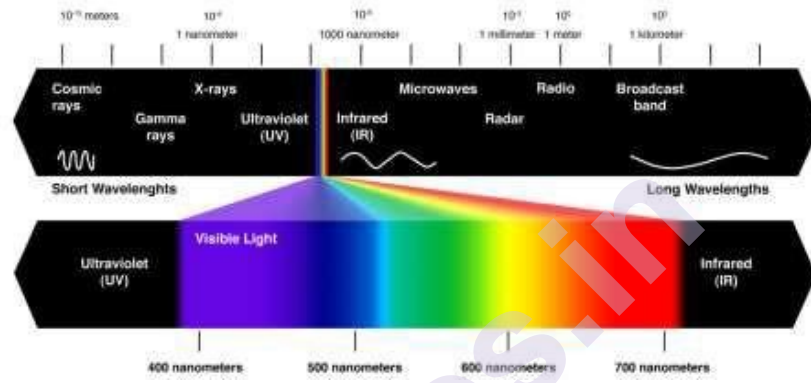
रंग :

नैसर्गिक रंग हा खरा रंग म्हणूनही ओळखला जातो फिल्म.. मल्टीलेयर इमल्शन इलेक्ट्रो मॅग्नेटिक स्पेक्ट्रमच्या दृश्यमान क्षेत्रासाठी संवेदनशील आहे. जिलेटिनचेती नथर आहेत ज्यात संवेदनायुक्त रंग आहेत, प्रत्येकी एक निळा (0.4–0.5 μm), हिरवा (0.5–0.6 μm), आणि लाल (0.6–0.7 μm) प्रकाश. हिरवे आणि लालस्तर आहेत तसेच संवेदनशील करण्यासाठी निळातरंग लांबी दृश्यमान प्रकाश लाटा पहिला पास माध्यमातून आणि निळ्या थरावर प्रतिक्रिया द्या आणि नंतर फिल्टरलेयरमधून जा जे निळ्या किरणांचा पुढील मार्ग

थांबवते. हिरव्या आणि लाल लाटा या अडथळ्यातून जातात आणि त्यांच्या संबंधित रंगांना संवेदनशील करतात, ज्यामुळे α रासायनिक प्रतिक्रिया आणि अशाप्रकारे पूर्ण करत आहेद उद्भासन आणि तयार करणे α खरेंरंग प्रतिमा.

इन्फ्रारेड:

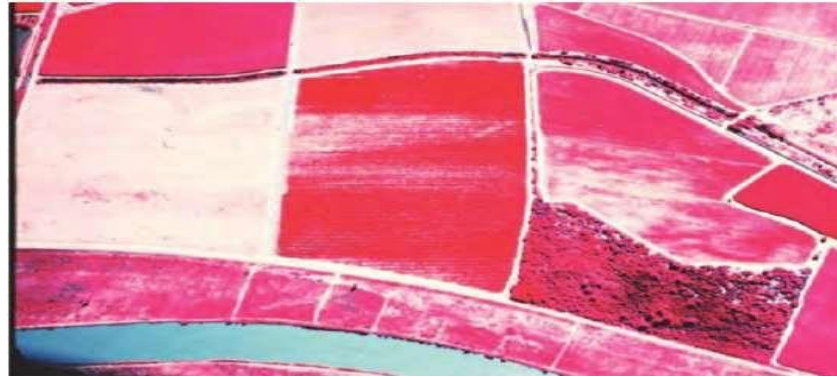
चालू हवाई इन्फ्रारेड चित्रपट आहे देऊ केले म्हणून दोनप्रकार: काळा आणि पांढरा इन्फ्रारेड आणि रंगइन्फ्रारेड काळ्या आणि पांढऱ्या इन्फ्रारेडमध्ये हिरवा ($0.54-0.6 \mu\text{m}$), लाल ($0.6-0.7 \mu\text{m}$), आणि स्पेक्ट्रमच्या जवळच्या अवरक्त ($0.7-1.0 \mu\text{m}$) भागांना इमल्शन संवेदनशील असते आणि ते एक राखाडी-स्केल प्रतिमा प्रस्तुत करते. (चित्र.)



दृश्यमान स्पेक्ट्रम

इन्फ्रारेडरंग :

कलरइन्फ्रारेड फिल्मला सामान्यतः खोटा रंग म्हणतात . मल्टीलेयरइमल्शन आहे साठी संवेदनशील हिरवा ($0.5-0.6 \mu\text{m}$), लाल ($0.6-0.7 \mu\text{m}$), आणि भागच्या द जवळ इन्फ्रारेड ($0.7-1.0 \mu\text{m}$) भाग स्पेक्ट्रमच्या. खोट्या रंगाच्या प्रतिमेमध्ये वनस्पतीजन्य भागात लाल/गुलाबी रंग असतात, ज्याचा रंग प्रकाश संश्लेषण प्रक्रिया किती प्रमाणात सक्रिय आहे यावर अवलंबून असतो. (चित्र:).



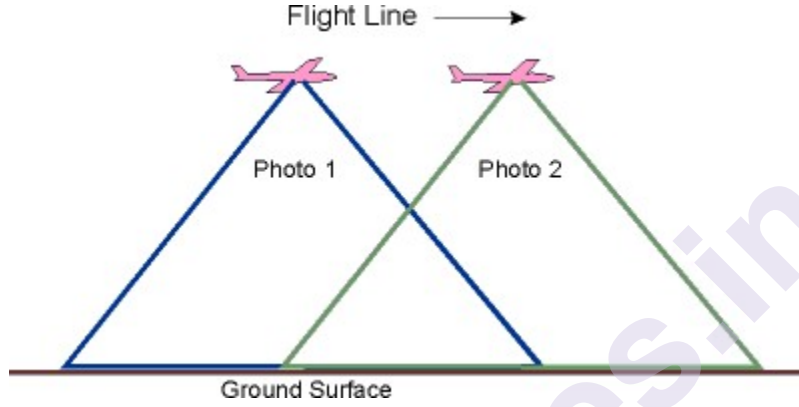
वनस्पति क्षेत्र

उड्डाणाची दिशा:

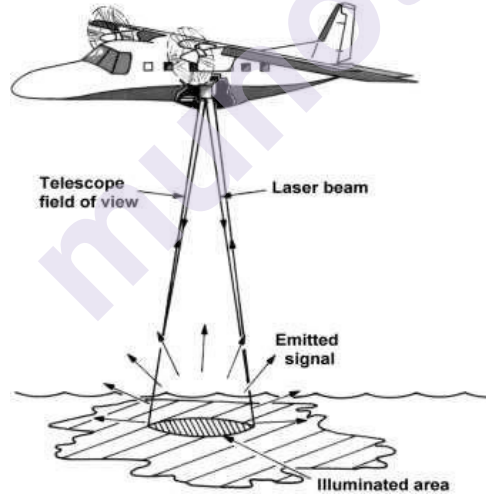
एरियल फोटोग्राफी: (तासीका १५)

नियुक्त केलेल्या उड्डाणात निवडलेले क्षेत्र कव्हर करण्यासाठी एरियल फोटोग्राफी टाइल्समध्ये उडविली जाते. ओळ (आकृती मध्ये दर्शविले आहे).च्या साठी सहजतामध्ये हाताळणी, ते आहे विवेकीकरण्यासाठी ठेवा द संख्याच्या फरशा किमान. त्यामुळे पट्ट्या/टायल्सची उड्डाण दिशा आहेक्षेत्राच्या लांबीच्या बाजूने ठेवली जाते.

ही दिशा नैसर्गिक किंवा मानवनिर्मित वैशिष्ट्यासह कोणतीही योग्य दिशा असू शकते आणि ती स्पष्टपणे निर्दिष्ट केलेली असावी. पुढील ट्रान्समिशन प्रक्रिया आणि डेटा संग्रह आकृती मध्ये दर्शविला आहे.



आकृती क्रमांक : . फ्लाइट लाइन



अंजीर क्रमांक : . फ्लाइटची दिशा आणि सिग्नल प्राप्त करण्याची प्रक्रिया

वेळ:

ज्यावेळी हवाई छायाचित्र काढले जाते ती वेळ खूप महत्वाची असते, कारण लांब, खोल सावळ्य वेगवेगळ्या दिशांनात पशीलांकडे झुकतात, तर लहान/लहान सावळ्या असतात. काही तपशील प्रभावीपणे चिन्हांकित करण्यासाठी आणि छायाचित्राची व्याख्यात्मक मूल्ये

सुधारण्यासाठी सामान्यतः फलदायी ठरतात. अनुभवाच्या आधारे, जेव्हा सूर्याची उंची क्षितिजापेक्षा ३० अंश जास्त असेल किंवा स्थानिक दुपारच्या तीनतास आधी आणि नंतर असेल तेव्हा हवाई छायाचित्रण केले पाहिजे.

हंगाम:

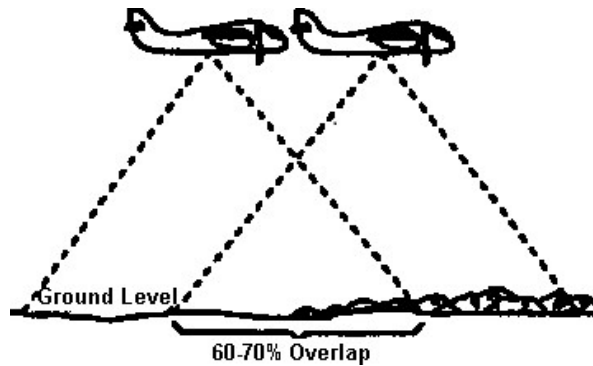
प्रकाशाच्या परावर्तनातील हंगामी फरक, वनस्पतींच्या आवरणातील हंगामी बदल आणि हवामान विषयक घटकांमधील हंगामीबदल हे घटक ऋतूची अनुकूलता निवडण्यासाठी महत्वाचे मुद्दे आहेत. ज्या उद्देशासाठी हवाईछाया चित्रण केले जाते ते देखील हंगाम ठरवते. उदाहरणार्थ, फोटो ग्रामेट्रिक मॅपिंग, भूगर्भीय किंवा मृदा सर्वेक्षणाच्या उद्देशाने, जमीन स्पष्टपणे दृश्यमान शक्य असावी.

३.१.३ वातावरणीय परिस्थिती:

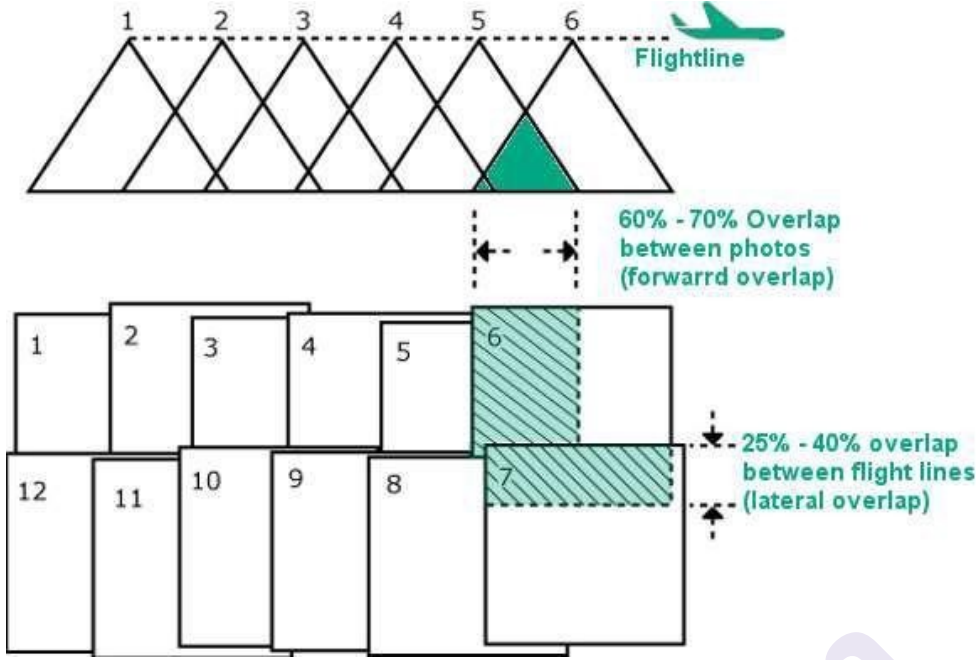
वरती सांगितल्याप्रमाणे, वातावरणातील कण (धूर किंवा धूळ) आणि वायूंचे रेणू विखुरल्यामुळे, विशेषतः जड कणांमुळे तीव्रता कमी करते; म्हणून, फोटोग्राफीसाठी सर्वोत्तम वेळ म्हणजे जेव्हा आकाश निरभ्र असते, जे भारतात साधारणपणे नोव्हेंबर ते फेब्रुवारी असते. पूर्व दरम्यान धूळ आणि धूर उपस्थिती पावसाळ्यातील उन्हाळ्याचे महिने आणि पावसाळ्यातील ढग या काळात हवाई छायाचित्रण करण्यास मनाई करतात.

स्टिरिओस्कोपिक कव्हेरेज:

पृथ्वीचे पृष्ठभागमध्ये तीन परिमाण, हवाई छायाचित्रण आहे साधारणपणे उडवलेला क्षेत्राचे संपूर्ण कव्हेरेज देण्यासाठी ६०% फॉरवर्ड ओव्हरलॅप आणि २५% साइडलॅपसह (आकृती 7a आणि b). या आहे एक, आवश्यक आवश्यक तापासून द फोटोग्रामेट्रिकमॅपिंग बिंदूच्या दृश्य करण्यासाठी डेटा मिळवा दोन्हीवर प्लॅनिमेट्री आणि उंची वापरून द स्टिरिओस्कोपिक तत्त्वच्या निरीक्षणमध्ये 3-डी आणि स्टिरिओप्लॉटिंग साधनांसहमापन तंत्र. स्टिरिओस्कोपिकव्ह्यूइंग देखील अर्थ लावण्यास मदत करते, कारण मॉडेल तीनमध्ये परिमाण पाहिलेजाते



आकृती (अ) क्षेत्राचे संपूर्ण कव्हेरेज मिळविण्यासाठी ओव्हरलॅप आवश्यक आहे



क्षेत्राचे संपूर्ण कवरेज मिळविण्यासाठी ओव्हरलॅप आवश्यक आहे

३.२ हवाई छायाचित्रांचे प्रकार फोटोग्राफिक रिझोल्यूशन आणि रेडिओमेट्रिक वैशिष्ट्ये

हवाई छायाचित्रांचे प्रकार

हवाई छायाचित्रे विभागली जाऊ शकतात:

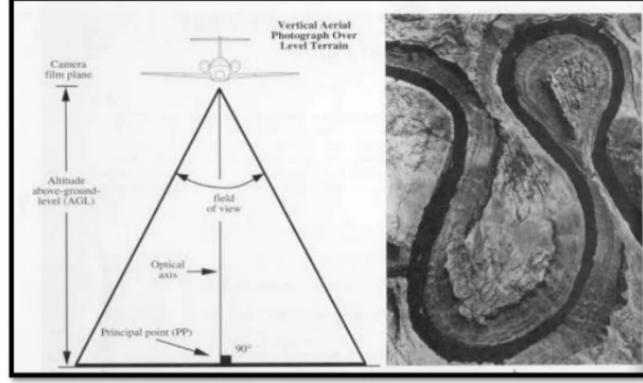
- १) कॅमेऱ्याच्या अक्षाच्या दिशेच्या / स्थितीच्या आधारावर
- २) कवरेज आणि फोकल लांबीच्या कोनांच्या आधारावर
- ३) कॅमेऱ्यांमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या प्रतीमांच्या आधारावर.

कॅमेऱ्याच्या अक्षाच्या दिशेच्या / स्थितीच्या आधारावर :

- १) उभ्या
- २) क्षैतिज
- ३) तिरकस
- ४) अभिसरण
- ५) ट्रायमेट्रोगॉन

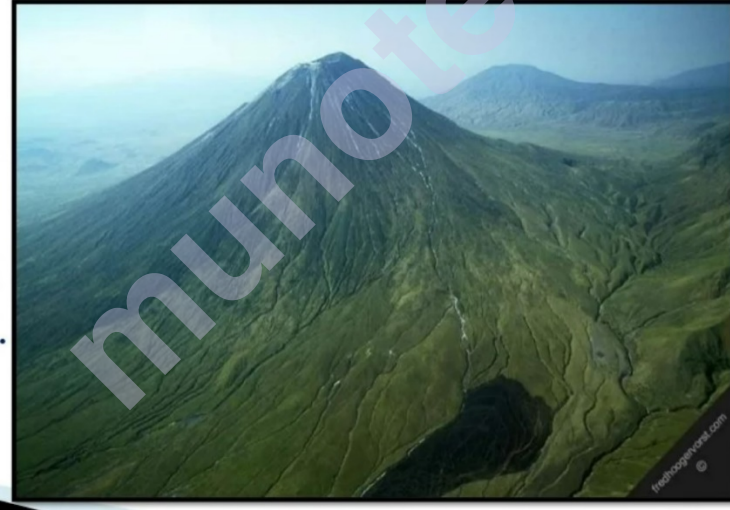
उभ्या छायाचित्र

छायाचित्रे घेण्यासाठी कॅमेराचा अक्ष अनुलंब समायोजित केला जातो. उभ्या हवेच्या फोटोंद्वारे झाकलेले क्षेत्र एकसमान विमानात अनेकदा चौरस आकाराचे असते. मी सोप्या शब्दात. ही छायाचित्रे विमानातून उभ्या खालच्या दिशेने हवेत बॉर्न कॅमेच्याने घेतली आहेत.



क्षैतिज छायाचित्रे

क्षैतिज हवेच्या फोटोंना टेरेस्ट्रियल एअर फोटो असेही म्हणतात. अशा हवेच्या फोटोंच्या निर्मितीमध्ये, कॅमेराचा अक्ष क्षैतिज असतो.



तिरकस छायाचित्रे

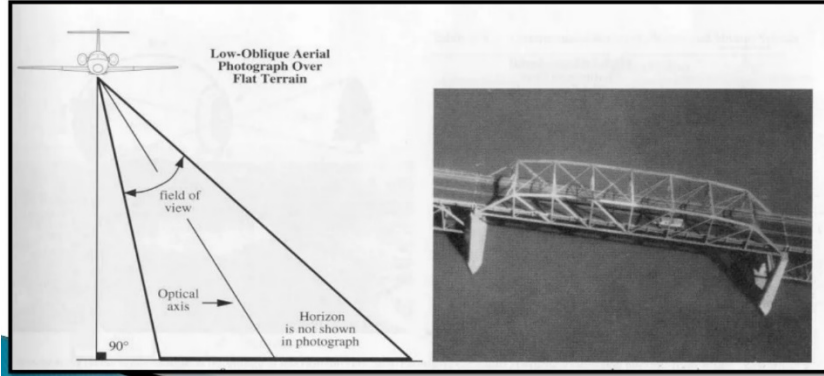
तिरकस हवेच्या फोटोंमध्ये, कॅमेच्याच्या अक्षाचे समायोजन अनुलंब ते कोनीय स्थितीत असते. तिरकस हवेच्या फोटोंनी झाकलेल्या भागांनी ट्रॅपेझियमचा आकार धारण केला. तिरकस छायाचित्र दोन प्रकारांमध्ये विभागले गेले आहे:

1. कमी तिरकस छायाचित्रे
2. उच्च तिरकस छायाचित्रे

कमी तिरकस छायाचित्रे

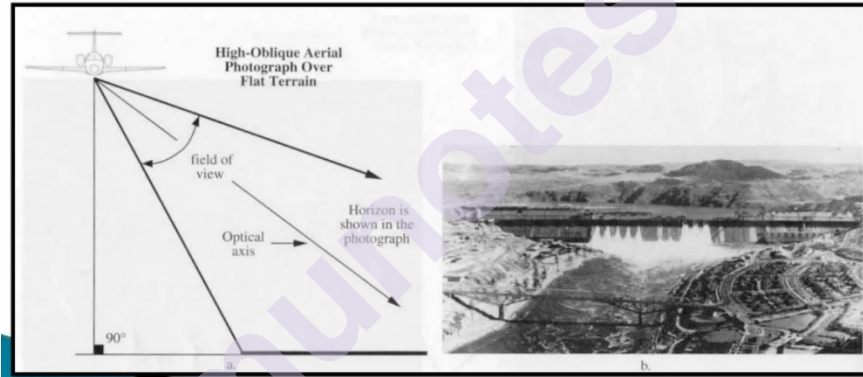
एरियल फोटोग्राफी: (तासीका १५)

ज्यामध्ये क्षितिज दिसत नाही त्याला लो ऑब्लिक फोटोग्राफ्स म्हणतात आणि कॅमेऱ्याचा अक्ष ० असतो.



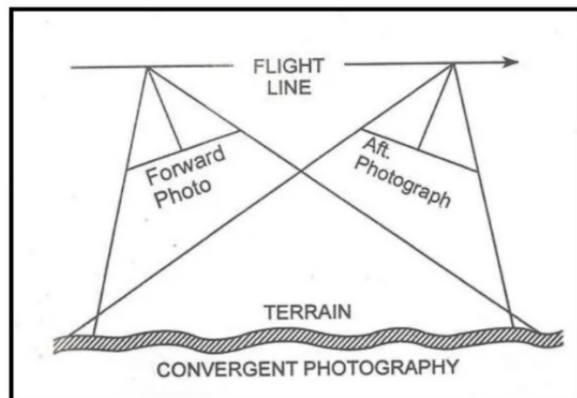
उच्च तिरकस छायाचित्रे

क्षितिज दर्शविणाऱ्या तिरकस छायाचित्राला उच्च तिरकस छायाचित्रे म्हणतात आणि कॅमेऱ्याचा अक्ष ३० ते ६० पर्यंत झुकलेला असतो.



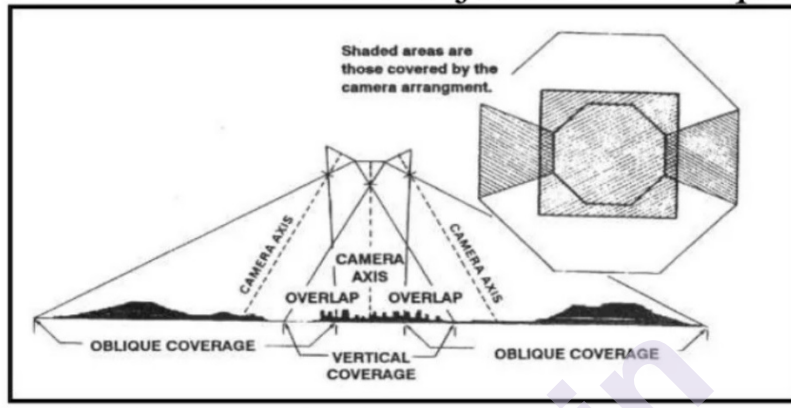
अभिसरण छायाचित्रे

अभिसरण हवेचे फोटो देखील तिरकस असतात, परंतु एका क्षेत्राचे एकाच वेळी दोन कॅमेऱ्यांद्वारे छायाचित्रण केले जाते.



ट्रायमेट्रोजन छायाचित्रे

ट्रायमेट्रोजन एअर फोटोमध्ये, तीन कॅमेरे एकाच वेळी वापरले जातात ज्यामध्ये मध्यवर्ती कॅमेरा उभा असतो आणि इतर दोन तिरकस स्थितीत समायोजित केले जातात. कॅमेरे इतके स्थिर आहेत की उजव्या क्षितिजापासून डाव्या क्षितिजापर्यंतच्या संपूर्ण क्षेत्राचे छायाचित्रण केले जाते.



कव्हेरेज आणि फोकल लांबीच्या कोनांच्या आधारावर

कॅमेऱ्यात वापरल्या जाणाऱ्या लेन्स, कव्हेरेजच्या कोन आणि फोकल लांबीनुसार खालील प्रकार आहेत:

१. अरुंद कोन < 60 - अधिक फोकल लांबी
२. सामान्य कोन $60 - 75$
३. रुंद कोन $75 - 100$
४. सुपर वाइड अँगल > 100 - कमी फोकल लांबी.

कॅमेऱ्यांमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या प्रतीमांच्या आधारे.

या वर्गवारीच्या आधारे हवाई छायाचित्रे तीन प्रकारांमध्ये विभागली जातात जसे की:

१. काळा आणि पांढरा.
२. इन्फ्रारेड (IR)
३. रंगीत

कृष्णधवल छायाचित्रे

याला पंचक्रोमॅटिक असेही म्हणतात. हा हवाई छायाचित्रांचा सर्वाधिक वापर केला जातो. हे प्रामुख्याने भूवैज्ञानिक नकाशाच्या अभ्यासासाठी वापरले जाते. ग्लेशियल डिपॉझिट, किनारपट्टीची निर्मिती, रिलीफ फीचर्स इ. हे चित्रपट सर्वात स्वस्त आणि सहज उपलब्ध आहेत.



रंगीत छायाचित्रे

रंगीत फोटोग्राफीचा उपयोग मुख्यत्वे अर्थ लावण्यासाठी केला जातो. पिवळा किरमिजी (निळा + लाल) आणि निळा हिरवा असे तीन रंग असतात जेव्हा हे तीन रंग एकत्र मिसळतात. लागवड केलेल्या जमिनीचे वातावरण/वनस्पती कव्हर, भूगर्भशास्त्र, भूरूपशास्त्र इ. मॅपिंगसाठी या प्रकारची छायाचित्रे.



३.३ एरियल फोटोग्राफिक रिझोल्यूशन

पद्धत १: फोटो अंतर आणि जमिनीवरील अंतर यांच्यातील संबंध प्रस्थापित करून:

हवाई छायाचित्रातील दोन ओळखण्यायोग्य बिंदूंच्या जमिनीवरील अंतरासारखी अतिरिक्त माहिती उपलब्ध असल्यास, उभ्या छायाचित्राचे प्रमाण काढणे अगदी सोपे आहे. परंतु संबंधित जमिनीवरील अंतरे (D_g) ज्ञात आहेत ज्यासाठी हवाई छायाचित्रावरील अंतर (D_p) मोजले जाते. अशा प्रकरणांमध्ये, हवाई छायाचित्राचे प्रमाण या दोघांचे गुणोत्तर म्हणून मोजले जाईल, म्हणजे डी पी / डी जी.

हवाई छायाचित्रावरील दोन बिंदूंमधील अंतर २ सेंटीमीटर इतके मोजले जाते. जमिनीवरील समान दोन बिंदूंमधील ज्ञात अंतर १ किमी आहे. हवाई छायाचित्राच्या स्केलची गणना करा (Sp).

उपाय

$$\begin{aligned}\text{एस.पी} &= \text{डीपी} : \text{डीजी} \\ &= 2 \text{ सेमी} : 1 \text{ किमी} \\ &= 2 \text{ सेमी} : 1 \times 100,000 \text{ सेमी} \\ &= 1 : 100,000/2 = 50,000 \text{ सेमी} \\ &= 1 \text{ युनिट } 50,000 \text{ युनिट्स दर्शवते}\end{aligned}$$

$$\text{म्हणून, } Sp = 1 : 50,000$$

पद्धत २ फोटो अंतर आणि नकाशाचे अंतर यांच्यातील संबंध प्रस्थापित करून:

आपल्याला माहित आहे की, जमिनीवरील वेगवेगळ्या बिंदूमधील अंतर नेहमीच माहित नसते. तथापि, हवाई छायाचित्रावर दर्शविलेल्या क्षेत्रासाठी विश्वसनीय नकाशा उपलब्ध असल्यास, तो फोटो स्केल निश्चित करण्यासाठी वापरला जाऊ शकतो. दुसऱ्या शब्दांत, नकाशा आणि हवाई छायाचित्र या दोन्हीवरून ओळखता येण्याजोग्या दोन बिंदूमधील अंतर आम्हाला हवाई छायाचित्र (Sp) च्या स्केलची गणना करण्यास सक्षम करते. दोन अंतरांमधील संबंध खालीलप्रमाणे व्यक्त केले जाऊ शकतात: (फोटो स्केल: नकाशा स्केल) = (फोटो अंतर: नकाशा अंतर) आपण मिळवू शकतो

$$\text{फोटो स्केल (} Sp \text{)} = \text{फोटो अंतर (} Dp \text{)} : \text{नकाशा अंतर (} Dm \text{)} \times \text{नकाशा}$$

स्केल फॅक्टर (एमएसएफ)

नकाशावरील दोन बिंदूमधील अंतर 2 सेमी आहे. हवाई छायाचित्रावरील संबंधित अंतर 10 सेमी आहे. नकाशाचे स्केल 1:50,000 असताना छायाचित्राच्या स्केलची गणना करा.

उपाय

$$Sp = Dp : Dm \times msf$$

$$\text{किंवा} = 10 \text{ सेमी} : 2 \text{ सेमी} \times 50,000$$

$$\text{किंवा} = 10 \text{ सेमी} : 100,000 \text{ सेमी}$$

$$\text{किंवा} = 1 : 100,000/10 = 10,000 \text{ सेमी}$$

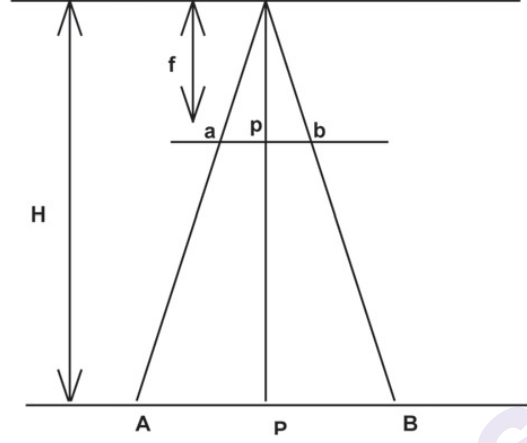
$$\text{किंवा} = 1 \text{ युनिट } 10,000 \text{ युनिट्स दर्शवते}$$

$$\text{म्हणून, } Sp = 1 : 10,000$$

विमानाची फोकल लांबी (f) आणि उडणारी उंची (H) यांच्यात संबंध प्रस्थापित करून पद्धत 3:

एरियल फोटोग्राफी: (तासीका १५)

छायाचित्र आणि जमिनीवर/नकाशावरील सापेक्ष अंतरांबद्दल कोणतीही अतिरिक्त माहिती उपलब्ध नसल्यास, कॅमेऱ्याची फोकल लांबी (f) आणि विमानाची उडणारी उंची (H) माहिती असल्यास आम्ही फोटो-स्केल निर्धारित करू शकतो निश्चित केलेले फोटो स्केल अधिक असू शकते



कॅमेऱ्याची फोकल लेंथ (f) आणि विमानाची उडणारी उंची (H)

दिलेले हवाई छायाचित्र खरोखर उभे किंवा जवळ उभे असल्यास आणि छायाचित्रित भूभाग सपाट असल्यास विश्वसनीय. कॅमेराची फोकल लांबी (f) आणि विमानाची उडणारी उंची (H) बहुतेक उभ्या छायाचित्रांवर किरकोळ माहिती म्हणून दिली जाते (बॉक्स 6.2).

चित्र 6.15 खालील प्रकारे फोटो-स्केल सूत्र प्राप्त करण्यासाठी वापरले जाऊ शकते :

फोकल लांबी (f): उडणारी उंची(H) =

छायाचित्र अंतर (Dp): जमिनीवरील अंतर (Dg)

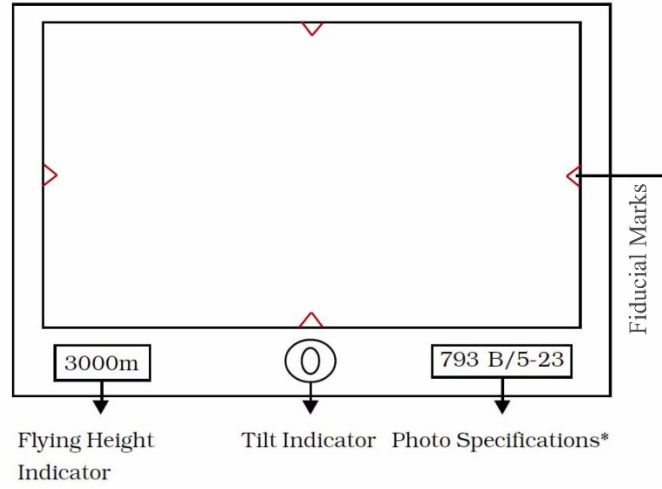
जेव्हा विमानाची उडणारी उंची 7500m असते आणि कॅमेराची फोकल लांबी 15cm असते तेव्हा हवाई छायाचित्राच्या स्केलची गणना करा.

$$\text{एस.पी} = f: H$$

$$\text{किंवा } Sp = 15 \text{ सेमी} : 7,500 \times 100 \text{ सेमी}$$

$$\text{किंवा } Sp = 1: 750,000/15$$

$$\text{म्हणून, } Sp = 1: 50,000$$



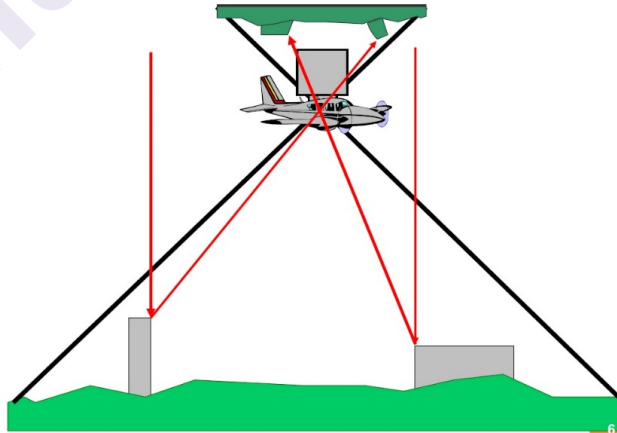
793 हा फोटो स्पेसिफिकेशन क्रमांक आहे जो 73 APFPS पार्टी ऑफ द सर्व्हे ऑफ इंडिया द्वारे राखला जातो. बी ही फ्लाइंग एजन्सी आहे जिने सध्याचे फोटोग्राफी केली (भारतात तीन फ्लाइंग एजन्सींना अधिकृतपणे हवाई छायाचित्रण करण्याची परवानगी आहे. त्या भारतीय वायुसेना, एअर सर्व्हे कंपनी, कोलकाता आणि नॅशनल रिमोट सेन्सिंग एजन्सी, हैदराबाद आहेत. हवाई छायाचित्रे अनुक्रमे A, B आणि C म्हणून), 5 हा पट्टी क्रमांक आहे आणि 23 हा पट्टी 5 मधील फोटो क्रमांक आहे.

३.३.१ फोटोग्रामेट्रीची मूलभूत तत्वे: परिचय आणि व्याख्या साधी भूमिती फोटोग्रामेट्रीची मूलभूत तत्वे

फोटोग्रामेट्री आहे...

हवाई छायाचित्रांमधून माहिती मिळवण्याचे साधन

फोटोग्रामेट्री हे विज्ञान आहे



फोटो = " चित्र" ,

► व्याकरण = " मापन" , म्हणून

► फोटोग्रामेट्री = "फोटो-मापन"

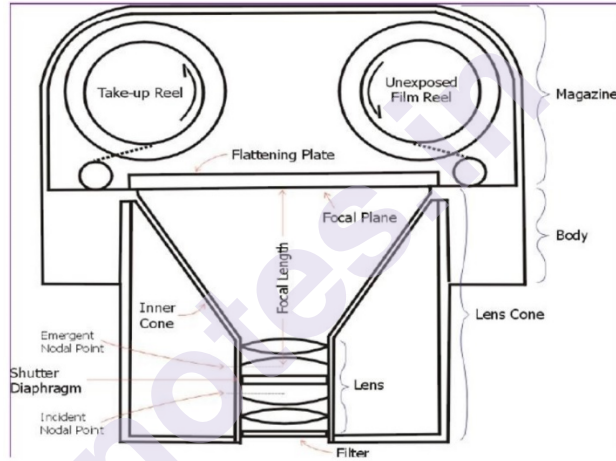
फोटोग्राफिक आणि इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक प्रतिमांद्वारे भौतिक वस्तू आणि पर्यावरणाविषयी माहिती मिळवण्याची कला, विज्ञान आणि तंत्रज्ञान, छायाचित्रित वस्तूंचा आकार, आकार आणि स्थिती यासारखी वैशिष्ट्ये निश्चित करण्यासाठी.

फोटोग्रामेट्री म्हणजे काय ?

- फोटोग्रामेट्री ही एरियल फोटोग्राफीद्वारे अचूक मोजमाप करण्याची कला आणि विज्ञान आहे:
- अॅनालॉग फोटोग्रामेट्री (हार्ड-कॉपी फोटो)
- डिजिटल फोटोग्रामेट्री (डिजिटल प्रतिमा)
- हवाई छायाचित्रे हे रिमोट सेन्सिंग इमेजरीचे पहिले स्वरूप होते.
- फोटोग्रामेट्री आणि रिमोट सेन्सिंगमधील फरक म्हणजे छायाचित्रे आहेत:
- काळा आणि पांढरा (1 बँड) किंवा रंग (निळा, हिरवा, लाल आणि IR)
- तरंगलांबी श्रेणी 0.3-1.0 मी
- कॅमेरे वापरा
- रिमोट सेन्सिंग इमेजरीचा एक प्रकार
- छायाचित्रांवरील मोजमापांमधून वस्तूंचे भौतिक परिमाण काढण्याचे विज्ञान (किंवा कला).
- सौर यंत्रणेतील पृथ्वी किंवा इतर भागांचे मॅपिंग
- छायाचित्रांचा वापर करून इमारती, धरणे, पुरातत्व स्थळांची भूमिती अप्रत्यक्षपणे मोजण्यासाठी वापरली जाते .
- काहीवेळा उपग्रह-आधारित RS प्लॅटफॉर्मवरून डिजिटल इमेजरीवर समान तत्वे लागू केली जातात.
- छायाचित्रांवरील मोजमापांमधून वस्तूंचे भौतिक परिमाण काढण्याचे विज्ञान (किंवा कला).
- सौर यंत्रणेतील पृथ्वी किंवा इतर शरीरांचे मॅपिंग
- छायाचित्रांचा वापर करून इमारती, धरणे, पुरातत्व स्थळांची भूमिती अप्रत्यक्षपणे मोजण्यासाठी वापरली जाते .
- काहीवेळा उपग्रह-आधारित RS प्लॅटफॉर्मवरून डिजिटल इमेजरीवर समान तत्वे लागू केली जातात.

फोटोग्रामेट्री हे छायाचित्रांमधून ऑब्जेक्ट्स (2D किंवा 3D) मोजण्याचे तंत्र आहे.
त्याचे सर्वात महत्वाचे वैशिष्ट्य म्हणजे वस्तूंना स्पर्श न करता मोजले जाते .
वस्तू स्पर्श न करता मोजल्या जातात.

- हे रिमोट सेन्सिंग तंत्र आहे.
- ही वस्तू मोजण्याची एक जवळची पद्धत आहे.
- हे एक त्रिमितीय समन्वय मोजण्याचे तंत्र आहे जे मापनासाठी मूलभूत माध्यम म्हणून छायाचित्रे वापरते.
- मॉडर्न फोटोग्रामेट्रीमध्ये रडार इमेजिंग, रेडियंट इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक एनर्जी डिटेक्शन आणि एक्स-रे इमेजिंग देखील वापरली जाते - ज्याला रिमोट सेन्सिंग म्हणतात.



अनेक उपयोग आहेत

साइट सर्वेक्षणाच्या विरुद्ध खूप किफायतशीर मुख्य तत्व "ट्रायंग्युलेशन" आहे.



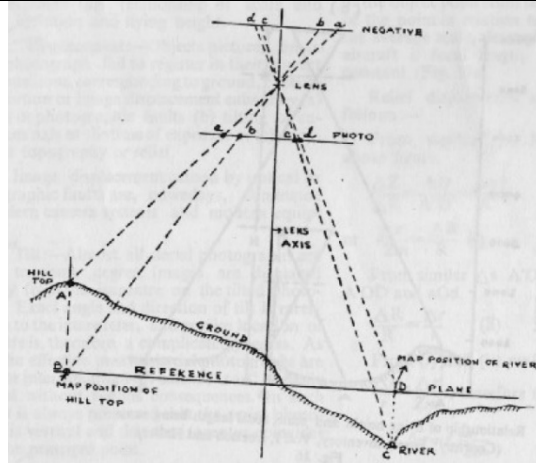
- डोळे अंतर मोजण्यासाठी TRIANGULATION चे तत्व वापरतात (खोली समज).
- ट्रायंगुलेशन हे थिओडोलाइट्सद्वारे समन्वय मोजण्यासाठी वापरले जाणारे तत्व देखील आहे.

- कमीतकमी दोन वेगवेगळ्या ठिकाणांहून छायाचित्रे घेऊन, तथाकथित "दृश्य रेषा" प्रत्येक कॅमेऱ्यापासून ऑब्जेक्टवरील बिंदूपर्यंत विकसित केली जाऊ शकतात. या दृष्टीच्या रेषा (कधीकधी त्यांच्या ऑप्टिकल स्वभावामुळे त्यांना किरण म्हणतात) गणितीयदृष्ट्या छेदलेल्या आहेत आणि स्वारस्य असलेल्या बिंदूचे त्रिमितीय समन्वय तयार करतात.

३.४ अनुलंब हवाई छायाचित्र रिलीफ आणि टिल्ट डिस्प्लेसमेंट स्टिरिओस्कोपी, पॅरलॅक्स समीकरण; उड्डाण नियोजन स्केल आणि उंचीचे निर्धारण

परिचय

रिलीफ डिस्प्लेसमेंट म्हणजे प्लॅनिमेट्रिक कोऑर्डिनेट सिस्टीमनुसार एखादी वस्तू प्रतिमेत दिसण्यापर्यंतचे रेडियल अंतर आहे. हवाई छायाचित्राच्या मध्यवर्ती प्रक्षेपणात, भूप्रदेशातील आरामामुळे जमिनीच्या स्थितीच्या प्रतिमा बदलल्या किंवा विस्थापित केल्या जातात. छायाचित्र खरोखर उभ्या असल्यास, प्रतिमांचे विस्थापन छायाचित्र केंद्रापासून रेडियल दिशेने होते. या विस्थापनाला आरामामुळे रेडियल विस्थापन म्हणतात. रिलीफमुळे होणारे रेडियल विस्थापन हे कोणत्याही एका छायाचित्रातील प्रमाणातील फरकांसाठी देखील जबाबदार असते आणि या कारणास्तव छायाचित्र हा अचूक नकाशा नसतो. छायाचित्रित वस्तूंच्या सापेक्ष उंचीमधील फरकामुळे मदत विस्थापन होते. डेटम प्लेनच्या वर किंवा खाली विस्तारलेल्या सर्व वस्तूंच्या फोटोग्राफिक प्रतिमा मोठ्या किंवा कमी प्रमाणात विस्थापित केल्या जातात. हे विस्थापन नेहमी फोटो पॉइंट आणि नादिर यांना जोडणाऱ्या रेषेवर होते आणि म्हणून त्याला "रेडियल लाइन डिस्प्लेसमेंट" असे म्हणतात. किंवा हे विस्थापन मुख्य बिंदूच्या संदर्भात नेहमीच रेडियल असते. वैशिष्ट्याची वाढती उंची आणि नादिरपासूनचे अंतर यामुळे वाढते.



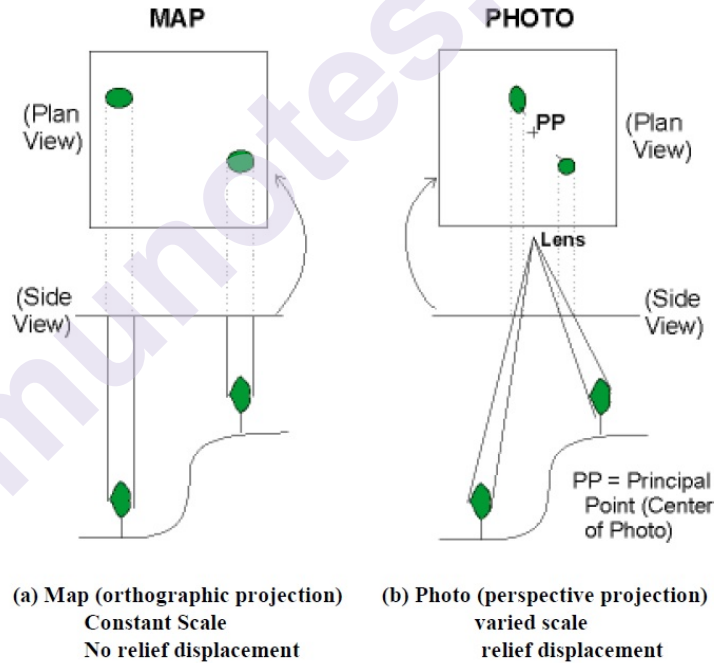
लॉग बीच, कॅलिफोर्नियाचे अनुलंब हवाई छायाचित्र, रिलीफ डिस्प्लेसमेंट (ए) दर्शवित आहे

टोपोग्राफिक रिलीफमुळे विस्थापनाची भूमिती (बी)

प्रतिमा विस्थापनाची भूमिती दाखवते, जेथे प्रकाश किरण भूप्रदेशातून कॅमेरा लेन्सद्वारे आणि चित्रपटावर शोधले जातात. चित्रात फोटोग्राफिक प्रिंटच्या प्लेनद्वारे दर्शविलेल्या स्थितीत असल्याप्रमाणे फिल्ममधून तयार केलेले प्रिंट्स दिसतात. A. भूभागावरील उभ्या बाण मुख्य बिंदूपासून विविध अंतरावर असलेल्या विविध उंचीच्या वस्तूंचे प्रतिनिधित्व करतात. ऑब्जेक्ट A च्या पायथ्यापासून परावर्तित होणारा प्रकाश किरण फोटोग्राफिक प्रिंटच्या समतलाला A स्थानावर छेदतो आणि वरून (किंवा बाणाचा बिंदू) किरण A' वर प्रिंटला छेदतो. A-A' हे अंतर आहे.

उभ्या हवाई छायाचित्रावर आराम विस्थापनाची भूमिती

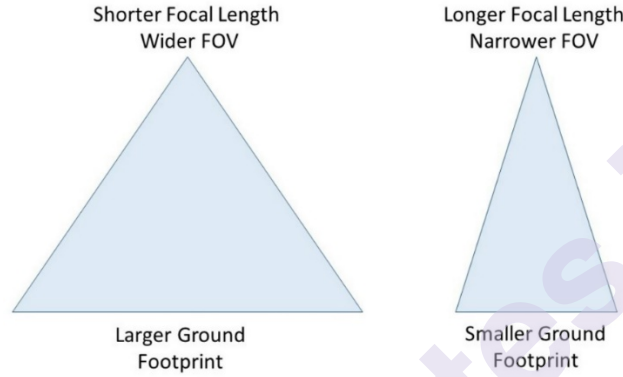
विविध भूभागावर घेतलेल्या छायाचित्रावर आराम विस्थापनाचा प्रभाव. थोडक्यात, एखाद्या वैशिष्ट्याच्या उंचीमध्ये वाढ झाल्यामुळे छायाचित्रावरील त्याचे स्थान मुख्य बिंदूपासून मूलतः बाहेरच्या दिशेने विस्थापित होते. म्हणून, जेव्हा उभ्या वैशिष्ट्याचे छायाचित्रण केले जाते, तेव्हा रिलीफ डिस्प्लेसमेंटमुळे वैशिष्ट्याचा वरचा भाग त्याच्या तळापेक्षा फोटो केंद्रापासून दूर असतो. परिणामी, अनुलंब वैशिष्ट्य छायाचित्राच्या मध्यभागी झुकलेले दिसते. केंद्रापासून जास्त रेडियल अंतरावर विस्थापनाचे प्रमाण वाढते आणि छायाचित्राच्या कोपऱ्यात जास्तीत जास्त पोहोचते



फ्लाइट नियोजन स्केल आणि उंचीचे निर्धारण

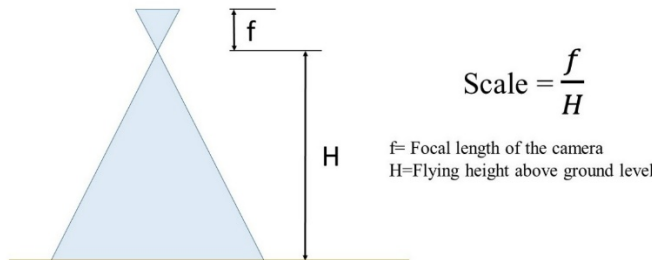
हवाई छायाचित्राचे प्रमाण विशिष्ट कॅमेरा वैशिष्ट्यांवर (फोकल लेंथ) आणि प्रतिमा ज्या उडत्या उंचीवर कॅप्चर केली गेली त्यावर अवलंबून असते. एरियल फोटोच्या स्केलची गणना करण्यासाठी अनेक पद्धती आहेत. तुम्ही कोणती पद्धत वापरता ते आधीपासून माहीत असलेल्या माहितीवर अवलंबून असते.

छायाचित्राचे प्रमाण कॅमेऱ्याची फोकल लांबी आणि जमिनीपासूनची उडणारी उंची यावरून ठरते. फोकल लेंथ म्हणजे कॅमेरा लेन्सच्या मध्यापासून फोकल प्लेनपर्यंतचे अंतर. जेव्हा कॅमेरे कॅलिब्रेट केले जातात तेव्हा फोकल लांबी अचूकपणे मोजली जाते आणि सामान्यतः इन मिलिमीटर (मिमी) दर्शविली जाते. लेन्सची फोकल लांबी प्रकाश किरणांचे विस्तार आणि कोन निर्धारित करते. फोकल लांबी जितकी जास्त असेल तितके प्रतिमेचे मोठेपण. लहान फोकल लांबीच्या लेन्स मोठ्या भागांना व्यापतात. कॅमेऱ्याने टिपलेले क्षेत्र फील्ड ऑफ व्ह्यू (FOV) म्हणून ओळखले जाते, जे सामान्यतः अंशांमध्ये व्यक्त केले जाते. फील्ड ऑफ व्ह्यू हे लेन्सच्या फोकल लांबीचे आणि डिजिटल सेन्सर्सच्या आकाराचे (कधीकधी स्वरूप म्हटले जाते) कार्य आहे.



लहान फोकल लांबीमध्ये दृश्यांचे विस्तृत क्षेत्र असते, तर लांब फोकल लांबीमध्ये दृश्यांचे क्षेत्र लहान असते. समोर एक लांब फोकल लांबी असलेली कॅमेरा लेन्स लहान फोकल लांबीच्या तुलनेत लहान फूटप्रिंटसह प्रतिमा तयार करेल.

फोटोचा स्केल कॅमेऱ्याची फोकल लांबी आणि फोटो काढल्या जाणाऱ्या ग्राउंड लेव्हल (AGL) वरील विमानाची उंची यांच्यातील गुणोत्तराइतका असतो. जर पृष्ठभागावरील फोकल लांबी आणि उडणारी उंची ज्ञात असेल, तर खालील सूत्र वापरून स्केलची गणना केली जाऊ शकते:

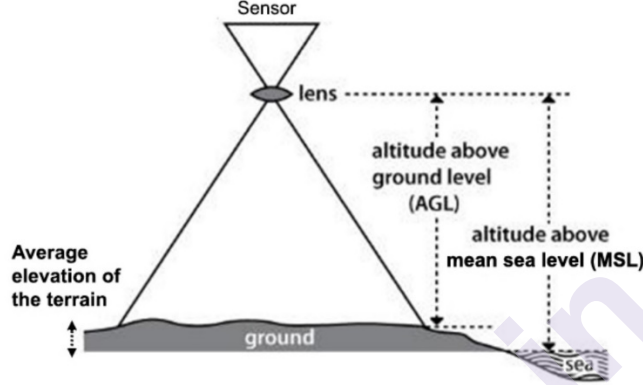


ग्राउंड लेव्हल वर फ्लाइंग हाईट (AGL) vs Above Mean Sea Level (MSL)

सर्व स्केल कॅलक्युलेशनमध्ये, पृष्ठभागावरील किंवा जमिनीच्या पातळीपेक्षा (AGL) उंच उडण्याची उंची जाणून घेणे महत्वाचे आहे. कधीकधी समुद्रसपाटीपासूनची उंची किंवा एमएसएल दिले जाते आणि तुम्हाला जमिनीपासून सरासरी उड्डाणाची उंची मोजावी

लागेल. उदाहरणार्थ, मानवरहित हवाई वाहन (UAV) वरील GSP समुद्रसपाटीपासूनची उंची किंवा उंची नोंदवू शकते आणि जमिनीच्या पातळीपेक्षा (AGL) वर नाही. AGL चा अंदाज लावण्यासाठी, तुम्हाला भूप्रदेशाची सरासरी उंची निश्चित करावी लागेल आणि ती समुद्रसपाटीपासूनची उंची वजा करावी लागेल. हे तुम्हाला जमिनीपासून सरासरी उड्डाणाची उंची देईल.

$$\text{Flying Height Above Ground (AGL)} = \text{Altitude above sea level (MSL)} - \text{Average elevation of the terrain}$$



पर्याय निवाडा

1. एरियल फोटोग्रामेट्रीमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या लेन्सची कमाल कव्हरेज क्षमता _____ असते (कोनांमध्ये)
 - a) 93°
 - b) 63°
 - c) 53°
 - d) 98°
2. खालीलपैकी कोणता शटरचा प्रकार एरियल फोटोग्रामेट्रीमध्ये वापरला जात नाही?
 - a) लेन्स शटर दरम्यान
 - b) Louvre शटर
 - c) आदर्श शटर
 - d) फोकल प्लेन शटर
3. फोकल प्लेन ठेवण्यासाठी, कोणता संदर्भ म्हणून वापरला जातो?
 - a) फोकल लेंथ
 - b) क्षितिज
 - c) Azimuth
 - d) Collimation marks
4. एरियल फोटोग्रामेट्री चालतेवेळी फोकल प्लेन बदलते.
 - अ) खरे
 - ब) खोटे

5. खालीलपैकी कोणत्या सर्वेक्षण पद्धतींचा अर्थ उच्च सुस्पष्टता असणे होय?

- a) एरियल फोटोग्रामेट्री
- b) स्थलीय फोटोग्रामेट्री
- c) थियोडोलाइट सर्वेक्षण
- d) ट्रॅव्हर्स सर्वेक्षण

6. अनुलंब छायाचित्र _____ शी एकरूप आहे

- a) दृष्टीच्या रेषेची दिशा
- b) लेन्सची दिशा
- c) छिद्राची दिशा
- d) गुरुत्वाकर्षणाची दिशा

7. झुकलेल्या छायाचित्रात किती झुकता असणे आवश्यक आहे?

- a) 13°
- b) 20°
- c) 3°
- d) 34°

8. जर छायाचित्रात उघड क्षितीज दर्शविले असेल तर ते कमी तिरकस आहे.

- अ) खरे
- ब) खोटे

9. परिप्रेक्ष्य प्रक्षेपण _____ पासून तयार केले जाते

- a) एका सामान्य बिंदूचे विकिरण करणाऱ्या सरळ रेषा
- b) वेगवेगळ्या बिंदूंना विकिरण करणाऱ्या सरळ रेषा
- c) समांतर रेषा एका सामान्य बिंदूचे विकिरण करतात
- d) लंब रेषा एका सामान्य बिंदूचे विकिरण करतात

10. उड्डाणाची उंची _____ ला संदर्भित करते

- अ) एक्सपोजर स्टेशनचा वरचा भाग
- ब) एक्सपोजर स्टेशनचा तळ
- c) एक्सपोजर स्टेशनचा डिप्लेशन
- ड) एक्सपोजर स्टेशनची उंची

उत्तर द्या

प्रश्न क्रमांक ०१

उत्तर: स्पष्टीकरण: सर्वसाधारणपणे, एरियल फोटोग्रामेट्रीमध्ये वापरल्या जाणाऱ्या लेन्सचे किमान कव्हेरेज क्षेत्र 63° आणि कमाल कव्हेरेज क्षेत्र 93° असते. कव्हेरेज अँगलचा वापर जमिनीच्या सर्वेक्षणाच्या प्रकारावर आणि आउटपुटमध्ये आवश्यक असलेल्या अचूकतेवर अवलंबून असतो.

प्रश्न क्रमांक ०२

उत्तर: c

स्पष्टीकरण: हवाई छायाचित्रणाच्या प्रक्रियेत शटर महत्वाची भूमिका बजावते. शटरचा वेग अशा प्रकारे असावा की तो $1/100$ ते $1/1000$ सेकंदाच्या वेगाने कार्य करेल. हे लेन्स प्रकार, फोकल प्लेन प्रकार, लूवर प्रकार यांमध्ये वर्गीकृत आहे.

प्रश्न क्रमांक ०३

उत्तर: d

स्पष्टीकरण: फोकल प्लेन ठेवताना संयोग चिन्हांचा संदर्भ म्हणून वापर केला जाऊ शकतो. हे फोकल प्लेन नोडल प्लेनपासून जवळच्या अंतरावर ठेवू शकते जिथून शक्य तितकी सर्वोत्तम प्रतिमा मिळू शकते.

प्रश्न क्रमांक ०४

उत्तर: b

स्पष्टीकरण: एरियल फोटोग्रामेट्रीच्या प्रक्रियेत, एअरक्राफ्टला मोठ्या उंचीवर ठेवले जाते जेणेकरून ते छायाचित्र काढताना खूप मोठे क्षेत्र व्यापू शकेल. परंतु एरियल कॅमेऱ्याचे फोकल प्लेन बदलण्याऐवजी एका ठिकाणी निश्चित केले जाते.

प्रश्न क्रमांक ०५

उत्तर: स्पष्टीकरण : जरी स्थलीय फोटोग्रामेट्रीला प्राप्त मूल्यांमध्ये अचूकता असली तरी, उर्वरित पद्धतींच्या तुलनेत एरियल फोटोग्रामेट्री अचूक आउटपुट तयार करण्यास सक्षम आहे. ही अचूकता उर्वरित पद्धतींपेक्षा वेगळी बनवते आणि उच्च दर्जाची कामे आयोजित केल्यावर शिफारस केली जाते.

प्रश्न क्रमांक ०६

उत्तर: d

स्पष्टीकरण: हवाई छायाचित्रामध्ये उभ्या छायाचित्राचा समावेश असतो जो कॅमेरा अक्षापासून बनलेला असतो जो गुरुत्वाकर्षणाच्या दिशेशी एकरूप होतो. पुढे चालू ठेवण्यासाठी प्रथम ऑप्टिकल अक्ष सरळ करणे आवश्यक आहे.

प्रश्न क्रमांक ०७

उत्तर: c

स्पष्टीकरण: सर्वसाधारणपणे, झुकलेल्या छायाचित्रामध्ये 3° पर्यंत झुकाव असतो, ज्यामुळे तो वैयक्तिक झुकलेला स्केल असतो. छायाचित्रात झुकलेल्या वस्तू निश्चित करण्यात मदत होऊ शकते.

उत्तर: b

स्पष्टीकरण: तिरकस छायाचित्राचा वापर हवाई छायाचित्रणाच्या बाबतीत केला जातो, कॅमेरा अक्ष क्षैतिज आणि उभ्या दरम्यान असावा. उघड क्षितीज धारण केल्यास उच्च तिरकस प्राप्त होतो अन्यथा ते दर्शविले जात नाही.

प्रश्न क्रमांक ०९

उत्तर: स्पष्टीकरण: परिप्रेक्ष्य प्रक्षेपणाचा परिचय एका सामान्य बिंदूवर पसरणाऱ्या आणि गोलाकार पृष्ठभागावरील बिंदूमधून जाणाऱ्या सरळ रेषांद्वारे केला जातो. एरियल फोटोग्रामेट्री ही घटना वापरते.

प्र. क्र. १०

उत्तर: d

स्पष्टीकरण: उड्डाणाची उंची समुद्रसपाटीपासून एक्सपोजर स्टेशनची उंची दर्शवते. निवडलेला कोणताही डेटा संदर्भ म्हणून काम करू शकतो जेणेकरून त्यांच्याकडून उड्डाणाची उंची विचारात घेता येईल.

References

- [1] Thomas M. Lillesand and Ralph W. Kiefer: University of Wisconsin-Madison, Third Edition, Remote Sensing and Image Interpretation.
- [2] Floyd F. Sabins, Jr., Chevron Oil Field Research Company and University of California, Los Angeles, Second Edition, Remote Sensing: Principles and Interpretation.
- [3] Kimerling, A. Jon, Muehrcke, Juliana O. (2005). Map Use Reading Analysis Interpretation, Fifth Edition. JP Publications.
- [4] Jensen, J.R. 2007. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective. Pearson Prentice Hall.
- [5] Wolf, P.R. 1974. Elements of Photogrammetry, McGraw-Hill, Inc.
- [6] Pateraki, M. 2006. Digital Aerial Cameras. International Summer
- [६] पाटेराकी , एम. २००६. डिजिटल एरियल कॅमेरे. आंतरराष्ट्रीय उन्हाळा



भौगोलिक अभ्यासात सुदूर संवेदन तंत्राचा अनुप्रयोग

घटक रचना :

हा अध्याय वाचल्यानंतर तुम्हाला पुढील गोष्टी समजतील:

- ४.१ उद्दिष्टे
- ४.२ परिचय
- ४.३ विषय चर्चा
- ४.४ छायाचित्र व्याख्याची तत्वे आणि मूलभूत तत्वे
- ४.५ प्रतिमा विश्लेषण घटक, उपग्रह प्रतिमा विश्लेषणाची मूलभूत तत्वे: प्रतिमांचे प्रकार, दृश्य प्रतिमा विश्लेषण, डिजिटल प्रतिमा विश्लेषण
- ४.६ थर्मल (औष्णिक) आणि मायक्रोवेव्ह सुदूर संवेदनाची मूलभूत तत्वे
- ४.७ मायक्रोवेव्ह सुदूर संवेदनाची तत्वे
- ४.८ सारांश
- ४.९ तुमची प्रगती तपासा
- ४.१० स्वयं-शिक्षण प्रश्नांची उत्तरे
- ४.११ तांत्रिक शब्द आणि त्यांचे अर्थ
- ४.१२ कार्ये
- ४.१३ पुढील वाचन/अभ्यासासाठी संदर्भ

४.१ उद्दिष्टे

या युनिटच्या शेवटी, तुम्ही सक्षम व्हाल -

- छायाचित्र इंटरप्रिटेशनची तत्वे आणि मूलभूत तत्वे जाणून घ्या.
- प्रतिमा विश्लेषणाचे घटक, उपग्रह प्रतिमा विश्लेषणाचे मूलभूत तत्वे स्पष्ट करा.
- प्रतिमा री, विज्युअल प्रतिमा अँनालिसिस आणि डिजिटल प्रतिमा अँनालिसिसच्या प्रकारांबद्दल जाणून घ्या.
- थर्मल रिमोट सेन्सिंगची तत्वे समजून घ्या.
- मायक्रोवेव्ह रिमोट सेन्सिंगची भूमिका जाणून घ्या.

४.२ परिचय

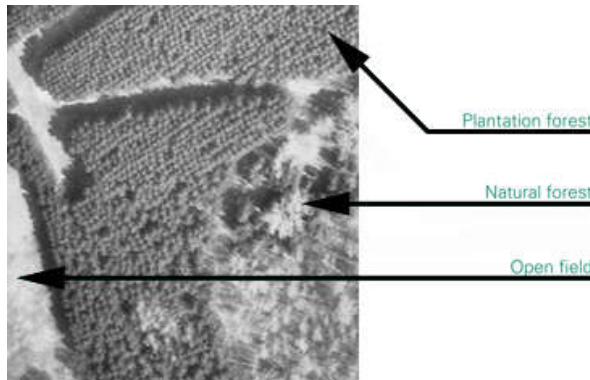
हा घटक छायाचित्र व्याख्या आणि त्याची मूलभूत तत्त्वे, तत्त्वे आणि घटक यांची चर्चा करेल. याशिवाय, विहज्युअल आणि डिजिटल प्रतिमा विश्लेषणावर देखील लक्ष केंद्रित करेल जे फोटोंसाठी मूलभूत आहेत. हे थर्मल आणि मायक्रोवेव्ह रिमोट सेन्सिंग संबंधी ज्ञान वाढवेल. तसेच छायाचित्र इंटरप्रिटेशन आणि रिमोट सेन्सिंग कसे चालते याच्या मूलभूत गोष्टींबद्दल अंतर्दृष्टी प्रदान करण्यात मदत करेल.

४.३. विषय चर्चा

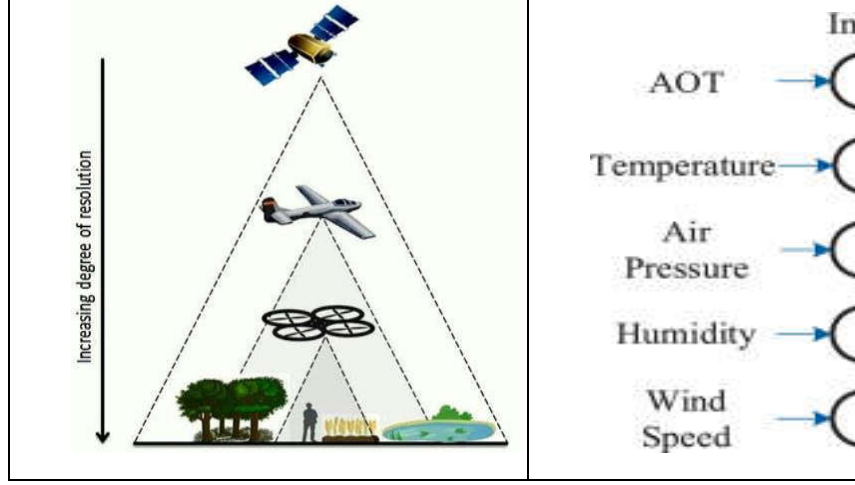
रिमोट सेन्सिंग प्रतिमा रीच्या विश्लेषणामध्ये प्रतिमेतील विविध लक्ष्यांची ओळख समाविष्ट असते आणि ती लक्ष्ये पर्यावरणीय किंवा कृत्रिम वैशिष्ट्ये असू शकतात ज्यात बिंदू, रेषा किंवा क्षेत्रे असतात. लक्ष्य ते ज्या प्रकारे परावर्तित करतात किंवा विकिरण उत्सर्जित करतात त्या दृष्टीने परिभाषित केले जाऊ शकतात. हे रेडिएशन एका सेन्सरद्वारे मोजले जाते आणि रेकॉर्ड केले जाते आणि शेवटी प्रतिमेचे उत्पादन जसे की हवेचा छायाचित्र किंवा उपग्रह प्रतिमा म्हणून चित्रित केले जाते. आपल्या सभोवतालच्या दैनंदिन विहज्युअल व्याख्यापेक्षा प्रतिमांचे स्पष्टीकरण अधिक कठीण कशामुळे होते? एक तर, द्विमितीय प्रतिमा पाहताना आपण खोलीची जाणीव गमावतो, जोपर्यंत आपण उंचीच्या तिसऱ्या परिमाणाचे अनुकरण करण्यासाठी ती स्टिरिओस्कोपिक पद्धतीने पाहू शकत नाही. खरंच, जेव्हा प्रतिमा स्टिरिओमध्ये पाहिल्या जातात तेव्हा अनेक अनुप्रयोग मध्ये इंटरप्रिटेशनचा खूप फायदा होतो, कारण लक्ष्यांचे विहज्युअलायझेशन (आणि म्हणून ओळखणे) नाटकीयरित्या वर्धित केले जाते. थेट वरून वस्तू पाहणे देखील आपल्याला परिचित असलेल्या गोष्टींपेक्षा खूप भिन्न दृष्टीकोन प्रदान करते. अपरिचित दृष्टीकोन अतिशय भिन्न स्केलसह आणि ओळखण्यायोग्य तपशीलाच्या अभावासह एकत्रित केल्याने प्रतिमेमध्ये अगदी परिचित वस्तू देखील ओळखता येत नाही. शेवटी, आपल्याला फक्त दृश्यमान तरंगलांबी पाहण्याची सवय आहे आणि या खिडकीच्या बाहेरील तरंगलांबींचे चित्रण समजून घेणे आपल्यासाठी अधिक कठीण आहे.

४.४ हवाईछायाचित्र इंटरप्रिटेशनची मूलभूत तत्त्वे

फोटो इंटरप्रिटेशन: वस्तू ओळखण्यासाठी आणि त्यांचे महत्त्व तपासण्याच्या उद्देशाने छायाचित्रे/ प्रतिमांचे परीक्षण.



४.४.१. निरीक्षण आणि निष्कर्ष: निरीक्षण हे स्पष्टीकरणासाठी कच्चा डेटा प्रदान करते. अनुमान ही तार्किक प्रक्रिया आहे ज्याद्वारे निरीक्षण आणि अर्थ लावला जातो.



४.५ प्रतिमा विश्लेषण घटक, उपग्रह प्रतिमा विश्लेषणाची मूलभूत तत्त्वे: प्रतिमांचे प्रकार, दृश्य प्रतिमा विश्लेषण, डिजिटल प्रतिमा विश्लेषण

i) **प्रतिमा विश्लेषण घटक :** लक्ष्य ओळखणे ही व्याख्या आणि माहिती काढण्याची गुरुकिल्ली आहे. लक्ष्य आणि त्यांच्या पार्श्वभूमीमधील फरकांचे निरीक्षण करताना टोन, आकार, आकार, नमुना, पोत, सावली आणि सहवास या दृश्य घटकांपैकी कोणत्याही किंवा सर्वांवर आधारित भिन्न लक्ष्यांची तुलना करणे समाविष्ट आहे. या घटकांचा वापर करून व्हिज्युअल अर्थ लावणे हा आपल्या दैनंदिन जीवनाचा एक भाग असतो, मग आपल्याला त्याची जाणीव असो वा नसो. हवामान अहवालावरील उपग्रह प्रतिमांचे परीक्षण करणे किंवा हेलिकॉप्टरच्या दृश्यांद्वारे उच्च गतीचा पाठलाग करणे ही दृश्य प्रतिमेच्या व्याख्याची सर्व परिचित उदाहरणे आहेत. या व्हिज्युअल घटकांच्या आधारे दूरस्थपणे जाणवलेल्या प्रतिमांमधील लक्ष्ये ओळखणे आम्हाला पुढील व्याख्या आणि विश्लेषण करण्यास अनुमती देते. या प्रत्येक व्याख्या घटकांचे स्वरूप खाली वर्णन केले आहे, प्रत्येकाच्या प्रतिमा उदाहरणासह.



ii) टोन म्हणजे प्रतिमेतील वस्तूंची सापेक्ष चमक किंवा रंग. सामान्यतः, भिन्न लक्ष्ये किंवा वैशिष्ट्यांमधील फरक करण्यासाठी टोन हा मूलभूत घटक असतो. टोनमधील फरक देखील आकार, पोत आणि वस्तूंच्या नमुन्यातील घटकांना वेगळे करण्यास अनुमती देतो.

भौगोलिक अभ्यासात सुदूर
संवेदन तंत्राचा अनुप्रयोग



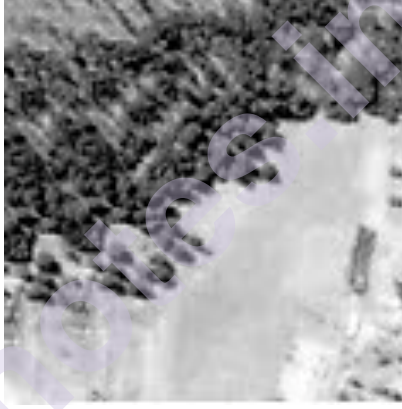
iii) आकार म्हणजे वैयक्तिक वस्तूंचे सामान्य स्वरूप, रचना किंवा बाह्यरेखा. अर्थ लावण्यासाठी आकार हा एक अतिशय विशिष्ट संकेत असू शकतो. सरळ काठाचे आकार सामान्यतः शहरी किंवा कृषी (फील्ड) लक्ष्यांचे प्रतिनिधित्व करतात, तर नैसर्गिक वैशिष्ट्ये, जसे की जंगलाच्या कडा, सामान्यतः आकारात अधिक अनियमित असतात, मनुष्याने रस्ता किंवा स्पष्ट कट केल्याशिवाय. फिरत्या स्प्रिंकलर सिस्टीमद्वारे सिंचन केलेली शेत किंवा पीक जमीन गोलाकार आकारात दिसेल.



iv) प्रतिमेतील वस्तूंचा आकार हे स्केलचे कार्य आहे. एखाद्या दृश्यातील इतर वस्तूंच्या सापेक्ष लक्ष्याचा आकार तसेच त्या लक्ष्याचा अर्थ लावण्यात मदत करण्यासाठी परिपूर्ण आकाराचे मूल्यांकन करणे महत्वाचे आहे. लक्ष्याच्या आकाराचा द्रुत अंदाज योग्य परिणामाकडे अधिक जलद अर्थ लावू शकतो. उदाहरणार्थ, जर एखाद्या दुभाष्याने जमिनीच्या वापराचे क्षेत्र वेगळे करायचे असेल आणि त्यामध्ये अनेक इमारती असलेले क्षेत्र ओळखले असेल, तर कारखाने किंवा गोदामांसारख्या मोठ्या इमारती व्यावसायिक मालमत्ता सुचवतील, तर लहान इमारती निवासी वापर सूचित करतील.



v) पॅटर्न म्हणजे दृश्यमानपणे दिसणाऱ्या वस्तूंच्या अवकाशीय व्यवस्थेचा संदर्भ. सामान्यतः, समान टोन आणि टेक्सचरची व्यवस्थित पुनरावृत्ती एक विशिष्ट आणि शेवटी ओळखण्यायोग्य नमुना तयार करेल. समान अंतरावर असलेली झाडे आणि नियमित अंतरावरील घरे असलेले शहरी रस्ते ही नमुन्याची उत्तम उदाहरणे आहेत.



vi) पोत म्हणजे प्रतिमेच्या विशिष्ट भागात टोनल भिन्नतेची व्यवस्था आणि वारंवारता. खडबडीत टेक्सचरमध्ये चिवट टोनचा समावेश असेल जिथे राखाडी पातळी एका लहान भागात अचानक बदलते, तर गुळगुळीत पोतमध्ये खूप कमी टोनल भिन्नता असते. गुळगुळीत पोत बहुतेकदा एकसमान, अगदी पृष्ठभाग, जसे की फील्ड, डांबर किंवा गवताळ प्रदेशाचा परिणाम असतो. खडबडीत पृष्ठभाग आणि अनियमित रचना असलेले लक्ष्य, जसे की फॉरेस्ट कॅनोपी, परिणामी उग्र पोत दिसते. रडार प्रतिमा रीमधील वैशिष्ट्यांमध्ये फरक करण्यासाठी टेक्सचर हा सर्वात महत्वाचा घटक आहे.



viii) छाया (सावली) अर्थ लावण्यासाठी देखील उपयुक्त आहे कारण ते प्रोफाइल आणि लक्ष्य किंवा लक्ष्यांच्या सापेक्ष उंचीची कल्पना देऊ शकते ज्यामुळे ओळख सुलभ होऊ शकते. तथापि, सावल्या त्यांच्या प्रभावक्षेत्रातील व्याख्या कमी करू शकतात किंवा काढून टाकू शकतात, कारण सावल्यांमधील लक्ष्य त्यांच्या सभोवतालच्या वातावरणातून खूपच कमी (किंवा अजिबात नाही) ओळखण्यायोग्य असतात. टोपोग्राफी आणि लँडफॉर्म, विशेषतः रडार प्रतिमा रीमध्ये वाढवण्यासाठी किंवा ओळखण्यासाठी सावली देखील उपयुक्त आहे.



viii) संघटना स्वारस्याच्या लक्ष्याच्या समीप असलेल्या इतर ओळखण्यायोग्य वस्तू किंवा वैशिष्ट्यांमधील संबंध विचारात घेते. वैशिष्ट्यांची ओळख जिच्या इतर वैशिष्ट्यांशी संबंधित असण्याची अपेक्षा आहे ती ओळख सुलभ करण्यासाठी माहिती देऊ शकते. वर दिलेल्या उदाहरणामध्ये, व्यावसायिक मालमत्ता प्रमुख वाहतूक मार्गाच्या जवळच्या स्थानाशी संबंधित असू शकतात, तर निवासी क्षेत्रे शाळा, क्रीडांगणे आणि क्रीडा क्षेत्राशी संबंधित असतील. आमच्या उदाहरणात, एक तलाव नौका, एक मरीना आणि लगतच्या मनोरंजक जमिनीशी संबंधित आहे.

४.५.१ उपग्रह प्रतिमा विश्लेषणाची मूलभूत तत्त्वे: प्रतिमांचे प्रकार, दृश्य प्रतिमा विश्लेषण, डिजिटल प्रतिमा विश्लेषण :

सुदूर संवेदन उपग्रह डेटा दोन मूलभूत प्रकारांमध्ये येतो, निष्क्रियपणे गोळा केलेला डेटा आणि सक्रियपणे गोळा केलेला डेटा.

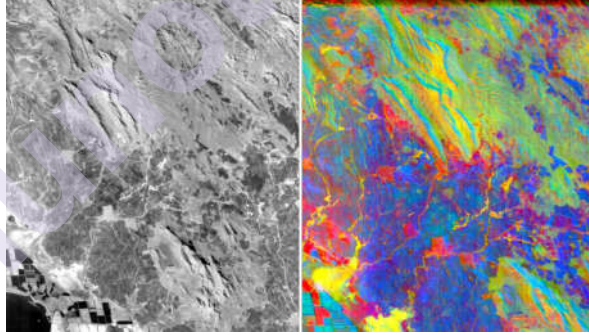
- निष्क्रिय डेटा संकलन सूर्याद्वारे निर्माण झालेल्या आणि ग्रहाच्या पृष्ठभागावर परावर्तित होणाऱ्या इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक रेडिएशनच्या तीव्रतेवर लक्ष केंद्रित करते.
- सक्रिय डेटा संकलन मुख्यत्वे अशा उपकरणांपुरते मर्यादित आहे जे रेकॉर्ड करण्यासाठी उपग्रहाला परावर्तित होणाऱ्या उर्जेची नाडी पाठवतात आणि निर्माण करतात. सहज उपलब्ध असलेला बहुतांश डेटा निष्क्रियपणे संकलित केला जातो आणि तो पृथ्वीच्या वातावरणाद्वारे शोषून न घेतलेल्या ऊर्जेपुरता मर्यादित असतो.
- निष्क्रिय परावर्तकतेवर आधारित उपग्रह प्रतिमा ४ मूलभूत प्रकारांमध्ये आढळते, जे दृश्यमान, अवरक्त, मल्टीस्पेक्ट्रल आणि हायपरस्पेक्ट्रल आहेत.

४.५.२. संकलित केलेल्या डेटाचा प्रकार आणि रिझोल्यूशन हे सामान्यतः उपग्रहाच्या मोहिमेवर अवलंबून असते.

- i) दृश्यमान डेटामध्ये रास्टर प्रतिमेवर डेटाचे तीन बँड बनवण्यासाठी लाल, हिरवा आणि निळा या रंगाच्या मूल्यांनी बनलेले पिक्सेल असतात.
- ii) इन्फ्रारेड प्रतिमा रीमध्ये सहसा दृश्यमान चॅनेल तसेच इन्फ्रा-रेड स्पेक्ट्रमची काही श्रेणी समाविष्ट असलेल्या प्रतिमा असतात.



- iii) मल्टीस्पेक्ट्रल डेटामध्ये डेटाच्या 7-12 चॅनेलचा समावेश होतो



- iv) हायपरस्पेक्ट्रल इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक स्पेक्ट्रमच्या स्वतंत्र बँडविड्थवर गोळा केलेला 50 बँड किंवा त्याहून अधिक डेटा असू शकतो.

हा सर्व डेटा कसा वापरला जातो हे या साइटच्या व्याप्तीच्या पलीकडे जाते, परंतु हे लक्षात ठेवण्यासारखे आहे की उपलब्ध उत्पादनांची श्रेणी आहे आणि या संदर्भात कोणत्या प्रकारचा डेटा उपयुक्त आहे हे निर्धारित करण्यासाठी मोठ्या प्रमाणात संशोधन करावे लागेल. फील्ड-आधारित व्यायाम.

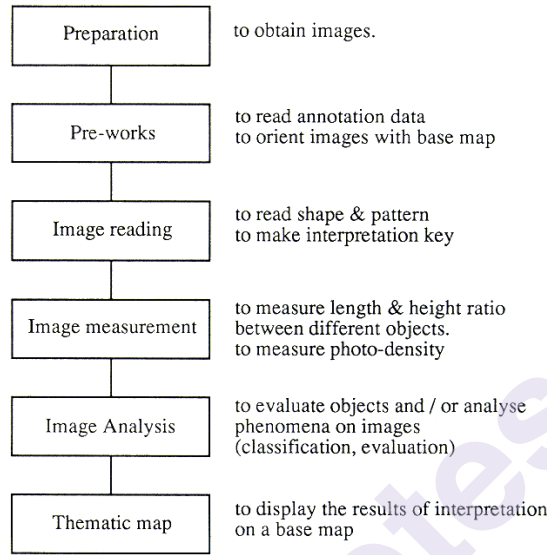
- प्रतिमा व्याख्या

मानवी ज्ञान किंवा अनुभव वापरून आकार, स्थान, रचना, कार्य, गुणवत्ता, स्थिती, वस्तूंचा आणि त्यांच्यातील संबंध इत्यादींबद्दल नकाशाच्या स्वरूपात गुणात्मक आणि परिमाणवाचक माहिती काढणे अशी प्रतिमा व्याख्या म्हणून व्याख्या केली जाते. एक

संकुचित व्याख्या म्हणून, "फोटो-व्याख्या" हा काहीवेळा प्रतिमा इंटरप्रिटेशनचा समानार्थी शब्द म्हणून वापरला जातो.

भौगोलिक अभ्यासात सुदूर संवेदन तंत्राचा अनुप्रयोग

उपग्रह रिमोट सेन्सिंगमध्ये प्रतिमेचा अर्थ उपग्रह प्रतिमेचा एकच दृश्य वापरून केला जाऊ शकतो, तर सहसा स्टिरीओस्कोपिक छायाचित्राची जोडी फोटो-व्याख्यात स्टिरीओस्कोपिक दृष्टी प्रदान करण्यासाठी वापरली जाते, उदाहरणार्थ, मिरर स्टिरीओस्कोप. अशा एकल फोटो-व्याख्याचा स्टिरीओ फोटो-इंटरप्रिटेशनपासून भेदभाव केला जातो.



- प्रतिमा वाचन हे प्रतिमा इंटरप्रिटेशनचा एक मूलभूत प्रकार आहे. हे आकार, आकार, नमुना, टोन, पोत, रंग, सावली आणि इतर संबंधित संबंध यासारख्या घटकांचा वापर करून वस्तूंच्या साध्या ओळखीशी संबंधित आहे. प्रतिमा वाचन सहसा प्रत्येक ऑब्जेक्टच्या संदर्भात व्याख्या की सह लागू केले जाते.
- प्रतिमा मोजमाप म्हणजे भौतिक परिमाण, जसे की लांबी, स्थान, उंची, घनता, तापमान आणि असेच, संदर्भ डेटा किंवा कॅलिब्रेशन डेटा वजावट किंवा प्रेरकपणे वापरून काढणे.
- प्रतिमेचे विश्लेषण म्हणजे व्याख्या केलेली माहिती आणि वास्तविक स्थिती किंवा घटना यांच्यातील संबंध समजून घेणे आणि परिस्थितीचे मूल्यमापन करणे. काढलेली माहिती शेवटी एका नकाशाच्या स्वरूपात दर्शविली जाईल ज्याला इंटरप्रिटेशन मॅप किंवा थीमॅटिक मॅप म्हणतात.

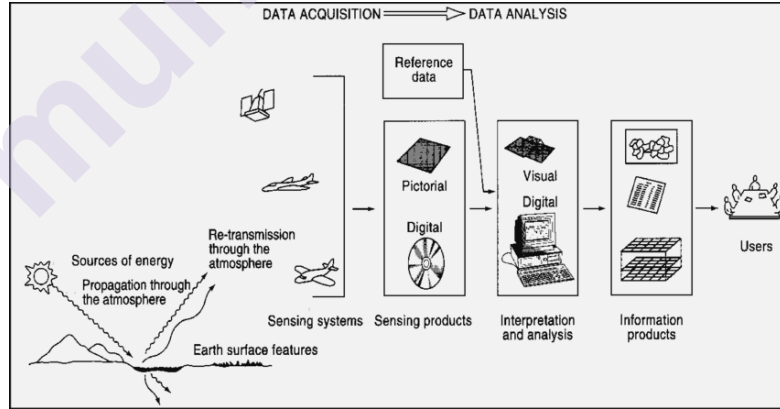
साधारणपणे, काही ग्राउंड तपासाशिवाय प्रतिमा इंटरप्रिटेशनची अचूकता पुरेशी नसते. ग्राउंड तपासणे आवश्यक आहे, जेव्हा कळा स्थापित केल्या जातात आणि नंतर जेव्हा प्राथमिक नकाशा तपासला जातो. रिमोट सेन्सिंग प्रतिमा रीच्या विश्लेषणामध्ये प्रतिमेतील विविध लक्ष्यांची ओळख समाविष्ट असते आणि ती लक्ष्ये पर्यावरणीय किंवा कृत्रिम वैशिष्ट्ये असू शकतात ज्यात बिंदू, रेषा असतात., किंवा क्षेत्रे. लक्ष्य ते ज्या प्रकारे परावर्तित करतात

किंवा विकिरण उत्सर्जित करतात त्या दृष्टीने परिभाषित केले जाऊ शकतात. हे रेडिएशन एका सेन्सरद्वारे मोजले जाते आणि रेकॉर्ड केले जाते आणि शेवटी ते प्रतिमेचे उत्पादन जसे की हवेचा फोटो किंवा उपग्रह प्रतिमा म्हणून चित्रित केले जाते.

- आपल्या सभोवतालच्या दैनंदिन व्हिज्युअल व्याख्येपेक्षा प्रतिमांचे स्पष्टीकरण अधिक कठीण कशामुळे होते? एक तर, द्विमितीय प्रतिमा पाहताना आपण खोलीची जाणीव गमावतो, जोपर्यंत आपण उंचीच्या तिसऱ्या परिमाणाचे अनुकरण करण्यासाठी ती स्टिरिओस्कोपिक पद्धतीने पाहू शकत नाही. खरंच, जेव्हा प्रतिमा स्टिरिओमध्ये पाहिल्या जातात तेव्हा अनेक अनुप्रयोग मध्ये इंटरप्रीटेशनचा खूप फायदा होतो, कारण लक्ष्यांचे व्हिज्युअलायझेशन (आणि म्हणून ओळखणे) नाटकीयरित्या वर्धित केले जाते. थेट वरून वस्तू पाहणे देखील आपल्याला परिचित असलेल्या गोष्टीपेक्षा खूप भिन्न दृष्टीकोन प्रदान करते. अपरिचित दृष्टीकोन अतिशय भिन्न स्केलसह आणि ओळखण्यायोग्य तपशीलाच्या अभावासह एकत्रित केल्याने प्रतिमेमध्ये अगदी परिचित वस्तू देखील ओळखता येत नाही. शेवटी, आपल्याला फक्त दृश्यमान तरंगलांबी पाहण्याची सवय आहे आणि या खिडकीच्या बाहेरील तरंगलांबींचे चित्रण समजून घेणे आपल्यासाठी अधिक कठीण आहे.

४.५.२ व्हिज्युअल प्रतिमा विश्लेषण :

प्रतिमांचे विश्लेषण अनेक स्तरांवर केले पाहिजे. चित्राचे मूल्यमापन आणि त्याचा अर्थ समजून घेण्यासाठी व्हिज्युअल विश्लेषण ही एक महत्वाची पायरी आहे. प्रतिमेसह प्रदान केलेली मजकूर माहिती, प्रतिमा स्रोत आणि प्रतिमेचा मूळ संदर्भ आणि प्रतिमेची तांत्रिक गुणवत्ता विचारात घेणे देखील महत्वाचे आहे.



४.५.३ डिजिटल प्रतिमा विश्लेषण :

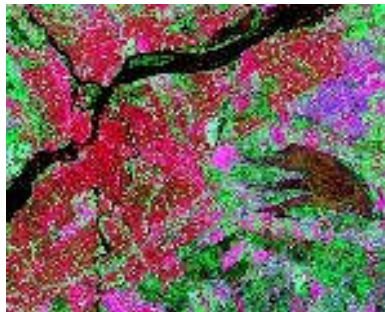
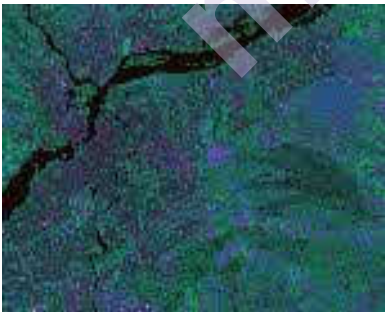
आजच्या प्रगत तंत्रज्ञानाच्या जगात जिथे बहुतेक रिमोट सेन्सिंग डेटा डिजिटल स्वरूपात रेकॉर्ड केला जातो, अक्षरशः सर्व प्रतिमा व्याख्या आणि विश्लेषणामध्ये डिजिटल प्रक्रियेचे काही घटक समाविष्ट असतात. डिजिटल प्रतिमा प्रोसेसिंगमध्ये डेटाचे फॉर्मॅटिंग आणि दुरुस्त करणे, चांगले व्हिज्युअल इंटरप्रीटेशन सुलभ करण्यासाठी डिजिटल एन्हांसमेंट किंवा संपूर्णपणे संगणकाद्वारे लक्ष्य आणि वैशिष्ट्यांचे स्वयंचलित वर्गीकरण यासह असंख्य प्रक्रियांचा समावेश असू शकतो. रिमोट सेन्सिंग प्रतिमा री डिजिटल पद्धतीने प्रक्रिया

करण्यासाठी, डेटा रेकॉर्ड करणे आवश्यक आहे आणि संगणक टेप किंवा डिस्कवर स्टोरेजसाठी योग्य असलेल्या डिजिटल स्वरूपात उपलब्ध असणे आवश्यक आहे. साहजिकच, डिजिटल प्रतिमा प्रोसेसिंगसाठी दुसरी आवश्यकता म्हणजे संगणक प्रणाली, ज्याला कधीकधी प्रतिमा विश्लेषण प्रणाली म्हणून संबोधले जाते, डेटावर प्रक्रिया करण्यासाठी योग्य हार्डवेअर आणि सॉफ्टवेअरसह. रिमोट सेन्सिंग प्रतिमा प्रोसेसिंग आणि विश्लेषणासाठी अनेक व्यावसायिकरित्या उपलब्ध सॉफ्टवेअर सिस्टम विकसित केल्या गेल्या आहेत.

चर्चेच्या उद्देशाने, प्रतिमा विश्लेषण प्रणालीमध्ये उपलब्ध असलेली बहुतेक सामान्य प्रतिमा प्रक्रिया कार्ये खालील चार श्रेणींमध्ये वर्गीकृत केली जाऊ शकतात:

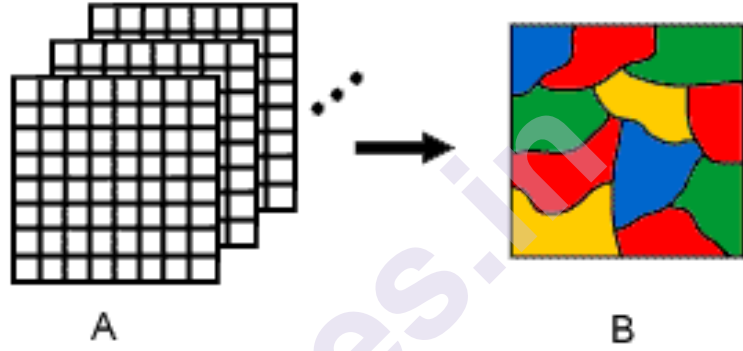
- पूर्व-प्रक्रिया
- प्रतिमा सुधारणा
- प्रतिमा परिवर्तन
- प्रतिमा वर्गीकरण आणि विश्लेषण

प्री-प्रोसेसिंग फंक्शन्समध्ये अशा ऑपरेशन्सचा समावेश होतो ज्या सामान्यतः मुख्य डेटा विश्लेषण आणि माहिती काढण्यापूर्वी आवश्यक असतात आणि सामान्यतः रेडिओमेट्रिक किंवा भौमितिक सुधारणा म्हणून गटबद्ध केल्या जातात. रेडिओमेट्रिक सुधारणांमध्ये सेन्सर अनियमितता आणि अवांछित सेन्सर किंवा वातावरणातील आवाजासाठी डेटा दुरुस्त करणे आणि डेटाचे रूपांतर करणे समाविष्ट आहे जेणेकरून ते सेन्सरद्वारे मोजलेले परावर्तित किंवा उत्सर्जित रेडिएशन अचूकपणे दर्शवू शकतील. भौमितिक सुधारणांमध्ये सेन्सर-पृथ्वी भूमिती भिन्नतेमुळे भौमितिक विकृती सुधारणे आणि पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील वास्तविक जग निर्देशांकांमध्ये (उदा. अक्षांश आणि रेखांश) डेटाचे रूपांतर समाविष्ट आहे.



प्रतिमा वर्धित करण्याच्या शब्दांतर्गत गटबद्ध केलेल्या प्रतिमा प्रोसेसिंग फंक्शन्सच्या दुसऱ्या गटाचे उद्दिष्ट केवळ दृश्य स्पष्टीकरण आणि विश्लेषणामध्ये मदत करण्यासाठी प्रतिमांचे स्वरूप सुधारणे आहे. एन्हांसमेंट फंक्शन्सच्या उदाहरणांमध्ये दृश्यातील विविध वैशिष्ट्यांमधील टोनल भेद वाढवण्यासाठी कॉन्ट्रास्ट स्ट्रेचिंग आणि प्रतिमेतील विशिष्ट अवकाशीय नमुने वाढवण्यासाठी (किंवा दाबण्यासाठी) अवकाशीय फिल्टरिंग यांचा समावेश होतो.

प्रतिमा ट्रान्सफॉर्मेशन ही प्रतिमा वर्धित करण्याच्या संकल्पनेप्रमाणेच ऑपरेशन्स आहेत. तथापि, प्रतिमा वर्धित ऑपरेशन्सच्या विपरीत जे सामान्यतः एका वेळी डेटाच्या एका चॅनेलवर लागू केले जातात, प्रतिमा परिवर्तनांमध्ये सहसा एकाधिक वर्णक्रमीय बँड्सच्या डेटाची एकत्रित प्रक्रिया समाविष्ट असते. अंकगणित ऑपरेशन्स (म्हणजे वजाबाकी, बेरीज, गुणाकार, भागाकार) मूळ बँड एकत्रित करण्यासाठी आणि "नवीन" प्रतिमांमध्ये रूपांतरित करण्यासाठी केल्या जातात जे दृश्यात काही वैशिष्ट्ये अधिक चांगल्या प्रकारे प्रदर्शित करतात किंवा हायलाइट करतात. स्पेक्ट्रल किंवा बँड प्रमाणीकरणाच्या विविध पद्धती आणि मल्टीचॅनल प्रतिमा रीमध्ये माहितीचे अधिक कार्यक्षमतेने प्रतिनिधित्व करण्यासाठी वापरल्या जाणाऱ्या मुख्य घटक विश्लेषण नावाच्या प्रक्रियेसह आम्ही यापैकी काही ऑपरेशन्स पाहू.



प्रतिमा वर्गीकरण आणि विश्लेषण ऑपरेशन्सचा वापर डेटामधील पिक्सेल डिजिटली ओळखण्यासाठी आणि वर्गीकरण करण्यासाठी केला जातो. वर्गीकरण सहसा मल्टी-चॅनल डेटा सेट (A) वर केले जाते आणि ही प्रक्रिया पिक्सेल ब्राइटनेस मूल्यांच्या सांख्यिकीय वैशिष्ट्यांवर आधारित प्रतिमेतील प्रत्येक पिक्सेल विशिष्ट वर्ग किंवा थीम (B) वर नियुक्त करते. डिजिटल वर्गीकरण करण्यासाठी विविध पद्धतींचा अवलंब केला जातो. पर्यवेक्षित आणि पर्यवेक्षित वर्गीकरण या दोन सामान्य पद्धतींचे आम्ही थोडक्यात वर्णन करू.

४.६ थर्मल आणि मायक्रोवेव्ह रिमोट सेन्सिंगची मूलभूत तत्त्वे

थर्मल (औष्णिक) रिमोट सेन्सिंगची तत्त्वे :

पृथ्वी-वातावरण प्रणाली सूर्यापासून ऊर्जा मिळवते जी खूप उच्च तापमानात असते, कमी तरंगलांबीमध्ये (दृश्यमान, 0.20 ते 0.80 मिमी) जास्तीत जास्त ऊर्जा उत्सर्जित करते. पृथ्वी-वातावरण प्रणाली या ऊर्जेचा काही भाग शोषून घेते (वातावरणातील पृष्ठभागावरील अल्बेडो, ढग आणि इतर परावर्तक/स्कॅटरर्समुळे त्याच्या परावर्तित गुणधर्मांमुळे), ज्यामुळे ते गरम होते आणि त्याचे तापमान वाढते. हे तापमान 300 अंश केल्विनच्या श्रेणीत असल्याने ते 'थर्मल इन्फ्रारेड' नावाच्या लांब तरंगलांबीमध्ये स्वतःचे रेडिएशन उत्सर्जित करेल. इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक स्पेक्ट्रम (3-35 मिमी) च्या थर्मल तरंगलांबीमधील निरीक्षणांना सामान्यतः थर्मल रिमोट सेन्सिंग म्हणून संबोधले जाते.

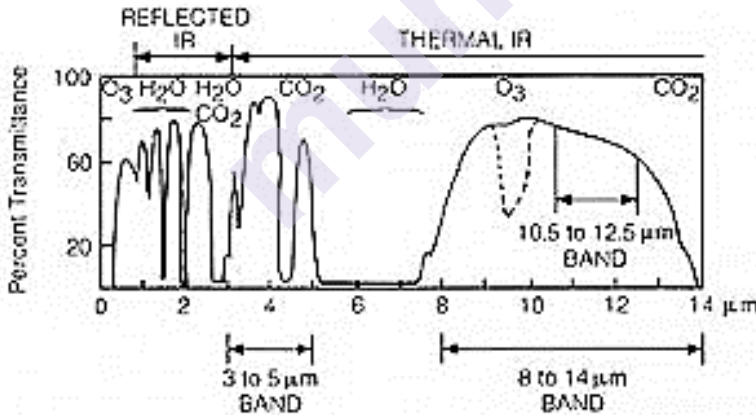
या प्रदेशात पृथ्वीच्या औष्णिक अवस्थेमुळे उत्सर्जित होणारे किरणोत्सर्ग सौर परावर्तित किरणोत्सर्गापेक्षा कितीतरी जास्त तीव्र असतात, त्यामुळे या तरंगलांबीच्या प्रदेशात कार्यरत

असलेले कोणतेही सेन्सर प्रामुख्याने भू-सामग्रीचे थर्मल रेडिएटिव्ह गुणधर्म शोधू शकतात. संपूर्ण शून्य (-273°C किंवा 0°K) पेक्षा जास्त तापमान असणारी सर्व सामग्री दिवस आणि रात्र दोन्ही इन्फ्रारेड ऊर्जा उत्सर्जित करते इन्फ्रारेड सेन्सिंग म्हणजे सतत टोन प्रतिमा म्हणून विविध पृष्ठभागांवरून उत्सर्जित होणारी इन्फ्रारेड उर्जा रेकॉर्ड करून रिमोट ऑब्जेक्ट्स शोधणे होय. फोटोग्राफिक चित्रपटावर. थर्मल IR प्रतिमा सामान्यतः 3 ते 5.5 मिमी आणि 8 ते 14 मिमी पर्यंत तरंगलांबीच्या प्रदेशांमध्ये इतर तरंगलांबींवर वातावरणातील शोषणामुळे प्राप्त होते.

इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक स्पेक्ट्रमचा IR प्रदेश IR प्रदेश 0.7 ते 300mm पर्यंत तरंगलांबी व्यापतो. परावर्तित IR प्रदेश तरंगलांबी 0.7 ते 3 मिमी पर्यंत आहे आणि त्यात फोटोग्राफिक IR बँड (0.7 ते 0.9 मिमी) समाविष्ट आहे जो IR फिल्ममधून शोधला जाऊ शकतो. 3 ते 14 मिमी तरंगलांबीवरील IR रेडिएशनला थर्मल IR क्षेत्र म्हणतात. पारंपारिक कॅमेऱ्यांच्या काचेच्या लेन्सद्वारे थर्मल आयआर रेडिएशन शोषले जात असल्याने आणि फोटोग्राफिक फिल्मद्वारे ते शोधले जाऊ शकत नाही.

थर्मल IR प्रदेशात प्रतिमा शोधण्यासाठी आणि रेकॉर्ड करण्यासाठी विशेष ऑप्टिकल मेकॅनिकल स्कॅनर वापरले जातात. 14 मिमी पेक्षा मोठ्या तरंगलांबीवरील IR रेडिएशनचा रिमोट सेन्सिंगमध्ये वापर केला जात नाही कारण रेडिएशन पृथ्वीच्या वातावरणाद्वारे शोषले जाते.

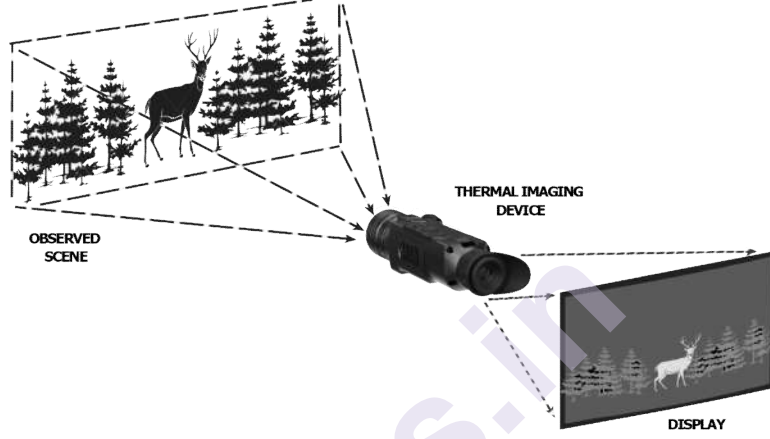
वायुमंडलीय संप्रेषण घन आणि द्रवांचे थर्मल सेन्सिंग दोन वायुमंडलीय खिडक्यांमध्ये होते, जेथे शोषण किमान असते, जसे की सॅबिन्स (रिमोट सेन्सिंग: प्रिन्सिपल्स अँड इंटरप्रिटेशन, 1987) मधून घेतलेल्या या वर्णक्रमीय कथानकात दाखवले आहे.



थर्मल IR किरणोत्सर्गाच्या सर्व तरंगलांबी वातावरण CO_2 , ओझोन आणि पाण्याची वाफ 3-5 मिमी तरंगलांबी आणि 8-14 मिमी पर्यंतच्या तरंगलांबीमध्ये ओझोन आणि पाण्याची बाष्प ऊर्जा शोषून घेतात. पृथ्वीच्या वातावरणाच्या शीर्षस्थानी असलेल्या ओझोन थरामुळे 9-10 मिमी पासून एक अरुंद अवशोषण बँड होतो.

या शोषण बँडचा परिणाम टाळण्यासाठी, उपग्रह थर्मल IR प्रणाली 10.5 - 12.5 मिमी मध्ये कार्य करतात. ओझोन थर खाली उड्डाण करणारे परिवहन प्रणाली प्रभावित होत नाही आणि पूर्ण 8-14mm बँड रेकॉर्ड.

विमानाच्या प्लॅटफॉर्मवरून वापरल्या जाणाऱ्या खिडक्या 3-5 मिमी आणि 8-14 μm तरंगलांबीच्या प्रदेशात असतात. स्पेस बॉर्न सेन्सर सामान्यतः 3 आणि 4 μm आणि 10.5- 12.5 μm दरम्यानच्या खिडक्या वापरतात. कोणतीही खिडकी 100 टक्के प्रसारित करत नाही कारण पाण्याची वाफ आणि कार्बन डायऑक्साइड स्पेक्ट्रममधील काही ऊर्जा शोषून घेतात आणि ओझोन 10.5-12.5 μm अंतराने ऊर्जा शोषून घेतात. याव्यतिरिक्त, सौर परावर्तन दिवसाच्या प्रकाशाच्या वेळी काही प्रमाणात 3-5- μm खिडक्या दूषित करते, म्हणून रात्रीच्या वेळी मोजमाप वापरून पृथ्वीच्या अभ्यासासाठी वापरला जातो.

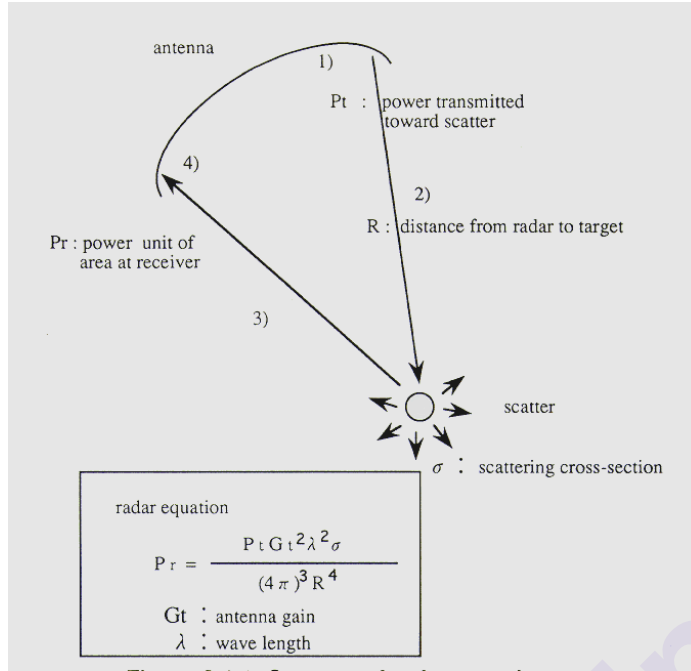


४.७ मायक्रोवेव्ह रिमोट सेन्सिंगची तत्त्वे

मायक्रोवेव्ह रिमोट सेन्सिंग, सुमारे एक सेंटमीटर ते काही दहा सेंटमीटर तरंगलांबीचा वापर करून मायक्रोवेव्ह रेडिएशनचा वापर करून ढग किंवा पावसाच्या कोणत्याही निर्बंधाशिवाय हवामानातील सर्व परिस्थितींचे निरीक्षण करणे शक्य करते. हा एक फायदा आहे जो दृश्यमान आणि/किंवा इन्फ्रारेड रिमोट सेन्सिंगसह शक्य नाही. या व्यतिरिक्त, मायक्रोवेव्ह रिमोट सेन्सिंग, उदाहरणार्थ, समुद्रातील वारा आणि लाटांची दिशा, जी वारंवारता वैशिष्ट्ये, डॉप्लर प्रभाव, ध्रुवीकरण, बॅक स्कॅटरिंग इत्यादींवरून अद्वितीय माहिती प्रदान करते जी दृश्यमान आणि इन्फ्रारेड सेन्सरद्वारे पाहिली जाऊ शकत नाही. तथापि, अत्याधुनिक डेटा विश्लेषणाची गरज मायक्रोवेव्ह रिमोट सेन्सिंग वापरण्यात गैरसोय आहे.

मायक्रोवेव्ह रिमोट सेन्सिंगचे दोन प्रकार आहेत; सक्रिय आणि निष्क्रिय.

- सक्रिय प्रकाराला बॅकस्कॅटरिंग प्राप्त होते जे प्रसारित मायक्रोवेव्हमधून परावर्तित होते जे जमिनीच्या पृष्ठभागावर घडते. सिंथेटिक ऍपर्वर रडार (SAR), मायक्रोवेव्ह स्कॅटर-ओ-मीटर, रडार अल्टिमीटर्स इत्यादी सक्रिय मायक्रोवेव्ह सेन्सर आहेत.
- निष्क्रिय प्रकार जमिनीवरील वस्तूंमधून उत्सर्जित होणारे मायक्रोवेव्ह रेडिएशन प्राप्त करतो. मायक्रोवेव्ह रेडिओमीटर निष्क्रिय मायक्रोवेव्ह सेन्सर्सपैकी एक आहे. ऍन्टीनाद्वारे प्रसारित करण्यापासून ते ऍन्टीनाद्वारे रिसेप्शनपर्यंत सक्रिय प्रकाराद्वारे वापरली जाणारी प्रक्रिया खालील आकृती मध्ये वर्णन केल्यानुसार रडार समीकरणाद्वारे सैद्धांतिकदृष्ट्या स्पष्ट केली आहे.



खालील आकृती मध्ये स्पष्ट केल्याप्रमाणे रेले जीन्सच्या कायद्यावर आधारित रेडिएटिव्ह ट्रान्सफरच्या सिद्धांताचा वापर करून निष्क्रिय प्रकाराची प्रक्रिया स्पष्ट केली आहे.

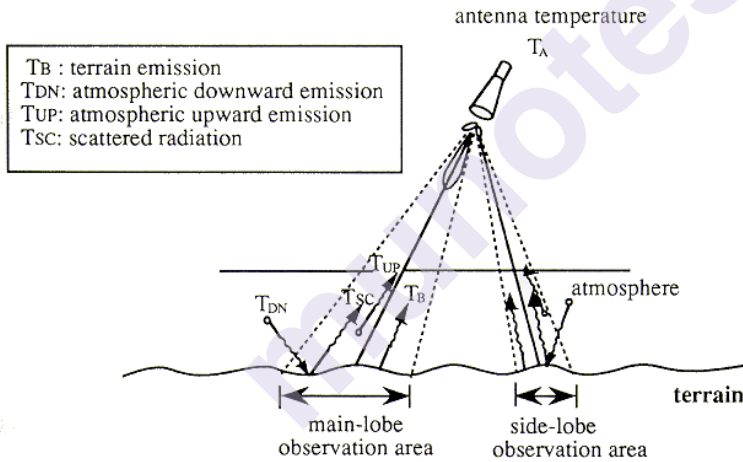
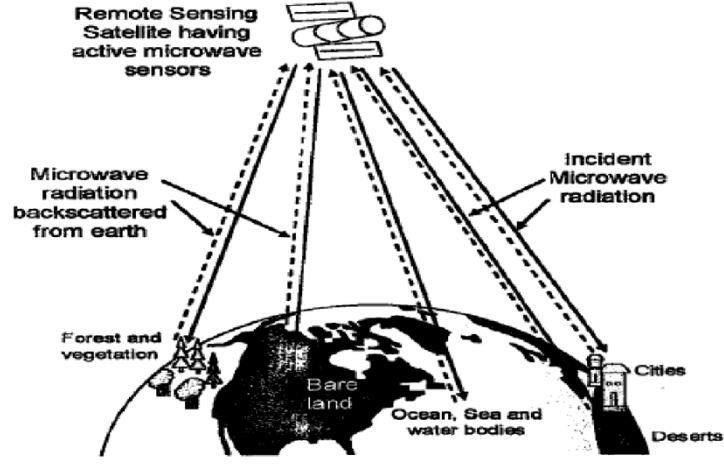


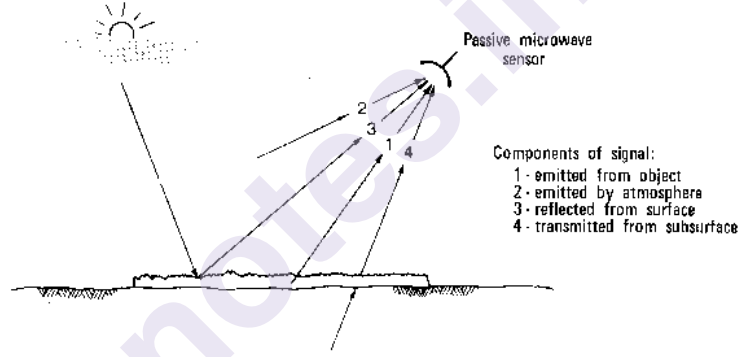
Fig.3.1.2 Principle of passive microwave sensor.
The apparent temperature represents the energy incident upon the antenna.

सक्रिय आणि निष्क्रिय अशा दोन्ही प्रकारांमध्ये, सेन्सरची रचना ऑब्जेक्ट्सच्या निरीक्षणासाठी आवश्यक असलेली इष्टतम वारंवारता लक्षात घेऊन केली जाऊ शकते.

सक्रिय मायक्रोवेव्ह रिमोट सेन्सिंगमध्ये, स्कॅटरिंगची वैशिष्ट्ये प्राप्त झालेल्या पॉवर Pr आणि अँटेना पॅरामीटर्स (At, Pt, Gt) आणि त्यांच्यामधील संबंध आणि ऑब्जेक्टची भौतिक वैशिष्ट्ये यावरून मोजलेल्या रडार क्रॉस सेक्शनमधून मिळवता येतात. उदाहरणार्थ, पाण्याच्या थेंबांचा आकार आणि पावसाची तीव्रता यांच्यातील संबंधावरून पावसाचे मोजमाप करता येते.



निष्क्रिय मायक्रोवेव्ह रिमोट सेन्सिंगमध्ये, प्राप्त शक्ती आणि क्षीणन आणि/किंवा रेडिएशन वैशिष्ट्ये यांसारख्या ऑब्जेक्टची भौतिक वैशिष्ट्ये यांच्यातील संबंधांवरून ऑब्जेक्टची वैशिष्ट्ये शोधली जाऊ शकतात.



४.८ सारांश

या युनिटमध्ये काय चर्चा केली आहे ते आता सारांशित करूया:

- प्रतिमा इंटरप्रिटेशन ही नकाशाच्या स्वरूपात छायाचित्रे आणि उपग्रह प्रतिमांमधून गुणात्मक आणि परिमाणात्मक दोन्ही माहिती काढण्याची प्रक्रिया आहे. हे तंत्र विविध उद्देशांसाठी माहिती गोळा करण्यासाठी वापरले जाते.
- प्रतिमा इंटरप्रिटेशन मानवी क्रियेने किंवा कॉम्प्युटर सॉफ्टवेअरच्या मदतीने केले जाते आणि ते अनुक्रमे व्हिज्युअल आणि डिजिटल इंटरप्रिटेशन म्हणून ओळखले जाते.
- व्हिज्युअल इंटरप्रिटेशन ही छायाचित्रे/प्रतिमांवर दिसणारी वैशिष्ट्ये ओळखण्याची आणि त्यांच्या महत्वाच्या मूल्यमापनासाठी त्यांच्याकडून मिळवलेली माहिती इतरांपर्यंत पोहोचवण्याची प्रक्रिया आहे.
- हवाई डेटामधून माहिती काढणे (म्हणजे, फोटो इंटरप्रिटेशन) आकार, आकार, टोन, पोत, सावली, नमुना आणि संबंध यासारख्या छायाचित्र वैशिष्ट्यांच्या वैशिष्ट्यांवर

आधारित आहे. व्हिज्युअल प्रतिमा इंटरप्रिटेशनचे मूलभूत घटक फोटो इंटरप्रिटेशनमध्ये वापरल्या गेलेल्या घटकांसारखे आहेत.

भौगोलिक अभ्यासात सुदूर संवेदन तंत्राचा अनुप्रयोग

- इंटरप्रिटेशन घटकांसह ऑब्जेक्ट ओळखण्यासाठीच्या निकषांना इंटरप्रिटेशन किल्ली म्हणतात.

४.९ तुमची प्रगती तपासा



- दिलेल्या प्रतिमेचा टोन ओळखा?
- प्रतिमेमध्ये उपलब्ध वैशिष्ट्यांचा पोत शोधा.
- दिलेल्या प्रतिमेमध्ये चित्रित केलेले आकार ओळखा.
- प्रतिमेचा संबंध आणि वैशिष्ट्यांच्या दिलेल्या आकारांचे वर्णन करा.
- प्रतिमेत पाहिलेल्या वैशिष्ट्यांचा नमुना स्पष्ट करा.
- प्रतिमा मध्ये कॅप्चर केलेली साइट परिभाषित करा.

४.१० स्वयं-शिक्षण प्रश्नांची उत्तरे

दिलेल्या स्वरूपात तुमची उत्तरे नमूद करा:

		Elements of image interpretation							
		Tone	Texture	Association	Shape	Size	Shadow	Site	Pattern
Features	Class 1								
	Class 2								
	—								

	Class n								

४.११ तांत्रिक शब्द आणि त्यांचे अर्थ

- **बँड** : एका रास्टरमध्ये संग्रहित केलेली माहिती, अनेकदा इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक स्पेक्ट्रमची विशिष्ट बँडविड्थ रेकॉर्ड करते. प्रतिमा एक किंवा अधिक बँड बनलेली असू शकते.
- **वर्गीकरण योजना** : वर्ग श्रेणींचा एक संच ज्यांना प्रतिमा पिक्सेल किंवा ऑब्जेक्ट नियुक्त केले जातील. योग्य वर्गीकरण योजना वापरल्या जाणाऱ्या सेन्सर्सचा प्रकार, त्यांचे रिझोल्यूशन, वैशिष्ट्यांचे प्रकार आणि बायोम किंवा लँडकव्हर/जमीन वापर प्रतिमा वर अवलंबून असतात.
- **वर्गीकरण** : सामान्य वर्णक्रमीय, आकार, उंची किंवा इतर परिभाषित वैशिष्ट्ये असलेल्या श्रेणी, किंवा वर्गांच्या संचामध्ये पिक्सेल किंवा वस्तू नियुक्त करण्याची संगणकीय प्रक्रिया.
- **संग्रह वैशिष्ट्ये** : स्पेक्ट्रल, रेडिओमेट्रिक, अवकाशीय आणि ऐहिक रिझोल्यूशन, पाहण्याचा कोन आणि विस्तारासह प्रतिमा कशी संकलित केली गेली याचे वर्णन करणारे गुणधर्म.
- **रंग (प्रतिमा घटक)** : प्रतिमेच्या लाल, हिरवा आणि निळ्या वर्णक्रमीय बँडच्या संयोजनातून व्युत्पन्न केलेल्या आवडीच्या वस्तूचे वैशिष्ट्य, ऑब्जेक्ट ओळखण्यात मदत करण्यासाठी वापरला जातो.
- **इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक एनर्जी** : ऊर्जा (सूर्यापासून उत्सर्जित होणारी) जी वेगवेगळ्या तरंगलांबींवर प्रकाशाच्या वेगाने अंतराळात फिरते. इलेक्ट्रोमॅग्नेटिक रेडिएशनच्या प्रकारांमध्ये गॅमा, एक्स, अल्ट्राव्हायलेट, दृश्यमान, इन्फ्रारेड, मायक्रोवेव्ह आणि रेडिओ यांचा समावेश होतो.
- **प्रतिमा घटक** : प्रतिमेची सर्व वैशिष्ट्ये, त्यात त्याचा टोन/रंग, आकार, आकार, नमुना, सावली, पोत, स्थान, संदर्भ, उंची आणि तारीख.
- **प्रतिमा फिल्टर** : रास्टरवर, विश्लेषण सीमा किंवा प्रक्रिया विंडो ज्यामध्ये सेल मूल्ये गणनांवर परिणाम करतात आणि ज्याच्या बाहेर ते होत नाहीत. फिल्टरचा वापर प्रामुख्याने सेल-आधारित विश्लेषणामध्ये केला जातो जेथे केंद्र सेलचे मूल्य फिल्टरमधील सर्व सेल मूल्यांच्या सरासरी, बेरीज किंवा काही अन्य कार्यामध्ये बदलले जाते. प्रत्येक सेलवर प्रक्रिया होईपर्यंत फिल्टर रास्टरवर पद्धतशीरपणे फिरतो. फिल्टर विविध आकार आणि आकारांचे असू शकतात, परंतु तीन-सेल बाय तीन-सेल चौरस सामान्य आहेत.
- **पृथक्करण** : दिलेल्या कालावधीत क्षेत्राद्वारे प्राप्त होणारे सौर किरणोत्सर्गाचे प्रमाण

- **स्थान (प्रतिमा घटक) :** स्वारस्य असलेल्या ऑब्जेक्टचे x , y आणि z निर्देशांक, ऑब्जेक्ट ओळखण्यात मदत करण्यासाठी वापरले जातात.
- **पॅटर्न (प्रतिमा एलिमेंट) :** वस्तूची अवकाशीय व्यवस्था किंवा कॉन्फिगरेशन, आवडीची वस्तू ओळखण्यासाठी वापरली जाते.
- **स्केल :** नकाशावरील अंतर किंवा क्षेत्र आणि जमिनीवरील संबंधित अंतर किंवा क्षेत्र यांच्यातील गुणोत्तर किंवा संबंध, सामान्यतः अपूर्णा किंवा गुणोत्तर म्हणून व्यक्त केले जाते. $1/100,000$ किंवा $1:100,000$ चा नकाशा स्केल म्हणजे नकाशावरील मोजमापाचे एक एकक पृथ्वीवरील समान युनिटच्या $100,000$ इतके आहे.
- **सावली (प्रतिमा घटक) :** जेव्हा सेन्सरच्या जमिनीवरील वैशिष्ट्याचे प्रतिबिंब किंवा तेज कॅप्चर करण्याची क्षमता दुसऱ्या वैशिष्ट्यामुळे अडथळा निर्माण होते; स्वारस्य असलेल्या वस्तू ओळखण्यात मदत करण्यासाठी वापरले जाते
- **आकार (प्रतिमा घटक) :** स्वारस्य असलेल्या ऑब्जेक्टच्या बाह्यरेखाचे स्वरूप, ऑब्जेक्ट ओळखण्यात मदत करण्यासाठी वापरले जाते
- **आकार (प्रतिमा घटक) :** स्वारस्य असलेल्या वस्तूची व्याप्ती, वस्तू ओळखण्यात मदत करण्यासाठी वापरली जाते
- **उतार :** क्षैतिज ($0-90$) पासून अंशांमध्ये मोजली जाणारी पृष्ठभागाची झुकाव, किंवा उतार, किंवा टक्के उतार (धाव भागून वाढ, 100 ने गुणाकार). TIN चेहऱ्याचा उतार हा चेहऱ्याद्वारे परिभाषित केलेल्या विमानाचा सर्वात उंच उतार आहे; रास्टरमधील सेलसाठी उतार हा सेल आणि त्याच्या आजूबाजूच्या आठ शेजाऱ्यांनी परिभाषित केलेल्या विमानाचा सर्वात उंच उतार आहे.
- **टेम्पोरल रिझोल्यूशन :** पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील त्याच स्थानावर प्रतिमा कॅप्चर केलेल्या वारंवारता.
- **पोत (प्रतिमा घटक) :** स्वारस्य असलेल्या वस्तूच्या पृष्ठभागाची भावना किंवा देखावा, वस्तू ओळखण्यात मदत करण्यासाठी वापरली जाते
- **टोन (प्रतिमा एलिमेंट) :** प्रतिमेच्या प्रत्येक बँडमधील वर्णक्रमीय प्रतिसादाच्या तीव्रतेतून मिळवलेल्या स्वारस्याच्या ऑब्जेक्टचे वैशिष्ट्य, ऑब्जेक्ट ओळखण्यात मदत करण्यासाठी वापरले जाते
- **स्थलाकृति :** जमिनीच्या पृष्ठभागाचा अभ्यास आणि मॅपिंग, ज्यामध्ये आराम (सापेक्ष स्थान आणि उंची) आणि नैसर्गिक आणि बांधलेल्या वैशिष्ट्यांची स्थिती समाविष्ट आहे.

४.१२ कार्ये

- 1) व्हिज्युअल प्रतिमा इंटरप्रिटेशनच्या घटकांची थोडक्यात चर्चा करा.
- 2) प्रतिमा इंटरप्रिटेशन की द्वारे तुम्हाला काय समजते?
- 3) प्रतिमेच्या व्याख्यामध्ये स्केलचे महत्त्व काय आहे?

४.१३ पुढील वाचन/अभ्यासासाठी संदर्भ

- Jensen, John R. (2000). Remote Sensing of the Environment. Prentice Hall. ISBN 978-0-13-489733-2.
- Olson, C. E. (1960). "Elements of photographic interpretation common to several sensors". Photogrammetric Engineering. 26 (4): 651–656.
- Philipson, Warren R. (1997). Manual of Photographic Interpretation (2nd ed.). American Society for Photogrammetry and Remote Sensing. ISBN 978-1-57083-039-6.
- Remote Sensing and GIS by BasudebBhatta, Oxford Publication
- Fundamentals of Remote Sensing by George Joseph and C Jeganathan, Universities Press
- <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-16-7731-1>
- <https://gisgeography.com/remote-sensing-earth-observation-guide/>
- <https://www.nic.in/servicecontents/remote-sensing-gis/>
- <https://www.springer.com/journal/12524>
- <https://www.nrsc.gov.in/>
- <https://www.nasa.gov/>
- https://www.edc.uri.edu/nrs/classes/NRS409509/RS/Lectures/409509PhotoInterpretationClass3_Update.pdf
- <https://www.nrcan.gc.ca/maps-tools-and-publications/satellite-imagery-and-air-photos/tutorial-fundamentals-remote-sensing/image-interpretation-analysis/elements-visual-interpretation/9291>
- <https://egyankosh.ac.in/bitstream/123456789/39535/1/Unit-7.pdf>

- https://www.icao.int/APAC/Meetings/2016%20WMOICAOSIGMET/Report_Attachment-D3_JMA-satellite-image-analysis.pdf
- http://sar.kangwon.ac.kr/etc/rs_note/rsnote/contents.htm
- http://gsp.humboldt.edu/olm/Courses/GSP_216/lessons/thermal/
- https://webapps.itc.utwente.nl/librarywww/papers_2009/general/principlesremotesensing.pdf
- https://www.lkouniv.ac.in/site/writereaddata/siteContent/202004021910157352ajay_misra_geo_Thermal_RS.pdf
- https://www.mlsu.ac.in/econtents/455_Thermal%20Remote%20Sensing%20and%20its%20applications.pdf



munotes.in