

BASICS OF REMOTE SENSING – NME - II

CODE:18K4GEL02

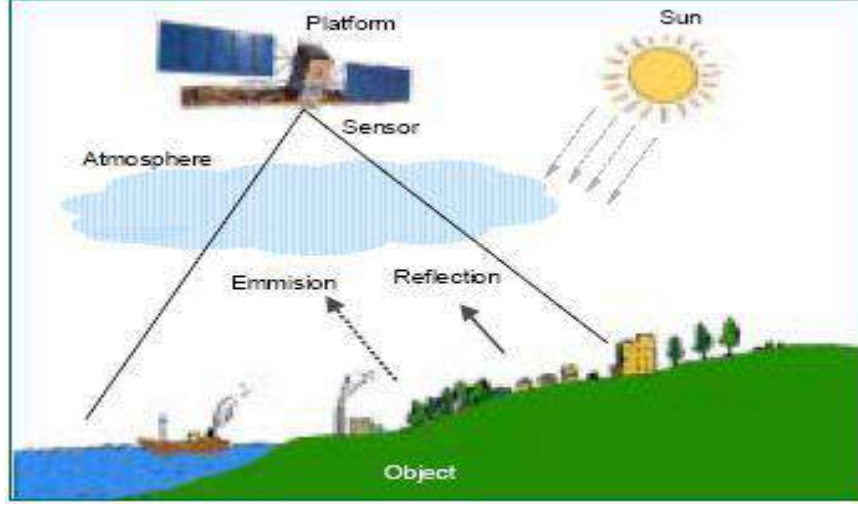
UNIT – I

Remotesensing: Definition – Scope and Content, Ideal Remote Sensing system, Growth and development of Remotesensing in India.

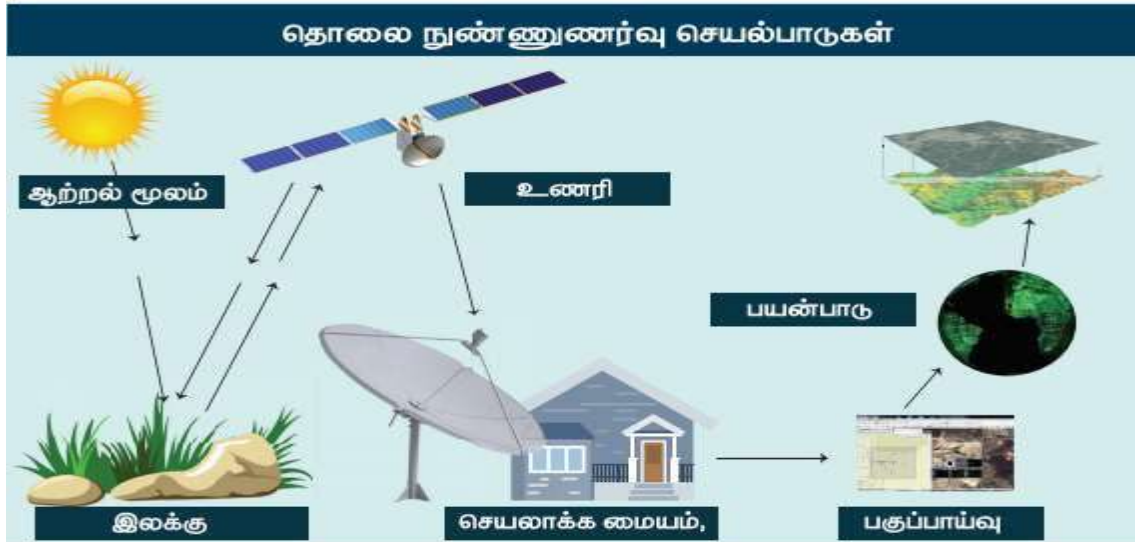
தொலையுணர்தல் (Remote Sensing) என்பது, பொருள் அல்லது தோற்றப்பாடு ஒன்றுடன் நெருக்கமான தொடர்பு எதுவும் இல்லாமலேயே தொலை தூரத்திலிருந்து அது பற்றிய தகவல்களைத் திரட்டுதலைக் குறிக்கும். இது பொதுவாக வானூர்திகள், விண்கலங்கள், செய்மதிகள், கப்பல்கள் போன்றவற்றில் இருந்து செய்யப்படுகின்றது. நடை முறையில், பல வகையான கருவிகளைப் பயன்படுத்தி, ஒரு குறிப்பிட்ட பொருள் அல்லது இடத்துக்கு அப்பால் இருந்து, அது பற்றிய தகவல்களைத் திரட்டுவது தொலையுணர்தல் எனப்படுகின்றது. ஆகவே, புவி அவதானிப்பு மற்றும் வானிலைச் செய்மதிச் சேகரிப்பு மேடைகள், கடல் மற்றும் வளி மண்டல அவதானிப்பு மேடைகள், உயரொலி முறை மூலம் கருத்தரிப்பை அவதானித்தல் போன்றன எல்லாம் தொலையுணர்தலுக்கான எடுத்துக் காட்டுகள் ஆகும்.

எனினும் இச்சொல்லின் தற்காலப் பயன்பாடு, பொதுவாகப் படவாக்க உணர் நுட்பங்களைப் பயன்படுத்துவதையே குறிக்கிறது. இங்கு வானூர்திகள், விண்கலங்கள், செய்மதிகள் அல்லது வேறிடங்களில் பொருத்தப்பட்ட கருவிகள் பயன்படுகின்றன. மருத்துவப் படவாக்கம் போன்ற பிற படவாக்கத் துறைகள் இதிலிருந்தும் வேறுபட்டவையாகவே கருதப்படுகின்றன.

தொலையுணர்தலில், நேரடித் தொலையுணர்தல், மறைமுகத் தொலையுணர்தல் என இரு வகைகள் உண்டு. மறைமுகத் தொலையுணர்தலில், உணரிகள், பொருளினால் வெளிவிடப்படும் அல்லது தெறிக்கப்படும் இயற்கைக் கதிர்வீச்சை உணர்ந்தறிகின்றன. மறைமுக உணரிகளால் உணரப்படும் மிகப் பொதுவான கதிர்வீச்சு சூரிய ஒளி ஆகும். சாதாரண நிழற்படக் கருவிகள், அகச்சிவப்புக் கதிர்க் கருவிகள், ரேடியோமானிகள் என்பன மறைமுகத் தொலையுணரிகளுக்கு எடுத்துக்காட்டுகள் ஆகும். நேரடித் தொலையுணர்தலில் கருவிகள் தாமே கதிர்வீச்சை வெளியிட்டுப் பொருட்களையும், இடங்களையும் துருவுகின்றன. ராடார்கள் நேரடித் தொலையுணர்தலுக்கு எடுத்துக்காட்டு ஆகும்.



உயரத்திலிருந்தே ஒரு இடத்தைப் பற்றிய தகவல்களை சேகரிப்பது அல்லது சேகரிப்பது தொலை உணர்வு. இத்தகைய பரிசோதனை சாதனங்கள், (எ.கா. - கேமராக்கள்) தரையிலிருந்து, மற்றும் / அல்லது கப்பல்கள், விமானம், செயற்கைக்கோள்கள் அல்லது பிற விண்கலங்கள் ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் சென்சார்கள் அல்லது கேமராக்கள் மூலம் நிகழலாம்.



தொலை உணர்தல் ஆராய்ச்சி மையம் இது பெங்களூரில் அமைந்துள்ள செயற்கை கோள்களை வடிவமைக்கும் ஒரு இந்தியா அமைப்பு ஆகும்.

ஏன்.ஆர்.சி : இது ஹைதராபாத்தில் அமைந்துள்ளது. இது செயற்கை கொள் தகவல்களை சேகரிக்கிறது. மற்றும் பல தொழில்கலார்க்கு சிறப்பு பயிற்சிகளை வழங்குகிறது.

விஸ்ஸி: விக்ரம் சாராபாயி ஸ்பாஸ் விண்வெளி ஆராய்ச்சி கழகம் அகமதாபாத், ஐபிஏசி ஹைதராபாத் மற்றும் சார் -ஸ்ரீஹரிகோட்டா சதீஸ் தவான் செயற்கைகோள் செலுத்தும் தளம் போன்ற அரசு விண்வெளி ஆராய்ச்சியில் முக்கிய அங்கமாகும்.

இந்தியா பாதுகாப்பு அமைச்சகத்தின் கீழ் இந்த நிறுவனம் உருவாக்கப்பட்டு தொலை உணர்தல் தரவுகளை வழங்குதல் போன்ற பணிகளை செய்கிறது.

1979 இல் ஹைதராபாத் நகருக்கு அருகில் சார்த்தி நகர் என்னும் இடத்தில் செயற்கை கோல்களை தொடர்ந்து கண்காணிக்கும் வகையிலும் தரை கட்டுப்பாட்டு நிலையம் அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

2008இல் முதல் ஏன்.ஆர்.சி இந்தியா தொலை உணர்தல் மையம் பல சிறப்பு பயிற்சிகள் வழங்கும் ஒரு மத்திய அரசு நிறுவனமாக செயல்படுகிறது.

இதன் தொடர்ச்சியாக இந்தியா செயற்கை கோல்களின் மூலம் சேகரிக்கப்பட்ட விவரங்களை ஆய்வுக்கு தேவைப்படும் உற்பத்தி பரிமங்களாக உருவாக்குகின்றன.

ரிமோட் சென்சிங் ஒரு சுருக்கமான வரலாறு

1858 ஆம் ஆண்டில், காஸ்பர்-ஃபெலிக்ஸ் டூர்நச்சன், பாரிஸ் விமானப் படகு ஒரு சூடான ஏர் ப்லானிலிருந்து எடுத்துக்கொண்டபோது, நவீன ரிமோட் உணர்தல் தொடங்கியது. ரிமோட் சென்சிங் அங்கு இருந்து தொடர்ந்து வளர்கிறது; தூதர் புறாக்கள், பூனைகள் மற்றும் ஆளில்லாத ப்லான்கள் எதிரி பிரதேசத்தில் அவர்களை இணைக்கும் கேமராக்கள் மூலம் அமெரிக்க உள்நாட்டுப் போரின்போது ஏற்பட்ட தொலைநோக்கியின் முதல் திட்டமிடப்பட்ட பயன்பாடுகளில் ஒன்றாகும்.

முதலாம் உலகப் போர்கள் மற்றும் இரண்டாம் உலகப் போரில் இராணுவ கண்காணிப்பிற்காக முதல் அரசாங்க-ஓழுங்கமைக்கப்பட்ட விமான புகைப்படம் எடுத்தல் நிகழ்வுகள் உருவாக்கப்பட்டது, ஆனால் பனிப்போர் காலத்தில் ஒரு உச்சக்கட்டத்தை அடைந்தது.

இன்று, சிறிய தொலைநிலை உணரிகள் அல்லது காமிராக்கள் ஒரு பகுதியைப் பற்றிய தகவலைப் பெற சட்டரீதியாக அமலாக்க மற்றும் ஆளில்லாத தளங்களில் இராணுவம் மற்றும் இராணுவத்தால் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இன்றைய ரிமோட் சென்சிங் இமேஜிங் உள்ளிட்டவை சிவப்பு, சிவப்பு, வழக்கமான காற்று புகைப்படங்கள் மற்றும் டாப்ளர் ரேடர் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியுள்ளது.

இந்த கருவிகளுக்கு கூடுதலாக, 20 ஆம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் செயற்கைகோள்கள் உருவாக்கப்பட்டு, உலக அளவிலும், சூரிய மண்டலத்தில் உள்ள மற்ற கிரகங்கள் பற்றிய தகவல்களிலும் இன்றும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

எடுத்துக்காட்டாக, மாகெல்லன் ஆய்வு செயற்கைகோள் ஆகும், தொலைதூர உணர்திறன் தொழில்நுட்பங்களை வீனஸ் பற்றிய வரைபட வரைபடங்களை உருவாக்க பயன்படுகிறது.

தொலை உணர்வு தரவுகளின் வகைகள்

ரிமோட் சென்சிங் தரவின் வகைகள் வேறுபடுகின்றன, ஆனால் ஒவ்வொரு பகுதியும் ஒரு தொலைதூர பகுதியை பகுப்பாய்வு செய்யும் திறனில் குறிப்பிடத்தக்க பங்கு வகிக்கிறது. ரேடார் சென்சிங் தரவை சேகரிக்க முதல் வழி ரேடார் வழியாகும்.

அதன் மிக முக்கியமான பயணங்கள் காற்று போக்குவரத்து கட்டுப்பாடு மற்றும் புயல்கள் அல்லது பிற சாத்தியமான பேரழிவுகளை கண்டறிதல் ஆகும். கூடுதலாக, டாப்ளர் ரேடார் வானூர்தி தரவுகளைக் கண்டறிவதற்காக பயன்படுத்தப்படும் ஒரு பொதுவான வகை ரேடார், ஆனால் போக்குவரத்து மற்றும் வேக வேகத்தை கண்காணிப்பதற்காக சட்ட அமலாக்கத்தால் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மற்ற வகையான ரேடார் டிஜிட்டல் மாதிரிகள் உயரத்தை உருவாக்க பயன்படுகிறது.

தொலைதூர உணர்திறன் தரவு மற்றொரு வகை ஒளிக்கதிர்கள் இருந்து வருகிறது. அவை பெரும்பாலும் காற்று வேகங்கள் மற்றும் திசை மற்றும் கடல் நீரோட்டங்களின் திசையைப் போன்றவற்றை அளவிடுவதற்காக செயற்கைக்கோள்களில் ரேடார் மிதிமருடன் இணைந்து பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இந்த உயரங்கள் கடற்பகுதி மேப்பிங்கில் பயனுள்ளதாக இருக்கும், அவை ஈர்ப்பு மற்றும் வேறுபட்ட கடலியல் நிலப்பரப்புகளால் ஏற்படுகின்ற தண்ணீரின் வீக்கத்தைக் கணக்கிடும் திறன் கொண்டவை. இந்த மாறுபட்ட கடல் உயரங்களை பின்னர் அளவிட முடியும் மற்றும் seafloor வரைபடங்கள் உருவாக்க பகுப்பாய்வு.

ரிமோட் சென்சிங்கில் பொதுவானது LIDAR - லைட் டிடக்சன் மற்றும் ரேங்கிங் ஆகும். இது மிகவும் பிரபலமாக ஆயுதங்கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது ஆனால் நிலத்தில் பொருட்களின் உயரத்தில் வளிமண்டலத்தில் அளவிட பயன்படுகிறது.

ரிமோட் சென்சிங் தரவின் பிற வகைகள் பல காற்றுப் புகைப்படங்களிலிருந்து (பெரும்பாலும் 3-D மற்றும் / அல்லது மேற்பூச்சு வரைபடங்களைக் காணும் அம்சங்கள்), ரேடியோமீட்டர்கள் மற்றும் ஃபோட்டோமீட்டர்கள் ஆகியவற்றை உள்ளடக்கியது, இது அகச்சிவப்பு சிவப்பு நிறங்களில் வெளிப்படும் கதிர்வீச்சு சேகரிப்பு மற்றும் விமான புகைப்படம் தரவு நிலத்தடி திட்டத்தில் காணப்படும் பூமிக்கு-பார்க்கும் செயற்கைக்கோள்களைப் பெற்றது.

தொலையுணர்தலின் நோக்கம் மற்றும் பொருளடக்கம்

தொலை உணர்தல் என்பது தொலைவில் உள்ள பொருள்களை பற்றிய விவரங்களை தொடாமலேயே அறிவியல் தொழில் நுட்பத்தின் மூலம் உணர்தல் தொலை உணர்தல் எனப்படும். இவற்றின் மூலம் அதிக பரப்பிலான விவரங்களை பற்றிய புள்ளி விவங்களை பெற முடியும்.

தொலை உணர்தல் தற்போது பல துறைகளில் பயன் படுத்தப்படுகிறது. அவை பின்வருமாறு

1.நீர்நிலைகள்

2.விவசாயம்

3.காடுகளின் இருப்பு

4.பேரிடர் மேலாண்மை

5.மண்வகைகள்

6.நகரத்திட்டமிடல்

7.போக்குவரத்து

8.ராணுவ பாதுகாப்பு

9.ஆராய்ச்சிக்காக

போன்ற பல துறைகளில் இதன் பயன்பாடு அதிகரித்து காணப்படுகிறது.

1.நீர்நிலைகள்

தொலாய்வுணர்தலின் மூலம் அதிக அளவிலான பரப்பளவில் உள்ள நீர்நிலைகள் பற்றிய விவரங்களான புவிமேலே உள்ள நீர்நிலைகள், நிலத்தடி நீர், மொத்த நீர்மட்ட இருப்பு , உப்பு நீர் இருப்பு மற்றும் அவை பரவியுள்ள தன்மை போன்ற பல விவரங்களை கண்டறிய முடிகிறது.

2.விவசாயம்

இந்த தொழில் நுட்பத்தின் மூலம் மிக எளிதில் விவசாய நிலங்கள் பற்றிய விவரங்களை அறிந்து கொள்ள முடிகிறது. குறிப்பாக மின்காந்த கதிர்வீச்சலின் புறப்படும் புள்ளி விவரங்களின் மீளம் அவற்றின் இலைத்தன்மையை வைத்து என்ன வகையான பயிர்கள் பயிரிடப்படுகின்றன எனவும் அப்பயிர்களின் வளர்ச்சி மற்றும் முதிர்ச்சி அல்லது அறுவடை நிலையில் உள்ள பயிர்களை பற்றிய விவரங்களையும் பெறமுடிகிறது.

மேலும் விவசாய பயிர்களுக்கு எதாவது பாதிப்பு ஏற்பட்டால் அவற்றை கண்டறிந்து சீர் செய்யவும் இத்தொழில் நுட்பம் உதவுகிறது. மேலும் வறட்சியின் பகுதிகளை கண்டறிந்து அவற்றிற்கு வழிவகை செய்யவும் இத்தொழில் நுட்பம் உதவுகிறது.

3.காடுகள்

மனிதன் செல்ல முடியாத இடங்களில் உள்ள விவரங்களையும் குறிப்ப காடுகள் போன்ற விவரங்களை எவ்வளவு பரப்பளவில் இந்நிலங்கள் உள்ளன என்பது போன்ற விவரங்களையும் மேலும் சில இயற்கை சூழ்நிலைகளால் காடுகள் அழிந்து இருந்தாலும் அந்த பகுதிகளை கண்டறிந்து அப்பகுதிகளை உருவாக்கவும் இத்தொழில் நுட்பம் பயன்படுகிறது. மேலும் கடல் பகுதிகளுக்கு அருகே உள்ள சுந்தரவன காடுகளின் பரவல் பற்றி தெரிந்து கொள்ளவும் இவை உதவுகின்றன.

4.பேரிடர் மேலாண்மை

இத்தொழில் நுட்பத்தின் மூலம் இயற்கை பேரிடர் விவரங்களை நிலா அதிர்வு, எரிமலை, நிலச்சரிவு, சுனாமி, புயல் போன்ற விவரங்களை எந்த பகுதி பாதிக்கப்பட்டுள்ளது என்பதை கண்டறிய முடியும். மேலும் புவியின் எந்த பகுதி பாதுகாப்பான பகுதி, எந்த பகுதி பாதுகாப்பில்லாமல் அடிக்கடி பேரிடரால் பறிக்கப்படும் பகுதி என நம்மால் அறிந்து கொள்ளவும் இத்தொழில் நுட்பம் பெரிதும் உதவுகிறது.

5.மண் வளங்கள்

இத்தொழில் நுட்பத்தின் மூலம் புவியின் மேலே பரப்பில் உள்ள மண் வளத்தின் விவரங்களை நம்மால் அறிந்து கொள்ள முடிகிறது. குறிப்பாக மண்வளம், மண் அரிப்பு உறுப்பு தன்மை போன்ற பல விவரங்களை இத்தொழில் நுட்பத்தின் மூலம் அறிந்து கொள்ள முடிகிறது.

6.நகரம் உருவாக்கல்

நகர திட்டமிடலில் இத்தொழில் நுட்பம் பெரிதும் பயன்படுகிறது. குறிப்பாக கல்வி நிலையங்கள் மருத்துவமனைகள் , பல்வகை அங்காடிகள், தொழிற்சாலைகள் போன்றவற்றை திட்டமிட்டு உருவாக்க இத்தொழில் நுட்பம் பயன்படுகிறது.

7.போக்குவரத்து

போக்குவரத்து துறையில் புதிய போக்குவரத்துகளை உருவாக்கவும் போக்குவரத்தில் மாற்றங்களை ஏற்படுத்தவும் தொலைவுநர்த்தல் பயன்படுகிறது.

இத்தொழில் நுட்பத்தின் மூலம் சாலைபோக்குவரது, ரயில் போக்குவரத்து, மற்றும் வான்வழி போக்குவரத்து போன்றவற்றின் விவரங்களை அறியமுடிகிறது.

8.இராணுவத்துறையில்

இராணுவத்துறையில் பாதுகாப்பு காரணங்களுக்கு தொலைவுணர்தல் பயன்படுத்தப்படுகிறது. மேலும் இராணுவத்தில் சில ரகசிய காரணங்களுக்காக குறிப்பாக ரகசிய அறைகள் அமைக்க தொலைவுணர்தல் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

9.கல்வியறிவு மற்றும் ஆராய்சிக்காக

இத்தொழில் நுட்ப வளர்ச்சியின் மூலம் ஒரு இடத்தில் இருந்து கொண்டே குறிப்பாக இந்தியா போன்ற நாடுகளில் இருந்து கொண்டே அமெரிக்கா ஆப்பிரிக்கா போன்ற நாடுகளின் விவரங்களை செயற்கைகோள்கள் விவரங்களை வைத்தே நம்மால் அறிந்து கொள்ள முடியும். மேலும் பள்ளிகள் முதல் கல்லூரி மற்றும் ஆராய்ச்சிகள் வரை இதன் பயன்பாடு அதிகரித்தவுள்ளது.

இவ்வாறு பல துறைகளில் தொலைவுணர்தலின் பயன்பாடு அதிகரித்து உள்ளதோடு நம் வாழ்க்கையோடு இணைந்த ஒன்றாக தொலைவுணர்தல் செயல்படுகிறது.

நிலையான தொலைவுணர்தல்

கண்பார்வையும் அதன் உதவியால் படத்தை பார்த்து பதிவு செய்ய உதவும் புகைப்பட கருவியும் ஒளிப்பகுதியை அல்லது ஒளிப்பகுதியில் உள்ள குறியிலக்கை பதிவு செய்கிறது. இந்த ஒளிப்பகுதிக்கு அருகாமையால் இருப்பது அகச்சிவப்பு கதிர்கள் ஆகும். இவ்வொளி பகுதியில் அமைந்து இருக்கும் குறியிலக்கை படம் பிடிப்பதற்கென்றே தயாரிக்கப்பட்ட பட சுருள்கள் உபயோகிக்கப்படுகிறது. ஒளிக்கற்றை பகுதியில் அதற்கென்று அளவிட தனியாக சென்சார்கள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இதில் மின்காந்த இயல்புடைய ஆற்றலை கொண்டு உணர்வதை நான்கு வகையாக பிரிக்கலாம்.

1.தோற்றுவாய்

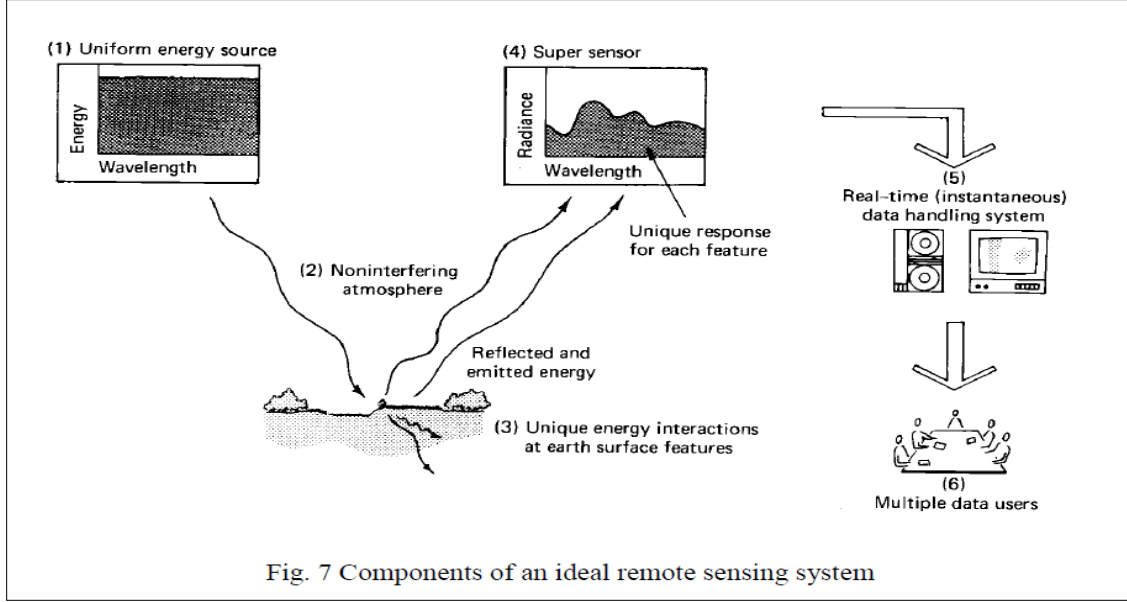
2 நிலப்பரப்பில் குறிக்கிடுதல்

3 வளிமண்டலத்தில் குறிக்கிடுதல்

4 புலன் சார்ந்தவை

1.தோற்றுவாய்

தோற்றுவாய் என்பது இயல்புடைய ஆற்றல் சூரிய ஒளி புவி வெப்பம் மற்றும் ராடார் முதலியன.



2 நிலப்பரப்பில் குறிக்கிடுதல்

புவியின் மேலே இக்கதிர்கள் விழும்போது விழும் பொருள்களின் தன்மையை பொறுத்து பிரதிபலிப்பு அமையும்.

3 வளிமண்டலத்தில் குறிக்கிடுதல்

மின்காந்த இயல்புடைய ஆற்றல் வளிமண்டலத்தில் செல்லும்போது அது பல்வேறு விதங்களில் வருச்சிதைவு அடையும்

4 புலன் சார்ந்தவை

மின்காந்த கதிர்கள் புவியை வந்தடைந்து பிறகு அவை வளிமண்டலம் வழியாக சென்று புலன்களின் மூலம் பதிவு செய்யப்படுகிறது.இவ்வாறு நிலையான தொலைவுநர்த்தலின் மூலமாக புள்ளிவிவரம் சேகரிக்கப்படுகிறது.

இவ்வாறு நிலையான தொலை உணர்வின் மூலமாக புள்ளிவிவரம் சேகரிக்கப்படுகிறது. இவற்றில் வுணர்விகள் முக்கியமானவை . இவை இரண்டு வகைப்படும்.

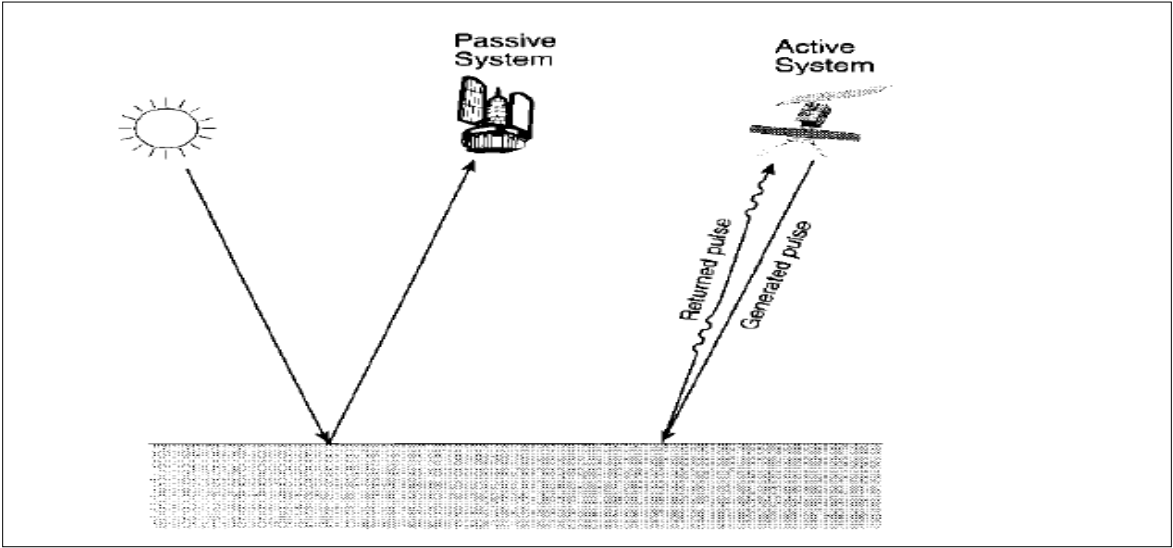
உணர்வி தொகுப்பமைப்பு வகைகள்

1தாமாக செயல்படும் உணர்வி

2உந்துதல் மூலம் செயல்படும் உணர்வி

3தாமாக செயல்படும் உணர்வி அமைப்பில் மனிதனால் தரப்படும் மின்காந்த கதிர்வீசலால் தகவல்கள் பெறப்படுகின்றன.இவற்றில் ஒளிக்கற்றை பொருள்மீது செயற்கையாக செலுத்தப்படும். பிரதிபலித்த நிறமாலையை பெற்று இவ்வுணர்வி அமைப்பு செயல்படும். எ.கா சிலார்,

உந்துதல் மூலம் செயல்படும் உணர்வி இயற்கையாக ஒரு பொருள் பிரதிபலிக்கும் நிறமாலையை பெற்று செயல்படும். பெரும்பாலான தொலைவுநர்தல் உணர்வி அமைப்புகள் சூரிய கதிர் வாசலை அடிப்படையாக கொண்டு செயல்படுகிறது. எ.கா. கேமரா.



தொலைவுணர்தலின் வளர்ச்சி

தொலைவுணர்தலின் வளர்ச்சி நிலைகளை ஆரம்ப காலகட்டத்திலிருந்து தற்போது வரை பலவாறு பிரிக்கப்படுகிறது. அவையாவன.

1925 க்கு முன்

1925 க்கு முன் தொலைதூர படங்களை எடுக்க பறவைகளை உபயோகித்தான், (பாரிஸ் - முதல் கழுகு மார்பு படம்) பறவையின் உதவியால் எடுக்கப்பட்ட படம் தெளிவானவையாக இருந்தன. பிறகு பலூன்களையும் ம் 20ஆம் நூற்றாண்டில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஆகாய விமானத்தைக் கொண்டு புகைப்படம் எடுத்தனர். முதல் உலக போரில் வான்வெளி படங்களின் உதவியால் எதிரி முகாம்காலை கண்டறிய பெரிதும் உதவியது.

1925-1945 வரை

இந்த கால கட்டத்தில் முதல் உலக போருக்குப்பின் வான்வெளி புகைப்படம் மிகவும் முக்கியத்துவம் பெற்று விளங்கியது. புவிபரப்பின் மேலே உள்ள வளங்கள் மற்றும் நிலவியல் விவரங்களும் சக்தி வாய்ந்த லென்சுகளின் உதவியாலும் மேலும் நிலைத்து நிற்கும் விவரங்கள் பெறப்பட்டன. இக்காலகட்டத்தில் ஜெர்மானியர் ஏவுகணை தளங்களை எவரும் அறிய வண்ணம் அமைத்தனர்.

1945-1960 வரை

வான்வெளி புகைப்பட பயன்பாடு உலகெங்கும் பரவ ஆரம்பித்தன. இவை நிலவியல், வேளாண்மை, காடுகள், தொல்பொருள் ஆராய்ச்சி போன்ற துறைகளில் பயன்படுத்த ஆரம்பித்தன. தொலை வுணர்தலுக்கான விமானப்படையின் உதவியுடன் அறிமுகப்படுத்தப்பட்டது. இதனால் மிக துல்லியமான புகைப்படம் எடுக்கப்பட்டது. 1950ஆம் ஆண்டில் லண்டனில் உள்ள ராயல் வான்வெளி அமைப்பு மத்திய கிழக்கு நாடுகளுக்கு தொடர்ந்து பறந்து பல்வேறு படங்களை பெற்று தந்தன. அப்படங்கள் இன்றளவும் முக்கித்தும் பெற்று விளங்குகிறது.

1960-1972வரை

இக்கால கட்டத்தில் முதன் முதலில் வானிலை ஆராய்ச்சிக்கான சிறப்பு செயற்கை கோள்கள் செலுத்தப்பட்டது. மேலும் தொலை நுண்ணாஇவு புகைப்பட கருவி கொண்டும் சென்சார்சுகளை கொண்டும் இயங்க தொடங்கின. 1960ஆம் ஆண்டில் வானிலையை அறியும் செயற்கைகோள் விண்ணில் ஏவப்பட்டது. இக்கால கட்டத்தில் மின்காந்த உருவெளி வடிவத்தில் புதுமை ஏற்படுத்தப்பட்டது.

இவற்றில் ஐ.ஆர்.எஸ். குறிப்பிடத்தக்கது. அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளில் நாசா மூலம் வளங்களை ஆராய்வதற்கென முதன் முதலில் செயற்கை கொள் வடிவமைக்கப்பட்டது. இவற்றை ஈ..ஆர்.டிஸ். செயற்கைக்கோல் என குறிப்பிட்டாலும் பின்னர் இது லாண்டு சாட் கோள்கள் என்னும் வழங்கப்படுகிறது. இந்த செயற்கை கோள்கள் வள செயற்கை கோள்கள் விவரம் பின்வருமாறு. 1972லாண்டு சாட் I, 1975லாண்டு சாட் II, 1978லாண்டு சாட் III, 1982லாண்டு சாட் IV, 1984லாண்டு சாட் V, 1993லாண்டு சாட் VI, 1999லாண்டு சாட் VII.

1972லிருந்து இன்றுவரை

1972லிருந்து ஜூலை 22 எர்த் ரிஸோர்ஸ் சாட்டிலைட் இயற்கை கனி வளங்களை கண்டறிய அமெரிக்க நாட்டிலிருந்து விண்ணில் செலுத்தப்பட்டது. அதற்கு பிறகு லாண்டுசாட் சாட்டிலைட் மேலை நாடுகளில் தனியார் நிறுவனங்களுக்கு அளிக்கப்பட்டது.

1978ல் பிரான்ஸ் அல்லது பிரெஞ்சு நாட்டில் ஸ்பாட் செயற்கை கோல்களும் தோலை வுணர்தலின் ஒரு மைல்கல் ஆகும். சுவீடன் மற்றும் பெல்ஜியம் ஆகிய இரு நாடுகளும் பிரான்சுடன் கூட்டாக விண்வெளி ஆராய்ச்சியை மேற்கொள்கிறது.

இந்தியாவை பொறுத்தமட்டில் பாஸ்கரா ஒன்று இரண்டு ஆகிய செயற்கை கோணல்களின் மூலம் விண்வெளி ஆராய்ச்சியில் இந்தியா இயங்கியது.

அதனை தொடர்ந்து ஐ . ஆர்.ஸ்- I ஏ, ஐ . ஆர்.ஸ்- I பி ,ஐ . ஆர்.ஸ்- I சி , ஐ . ஆர்.ஸ்- I டி , ஐ . ஆர்.ஸ்- பி3 , ஐ . ஆர்.ஸ்- பி 4, போன்ற செயற்கை கோணல்கள் தொடர்ந்து அனுப்பப்பட்டு விண்வெளி ஆராய்ச்சியில் இந்தியா தன்னிலை பெற்று விளங்குகிறது.

தற்போது ரிஸோலார்ஷட் மற்றும் கார்டோஸாட் போன்றவை தற்காலத்தில் முக்கியத்துவம் பெற்றுள்ளது. ரிஸோலார்ஸாட் - 3 , 2001ல் விண்ணில் செலுத்தப்பட்டது. 2014 இல் ஓசான்சாட் வரிசை செயற்கைகோள் வேளாண்மைக்கு பயன்பட்டு வருகிறது. கார்டோஸாட் -3 ,2018ல் விண்ணில் ஏவப்பட்டு பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளது. மேலும் நிலவை பற்றிய ஆயிவை கண்டறிவதற்கும் , செயற்கை கோல்கள் அனுப்பப்பட்டுள்ளன. சூரியனை பற்றி ஆயுவு செய்வதற்கும் விண்ணில் செயற்கை கோல்கள் அனுப்ப ஆராய்ச்சிகள் நடைபெற்று வருகின்றன.

ஆரியப்பட்டா

சோவியத் ரசியாவின் உதவியுடன் 1975முதல் விண்கலமான அறியப்பட்ட விண்ணில் செலுத்தப்பட்டது. இந்தியாவிலேயே உருவாக்கப்பட்டு சோவியத் நாட்டின் ஏவுகணை மூலம் அந்த நாட்டின் விண்வெளி மையத்திலிருந்து ஏவப்பட்டது. இந்தியாவின் புகழ்பெற்ற வானியல் அரிஜன் அறியப்பட்டாவின் நினைவாக இப்பெயர் கொடுக்கப்பட்டது. பூமியை 8000 முறை சுற்றி வந்து பல ஆயிவுகளை நடத்தியது 360 கிகி. எடை 600 கிகி உயரத்தில் பறந்தது.

பாஸ்கரா-1

444கிகி. நிறையுள்ள இந்த செயற்கைகோள் 1979ஜூன் 7ல் சோவியத் ஏவுகணை மூலம் சோவியத் விண்வெளி நிலையத்திலிருந்து விண்ணுக்கு ஏவப்பட்டது. இது வானிலை நீர்வளம் நிலவளம் போன்ற தகவல்களை அறிய படங்களை தந்து உதவியது. பாஸ்கரா என்ற புகழ்பெற்ற வானவியல் அரிஜரின் நினைவாக இந்த செயற்கை கோளுக்கு இப்பெயர் சூட்டப்பட்டது.இதன் வரிசையில் பாஸ்கரா ௫ போன்றவை வெண்ணிற்கு செலுத்தியது.

ரோகிணி

35 கிமீ . நிறையுள்ள இந்த செயற்கைகோள் இந்தியா ஏவுகணையான எஸ் எஸ் .ல்.வி . 3மூலம் இந்தியா விண்வெளி நிலையமான ஸ்ரீஹரிகோட்டாவிலிருந்து 1960.ஜூலை 18 இல்

ஏவப்பட்டது. இதன் வரிசையில் ரோகிணி டி -1 , ரோகிணி -2 போன்ற செயற்கை கோல்களை இந்தியா விண்ணிற்கு செலுத்தியது.

ஆப்பிள்

1981 ஜூன் 19 இல் அறியான் என்னும் ஐரோப்பிய விண்வெளி அமைப்பின் துணையுடன் விண்ணுக்கு செலுத்தப்பட்ட செயற்கைகோள் இதுவாகும். ஆப்பிள் தான் இந்தியாவின் முதல் தகவல் தொடர்பு செயற்கைகோள் ஆகும்.

இன்சாட் வரிசைகள்

1982 ஏப்ரல் 10ல் அமெரிக்காவில் கென்னடி முனை விண்வெளி தளத்திலிருந்து ஏவப்பட்ட இந்த செயற்கைகோள் இந்தியா நாட்டின் வானொலி ஒளிபரப்பு தொலைக்காட்சி ஒளிபரப்பு, தொலைபேசி, தொலைதூர தகவல் தொடர்பு, வானிலை ஆகியவற்றிற்காக பயன்படுத்தப்பட்டது. இந்த இன்சாட் வரிசையில் பல செயற்கைகோள் விண்ணில் ஏவப்பட்டு வருகின்றன.

இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சியின் வளர்ச்சி

இந்தியாவின் ரிமோட் சென்சிங் திட்டம் மனித வகையான நலனுக்காகவும் நாட்டின் வளர்ச்சிக்காகவும் விண்வெளி தொழில்நுட்பங்களைப் பயன்படுத்துவதற்கான யோசனையுடன் உருவாக்கப்பட்டது. இந்த திட்டத்தில் மூன்று முக்கிய திறன்களின் வளர்ச்சி இருந்தது. முதலாவதாக, சூரிய ஒத்திசைவான சுற்றுப்பாதையில் செயற்கைக்கோள்களை வடிவமைத்தல், கட்டமைத்தல் மற்றும் ஏவுதல். இரண்டாவதாக விண்கலக் கட்டுப்பாடு, தரவு பரிமாற்றம் மற்றும் தரவு செயலாக்கம் மற்றும் காப்பகத்திற்கான தரை நிலையங்களை நிறுவுதல் மற்றும் செயல்படுத்துதல். மூன்றாவது தரையில் பல்வேறு பயன்பாடுகளுக்கு பெறப்பட்ட தரவைப் பயன்படுத்துவது.

1970 ஆம் ஆண்டில் ஹெலிகாப்டரில் பொருத்தப்பட்ட மல்டிஸ்பெக்டர்ல் கேமராவிலிருந்து தேங்காய் வேர்-வில்ட் நோயைக் கண்டறிவதன் மூலம் சமூக பயன்பாட்டிற்கான ரிமோட் சென்சிங் திறனை இந்தியா நிரூபித்தது. இதைத் தொடர்ந்து 1979 ஆம் ஆண்டில் பாஸ்கரா -1 மற்றும் 1981 இல் பாஸ்கரா -2 ஆகிய இரண்டு சோதனை செயற்கைக்கோள்களை பறக்கவிட்டன. இந்த செயற்கைக்கோள்கள் கொண்டு செல்லப்பட்டன ஆப்டிகல் மற்றும் மைக்ரோவேவ் பேலோடுகள்.

இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சி அமைப்பின் (இஸ்ரோ) கீழ் இந்தியாவின் ரிமோட் சென்சிங் திட்டம் 1988 ஆம் ஆண்டில் ஐஆர்எஸ் -1 ஏ உடன் தொடங்கியது, இது உள்நாட்டு அதிநவீன இயக்க ரிமோட் சென்சிங் செயற்கைக்கோள்களின் தொடரின் முதல், இது ஒரு துருவ சூரிய-ஒத்திசைவில் வெற்றிகரமாக

ஏவப்பட்டது மார்ச் 17, 1988 அன்று பைக்கோனூரில் உள்ள சோவியத் காஸ்மோட்ரோமில் இருந்து சுற்றுப்பாதை.

இது LISS-I போன்ற சென்சார்கள்ளைக் கொண்டுள்ளது, இது 72.5 மீட்டர் இடைவெளித் தீர்மானத்தைக் கொண்டிருந்தது, தரையில் 148 கி.மீ. LISS-II இரண்டு தனித்தனி இமேஜிங் சென்சார்கள்ளைக் கொண்டிருந்தது, LISS-II A மற்றும் LISS-II B, ஒவ்வொன்றும் 36.25 மீட்டர் இடைவெளித் தீர்மானம் மற்றும் விண்கலத்தில் பொருத்தப்பட்டிருந்தது, இது தரையில் 146.98 கி.மீ. இந்த கருவிகள் இந்தியாவை அதன் இயற்கை வளங்களை பல்வேறு இடஞ்சார்ந்த தீர்மானங்களில் வரைபடமாக்கவும், கண்காணிக்கவும் மற்றும் நிர்வகிக்கவும் விரைவாக உதவியது. பயனர் நிறுவனங்களுக்கு தரவு தயாரிப்புகளின் செயல்பாட்டு கிடைக்கும் தன்மை நாட்டில் தொலைநிலை உணர்திறன் பயன்பாடுகள் மற்றும் நிர்வாகத்தின் பொருத்தத்தை மேலும் வலுப்படுத்தியது.

1979 மற்றும் 1981 ஆம் ஆண்டுகளில் முறையே ஏவப்பட்ட பாஸ்கரா -1 மற்றும் பாஸ்கரா - 2 செயற்கைக்கோள்களின் வெற்றிகரமான ஆர்ப்பாட்ட விமானங்களைத் தொடர்ந்து, விவசாயம், நீர்வளம், வனவியல் ஆகிய துறைகளில் தேசிய பொருளாதாரத்தை ஆதரிப்பதற்காக இந்தியா உள்நாட்டு இந்திய தொலைநிலை உணர்திறன் (ஐஆர்எஸ்) செயற்கைக்கோள் திட்டத்தை உருவாக்கத் தொடங்கியது. மற்றும் சூழலியல், புவியியல், நீர் கொட்டகைகள், கடல் மீன்வளம் மற்றும் கடலோர மேலாண்மை.

இந்த நோக்கத்திற்காக, இந்தியா தேசிய இயற்கை வள மேலாண்மை அமைப்பை (என்.என்.ஆர்.எம்.எஸ்) நிறுவியுள்ளது, இதற்காக விண்வெளித் துறை (டோஸ்) நோடல் ஏஜென்சி ஆகும், இது செயல்பாட்டு தொலைநிலை உணர்திறன் தரவு சேவைகளை வழங்குகிறது. ஐஆர்எஸ் செயற்கைக்கோள்களிலிருந்து தரவுகள் உலகெங்கிலும் உள்ள பல நாடுகளால் பெறப்பட்டு பரப்பப்படுகின்றன. உயர் தெளிவுத்திறன் கொண்ட செயற்கைக்கோள்களின் வருகையுடன் நகர்ப்புற பரந்த உள்கட்டமைப்பு திட்டமிடல் மற்றும் மேப்பிங்கிற்கான பிற பெரிய அளவிலான பயன்பாடுகள் தொடங்கப்பட்டுள்ளன.

ஐ.ஆர்.எஸ் அமைப்பு உலகில் இன்று செயல்பாட்டில் உள்ள பொதுமக்கள் பயன்பாட்டிற்கான ரிமோட் சென்சிங் செயற்கைக்கோள்களின் மிகப்பெரிய விண்மீன் ஆகும், இதில் 11 செயல்பாட்டு செயற்கைக்கோள்கள் உள்ளன. இவை அனைத்தும் துருவ சூரிய-ஓத்திசைவான சுற்றுப்பாதையில் வைக்கப்படுகின்றன மற்றும் பல்வேறு இடஞ்சார்ந்த, நிறமாலை மற்றும் தற்காலிக தீர்மானங்களில் தரவை வழங்குகின்றன. இந்திய ரிமோட் சென்சிங் திட்டம் தனது 25 ஆண்டுகால வெற்றிகரமான செயல்பாடுகளை மார்ச் 17, 2013 அன்று நிறைவு செய்தது.

இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சி அமைப்பு (இஸ்ரோ)

இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சி அமைப்பு இந்திய அரசின் விண்வெளி நிறுவனம் மற்றும் அதன் தலைமையகம் பெங்களூர் (பெங்களூரு) நகரில் உள்ளது. அதன் பார்வை "விண்வெளி அறிவியல் ஆராய்ச்சி மற்றும் கிரக ஆய்வுகளைத் தொடரும் போது தேசிய மேம்பாட்டுக்கான விண்வெளி தொழில்நுட்பத்தைப் பயன்படுத்துதல்" .இந்திய தேசிய விண்வெளி ஆராய்ச்சி குழு (இன்கோஸ்பார்) 1962 ஆம் ஆண்டில் அணுசக்தித் துறையின் (DAE) கீழ் ஜவஹர்லால் நேரு அவர்களால் நிறுவப்பட்டது. விண்வெளி ஆராய்ச்சியின் தேவையை அங்கீகரிக்கும் விஞ்ஞானி விக்ரம் சரபாயின் வலியுறுத்தல்.

இன்கோஸ்பார் வளர்ந்து 1969 ஆம் ஆண்டில் DAE இன் கீழ் இஸ்ரோ ஆனது. 1972 ஆம் ஆண்டில், இந்திய அரசு ஒரு விண்வெளி ஆணையம் மற்றும் விண்வெளித் துறை (DOS) ஆகியவற்றை அமைத்து, இஸ்ரோவை DOS இன் கீழ் கொண்டு வந்தது. இஸ்ரோ நிறுவப்பட்டது இந்தியாவில் விண்வெளி ஆராய்ச்சி நடவடிக்கைகளை நிறுவனமயமாக்கியது. இதை இந்திய பிரதமருக்கு தெரிவிக்கும் டாஸ் நிர்வகிக்கிறது.

ஏப்ரல் 19, 1975 அன்று சோவியத் யூனியனால் ஏவப்பட்ட இந்தியாவின் முதல் செயற்கைக்கோளான ஆர்யபட்டாவை இஸ்ரோ கட்டியது. இதற்கு கணிதவியலாளர் ஆர்யபட்டா பெயரிடப்பட்டது. 1980 ஆம் ஆண்டில், ரோஹினி இந்திய தயாரிக்கப்பட்ட ஏவுகணை வாகனம் எஸ்.எல்.வி -3 மூலம் சுற்றுப்பாதையில் வைக்கப்பட்ட முதல் செயற்கைக்கோள் ஆனது. இஸ்ரோ

பின்னர் இரண்டு ராக்கெட்டுகளை உருவாக்கியது: துருவ செயற்கைக்கோள் ஏவுதல் வாகனம் (பி.எஸ்.எல்.வி) செயற்கைக்கோள்களை துருவ சுற்றுப்பாதையில் செலுத்துவதற்கும், புவிசார் சுற்றுப்பாதையில் செயற்கைக்கோள்களை வைப்பதற்கான ஜியோசின்க்ரோனஸ் சேட்டலைட் ஏவுதல் வாகனம் (ஜி.எஸ்.எல்.வி). இந்த ராக்கெட்டுகள் ஏராளமான தகவல் தொடர்பு செயற்கைக்கோள்களையும் பூமி கண்காணிப்பு செயற்கைக்கோள்களையும் ஏவின. GAGAN மற்றும் IRNSS போன்ற செயற்கைக்கோள் வழிசெலுத்தல் அமைப்புகள் பயன்படுத்தப்பட்டுள்ளன. ஜனவரி 2014 இல், ஜி.எஸ்.ஏ.டி -14 இன் ஜி.எஸ்.எல்.வி-டி 5 ஏவுதலில் இஸ்ரோ ஒரு உள்நாட்டு கிரையோஜெனிக் இயந்திரமான சி.இ -7.5 ஐப் பயன்படுத்தியது.

22 அக்டோபர் 2008 அன்று சந்திரயான் -1 என்ற சந்திர சுற்றுப்பாதையை இஸ்ரோ அனுப்பியது, இது சந்திர நீரை பனி வடிவத்தில் கண்டுபிடித்தது, மற்றும் செவ்வாய் சுற்றுப்பாதை மிஷன் 5 நவம்பர் 2013 அன்று செவ்வாய் கிரக சுற்றுப்பாதையில் நுழைந்து 24 செப்டம்பர் 2014 அன்று இந்தியாவை முதல் தேசமாக மாற்றியது செவ்வாய் கிரகத்திற்கான அதன் முதல் முயற்சியில் வெற்றிபெற, அதே போல் ஆசியாவில் செவ்வாய் கிரக சுற்றுப்பாதையை அடைந்த முதல் விண்வெளி நிறுவனம். 18 ஜூன் 2016 அன்று, இஸ்ரோ ஒரே வாகனத்தில் இருபது செயற்கைக்கோள்களை ஏவியது, மேலும் 15 பிப்ரவரி 2017 அன்று, இஸ்ரோ ஒரு ராக்கெட்டில் (பி.எஸ்.எல்.வி-சி 37) நூற்று நான்கு செயற்கைக்கோள்களை ஏவியது உலக சாதனை.

இஸ்ரோ தனது கனமான ராக்கெட், ஜியோசின்க்ரோனஸ் சேட்டலைட் ஏவுதல் வாகனம்-மார்க் III (ஜி.எஸ்.எல்.வி-எம்.கே III) ஐ 5 ஜூன் 2017 அன்று ஏவியது மற்றும் ஒரு தகவல் தொடர்பு செயற்கைக்கோள் ஜி.எஸ்.ஏ.டி -19 ஐ சுற்றுப்பாதையில் வைத்தது. இந்த ஏவுதலுடன், இஸ்ரோ 4 டன் கனரக செயற்கைக்கோள்களை ஜி.டி.ஓ-க்கு அனுப்பும் திறன் கொண்டது. 22 ஜூலை 2019 அன்று, சந்திர புவியியல் மற்றும் சந்திர நீர் விநியோகம் குறித்து ஆய்வு செய்வதற்காக இஸ்ரோ தனது இரண்டாவது சந்திர பணி சந்திரயான் -2 ஐ அறிமுகப்படுத்தியது.

எதிர்கால திட்டங்களில் ஒருங்கிணைந்த வெளியீட்டு வாகனத்தின் வளர்ச்சி, சிறிய செயற்கைக்கோள் வெளியீட்டு வாகனம், மீண்டும் பயன்படுத்தக்கூடிய ஏவுதள வாகனத்தின் வளர்ச்சி, மனித விண்வெளிப் பயணம், ஒரு விண்வெளி நிலையம், விண்வெளி நிலையங்கள் மற்றும் சூரிய விண்கலப் பணி ஆகியவை அடங்கும்.

இலக்குகள் மற்றும் நோக்கங்கள்

இஸ்ரோவின் பிரதான நோக்கம் விண்வெளி தொழில்நுட்பத்தையும் அதன் பயன்பாட்டையும் பல்வேறு தேசிய பணிகளுக்கு பயன்படுத்துவதாகும். இந்திய விண்வெளித் திட்டத்தின் தந்தையாகக் கருதப்படும் விக்ரம் சரபாயின் பார்வையால் இந்திய விண்வெளித் திட்டம் இயக்கப்படுகிறது.

விண்வெளி தொழில்நுட்பத்தில் அதிக தன்னம்பிக்கை கொண்டிருப்பதை நாடு நோக்கமாகக் கொண்டிருப்பதால் இந்தியாவின் பொருளாதார முன்னேற்றம் அதன் விண்வெளித் திட்டத்தை மேலும் காணக்கூடியதாகவும் செயலில் உள்ளதாகவும் ஆக்கியுள்ளது. 2008 ஆம் ஆண்டில், இந்தியா ஒன்பது வெளிநாட்டு உட்பட பதினொரு செயற்கைக்கோள்களை ஏவியது மற்றும் ஒரு ராக்கெட்டில் பத்து செயற்கைக்கோள்களை ஏவிய முதல் நாடு என்ற பெருமையை பெற்றது. இஸ்ரோ இரண்டு முக்கிய செயற்கைக்கோள் அமைப்புகளை செயல்படுத்துகிறது: தகவல் தொடர்பு சேவைகளுக்கான இந்திய தேசிய செயற்கைக்கோள்கள் (இன்சாட்) மற்றும் இயற்கை வளங்களை நிர்வகிப்பதற்கான இந்திய தொலைநிலை உணர்திறன் திட்டம் (ஐஆர்எஸ்) செயற்கைக்கோள்கள்.

தொலையுணர்தலின் வகைகள்

ரிமோட் சென்சிங் தொழில்நுட்பத்தில் இரண்டு வகைகள் உள்ளன, உயிர்ப்புள்ள அல்லது உயிர்ப்பற்ற தொலையுணர்தல்.

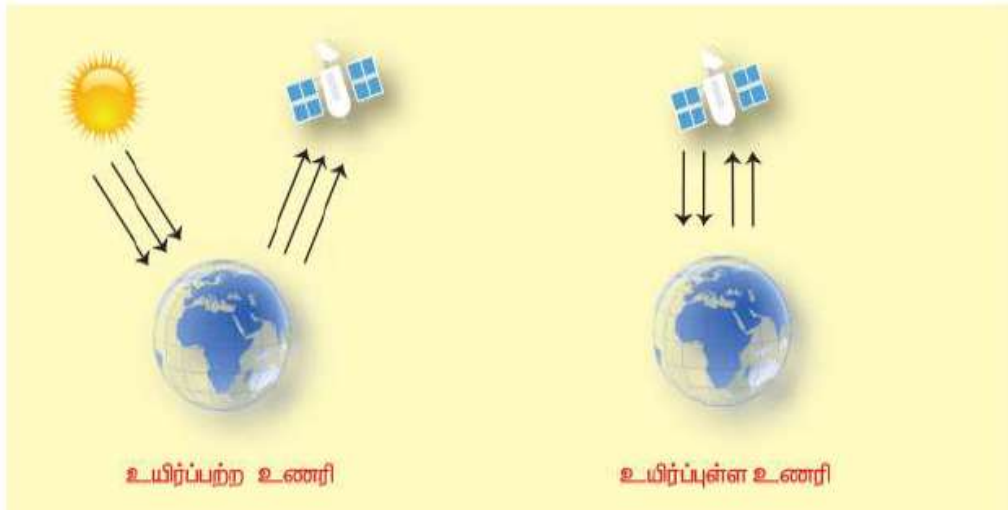
உயிர்ப்புள்ள அல்லது செயலில் உள்ள சென்சார் தொலையுணர்தல்

பொருள்கள் மற்றும் பகுதிகளை ஸ்கேன் செய்வதற்காக உயிர்ப்புள்ள சென்சார்கள் ஆற்றலை வெளியிடுகின்றன, அதன்பிறகு ஒரு சென்சார் இலக்கிலிருந்து பிரதிபலிக்கும் அல்லது பின்சேர்க்கப்பட்ட கதிர்வீச்சைக்

கண்டறிந்து அளவிடுகிறது. RADAR மற்றும் LiDAR ஆகியவை செயலில் தொலைநிலை உணர்திறனுக்கான எடுத்துக்காட்டுகள் MFk;. அங்கு உமிழ்வு மற்றும் வருவாய்க்கு இடையிலான நேர தாமதம் அளவிடப்படுகிறது, ஒரு பொருளின் இடம், வேகம் மற்றும் திசையை நிறுவுகிறது. செயலில் உள்ள சென்சார்கள் பூமியைப் பற்றிய தரவுகளை சேகரிக்க உள் தூண்டுதல்களைப் பயன்படுத்துகின்றன. எடுத்துக்காட்டாக, லேசர்-பீம் ரிமோட் சென்சிங் சிஸ்டம் ஒரு லேசரை பூமியின் மேற்பரப்பில் திட்டமிடுகிறது மற்றும் லேசர் அதன் சென்சாருக்கு மீண்டும் பிரதிபலிக்க எடுக்கும் நேரத்தை அளவிடுகிறது. ராடார்சாட் -2 என்பது செயற்கை துளை ரேடாரைப் பயன்படுத்தும் செயலில் உள்ள சென்சார் ஆகும்.

உயிர்ப்பற்ற அல்லது செயலற்ற சென்சார் தொலையுணர்தல்

- உயிர்ப்பற்ற சென்சார்கள் பொருள் அல்லது சுற்றியுள்ள பகுதிகளால் உமிழப்படும் அல்லது பிரதிபலிக்கும் கதிர்வீச்சை சேகரிக்கின்றன. செயலற்ற சென்சார்கள் மூலம் அளவிடப்படும் கதிர்வீச்சின் பொதுவான ஆதாரமாக பிரதிபலித்த சூரிய ஒளி உள்ளது. செயலற்ற ரிமோட் சென்சார்களின் எடுத்துக்காட்டுகளில் திரைப்பட புகைப்படம் எடுத்தல், அகச்சிவப்பு, சார்ஜ்-இணைக்கப்பட்ட சாதனங்கள் மற்றும் ரேடியோமீட்டர்கள் ஆகியவை அடங்கும். செயலற்ற சென்சார்கள் வெளிப்புற தூண்டுதல்களுக்கு பதிலளிக்கின்றன. அவை பூமியின் மேற்பரப்பில் இருந்து பிரதிபலிக்கும் அல்லது வெளிப்படும் இயற்கை ஆற்றலை பதிவு செய்கின்றன. செயலற்ற சென்சார்கள் மூலம் கண்டறியப்பட்ட கதிர்வீச்சின் மிகவும் பொதுவான ஆதாரம் சூரிய ஒளியைப் பிரதிபலிக்கிறது. லேண்ட்சாட் மற்றும் சென்டினல் செயலற்ற சென்சார்கள். அவை மின்காந்த நிறமாலையில் பிரதிபலித்த சூரிய ஒளியை உணர்ந்து படங்களை எடுக்கின்றன.



UNIT – II

Electro Magnetic Radiation, Electro Magnetic Spectrum, Energy Interaction with atmosphere and Earth Surface.

மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு

மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு (*electromagnetic radiation*) என்பது மின்காந்த புலத்தின் அலைகளை (அல்லது அவற்றின் குவாண்டம், அல்லது ஒளியணுக்களைக்) குறிக்கிறது. இவை மின்காந்தக் கதிரியக்க ஆற்றலாக வெறும் வெளியினூடாகப் பயணிக்கக் கூடியவை ஆகும். மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு வானொலி அலைகள், நுண்ணலைகள், அகச்சிவப்புக் கதிர், (காணக்கூடிய) ஒளி, புற ஊதாக் கதிர், எக்சு-, காம்பா கதிர்கள் ஆகியவைகளாக இருக்கலாம்.

அலைகள் இருவகைப்படும்: இயக்க அலைகள் (mechanical waves), மின்காந்த அலைகள் (electromagnetic waves). நீர் அலைகள், சத்த அலைகள், கயிற்லைகள் ஆகியவை இயக்க அலைகள். ஒளி அலைகள், எஸ் கதிர் அலைகள், மின்சத்தி அலைகள் போன்றவை மின் காந்த அலைகள். இயக்க அலைகளுக்கு அதிர்வு மூலம் (source of disturbance), ஊடகம் (medium), சடப்பொருள் தொடர்பு (physical connection) தேவை. மின்காந்த அலைகளுக்கு ஊடகம், சடப்பொருள் தொடர்பு தேவையில்லை. அவை வெறும் வெளியின் ஊடாக பயணிக்க கூடியவை.

மின்காந்த அலைகளின் முக்கியத்துவம், வகைகள், அடிப்படை கூறுகள், கணித ரீதியிலான விபரிப்பு ஆகியவற்றை மேலே ஆராயப்பட்டது. இனி மின்காந்த அலை என்றால் என்ன என ஆராயப்படும். மின்காந்த அலை மூலம் மின்காந்த சக்தி பயணிக்கின்றது. பொதுவாக மின்காந்த சக்தியை மின் சக்தி என்றே கூறுவர். வீச்சு, அதிர்வு எண் மாற்றுவதன் மூலம் மின்காந்த அலைமூலம் தகவலையும் பரிமாறலாம். அதாவது தகவல் மின்காந்த அலையின் வடிவத்தில் உள்ளீடு செய்யப்பட்டு பரிமாறப்படும்.

பொதுவாக அலையை விபரிப்பது போலவே, மின்காந்த அலையையும் கணித சார்புகள் கொண்டு விபரிக்கலாம். மின்காந்த அலையின் வெளி அல்லது இடநிலை (space or position), காலம் (time) ஆகியவற்றில் தங்கி இருக்கின்றது.

மின்காந்த அலைகளை வகைப்படுத்தல்

மின்காந்த அலையை அலை எண்ணை கொண்டு பல வேறாக வகைப்படுத்தலாம். அவ்வாறு வகைப்படுத்தும் மின்காந்த அலைகள் வெவ்வேறு தன்மைகளை கொண்டிருக்கும்.

- காமா அலைகள் (10^{10} - 10^{13} GHz)
- ஊடு கதிர் அலைகள் (10^8 - 10^9 GHz)

- புற ஊதா கதிர்கள் ($10^6 - 10^8$ GHz)
- ஒளி அலைகள் ($10^5 - 10^6$ GHz)
- அகச்சிகப்பு கதிர்கள் ($10^3 - 10^4$ GHz)
- மைக்ரோ வேவ் அலைகள் (3 – 300 GHz)
- ரேடியோ அலைகள் (535 kHz - 806 MHz)

காமா அலைகள்

காமா அலைகள் (Gamma Rays) மின்காந்த அலை வரிசையில் மிகவும் ஆற்றல் வாய்ந்த பகுதியாகும். அலைநீளம் மிகவும் குறுகியது. ஒரு மீட்டரில் 10 டிரில்லியனில் ஒரு பங்கை விட குறைவான அலைநீளத்தை உடையது. எக்ஸ்-ரே கதிர்களை விட அதிக ஆற்றலோடு ஊடுருவக் கூடியது. அணுக்களின் கதிரியக்கத்திலும், அணுக்கரு பிளவுபடும் போதும் இது வெளிப்படும். எக்ஸ்-ரே படங்களை விட நுணுக்கமாக உடல் கூற்றை அறியப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அண்ட வெளியில் நட்சத்திரங்களின் பிறப்பு மற்றும் இறப்பு பற்றிய நுட்பச்செய்திகளை அறிந்து கொள்ளவும் உதவுகிறது.

எக்ஸ் கதிர்கள் (ஊடு கதிர் அலைகள்)

எக்ஸ் கதிர்கள் (X-rays, X-கதிர்கள், எக்ஸ் கதிர்கள்) மிக அதிக ஆற்றல் வாய்ந்த கதிர்கள் ஆகும். இரும்பு போன்ற உலோகங்களிலும் ஊடுருவிச் செல்ல வல்லவை. இவற்றின் அலைநீளம் 10 நானோமீட்டர் முதல் 0.01 நானோமீட்டர் வரையாகும் .

எக்ஸ் -கதிர்கள் அதிக சக்தியுடைய மின்காந்தக் கதிர்களாகும். இவற்றின் அயனாக்கும் ஆற்றல் புற-ஊதாக் கதிர்களின் ஆற்றலை விட மிக அதிகமாகும். எனவே பொருட்களை அயனாக்கி இரசாயன பிணைப்புகளை உடைக்கும் ஆற்றலை இவை கொண்டுள்ளன. இப்பண்பு காரணமாகவே எக்ஸ்-கதிர்கள் உயிரிகளுக்கு மிகவும் ஆபத்தானவை எனக் கருதப்படுகின்றன. மென்மையான எக்ஸ்-கதிகளையும் உரிய பாதுகாப்பின்றி நீண்ட காலம் கையாண்டால் டி.என்.ஏ மூலக்கூறுகளின் ஒழுங்கு குலைந்து புற்று நோய்க்கு உள்ளாகலாம். அதிக சக்தியுள்ள எக்ஸ்-கதிர்களினால் புற்று நோய்க் கலங்களை அயனாக்கி அழிக்கவும் இயலும். எனினும் இதன் போது ஆரோக்கியமான கலங்களுக்கு எக்ஸ்-கதிர்கள் செலுத்தப்படுதல் தவிர்க்கப்பட வேண்டும். மருத்துவத்தில் எக்ஸ்-கதிரைப் பயன்படுத்துவதால் வரும் நன்மை அதனால் வரும் ஆபத்தை விட அதிகமாக இருந்தால் மாத்திரமே அவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

வலிமையான எக்ஸ்-கதிர்களால் பொருட்களை ஊடுருவ முடியும். இப்பண்பே மருத்துவத் துறையில் எக்ஸ்-கதிர் படங்களை எடுக்கப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. விமான நிலையங்களில் பாதுகாப்புச் சோதனையின் போதும் இத்தொழிற்பாடே பயன்படுத்தப்படுகின்றது.

எக்ஸ்-கதிர்கள் கட்புலனாகும் ஒளி, புற-ஊதாக் கதிர்களை விட மிகக் குறைவான அலை நீளமுடையவை. எனவே எக்ஸ்-கதிர்களைப் பயன்படுத்தும் நுணுக்குக்காட்டிகள் ஒளி நுணுக்குக் காட்டிகளை விட அதிக தெளிவுடையனவாக உள்ளன.

புற ஊதாக் கதிர்

புற ஊதாக் கதிர் (ultraviolet light) என்பது கண்களால் பார்த்து பெரும்பாலும் உணரமுடியாத மின்காந்த ஒளி அலைகள் ஆகும். சூரிய ஒளியின் நிறமாலையில் (Spectrum) கண்ணுக்குப் புலப்படுகின்ற சிவப்பு முதல் ஊதா வரையான கதிர்களின் ஒழுங்கில், ஊதாக்கதிர்களுக்கு அப்பால் இருப்பதால் இது புற ஊதாக் கதிர் எனப்படுகின்றது. புற ஊதாக்கதிர் 10 நா.மீ முதல் 400 நா.மீ வரையிலான அலைநீளத்தைக் கொண்டுள்ளது.

கண்களுக்குப் புலனாகும் ஒளி அலைகளைக் காட்டிலும் இது அதிகமாகவும் எக்சு கதிர்களைக் காட்டிலும் குறைவானதாகவும் உள்ளது. சூரியனிலிருந்து வரும் ஒட்டு மொத்த ஒளியில் 10% ஒளி புற ஊதாக்கதிரினால் ஆனதாகும். மின் விற்பொறி மற்றும் பாதரச ஆவி விளக்குகள், தோல் பதனிடு விளக்குகள், நீளலை புறஊதா விளக்குகள்^{[1][2][3][4]} போன்ற சிறப்பு விளக்குகளைப் பயன்படுத்தியும் புற ஊதாக்கதிர்களை உருவாக்கலாம். அணுக்களை அயனியாக்கும் ஆற்றல் இதன் ஒளியணுக்களுக்கு இல்லை என்பதால் ஓர் அயனியாக்கக் கதிர்வீச்சாக புற ஊதாக்கதிர் கருதப்படுவதில்லை. ஆனாலும் நீளலை புற ஊதா கதிர்வீச்சு இரசாயன வினைகளில் பங்கேற்கிறது. பல பொருட்களை ஒளிர அல்லது உடனொளிரச் செய்கிறது. இதன் விளைவாக, எளிமையான வெப்ப விளைவுகளைக் காட்டிலும் புற ஊதாக்கதிரின் உயிரியல் விளைவுகள் அதிகமானவையாக உள்ளன. மற்றும் இக் கதிர்வீச்சின் பல நடைமுறை பயன்பாடுகள் கரிம மூலக்கூறுகளுடன் கொண்ட தொடர்புகளிலிருந்து பெறப்படுகின்றன.

தோலின் நிறம் கருத்தல், முகச்சுருக்கங்கள் வேனிற்கட்டிகள் மற்றும் தோல் புற்றுநோய் போன்றவை புற ஊதாக்கதிர் பாதிப்புகளாகும். பூமியின் வளிமண்டலத்தில் இருந்து வரும் புற ஊதாக்கதிர் வடிகட்டப்படாவிட்டால், சூரியனின் புறஊதா கதிர்வீச்சால் வாழும் உயிர்னங்கள் கடுமையாகப் பாதிக்கப்படுகின்றன^[5]. 121 நானோமீட்டருக்கும் குறைவான அலைநீளம் கொண்ட விளிம்புநிலை புற ஊதாக்கதிர் அதிக ஆற்றல் கொண்டதாக உள்ளது. இது பூமியை அடைவதற்கு முன்னரே ஈர்க்கப்படுகிறது^[6] மனிதர்கள் உட்பட பெரும்பாலான முதுகெலும்பிகளின் எலும்பு வலுவடைவதற்கு காரணமான வைட்டமின் டி உருவாகுவதற்கு புற ஊதாக்கதிரும் காரணமாகும். புற ஊதாக்கதிர்களால் நமக்கு நன்மை, தீமை ஆகிய இரண்டு விளைவுகளும் ஏற்படுகின்றன.

புற ஊதாக்கதிர்கள் பெரும்பாலான மனிதர்களின் கண்களுக்குத் புலப்படுவதில்லை. மனித கண்களில் உள்ள லென்சு பொதுவாக 320 முதல் 290 வரை அதிர்வெண் கொண்ட ஒளியலைகளை வடிகட்டுகின்றன. மேலும் மனிதர்களின் கண்களில் புற ஊதாக்கதிர்களின் வண்ணமேற்பு தகவமைப்புகள் இல்லை^[7]. குழந்தைகள் மற்றும் இளைஞர்களால் சில சிறப்பு நிகழ்வுகளில் சுமார் 310 நானோ மீட்டர் அலைநீள புற ஊதாக்கதிர்களை காணமுடிகிறது^{[8][9]}. விழிவில்லை

இல்லாத மனிதர்கள் அல்லது மாற்று விழிவில்லை பொருத்தப்பட்ட மனிதர்களால் இக்கதிர்களைக் காணமுடிகிறது.^[10] சில பூச்சிகள், பறவைகள், பாலுட்டிகளின் கண்களுக்கும் புற ஊதாக் கதிர்கள் புலப்படுகின்றன

ஒளி அலைகள்

ஒளி (*light*) என்பது கண்களுக்குப் புலப்படும் அலைநீளம் கொண்ட மின்காந்த அலைகள் என்று வரையறுக்கப்படுகின்றன. பொதுவாக அகச்சிவப்புக் கதிர்களுக்கும் புற ஊதாக் கதிர்களுக்கும் இடைப்பட்ட அலை நீளம் கொண்ட மின்காந்தக் கதிர் வீச்சுகள் *ஒளி* என்று அழைக்கப்படுகிறது. அலை-துகள் இருமை தன்மையின் காரணமாக ஒளி ஒரே நேரத்தில் அலை மற்றும் துகள் இரண்டினது பண்புகளையும் வெளிப்படுத்துகிறது. இவை 380 நானோமீட்டர்கள் முதல் 740 நானோமீட்டர்கள் வரையில் அலைநீளத்தையுடைய மின்காந்த அலைகளாகும்.

வெற்றிடத்தில் ஒளியின் வேகம் சரியாக 2,99,792,458 மீ/செ (வினாடிக்கு சுமார் 1,86,282 மைல்கள்) ஆகும். எல்லா வகை மின்காந்தக் கதிர்வீச்சுக்களும் வெற்றிடத்தில் இந்த வேகத்திலேயே நகர்கிறது. இக்கணியம் சில நேரங்களில் "ஒளியின் வேகம்" எனக் குறிப்பிடப்பட்டாலும், வேகம் என்பது திசையினை உடைய காவிக்கணியம் ஆகும். ஒளியின் வேகம் கண்டறிய நடந்த முயற்சிகளின் காலக்கோடு^[11]

பொதுவாக மின்காந்தக் கதிர்வீச்சு அதன் அலைநீளத்திற்கேற்ப வானொலி, நுண்ணலை, அகச்சிவப்பு, புற ஊதாக், கண்ணினால் உணரக்கூடிய ஒளி, எக்சு-கதிர் மற்றும் காம்பா கதிர் என வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

அகச்சிவப்பு கதிர்

அகச்சிவப்பு கதிர் (*Infrared rays*) என்பது அதிக அலைநீளம் கொண்ட மின்காந்த அலையாகும். அலைநீளம் அதிகம் என்பதால் இக்கதிர்கள் கண்களுக்குப் புலப்படுவதில்லை. ஒளியலைகளின் அலைநீளம் குறைவு என்பதால் ஒளி கண்களுக்குப் புலனாகிறது. அகச்சிவப்பு கதிர்கள் சில சந்தர்ப்பங்களில் அகச்சிவப்பு ஒளிக்கதிர் என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன. வெள்ளொளியான சூரிய ஒளி ஊதாக், கருநீலம், நீலம், பச்சை, மஞ்சள், ஆரஞ்சு, சிவப்பு என்ற ஏழு நிறங்களைக் கொண்டது. இவற்றில் அலைநீளம் அதிகம் கொண்ட சிவப்பு நிறப்பகுதிக்கு அப்பால் கண்ணுக்குப் புலனாகாத சில கதிர்கள் உள்ளன. இவற்றிற்கு 'அகச்சிவப்புக் கதிர்கள்' என்று பெயர். ஒளியலைகள் ஏறத்தாழ 400-700 நா.மீ அலைநீளம் கொண்டவையாகும். அகச்சிவப்புக் கதிர்கள், கண்ணுக்குப் புலனாகும் ஒளியலைகளை விடக் கூடுதலான அலை நீளம் கொண்டவை. அகச்சிவப்பு கதிர்களின் அதிர்வெண் நானூற்று முப்பது (430 THz) டெராகெர்ட்சு ஆகும்^[11]. 700 நா.மீ.(nm) முதல் 100 மை.மீ (μm) அலைநீளம் வரை கொண்ட, மின்காந்த அலைகள் கண்ணுக்குப் புலனாகாத அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் ஆகும்^[2]. சில பரிசோதனைகள் வழியாக நம்மால் அகச்சிவப்புக் கதிர்களையும் காணவியலும்

ஒரு பொருளில் உள்ள மூலக்கூறுகள் நகரும் போது அப்பொருள் அகச்சிவப்பு கதிர்களை உள்வாங்கவோ அல்லது வெளியிடவோ செய்யும். அறைவெப்பநிலைக்கு அருகில் உள்ள பெரும்பாலான பொருட்கள் வெளியிடும் வெப்பக் கதிர்வீச்சு அகச்சிவப்புக் கதிர்களேயாகும். மின்காந்த அலைகளைப் போலவே அகச்சிவப்புக் கதிர்களும் மின்காந்த ஆற்றலை சுமக்கின்றன. ஒர் அலை மற்றும் ஒர் ஒளியணு ஆகிய இரண்டின் பண்புகளையும் அகச்சிவப்புக் கதிர்கள் வெளிப்படுத்துகின்றன.

நுண்ணலைகள்

நுண்ணலைகள் (*microwaves*) என்பவை மின்காந்த அலைகள் ஆகும். இவை அதிகபட்சம் 1 மீட்டரிலிருந்து ஒரு மில்லி மீட்டர் அலை நீளம் வரை இருக்கும். இவ்வலைகளின் அதிர்வெண் எண் 300 மெகா ஹெர்ட்ஸ் (300 MHz அல்லது 0.3 GHz) முதல் 300 கிகா ஹெர்ட்ஸ் (300 GHz) வரை ஆகும். இவ்வலைகள் நெடுந்தொலைவுத் தொலைபேசி இணைப்புகளுக்கும், நுண்ணலை அடுப்புகள் மூலம் உணவு சமைக்கவும் பயன்படுகின்றன. பயன்கள்

- ஒளியிழை தகவல் தொடர்பில் தொலைதூரத் தகவல் பரிமாற்றத்திற்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.
- புணர்தல் பயன்படுகிறது.
- கம்பியில்லா நடமாடும் அகன்ற அலைவரிசையில் (Mobile Broadband Wireless Access) பயன்படுகிறது.
- செயற்கைக் கோள் தகவல் தொடர்பில் பயன்படுத்தப்படுகிறது.
- ராடார்-ல் பயன்படுகிறது.

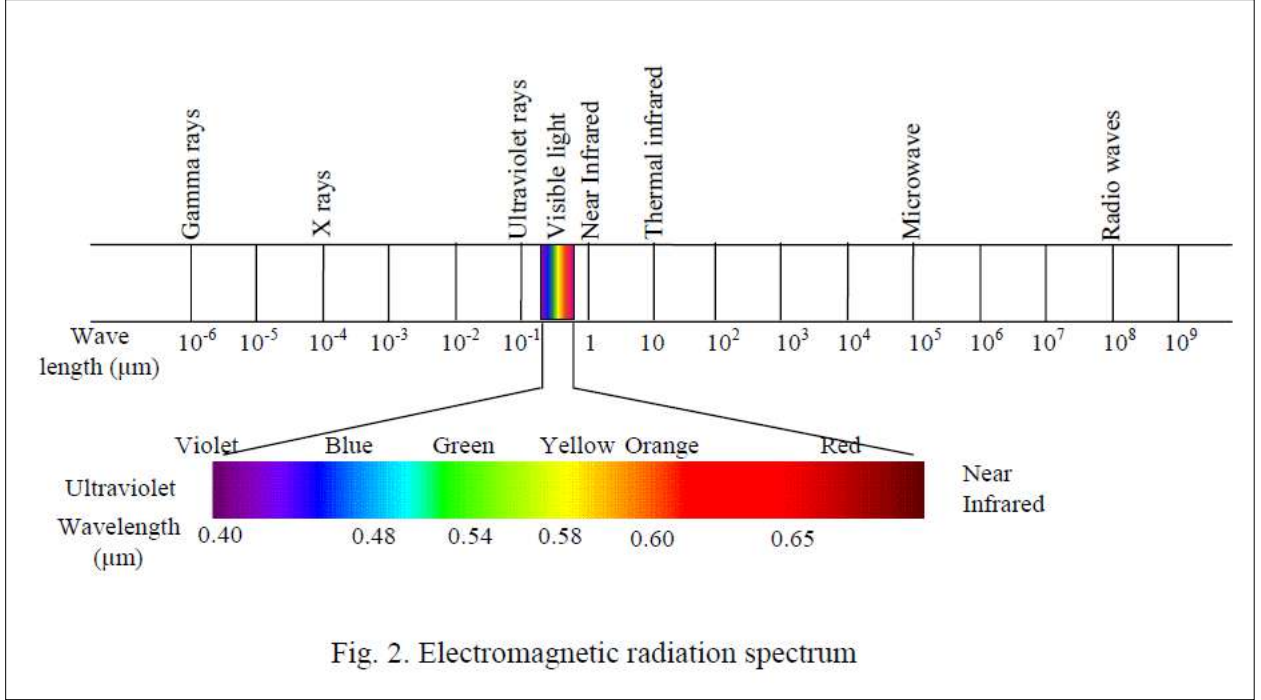


Fig. 2. Electromagnetic radiation spectrum

வானொலி அலைகள்

நமக்கு கிடைக்கும் வானொலி மற்றும் தொலைக்காட்சி நிகழ்ச்சிகளை இந்த வானொலி அலைகள் தான் தாங்கி வருகின்றன. இவை மின்காந்த அலைகள் ஆகும். அதாவது இந்த மின்காந்த அலை என்பது ஒரு தளத்தில் மின்புல வேறுபாடுகளும் அதற்குச் செங்குத்தான தளத்தில் காந்தப்புலத்தின் வேறுபாடுகளும் அமைந்து இவ்விரு தளங்களும் விரியும் திசைகளுக்குச் செங்குத்தான திசையில் பரவும் அலை ஆகும். இம்மின்காந்த அலைகள் நூற்றுக்கணக்கான மீட்டர்கள் நீளம் முதல் 30 சென்டீ மீட்டர் நீளம் வரை அலைநீளம் உடையவை. மிக நெடுந்தொலைவு செல்லக் கூடியவை. மிகத் தொலைவிலுள்ள நட்சத்திரங்கள், அண்டங்கள் சிலவும் இவ்வகை அலைகளை வெளிவிடுகின்றன. அவை பற்றி வானொலி தொலைக்கருவி மூலமாகவே அறிகிறோம்.

அலை வீச்சில் ஒலியலைகளுக்கு ஏற்றார்போல மாற்றம் ஏற்படுத்தி அலைபரப்பப் படும் AM வானொலி நிலையத்தின் அலைவரிசை 750 Mega Hertz என்றால் அந்த அலைகள் 400மீட்டர் அலைநீளம் கொண்டதாக இருக்கும். இங்கு அலைவரிசை என்பது அதிர்வெண் ஆகும். ஒரு எளிய சமன்பாடு இந்த அலைநீளத்திற்கும், அதிர்வெண்ணுக்கும் இடையேயான தொடர்பைக் காட்டும். அதாவது, அதிர்வெண் \times அலைநீளம் = மின்காந்த அலை பரவும் விரைவு ஆகும். மின்காந்த அலைகள் ஒளியின் விரைவில் நகரும். ஒளியின் வேகம் சுமார் 3×10^8 மீட்டர். இதே போல 100 Mega Hertz அலைவரிசை FM நிலையமானால் இதன் அலைநீளம் 3 மீட்டராக இருக்கும். இதனால் தான் FM நிலையங்கள் அதிக சக்தியுடன் தெளிவாக இருந்தாலும் AM நிலையங்களைப்

போல நீண்ட தூரத்திற்கு எடுப்பதில்லை. FM என்பது ஒலியலைகளுக்கு ஏற்றார்போல அதிர்வெண் மாறும் அலைகளாகும்.

பயன்கள்

ரேடியோ அலைகள்

இந்த அலைகள் ரேடியோ மற்றும் தொலைக்காட்சி செய்தித் தொடர்புக்குப் பயன்படுகிறது. 530 MHz முதல் 1710 MHz வரையுள்ள அலைகள் AM வரிசையிலும், 54 MHz வரையுள்ள அதிக அதிர்வெண் அலைகள் குறைந்த அலை வரிசையிலும் பயன்படுகின்றன. தொலைக்காட்சி அலையின் நெடுக்கம் 54 MHz முதல் 890 MHz வரையிலும் FM வரிசையில் 88 MHz முதல் 108 MHz வரையிலும் செல்போன்களில் மிக உயர் அதிர்வெண் (ultra highfrequency)வரிசையிலும் ரேடியோஅலைகள் பயன்படுகின்றன.

நுண்ணலைகள்

மிகக் குறைந்த அலைநீளம் உள்ளதால் இந்த அலைகள் கதிரலைக் கும்பா மற்றும் செய்தித் தொடர்புக்குப் பயன்படுகின்றன. வீட்டு உபயோகப் பொருளான மைக்ரோ அலை சமையல்கலன்கள், இந்த அலைகளின் சிறந்த பயன்பாடு ஆகும்.

அகச்சிவப்பு கதிர்கள்

1. அகச்சிவப்பு விளக்குகள் முடநீக்கு சிகிச்சைக்குப் பயன்படுகின்றன.
2. அகச்சிவப்பு ஒளிப்படவியல் வானிலை தட்பவெப்ப முன்னறிவிப்புக்கு பயன்படுகிறது.
3. காற்று, அடர்பனி, மூடுபனி போன்றவை அகச்சிவப்புக் கதிர்களை உட்கவர்வதில்லை. இதனால் தொலைவில் உள்ளவற்றை நிழற்படமெடுக்க இவை பயன்படுகின்றன.
4. அகச்சிவப்பு உட்கவர் நிறமாலை, மூலக்கூறு கட்டமைப்புகளை ஆய்வதற்கு பயன்படுகின்றன.

கண்ணுறு ஒளி

பொருள்களிலிருந்து உமிழப்படும் அல்லது எதிரோளிக்கப்படும் கண்ணுறு ஒளியைக் கொண்டு நம்மைச் சுற்றி நடைபெறுவனவற்றை பார்க்கவும் அறியவும் முடிகிறது. இதன் அலைநீள நெடுக்கம் 4000 A முதல் 8000 A உள்ளது

புற ஊதாக் கதிர்கள்

1. பாக்டீரியாக்களை அழிப்பதற்கும் மருத்துவ உபகரணங்களில் உள்ள நுண்ணுயிர் கிருமிகளைக் கொல்லவும் பயன்படுகின்றன.
2. இந்த வகைக் கதிர்கள் போலி பத்திரங்களைக் கண்டறியவும், கைரேகை பதிவுகளைக் கண்டறியும் தடயவியல் ஆய்வகங்களிலும் பயன்படுகின்றன.

3. உணவுப் பொருள்கள் கெடாமல் பாதுகாக்கப் பயன்படுகின்றன.
அணுவின் கட்டமைப்பைக் கண்டறியப் பயன்படுகின்றன

சூரிய ஆற்றலும் அதன் வளிமண்டல இழப்பும்

சூரியனுடைய ஒளிக்கதிர்கள் வளிமண்டலத்தில் ஓடுருவி செல்லும் பொது தனிஉடைய ஆற்றலை அது செல்லும் பல்வேறு வழிகளில் இழக்கின்றது.புவியின் மேற்பரப்பிலிருந்து சுமார் 88கி மீ உயரத்தில் இருந்து ஓடுருவி வருவதால் சூரிய ஒளிக்கற்றையில் உள்ள எல்லா எக்ஸ் கதிர்களும் ஒரு சில புர்ஜுதா கதிர்களும் வளி மண்டலத்திலேயே தடுக்கப்படுகின்றன. மேலும் சூரியனுடைய கதிர்கள் வெப்பமாறு மண்டலம் அடியும் பொது அதில் உள்ள ஓசான் அடுக்கு ஆதா கதிர்களை முழுவதுமாக ஈர்த்து கொள்கிறது. இக்கதிர்கள் அவ்வாறு ஈர்க்கப்படாமல் நேரடியாக புவியை வந்து அடைவதால் மனித குலம் அழிந்து விடும்.

மேலும் இவ்வொலிகதிர்கள் அடர்த்தியான ஆழமான வளிமண்டல அடுக்குகளை கொண்ட ஆதிமூல பொருளை கொண்ட பொருள்களின் பொருள்களின்மீது படும்போது அது ஒளியை எல்ல திசைகளிலும் திருப்பி அனுப்புகிறது. இதையே வளி மண்டல் சிதறல் என்கிறோம்.வெப்பமாறு மண்டலத்திலுள்ள கண்ணுக்கு புலப்படாத தூசிகளும் மேகக்கூடங்களும் இந்த ஒளி சிதறலை ஏற்படுத்துகின்றன.

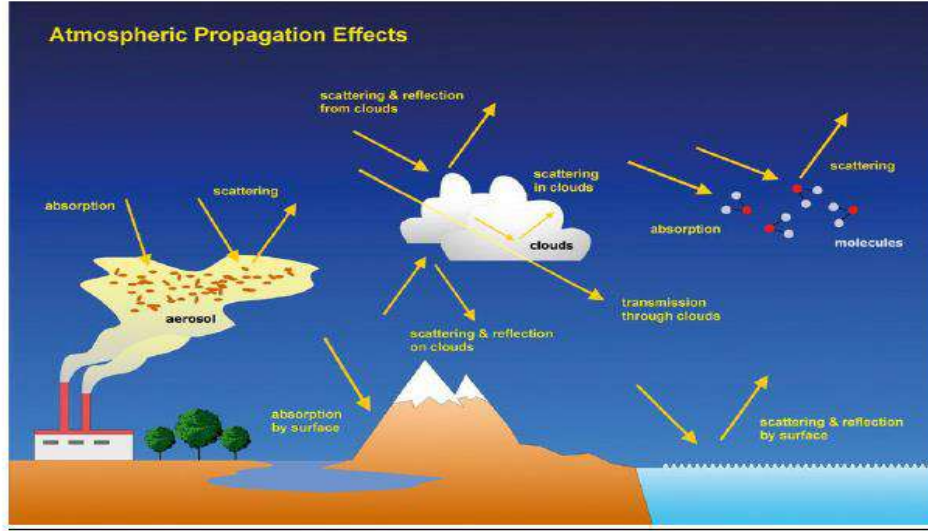


Fig. 8. Interactions of the electromagnetic energy with the atmosphere
(Source: <https://earth.esa.int/>)

இவ்வாறு சூரியனிடமிருந்து பெறப்படும் ஆற்றலில் இழப்பு ஏற்பட்டபிறகு சுமார் 5% மொத சூரிய ஆற்றல் வளிமண்டலத்திற்கே திருப்பி அனுப்ப படுகிறது. சிதறிய குறுகிய அலைவெண் கொண்ட ஆற்றல் புவிக்கு அனுப்பப்படுவதையே கீழ் சிதறல் எனப்படும்.

இதில் மீண்டும் ஆற்றல் இழப்பை உட்படுத்தல் மூலம் ஏற்படுத்துகிறது. வளிமண்டலத்தில் உள்ள கார்போன் டாய் ஆக்சைடு மற்றும் நீராவி போன்றவைகள் சூரியனிடமிருந்து நேரடியாக பெறப்படும் சிவப்பு நீர் கதிர்களை அப்பால் உள்ள ஆற்றலை ஈர்த்துக்கொள்ளும் தன்மை கொண்டது. இவ்வாறு ஈர்த்துக்கொள்ளும் போது வளிமண்டலத்தில் உள்ள காற்றின் வெப்பம் அதிகரிக்கின்றது. இதை போலவே கீழ்வளிமண்டலம் சில சமயங்களில் சூரியனிடமிருந்து நேரடியாக பெரும் ஒளிக்கற்றைகளால் சூடேற்றப்படுகின்றன.

கார்போன் டேய் ஆக்சாய்டு காற்றில் ஒரு நிலையாக பரவியிருக்கும் தன்மையை பெட்டுருந்த போதிலும் நீராவி மிகவும் அதிக அளவில் இடத்திற்கு இடம் மாறும் தன்மையை கொண்டது. நீராவி, கார்போன் டாய் ஆக்சைடு மற்றும் தூசிகள் மூலம் 10% , தெளிவான உலர்ந்த காற்று மண்டலத்தில் 30% மெகா கூட்டங்கள் இருக்கும் போதும், ஆற்றல் நேரடியாகவும் உட்படுகின்றன.

உலக அளவில் சராசரியாக ௫% உட்படுத்தலின் காரணமாக இழப்பை ஏற்படுகின்றன. மெகா கூட்டங்கள் இல்லாவிட சமயத்தில் திருப்பி அனுப்பப்படுவதும், ஈர்க்கப்படுவதும் 20%ம் இழப்பை ஏற்படுத்திய பின்பு 80% நிலத்தை வந்து அடைகின்றது. மெகா கூட்டங்கள் நேரடியாக திருப்பி அனுப்பும்போது ஆற்றல் 30லிருந்து 60% மாக இருக்கும். சில சமயங்களில் மேக கூட்டங்கள் ஆற்றலை ஈர்த்து கொள்ளும். அடர்த்தியான மேக கூட்டங்கள் ஆற்றலை திருப்பி அனுப்பப்படுதல் மற்றும் ஈர்க்கப்படுவதின் காரணமாக 30லிருந்து 80% இழப்பையும் மீதி இருக்க கூடிய 45%லிருந்து 0% வரை நிலத்தையும் வந்தடைய செய்கிறது. திருப்பி அனுப்பப்படும் ஒளிக்கதிர்கள் உலக சராசரியாக 21% மாக மதிப்பிடப்பட்டுள்ளது. மேக கூட்டங்கள் ஈர்த்து கொள்ளும் ஆற்றலை சராசரியாக 3% மாக இருக்கிறது. சூரியனிடமிருந்து பெறப்பட்ட ஒளிக்கதிர்கள் வளிமண்டலத்திற்கு திருப்பி அனுப்பப்படுவதையே ஒளி திருப்பும் திறன் எனப்படும். புவியை வளம் வந்து கொண்டிருக்கும் செயற்கைகோள் அதனோடு பொருத்தப்பட்டுள்ள ஆற்றலை அளவிட செய்யும் கருவிகளை கொண்டு எடுக்கப்பட்டுள்ள புள்ளி விவரங்களின்படி புவியின் சராசரி ஒளி திருப்பும் திறன் 29% லிருந்து 34% வரை இருக்கிறது.

புவியின் மேல் பரப்பில் ஆற்றலின் குறுக்கீடு

மின் கந்த இயல்புடைய ஆற்றல் புவியினுடைய மேற்பரப்பில் பரப்பப்பட்டுள்ள கூறுகளின் மேல் நிகழ்வை ஏற்படுத்தும் பொது அது மூன்று அடிப்படை ஆற்றல் குறுக்கீடுகளை ஏற்படுத்துகிறது. நிகழ்வு ஆற்றலில் பல்வேறு பிரிவுகளின் கூறுகளாக அமைவன. அ ஒளி திருப்பி அனுப்பப்படுதல் ஆ ஈர்க்கப்படுதல் மற்றும் இ கடத்தப்படுதல் ஆகும். இந்த நெறிமுறைகளை பயன்படுத்தி இம்மூன்றிக்கும் இடையே உள்ள தொடர்பினை அவை குறுக்கீடும் போது ஏற்படும் நிகழ்ச்சியை கீழ்க்கண்டவாறு வரையறை செய்யலாம்.

ஆ நி = ஆ தி + ஆ க

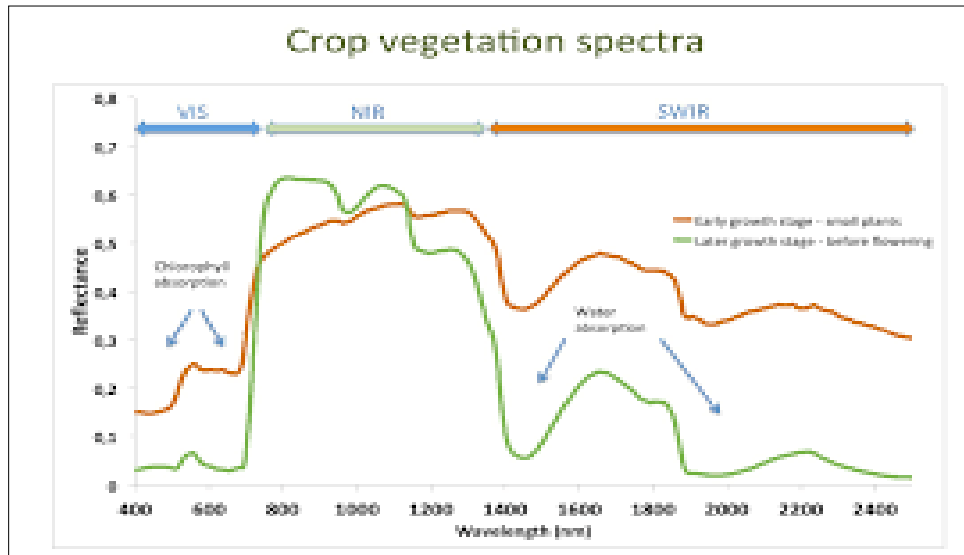
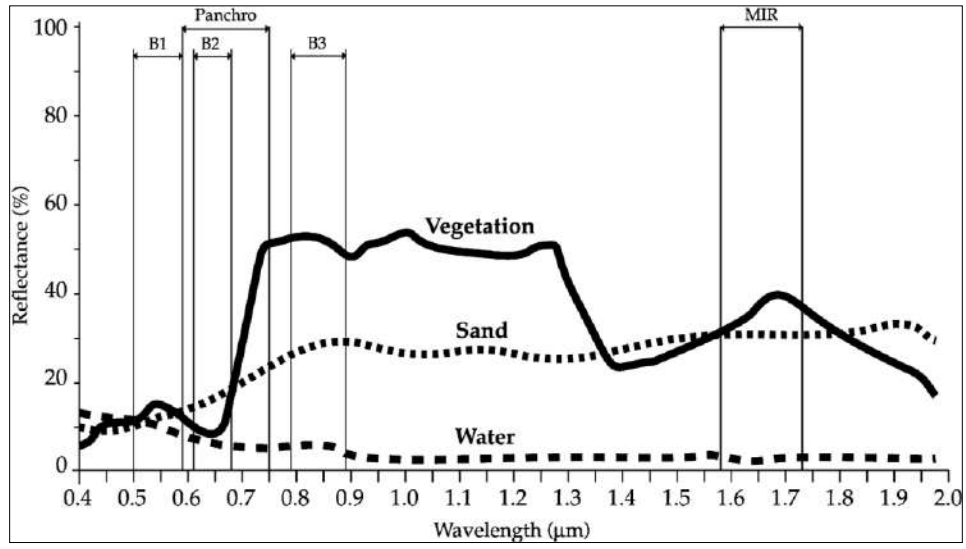
இதில் ஆ நி = நிகல்வு ஆற்றல்

ஆ தி = திருப்பி அனுப்பப்படும் ஆற்றல்

ஆ ஈ = ஈர்க்கப்படும் ஆற்றல்

ஆ க = கடத்தப்படும் ஆற்றல்

இந்த தொடர்பினை கொண்டு யாரையும் பொது நாம் இரண்டு முக்கியமான பொருளை அறிந்து கொள்ளலாம்.



முதலில் திருப்பி அனுப்பப்படும் , ஈர்க்கப்படும் மற்றும் கடத்தப்படும் ஆற்றலின் பரிமாணங்கள் புவியின் மேற்பரப்பில் பரப்பப்பட்டுவுல்ல பல்வேறு நிலக்கூறுகள் மற்றும் அதை சார்ந்த பொருள்களின் தன்மை அதன் நிலை மற்றும் பலவற்றை சார்ந்து இருக்கும். இந்த வேறுபாடுகள் புலன்கள் கொண்டு பார்க்கும் பொது படிமத்தின் பல்வேறு தோற்றத்தை அளிக்கிறது.

இரண்டாவதாக இந்த நிகழ்ச்சியின் காரணமாக ஏற்படும் அலையின் நீளம் ஒரு பொருளின் மீது பட்டு திருப்பி அனுப்பப்படும், ஈர்க்கப்படும், கடத்தப்படும் ஆற்றலின் பரிமாணங்கள் பல்வேறு அழிவின் நீளத்தை கொண்டிருக்கும். எனவேய் ஒரே மாதிரியாக இருக்கும் இரண்டு தோற்றங்கள் மிக சிறிய வேறுபாட்டின் காரணமாக வெவ்வேறு அலைவேகங்களை கொண்டு இருக்கும். கண்ணில் புலப்படக்கூடிய முப்பரிமாணத்தில் இந்த வண்ணப்பாட்டை சார்ந்த ஒளி திருப்பும் திறனையே வண்ணம் என அழைக்கின்றோம். உதாரணமாக நீல நிறத்தில் உள்ள பொருள்கள் உருவெளி வடிவத்தில் நீல நிரப்பகுதியில் ஒளியை எதிரிடித்து காட்டும்.

பச்சை நிறம் திருப்பி அனுப்பப்படும்போது ஒளி வண்ணப்பட்டையில் பச்சை நிறத்தை எதிரிடித்து காட்டும். இதே போல மற்ற நிறங்களிலும் ஏற்படும். மேலும் கண்ணை உபயோகித்து முதன்மை ஒளி பிறக்கும் வடைய திருப்பி அனுப்பப்படும் ஆற்றலை எதிரிடித்து காட்டும் தன்மையை பல்வேறு பொருள்களில் இருந்து அவ்வலை எங்களின் வேறுபாட்டிலிருந்து பிரித்து உணரலாம்.

நிலக்கூறுகளின் வகை	பரப்பு	ஒளி திருப்பும் திறன்
மண்	மணற் துகள்கள் உளர்ந்த கருமன் ஈரப்பசை உள்ள உழுத நிலம் ஈரப்பசை உள்ள கருமன்	37 14 14 8
நீர்	அடர்த்தியானஅதிக பனிபிராதேசம் பணியாள் சூழப்பட்ட பகுதி கடலில் சூழப்பட்ட பனி அடுக்குகள்	86-95 33-40 26
தாவரம்	பாலைவனம் குளிர்கால கோதுமை பயிர் கருவாலி மரம் இலையுதிர்காடுகள் வூசியிலைக்காடுகள் மரமற்ற பறந்தவெளி சதுப்பு நிலம் புதர்காடு	20-29 16-23 18 17 14 12-13 10-14 10

புவியின் மேற்பரப்பில் உள்ள அடிப்படை நிலத்தோற்றங்களில் ஒளி வண்ணப்பாட்டை சார்ந்த பிரதிபலிப்பு உதாரணத்துடன் காட்டப்பட்டுள்ளது. அவைகளாவன.

1.சுகாதாரமான பச்சை தாவரங்கள்

2.உலர்ந்த மணற்பரப்பு

3.சுத்தமான ஏரி நீர்

இதில் காட்டப்பட்டுவுள்ள வளைகோடுகள் பிரதிபலிக்கும் ஆற்றலை கதிரியக்க செறிவுமானி கொண்டு அளவீடு செய்யப்பட்டு தான்புல்லி விவரத்தை சதவிகிதத்தில் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.இவ்வரைபடத்தில் இருந்து ஒவ்வொரு நிலா கூறுகளும் இடையிலுள்ள பல்வேறு பிரதிபலிப்பு வேறுபாட்டினை அறியலாம்.

UNIT – III

Platforms: Types of Platforms - Orbit of Satellites -Geo Stationary – Sun Synchronous – Indian Satellite (IRS Series)

தொலை உணர்வு மேடைகள்

தொலை உணர்வு என்பது வளர்ந்து வருகின்ற பல்வேறு தொலை நுணுக்க கூறுகளின் உதவியால் புவியின் மேல் பரப்பப்பட்டுள்ள பல்வேறு விதமான செயிதிகள் ஈட்டப்படுவதே ஆகும். இசெய்யிதியை நமக்கு அளிக்க பேருதவி செய்வது மின்காந்த இயல்புடைய ஆற்றல் புவியின் மேல்பட்டு திருப்பி அனுப்பப்படுவதும் மேலும் அவைகள் வெளிப்படுத்தவும் ஆகும்.ஒரேய ஒரு கருவியை கொண்டு இக்கதிர் வீச்சை கண்டறிவது செயலில் இல்லாது. எனவே பல்வேறு விதமான மிகவும் சக்தி வாய்ந்த இயந்திரங்களை கொண்டு இயங்கும் புலன்களின் மூலம் பல்வேறு விதமான மின்காந்த இயல்புடைய ஆற்றலை நம்மால் அளவிட முடிகிறது.

இவ்வாறு அளவீடு செய்ய உபயோகப்படுத்தப்படும் கருவிக்கும் புவியின் குறி இலக்கிற்கும் இடையே உள்ள தொலைவானது ஒரு சில அடியிலிருந்து பல்லாயிரக்கணக்கான மைல்கல் வரை இருக்கும். தொலை உணர்வு தொழில் நுணுக்கத்தை வெவ்வேறு மேடைகளிலிருந்து குறியிலக்கினை அறிந்து கொள்ளலாம்.

இம்மேடைகள் சில நிலையானதாகவும் சில நிலையற்றதாகவும் இருக்கலாம். நிலையான மேடைக்கு உதாரணம் நிலையான வான்வெளி ஆய்வுக்கூடம் பொது தொலை உணர்வு மேடைகளை 3 வகையாக பிரிக்கலாம்.

1.நிலமேடைகள்

2.காற்றுவெளியில் உயர பறக்கும் மேடைகள்

3.விண்வெளியில் பறக்கும் மேடைகள்

4.அதிக உயரம் கொண்ட மேடைகள்

1.நிலமேடைகள்

மண் பயிர்கள் மற்றும் அதை சார்ந்தவைகள் , நீர் பரப்பு தவிர இலைகள் மேல்பட்டு திரும்பும் கதிர்வீச்சை பல்வேறு தன்மைகள் கொண்ட டிடக்டர்களை அவைகள் திருப்பி அனுப்பப்படும் கதிர்கள் மற்றும் அனுப்பப்படும் வண்ணப்பட்டையின் தன்மையை கொண்டு பயிர்களை பற்றி பல்வேறு காலநிலையில் ஆராயலாம். விலை நிலப்பரப்பில் தன்மையினை ஆராய்வதற்கு செர்ரி பிக்கர் நிலமேடை யை மேலை நாடுகளில் பயன்படுத்துகிறார்கள்.இம்மேடைகள் ஓர் உந்து வண்டியில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும். இவை சுமார் 15 மீ ட்டர் உயரம் வரை மையம் கொண்டு சுற்றி வரும்.

இவை அமெரிக்க ஐரோப்பிய நாடுகளில் பல்வேறு சிறிய அளவிலான நிலப்பரப்பை ஆய்வதற்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.இம்மேடைகள் ஓவொன்றும் வண்ணப்பாட்டை திருப்பி அனுப்பப்படும் தன்மையை பதிவு செய்யும் மீட்டர் புகைப்படம் எடுக்கும் கருவி அடங்கிய கூறுகள் மற்றும் ராடார் கருவிகள் பொருத்தப்பட்டு இருக்கும்.

அவ்வப்போது இந்த மேடைகளுடன் இணைந்த புலன்கள் நிலப்பரப்பில் அதன் தன்மையை விந்து வண்டியில் உள்ள பதிவு செய்யும் கருவிக்கு அனுப்பும் . இவ்வாறு பதிவு செத்தவற்றை அங்கேயே அதன் தொலைவிற்கு ஏற்ப ஆராய்ந்து நிலப்பரப்பின் விளைநிலத்தை ஆராய்ந்து நிலப்பரப்பின் விளைநிலத்தை ஆராய்ந்து கொள்ளலாம்.ஆனால் இம்மேடையை மிக உயரமான பகுதிகளுக்கோ அல்லது குறுகிய சாலைகளிலோ கொண்டு செல்ல முடியாது.

2.காற்றுவெளியில் உயர பறக்கும் மேடைகள்

காற்றுவெளியில் உயர பறக்கும் மேடைகலை 2 வகையாக பிரிக்கலாம்.

1. தாமினி கயிற்றின் உதவியால் வரம்புடன் பறந்து செல்வது. 2. தன் விருப்பம் சார்ந்து பறந்து திரிதல். இதில் தாமினி கயிற்றின் உதவியால் பறந்து செல்லும் பொது அதில் பொருத்தப்பட்டுள்ள புகைப்பட கருவி தொலைவில் உள்ள நிலப்பரப்பை பார்த்து படத்தை பதிவு செய்கிறது.

இவ்வகையான தொலைவுணர்வு 1862 அமெரிக்க உள்நாட்டுப்போர் காலத்தில் உதயமாயிற்று. இன்றளவும் பிரிட்டன் கடற்கரை ஓரங்களில் உள்ள இயற்கை வளங்களை படம் பிடிக்கும் இவ்வகையான பலூன் மேடைகல் உபயோகப் படுத்தப்படுகிறது.

ஆனால் தற்போதைய உலகின் பல இடங்களில் தன விருப்பம் போல் பறந்து திரிந்து படம் எடுக்கும் பலூன்கள் நிலையான மேடை கொண்டு பல்வேறு உயரங்களில் தொலை உணர்வு செய்கிறது.

உதாரணமாக ஐரோப்பிய நாடுகளில் கூட்டமைப்பு பறக்கவிடும் பலூன்கள் விண்வெளி கலத்திலுள்ள சகட பகுதியை கருவிகள் மற்றும் புகைப்பட கருவிகள் மற்றும் புகைப்பட கருவிகள் போலவே அணைத்து கருவிகளும் பொருத்தப்பட்டு சுமார் 30 கிமீ உயரம் வரை பறந்து செல்லும்.

3.விண்வெளியில் பறக்கும் மேடைகள்

50 ஆண்டுகளுக்கும் மேலாக ஆகாய விமானம் தோலை உணர்வு மேடையாக அமைத்து வந்தது. முதன் முதலில் விமானத்தின் துணையோடு கருப்பு, வெள்ளை படங்கள் எடுக்கப்பட்டு பின் அவைகள் மேப்புகளாக தயாரிக்கப்பட்டு பிறகு விவரணம் செய்யப்பட்டன.

பல்வேறு விளக்கங்களின் வளர்ச்சி மற்றும் திட்டங்களை தயாரிக்க தேவையான விவரங்கள் வான்வெளி புகைப்படங்கள் உதவியால் கரு00முதல் 3000 மீ உயரத்தில் எடுக்கப்பட்டன. இப்படங்கள் குறைந்த மற்றும் நடுத்தர உயரத்தில் இருந்தே குறிப்பிட்ட மற்றும் அளவிற்கு தேர்ந்து எடுக்கப்பட்ட பகுதியை மற்றும் பல்வேறு கால இடைவெளி களில் படம் பிடித்தன.ஆகாய விமானத்தின் துணைகொண்டு எடுக்கப்பட்ட படங்கள் மிகவும் உபயோகமாகவும் சிக்கனமாகவும் அமைந்திருந்தன. மேலும் அக்காலத்தில் புகைப்பட கருவியோடு பல ராடார் மற்றும் சிற்றலைக் கருவிகள் பல்வேறு அடுக்கு நிகழ்வேன்னை கொண்டு வான்வெளியில் பறந்து பல்வேறு நாடுகளை சிறு சிறு பகுதியாக படம் பிடிக்கிறது.

மிக பெரிய அளவிலான நிலப்பரப்பை படம் பிடிப்பதற்கும் மேலும் வளிமண்டலத்தின் தன்மைகளை பற்றி ஆயிவதற்கு தனியாகவே ஆகாய விமானத்தில் மேடைகள் அமைக்கப்பட்டன. இவற்றில் சிறந்தது அமெரிக்காவிலுள்ள யூ 2 எனப்படும் மிக பெரிய அளவிலான நிலப்பரப்பை படம் பிடிப்பதற்கும் மேலும் வளிமண்டலத்தின் தன்மைகளை பற்றி ஆயிவதற்கு தனியாகவே ஆகாய விமானத்தில் மேடைகள் அமைக்கப்பட்டன.

இவற்றில் சிறந்தது அமெரிக்காவிலுள்ள யூ 2 எனப்படும் ராணுவ அளவை விமானமாகும். இவ்வகை விமானங்கள் சுமார் 15 கிமீ க்கு மேலே பறந்து 100-400சதுர கிமீ பரப்பளவு உள்ள நிலப்பகுதியை படம் பிடிக்கிறது. ராணுவத்திற்காக விண்வெளி மேடைகளில் குறியிலக்கை ஆராய்ந்து அறிவதற்காக தயாரிக்கப்பட்டவைகளில் நிலத்திலிருந்து வான்வெளிக்கு எவிவிட்டபின் அது குறியிலக்கை ஆராய்ந்து வரும் மேடையே ரிமோடிபைலட்டேட் வெஹிகிள் ஆர் பி வி எனப்படும்.

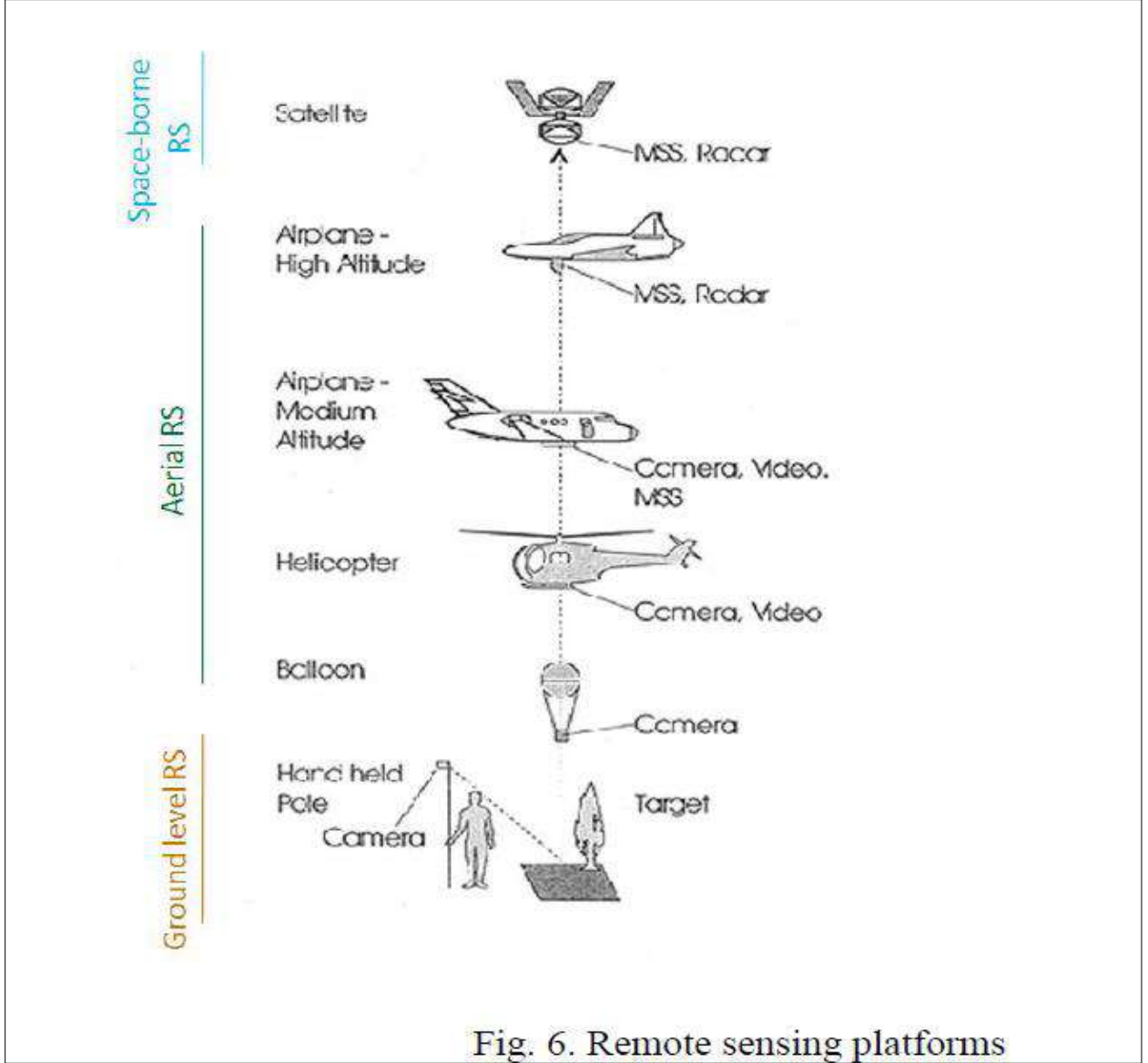


Fig. 6. Remote sensing platforms

இது பறக்கும்போது ஏவிவிடப்படும் ஆர்திக்கும் மேடைக்கும் எந்தவித நேரிடை தொடர்பும் இன்றி கொடுக்கப்பட்டிருக்கும் குறியிலக்கை ஆய்ந்து திரும்பி ஏவிவிட்ட இடத்தை வந்து அடையும். இவ்வகை மேடைகள் ஏவி விடப்படும் மைய பகுதியில் இருந்தே குறுகிய சுற்றளவான 5 கிமீ தூரத்தை விட்டதாக கொண்டு சுற்றி வரும். இவ்வாறு வரும்பொழுது இம்மேடை தன கண் கொண்டு பார்க்கும் அணைத்து விவரங்களையும் படம் பிடித்து வரும்.

இவைகள் மேலை நாடுகளில் எண்ணெய் குழாய் வலிகள் ஒரு நாட்டிற்கும் மற்றொரு நாட்டிற்கும் இடையில் அமைந்து இருக்கும் ராணுவ எல்லை செய்யும் கம்பி வலைகள் மிகைத்திறம் கொண்ட மின்சாரம் கம்பி காடுகள் முதலியவற்றை மிக குறைந்த உயரத்தில் பறந்து படம் பிடித்து

அவைகளின்குறைபாடுகளை காட்டுகிறது. இவ்வகை 45நிமிடம் விண்ணில் தொடர்ந்து பறக்கிறது. இதன் வேகம் மணிக்கு 177 கிமீ . இது அதிகபட்ச உயரமான 900 கிமீ வரை பறந்து செல்லும். இம்மேடையில் 35 மிமீ புகைப்பட கருவி வுடைய அதிக வேகம் கொண்ட மூடியுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

4.அதிக உயரம் கொண்ட மேடைகள்

நாளடைவில் அதிக உயரம் செல்லும் ராக்கெட்டுகள் மூலம் வளிமண்டலத்திற்குள் சென்று அங்கிருந்து புவியை படம் பிடித்து அனுப்பும் செயிமுறைகள் நடத்தப்பட்டன. சுமார் 5லட்சம் கிமீ (40,000 முதல் 90,000 கிமீ) ஒரு பிரேமிற்கு பரப்பளவு வினாடிக்கு பல படிவங்கள் ராக்கெட் மூலம் பெறப்பட்டன. தற்போது விண்ணில் இதுபோல் ஏவப்பட்டு வரும் ஐரோப்பிய ராக்கெட்டுகளின் புவி உச்ச நிலை சுமார் 300 கிமீ . ஆனால் இவை 200 கிராம் டான் சுமார் 400 கிமீ வரை செலுத்தப்படுகிறது.

இவ்வகை மேடைகளுக்கு ஸ்கை லார்க் எர்த் போர்ஸஸ் ராக்கெட் சிறந்த உதாரணம் ஆகும். இந்த ராக்கெட்டுகள் புவியை சுற்றி வரும் லாஞ்சர்கள் இலக்கங்கள் மூலம் ௯0முதல் ௪00௦௦ கிமீ உயரம் வரை கொண்டு சென்று புவியை பற்றிய விவரங்களை படம் பிடித்து அனுப்பும். இவ்வகை ராக்கெட்டுகளை நம் நாடுகளை திருவந்தபுரத்தில் உள்ள ஏவுகணை நிலையத்தில் இருந்து அவ்வப்போது 150 கிமீ முதல் 300 கிமீ தூரம் வரை ஏவி விட்டு வளிமண்டலத்தில் அதன் தன்மைகளை அரிந்து வருகிறது.

செயற்கைகோள் மேடைகள் அவற்றின் முக்கிய பனி புவியின் மேற்பரப்பில் பரப்பப்பட்டு இருக்கும் பல்வேறு கூறுகளை தொடர்ந்து படம் எடுத்து பூமிக்கு அனுப்பி கொண்டு இருப்பதேயாகும். இவ்வகையான செயற்கைகோள்கள் 1 முதல் 5 வருடம் வரை 450கிமீ உயரத்தில் புவியை வளம் வைத்து கொண்டிருக்கும். சில செயற்கை கோள்கள் 800-1500 கிமீ வரையும் சுற்றி கொண்டு இருக்கும் இவைகளின் உயரத்தை கொண்டு செயற்கை கோள் மேடைகளை குறைந்த உயரம் கொண்ட மேடை அதிக உயரம் கொண்ட மேடை என 2வகையாக பிரிக்கலாம்.

குறைந்த உயரமுள்ள மேடைகளுக்கு அல்லது பூமியினுடைய மையப்பகுதியை சுற்றி வரும் செயற்கைகோள் அல்லது துருவ பகுதியை சுற்றி வரும் செயற்கைகோள்களை உதாரணமாக கூறலாம்.

அதிக உயரம் கொண்ட செயற்கைகோள் மேடைகள் சுமார் 3000 கிமீ உயரத்தில் புவியை சுற்றி கொண்டு இருக்கும். இவற்றை ஜியோஸ்டேஷனரி என்றும் அழைக்கலாம்.

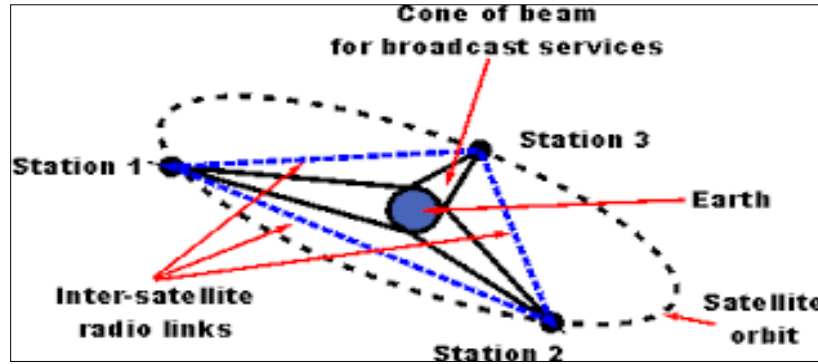
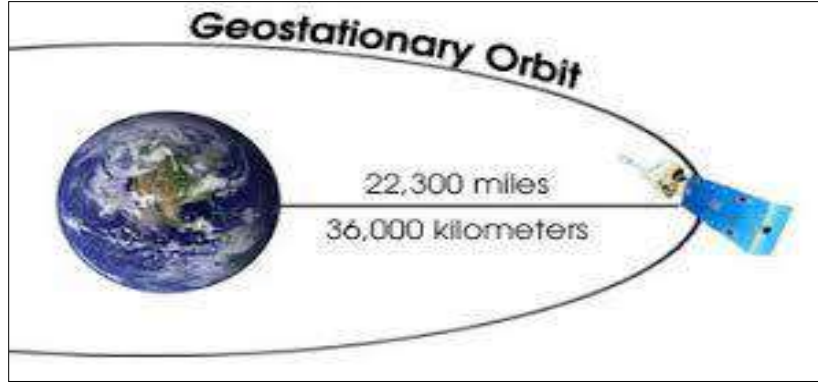
செயற்கைகோள்கள் வகைகள்

செயற்கைகோள்கள் சுற்றும் வட்ட பாதையை பொறுத்து இரண்டு வகையாக பிரிக்கப்படுகிறது.அவையாவன.

1.புவி நிகழ்வோத்த துணைக்கோள்

இத்துணைக்கோள்கள் செல்லும் பாதை புவிநிலவு பாதை என அழைக்கப்படுகிறது. இவை புவியிடைக்கோட்டிற்கு மேல் சுமார் 36000கீமீ உயரத்தில் அமைக்கப்படுகின்றன. இந்த உயரத்தில் புவி அசைவிற்கு ஏற்ப நிலையாக இருப்பது போல் தொருவதால் இவை புவிநிலை துணைக்கோள் என அழைக்கப்படுகிறது.ஒரே பரப்பை தொடர்ச்சியாக கவனித்துக்கொண்டு தகவல்களை உடனடியாக தரைக்கு அனுப்புகின்றன.

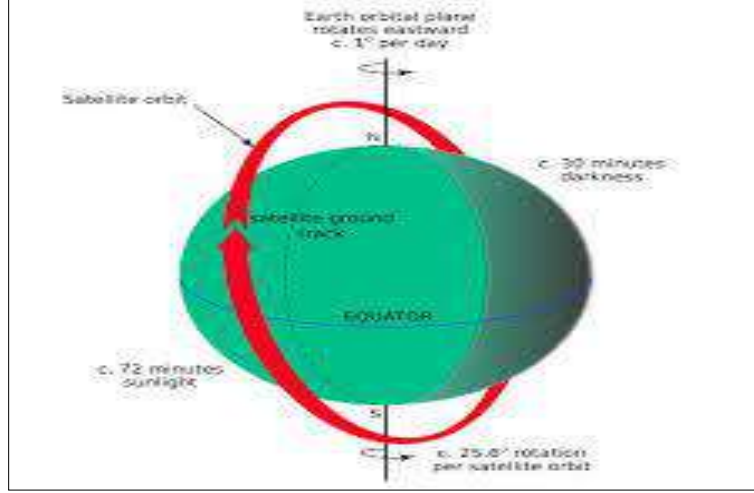
இவற்றின் மூலம் 1கிமீ அதற்கும் மேலுள்ள பகுதிகளை பற்றிய தகவல்களை மட்டும் பெற முடிவதனால் இவை வானிலை முன்னறிவிப்பு மற்றும் தொலைத்தொடர்பு சம்பந்த பட்டவைகளுக்கே பெரிதும் பயன்படுகின்றன.



2.சூரிய நிகழ்வோத்த துணைக்கோள்

மிக அதிக பகுப்புத்திறன் கொண்ட துணைக்கோள் இவை இயற்கை வள துணைக்கோள் அல்லது துருவ துணைக்கோள் என்றும் அழைக்கப்படுகிறது.இவை துருவத்திற்கு அருகில் 800முதல்

1000கிமீ உயரத்தில் அமைக்கப்படுகின்றன. சூரிய பாதைக்கு ஒத்துபோகுமாறு இத்துணை கோணங்களின் பாதை நிறையிக்கப்படுகின்றன. குறிப்பிட்ட இடத்தினை சீரான நேர இடைவெளியில் இவை கிடைக்குமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளன. லாண்டுசாட்டு, ஸ்பாட், ஈர்ஸ். ஆகும்.



ரிமோட் சென்ஸிங் பயன்பாடு

பல்வேறு வகையான தரவுகளைப் போலவே, ரிமோட் சென்சிங்கின் குறிப்பிட்ட பயன்பாடுகளும் வேறுபட்டவை. இருப்பினும், ரிமோட் சென்சிங் என்பது முக்கியமாக பட செயலாக்கத்திற்கும் விளக்கத்திற்கும் நடத்தப்படுகிறது. பட செயலாக்கமானது காற்றுப் படங்கள் மற்றும் செயற்கைக்கோள் படங்களை போன்றவற்றைத் தயாரிக்க உதவுகிறது, இதனால் அவை பல்வேறு திட்டப் பயன்பாடுகளுக்கு பொருந்தும் மற்றும் / அல்லது வரைபடங்களை உருவாக்குகின்றன. தொலைதூர உணர்தல் உள்ள பட விளக்கத்தை பயன்படுத்தி ஒரு பகுதியில் அங்கு உடல் இல்லாமல் ஆய்வு செய்ய முடியும்.

ரிமோட் சென்சிங் படங்களின் செயலாக்கமும் விளக்கமும் பல்வேறு துறைகளில் உள்ள குறிப்பிட்ட பயன்பாடுகளைப் பயன்படுத்துகின்றன. உதாரணமாக, புவியியலில், ரிமோட் சென்சிங் என்பது பெரிய, தொலைதூரப் பகுதிகள் பகுப்பாய்வு செய்வதற்கும் வரைபடமாகவும் பயன்படுத்தலாம். ரிமோட் சென்சிங் விளக்கம் இந்த பகுதியில் புவியியலாளர்கள் எளிதாக ஒரு பகுதி பாதை வகைகள், geomorphology, மற்றும் வெள்ளம் அல்லது நிலச்சரிவு போன்ற இயற்கை நிகழ்வுகள் மாற்றங்கள் அடையாளம் செய்கிறது.

தாவர வகைகளை ஆய்வு செய்வதில் ரிமோட் சென்சிங் உதவுகிறது. ரிமோட் உணர்திறன் படங்களின் விளக்கம் பெளதிக மற்றும் உயிரியல் அறிவியலாளர்கள், சுற்றுச்சூழல்கள், விவசாயத்தை பயிற்றுவிப்பவர்கள், மற்றும் காற்பெட்டிகளை அனுமதிக்கிறது, சில குறிப்பிட்ட பகுதிகளில் தாவரங்கள் எப்படி இருப்பதை எளிதில் கண்டுபிடிப்பது, அதன் வளர்ச்சிக்கான சாத்தியம் மற்றும் சில நேரங்களில் அங்கு என்ன நிலைமைகள் உள்ளன.

கூடுதலாக, நகர்ப்புற மற்றும் பிற நில பயன்பாட்டுப் பயன்பாடுகளைப் படிப்பவர்கள், ரிமோட் சென்சிங்கைக் கருத்தில் கொண்டுள்ளனர், ஏனெனில் இது ஒரு பகுதியிலுள்ள நிலங்களைப் பயன்படுத்துவதை எளிதில் எடுக்க அனுமதிக்கிறது. இது பின்னர் நகர்ப்புற திட்டமிடல் பயன்பாடுகளில் தரவுகளாகவும், இனங்கள் வாழ்விடத்தை ஆய்வு செய்யலாம். உதாரணமாக.

இறுதியாக, ரிமோட் உணர்தல் GIS இல் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க பாத்திரத்தை வகிக்கிறது. அதன் படங்கள் ராஸ்டர் அடிப்படையிலான டிஜிட்டல் உயர்த்தி மாதிரிகள் (டி.எம்.எஸ் என சுருக்கமாக) உள்ளீட்டு தரவுகளாகப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன - GIS இல் பயன்படுத்தப்படும் பொதுவான வகை தரவு. ரிமோட் சென்சிங் அப்ளிகேஷன்களின் போது எடுக்கப்பட்ட காட்சிகளானது, ஜி.ஐ.எஸ்.யால், பலகன்களை உருவாக்குவதற்கு டிஜிட்டல் முறையில் பயன்படுத்தப்படுகிறது, அவை பின்னர் வரைபடங்களை உருவாக்க வடிவ வடிவங்களைக் கொண்டுள்ளன.

அதன் மாறுபட்ட பயன்பாடுகள் மற்றும் பயனர்கள் சேகரிக்கவும், புரிந்து கொள்ளவும், மற்றும் பெரும்பாலும் எளிதாக அணுகக்கூடிய மற்றும் சில நேரங்களில் ஆபத்தான பகுதிகள் மீது தரவுகளை கையாள அனுமதிக்கும் திறனும் இருப்பதால், ரிமோட் சென்சிங் அனைத்து புவியியலாளர்களுக்கும் ஒரு பயனுள்ள கருவியாக மாறிவிட்டது.

UNIT – I

Remote sensing is an art and science of obtaining information about an object or feature without physically coming in contact with that object or feature. Humans apply remote sensing in their day-to-day business, through vision, hearing and sense of smell. The data collected can be of many forms: variations in acoustic wave distributions (e.g., sonar), variations in force distributions (e.g., gravity meter), variations in electromagnetic energy distributions (e.g., eye) etc. These

remotely collected data through various sensors may be analyzed to obtain information about the objects or features under investigation. In this course we will deal with remote sensing through electromagnetic energy sensors only.

Thus, remote sensing is the process of inferring surface parameters from measurements of the electromagnetic radiation (EMR) from the Earth's surface. This EMR can either be reflected or emitted from the Earth's surface. In other words, remote sensing is detecting and measuring electromagnetic (EM) energy emanating or reflected from distant objects made of various materials, so that we can identify and categorize these objects by class or type, substance and spatial distribution [American Society of Photogrammetry, 1975].

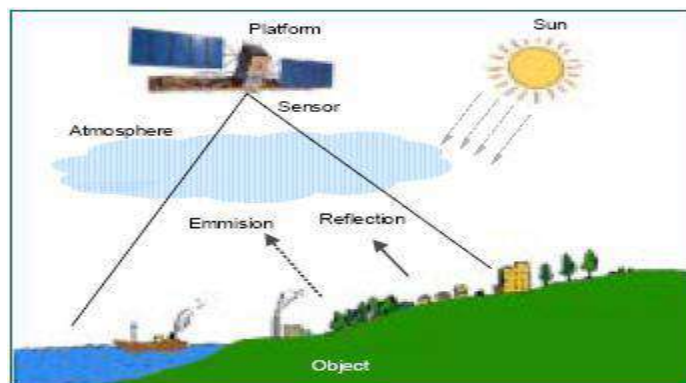


Fig. 1. Schematic representation of remote sensing technique
(Source: <http://geoportal.icimod.org>)

Remote sensing provides a means of observing large areas at finer spatial and temporal frequencies. It finds extensive applications in civil engineering including watershed studies, hydrological states and fluxes simulation, hydrological modeling, disaster management services such as flood and drought warning and monitoring, damage assessment in case of natural calamities, environmental monitoring, urban planning etc.

Remote sensing is the acquiring of information from a distance. NASA observes the Earth and other planetary bodies via remote sensors on satellites and aircraft that detect and record reflected or emitted energy. Remote sensors, which provide a global perspective and a wealth of data about Earth systems, enable data-informed decision making based on the current and future state of our planet.

Remote sensing is a type of geospatial technology that samples emitted and reflected electromagnetic (EM) radiation from the Earth's terrestrial, atmospheric, and aquatic ecosystems in order to detect and monitor the physical characteristics of an area without making physical contact. This method of data collection typically involves aircraft-based and satellite-based sensor technologies.

Components of Remote Sensing

In much of remote sensing, the process involves an interaction between incident radiation and the targets of interest. This is exemplified by the use of imaging systems where the following seven elements are involved:

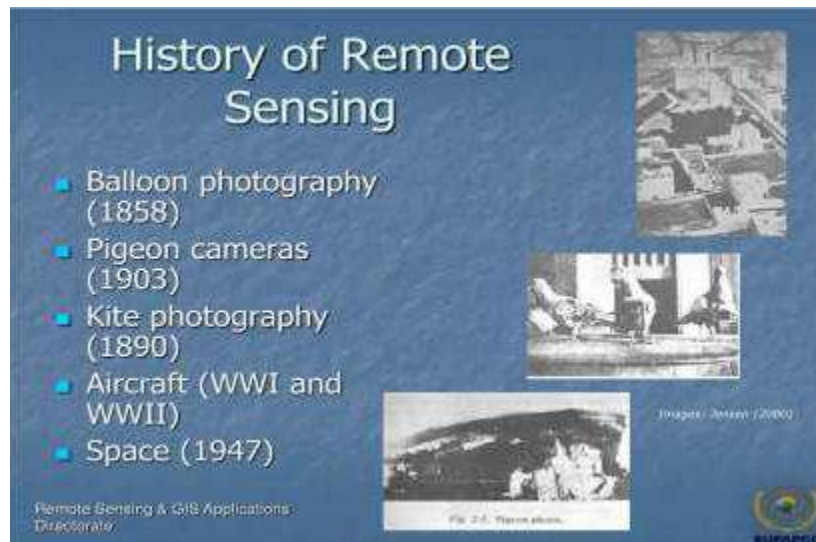
Energy Source or Illumination (A): The first requirement for remote sensing is to have an energy source which illuminates or provides electromagnetic energy to the target of interest.

1. **Radiation and the Atmosphere (B):** as the energy travels from its source to the Target, it will come in contact with and interact with the atmosphere it passes through. This interaction may take place a second time as the energy travels from the target to the sensor.
2. **Interaction With the Target (C):** once the energy makes its way to the target through the atmosphere, it interacts with the target depending on the properties of both the target and the radiation

3. **Recording of Energy by the Sensor (D):** after the energy has been scattered by, or emitted from the target; we require a sensor (remote, not in contact with the target) to collect and record the electromagnetic radiation.
4. **Transmission, Reception, and Processing (E):** the energy recorded by the sensor has to be transmitted, often in electronic form, to a receiving and processing station where the data are processed into an image (hardcopy and/or digital).
5. **Interpretation and Analysis (F):** the processed image is interpreted, visually and/or digitally or electronically, to extract information about the target which was illuminated.
6. **Application (G):** the final element of the remote sensing process is achieved when we apply the information we have been able to extract from the imagery about the target in order to better understand it, reveal some new information, or assist in solving a particular problem.

HISTORY OF REMOTE SENSING

REMOTE SENSING began in the 1840s as balloonists took pictures of the ground using the newly invented photo-camera. Perhaps the most novel platform at the end of the last century is the famed pigeon fleet that operated as a novelty in Europe



1910 - International Society for Photogrammetry (ISP)

The first satellites

Space race began with the launch of Sputnik on 4 October 1957- USA and USSR

The first weather satellite, Vanguard 2, was launched on 17 February 1959

TIROS-1, launched by NASA on 1 April 1960

□ TIROS-1 to TIROS-10 (1960–1966)

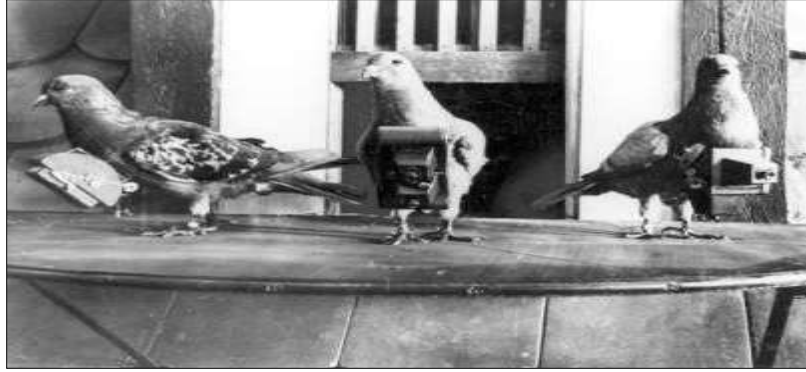
□ China – launched first communications satellite on 24 April 1970.

□ India built its first satellite, Aryabhata, which was launched in 1975 by the USSR.

NOAA-5 which was launched in 1976 - 1980 - International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS)

Historians of remote sensing cite various examples of the earliest attempts at obtaining remote sensing images such as using cameras carried by passengers in the baskets of hot air balloons, pigeons carrying cameras or even by people carrying cameras up a hillside or up a tower, e.g. the Eiffel Tower in Paris. In 1907 Julius Neubronner developed a light miniature camera that could be fitted to a pigeon's breast with a harness. To take an aerial photograph Neubronner carried a pigeon to a location nearly 100 km away from its home; it was fitted with a camera and then released and the bird would typically fly home on a direct route at a height of 50 m to 100 m.

A pneumatic system controlled the time delay before a photograph was taken. Other platforms were also tried, balloons, kites, rockets and airships but none of them made much progress. Although there was some initial excitement over pigeon photography, other forms of aerial photography emerged, causing people to abandon the idea of the pigeon photographers. In some ways the pigeon camera was a precursor of the remote sensing UAV (unmanned aerial vehicle) or drone, which is one of the very latest systems introduced in remote sensing.



(1903 - pigeons wearing cameras. Image Credit: NASA)

Aerial photography became a valuable reconnaissance tool during the First World War and came fully into its own during the Second World War. The logical entry of remote sensors into space began with the inclusion of automated photo-camera systems on the captured German V-2 rockets launched out of White Sands, NM. With the advent of Sputnik in 1957, the possibility of putting film cameras on orbiting spacecraft was realized. The first cosmonauts and astronauts carried cameras to document selected regions and targets of opportunity as they circumnavigated the globe. Sensors tuned to obtaining black and white TV-like images of the Earth were mounted on meteorological satellites that began to fly in the 1960s. Other sensors on those satellites could make soundings or measurements of atmospheric properties over a range of heights.

As an operational system for collecting information about the Earth on a repetitive

schedule remote sensing matured in the 1970s when instruments were flown on Skylab (and later, the Space Shuttle) and on Landsat, the first satellite dedicated specifically to monitoring land and ocean surfaces to map natural and cultural resources.

The period from 1960 to 2010 has experienced some major changes in the field of remote sensing. The background for many of these changes occurred in the 1960s and 1970s. Some of these changes are outlined below. □ First, the term “remote sensing” was initially introduced in 1960. Before 1960 the term used was generally aerial photography.

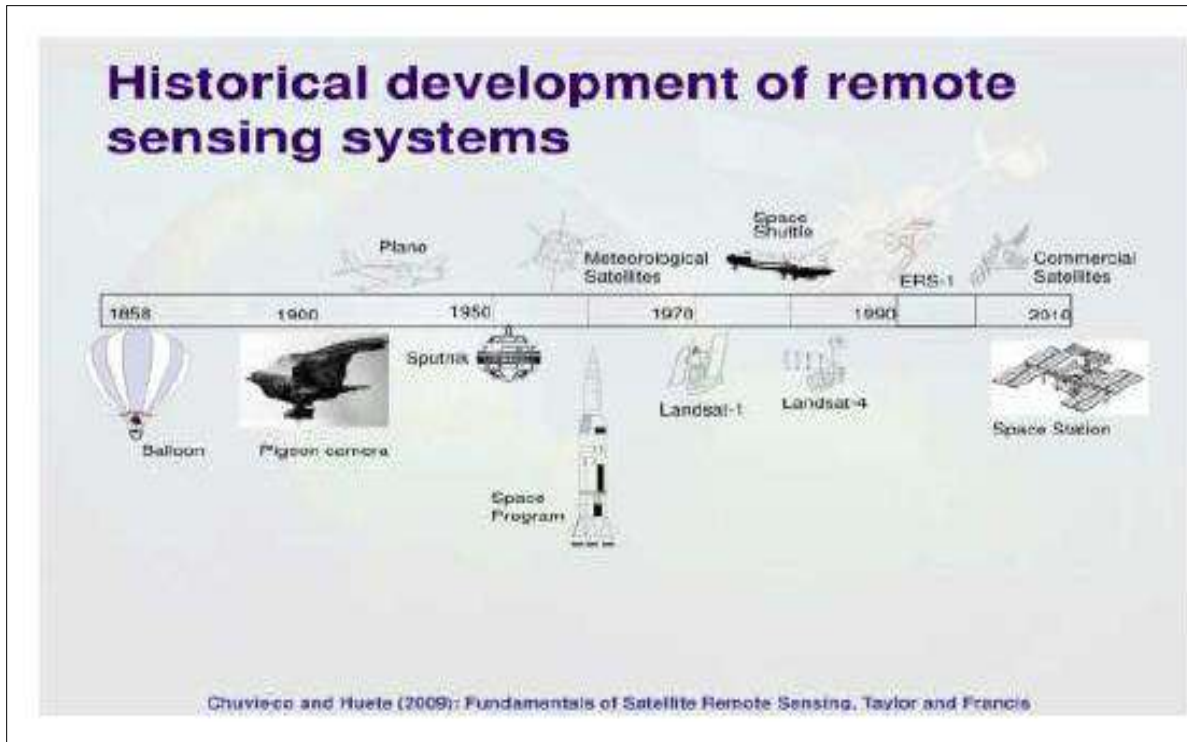
□ Second, the 1960s and 1970s saw the primary platform used to carry remotely sensed instruments shift from air planes to satellites. Satellites can cover much more land space than planes and can monitor areas on a regular basis.

□ Third, imagery became digital in format rather than analog. The digital format made it possible to display and analyze imagery using computers, a technology that was also undergoing rapid change during this period.

□ Fourth, sensors were becoming available that recorded the Earth’s surface simultaneously in several different portions of the electro-magnetic spectrum. One could now view an area by looking at several different images, some in portions of the spectrum beyond what the human eye could view.

□ Finally, the turbulent social movements of the 1960s and 1970s awakened a new and continuing concern about the changes in the Earth’s physical environment. Remotely sensed imagery from satellites made it possible to detect and monitor these changes.

□ Today, many satellites, with various remote sensing instruments, monitor the Earth’s surface.



Finally, the turbulent social movements of the 1960s and 1970s awakened a new and continuing concern about the changes in the Earth's physical environment. Remotely sensed imagery from satellites made it possible to detect and monitor these changes.

□ Today, many satellites, with various remote sensing instruments, monitor the Earth's surface.

LIST OF SATELLITES BY COUNTRIES

First launch by country				
Order launch	Country	Date of first	Rocket	Satellite(s)
1	Soviet Union	4 October 1957	Sputnik-PS	Sputnik 1
2	United States	1 February 1958	Juno I	Explorer 1
3	France	26 November 1965	Diamant-A	Astérix
4	Japan	11 February 1970	Lambda-4S	Ohsumi
5	China	24 April 1970	Long March	Dong Fang Hong I
6	United Kingdom	28 October 1971	Black Arrow	Prospero
7	India	18 July 1980	SLV	Rohini D1
8	Israel	19 September 1988	Shavit	Ofeq 1
	Russia	21 January 1992	Soyuz-U	Kosmos 2175
	Ukraine	13 July 1992	Tsyklon-3	Strela
9	Iran	2 February 2009	Safir-1	Omid
10	North Korea	12 December 2012	Unha-3	
11	South Korea			STSAT-2C
12	New Zealand			CubeSat

DEVELOPMENT OF SPACE PROGRAMME IN INDIA

India's remote sensing program was developed with the idea of applying space technologies for the benefit of human kind and the development of the country. The program involved the development of three principal capabilities. The first was to design, build and launch satellites to a sun synchronous orbit. The second

was to establish and operate ground stations for spacecraft control, data transfer along with data processing and archival. The third was to use the data obtained for various applications on the ground.

India demonstrated the ability of remote sensing for societal application by detecting coconut root-wilt disease from a helicopter mounted multispectral camera in 1970. This was followed by flying two experimental satellites, Bhaskara-1 in 1979 and Bhaskara-2 in 1981.

These satellites carried optical and microwave payloads. India's remote sensing programme under the Indian Space Research Organization (ISRO) started off in 1988 with the IRS-1A, the first of the series of indigenous state-of-art operating remote sensing satellites, which was successfully launched into a polar sun-synchronous orbit on March 17, 1988 from the Soviet Cosmodrome at Baikonur.

It has sensors like LISS-I which had a spatial resolution of 72.5 meters with a swath of 148 km on ground. LISS-II had two separate imaging sensors, LISS-II A and LISS-II B, with spatial resolution of 36.25 meters each and mounted on the spacecraft in such a way to provide a composite swath of 146.98 km on ground. These tools quickly enabled India to map, monitor and manage its natural resources at various spatial resolutions. The operational availability of data products to the user organizations further strengthened the relevance of remote sensing

applications and management in the country.

IRS System

Following the successful demonstration flights of Bhaskara -1and Bhaskara - 2 satellites launched in 1979 and 1981, respectively, India began to develop the

indigenous Indian Remote Sensing (IRS) satellite program to support the national economy in the areas of agriculture, water resources, forestry and ecology, geology, water sheds, marine fisheries and coastal management.

Towards this end, India had established the National Natural Resources Management System (NNRMS) for which the Department of Space (DOS) is the nodal agency, providing operational remote sensing data services. Data from the IRS satellites is received and disseminated by several countries all over the world. With the advent of high-resolution satellites new applications in the areas of urban sprawl infrastructure planning and other large scale applications for mapping have been initiated.

The IRS system is the largest constellation of remote sensing satellites for civilian use in operation today in the world, with 11 operational satellites. All these are placed in polar Sun-synchronous orbit and provide data in a variety of spatial, spectral and temporal resolutions. Indian Remote Sensing Programme completed its 25 years of successful operations on March 17, 2013.

IRS data applications

Data from Indian Remote Sensing satellites are used for various applications of resources survey and management under the National Natural Resources Management System (NNRMS).

Following is the list of those applications:

- Space Based Inputs for Decentralized Planning (SIS-DP)
- National Urban Information System (NUIS)

- ISRO Disaster Management Support Programme (ISRO-DMSP)
- Biodiversity Characterizations at landscape level
- Preharvest crop area and production estimation of major crops.
- Drought monitoring and assessment based on vegetation condition.
- Flood risk zone mapping and flood damage assessment.
- Hydro-geomorphological maps for locating underground water resources for drilling
- well.
- Irrigation command area status monitoring
- Snow-melt run-off estimates for planning water use in down stream projects
- Land use and land cover mapping
- Urban planning
- Forest survey
- Wetland mapping
- Environmental impact analysis
- Mineral Prospecting
- Coastal studies
- Integrated Mission for Sustainable Development (initiated in 1992) for generating localespecific
- prescriptions for integrated land and water resources development in 174
- districts.
- North Eastern District Resources Plan (NEDRP)

Indian Space Research Organisation (ISRO)

The **Indian Space Research Organisation** is the space agency of the Government of India and has its headquarters in the city of Bangalore (Bengaluru). Its vision is

to "harness space technology for national development while pursuing space science research & planetary exploration". The Indian National Committee for Space Research (INCOSPAR) was established by Jawaharlal Nehru under the Department of Atomic Energy (DAE) in 1962, with the urging of scientist Vikram Sarabhai recognising the need in space research. INCOSPAR grew and became ISRO in 1969, also under the DAE. In 1972, the Government of India had set up a Space Commission and the Department of Space (DOS), bringing ISRO under the DOS.

The establishment of ISRO thus institutionalised space research activities in India. It is managed by the DOS, which reports to the Prime Minister of India. ISRO built India's first satellite, Aryabhata, which was launched by the Soviet Union on 19 April 1975. It was named after the mathematician Aryabhata. In 1980, Rohini became the first satellite to be placed in orbit by an Indian-made launch vehicle, SLV-3. ISRO subsequently developed two other rockets: the Polar Satellite Launch Vehicle (PSLV) for launching satellites into polar orbits and the Geosynchronous Satellite Launch Vehicle (GSLV) for placing satellites into geostationary orbits. These rockets have launched numerous communications satellites and Earth observation satellites. Satellite navigation systems like GAGAN and IRNSS have been deployed. In January 2014, ISRO used an indigenous cryogenic engine CE-7.5 in a GSLV-D5 launch of the GSAT-14.

ISRO sent a lunar orbiter, Chandrayaan-1, on 22 October 2008, which discovered lunar water in the form of ice, and the Mars Orbiter Mission, on 5 November 2013, which entered Mars orbit on 24 September 2014, making India the first nation to succeed on its maiden attempt to Mars, as well as the first space agency in Asia to reach Mars orbit. On 18 June 2016, ISRO launched twenty satellites in a single vehicle, and on 15 February 2017, ISRO launched one hundred and four satellites

in a single rocket (PSLV-C37), a world record. ISRO launched its heaviest rocket, Geosynchronous Satellite Launch Vehicle-Mark III (GSLV-Mk III), on 5 June 2017 and placed a communications satellite GSAT-19 in orbit. With this launch, ISRO became capable of launching 4-ton heavy satellites into GTO. On 22 July 2019, ISRO launched its second lunar mission Chandrayaan-2 to study the lunar geology and the distribution of lunar water.

Future plans include development of the Unified Launch Vehicle, Small Satellite Launch Vehicle, development of a reusable launch vehicle, human spaceflight, a space station, interplanetary probes, and a solar spacecraft mission.

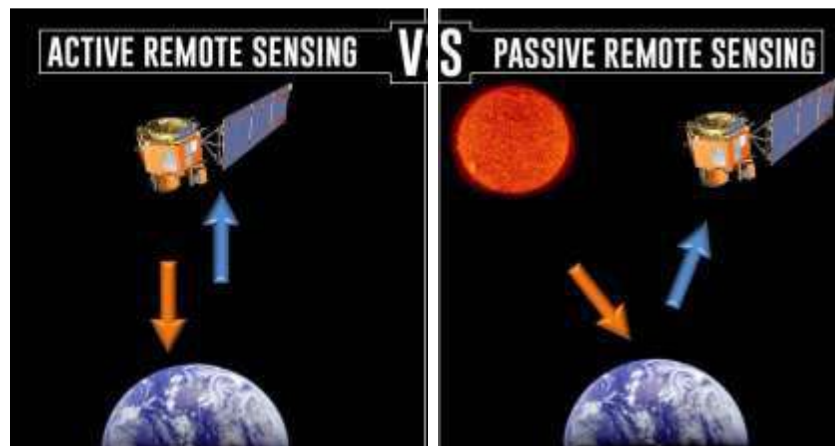
TYPES OF REMOTE SENSING

There are two types of remote sensing technology, active and passive remote sensing.

□ Active sensors emit energy in order to scan objects and areas whereupon a sensor then detects and measures the radiation that is reflected or backscattered from the target. RADAR and LiDAR are examples of active remote sensing where the time delay between emission and return is measured, establishing the location, speed and direction of an object. Active sensors use internal stimuli to collect data about Earth. For example, a laser-beam remote sensing system projects a laser onto the surface of Earth and measures the time that it takes for the laser to reflect back to its sensor. Radarsat-2 is an active sensor that uses synthetic aperture radar.

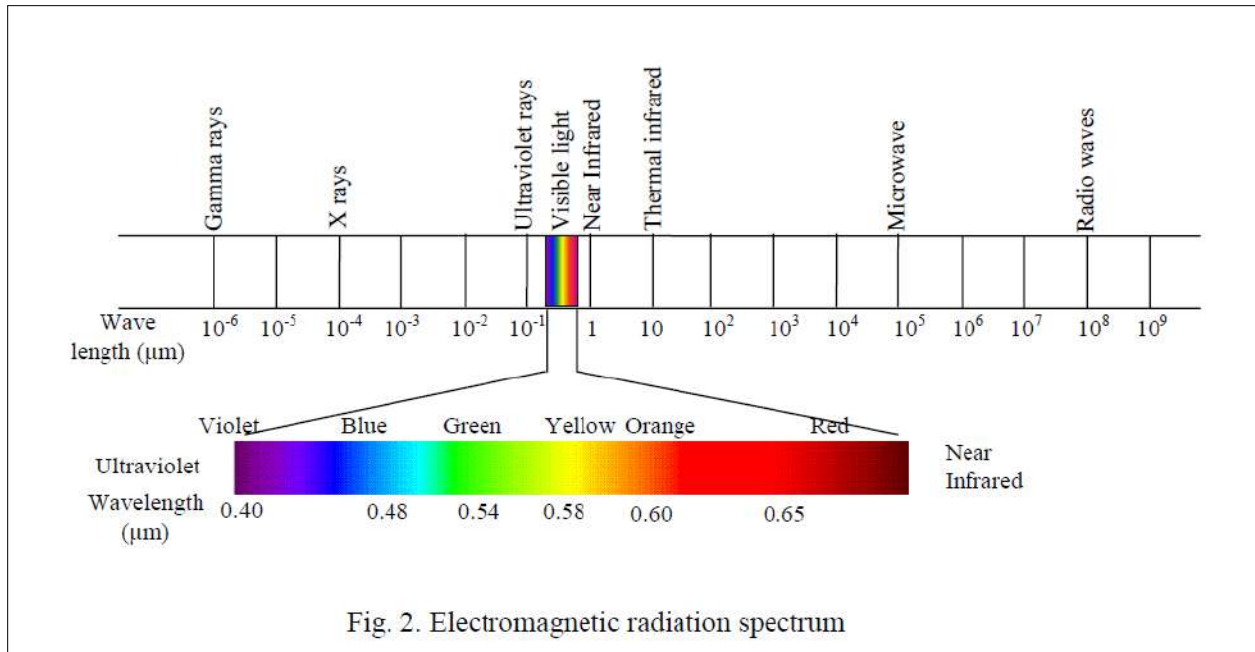
□ Passive sensors gather radiation that is emitted or reflected by the object or surrounding areas. Reflected sunlight is the most common source of radiation measured by passive sensors. Examples of passive remote sensors include film photography, infrared, charge-coupled devices, and radiometers. Passive sensors respond to external stimuli. They record natural energy that is reflected or emitted

from the Earth's surface. The most common source of radiation detected by passive sensors is reflected sunlight. Landsat and Sentinel are passive sensors. They capture images by sensing reflected sunlight in the electromagnetic spectrum.



Electromagnetic Energy

Electromagnetic energy or electromagnetic radiation (EMR) is the energy propagated in the form of an advancing interaction between electric and magnetic fields (Sabbins, 1978). It travels with the velocity of light. Visible light, ultraviolet rays, infrared rays, heat, radio waves, X-rays all are different forms of electromagnetic energy.



The most important criterion for the location of spectral bands is that they should be in the atmospheric window and away from the absorption bands of atmospheric constituents. Field studies have shown that certain spectral bands are best suited for specific themes. The thematic mapper bands are selected based on such investigations.

Electromagnetic spectrum: The electromagnetic spectrum ranges from the shorter wavelengths (including gamma and x-rays) to the longer wavelengths (including microwaves and broadcast radio waves). There are several regions of the electromagnetic spectrum which are useful for remote sensing. For most purposes, the ultraviolet or UV portion of the spectrum has the shortest wavelengths which are practical for remote sensing. This radiation is just beyond the violet portion of the visible wavelengths, hence its name. Some Earth surface materials, primarily rocks, and minerals, fluoresce or emit visible light when illuminated by UV radiation.

The light which our eyes—our "remote sensors"—can detect is part of the visible spectrum. It is important to recognize how small the visible portion is relative to the rest of the spectrum. There is a lot of radiation around us which is "invisible" to our eyes, but can be detected by other remote sensing instruments and used to our advantage. The visible wavelengths cover a range from approximately 0.4 to 0.7 μm . The longest visible wavelength is red, and the shortest is violet. Common wavelengths of what we perceive as particular colors from the visible portion of the spectrum are listed below. It is important to note that this is the only portion of the spectrum we can associate with the concept of colors.

1. **Violet:** 0.4 - 0.446 μm
2. **Blue:** 0.446 - 0.500 μm
3. **Green:** 0.500 - 0.578 μm
4. **Yellow:** 0.578 - 0.592 μm
5. **Orange:** 0.592 - 0.620 μm
6. **Red:** 0.620 - 0.7 μm

The portion of the spectrum of more recent interest to remote sensing is the microwave region from about 1 mm to 1 m. This covers the longest wavelengths used for remote sensing. The shorter wavelengths have properties similar to the thermal infrared Region while the longer wavelengths approach the wavelengths used for radio broadcasts.

Principles of Remote Sensing

Different objects reflect or emit different amounts of energy in different bands of the electromagnetic spectrum. The amount of energy reflected or emitted depends on the properties of both the material and the incident energy (angle of incidence, intensity and wavelength). Detection and discrimination of objects or surface

features is done through the uniqueness of the reflected or emitted electromagnetic radiation from the object.

A device to detect this reflected or emitted electro-magnetic radiation from an object is called a “sensor” (e.g., cameras and scanners). A vehicle used to carry the sensor is called a “platform” (e.g., aircrafts and satellites).

The basic principles of remote sensing are listed below:

1. Electromagnetic energy has been classified by wavelength and arranged to form the electromagnetic spectrum.
2. As electromagnetic energy interacts with the atmosphere and the surface of the Earth, the most important concept to remember is the conservation of energy (i.e., the total energy is constant).
3. As electromagnetic waves travel, they encounter objects (discontinuities in velocity) that reflect some energy like a mirror and transmit some energy after changing the travel path.
4. The distance (d) an electromagnetic wave travels in a certain time (t) depends on the velocity of the material (v) through which the wave is traveling; $d = vt$.
5. The velocity (c), frequency (f), and wavelength (l) of an electromagnetic wave are related by the equation: $c = fl$.
6. The analogy of a rock dropped into a pond can be drawn as an example to define wave front.
7. It is quite appropriate to look at the amplitude of an electromagnetic wave and think of it as a measure of the energy in that wave.
8. Electromagnetic waves lose energy (amplitude) as they travel because of several phenomena.

Remote Sensing System

With the general background treatise on remote sensing, we have made so far; it would now be easier to analyze the different stages in remote sensing. They are:

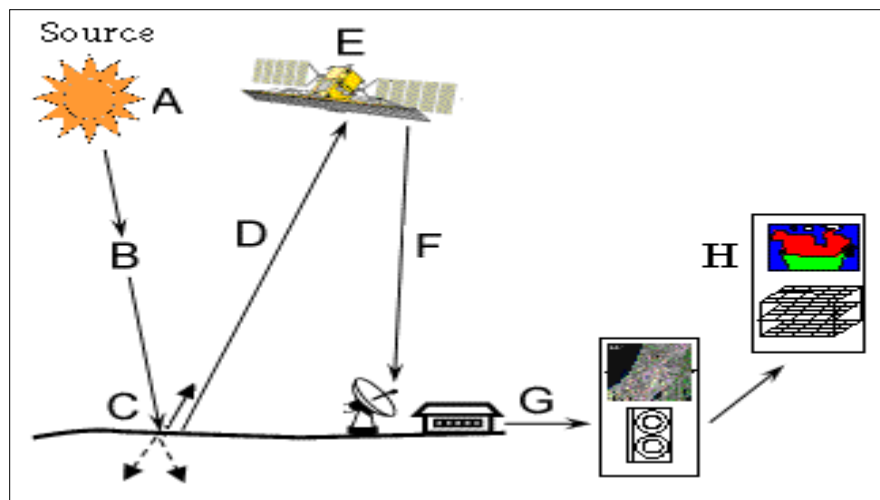
1. Origin of electromagnetic energy (sun, a transmitter carried by the sensor).
2. Transmission of energy from the source to the surface of the earth and its interaction with the intervening atmosphere.
3. Interaction of energy with the earth's surface (reflection/absorption/transmission) or self-emission.
4. Transmission of the reflected/emitted energy to the remote sensor placed on a suitable platform, through the intervening atmosphere.
5. Detection of the energy by the sensor, converting it into a photographic image or electrical output.
6. Transmission/recording of the sensor output.
7. Pre-processing of the data and generation of the data products.
8. Collection of ground truth and other collateral information.
9. Data analysis and interpretation.
10. Integration of interpreted images with other data towards deriving management strategies for various themes or other applications.

Important stages in remote sensing

Depending on the source of electromagnetic energy, remote sensing can be classified as passive or active remote sensing.

In the case of passive remote sensing, source of energy is that naturally available such as the Sun. Most of the remote sensing systems work in passive mode using solar energy as the source of EMR. Solar energy reflected by the targets at specific

wavelength bands are recorded using sensors onboard air-borne or space borne platforms. In order to ensure ample signal strength received at the sensor, wavelength / energy bands capable of traversing through the atmosphere, without significant loss through atmospheric interactions, are generally used in remote sensing

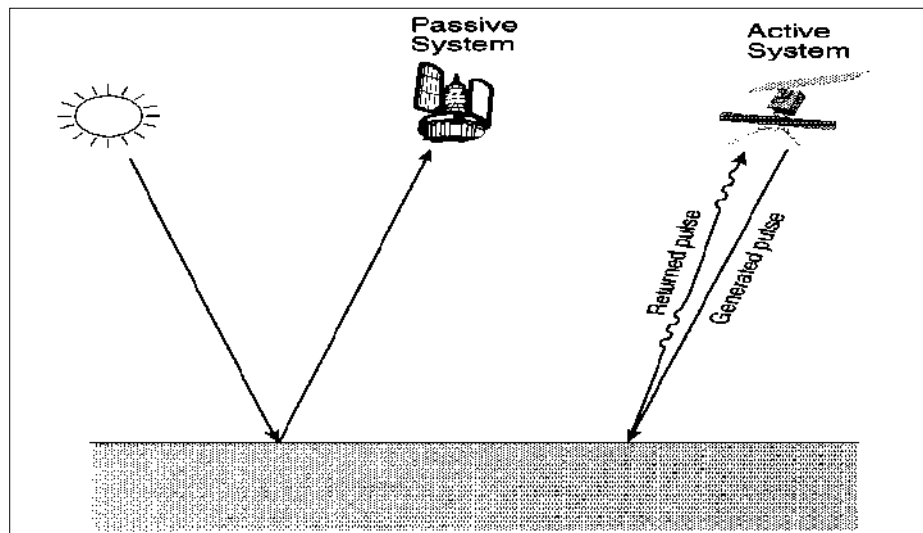


Important stages in remote sensing

Any object which is at a temperature above 0°K (Kelvin) emits some radiation, which is approximately proportional to the fourth power of the temperature of the object. Thus the Earth also emits some radiation since its ambient temperature is about 300°K . Passive sensors can also be used to measure the Earth's radiance but they are not very popular as the energy content is very low.

In the case of active remote sensing, energy is generated and sent from the remote sensing platform towards the targets. The energy reflected back from the targets are recorded using sensors onboard the remote sensing platform. Most of the microwave remote sensing is done through active remote sensing.

As a simple analogy, passive remote sensing is similar to taking a picture with an ordinary camera whereas active remote sensing is analogous to taking a picture with camera having built-in flash (Fig. 5).



Schematic representation of passive and active remote sensing

Remote Sensors

The instruments used to measure the electromagnetic radiation reflected/emitted by the target under study are usually referred to as remote sensors. There are two classes of remote sensor: passive and active.

- **Passive remote sensor:** Sensors which sense natural radiations, either emitted or reflected from the earth, are called passive sensors — the sun as a source of energy or radiation. The sun provides a very convenient source of energy for remote sensing. The sun's energy is either reflected, as it is for visible wavelengths, or absorbed and then reemitted, as it is for thermal infrared wavelengths. Remote sensing systems which measure the energy that is naturally available are called passive sensors. Passive sensors can only be used to detect energy when the

naturally occurring energy is available. For all reflected energy, this can only take place during the time when the sun is illuminating the Earth. There is no reflected energy available from the sun at night. The energy that is naturally emitted (such as thermal infrared) can be detected day or night, as long as the amount of energy is large enough to be recorded.

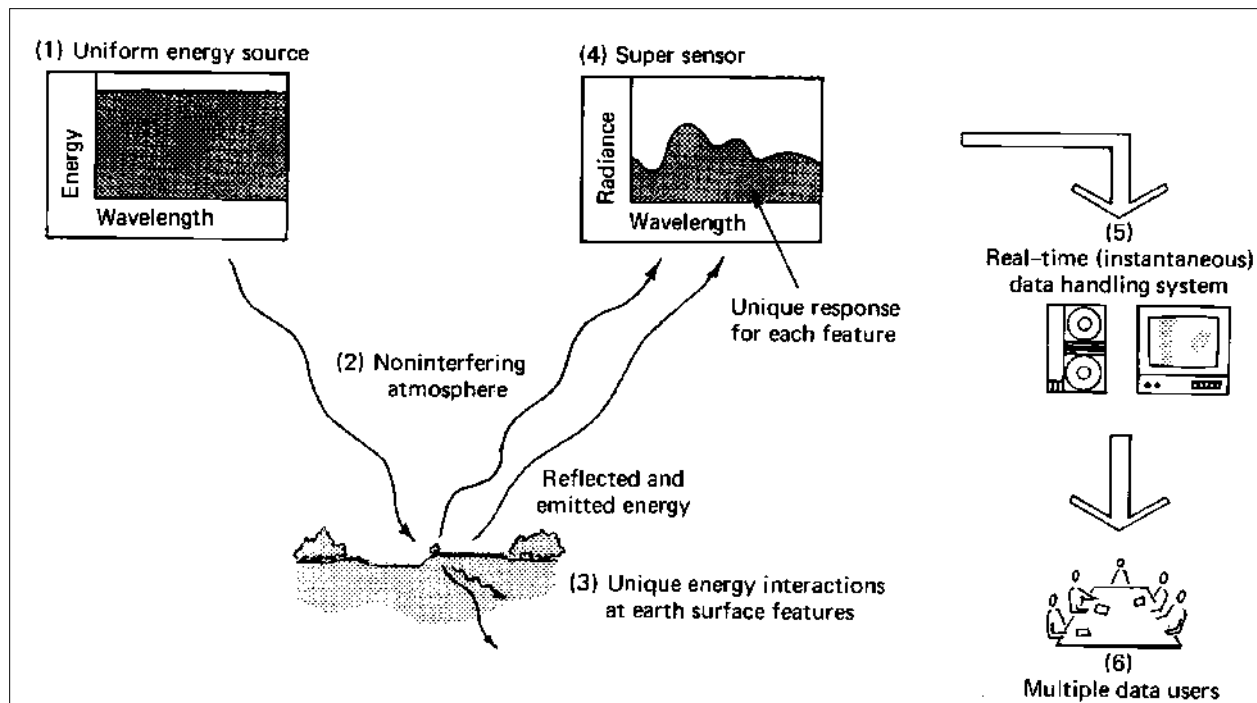
- **Active remote sensor:** Sensors which carry electromagnetic radiation of a specific wavelength or band of wavelengths to illuminate the earth's surface are called active sensors. Active sensors provide their own energy source for illumination. The sensor emits radiation which is directed toward the target to be investigated. The radiation reflected from that target is detected and measured by the sensor. Advantages for active sensors include the ability to obtain measurements anytime, regardless of the time of day or season. Active sensors can be used for examining wavelengths that are not sufficiently provided by the sun, such as microwaves, or to better control the way a target is illuminated. However, active systems require the generation of a fairly large amount of energy to adequately illuminate targets. Some examples of active sensors are a laser fluorosensor and a synthetic aperture radar (SAR).

Ideal Remote Sensing System

The basic components of an ideal remote sensing system include:

- i. A Uniform Energy Source which provides energy over all wavelengths, at a constant, known, high level of output
- ii. A Non-interfering Atmosphere which will not modify either the energy transmitted from the source or emitted (or reflected) from the object in any manner.

- iii. A Series of Unique Energy/Matter Interactions at the Earth's Surface which generate reflected and/or emitted signals that are selective with respect to wavelength and also unique to each object or earth surface feature type.
- iv. A Super Sensor which is highly sensitive to all wavelengths. A super sensor would be simple, reliable, accurate, economical, and requires no power or space. This sensor yields data on the absolute brightness (or radiance) from a scene as a function of wavelength.
- v. A Real-Time Data Handling System which generates the instance radiance versus wavelength response and processes into an interpretable format in real time. The data derived is unique to a particular terrain and hence provide insight into its physical-chemical-biological state.
- vi. Multiple Data Users having knowledge in their respective disciplines and also in remote sensing data acquisition and analysis techniques. The information collected will be available to them faster and at less expense. This information will aid the users in various decision making processes and also further in implementing these decisions.



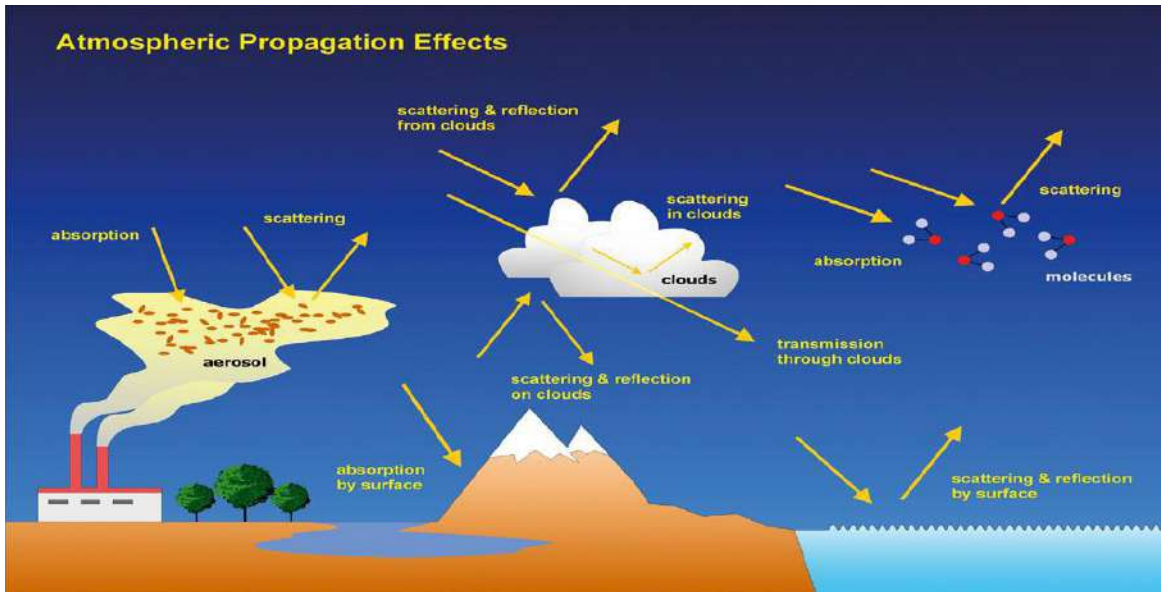
Components of an ideal remote sensing system

Characteristics of Real Remote Sensing Systems

Real remote sensing systems employed in general operation and utility have many shortcomings when compared with an ideal system explained above.

i. Energy Source: The energy sources for real systems are usually non-uniform over various wavelengths and also vary with time and space. This has major effect on the passive remote sensing systems. The spectral distribution of reflected sunlight varies both temporally and spatially. Earth surface materials also emit energy to varying degrees of efficiency. A real remote sensing system needs calibration for source characteristics.

ii. The Atmosphere: The atmosphere modifies the spectral distribution and strength of the energy received or emitted (Fig. 8). The effect of atmospheric interaction varies with the wavelength associated, sensor used and the sensing application. Calibration is required to eliminate or compensate these atmospheric effects



Interactions of the electromagnetic energy with the atmosphere
(Source: <https://earth.esa.int/>)

iii. The Energy/Matter Interactions at the Earth's Surface: Remote sensing is based on the principle that each and every material reflects or emits energy in a unique, known way. However, spectral signatures may be similar for different material types. This makes differentiation difficult. Also, the knowledge of most of the energy/matter interactions for earth surface features is either at elementary level or even completely unknown.

iv. The Sensor: Real sensors have fixed limits of spectral sensitivity i.e., they are not sensitive to all wavelengths. Also, they have limited spatial resolution (efficiency in recording spatial details). Selection of a sensor requires a trade-off between spatial resolution and spectral sensitivity. For example, while photographic systems have very good spatial resolution and poor spectral sensitivity, non-photographic systems have poor spatial resolution.

v. The Data Handling System: Human intervention is necessary for processing sensor data; even though machines are also included in data handling. This makes

the idea of real time data handling almost impossible. The amount of data generated by the sensors far exceeds the data handling capacity.

vi. **The Multiple Data Users:** The success of any remote sensing mission lies on the user who ultimately transforms the data into information. This is possible only if the user understands the problem thoroughly and has a wide knowledge in the data generation. The user should know how to interpret the data generated and should know how best to use them.

Advantages and Disadvantages of Remote Sensing

Advantages of remote sensing are:

- a) Provides data of large areas
- b) Provides data of very remote and inaccessible regions
- c) Able to obtain imagery of any area over a continuous period of time through which the any anthropogenic or natural changes in the landscape can be analyzed
- d) Relatively inexpensive when compared to employing a team of surveyors
- e) Easy and rapid collection of data
- f) Rapid production of maps for interpretation

Disadvantages of remote sensing are:

- a) The interpretation of imagery requires a certain skill level
- b) Needs cross verification with ground (field) survey data
- c) Data from multiple sources may create confusion
- d) Objects can be misclassified or confused
- e) Distortions may occur in an image due to the relative motion of sensor and source

Remote Sensing Platforms

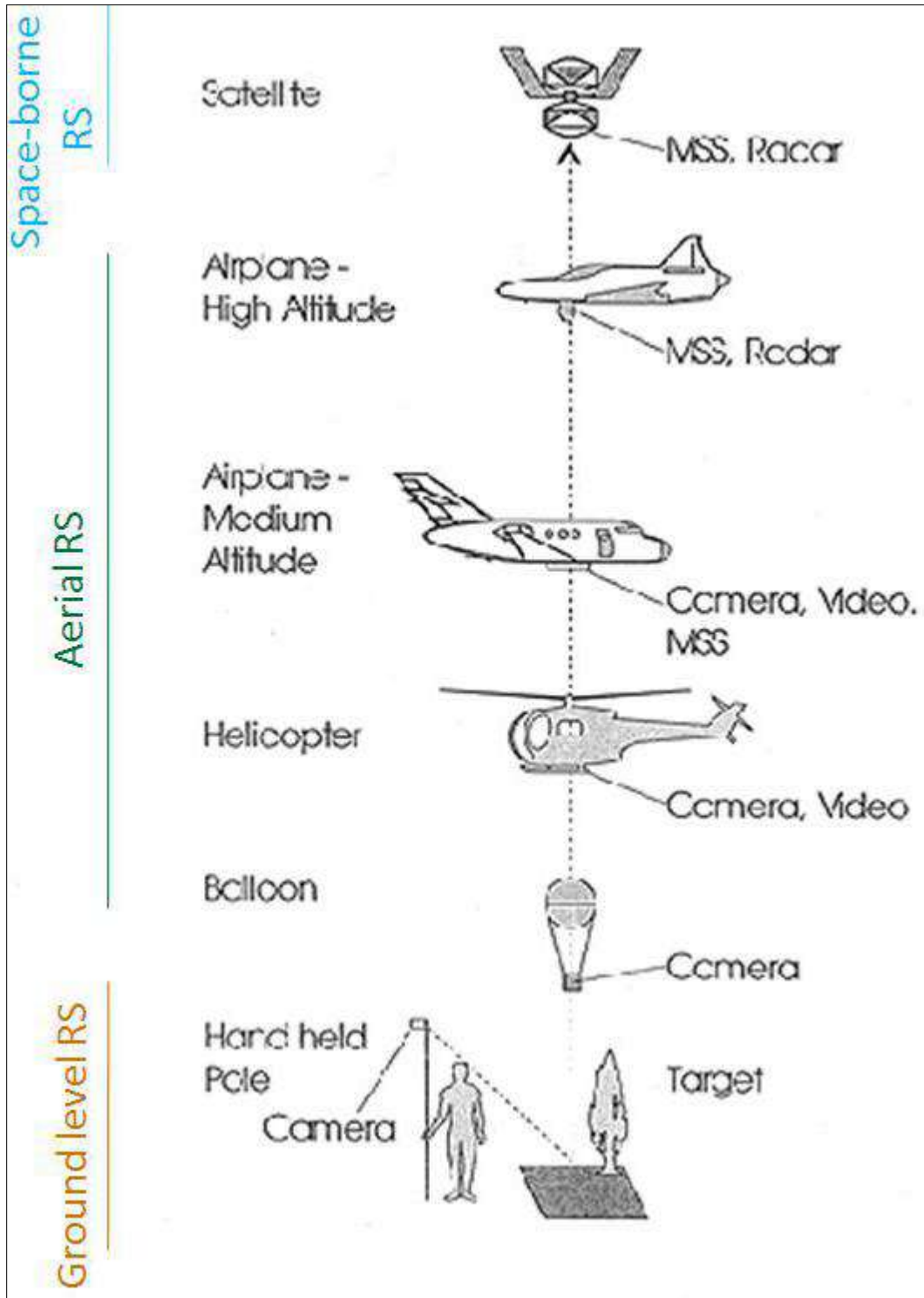
Remote sensing platforms can be classified as follows, based on the elevation from the Earth's surface at which these platforms are placed.

- Ground level remote sensing
 - o Ground level remote sensors are very close to the ground
 - o They are basically used to develop and calibrate sensors for different features on the Earth's surface.
- Aerial remote sensing
 - o Low altitude aerial remote sensing
 - o High altitude aerial remote sensing
- Space borne remote sensing
 - o Space shuttles
 - o Polar orbiting satellites
 - o Geo-stationary satellites

From each of these platforms, remote sensing can be done either in passive or active mode.

Airborne and Space-borne Remote Sensing

In airborne remote sensing, downward or sideward looking sensors mounted on aircrafts are used to obtain images of the earth's surface. Very high spatial resolution images (20 cm or less) can be obtained through this. However, it is not suitable to map a large area. Less coverage area and high cost per unit area of ground coverage are the major disadvantages of airborne remote sensing. While airborne remote sensing missions are mainly one-time operations, space-borne missions offer continuous monitoring of the earth features.



Remote sensing platforms

LiDAR, analog aerial photography, videography, thermal imagery and digital photography are commonly used in airborne remote sensing.

In space-borne remote sensing, sensors mounted on space shuttles or satellites orbiting the Earth are used. There are several remote sensing satellites (Geostationary and Polar orbiting) providing imagery for research and operational applications. While Geostationary or Geosynchronous Satellites are used for communication and meteorological purposes, polar orbiting or sun-synchronous satellites are essentially used for remote sensing.

The main advantages of space-borne remote sensing are large area coverage, less cost per unit area of coverage, continuous or frequent coverage of an area of interest, automatic/ semiautomatic computerized processing and analysis. However, when compared to aerial photography, satellite imagery has a lower resolution.

Landsat satellites, Indian remote sensing (IRS) satellites, IKONOS, SPOT satellites, AQUA and TERRA of NASA and INSAT satellite series are a few examples.

Advantages of Remote Sensing

The basic advantages of remote sensing are listed below:

1. A relatively cheap and rapid method of acquiring up-to-date information over a large geographical area.
2. It is the only practical way to obtain data from inaccessible regions, e.g., Antarctica, Amazonia.
3. At small scales, regional phenomena which are invisible from the ground are clearly visible (e.g., beyond man's visibility); for example, faults and other geological structures.

4. Cheap and rapid method of constructing base maps in the absence of detailed land surveys.
5. Easy to manipulate with the computer and combine with other geographic coverage's in the GIS.

Disadvantages of Remote Sensing

The basic disadvantages of remote sensing are given below:

1. They are not direct samples of the phenomenon, so they must be calibrated against reality. This calibration is never exact; a classification error of 10% is excellent.
2. They must be corrected geometrically and georeferenced in order to be useful as maps, not only as pictures.
3. Distinct phenomena can be confused if they look the same to the sensor, leading to classification error — for example, artificial and natural grass in green light.
4. Phenomena which were not meant to be measured can interfere with the image and must be accounted for.
5. Resolution of satellite imagery is too coarse for detailed mapping and for distinguishing small contrasting areas

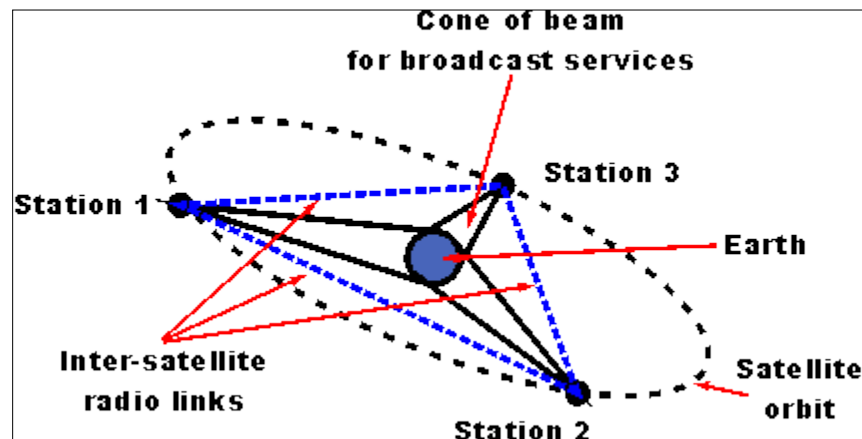
Geostationary orbit development

The idea of a geostationary orbit has been postulated for many years. One of the possible originators of the basic idea was a Russian theorist and science fiction writer, Konstantin Tsiolkovsky. However it was Herman Oberth and Herman Potocnik who wrote about orbiting stations at an altitude of 35 900 km above the Earth that had a rotational period of 24 hours making it appear to hover over a fixed point on the equator.

The next major step forwards occurred when Arthur C Clarke, the science fiction write, published a serious article in *Wireless World*, a major UK electronics and

radio publication, in October 1945. The article was entitled "Extra-Terrestrial Relays: Can Rocket Stations Give World Coverage?"

Clarke extrapolated what could be done with the German rocket technology of the day and looked at what might be possible in the future. He postulated that it would be possible to provide complete global coverage with just three geostationary satellites.



Arthur C Clarke's Geostationary Orbiting Satellites Concept

In the article, Clarke determined the orbital characteristics required as well as the transmitter power levels, the generation of solar power could be used, even calculating the impact of solar eclipses.

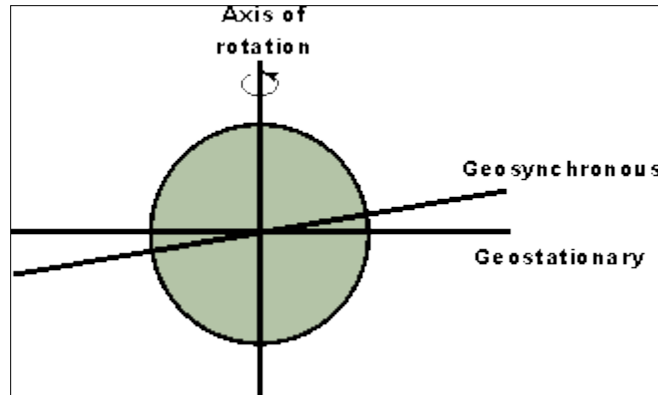
Clarke's article was well ahead of its time. It took until 1963 before NASA was able to start launching satellites that could test the theory. The first serviceable satellite able to start testing the theory was Syncom 2 which was launched on 26 July 1963. [Syncom 1 failed as it was unable to reach its correct geostationary orbit].

Geostationary orbit basics

As the height of a satellite increases, so the time for the satellite to orbit increases. At a height of 35790 km, it takes 24 hours for the satellite to orbit. This type of orbit is known as a geosynchronous orbit, i.e. it is synchronized with the Earth. One particular form of geosynchronous orbit is known as a geostationary orbit. In this type of orbit the satellite rotates in the same direction as the rotation of the Earth and has an approximate 24 hour period. This means that it revolves at the same angular velocity as the Earth and in the same direction and therefore remains in the same position relative to the Earth.

In order to ensure that the satellite rotates at exactly the same speed as the Earth, it is necessary to clarify exactly what the time is for the rotation of the Earth. For most timekeeping applications, the Earth's rotation is measured relative to the Sun's mean position, and the rotation of the earth combined with the rotation around the Sun provide the length of time for a day. However this is not the exact rotation that we are interested in to give a geostationary orbit - the time required is just that for one rotation. This time period is known as a sidereal day and it is 23 hours 56 minutes and 4 seconds long.

Geometry dictates that the only way in which an orbit that rotates once per day can remain over exactly the same spot on the Earth's surface is that it moves in the same direction as the earth's rotation. Also it must not move north or south for any of its orbit. This can only occur if it remains over the equator.



Geostationary orbit can only be over the Equator

Different orbits can be seen from the diagram. As all orbital planes need to pass through the geo-centre of the Earth, the two options available are shown. Even if both orbits rotate at the same speed as the Earth, the one labelled geosynchronous will move north of the equator for part of the day, and below for the other half - it will not be stationary. For a satellite to be stationary, it must be above the Equator.

Geostationary satellite drift

Even when satellites are placed into a geostationary orbit, there are several forces that can act on it to change its position slowly over time.

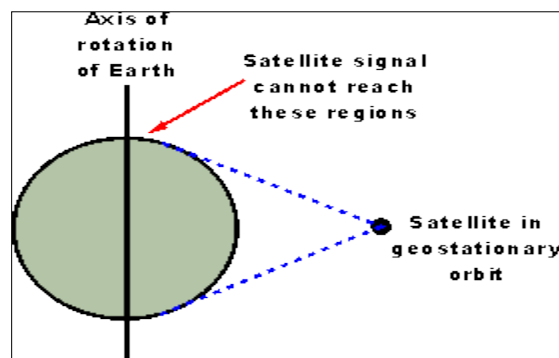
Factors including the earth's elliptical shape, the pull of the Sun and Moon and others act to increase the satellite orbital inclination. In particular the non-circular shape of the of the Earth around the Equator tends to draw the satellites towards two stable equilibrium points, one above the Indian Ocean and the other very roughly around the other side of the World.. This results in what is termed as an east-west libration or movement back and forth.

To overcome these movements, fuel is carried by the satellites to enable them to carry out "station-keeping" where the satellite is returned to its desired position. The period between station-keeping manoeuvres is determined by the allowable tolerance on the satellite which is mainly determined by the ground antenna beamwidth. This will mean that no re-adjustment of the antennas is required.

Often the useful life of a satellite is determined by the time for which fuel will allow the station-keeping to be undertaken. Often this will be several years. After this the satellite can drift towards one of the two equilibrium points, and possibly re-enter the Earth's atmosphere. The preferred option is for the satellites to utilise some last fuel to lift them into a higher and increasing orbit to prevent them from interfering with other satellites.

Geostationary orbit coverage

A single geostationary satellite obviously cannot provide complete global coverage. However, a single geostationary satellite can see approximately 42% of the Earth's surface with coverage falling off towards the satellite is not able to "see" the surface. This occurs around the equator and also towards the polar regions.



Geostationary satellite coverage

For a constellation of three satellites equally spaced around the globe, it is possible to provide complete coverage around the equator and up to latitudes of 81° both north and south.

The lack of polar coverage is not a problem for most users, although where polar coverage is needed, satellites using other forms of orbit are needed.

Advantages and disadvantages of geostationary orbit satellites

While the geostationary orbit is widely used for many satellite applications it is not suitable for all situations. There are several advantages and disadvantages to be taken into consideration:

Geostationary orbit advantages:

- Satellite always in same position relative to earth - antennas do not need re-orientation

Geostationary orbit disadvantages:

- Long path length, and hence losses when compared to LEO, or MEO.
- Satellites more costly to install in GEO in view of greater altitude.
- Long path length introduces delays.
- Geostationary satellite orbits can only be above the equator and therefore polar regions cannot be covered.

Despite the disadvantages of using satellites in geostationary orbit, they are still widely used because of the overriding advantage of the satellite always being in the same position relative to a given place on the Earth.

Geosynchronous

A **Sun-synchronous orbit (SSO)**, also called a **heliosynchronous orbit**, is a nearly polar orbit around a planet, in which the satellite passes over any given point of the planet's surface at the same local mean solar time. More technically, it is an orbit arranged so that it precesses through one complete revolution each year, so it always maintains the same relationship with the Sun.

Geosynchronous (geostationary) satellites orbit 36,000 km over the equator and remain over a single spot. They always view the same region, and produce the movie "loops" seen on TV news. They cannot cover the high latitudes. They are used for weather forecasting, satellite TV, and communications. These satellites are not really stationary, but appear stationary when viewed from earth because their orbit at the same rate as the earth's daily rotation.

Polar orbiting satellites fly several hundred km over the earth's surface with a rotation period of about 110 minutes. They can cover most of the earth's surface except for regions immediately adjacent to the poles. They have an inclination which measures the angle at which they cross the equator and which determines how close they get to passing directly over the poles. They are also called **sun synchronous** satellites because they often try to maintain the same angle with respect to the sun and hence the illumination. The imaging satellites want some shadows, but not too many, so they generally time their orbits for mid morning collections, which can also minimize cloud formation. These satellites have characteristic **orbital patterns**, similar to those of the space shuttle or international space station (ISS). They will make about a dozen orbits every day, and at the equator each orbit will be about 3000 km apart. Almost all satellites used for remoted sensing and GIS work are polar orbiters.

REFERENCE

1. Fundamentals of Remote Sensing- A CanadaCenter for Remote Sensing Tutorial, (Prentice-Hall, New Jersey).
2. Schowengerdt, R.A.2006, Remote Sensing Models and Methods for image processing, 2nd edition, Elsevier publication.
3. Joseph, G.2005, Fundamentals of Remote Sensing, 2nd edition, Universities Press (India) Private Ltd.
4. <https://earth.esa.int/>
- 5.<http://www.ilmb.gov.bc.ca/risc/pubs/aquatic/aerialvideo/assets/figure1.gif>