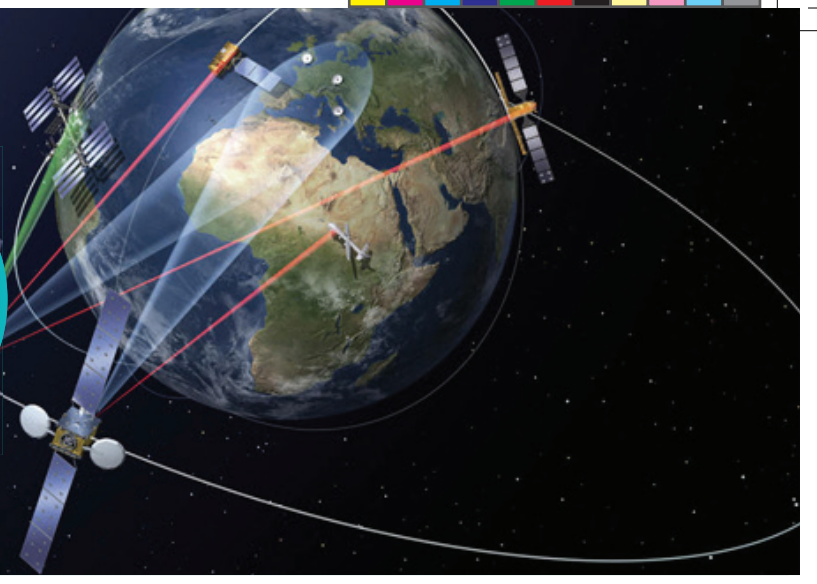


அலகு 6

புவித் தகவலியல்



அலகு கண்ணோட்டம்

- 6.1 அறிமுகம்
- 6.2 தொலை நுண்ணுணர்வு
- 6.3 புவித் தகவல் தொகுப்பு (GIS)
- 6.4 உலகளாவிய ஊடுருவல் செயற்கைக்கோள் அமைப்பு (GNSS)

6.1 அறிமுகம்

புவித் தகவலியல் என்பது இடம் சார் தகவல்கள் குறித்து விளக்கும் தொலை நுண்ணுணர்வு, உலகளாவிய ஊடுருவல் செயற்கைக்கோள் அமைப்பு (GNSS) மற்றும் புவித்தகவல் தொகுப்பு (GIS) போன்றவை ஒருங்கிணைந்த ஒரு பாடப்பிரிவாகும். நில அளவாய்வு மற்றும் நில வரைபடம் வரைதலில் புவித் தகவலியல் ஒரு குறிப்பிடத்தக்க மாற்றத்தைக் கொண்டு வந்துள்ளது. புவித் தகவலியல் கூறுகளின் அடிப்படை புரிதலானது நில அளவாய்வு, போக்குவரத்து, நீரியல், பேரிடர் மேலாண்மை போன்றவற்றை மேற்கொள்வதில் முக்கியப் பங்காற்றுகிறது என்பதாகும். அதிவேகமாக விரிவடையும் வாய்ப்புகளை ஏற்படுத்தும் ஆர்வமூட்டும் ஒன்றாக தொலை நுண்ணுணர்வு மற்றும் புவித்தகவல் தொகுப்பு (GIS) போன்றவை திகழ்கின்றன. புவித்தகவலியல் தொலை நுண்ணுணர்வு, உலகளாவிய ஊடுருவல் செயற்கைக்கோள் அமைப்பு (GNSS) மற்றும் புவித்தகவல் தொகுப்பு போன்ற மூன்று பிரிவுகளைக் கொண்டுள்ளது.

கற்றல் நோக்கங்கள்

- புவித் தகவலியலின் முக்கிய பிரிவுகளைப் புரிந்து கொள்ளுதல்.
- பல்வேறு துறைகளில் தொலைநுண்ணுணர்வின் பயன்பாட்டை மதிப்பிடுதல்
- புவித் தகவல் தொகுப்பை வரையறுத்து அவற்றின் பயன்பாட்டினை புரிந்து கொள்ளுதல் மற்றும் இடம்சார் தரவுகளை சேகரித்து ஆய்வு செய்யக் கற்றுக் கொள்ளல்.



6.2 தொலை நுண்ணுணர்வு

தொலை நுண்ணுணர்வு என்பது புவிசார் பொருட்களைப் பற்றியத் தகவல்களை புகைப்படக்கருவி மற்றும் உணர்விகளின் மூலம் சேகரிக்கும் ஒருங்கிணைந்த கலை, அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பப் பிரிவாகும்.

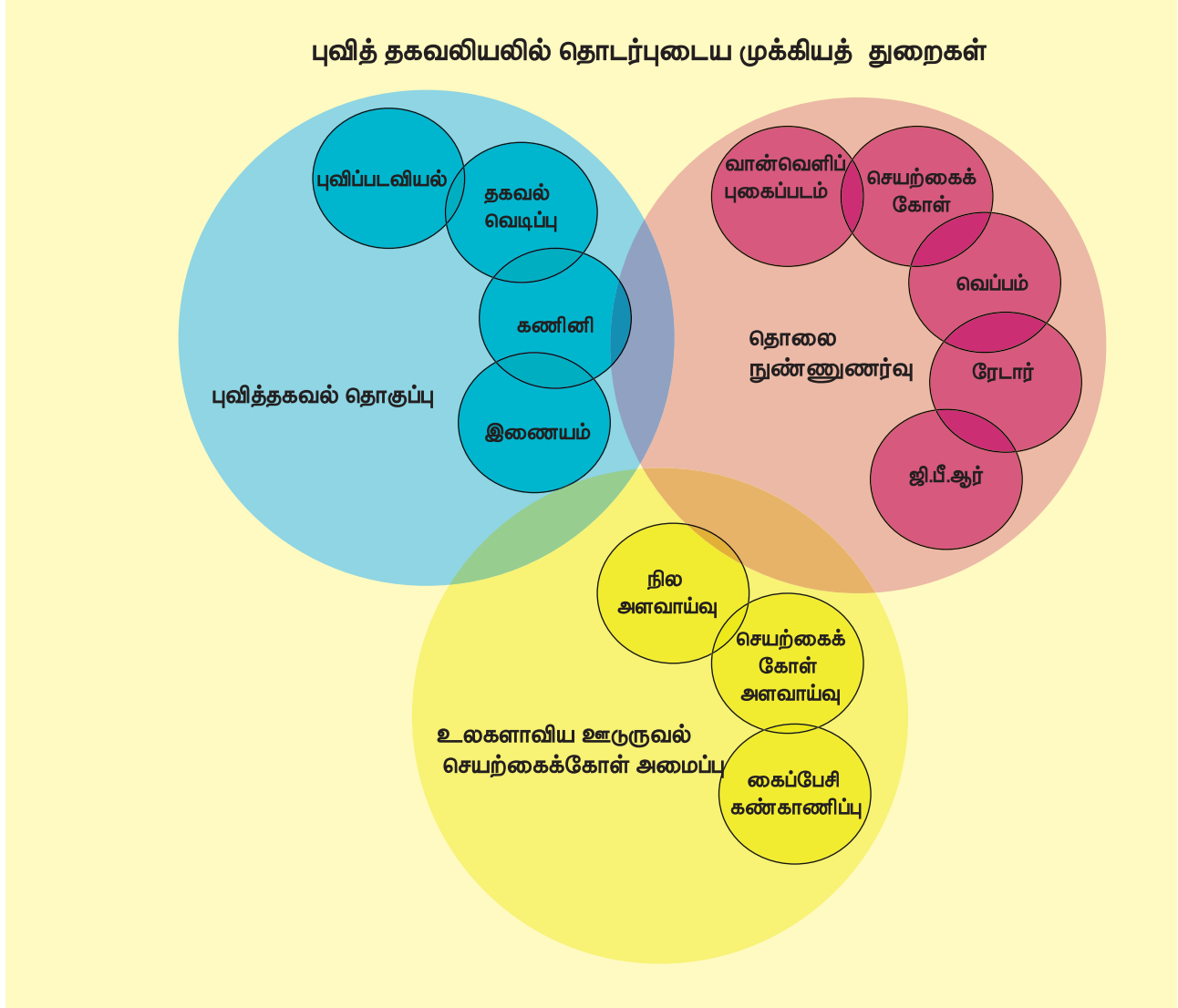
தொலை நுண்ணுணர்வின் கூறுகள்

1. ஆற்றல் மூலம்

தொலை நுண்ணுணர்வின் முக்கிய தேவையானது மின்காந்த கதிர் வீச்சை இலக்கு நோக்கி செலுத்தும் ஆற்றல் மூலமாகும். இந்த ஆற்றலை அளிப்பது சூரியன் ஆகும். புவியால் பிரதிபலிக்கப்படும் சூரிய ஆற்றலை புகைப்படக் கருவிகள் மற்றும் படச்சுருள்கள் பதிவு செய்கின்றன.

2. கதிர்வீச்சு மற்றும் வளிமண்டலம்

ஆற்றலானது இலக்கை ஒளியூட்டம் செய்ய வேண்டும். இவ்வாற்றலானது மின்காந்த



கதிர்வீச்சாகும். இக்கதிர்வீச்சு விண்வெளியில் ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில் அலைவடிவில் முனைப்புடன் பரவக்கூடிய ஒரு ஆற்றலாகும்.

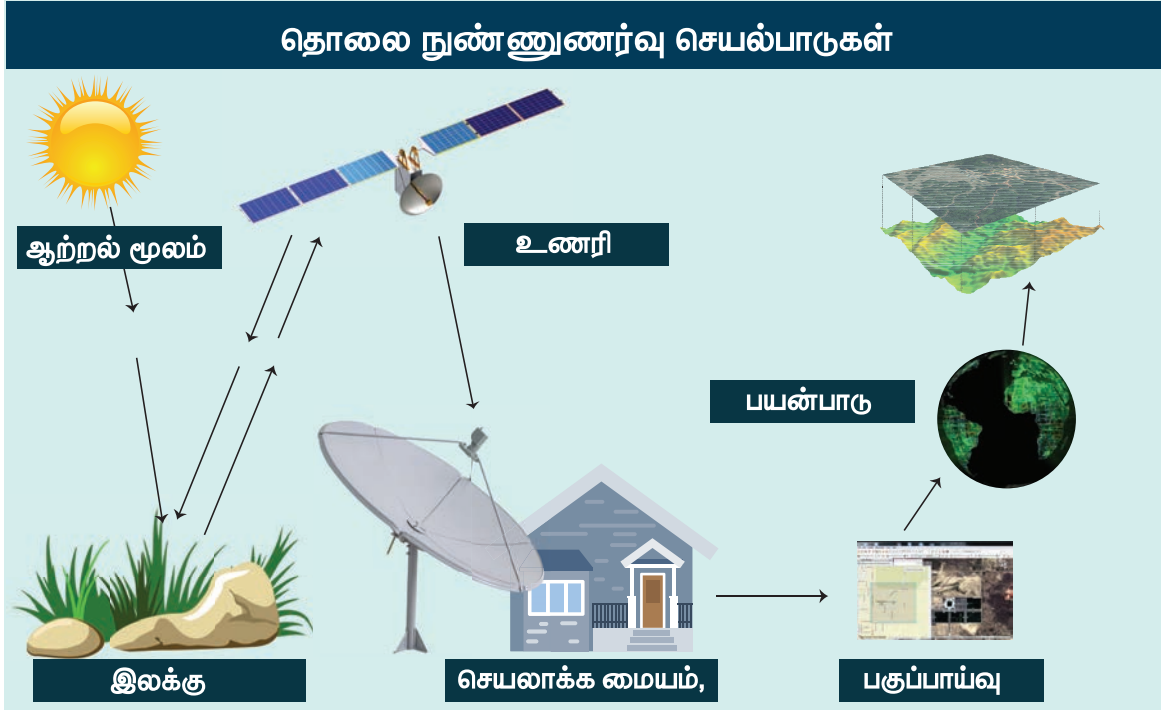
3. இலக்குடனான இடைவினை

தொலை நுண்ணுணர்வில் இலக்குடனான மின்காந்த கதிர் வீச்சின் இடைவினையானது இரு காரணங்களுக்காக முக்கியமானதாகும். முதலில், தகவல் கடத்தும் மின்காந்த கதிர்வீச்சு புவிப்பரப்பால் பிரதிபலிக்கப்பட்டு வளிமண்டலத்தின் வழியே கடக்கும்போது மாற்றியமைக்கப்படுகிறது. இரண்டாவதாக, மின்காந்த கதிர்வீச்சின் வளிமண்டலத்துடனான இடைவினை வளிமண்டலம் குறித்த தகவல்களை சேகரிப்பதற்கு மிகவும் பயனுள்ளதாக இருக்கிறது. மொத்த ஆற்றலானது ஒளிச்சிதறடிப்பு, உட்கிரகிப்பு மற்றும் ஒளி விலகல் போன்ற இயற்கை செயல்பாடுகளின் மாறுபாடுகளுக்கு உட்பட்டது.

சிதறல் என்பது வளிமண்டலத்தில் உள்ள துகள்களால் அல்லது வளிமண்டல காற்று மூலக்கூறுகளால் மின்காந்த ஆற்றல் திருப்பி அனுப்பப்படுவதாகும். சிதறலின் அளவானது வளிமண்டலத்தில் உள்ள துகள்களின் பருமன் மற்றும் வாயுக்களின் அடர்த்தியை சார்ந்திருக்கும். கதிர்வீச்சின் அலைநீளம் அவை பயணிக்கும் வளிமண்டல தூரத்திற்கு ஏற்றாற்போல் அமையும் **உட்கிரகிப்பு** (Absorption) என்பது மின் காந்த கதிர்வீச்சை வாயு மூலக்கூறுகளின் மூலம் வளிமண்டலம் ஈர்ப்பதைக் குறிக்கும்.

4. உணர்விகளின் ஆற்றலை பதிவுசெய்தல்

புவியினால் திருப்பி அனுப்பப்பட்ட மின்காந்த கதிர்வீச்சைச் சேகரிக்கவும் பதிவு செய்யவும் உணர்வி தேவைப்படுகிறது. உணர்வியானது அனைத்து அலைநீளக் கதிர்வீச்சுகளையும் பதிவு



செய்யும் திறன் பெற்றிருப்பதால் அனைத்து இடம் சார் தரவுகளையும் தெளிவாக தருகின்றது. மின்காந்த கதிர்வீச்சு மூலத்தின் அடிப்படையால் உணர்வியானது உயிர்ப்புள்ள உணர்வி (Active Sensor) மற்றும் உயிர்ப்பற்ற உணர்வி (Passive Sensor) என வகைப்படுத்தப்படுகிறது. உயிர்ப்புள்ள உணர்வியானது சக்தியினை தானாகவே உற்பத்தி செய்து இலக்குகளை ஒளியூட்டி, பிரதிபலிக்கப்பட்ட சக்தியை பதிகின்றது. இவற்றின் செயலாக்கம் மின்காந்த நிறமாலையின் நுண்ணலை பகுதியில் நடைபெறுகின்றது. இவற்றின் அலைநீளம் 1 மில்லி மீட்டருக்கும் அதிகம்.

5. செலுத்துதல், ஏற்றல் மற்றும் செயல்முறைப்படுத்துதல்

உணர்வியினால் பதிவுசெய்யப்பட்ட ஆற்றலானது மின்னனு வடிவம் புவிக்கு செலுத்தப்படுகிறது. இதன் மூலம் கிடைக்கப்பெறும் தகவல்கள் முறைப்படுத்தப்பட்டு செயல்முறைப்படுத்தப்படும் நிலையங்களில் செயற்கைகோள் பதிமமாக தயாரிக்கப்படுகிறது. பதிம முறைப்படுத்துதல் மூன்று வகையாக பிரிக்கப்படுகிறது. அவை பதிம மீட்டி (Image Restoration), பதிம மேம்பாடு (Image Enhancement) மற்றும் தகவல் ஈட்டல் (Information Extraction).

பதிம மீட்டி (Image Restoration)

தகவல்கள் ஸ்கேன் மற்றும் பதிவு செய்தலின்போது ஏற்படும் தவறுகள், தெளிவற்ற

நிலைமற்றும் உருதிரிபு போன்றவற்றை அடையாளம் கண்டு சரி செய்யும் முறையே பதிம மீட்டாகும். பதிமத்தை அசல் காட்சி போல் செய்வதே இதன் நோக்கமாகும். இம்முறையில் ஒவ்வொரு அலைக்கற்றையிலும் உள்ள படப்புள்ளிகள் (pixels) தனித்தனியே சீரமைக்கப்படுவதால் இப்பணியைச் செய்வது எளிதான ஒன்றாகும்.

பதிம மேம்பாடு (Image Enhancement)

பதிமத்தில் மாறுதல் செய்து அவற்றை பார்ப்பவரின் மீதான பதிமத் தாக்கத்தை மாற்றியமைப்பதே பதிம மேம்பாடாகும். பொதுவான பதிம மேம்பாடு அசல் இலக்க எண்களை மாற்றமடையச் செய்யும் என்பதால் பதிமத்தை மீட்க பின் பதிம மேம்பாடு மேற்கொள்ளப்படும்.

தகவல் ஈட்டல் (Information Extraction) பதிம மீட்டமைப்பு மற்றும் பதிம மேம்பாடு முறைகள் கணினியின் மூலம் பதிமத்தை சரி செய்து மேம்பட்ட தகவல்களை ஆய்வாளர்களுக்கு அளிக்கின்றன. மனிதன் இப்பணியை செய்ய கணினியை அறிவுறுத்தி அவற்றின் மூலம் பெறப்பட்ட தகவல்களை மதிப்பீடு செய்கின்றனர்.

6. விவரணம் மற்றும் ஆய்வு

பதிமத்தில் உள்ள தகவல்களை அடையாளம் கண்டு அவற்றின் முக்கியத்துவத்தை அறிதலே பதிம விவரணமாகும்.



விவரணம் செய்பவர் தொலைநுண்ணுணர்வு தரவுகளை ஆராய்ந்து அவற்றை அடையாளம் கண்டு சுற்றுசூழலின் முக்கியத்துவத்தை மதிப்பீடு செய்து சுற்றுசூழலுக்கும் கலாச்சார காரணிகளுக்கும் இடையேயான தொடர்பை வெளிக்கொணர்வதே விவரணம் செய்தலின் முக்கிய நோக்கமாகும்.

ஒரு பதிமத்தின் தரம் அவற்றில் உள்ள தகவல்களின் தன்மையை பொறுத்து அமைகிறது. மேலும் இது, கீழ்க்கண்டவைகளை பொறுத்தும் அமைகிறது. அவை

- உணர்வியின் தன்மை
- படம் எடுக்கப்படும் பருவம் மற்றும் நாளின் நேரம்
- வளிமண்டல விளைவுகள்
- செயற்கைகோள் பதிமத்தின் பகுதிகள்
- பதிம நகர்வு போன்றவை

தரவுகளை திறன்பட்ட முறையில் பயன்படுத்த பதிம விவரணம் அவசியமான ஒன்று. இலக்குகளை அடையாளம் கண்டு அவற்றை ஆய்வு செய்ய விவரண மூலக்கூறுகளான இழை நயம், வடிவம், அமைப்பு, பாங்கு, நிழல், தொடர்பு போன்றவை உதவிகரமாக உள்ளன.

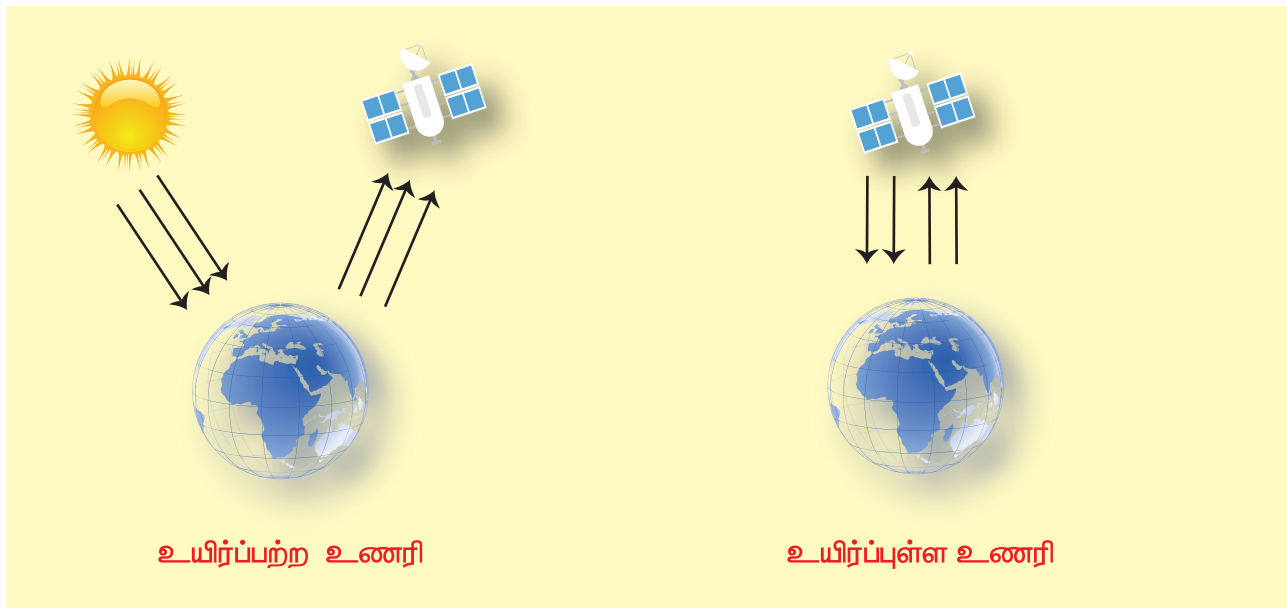
தொலைநுண்ணுணர்வின் வகைகள்

மின்காந்த கதிர்வீச்சு மூலத்தின் அடிப்படையில் தொலைநுண்ணுணர்வு உயிர்ப்புள்ள தொலையுணர்வு மற்றும் உயிர்ப்பற்ற தொலையுணர்வு என வகைப்படுத்தப்படுகிறது. இதை எளிய முறையில் புரிந்து கொள்ள ஒரு சாதாரண புகைப்படக் கருவி உயிர்ப்பற்ற தொலையுணர்வு போன்றது. செயற்கை ஒளியூட்டியை

கொண்ட புகைப்படக் கருவி மூலம் படமெடுத்தல் உயிர்ப்புள்ள தொலையுணர்வை ஒத்தது என்றும் கூறலாம்.

உயிர்ப்புள்ள தொலைநுண்ணுணர்வு சுயசக்தியின் மூலம் பொருட்கள் ஒளியூட்டப்பட்டு பிரதிபலிக்கும் சக்தியை பதிவு செய்யக்கூடியதாகும். உயிர்ப்பற்ற தொலையுணர்வு இயங்கும் மின்காந்த நிறமாலை பகுதியின் அடிப்படையிலான வகைபாட்டின்படி, நுண்ணலை மின்காந்த நிறமாலை மூலம் செயல்படுவது உயிர்ப்புள்ள தொலைநுண்ணுணர்வு என்றும், அகச்சிவப்பு மற்றும் புலப்படும் கதிர்வீச்சு மூலம் செயல்படுவது உயிர்ப்பற்ற தொலையுணர்வு என்றும் கூறலாம். உயிர்ப்புள்ள தொலைநுண்ணுணர்வின் அலைநீளம் 1மி.மீக்கு அதிகமாகவும் உயிர்ப்பற்ற தொலையுணர்வின் அலை நீளம் 0.4 முதல் 1மி.மீ வரையிலும் உள்ளது.

ஒளிரும் உணர்வி மற்றும் செயற்கை துவார ரேடார் (Synthetic Aperture Radar) போன்றவை உயிர்ப்புள்ள உணர்விகளுக்கு உதாரணங்களாகும். உயிர்ப்பற்ற உணர்விகள் சூரிய சக்தியின் மூலமே இயங்குவதால் இவை பகல் நேரங்களில் மட்டுமே தகவல்களை சேகரிக்கின்றது. லேசர் பீம் தொலைநுண்ணுணர்வு அமைப்பு ஒரு உயிர்ப்பு உணர்வியாகும். இவை ஒரு குறிப்பிட்ட தெரிந்த அலைநீளமுள்ள கதிர்வீச்சை புவிக்கு அனுப்பி அவற்றால் பிரதிபலிக்கப்படும் கதிர்வீச்சை பதிவு செய்வதுடன் கதிர் வீச்சு புவிக்குச் சென்று திரும்பி வந்தடைய எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தையும் பதிவு செய்கின்றது.



தொலைநுண்ணுணர்வு மேடைகள் (Remote Sensing Platforms)

இலக்கு தொடர்பான தகவல்கள் சேகரிக்க பயன்படுத்தப்படும் புகைப்படக் கருவி அல்லது உணர்வி பொறுத்தப்படும் பகுதிகள் தொலைநுண்ணுணர்வு மேடைகளாகும். இவை பொறுத்தப்படும் உயரத்தின் அடிப்படையில் இவை, நில மேடை, வான்வெளி மேடை மற்றும் விண்வெளி மேடை என வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

நிலமேடை

நிலத்தின் மீதமைந்த ஏணிகள், உயரமான கட்டடம் மற்றும் மின்தூக்கி (Crane) போன்றவை நில மேடைகளாகும். இவை, நிலத்திற்கு மிக அருகாமையில் இருப்பதால் மற்ற நடைமேடைகளின் வாயிலாக சேகரிக்கப்படும் தகவல்களைவிட விரிவான தகவல்களை தரவல்லது.

கையில் நிலைநிறுத்தப்படும் உபகரணங்கள், முக்காலிகள், உயரமான கோபுரங்கள் மற்றும் மின்தூக்கி போன்ற பல வகை நிலமேடைகள் உபயோகப்படுத்துகின்றன. இவ்வகை மேடைகள் இலக்கின் மிக நுண்ணிய தகவல்கள், சூரியக்கதிர் வீச்சின் அளவு மற்றும் தன்மை சார்ந்த தகவல் சேகரிப்பிற்கு பயன்படுத்தப்படுகின்றன. நிலையான மேடைகள் வளிமண்டல தன்மையை கண்டறியும் புவிப்பரப்பு தோற்றங்களின் நெடுங்கால கண்காணிப்பிற்கும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

வான்வெளி மேடை

வானூர்திகள்	விவரணத்திற்கான
வான்வெளிப்புகைப்படங்கள்	எடுக்கவும்
புகைப்படத்தை	அளவீடு செய்யவும்



மொபைல் ஹைட்ராலிக் மேடை

பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வான்வெளி தொலை நுண்ணுணர்வு (i) தாழ்மிகு தொலைநுண்ணுணர்வு (Low altitude) மற்றும் (ii) உயர்மிகு தொலைநுண்ணுணர்வு (High altitude) என இரண்டாக வகைப்படுத்தப்படுகிறது.

பலூன்

வான்வெளி புகைப்படத்திற்கும் இயற்கை பாதுகாப்பு ஆய்விற்கும் பயன்படுகின்றன. வான்வெளியிலான முதல் புவிநிலத்தோற்ற அமைப்பு பலூனில் பொருத்தப்பட்ட கேமரா மூலம் 1859-ல் எடுக்கப்பட்டது. பலூன் சுமார் 30கி.மீ. உயரத்தில் நிலையாக மிதக்கும்.

ட்ரோன்

ட்ரோன் என்பது ஒரு சிறிய தொலைநுண்ணுணர்வால் பயணிக்கும் வானூர்தியாகும். இவ்வானூர்தி மலிவான மேடை, நெடுந்தூர பயணம், மிதமான தாங்கும் திறன் மற்றும் ஓடுபாதையின்றி செயல்படும் வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வானூர்தியில் உள்ள கணினி அவற்றின் பாரம் தாங்கும் திறனை கட்டுப்படுத்துவதுடன் உணர்வு மற்றும் மற்ற கருவிகள் மூலம் சேகரிக்கப்படும் தரவுகளை சேமித்து வைக்கின்றது. தகவல் தேவைப்படும் புவிப்பரப்பிற்கு மேலே பறந்து இரவு பகலாக தரவுகளை தரும் திறன் இவற்றின் சிறப்பம்சமாகும். இவ்வானூர்தி புகைப்படம் எடுத்தல், அகச்சிவப்பு கதிரின் தன்மையை கண்டறிதல், ரேடார் கண்காணிப்பு மற்றும் தொலைக்காட்சி கண்காணிப்பு போன்ற பணிகளை உள்ளடக்கியது.



வானிலைக் கண்காணிப்பு ரேடார்

வானூர்தி

முதல் வான்வெளி புகைப்படத்தை நடார் என்றழைக்கப்படும் பலூன் வல்லுநரும் பிரான்சின் புகைப்படக் கலைஞருமான காஸ்பர் ஃபெலிக்ஸ் டிரீன்சோன் என்பவர் 1858ல் எடுத்தார். 1855ல் புகைப்படக் கருவி உணர்விகள் மற்றும் அதிர்வற்ற மேடைகளானது விண்வெளி புகைப்படம் மற்றும் பதிமம்பெறபயன்படுத்தப்பட்டது. உயரம் குறைவான பகுதியிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட புகைப்படங்கள் புவிப்பரப்பின் விரிவான விவரங்களை தரவல்ல பெரிய அளவை புகைப்படத்தை தரவல்லது. உயரம் அதிகமுள்ள இடத்திலிருந்து எடுக்கப்பட்ட புகைப்படங்கள் குறைந்த பரப்புசார் பகுதிகள் கொண்ட சிறிய அளவை புகைப்படங்களை தரவல்லதாகவும் உள்ளது.

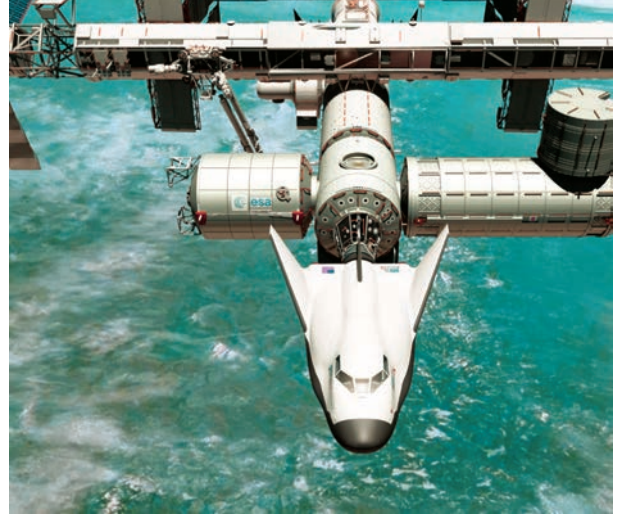
விண்வெளி மேடை

விண்வெளி தொலைநுண்ணுணர்விற்கு செயற்கைகோள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. புவியைச் சுற்றியுள்ள நீள்வட்ட பாதையே செயற்கைகோளின் சுற்றுப்பாதையாகும். விண்வெளி மேடைகள் தங்கு தடையின்றி சுற்றுப்பாதையில் செல்வதால் புவியின் ஒரு பகுதியையோ அல்லது முழுவதையுமோ ஒரு குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் படமெடுத்து அனுப்புகின்றது. செயற்கைகோள் தொலைநுண்ணுணர்வு மேடைகள் மூலமே அதிக தரவுகள் சேகரிக்கப்படுகின்றது. புவியைச் சுற்றி வரும் விண்கலன்கள் விண்வெளி மேடைகளாக பயன்படுத்தப்படுகின்றன. விண்வெளி தொலைநுண்ணுணர்வு கீழ்க்கண்ட சிறப்பு வசதிகளை அளிக்கவல்லது.

1. பெரும்பரப்பை உள்ளடக்கிய தகவல்
2. தேவைப்படும் இடத்தகவல்களை குறிப்பிட்ட இடைவெளியில் அடிக்கடி அளித்தல்
3. கதிர் வீச்சளவியை கொண்ட உணர்விகள் மூலம் நிலத்தோற்றங்களின் அளவு சார் தகவல்களை அளித்தல்.
4. பகுதி தானியங்கி கணினி மயமாக்கப்பட்ட செய்முறை பகுப்பாய்வை உடையவை.
5. ஓரளவிற்கு மலிவான ஒன்றும் கூட.

செயற்கைக் கோள்களின் வகைகள்

செயற்கைகோள்களின் சுற்று வட்டப்பாதைகள் அதிலுள்ள உணர்வியின் செயல்படும் திறன் மற்றும் நோக்கத்தின் அடிப்படையில் வடிவமைக்கப்படுகின்றது. செயற்கை கோள்களின் உயரம், முறைப்படுத்துதல் மற்றும் புவித்தொடர்பு



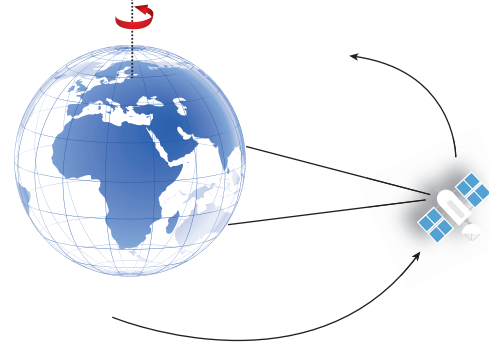
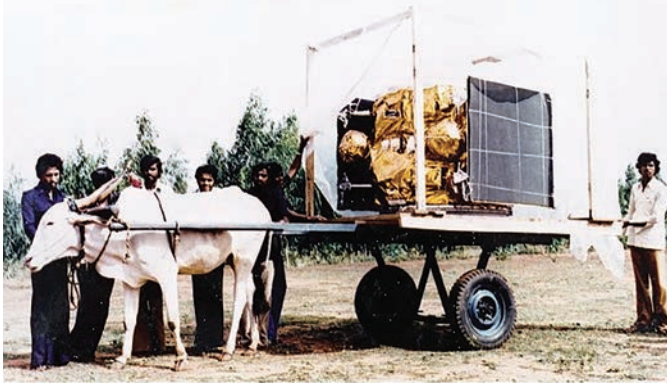
சார்ந்த சுழற்சி ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் செயற்கைகோள்களை கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தலாம்.

1. புவிநிலை செயற்கைகோள்
2. துருவ செயற்கைகோள் அல்லது சூரியநிலை செயற்கைகோள்
3. உளவு செயற்கைகோள்

1. புவிநிலை செயற்கைகோள்கள்

இவைகள், புவிநடுக்கோட்டுப்பகுதியில் சுமார் 35000கி.மீ. உயரத்தில் மேற்கிலிருந்து கிழக்கு நோக்கிச் சுற்றிவரும் செயற்கைகோள்களாகும். இவை ஒரு சுழற்சியை 24மணி நேரத்தில் பூர்த்தி செய்கின்றது. இச்செயற்கைகோள்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட இடத்தை மட்டும் தொடர்ந்து கண்காணித்து தகவல்களை சேகரிக்கின்றது. இவை 70° வடக்கு முதல் 70° தெற்கு அட்சம் வரை உள்ள பகுதிகளை மட்டுமே படம்பிடிக்கும் பரப்பாக எடுத்துக்கொள்கிறது. ஒரு செயற்கைகோள் புவியின் மூன்றில் ஒருபகுதியை ஒரே நேரத்தில் கண்காணிக்க வல்லது. தகவல் தொடர்பிற்காகவும் வானிலைசார் தகவலுக்காகவும், இவ்வகை செயற்கைகோள்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. GOES, METEO SAT, INTEL SAT மற்றும் INSAT செயற்கைகோள்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தது. இந்தியா தன் முதல் புவிநிலைச் செயற்கைகோளான APPLEஐ ஜூன் 19,1981ல் ஏவியது. இது C அதிர்வெண் பட்டை (C – band) செலுத்தி வாங்கியை (transponder) கொண்ட இந்திய வானிலை ஆராய்ச்சி நிறுவனத்தால் (ISRO) சோதனை அடிப்படையில் செலுத்தப்பட்ட முதல் உள்நாட்டு தகவல் தொடர்பு செயற்கைக்கோளாகும்.

APPLE மாட்டுவண்டியில் வைத்து சோதனையிடப்பட்டது



துருவ செயற்கைகோள் அல்லது சூரியநிலை செயற்கைகோள்

இவ்வகை செயற்கைகோள்கள் ஒரு துருவத்திலிருந்து மற்றொரு துருவத்தை சுற்றி வருகின்றன. புவிச்சுழலாமல் இருந்தால்கூட இவற்றின் கிழக்கு - மேற்கு அமைவிடம் மாறாமல் இருக்கும். புவியிலிருந்து பார்த்தால் இவை மேற்கு நோக்கி நகர்வதுபோல் தோன்றும். இவ்வகை நகர்வு புவியின் அடுத்தபரப்பை பிடிப்பகுதியாகக் கொள்வதன் மூலம் புவிப்பரப்பு முழுவதும் இவற்றால் உரித்திரிபு (Scan) செய்ய முடிகிறது. அனைத்து புவிவள செயற்கைகோள்களும் இவ்வகையைச் சார்ந்தவையே. LANDSAT, SPOT, IRS, NOAA, SEASAT,

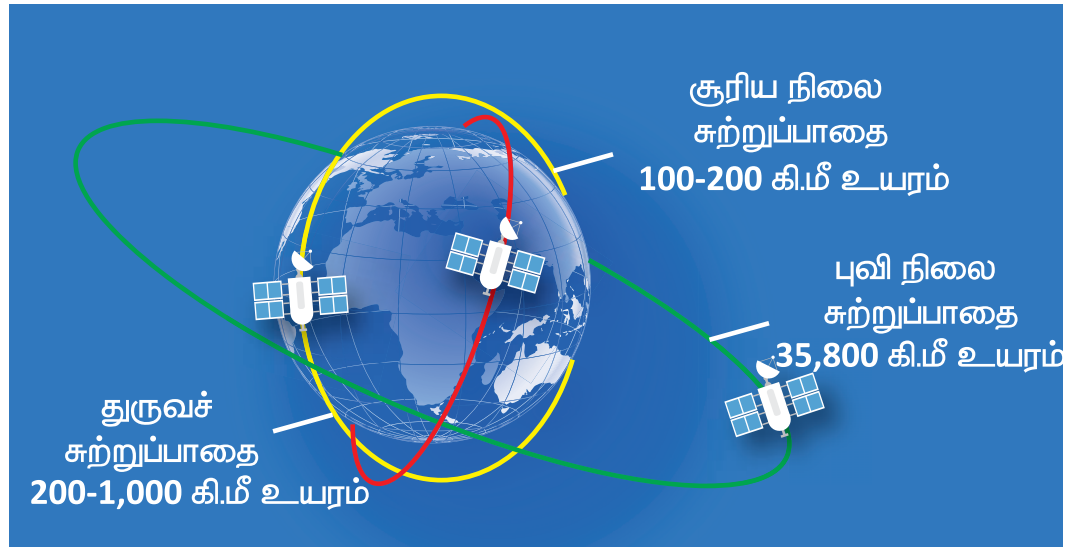
TIROS, HCMM, SKYLAB மற்றும் விண்வெளிக்கலன்கள் (SPACE SHUTTLE) இவ்வகையைச் சார்ந்தவை.

உளவுச் செயற்கைகோள்

இச்செயற்கைகோள்கள் இராணுவ மற்றும் அரசியல் சார்ந்த தகவல்களுக்காக புவியைச் சுற்றி வரும் கண்காணிப்பு மேடைகளாகும். இவற்றால் புவிக்கு அனுப்பப்படும் தகவல்களை வாசிங்டனில் அமைந்துள்ள அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் ரகசிய வசதி கொண்ட புகைப்பட விவரண மையத்தில் உள்ள நிபுணர்களால் குறுக்கீடு செய்யப்பட்டு தகவல்கள் சேகரிக்கப்படுகின்றன. உளவுச் செயற்கைகோள் இராணுவ நடவடிக்கைகள் மற்றும் தேசியக்கொள்கை உருவாக்கத்திற்கு மட்டுமல்லாமல் தளவாட கட்டுப்பாட்டு உடன்படிக்கைகளான சால்ட் I, சால்ட் II (SALT I SALT II) போன்றவற்றை சரிபார்க்கவும் பயன்படுகின்றது. உளவுச் செயற்கைகோள்களில் நான்கு அடிப்படை வகைகள் உள்ளன. அவை,



தன் முதல் முயற்சியிலேயே செவ்வாய்கிரகத்தை சென்றடைந்த ஒரே நாடு இந்தியாவாகும்.



Satellite orbits: Sun-synchronous orbit source E: Campbell, 2007



1. புலப்படும் மற்றும் அகச்சிவப்பு கதிர்கள் மூலமான சமிக்ஞைகளை படப்பதிவு செய்யும் அமைப்பு.
2. ஏவுகணைகளை கண்டறிய வடிவமைக்கப்பட்ட அகச்சிவப்பு தொலை நோக்கி.
3. இரவு நேரம் மற்றும் மேக கூட்டத்தின்போதும் நிலத்தோற்றம் மற்றும் நீர்நிலைகளை படமாக்கும் ரேடார்.
4. ஃபெர்ரட் எனப்படும் சமிக்ஞை நுண்ணறிவு (SIGNIT – Signal Intelligence Satellite) சோதனை செயற்கைக்கோள்.

சில நேரங்களில் முதல் மற்றும் நான்காம் வகைகளை ஒன்றிணைத்து, அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் திறவுகோல் (Keyhole) தொடர் போன்ற பெரிய அளவிலான மேடைகளும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

அநேக நாடுகள் உளவு செயற்கைக்கோள்களை ஏவியிருந்தபோதிலும் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள் மற்றும் இரஷ்யா மட்டுமே அதிக எண்ணிக்கையிலான செயற்கைக்கோள்களை ஏவியுள்ளன. 1991ற்கு பிறகு சோவியத் கூட்டமைப்பின் பெரும்பான்மையான விண்வெளி அமைப்புகளை தனதாக்கிக் கொண்ட இரஷ்யா, இச்செயற்கைக்கோள்களின் திறன் மற்றும் வலைத் தொடர்பை மேம்படுத்த தேவையான செலவினங்களை மேற்கொள்ள இயலவில்லை. ஆனால் அமெரிக்க ஐக்கிய நாடோ மிக நவீன உளவு செயற்கைக்கோள்களை அதிக எண்ணிக்கையில்

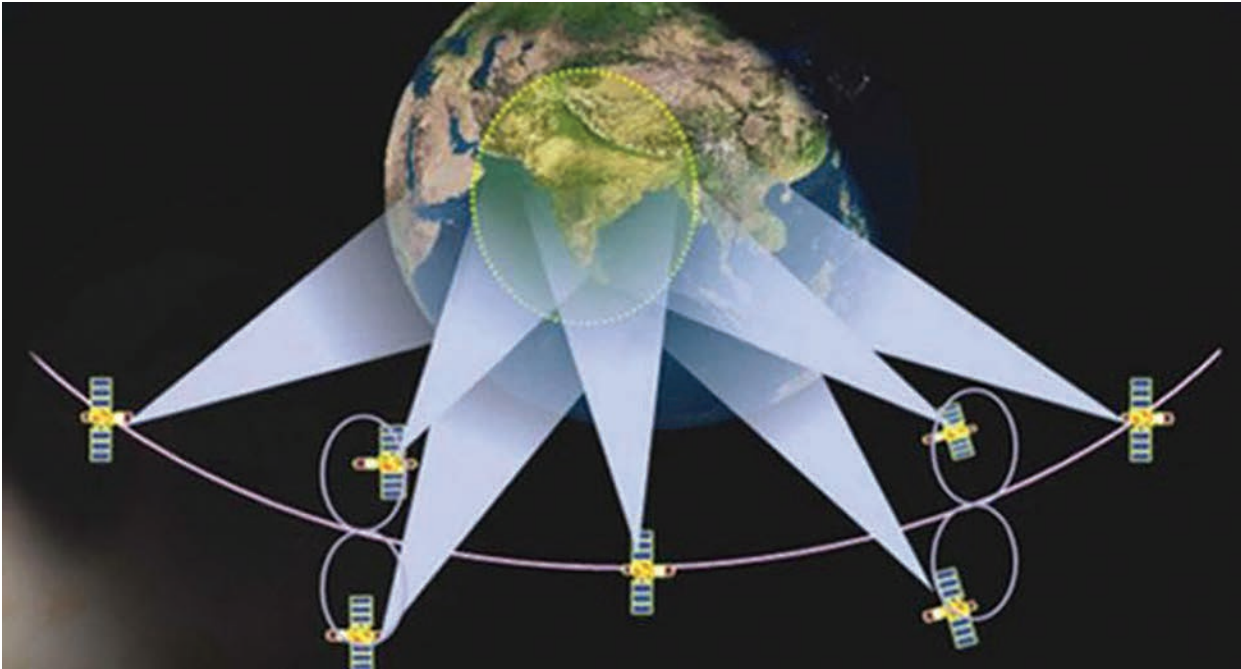
ஏவியுள்ளது. தற்போதுள்ள திறன் மிகுந்த உளவு செயற்கைக்கோள்களில் பெரும்பான்மையானவை இந்நாட்டைச் சார்ந்ததாகும். கொரோனா (Corona), மிடாஸ் (MIDAS) மற்றும் சாமாஸ் (SAMAS) போன்றவை அமெரிக்காவால் முன்பு ஏவப்பட்ட உளவு செயற்கைக்கோள்களாகும்.

தொலை நுண்ணுணர்வின் பயன்பாடுகள்

1. வேளாண்மை: செயற்கைக்கோள்கள் மறுபார்வையிடுதல் சுழற்சியின் மூலம் ஒரு சிறு வயல் முதல் பெரிய நாடு வரையிலான பரப்பளவிற்கான தகவல்களை சேகரிக்கும் திறன் படைத்தது. இதன் மூலம் வயல் சார்ந்த தகவல்களான பயிர் அடையாளம், பயிரிடப்பட்ட பரப்பு, பயிர்களின் நிலை அல்லது திறன் போன்ற தகவல்களை பெறலாம். செயற்கைக்கோள் தகவல்கள் வேளாண்மையை கண்காணித்து அவற்றை நிர்வாகம் செய்தல் போன்ற நுட்ப பணிகளை மேற்கொள்ள பயன்படுகிறது.

2. வனமேலாண்மை (Forestry)

காட்டுத்தீ, காடுகள் அழிப்பு, காடுகள் ஆக்கிரமிப்பு போன்றவை சமீப காலமாக சுற்றுச்சூழல் ஆர்வலர்களுக்கு மிகவும் சவாலாக உள்ளன. இச்செயல்களை சுலபமாக அடையாளம் கண்டு இவைகளை தடுப்பதற்கு செயற்கைக்கோள் பதிமங்கள் உதவிகரமாக உள்ளன.



இந்தியாவின் NAVIC செயற்கைக்கோள்



TGaoten 4 புவியின் அதிக சக்தி வாய்ந்த புவி உளவு செயற்கைக்கோளாகும். (2015ல் ஏவப்பட்டது). இச்செயற்கைக்கோள் புவி அதிர்வுமற்றும் சூறாவளிகளால் பாதிக்கப்படும் மக்களுக்கு மனிதாபிமான அடிப்படையில் உதவும் பொருட்டு உடனடி தகவல்களை தரவல்லது. இச்செயற்கைக்கோள் அயல்நாடுகளின் போர் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த பகுதிகளை கண்காணிக்க சீனாவிற்கு உதவியது. WMD வசதி கொண்ட பகுதிகளும் கடற்படை தளமும் போர் முக்கியத்துவம் வாய்ந்த பகுதியில் அடங்கும்.

3. மண்ணியல் (Geology)

இப்பாடப்பிரிவில் நுண்ணுணர்வின் பயன்பாடுகளானது.

- பாறைகள் சார்ந்த வரைபடம் தயார் செய்தல்
- புவிக்கட்டமைப்பு வரைபடம் தயார் செய்தல்
- கனிம ஆய்வுகள்
- ஹைட்ரோ கார்பன் ஆய்வுகள்
- படிக்கப்படும் வரைதல் மற்றும் அவற்றின் கண்காணிப்பு
- புவிப்பேரிடர் படம் வரைதல் போன்றவையாகும்



4. பேராழியியல் (Oceanography)

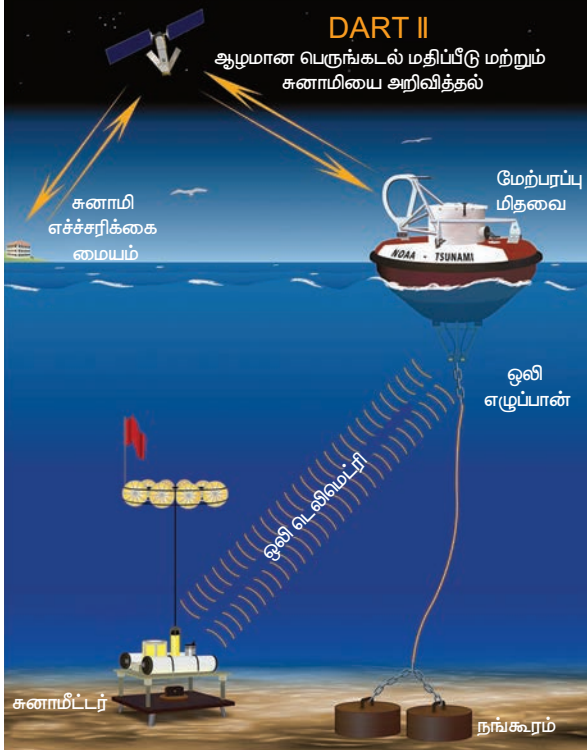
கடற்கரை பிரதேச மேலாண்மையில் தொலை நுண்ணுணர்வின் பங்கு மிகவும் முக்கியமான ஒன்று. பாத்திமெட்ரிக் (Bathymetry) போல (கடல் ஆழத்தின் அளவு மற்றும் அவற்றின் அமைவிடத்தை கண்டறிய) இப்பகுதியில் கடலின் ஆழத்தை கண்காணித்தல், தாவரப்பச்சையத்தின் அளவு மற்றும் படிந்துள்ள மண்துகள்களின் அளவு போன்றவற்றை அறிந்து கொள்ள உதவுகின்றது.

தெரிந்து தெளிவோம்

தமிழ்நாடின் 18 வயது மாணவரால் வடிவமைக்கப்பட்ட புவியின் எடை குறைந்த செயற்கைக்கோளை நாசா ஏவியுள்ளது.



இந்தியா 64 கிராம் எடை மட்டுமே கொண்ட புவியின் மிகக் குறைந்த எடை கொண்ட கலாம்சாட் என்ற செயற்கைக்கோளை ஏவி மீண்டும் ஒரு முறை விண்வெளி சாதனையை நிகழ்த்தியுள்ளது. இதை வடிவமைத்து உருவாக்கியது விண்வெளி ஆராய்ச்சியை மேற்கொள்ளும் நிபுணரோ அல்லது பொறியாளரோ அல்ல. ஆனால் 18 வயதே நிரம்பிய தமிழ்நாட்டு மாணவன் ரிஃப்பாத் சரூக் மற்றும் அவரது அணியினராகும். இச்சிறு செயற்கைக்கோளுக்கு அத்துல் கலாமின் பெயர் சூட்டப்பட்டு ஜூன் 22, 2017ல் நாசாவால் ஏவப்பட்டது. இந்த ஏவூர்தியில் இந்தியாவின் சார்பாக கலாம்சாட் மட்டுமே பங்கு பெற்றது. மேற்கொண்ட குழுவின் இயக்குனரான ஸ்ரீமதிசேவன் கூறும்போது இந்த ஏவூர்தி பறக்கும் மொத்த நேரம் 240 நிமிடங்கள் எனக் கூறினார். இவ்விண்கலத்தை தொடுத்தது சென்னை தியாகராய நகரில் அமைந்துள்ள அவரது வீட்டிலாகும். செயற்கைக்கோளானது ஏவப்பட்ட 125 நிமிடத்தில் விண்வெளியின் ஈர்ப்பு விசை சூழலில் ஏவூர்தியிலிருந்து பிரிக்கப்பட்டது. சாரூக்கின் இத்திட்டம் முதல் முப்பரிமாண அச்சைக் கொண்டு தயாரிக்கப்பட்டு போட்டியின் மூலம் தேர்ந்தெடுக்கப்பட்ட ஒன்றாகும். Cubes in Space என்ற இப்போட்டி நாசா மற்றும் I Doodle Learning என்ற இரண்டு நிறுவனங்களின் உபயத்தால் நடத்தப்பட்டதாகும். இத்திட்டத்தின் நோக்கம் தொழில்நுட்பத்தின் புதிய செயல்திறனை விண்வெளிக்கு கொண்டு சேர்ப்பதாகும்.



5. புவிப்படவியல் (Cartography)

உயரமான பகுதிகளில் இருந்து அளவாய்வு செய்யப்படும் தொலை நுண்ணுணர்வின் மூலம் நகர்ப்பகுதிகள், கிராமப்பகுதிகள், மலைப்பகுதிகள், பாலைவனங்கள் போன்ற பெரிய பரப்பிற்கான தகவல்கள் பெறப்படுவதால் இவற்றை வரைபடமாக்கும் வரைபட வல்லுனர்களுக்கு எளிதாகின்றது. சில நூறு கிலோ மீட்டர்களுக்கும் மேலிருந்து பெறப்படும் தொலையுணர்வின் பெருபகுதி கொண்டு பதிமங்கள் ஒரு மீட்டர் அல்லது அவற்றிற்கும் குறைவான பரப்பளவில் அமைந்துள்ள மிகச்சிறு பொருள்களையும் பதிவு செய்ய வல்லது.

6. வானிலையியல் (Meteorology)

தொலை நுண்ணுணர்வின் ரேடார் அமைப்பு வானிலை சார்ந்த அடிப்படை தகவல்களை பெற உதவிகரமாக உள்ளது. தொலையுணர்வானது ஆளில்லா தொலைதொடர்பு செயற்கைக்கோள்களின் மூலம் நிலம் மற்றும் கடல் சார்ந்த வானிலை தகவல்களை சேகரித்து வானிலை மையங்களுக்கிடையேயான தகவல் பரிமாற்றத்திற்கும் துரித தகவல் பரப்புதலுக்கும் வானிலை முன்னறிவிப்பிற்கும் பயன்படுகிறது.



வானிலை செயற்கைக்கோள் படம்

7. இடவியல் (Topography)

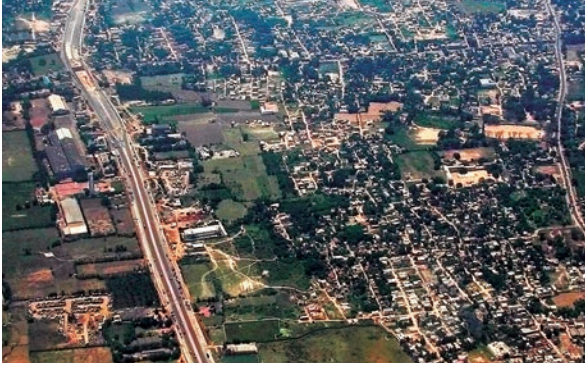
மூப்பரிமாண தோற்றமுடைய புவிப்பரப்பின் மீதான நிலத்தோற்றங்களை பதிவு செய்து அவற்றை அடையாளங்காண உதவுவது தொலை நுண்ணுணர்வாகும். தலப்படங்கள் பொதுவான இயற்கை மற்றும் செயற்கை அம்சங்களை கொண்டுள்ளது. அவை மலைகள், பள்ளதாக்கு, சமவெளிகள், ஆறுகள் மற்றும் இயற்கை தாவரங்களின் தோற்றங்களை பெயருடன் காட்டுகிறது. இவை மனிதர்களால் உருவாக்கப்பட்ட சாலைகள், எல்லைகள், தகவல் மற்றும் மின்சாரம் செலுத்தப்படும் பாதை மற்றும் கட்டடங்கள் போன்றவற்றையும் காட்டுகிறது.

8. நகர திட்டமிடல் (Urban Planning)

தொலை நுண்ணுணர்வின் மூலம் நகர்ப்பகுதிகளில் உள்ள இயற்கை, சமூக மற்றும் பொருளாதாரம் தொடர்பாக சேகரிக்கப்படும் தகவல்கள் நகரத் திட்டமிடலுக்கு பயனுள்ளதாகவும், திறன் மிகுந்ததாகவும் விளங்குகின்றது. அடிப்படை வரைபடங்களை இலக்கமாக்குதல் (Digitalizing) மூலம் தேவைப்படும் சமயங்களில் இவ்வரைபடங்களை தேவைக்கேற்ப மாற்றியமைக்கவும், மேம்படுத்தவும் இயலும். இரு வேறுபட்ட அளவைகளை கொண்ட இலக்க வரைபடங்களை அடுக்கி ஆய்வு இதன் மூலம் சாத்தியமாகின்றது.

6.3 புவித் தகவல் தொகுப்பு (GIS) ஓர் அறிமுகம்

கடந்த 20 ஆண்டுகளாக நகர திட்டமிடல், வன திட்டமிடல் மற்றும் மேலாண்மைக்கு ஒரு மிகச்சிறந்த சாதனமாக புவித் தகவல் தொகுப்பு விளங்கி வருகிறது. இது தரவு உள்ளீடு, தரவு காண்பித்தல், தரவு மேலாண்மை, தகவல் மீட்டும் மற்றும் ஆய்வு போன்ற பணிகளை உள்ளடக்கியது.



நகரின் செயற்கைக்கோள் படம்

இதில் புவித் தகவல் தொகுப்பானது கடல், வளிமண்டலம், நிலம் போன்றவற்றின் அனைத்து புவியியல் அம்சங்களையும், கலை, அறிவியல் மற்றும் தொழில்நுட்பம் போன்றவை புவிதகவல் சேகரிப்பு, சேமிப்பு, செயல்பாடு, உற்பத்தி, முன்னிலைப் படுத்துதல் மற்றும் பரவச் செய்தல் போன்ற பணிகளை செய்தலும் புவித் தகவலியல் ஆகும். சமீபகாலமாக புவியியல், சுற்றுச் சூழலியல், நகரத்திட்டமிடல், கிராமப்புற வளர்ச்சி திட்ட ஆய்வு, பாதுகாப்பு மற்றும் வேளாண்மையை மேம்படுத்துதல் போன்றவற்றிற்கு தேவையான

தகவல்களை அளித்து பிரசித்தி பெற்ற ஒன்றாக புவித்தகவலியல் விளங்குகின்றது.

1940 - 1956: முதல் தலைமுறை - வெற்றிடக்குழாய்

1956 - 1963: இரண்டாம் தலைமுறை - சிறிய மின்மப்பொறி

1964 - 1971: மூன்றாம் தலைமுறை - ஒருகிணைந்த மின்சுற்று

1972 - 2010: நான்காம் தலைமுறை - நுண்செயலி

2010 - ஐந்தாம் தலைமுறை - செயற்கை நுண்ணறிவு

புவித்தகவல் தொகுப்பின் கூறுகள்

புவித்தகவல் தொகுப்பு கீழ்க்கண்ட 5 பெரும் கூறுகளாக பிரிக்கப்படுகிறது.

அ. வன்பொருள்

வன்பொருள் என்பது புவித்தகவல் தொகுதி மென்பொருள் இயங்கும் கணினியாகும். தற்போது பல்வேறுபட்ட கணினிகள் உள்ளன. இது டெஸ்க்டாப் அல்லது இணைய சேவையின் அடிப்படையிலானதாக இருக்கலாம். ஆர்க் ஜி ஐ எஸ் இணைய சேவை என்பது நெட்வொர்க் கணினியில் அல்லது கிளவுட் அடிப்படையில் இயங்கும் ஜி ஐ எஸ் மென்பொருளைக் கொண்ட கணினியாகும். கணினி திறம்பட செயல்பட





வன்பொருள் பாகங்கள் அதிக திறன் கொண்டவையாக இருக்கவேண்டும். சில வன்பொருள் பாகங்களாவன: மதர் போர்டு, வன்பொருள் தட்டு, செயலி, வரைபட அட்டை, அச்சுப் பொறி, மற்றும் பல. இந்த பாகங்கள் அனைத்தும் இணைந்து ஜி ஐ எஸ் மென்பொருளை சுமுகமாக இயக்குகின்றன.

ஆ. மென்பொருள்

பரப்பு சார் தகவல்களை இயக்கவும் தொகுக்கவும் கருவிகளை வழங்கிடும் ஜி ஐ எஸ் மென்பொருளே கணினியின் அடுத்த பாகமாகும். இது ஜி ஐ எஸ் தரவுகளை வினவி, தொகுக்க, இயக்க மற்றும் காட்சிப்படுத்துவதற்கு உதவுகிறது. இது தரவுகளை சேமிப்பதற்கு ஆர் டி பி எம் எஸ் என்ற மென்பொருளை பயன்படுத்துகிறது. ஆர்க் ஜி ஐ எஸ், ஆர்க் வீயுவ் 3.2 கியூ ஜி ஐ எஸ், சாகா ஜி ஐ எஸ் போன்றவை சில ஜி ஐ எஸ் மென்பொருள்கள் ஆகும்.

இ. தரவு (Data)

புவியியல் மற்றும் அவை சார்ந்த தரவுகளை வணிக ரீதியாக அளிப்பவரிடமிருந்து ஒருங்கிணைக்கப்பட்ட தேவையான தரவுகளை அதன் விவரம் குறிப்பிட்டு பெறமுடியும்.

புவித் தகவல் தொகுப்பானது பரப்புசார் தரவுகளை பெரு நிறுவன தரவு மேலாண்மை அமைப்பில் உள்ள மற்ற தரவுகளுடன் ஒருங்கிணைக்க வல்லது. தரவுகள் கீழ்க்கண்டவாறு வகைப்படுத்தப்படுகின்றன.

- பண்புசார் தரவுகள்
- பரப்புசார் தரவுகள்
- தொலை நுண்ணுணர்வு தரவுகள்
- உலகளாவிய தரவு தளம்

இவ்வகைப்பாட்டு தரவுகளின் விவரங்களை மேல் வகுப்பில் படிப்பீர்கள்.

ஈ. மக்கள் (People)

புவித் தகவல் தொழில்நுட்பத்தை அதிக எண்ணிக்கையிலான தொழில் முதலீட்டாளர்கள் மற்றும் முகமைகள் நம் அன்றாட வாழ்வை பாதிக்கும் தகவல் கட்டமைப்பு, திட்டமிடல், வடிவமைத்தல், பொறியியல், கட்டுமானம் மற்றும் பராமரிப்பு போன்றவற்றிற்கு பயன்படுத்துகின்றது.

உ. செய்முறைகள் (Procedure)

நுட்பமான பிரதிகளை உருவாக்க தேவைப்படும் நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட நிலையான செயல்முறைகளை இவை குறிக்கிறது. ஒரு நல்ல நோக்கத்தோடு உருவாக்கப்பட்டு நடைமுறைபடுத்தப்படும் திட்டம் மற்றும் வர்த்தக விதிமுறைகள், மாதிரிகளாகவும், இயக்கச் செய்முறைகளாகவும் ஒவ்வொரு நிறுவனத்திற்கும் ஒரு தனிச்சிறப்பு வாய்ந்ததாகவும் உள்ளது. தொழில்நுட்பத் திறன் மிகுந்ததாக விளங்கும் நவீன கருவிகளை ஒருங்கிணைத்து ஆவண வடிவில் உள்ள நன்கு வரையறுக்கப்பட்ட செயல்முறையை வர்த்தக யுத்தியில் புகுத்த வேண்டும். இம்முறைகளை ஆவணம் செய்ய மீத்தொகுப்பு (meta data – data about data) ஒரு திறவுகோலாகும்.

புவித் தகவல் தொகுப்பின் செயல்பாடுகள்

புவித் தகவல் தொகுப்பின் செயல்பாடு என்பது அவற்றை நடைமுறைப்படுத்துவதில் உள்ள நிலைகளை விவரிப்பதாகும். முறையான ஒரு நல்ல அமைப்பை பெற சேமிப்பு, (GIS தரவு மாதிரிகள்) கையாள்தல் மற்றும் ஆய்தல் இதன் நிலைகளாகும்.

தரவு பிடிப்பு (Data capture)

புவித் தகவல் தொகுப்பின் தரவு உள்ளீடு செய்யும் முறைகளில் வான்வெளி புகைப்படம், ஸ்கேன் செய்தல், இலக்கமாக்கல், GNSS போன்றவை ஒரு சில முறைகளாகும். இலக்கமாக்கல் என்பது புவிப்பட தாள்களை கணினியில் சேமித்து வைக்கக்கூடிய எண் இலக்கமாக மாற்றுவதில் ஆகும். இச்செயல் வரைபட தகவல்களை கணினியில் சேமிக்கக்கூடிய எளிமையான புள்ளிகள், கோடுகள் மற்றும் களத்தொகுப்புகளாக மாற்றுகின்றது. இலக்கமாக்கல் கைமுறை மற்றும் ஸ்கேன் செய்தல் என இருமுறைகளில் செய்யப்படுகின்றது.

தகவல் சேமிப்பு (Data Storage)

சில தகவல்கள் இழுப்பறையில் (drawer) உள்ள புவிப்படத்தைப் போலவும் மற்றவை இலக்க தரவு, அச்ச நகல் குறுந்தகடு மற்றும் வண்ணத்தட்டுகளிலும் சேமிக்கப்படுகின்றன. தரவுகள் இலக்கமாக தொகுக்கப்பட்டபின், மின்காந்த நாடா அல்லது மற்ற இலக்க ஊடகங்களில் சேமிக்கப்படுகின்றது. தகவல் சேமிப்பு என்பது வரைபடத்தின் தரவுகளை இலக்கமாக மாற்ற பயன்படுத்தப்படும் இனம்சார் தரவு மாதிரிகளின் (Generic Data Model) அடிப்படையில் அமைந்ததாகும். ராஸ்டர் மற்றும் வெக்டர் இரண்டும் பெருமளவில் பயன்படுத்தக்கூடிய தரவு மாதிரிகளாகும். இவை இரண்டும் வரைபடத்தில் உள்ள தரவுகளை எளிதாக்கி சாதாரண வடிவில் கணினியில் சேமித்து வைக்க உதவுகின்றது.

தரவு மாற்றியமைப்பு (Data Manipulation)

இலக்கமாக்கப்பட்ட புவியியல் தகவல்கள் திருத்தி அமைக்கப்படும் நிலையில் இருக்கலாம். இதனால் பண்புசார் தகவல்களை சேர்த்தல், அழித்தல் மற்றும் மாற்றியமைத்தல் போன்ற பணிகளை தேவைக்கேற்ப செய்து கொள்ள இயலுகின்றது. தரவு GISல் சேமித்தவுடன், தரவைக் கையாள்வதற்கான பல விருப்பத்தேர்வுகள் (options) உள்ளன. இச்செயற்பாடுகள் (Functions) கருவித்தொகுதி (Toolkits) வடிவில் உள்ளன. கருவித்தொகுதி என்பது புவியியல் தரவுகளை கையாளவும் ஆய்வு செய்யவும் GISஐ கையாளுபவர் பயன்படுத்தும் ஒரு இனம்சார் செயற்பாடாகும்

(Generic Function). இக்கருவி தொகுதி தரவை மீட்டுப்பெறல், பரப்பு மற்றும் சுற்றளவு காணல், வரைபடங்களை சுருக்கி ஆய்தல், வரைபட இயற்கணித செயல் (Performing Map Algebra) மற்றும் தரவு மறுவகைப்பாடு போன்றவை செய்யவல்லது. தரவு மாற்றியமைப்பு என்பது புவி ஆய்வங்களை மாற்றியமைத்தல், பொருந்தாத பகுதிகளை பொருத்துதல் போன்ற பணிகளின் மூலம் ஒழுங்கற்ற வரைபடங்களை அவற்றின் தொடர்ச்சியான மற்ற வரைபடங்களோடு ஒத்துபோகச் செய்தல் ஆகும்.

விசாரணை மற்றும் ஆய்வு (Query and Analysis)

புதிதாக உருவாக்கப்பட்ட பகுதிகள் சார்ந்த திட்டமிடல் முறைகளில் புவித் தகவல் தொகுப்பு பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. உதாரணமாக அனைத்துப் பிரிவுகளிலிருந்தும் சமமான மக்கள் பிரதிநிதித்துவம் அளிக்கும்படியான ஒரு உதவியை இவற்றின் மூலம் நம்மால் பெற முடியும். இந்த ஆய்வு செய்யும் திறன் அமைப்பே GISன் கருவாகும்.

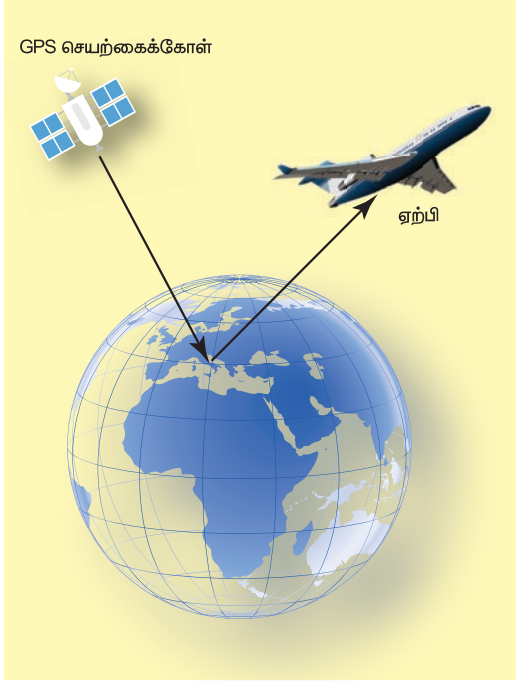
6.4 உலகளாவிய ஊடுருவல்

செயற்கைக்கோள் அமைப்பு (GNSS)

புவியின் அனைத்து GPS அமைப்புகளின் ஒரு கூட்டமைப்பே GNSS ஆகும். இது அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் GPS, இரஷ்யாவின் GLONASS, ஐரோப்பிய கூட்டமைப்பின் GALILEO, சீனாவின் BEIDOU, இந்தியாவின் IRNSS மற்றும் ஜப்பானின் QZSS போன்றவற்றை உள்ளடக்கியதாகும். தவறை சரிசெய்யும் தொழில்நுட்பத்தை பயன்படுத்தினால் விலை மலிவான கிரகிப்பான் மூலம் ஒரு செ.மீ அளவிலான பொருளையும் துல்லியமாக காட்டும் திறன் பெற்றது GNSS.

திறந்தவெளிச் சூழலாய்வில் பயன்படுத்தப்படும் அமைப்புகளில் GNSS அமைப்பு ஒரு சிறந்த தெரிவாகும்.

புவியின் GNSS அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் பாதுகாப்புதிறையில் 1960ல் ஏவப்பட்ட ட்ரான்சிட் (Transit) ஆகும். இவற்றின் இயக்கம் டாப்ளர் விளைவின் (Doppler Effect) அடிப்படையிலானது. இவ்வமைப்பில் செயற்கைக்கோள்கள் அறிந்த பகுதிகளில் பயணம் செய்து அறிந்த வானொலி அதிர்வெண்களில் ஒலிபரப்பியது. கிடைக்கப்பெற்ற அதிர்வெண்ணானது ஒளிபரப்பப்பட்ட அதிர்வெண்ணிலிருந்து சற்றே மாறுபட்டு காணப்பட்டது. செயற்கைக்கோளின் நகர்வு கிரகப்பொறியிலிருந்து விலகிச் செல்வதே இதற்கு காரணமாகும். செயற்கைக்கோள்கள் தம் சுற்று



GPS செயற்கைக்கோளுடன் GNSSன் நிலையான ரேடார்

வட்டப்பாதை தரவு மற்றும் துல்லிய நேரம் சார்ந்த சமிக்ஞைகளை கடத்துகின்றது. GNSS-ன் பல குழுமங்கள் புவியை சுற்றி வருகின்றன. இச்செயற்கைக்கோள்கள் புவியிலிருந்து சுமார் 2000 கி.மீ உயரத்தில் சுற்றி வருகின்றன. அவற்றின் வேகம் ஒரு நொடிக்கு பல நூறு கி.மீட்டர்களாகும். அண்மைக் கால GNSS செயற்கைக்கோள் Block IIF 1400 கிகிராம் எடையை கொண்டுள்ளது.

பல்வேறு நாடுகளின் GNSS அமைப்புகள்

அமெரிக்க ஐக்கிய நாடு (GPS)

இது புவியின் முதல் GNSS அமைப்பு GPS ஆகும். இது 1970களின் இறுதியில் அமெரிக்க ஐக்கிய நாட்டின் பாதுகாப்புத் துறையால் ஏவப்பட்ட ஒன்று. இக்குழுமம் 24 செயற்கைக்கோள்களுடன் முழு புவிப்பரப்பையும் செயல் எல்லையாகக் கொண்டது.

இரஷ்யா (GLONASS)

இது இரஷ்யாவின் முதன்மை இராணுவ கடற்பயண வலையமைப்பு ஆகும். இவை உரகன் செயற்கைக்கோள்களை உள்ளடக்கியது. இவை பனிப்போருக்கு பிறகு GLONASS என்ற வகைப்பாட்டின் கீழ்க்கொண்டு வரப்பட்டது. இது Global Navigation Satellite System என்பதன் சுருக்கமாகும். இது ஒரு இரஷ்ய விண்வெளி பாதுகாப்புத்துறையால் ஏற்படுத்தப்பட்ட அமைப்பாகும்.

இச்செயற்கைக்கோள்களின் ஆயுட்காலம் 5 – 7 வருடங்கள் வயதுமுதிர்ந்த செயற்கைக்கோள்களுக்கு பதிலாக புது செயற்கைக்கோள்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட

இடைவெளிகளில் ஏவப்படுகின்றது. 2010வரை இது இரஷ்யப் பகுதிக்கு மட்டும் பயனுள்ளதாக இருந்தது. 2011ல் இது முழு புவிப்பரப்பையும் செயல் எல்லையாக கொண்டவாறு மேம்படுத்தப்பட்டது.

ஐரோப்பிய கூட்டமைப்பு (GALILEO)

இது ஐரோப்பாவின் உலகளாவிய செயற்கைக்கோள் அமைப்பாகும். இது மிக துல்லியமான தகவலை அளிக்கும் அரசாங்க கட்டுப்பாட்டில் உள்ள ஒரு அமைப்பாகும். இது GPS மற்றும் GLONASSவுடன் இணைந்து இயங்கும் தன்மை கொண்டது. இரட்டை அதிர்வெண் அளிப்பு செயல் மூலம் நிகழ்கால இட அமைவை ஒரு மீட்டர் அளவில் துல்லியமாக தர வல்லது. இவ்வமைப்பு 30 செயற்கைக்கோள்களை கொண்டது. இவற்றில் 24 இயங்கும் செயற்கைக்கோள்களும் மித உயரத்தில் இயங்கும் 6 மாற்றுச் செயற்கைக்கோள்களும் அடங்கும்.



சீனா (BEIDOU)

இது இருவேறு செயற்கைக்கோள் குழுமங்களை கொண்டது. இவற்றில் முதல் அதிகாரப்பூர்வமான BeiDou உலகளாவிய செயற்கைக்கோள் சோதனை அமைப்பு – BeiDou – I ஆகும்.

டிசம்பர் 27, 2018ல் இரண்டாவது அமைப்பான BeiDou – 3 அதிகாரப்பூர்வமான புவிச்சேவையில் இறங்கியது. BeiDou – 3M/G/I செயற்கைக்கோள் சுற்றுப்பாதை பாகத்தின் மூன்றாம் நிலையை குறிப்பவைவாகும். இவை புவிநிலையொத்த மித உயர சுற்றுப்பாதையில் பயணிக்கும் திசைக்காட்டி உலகளாவிய செயற்கைக்கோள் அமைப்பாகும். இதுவே BeiDou – 1 ஆகும்.

ஜப்பான் விண்வெளி ஆய்வுப்பயண முகைமை (QZSS Japan)

QZSS என்பது ஒரு பிராந்திய செயற்கைக்கோள் அமைப்பாகும். இது ஜப்பான், ஆசியா, ஆஸ்திரேலியா மற்றும் நியூசிலாந்து போன்ற பகுதிகளுக்கு சேவை

அளிக்கக்கூடியது. (இது Michibiki என்பதன் செல்லப் பெயர் – இதன் அர்த்தம் வழிகாட்டி). QZSS அமைப்பு மித உயர சுற்றுப்பாதையில் பயணிக்கும் செயற்கைகோள்களைக் கொண்டது. QZS (Quasi Zenith Satellite) என்பது மித உயர சுற்றுப்பாதை செயற்கைகோள் மற்றும் புவிநிலையொத்த செயற்கைகோள் இரண்டையும் குறிக்கும்.

இந்தியா (IRNSS)

இது இந்திய விண்வெளி ஆராய்ச்சி கழகத்தால் (ISRO) நிறுவப்பட்ட ஒரு தன்னாட்சி பிராந்திய செயற்கோள் கடற்பயண அமைப்பு. இது இந்திய துணைக் கண்டத்திற்கான நிலப்பரப்பு அமைப்பு தகவல்களை அளிக்க வடிவமைக்கப்பட்டது. இவற்றை பயன்படுத்துபவர்களுக்கு தங்களின் இருப்பிட தகவல்களை அறிந்து கொள்ள உதவுகிறது.

IRNSSன் முக்கிய நோக்கம் இந்தியா தன் கடற்பயணம் சார்ந்த தகவல்களுக்கு அயல்நாட்டின் சார்பு நிலையை குறைத்துக் கொள்வதாகும். இது இந்தியா மற்றும் இந்தியாவை சுற்றி 1500கி.மீ தொலைவில் அமைந்துள்ள பகுதிகளுக்கும் தன் சேவையை அளிக்கின்றது. இப்பகுதியின் பிரதான GPS இதுவேயாகும்.



IRNSS கீழ்க்கண்ட சேவைகளை அளிக்கும் நோக்கத்துடன் ஏற்படுத்தப்பட்டது.

1. பொதுமக்கள், அலுவலகங்கள், ஆராய்ச்சி மற்றும் வாணிப ரீதியான பயன்பாட்டிற்கு திறன்மிகு இட அமைவை அளிப்பது.

2. இச்சேவையை

பயன்படுத்த

அனுமதிக்கப்பட்டவர்களுக்கு ஒரு குறிப்பிட்ட சேவையை வழங்குதல். உதாரணமாக இவை நிலம், கடல் மற்றும் விண்வெளி போக்குவரத்து, பேரிடர் மேலாண்மை, கைப்பேசி ஒருங்கிணைப்பு, வரைபடம் வரைதல் மற்றும் ஓட்டுநர்களுக்கான பார்வை மற்றும் ஒலி சார்ந்த போக்குவரத்து சேவைகளை அளிப்பது போன்றவைகளாகும்.

3. பொதுவாக GNSS விரைவு தகவல் சேகரிப்பிற்கு பெருமளவில் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இவை நுகர்வோர், போக்குவரத்து, அமைவிடங்களை கண்டறிதல், தானியங்கி துறைமுக இயந்திர கட்டுப்பாடு, நுட்ப வேளாண்மை, கடற்சுரங்கம், ஆளில்லா விமான அளவாய்வு, பாதுகாப்பு மற்றும் வான் பட அளவியல் போன்ற வாணிப ரீதியான நடவடிக்கைகளுக்கு பயன்படுத்தப்படுகிறது.

நுகர்வோர்

நாளுக்கு நாள் அதிகரிக்கும் உற்பத்தி வகை பொருட்களை கையாலும் நுகர்வோர் சந்தைகள் GNSS தொழில்நுட்பத்தை பயன்படுத்துகின்றது. கடைகள் மற்றும் உணவகங்களின் இருப்பிடங்கள் மற்றும் வழிகளை வரைபடங்கள் மூலம் காண்பிக்கும் பயன்பாட்டிற்காக GNSS கிரகிப்பான்கள் தற்போது ஸ்மார்ட் தொலைபேசியுடன் ஒருங்கிணைக்கப்பட்டுள்ளது.

போக்குவரத்து

இரயில் போக்குவரத்தில், இரயில் எஞ்சின்கள், இரயில் கார்கள், இரயில் தளவாடங்கள் உள்ள இடங்களை முதன்மை பணியகத்தில் காண்பிக்க பயன்படுகின்றது. இரயில்சார் பொருட்களின் துல்லிய இட அமைவை தெரிந்து கொள்வதன் மூலம் இரயில் விபத்துகளை குறைத்தல், இரயில் தாமதம் மற்றும் அதன் இயக்கச் செலவைக் குறைத்தல், பாதுகாப்பினை மேம்படுத்துதல், இரயில்பாதை திறனை மேம்படுத்துதல் மற்றும் வாடிக்கையாளர்களுக்கு சேவை அளித்தல் போன்றவற்றை செய்ய இயலுகின்றது. வான்வெளி போக்குவரத்தில் விமானம் புறப்படும் இடம், பயணிக்கும் பாதை மற்றும் நிலத்தில் இறங்கும் இடம் போன்ற தகவல்களை அளிக்கின்றது.

துறைமுக தானியங்கி

சரக்கு கப்பல்களின் இயக்கம், பாதை மற்றும் முற்றத்திலிருந்து அவை உள்ள தூரம் போன்றவற்றை GNSS மூலம் கண்டறியப்படுவதால், கப்பல் சரக்கு மையங்கள் தன் இயக்கத்திறனை மேம்படுத்தி கொள்ள முடிகின்றது. கப்பலில் செயல்படும் பல

தகவல் குறிப்பு

உலகின் மிக அதிவேக கணினிக்கான போட்டியில் புதிய வெற்றியாளர் : சம்மிட் (Summit)



IBMன் கூற்றுப் படி சம்மிட் (Summit) 200 பீட்டா ப்ளாப் (peta flops) செயல்திறன், அல்லது வினாடிக்கு 200 குவாட்ரில்லியன் (quadrillion) கணக்கீடுகள் செய்யும் திறன் கொண்டதாகும். 87 பீட்டா ப்ளாப் (petaflops) உடன் இப்போதும் உலகின் அதிவேக கணினியாக இருக்கும் சன்வே டைஹு லைட் (sunwayTaihuLight)ஐ விட ஒரு குறிப்பிடத்தக்க திறன் பெற்றுள்ளது சம்மிட். சம்மிட் இன்னும் அதிகமாக ரேம் 10 பீட்டா பைட்டுகளைக் கொண்டுள்ளது. இதன் அதிவேக செயல்பாடு அதன் 325 மில்லியன் டாலர் நிதி திட்டத்தின் ஒரு பகுதியாக வந்துள்ளது.

இதற்கான நிதி, ஆற்றல் மேம்பாட்டுத் துறை, அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகளால் அளிக்கப்பட்டது. சம்மிட்டின் ஒவ்வொரு 4,608 முனையங்களும் இரண்டு IBM Power9 சிப்ச்களுடன் 3.1 GHz இல் இயங்குகின்றன.

மின் பளு தூக்கிகள் GNSSஐ இயக்கும் கருவியுடன் இணைக்கப்பட்டிருப்பதால், பளு தூக்கியின் நிலை, தேவைப்படும் பாதையில் அவற்றை செலுத்துதல் அவற்றின் நுட்பம், உற்பத்தி, நிலத்தின் மீதுள்ள இயந்திரத்தை இயக்குபவர்கள் மற்றும் வேலையாட்களின் பாதுகாப்பு போன்றவற்றை அதிகரிக்கப் பயன்படுகின்றது.

இயந்திர கட்டுப்பாடு (Machine Control)

GNSS தொழில்நுட்பம் நிலச்சமன் எந்திரம் (Bulldozer), அகழ்பொறி தோண்டு எந்திரம் (Excavators), தரப்படுத்தும் எந்திரம் (Graders), தளம்பாவு ஊர்தி (Pavers) மற்றும் வேளாண் எந்திரம் போன்றவற்றை ஒருங்கிணைத்து உற்பத்தித் திறனை மேம்படுத்துவதுடன் இவ்வியந்திரங்களை இயக்குபவர்களுக்கு அச்சூழல் குறித்த தகவல்களையும் அளிக்கின்றது.



நுட்ப வேளாண்மை (Precision Agriculture)

நுட்ப வேளாண்மையில் வேளாண் திட்டமிடல், வேளாண் நிலவரைபடம் வரைதல், மண் கூறெடுத்தல், டிராக்டர்களை வழிநடத்துதல் மற்றும் பயிர் மதிப்பீடு செய்தல் போன்றவற்றிற்குப் GNSS பயன்படுகிறது. GNSS மூலமான மிகத் துல்லிய உரமிடல் பூச்சிக்கொல்லி மற்றும் களைக்கொல்லி பயன்பாடுகள் செலவினத்தையும் சுற்றுச்சூழல் தாக்கத்தையும் குறைக்கின்றது.



புவி மேற்பரப்பு தாது சுரங்கம் (Surface Mining)

GNSS மூலம் பெறப்படும் தகவல்கள் சுரங்கத்தில் உள்ள தாதுவை திறன்பட தோண்டி எடுக்கவும் தேவையற்றப் பொருட்களின் நுகர்வினை அறியவும் பயன்படுகின்றது. மண்வாரி மற்றும்

இழு இயந்திரங்களில் அமைக்கப்பட்டுள்ள GNSS கருவி, இவ்வியந்திரங்களை இயக்கும் கணினி கட்டுப்பாட்டு மையத்திற்கு இயந்திரங்களின் இட அமைவுகள் நகர்வு, உகந்தபாதை போன்ற தகவல்களை தருகின்றது.

அளவாய்வு (Survey)



மூன்று நில அளவியலாளர்கள் ஒரு வார காலத்திற்கு செய்யும் பணியை GNSS உதவியுடன் ஒரு ஆய்வாளர் ஒரே நாளில் செய்து முடிக்க இயலும். தேவைப்படும் புதிய நில அளவாய்வு இடத்தை

நிர்ணயித்து ஏற்கனவே உள்ள அளவாய்வு இடத்திற்கும் இவற்றிற்கும் இடையேயான தூரம் மற்றும் கோணங்களை அமைப்பதன் மூலம் இவை சாத்தியமாகின்றது.



1. **நுண்ணிய செயலி:** கணினியின் மைய செயலியின் அனைத்து செயல்பாடுகளையும் கொண்டுள்ள ஒருங்கிணைந்த மின்கற்றை.
2. **அலைவாங்கி:** ரேடியோ சமிக்கையை வேறொரு சமிக்கையாக மாற்றுவது.
3. **இயற்கூறுகள்:** பாறைகளின் பொதுவான இயற்பண்புகள் சார்ந்த.
4. **செயற்கை நுண்ணறிவு:** மனித நுண்ணறிவைக் கொண்டு செயல்படும் வேலையை செய்யும் கணினி அமைப்பு.
5. **எண்ணிலக்க முறையாக்கம்:** உரை, படம் மற்றும் ஒலி போன்றவற்றை எண்ணிலக்கமாக மாற்றும் முறை.

6. **நிலையொத்த சுற்றுப்பாதை:** புவியின் நீள்வட்டப்பாதையில் வலம் வரும் வேறொரு பொருள் சார்ந்த.
7. **ரேடார்:** கப்பல், விமானம் போன்றவற்றை கண்காணிக்கும் அமைப்பு.
8. **போட்டோகிராமேட்ரி:** வான்வெளிபுகைப்படத்தில் உள்ள பொருட்கள் மற்றும் நிலத்தோற்றங்களின் அளவுகளை மேற்கொள்ளும் ஒரு படிப்பாய்வு.
9. **ஆட்டோமேஷன் :** உற்பத்தி அல்லது பிற செயல்முறைகளில் செயல்படும் தானியக்கச் செயல்கள்
10. **களைக் கொல்லி:** தேவையற்ற களைகளை அழிக்கும் இராசாயன உரம்.

I. சரியான விடையைத் தேர்ந்தெடுத்து எழுதுக.

1. சரியாக பொருந்தாது எது?

- | | | |
|------------|---|-------------------------|
| அ) GPS | - | அமெரிக்க ஐக்கிய நாடுகள் |
| ஆ) GLONASS | - | இரஷ்யா |
| இ) GALILEO | - | ஜப்பான் |
| ஈ) BEODOU | - | சீனா |
| உ) IRNSS | - | இந்தியா |



2. GPS கீழ்க்கண்ட எத்தனை செயற்கைக்கோள் உடைய குழுமத்தைக் கொண்டுள்ளது?

- அ) 28 செயற்கைக்கோள்கள்
ஆ) 30 செயற்கைக்கோள்கள்
இ) 40 செயற்கைக்கோள்கள்
ஈ) 24 செயற்கைக்கோள்கள்

3. IRNSS நுகர்வோருக்கு அமைவிடத் தகவல் சேவையை இந்தியா மற்றும் இந்திய எல்லைக்கு அப்பால் ----- கி. மீ வரை வழங்குகிறது.

- அ) 2300 கி. மீ ஆ) 2000 கி. மீ
இ) 1000 கி. மீ ஈ) 1500 கி. மீ

4. பட்டியல் I ஐ பட்டியல் II உடன் பொருத்தி கொடுக்கப்பட்டுள்ள குறியீடுகளை பயன்படுத்தி விடையளிக்கவும்

- | | |
|---------------------|-----------------------------|
| அ) முதல் தலைமுறை | i) வெற்றிடக் குழாய் |
| ஆ) இரண்டாம் தலைமுறை | ii) டிரான்சிஸ்டர் |
| இ) மூன்றாம் தலைமுறை | iii) ஒருங்கிணைந்த மின்கற்றை |
| ஈ) நான்காம் தலைமுறை | iv) நுண்ணிய செயலி |
| உ) ஐந்தாம் தலைமுறை | v) செயற்கை நுண்ணறிவு |

குறியீடுகள்:

- | | | | | |
|---------|------|------|-----|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| அ) i) | ii) | iii) | iv) | v) |
| ஆ) ii) | i) | iii) | v) | iv) |
| இ) iv) | iii) | v) | ii) | i) |
| ஈ) iii) | ii) | i) | iv) | v) |
| உ) v) | iv) | iii) | ii) | i) |

5. கீழ்க்கண்டவற்றில் மண்ணியலில் பயன்படுத்தப்படாத தொலைநுண்ணுணர்வு நுட்பம் எது?

- அ) இயற்கூறுகள் சார்ந்த நிலவரைபடம் தயாரித்தல் ஆ) கட்டமைப்பு நிலவரைபடம் தயாரித்தல்
இ) வனவிலங்கு ஆய்வு ஈ) ஹைட்ரோகார்பன் ஆய்வு

6. கீழ்க்கண்டவற்றுள் சூரிய நிலை ஒத்த செயற்கைக்கோள் எது?

- அ) NOAA SESAT ஆ) TIROS
இ) SKYLAB ஈ) METEOSAT

7. உயிர்ப்புள்ள தொலைநுண்ணுணர்வின் அலைநீளம் 1மி.மீக்கு அதிகமாகவும் உயிர்ப்பற்ற தொலையுணர்வின் அலை நீளம் ----- வரையிலும் உள்ளது.

- அ) 0.4 - 1.0 மி. மீ ஆ) 0.8 - 2.0 மி. மீ
இ) 0.2 - 1.0 மி. மீ ஈ) 0.6 - 0.4 மி. மீ

8. பின்வருவனவற்றுள் உலகின் அதிவேக கணினி எது?

- அ) சன்வே டை ஹு லைட் (Sunway taihuLight) ஆ) சம்மிட் (Summit)
இ) பிரத்யூஸ் (Pratyush) ஈ) பரம் 10000 (Param 10000)

9. GNSS ன் சுற்றுப்பாதை புவிப் பரப்பிலிருந்து ----- கி. மீட்டர் உயரத்தில் அமைந்துள்ளது.

- அ) 15,000 ஆ) 20,000
இ) 10,000 ஈ) 22,000

10. கீழ்க்கண்டவற்றுள் எது புவிநிலை செயற்கைக்கோள் ?

- அ) INTELSAT ஆ) Corona
இ) MIDAS ஈ) SAMOS

II. மிகக் குறுகிய விடையளி

- உயிர்ப்புள்ள மற்றும் உயிர்ப்பற்ற உணர்விகளை வேறுபடுத்துக.
- கலிலியோ GNSS – சிறு குறிப்பு வரைக.
- உலகின் முதல் GNSS அமைப்பு எது? இந்திய GNSS அமைப்பின் பெயரைக் குறிப்பிடுக.
- Drone – சிறு குறிப்பு வரைக.
- IRNSSன் சேவைகள் ஏதேனும் இரண்டினை எழுதுக.

III. குறுகிய விடையளி

- செயற்கைக்கோள்களின் மூன்று வகையான சுற்றுவட்டப்பாதைகளை எடுத்துக்காட்டுடன் குறிப்பிடு.
- BeiDou GNSS – சிறு குறிப்பு வரைக.
- உளவு செயற்கைக் கோளின் பண்புகளில் ஏதேனும் மூன்றினை எழுதுக.
- GLONASS பற்றி சுருக்கமாக விளக்குக.
- புவிநிலை செயற்கைக்கோள் மற்றும் சூரிய நிலை செயற்கைக்கோளை வேறுபடுத்துக.

IV. விரிவான விடையளி

- தொலை நுண்ணுணர்வுக் கூறுகளைப் பற்றி விரிவாக விளக்குக.
- GISன் செயல்பாடுகள் ஏதேனும் மூன்று பற்றி விரிவாக விளக்குக.
- புவிப்பரப்பு சுரங்கம், துல்லிய வேளாண்மை மற்றும் துறைமுகத்துறை தானியக்கம் போன்றவற்றில் GNSS ன் பயன்பாடுகள் குறித்து விளக்குக.



மேற்கோள் நூல்கள்

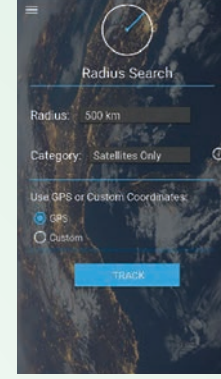
- Burrows, William E. Deep Black: Space Espionage and National Security. New York: Random House, 1986.
- Fundamentals of Remote Sensing, S. C. Bhatia



இணையச் செயல்பாடு

புவித் தகவலியல்

இந்த செயல்பாடு மாணவர்களுக்கு விண்வெளியில் எப்படி இருக்கும், செயற்கை கோள் எவ்வாறு வேலை செய்கிறது, அட்சரேகை என்றால் என்ன தீர்க்க ரேகை என்றால் என்ன போன்ற கேள்விகளுக்கு பதில் அளிக்கிறது.



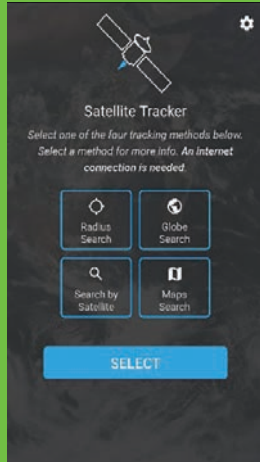
படிகள்

படி -1: URL அல்லது QR குறியீட்டினைப் பயன்படுத்தி இச்செயல்பாட்டிற்கான இணையப்பக்கத்திற்கு செல்க. அங்கு பக்கம் ஒன்று நான்கு விருப்பத் தேர்வுகளுடன் திறக்கும்.

படி -2: இந்த செயலியின் மூலம் நாம் உலகையே சுற்றி வரலாம்.

படி -3 நமக்கு விருப்பமான ஒன்றை தேர்வு செய்து அதில் கொடுக்கப் பட்டுள்ள வழிகாட்டல் படி செய்து பார்க்கவும்

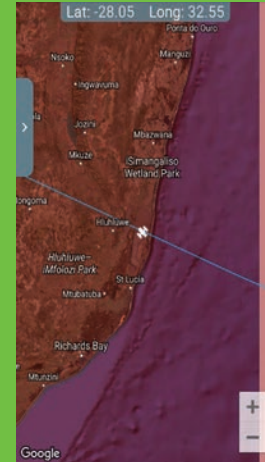
படி -4இதில் Radius search and Map search தெரிவுகள் மிக நன்றாக பணி செய்கின்றன.



படி 1



படி 2



படி 3

உரலி

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.trusty.ty.satellite>

*படங்கள் அடையாளத்திற்கு மட்டுமே.



B232_12_GEO_TM