

CUPRINS

Prefață	9
Introducere	13
Capitolul 1. Teledetecția – definiție, date generale	15
1.1. Definiția teledetecției și importanța sa pentru geografie	15
1.2. Științele, disciplinele și domeniile de sprijin pentru teledetecție	17
1.3. Ramurile teledetecției.....	19
1.4. Istoricul apariției și dezvoltării teledetecției	21
1.5. Utilizarea teledetecției în diferite domenii practice și științifice	22
Capitolul 2. Direcțiile de studiu și cercetare, specifice teledetecției ...	24
2.1. Cercetarea mediului terestru	24
2.2. Cercetarea Universului.....	25
Capitolul 3. Teledetecția și spectrul electromagnetic	36
3.1. Definiția spectrului electromagnetic și semnătura spectrală.....	36
3.2. Geneza radiațiilor electromagnetice și sursele acestora.....	36
3.3. Comportamentul radiațiilor electromagnetice la traversarea atmosferei și în momentul interacțiunii cu diferite medii și elemente (transmisia, propagarea, amplificarea, reflexia, refracția, difracția, dispersia, difuzia, absorbția, interferența).....	39
3.4. Caracteristici și proprietăți ale radiațiilor electromagnetice	44
Capitolul 4. Teledetecția satelitară	48
4.1. Definiție și date generale.....	48
4.2. Sateliții de teledetecție, aspecte generale	49
4.3. Lansarea pe orbită a sateliților artificiali și centrele de lansare ale acestora	49
4.4. Caracteristicile de zbor și cele orbitale ale sateliților.....	51
4.5. Sisteme de teledetecție satelitară	53
4.5.1. Landsat	53
4.5.2. Meteosat	53
4.5.3. QuickBird.....	54

4.5.4.	Aster.....	55
4.5.5.	Ikonos.....	56
4.5.6.	Worldview.....	56
4.5.7.	SkySat	58
4.5.8.	TerraSaR	58
4.5.9.	Pleiades	59
4.5.10.	KOMPSAT	60
4.5.11.	SPOT.....	61
4.5.12.	Sentinel	62
Capitolul 5. Modalități de obținere ale imaginilor de teledetecție.....		63
5.1.	Mijloacele pasive de teledetecție	63
5.2.	Mijloacele active de teledetecție	64
5.2.1.	Mijloace multispectrale	65
5.2.2.	Radarul	67
5.2.3.	Lidarul	69
5.2.4.	Sonarul	70
Capitolul 6. Rezultatele (produsele) activităților de teledetecție		71
6.1.	Aspecte generale	71
6.2.	Caracteristici de ansamblu ale produselor de teledetecție	72
6.2.1.	Caracteristici generale	72
6.2.2.	Caracteristici geometrice.....	75
6.2.3.	Caracteristici fotografice sau vizuale, efectul deplasării laterale, efectul topografic și efectul radial	78
6.3.	Aerofotogramele	83
6.3.1.	Dubletul, tripletul, banda, mozaicul, ortofotoschema, ortofotoplanul, ortofotoharta	84
6.3.2.	Modelul stereoscopic, metoda anaglifelor, fotoredresarea, corecții aplicate aerofotogramelor, aerotriangulația și diverse prelucrări ale imaginilor	87
6.4.	Imaginile satelitare	91
6.4.1.	Clasificări și caracteristici	91
6.4.2.	Scara și diferitele tipuri de rezoluție (spațială, spectrală și temporală). Indici spectrali. Histograma	94
6.4.3.	Baze de date și metadate, specifice imaginilor satelitare	101
6.4.4.	Corecții aplicate imaginilor satelitare (geometrice, radiometrice, atmosferice, aplicarea de filtre).....	102
Capitolul 7. Analiza și interpretarea imaginilor de teledetecție		105
7.1.	Principiile analizei și interpretării	105

7.2. Criteriile de analiză și interpretare	111
7.2.1. Criteriile directe.....	112
7.2.2. Criteriile indirecte	118

Capitolul 8. Teledeteție aplicată ramurilor geografice și altor științe ori domenii apropiate de aceasta..... 127

8.1. Utilizarea teledeteției pentru meteorologie și climatologie	127
8.2. Utilizarea teledeteției în studiul apelor continentale.....	135
8.3. Utilizarea teledeteției în domeniul oceanografiei	139
8.4. Utilizarea teledeteției în glaciologie	142
8.5. Utilizarea teledeteției în domeniul geomorfologiei	146
8.6. Utilizarea teledeteției în domeniul pedologiei	148
8.7. Utilizarea teledeteției în analiza vegetației	150
8.8. Utilizarea teledeteției pentru studiul faunei	151
8.9. Utilizarea teledeteției în domeniul ecologiei	154
8.10. Importanța teledeteției pentru geografie și pentru cercetările specifice	155
8.11. Relația teledeteție – cartografie	156
8.12. Teledeteția riscurilor geografice	156
8.13. Utilizarea teledeteției pentru identificarea resurselor minerale	158
8.14. Teledeteție aplicată în arheologie	160
8.15. Aplicații ale teledeteției în domeniul planificării teritoriale.....	161
8.16. Teledeteția aplicată în utilizarea terenului	162
8.17. Utilizarea mijloacelor de teledeteție în cadastru	164
8.18. Utilizarea teledeteției în amenajarea spațiului	165
8.19. Utilizarea teledeteției în silvicultură	166
8.20. Utilizarea teledeteției pentru agricultură.....	169
8.21. Teledeteția în domeniul transporturilor	173
8.22. Utilizarea teledeteției în domeniul militar	173
8.23. Utilizarea teledeteției în investigarea accidentelor aviatice, navale, industriale și pentru operațiuni de salvare.....	176
8.24. Utilizarea teledeteției în activitatea didactică	179

Bibliografie	181
---------------------------	------------

PREFAȚĂ

Cursul „Elemente de teledetecție aplicate în geografie”, elaborat de lector dr. *Florin Achim*, este destinat studenților de la specializările „Planificare teritorială” și „Meteorologie – Hidrologie” din cadrul Facultății de Geografie a Universității București. Acesta răspunde unei cerințe esențiale a învățământului superior: însușirea și utilizarea de către viitorii profesioniști a celor mai avansate tehnici și metode de investigarea a mediului geografic. Teledetecția este una dintre ele, făcând posibilă observarea cu mare acuratețe a suprafeței terestre, achiziționarea și exploatarea unui volum uriaș de informații (imagini și măsurători) despre Pământ, despre elementele și fenomenele din mediul nostru de viață.

Înțelegem de ce autorul s-a arătat preocupat ca, din primele pagini ale cursului, să lămurească conținutul termenilor de „teledetecție” și „teledetecție geografică”.

În ceea ce privește termenul de „teledetecție”, avea să se recurgă mai întâi la sensul strict etimologic, acela de detecție de la distanță, ca apoi să se ajungă la accepțiunea de tehnică de observare a Pământului și a Universului. Mai mult, teledetecția este considerată o tehnologie în care se succed anumite etape și operațiuni. Într-adevăr, teledetecția – ne referim la teledetecția spațială – presupune un flux de operațiuni tehnice: captarea de la distanță (spațiul aerian, spațiul cosmic) a undelor electromagnetice emise sau remise de suprafața terestră cu ajutorul senzorilor instalați la bordul platformelor aeriene (avioane, elicoptere, drone) sau pe platforme spațiale (sateliți în special, dar și stații și sonde spațiale); transmiterea informației (tot unde electromagnetice) la stațiile terestre; transformarea undelor electromagnetice în imagini și hărți digitale, în indici cantitativi și stocarea acestora; procesarea imaginilor / datelor geospațiale și realizarea documentelor derivate (imagini în culori naturale și false, imagini în anumite benzi spectrale și imagini compozite; hărți satelitare / spațiale; Modele Numerice de Teren / DEMs; seturi de indici calitativi și cantitativi privitori la constituenții mediului terestru: aer, ape continentale și oceanice, vegetație și soluri, rocă și relief, așezări, culturi agricole, căi de transport terestru etc.); diseminarea rezultatelor, respectiv livrarea produselor

specifice către diferiți utilizatori din sfera cercetării științifice și din domeniul aplicațiilor practice.

Sintagma „teledeteție geografică”, pe care o reținem din conținutul cursului, este explicată de către lector dr. Florin Achim prin diversitatea aplicațiilor pe care aerofotogramele și imaginile satelitare le au în cercetarea geografică actuală.

În structura cursului găsim, în prima parte, capitolele referitoare la bazele fizice și tehnice ale teledeteției: principiile teledeteției electromagnetice, structura spectrului electromagnetic, comportamentul undelor electromagnetice emise sau remise de către suprafața terestră (reflexia, refracția, difracția, absorbția, difuzia). Apoi, conținutul este desfășurat pe cele două ramuri ale teledeteției: aerofotogrammetria și teledeteția spațială (satelitară). Ponderea cea mai mare o dețin capitolele privitoare la teledeteția satelitară. Reținem aici că în mediile profesionale din occident, termenul de teledeteție se aplică numai pentru teledeteția satelitară (*Remote Sensing, télédétection*). De asemenea, teledeteția din spațiu a Pământului este desemnată prin expresiile „*Observarea Pământului*”, respectiv „*Earth Observation*”, „*L’Observation de la Terre*”.

Capitolele acestea cuprind o serie de subiecte specifice: sisteme de teledeteție (teledeteție pasivă și teledeteție activă), senzori de teledeteție (camere de televiziune, radiometre, radare, lidare) și imagerie satelitară (procesarea imaginilor; obținerea produselor de teledeteție derivate; interpretarea datelor geospațiale prin analiză vizuală și computerizată; livrarea materialelor finale către diferiți utilizatori).

În mod necesar, o parte importantă a cursului este consacrată aplicațiilor teledeteției în științele geografice (geografie generală, geografie regională, științele geografice de ramură / particulare) și în numeroase domenii economice și inginerești, grație volumului enorm de date de înaltă calitate referitoare la suprafața terestră, la mediul nostru de viață. Cu cele 24 de subiecte, câmpul aplicațiilor a extins sfera convențională a obiectului geografiei, apelând la o serie de noi direcții, ceea ce a dezvoltat aria tematică a aprofundărilor prin exemplificări și demonstrații. Sunt aduse în atenție aplicații în meteorologie și climatologie, în hidrologie și oceanografie, în biogeografie și ecologie, dar și în agricultură și silvicultură, în planificarea teritorială etc.

Avem certitudinea că materialul realizat, în formă tipărită și electronică, de lector dr. *Florin Achim*, își va îndeplini cu succes rolul de suport informațional pentru studenții geografi, stimulați fiind de avantajele

teledeteției și aerofotogrammetriei în cercetarea mediului terestru, atât prin observații în timp-real, cât mai ales prin exploatarea bazelor de date geospațiale.

Conf. univ. dr. Vasile Loghin

INTRODUCERE

În studiul geografiei, se remarcă o serie de discipline ce sunt menite să asigure pregătirea studenților pentru cercetare și utilizarea mijloacelor de cercetare în vederea obținerii de informații și rezultate. În ultimele decenii se observă ascensiunea teledetecției, în studiile și cercetările geografice, pusă tot mai mult în evidență de către dezvoltarea mijloacelor și programelor informatice și punerea lor în slujba învățământului.

Pentru geografie teledetecția este, alături de cele spuse mai sus, totodată și o disciplină de studiu menită să prezinte principiile și metodele specifice acestui domeniu, considerat mai degrabă tehnic, cu rol de observare de la distanță asupra elementelor mediului geografic.

Prezenta lucrare prin titlul său „Elemente de teledetecție aplicate în geografie”, aflat în concordanță cu conținutul, își propune să prezinte o variantă aplicată a teledetecției, dedicată tocmai domeniului geografic. Cum însăși geografia se poate studia în cadrul unor specializări precum sunt: mediu, planificare, meteorologie – hidrologie, cartografie și turism, ori geografia propriu zisă, iar obiectul de studiu are o complexitate deosebită și mai ales o desfășurare spațială și o dinamică temporală, putem spune că teledetecția aduce posibilități de explorare prin produsele sale, de tipul imaginilor, pentru toate acestea, constituindu-se astfel o direcție a sa, pe care o putem intitula chiar *teledetecție geografică*.

În conținutul lucrării, teledetecția este definită și prezentată prin domeniul său de preocupare, atât de ansamblu cât și din punctul de vedere al aportului pe care îl aduce geografiei, ramurilor sale și specializărilor de profil. Capitolele lucrării sunt axate pe studiul ramurilor de bază pe care le are teledetecția, iar pentru fiecare dintre acestea sunt scoase în evidență punctele de interes geografic, fiind aduse exemple de analiză asupra unor procese și fenomene, precum și momente sau proiecte destinate cercetării domeniului terestru, la fel și din spațiul Universului.

Cartea aceasta reprezintă un suport de curs, pentru introducerea în domeniul teledetecției, adresată studenților geografi de la nivelul de licență. Desigur că punerea în temă, cu noțiunile de teledetecție, poate fi făcută în orice etapă a activității profesionale, mai ales atunci când, prin proiectele urmate, suntem puși în contact cu imaginile de teledetecție și mai ales cu exploatarea acestora. Deși este o lucrare scrisă într-un format accesibil,

pentru înțelegerea conținutului sunt necesare cunoștințe de profil sau studii efectuate în paralel, legate de cartografie, informatică, dar și alte discipline din categoria celor fundamentale pentru geografie. Cartea este rezultatul unei activități îndelungate, legate de pregătire și predare, ea se bazează pe o intensă documentare, iar toate acestea au condus la o autenticitate a conținutului, acesta fiind dirijat, pe parcursul capitolelor, către sfera geografiei, inclusiv prin îmbinarea termenilor geografici cu cei de teledetecție.

Lect. univ. dr. Florin ACHIM

Capitolul 1

TELEDETECTIA – DEFINIȚIE, DATE GENERALE

Domeniul teledetectiei s-a extins foarte mult în ultima perioadă, desfășurată pe parcursul câtorva decenii, pe fondul cerințelor societății umane legate de utilizarea sa în cât mai multe direcții. Putem observa, totodată, faptul că teledetectia a început să interacționeze tot mai mult cu domenii și științe variate, ceea ce a introdus noi concepte și direcții de dezvoltarea a acesteia, chiar la o redefinire a sa.

1.1. Definiția teledetectiei și importanța sa pentru geografie

Definiție și terminologie specifică

Teledetectia s-a conturat drept *o știință tehnică ce se ocupă cu stabilirea și dezvoltarea tehnologiilor și metodelor necesare obținerii de imagini, de la distanță, asupra mediului terestru ori a spațiului cosmic sau a suprafețelor altor planete.*

Într-o definiție mai simplă, putem spune că, *teledetectia este știința (disciplina sau domeniul) ce se ocupă cu preluarea de imagini asupra mediului terestru de la înălțimea de plasare sau zbor a sateliților, avioanelor sau dronelor.*

În privința definiției, se remarcă abordări ce consideră teledetectia ca fiind *știință, tehnică, domeniu ș.a.*, dar mai ales *primele două* sunt scoase în evidență de către diferite lucrări. Considerăm că alegerea, uneia sau alteia, ține de perspectiva din care privim. Astfel pot fi diferențe între abordarea unui inginer față de cea a unui naturalist ce lucrează pe probleme de cercetare prin intermediul teledetectiei aplicate, unde primul vede teledetectia drept o tehnică (tehnologie), iar cel de al doilea, cel mai probabil, drept o știință. Totodată este cunoscut faptul că știința se formează în timp și prin evoluție calitativă și cantitativă asupra sferei de cuprindere, ori în ultimul timp teledetectia a evoluat foarte mult, față de jumătatea secolului trecut, putând fi astfel încadrată științei.

Teledetectia se ocupă cu obținerea unor imagini complexe, ce au în componență baze de date, menite să ne permită efectuarea de analize și

studii asupra subiectelor urmărite. Imaginile obținute pot avea un caracter permanent sau repetitiv cu vizualizare în direct (on-line) sau pe suport de stocare.

Noțiunea de teledetecție geografică este generată de teledetecția aplicată domeniului geografic, care la rândul său este foarte complex, cu o arie largă de cuprindere. Astfel alături de noțiuni precum: teledetecție geodezică, silvică, meteorologică etc., o putem alătura și pe cea de *t. geografică*, mai cu seamă că imaginile de teledetecție au devenit suport de studiu pentru toate disciplinele geografice, alăturându-se hărților.

Se poate spune că există o serie de condiții pentru ca activitățile de preluare ale imaginilor, de la înălțime, să poată fi încadrate teledetecției.

Astfel:

- imaginile nu se preiau de pe obiective înalte (clădiri, poduri, vârfuri montane etc.). Obiecția față de folosirea unor astfel de puncte de fotografiere este legată de faptul că nu asigură posibilitatea obținerii unei scări unitare, punct central, ș.a.;
- pentru obținerea imaginilor de teledetecție se utilizează, în mod obligatoriu, camere aerofotogrammetrice indiferent dacă acestea sunt pancromatice sau multispectrale sau în cazul sateliților senzori multispectrali, iar uneori dispozitive pancromatice. Nu pot fi considerate imagini de teledetecție fotografiile obținute, fie și din avion, prin utilizarea aparatelor de fotografiat, deoarece acestea nu au caracteristici fotogrammetrice;
- aparatele de zbor, folosite pentru activitățile de teledetecție, prezintă particularități de construcție legate de existența unor spații unde să poată fi amplasate sistemele de teledetecție cu fante de ieșire pentru obiective sau senzori, precum și caracteristici tehnice pentru asigurarea unor parametri de zbor constanți pe timpul parcurgerii traseului propus pentru obținerea imaginilor.

Pentru înțelegerea teledetecției trebuie să cunoaștem și etimologia termenului, pentru ai cunoaște originea și direcția de dezvoltare. Noțiunea de teledetecție provine din alăturarea cuvintelor: *tele* = distanță, depărtare, de departe (origine grecească) și *detecție* (detection, în franceză) = identificare, recunoaștere, observare ș.a.

Teledetecția poate fi înțeleasă, mai bine, dacă vedem și *structura* ei sau modul de formare, *componentele* din care este alcătuită. Astfel, putem observa faptul că o parte importantă a acesteia aparține *ingineriei* și *tehnicii* (electronică, aeronautică, inginerie satelitară), apoi informatica este o componentă importantă a sa, *fizică* (oferă date referitoare la spectrul

electromagnetic și optică), *astronomie, științele Pământului și domeniile aplicate*, toate contribuind la acest domeniu al teledetecției.

Locul teledetecției în cadrul geografiei ca știință este, în primul rând, cel de disciplină de studiu necesară pentru direcția de cercetare specifică a acesteia, alăturându-se astfel altor discipline. Pentru geografie teledetecția are rolul de a aduce informații noi și de actualitate despre structura și compoziția elementelor mediului geografic. Caracterul complex pe care îl au imaginile de teledetecție (satelitare, aerofotograme) permite realizarea de multiple analize și studii, atât cantitative cât și calitative. Imaginile pot fi surse de baze de date, cu informații statistice și grafice, pentru ramurile geografiei. Astfel se pot studia elemente precum sunt relieful, apele, atmosfera, vegetația, solurile, localitățile, gradul de populare, resurse etc. practic aici avem posibilitatea de a include cele mai multe direcții de studiu geografice, pe fondul distribuției lor teritoriale și al relațiilor spațiale dintre acestea.

1.2. Științe, discipline și domenii de sprijin pentru teledetecție

Teledetecția a apărut prin contribuția mai multor domenii și științe care au adus tehnologii și cunoștințe adecvate formării unei direcții de observare a spațiului de la distanță, în vederea obținerii de imagini, date și informații cât mai exacte și în timpul cel mai scurt.

Principalele științe și domenii ce constituie *bazele de sprijin* pentru teledetecție sunt: *electronica, aeronautica, ingineria satelitară, ingineria spațială, fizica, informatica, geodezia, topografia, cartografia, științele Pământului și astronomia*.

Electronica are o contribuție importantă prin faptul că aparatura și mijloacele de teledetecție sunt alcătuite din sisteme și dispozitive electronice, dintre cele mai complexe și avansate tehnologic, capabile să efectueze operațiunile de teledetecție în condiții de precizie și de calitate a execuției.

Aeronautica prin direcțiile sale legate de construcția aparatelor de zbor și conducerea acestora, este cea care asigură mijloacele de zbor pentru teledetecție prin intermediul avioanelor și al dronelor.

Ingineria satelitară a apărut în cea de a doua parte a secolului trecut și poate fi definită drept tehnica de a construi sateliți și de a-i plasa pe orbită, precum și dirijarea și supravegherea acestora pe parcursul aflării lor în serviciu.

Ingineria spațială este cea care se ocupă cu dezvoltarea tehnicilor de deplasare a unor vehicule în spațiul interplanetar, precum și a metodelor de explorare și observare a altor planete și a spațiului Universului. Navetele și

sondele spațiale au la bord tehnică de teledetecție, obținând imagini ale spațiilor îndepărtate unde acestea ajung.

Fizica este o știință ce are strânse și complexe legături cu teledetecția prin intermediul *opticii*, ce asigură dezvoltarea sistemelor de vizualizare de la mare distanță, precum și prin *știința spectrului electromagnetic* necesar sistemelor de teledetecție activă. Desigur implicațiile fizicii, asupra teledetecției, sunt mai largi pornind de la electronică, mecanică, până la o a ramură acesteia numită chiar astrofizică. Este evident că pentru a înțelege teledetecția este necesar să avem cunoștințe de fizică, privită drept știință a Pământului și a Universului.

Informatica este un domeniu ce a fost introdus încă de la început în dezvoltarea teledetecției. Imaginile sunt analizate și prelucrate prin intermediul programelor de calculator, fiind realizate numeroase softuri dedicate acestui domeniu. Programarea zborurilor spațiale, activitățile satelitare, planurile de fotografiere, inclusiv pentru utilizarea dronelor în teledetecție, toate acestea se desfășoară prin aplicații informatice. Dezvoltarea deosebită pe care a avut-o informatica la începutul anilor 2000, proces ce continuă și astăzi, a fost resimțită și în teledetecție unde au fost realizate numeroase modificări de tehnologie precum și asupra modului de analiză și interpretare al imaginilor.

Geodezia este cea care asigură metodele de culegere, de către sateliți, ale datelor referitoare la parametri morfometrici ai mediului terestru, precum și o poziționare a sateliților. Analizele de teledetecție au condus la dezvoltarea unui subdomeniu de teledetecție geodezică.

Implicațiile topografiei în domeniul teledetecției sunt legate de aplicațiile în utilizarea aerofotogrammelor. Pe suportul acestora se pot determina puncte topografice fie prin măsurători directe prin intermediul camerelor aerofotogrammetrice, ori ulterior prin metode de triangulație. Putem spune că topografia aduce metode specifice de utilizare a aerofotogramelor în vederea aplicațiilor asupra unor forme de relief fragmentate și greu accesibile, pentru amenajarea spațiului și planificare teritorială.

Cartografia este cea care aduce, în teledetecție, posibilitatea prelucrării imaginilor prin intermediul proiecțiilor cartografice, precum și prin produsele comune cum sunt ortofotoplanul, ortofotoharta etc.

Științele Pământului sub forma unei categorii largi unde sunt incluse științe și domenii ce utilizează imaginile de teledetecție, pentru obținerea de date și informații, precum și pentru realizarea de studii și analize asupra unor elemente cu desfășurare teritorială și spațială. Exemplele sunt legate de: geografie, meteorologie, climatologie, hidrologie, ecologie, amenajarea

teritoriului și multe altele, toate acestea deschizând o serie de subdomenii ale teledetecției aplicate.

Astronomia prezintă interes pentru teledetecție prin faptul, că exploatarea Universului, presupune obținerea de imagini ale planetelor și galaxiilor îndepărtate. Tehnologiile de teledetecție sunt amplasate la bordul tuturor vehiculelor spațiale de unde recepționează unde electromagnetice, pe care le transmit către Terra, fiind ulterior transformate în imagini.

1.3. Ramurile teledetecției

Pe fondul utilizării tot mai intense a teledetecției, în diferite domenii, precum și al evoluției și dezvoltării tehnologice în cadrul său se pot individualiza o serie de ramuri.

Teledetecția are următoarele ramuri:

- aerofotogrammetria;
- teledetecția satelitară;
- teledetecția spațială, a Universului;
- fotogrammetria;
- analiza și interpretarea imaginilor de teledetecție;
- teledetecția aplicată (a suprafeței terestre, a Universului, atmosferei, oceanelor etc.)

Aerofotogrammetria este ramura prin care teledetecția se ocupă cu obținerea de imagini, (aerofotograme) analogice sau digitale, asupra unor porțiuni ale suprafeței terestre, de la înălțimea de zbor a unui aparat cum ar fi avionul, elicopterul sau drona. Materialele rezultate în urma acestor activități se numesc *aerofotograme*, ele fiind realizate de la o înălțime de zbor variabilă, în funcție de aparat și scopul pentru care sunt realizate acestea, însă în cadrul atmosferei sau chiar al troposferei. O preocupare a aerofotogrammetriei este aceea ce a obține imagini cu caracteristici specifice legate de posibilitatea de a fi prelucrate ulterior în laborator. Aerofotogramele se obțin prin utilizarea de camere aerofotogrammetrice instalate pe aparatul de zbor. Acestea pot fi pancromatice sau multispectrale.

Teledetecția satelitară se ocupă cu obținerea de imagini, de la distanța la care se află sateliții, având drept subiect Pământul și componentele mediului geografic, pornind de la cele fizico – geografice apoi cele de natură antropică, ecologie, forma și dimensiunile planetei, etc. Materialele obținute se numesc *imagini satelitare*.

Teledetecția spațială sau a Universului a fost folosită încă de la începutul erei spațiale în vederea obținerii de imagini asupra altor planete, pe măsură ce diferite misiuni spațiale au ajuns în apropierea planetelor din Sistemul Solar. Acest tip de teledetecție se face prin utilizarea senzorilor multispectrali, de tipul teledetecției pasive, care percep radiațiile emise sau reflectate de către planetele studiate. Obținerea de imagini complexe, asupra spațiilor planetelor, este principalul obiectiv al misiunilor spațiale, alături de obținerea de analize prin intermediul sondelor, coborâte pe suprafețele acestora. Teledetecția spațiului extraterestru se face și prin intermediul telescoapelor spațiale, care obțin imagini multispectrale asupra galaxiilor îndepărtate. Telescoape mai cunoscute sunt: Hubble, Kepler etc.

Fotogrammetria este ramura, chiar un subdomeniu ce aparține teledetecției, ce are drept obiectiv efectuarea de măsurători precise pe suportul aerofotogramelor, atât pe ansamblu cât și pe elemente reprezentate, în vederea obținerii de date și baze de date, pregătind astfel materialul de teledetecție, pentru utilizarea în domeniile și ramurile dedicate pentru fotointerpretare precum și pentru actualizarea sau realizarea planurilor și hărților.

La rândul său fotogrammetria are o serie de subramuri, ce pot fi grupate după diferite criterii:

- fotogrammetria analogică;
- fotogrammetria digitală;
- fotogrammetria analitică;
- fotogrammetria topografică (cartografică);
- fotogrammetria planimetrică;
- fotogrammetria aplicată.

Analiza și interpretarea imaginilor de teledetecție este acea ramură care se ocupă cu aplicarea unor reguli și norme standard în vederea utilizării, corespunzătoare unui anumit nivel optim a conținutului pe care îl au imaginile. Analiza și interpretarea presupune recunoașterea tuturor elementelor de pe imagine, identificarea lor pe categorii științifice sau de utilizare, înțelegerea relațiilor existente între componentele mediului de pe imagine, observarea proceselor și fenomenelor de pe imagine.

Analiza și interpretarea imaginilor se bazează pe o serie de *principii* și *criterii* directe și indirecte de lucru. Prin cunoașterea lor operatorii ajung la un mod de lucru unitar, eliminând astfel deficiențele de exploatare asupra conținuturilor imaginilor.