

## A TÁVÉRZÉKELÉS

Általában távérzékelésen a különböző célú adatfeldolgozások számára a vizsgált objektumról nem közvetlen kapcsolat alapján történő olyan információszerzést értünk, amely alkalmas a vizsgált objektumok geometriai paramétereinek, fizikai tulajdonságainak, tartalmának stb. közvetett úton való meghatározására. Mindezt pedig az elektromágneses (EM)-spektrum által közvetített adatokkal szolgáltatja, tehát a távérzékelés információ-közvetítő közegei az elektromágneses hullámok. Mint tudjuk, minden tárgy és jelenség (ami fizikai elemekből épül fel), illetve ezek környezetben való megjelenése, tulajdonsága szoros összefüggésben van az egész elektromágneses (EM) spektrummal. Ez az összefüggés általában az egész EM spektrumra vonatkoztatva folyamatos, és a fizikai építőelemek állapotától, tulajdonságaitól szét nem választható (jelen tudásunk szerint). Tehát ezek az összefüggések az EM sugárzással (amit a környezetünk minden objektuma kibocsát) a térben "továbbterjednek", így távolabb is észlelhetővé válnak. Ebből következik, hogy a távérzékelési eljárások ennek az EM sugárzásnak, illetve egyes részeinek észlelésén alapulnak.

### ALKALMAZHATÓ TÁVÉRZÉKELÉSI ESZKÖZÖK AZ OPTIKAI TARTOMÁNYBAN

Az optikai-fotó egyidejű képalkotású felderítő-távérzékelő eszközök kifejlődése időben jóval megelőzte az egyéb (pl. infravörös radiométer, radar) távérzékelő berendezéseket. A fényérzékeny lemezen való képrögzítés már több, mint száz éve ismert. A fényképezés fő előnye az, hogy egy időben, nagy területekről egységes geometriával lehet információt szerezni, ez ezt a módszert korán a felderítés egyik fő eszközévé tette. A fényképezés kiterjesztése az infravörös tartományra pedig még szélesebb alapokra helyezte környezetünk objektumainak felismerését, értékelését. A használatos fotogrammetriai mérőkamarák legfőbb tulajdonsága, hogy optikájuk gyakorlatilag elrajzolásmentes, és pontosan ismert az optika főtávjának és a kép síkjának a távolsága. A mérőkamarák (és egyéb fotografiai berendezések) által, az optikai rendszerük segítségével rendezett sugárnyaláb a képsíkban filmre rögzítődik. A filmek érzékenyséjük és felbontóképességük szerint többféle célra használhatók. A filmek érzékenysége attól függ, hogy az információt rögzítő ezüstvegyületet milyen hullámhosszokra érzékenyítik. A távérzékelésben legelterjedtebb a pánkromatikus film. A látható tartomány egészére érzékeny, így tónushatása, szétválasztó-képessége nagyon jó. További előnye, hogy jó felbontással rendelkezik (1. ábra: Középkori erődítmény megjelenése fekete-fehér légifelvételen). Ennek oka az egyetlen emulziós réteg (kis mértékű torzulás, csúszkálás) és az elfogadhatóan kis szemcsenagyság. Főleg növényzetvizsgálati, illetve felderítési célokra kifejlesztettek ún. színes-infravörös vagy hamisszínes filmeket is. Ugyanis az úgynevezett klorofill-hatás miatt a növényzet nagyon erősen veri vissza az infrában a napsugárzást (2. ábra: Erődítés képe infravörös fényképen). Ezért itt a képalkotásban részt vesz egy IR érzékeny emulziós réteg is. Fontos megjegyezni, hogy a filmek érzékenyítése az IR tartományokra csak kb. a 0,9  $\mu\text{m}$ -es határig lehetséges, ami a Nap infravörös sugárzási tartományába esik.

A térképező letapogató (pásztázó) radiométerek egészen más elven működnek. Egy forgó tükör, vagy prizmarendszer a hordozó járművekre (általában) merőlegesen letapogatja a felszínt. A sugárzás átjutva egy optikai egységen, egy úgynevezett "képszeletelő" zárszerkezeten keresztül leggyakrabban színbontó rácsszerkezetre (elviékben prizmára), vagy szűrőkre jut. A hullámhossz szerint szétbontott sugárzást ezek után több detektor (vagy detektorsor) érzékeli (multispektrális üzemmód). Fő felhasználási körük emiatt azonban nem

a térképészet (hiszen véletlenszerű geometriai torzulásaik miatt nagy pontosságú felmérésre nem is alkalmasak), hanem a terepről való sokrétű fizikai információszerzés, mivel a terepi objektumokról több hullámhosszon egybevágo geometriájú képeket szolgáltatnak. A szkennerek első családját az egyidejű, azonos geometriájú információszerzés igénye hozta létre. Ezek általában repülőgépre telepített rendszerek voltak. Az első, mindenki számára hozzáférhető űr-távérzékelési letapogató-rendszerek a Landsat műholdon elhelyezett berendezések, először az MSS, majd a TM és TM+ rendszer (3. ábra: Lineáris földalatti vonalrendszer LANDSAT felvételen, 30 m-es felbontás). A fejlesztések jelenleg részben a nagyobb spektrális felbontás, részben a nagyobb terepi felbontás elérésére irányulnak (4. ábra: Földalatti objektumok Quick Bird MS űrfelvételen, 4 m-es felbontás).

## **FOTÓINTERPRETÁCIÓ (KÉPÉRTELMEZÉS)**

A fotóinterpretáció a távérzékelte képek minőségi jellegű feldolgozását, értelmezését jelenti. Itt az egyik legfontosabb kérdés, hogy egyáltalán mi az, amit keresünk a képen (mi a vizsgálódásunk célja), azért, hogy bizonyos feladatok megoldását támogassuk. Ugyanis a bennünket környező világ bonyolult, tehát teljességében nem vizsgálható. Ezért modellt kell alkotni valamilyen megfontolásokkal. Ha ezek a megfontolások, és az ez alapján kialakított modellek tévesek, akkor bármit értékelünk ki, nem érhetünk el eredményt. Lefordítva a szűken vett fotóinterpretációra, az egyszerűsített vizsgálatok cél-objektumainak, jelenségeinek reprezentálni kell a modellt (az egyszerűsített valóságot).

Ennek a modellnek a leírása szintén többféle lehet. Leggyakrabban a viszonylag bonyolult természeti és antropogén formákból vezethető le (pl. szennyeződések, erdőfelületek állapota, talajsebek, füst, stb.). A képek értelmezésének jelentős része megmarad az ilyen típusú modelleknél, mivel ezek egyértelműen utalnak a valós világra, igaz, hogy a használt modell mindenképpen nagyon egyszerű. Igazából a modell-meghatározás leghatásosabb az úgynevezett indikátorok segítségével (talajelváltozások, nedvességi anomáliák stb.). Ekkor ugyanis olyan jelenségek bevonására is lehetőség van, amelyek reprezentációs foka magas, igaz, hogy közvetlenül nem értelmezhetők (földalatti objektumok), míg az indikátorok jól azonosíthatók. Igaz, hogy sok háttértudás szükséges alkalmazásukhoz (5. ábra: Földalatti objektum fekete-fehér infravörös fényképen).

A további lépés ezek után az, hogy most már mit keresünk konkrétan a képen. Meglehetősen sok háttérinformáció alapján lehet erre a kérdésre válaszolni, hiszen tulajdonképpen a kérdés az, hogy hogyan néz ki a képen, amit keresünk. Tehát az objektum- és jelenség-meghatározáskor először is a jelenségek közötti kapcsolatokat kell definiálni. Fotóinterpretációnál akkor van nehezen megoldható kérdés eszerint, amikor sehogy sem látszik az, amit keresünk. Végül megjegyzendő, hogy a modellalkotás természetesen függ az adatgyűjtési lehetőségektől (milyen filmanyag, mikor készült, stb.).

## **A KATONAI FOTÓINTERPRETÁCIÓ SPECIÁLIS KÉRDÉSEI**

A katonai távérzékelés nem csak a természetben meglévő objektumok, jelenségek vizsgálatával foglalkozik, hanem ezek rejtési kérdéseivel is. A térképészeti alkalmazások gyakorlatilag ugyanazokat a módszereket alkalmazzák, mint a polgári eljárások, tulajdonképpen a hordozóeszközök paramétereiben van eltérés. Ez részben a repülési magasságnál, részben a repülési (és adat rögzítési) sebességnél jelentkezik. Ehhez jön még az álcázás, amihez kapcsolódóan meg kell jegyezni, hogy a technikai fejlődés miatt egyre nagyobb szerep jut a kiértékelő személy logikai szétválasztó-képességének, valamint a multitemporális (többidejű) vizsgálatoknak. Tehát a fotóinterpretáció egyik fő feladata ebben

az esetben arra a kérdésre válaszolni, mi az igaz és a hamis, valamint milyen lehetőségek vannak a nem látható objektumok felderítésére?

A felderítés egyik, talán a legtöbb félremagyarázásra okot adó jelenségét a légi és az űrtechnika fejlődése hozza magával. Sok esetben szlogenként kezelik azt a kijelentést, hogy a világűrben "minden látszik", tehát a légi-felderítésnek nincs jövője. A valóság az, hogy a két technika egymás mellett fejlődik. A fő különbség a bevetések periodicitásán, az időpontok lehetőségeiben van. Míg a mesterséges holdak kötött pályán mozognak, egy adott terület fölé tehát csak meghatározott időközönként juthat el (6. ábra: Fotofelderítő mesterséges hold felvétele (Corona, 1,5 m-es felbontás). Ennek ellensúlyozása a békében való felderítés lehetősége, valamint a viszonylagos sebezhetetlenség. A másik oldalon a repülőgépek veszélyeztetettsége, de a bármelyik időpillanatban való bevethetőség áll. Ez alapján kimondható, hogy a két lehetőség között nincs valós verseny, sőt a technikai lehetőségeket tekintve a légi-felderítés bizonyos előnyben van. Általában a katonai jellegű távérzékelés is a képek tónus, szín és világossági értékeit használja fel. Ugyanazoknak a fizikai törvényszerűségeknek alapján történik mindez, mint általánosan a polgári életben (7. ábra: betemetett erőd infravörös fényképen). Tehát gyakorlatilag nincs a tárgyakon áthatoló "csodaeszköz".

A katonai felderítésnek van egy állandóan a figyelem középpontjában lévő része, az űrfelderítés. Alapeszközei teljesen megegyeznek a távérzékelő rendszerek fejezetben tárgyalt eszközökkel. A különbség esetleges speciális jellegükben és az alkalmazás körülményeiben van. Ezért néhány szóval ki kell térni rájuk. Napjainkban is a legfontosabb felderítő eszközök a fotóberendezésekre épült rendszerek csoportjába tartoznak. Ennek oka a nagyfokú geometriai megbízhatóság és a felbontóképesség. Nincs másik eszköz, amelyik ilyen homogén geometriai adatszolgáltatás mellett olyan felbontóképességet produkál, ami eléri a légkör optikai felbontásának határát. Ezért van az, hogy a fotófelderítő mesterséges holdak még mindig a nagyobbik részét teszik ki az ilyen célú rendszereknek. Az eltérés a polgári űrtávérzékeléstől talán ebben a legszembetűnőbb. Ugyanis a katonai felderítés számára a fotófelvételek továbbítására, gyors értékelésére rendelkezésre állnak azok a pénzforrások, amelyek lehetővé teszik az ehhez szükséges a drága eljárásokat (kazetták leküldése, fedélzeti szkennelés stb.).

Természetesen a katonai távérzékelés is felhasználja a többi lehetőséget, különösen azokat, amelyek az IR vagy a mikrohullámú tartományban működnek. Ezek a digitális rendszerek gyors, nagy spektrális felbontást eredményező eljárásokon alapulnak, noha geometriai felbontásuk napjainkban is csak közelíti a fotográfiai felbontást (8. ábra: Földalatt objektumok Quick Bird űrfelvételen, 0,6 m-es felbontás). De ez a közelítés már ott tart, hogy elvileg alkalmazható minden nagyfelbontású polgári eljárás „kemény” katonai felderítési célokra is. Fő feladatuk többek között az előrejelzés, nagyobb csoportosulások mozgásának követése, minőségi paraméterek meghatározása.