

A BIO-TÉRINFORMATIKA ELVI KÉRDÉSEI ÉS FELÉPÍTÉSE

DR WINKLER GUSZTÁV

1. A BIO-TÉRINFORMATIKAI RENDSZEREK MEGVALÓSÍTÁSI FELTÉTELEIRŐL

11. A humán célú információs rendszerek kérdése

A térinformatikai rendszerek felépítéstérét „általános” esetben alapvetően meghatározza a megkívánt információk adatsűrűsége, illetve az, hogy mekkora térben tervezzük a működést. E kettő célszerű ötvözete hozza létre a felhasználó általi kényelmes adatkezelés, feltöltés, elemzés körülményeit. Tehát a „tér” lehatárolása, a „tér” képének létrehozása mindenképpen a rendszer alapját képezi. Ezzel nincs is különösebb gond, a gyakorlatban a vizsgálati terület térképe képezi a geometriai alapokat. Továbbá ehhez a térképi alaphoz kapcsolódnak azok az információk, amelyek szükségesek bizonyos feladatok végrehajtásához, az elemzéshez, és ezek az információk nyilvánvalóan egységes adatbázist képeznek (egyébként nem tudnának „együtműködni”).

Más a helyzet akkor, ha mint esetünkben, emberek, embercsoportok vizsgálatát kívánjuk egy térinformatikai rendszerrel segíteni, illetve a vizsgálatok adatait összegyűjteni akár későbbi elemzésekhez is. Itt körültekintőbben kell eljárni, hiszen elég csak az orvosi titoktartáshoz hasonló megkötésekre gondolni.

Az első, látszólag szakmai kérdés a „térképpel” függ össze. Meg kell vizsgálni, hogy a rendszer az egyes emberek szintjén valósuljon meg, kisebb közösségek szintjén, vagy egy nagyobb társadalmi csoportra vonatkozzon a sajátos statisztikai és térbeli elemzések lehetőségével is. A következő dolog, ami fontos, legyen-e egységes adatbázis, vagy az egyes személyek leíró jellegű adatrendszere, esetleg csak a szomatoinfra vizsgálatokat segítő segédinformációk rendszere. És végül ehhez kapcsolódnak a kérdések, kell-e egyáltalán ilyen „mindenre használható” adatbázis, műszakilag lehet-e tényleg hasznosat készíteni, és legfőképpen szabad-e olyan egységes rendszert kialakítani, amely segítségével az egyes személyek adatai a felhasználók előtt nyitva állnak az elemzések, újszerű információk elérése céljából.

12. Egyéni adatrendszer, területi adatrendszer és a térinformatikai alap

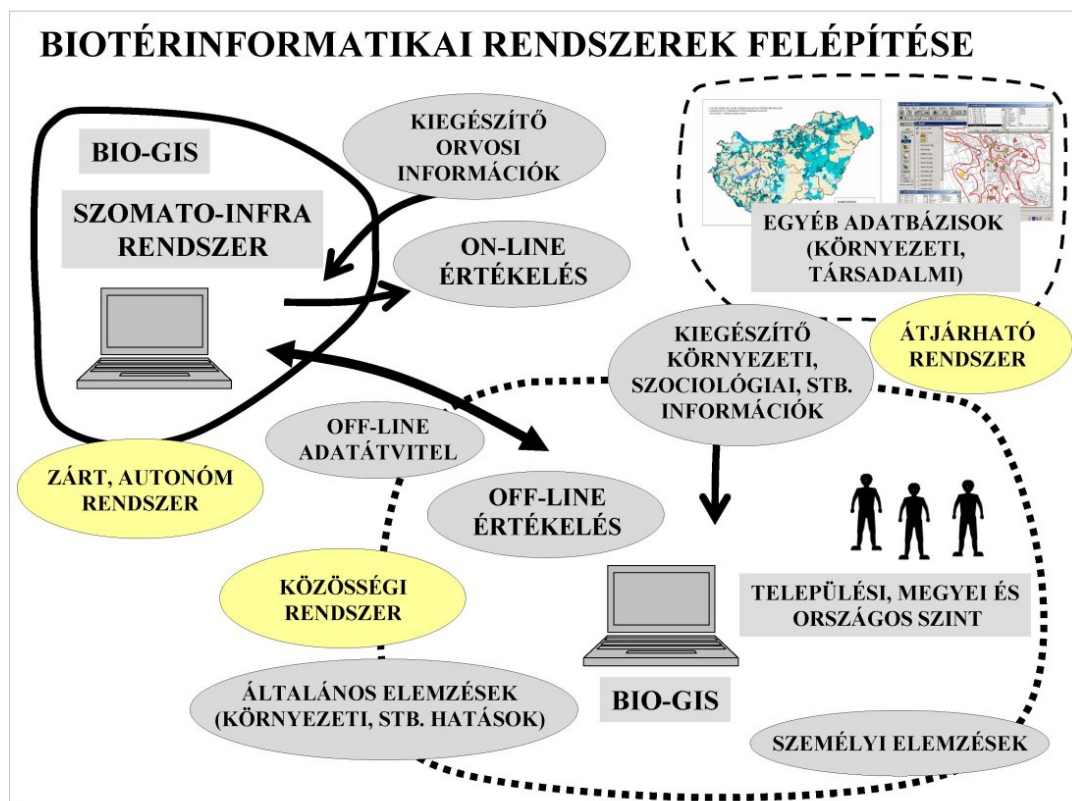
Amennyiben választunk a térinformatika lehetőségei között, látnunk kell a felépítmény lényeges eltéréseit. Az egyéni adatrendszer térben és attribútumaiban (elemzésben résztvevő tulajdonság-elemekben) szorosan kötődik a vizsgálati személyhez. Csak a közvetlenül rá vonatkozó és jellemző információkkal operál, ugyanakkor mindezt célszerűen 3D megközelítésben teszi. Ilyenformán a személyes adatok, korábbi vizsgálati eredmények (kép, szöveg, stb.) a valódi megjelenési helyzetében, a szomatoinfra kiértékelési folyamatban online közvetlen segítséget nyújthat. Ugyanakkor elesünk az egyéb vizsgálati eredmények felhasználásától, az összehasonlítástól és az esetleges környezeti hatások elemzésétől.

A területi adatrendszerek ezzel szemben az egyes személyek (és már csoportok) környezeti adataival kiegészítve alkalmasak a statisztikai vizsgálatokra, a közvetlen környezeti hatások

regisztrálására is. Természetesen ennek árnyoldalai közé tartozik a bonyolult megvalósítási rendszer (célszoftverekkel), és a nyitottság, más alanyok adatainak kezelése, a vizsgálati személlyel való összevetés céljából. Ez esetben a „térkép” mindig 2 dimenziós, de egy nagyobb térségre (településre, megyére, országra) kerül kidolgozásra a járulékos információkkal együtt.

13. Az adatvédelem speciális kérdései

Egy egészségüggyel kapcsolatos (térinformatikai) adatbázis nagyon fontos jellemzője az adatbiztonság. Ez az általános informatikai biztonsági kérdéseken túl személyiségi kérdéseket is felvet, ráadásul, aki általában egy szomatoinfra vizsgálatnak aláveti magát, az feltételez magáról bizonyos egészségi problémákat is. Mindezek miatt rá kell mutatni az úgynevezett nem publikus adatok, információk kezelésének, helyhez-kötöttségének kérdéseire, ami szerintük fontos etikai kérdés. Tehát elsősorban nem arról van szó, hogy egy rendszer adatait esetleg ellopják, és rossz célokra felhasználják, hanem magán a rendszeren belül is mi történik a vizsgálat eredményével. Az előzőekben tárgyaltak szerint pl. az autonóm, „egyszemélyes” térinformatika esetében teljesen zárt információs modell képzelhető el, amikor csak a vizsgálatot végző személy és a páciens alkot egy zárt rendszert, az adatközlés csak kettejük között történik. Ekkor természetesen az informatikai adatvédelem is könnyebben megoldható. A területi alapon szerveződő térinformatika már mindenképpen nyitabb rendszert valósít meg. Adatok ugyanis kívülről is jönnek, illetve a személyekre vonatkozó konkrét eredmények ki is kerülnek a területi szintre. Ennek láttuk felhasználói előnyeit, az újszerű eredmények elérésének lehetőségét, de ugyanakkor a páciens személyes adatainak ez mindenképpen a „közkinccsé tételét” jelenti. A döntéshozóknak ezt a körülményt is mérlegelni kell. Ehhez nyilván hozzájárul még a rendszer fokozott adatvédelme is.



14. A szomatoinfra vizsgálat kapcsolatrendszere

Végül konkrétan egy szomatoinfra jellegű vizsgálat esetében az utolsó eldöntendő elem az, hogy valójában a különböző kiépítésekben mennyi segítséget tud nyújtani a térinformatika (innen már nevezhetjük bio-térinformatikának), megéri-e kifejleszteni a felsorolt lehetőségek valamelyikét. Itt figyelembe kell venni a hasznosságot, az informatikai adatnyerési biztonságot, valamint a ráfordított energiát is. A hasznosság azt jelenti, hogy a folyamatba bevont térinformatikai rendszer képes-e a vizsgálat közben fontos kiegészítő információkat közölni és ezt a vizsgálatot végző személynek a döntéseibe beépíteni anélkül, hogy a folyamat időben gyakorlatilag ne legyen hosszabb a csak az infravörös technikán alapuló eljárásnál, tekintetbe véve az egész koncepció szűrési jellegét, tehát nagyobb csoportok gyors ellátását. Az informatika oldaláról az adatgyűjtés biztonsága itt arra utal, hogy a feldolgozott „tér” (akár 3D személyi, akár lakóterületi) egészére vonatkozóan lehetséges-e a folyamatos adatfrissítés. Tehát amennyiben pl. környezeti vagy szociális információk csak kis területi felbontásban, vagy időben ritkán férhetők hozzá, érdemes-e hibás működési feltételekkel ilyen létrehozni. De ugyanez vonatkozik arra is, ha egy 3D személyi rendszert olyan adatokkal szeretnénk feltölteni, amelyek esetenként csak egy-egy elszeparált területről érkeztek be. Itt jöhet a képbe egy viszonylag egyszerű eljárás, ahol a rendelkezésre álló adatok úgynevezett helyhez kötött segédinformációként jelentkeznek, és nem kívánjuk meg az egész testre vonatkozó elemzési, leválogatási lehetőségeket. Mindenesetre ezzel kapcsolatban kijelenthető, hogy a gyakorlat eleve szakmailag szűrt adatbázist kíván, tehát az adatfelöltés kiindulópontja, azaz mire legyen képes a rendszer, a felhasználó, a szomatoinfra rendszert fejlesztő szakemberek által határozandó meg.

A fentiek alapján tehát a mindennek előtt eldöntendő kérdések:

- 1. Területi alapú, vagy személyi alapú legyen-e a rendszer**
- 2. Célszerű-e a páciensek személyi eredményeinek zárt kezelése**
- 3. Mi az egész rendszer célja, hasznos-e egy bonyolult adatrendszer**

2. EGY BIO-TÉRINFORMATIKAI RENDSZER ELVI MEGVALÓSÍTHATÓSÁGA (ALAPVETÉS)

A rövid összefoglaló célja, hogy felvázolja az emberi testtel és élettani funkciókkal kapcsolatos olyan vizsgálati, kutatási lehetőségeket, amely esetekben e tevékenység szoros összefüggésben van a térrel, jelen esetben konkrétan az emberi testtel és szorosabb környezetével. Továbbá bemutassa azokat a lehetőségeket, amelyek egy ilyen, térben rendezett és integrált információ-rendszer segítségével újszerű, gyors vizsgálati eredményeket produkálhatnak, és mindezt az informatika speciális ágának segítségével teszik. Végző soron pedig a további kutatási irányok meghatározása.

Már itt rögzítendő, hogy a kialakítandó, az egészségügy szakterületéhez kapcsolódó információs rendszer alapvető célja nem a betegségek és a gyógyítás különböző szintjeinek (beavatkozás, gyógyszeres kezelés, stb.) az eddigiek mellett térbeli alapon való rögzítése, hanem az előforduló problémák felderítése, leírása, (lásd a későbbiekben) ugyancsak térbeli elemzése, összevetése. Ezen kívül nem csak a közvetlenül már korábban meghatározott, az ember egészségi állapotát rögzítő adatokkal, hanem konkrét, térbeli állapot-vizsgálatokkal, a szomatoinfra eljárás közvetlen eredményeivel, valamint esetleg környezeti kockázati elemekkel is (ez utóbbi a később eldöntendő irányt jelentheti).

21. A térinformatikáról

Az egyes emberek fent jelzett vizsgálatánál nyilvánvalóan az újszerűséget részben az jelenti, hogy a korábban begyűjtött, és a helyszínen folyó adatgyűjtés térbeliséget meghatározó jellemzője ne maga az emberi test legyen, mint alap-entitás, hanem ennek sokkal részletesebb összelete, hiszen ez előbbi már egyáltalán nem felelne meg az egészségügyi kutatás kritériumainak. A megoldást esetünkben a térinformatika jelenti, ugyanis a fentiek alapján kimondhatjuk, hogy az emberi test különböző területeinek egészségi állapottal kapcsolatos kérdéseinek, problémáinak vizsgálata, az eredmények integrálása, majd a minősítés nagyon sok kiindulási információt kíván, illetve általában másik oldalról sok információ áll rendelkezésre. Ezeknek az adatoknak egységes térbeli rendszerben történő feldolgozása adja kezünkbe azt a lehetőséget, hogy komplex összehasonlító vizsgálatukat is el tudjuk végezni. A szerteágazó adat- és képi információ feldolgozásnak az eszköze a térinformatika. A térinformatika a geometriai, fizikai, tartalmi információk olyan egységes rendszerű kezelése, amely lehetővé teszi a benne található adatok rendszerezését, kezelését és lekérdezését, elemzését. Egy térinformatikai rendszer alapja a „térkép”, ami meghatároz minden geometriai kapcsolatot. Az is kimondható, hogy esetünkben ez a térkép egy 3 dimenziós (3D) emberi test kell, hogy legyen. Ennek a megállapításnak a folyamánya aztán, hogy ez a 3D térképet milyen informatikai megoldással valósítsuk meg, úgynevezett vektoros, vagy pixeles rendszerű legyen. Mindkettőnek vannak előnyei és hátrányai is.

A következő kérdés, amit a későbbiekben röviden még megemlítünk, az, hogy ez a geometriai alaprendszer a „megfelelő” felbontású legyen. Természetesen, orvosi oldalról ez a megfelelőség lehet akár sejtszintű is (mikrobiológus esetében), de nekünk ahhoz kell igazodnunk, hogy részben egy általános állapotvizsgálathoz milyen mennyiségű és térbeli felbontású információ áll általában rendelkezésre, illetve ezek az adatok mennyire integrálhatók egy gyors (pl. elektromágneses alapú) adatfelvételhez és elemzéshez. És nyilván az sem elhanyagolható kérdés, hogy milyen adatsűrűség elégséges ehhez.

22. A bio-térinformatikáról

Mi is az a bio-térinformatika. Akkor jogosult erről beszélni, ha a térinformatika célja az élőlények (esetünkben mindig az ember) valamilyen célú, az élettannal, egészségi állapottal kapcsolatos vizsgálatában vesz részt, mégpedig olyan integráló szereppel, amely vagy a gyors elemzést teszi lehetővé (minimum-feltétel), vagy esetleg az integráció új értelmezésekre, a vizsgálati folyamat más megvilágításban történő elemzésére ad lehetőséget. Ezen kívül a talán legfontosabb műszaki tulajdonsága, hogy ebbe az adatintegrációba képes azonnal, még a vizsgálatok folyamán (on-line) ugyanehhez a térhez hozzárendelni a pillanatnyi, pl. képi monitorozás anyagait, úgy, hogy ennek a hozzárendelésnek a pontossága a fentebb említett felbontóképesség határain belül legyen, tehát ne rontsa az azonnali elemzés pontosságát, minőségét.

Mint látjuk, igazából egy ilyen rendszer kialakítása csak akkor indokolt, ha feltételezhető, hogy az adatgyűjtési, értékelési folyamatot felgyorsítja, lehetővé teszi a helyszíni, főként képi információk azonnali beépítését, és ezáltal az új vizsgálati eredmények létrejöttét. Ennek a kijelentésnek legfőbb oka az, hogy a bio-térinformatikai rendszer létrehozása nem általános jellegű, csak egyes személyekre vonatkozik. Tehát gyakorlatilag, ha eltekintünk (a legtöbb munkát igénylő) térinformatikai alapszoftverek elkészítésétől, minden egyes személy számára külön adatbázist kell létrehozni. Ennek most csak egy okát jelezzük, mégpedig azt, hogy minden ember termete, alkata más és más. Tehát nem lehet az adatokat „egy kaptafára” ráhúzni. Hozzáteve, hogy mindenki egészségi, orvosi térképe is eltérő.

Ha tovább gondoljuk az általános rendszer-ismereteket, a következő problémák a már említett informatikai megoldás, és a rendszer tényleges geometriai pontossága. Ki kell jelenteni, hogy mindkét tulajdonság összefügg egymással, és a felhasználhatósággal is. Egy úgynevezett vektoros rendszer matematikai kezelése egyszerű. A modellalkotás után ennek bármelyik területére (3D-ben) a koordinátákkal megadott információ elhelyezhető, a felszínre kivetíthető, és az ezen a felszínen (a test felülete) meghatározott képi jellegű információval együtt elemezhető. A másik, „pixelszerkezetű” modell jobban kezelheti a képi információkat (pl. könnyebb úgynevezett kapcsolt kvázi 3D képek előállítása és elemzése), de kicsit körülményesebb a modell előállítása, továbbá érzékenyebb a felbontási kérdésekre.

Mindenesetre gyakorlatilag a rendszer minőségét elsősorban az a geometriai pontosság határozza meg, amellyel jellemezhetjük a létrehozott emberi modell méreteit. Ez három fő okból fontos. Az egyik a test belső terére vonatkozó adatok kiértékelésével kapcsolatos. Az itt általában használt röntgen jellegű képi információk beintegrálásánál természetesen a felbontási kívánalmaknak megfelelően kell elhelyezni (térben) ezeket az adatokat a hibátlan elemzés végett. A másik ok az, hogy szerintünk egy ilyen modellnek olyannak kell lenni, hogy azok a mértetek, amelyek általában szükségesek egy személy antropológiai, stb. jellemzéséhez, nagy pontossággal automatikusan rendelkezésre álljanak. Végül a modell felületére illeszteni kell azokat a képeket, amelyek objektív alapot nyújtanak az elemzésekhez (szomatoinfra), a testi működési folyamatok külső képét rajzolva meg.

A bio-térinformatikának lehet még egy kapcsolódó, a hagyományos térinformatikához kötődő összetevője is. Ennek a fejlesztése pedig szintén két irányba mutat. Az egyik a környezeti térinformatikai rendszerekhez hasonló adatszolgáltatás, amelyik, most már a személy-entitáshoz rendelhet lekérdezési üzemmódban az értékelést segítő környezeti információkat. A szükséges adatok külön egyszerű adatbázisban tárolhatók és kapcsolhatók térbeli adatok alapján a személyhez. A másik út pedig annak modellezése, hogy az alap-információk alapján

a személy időben mikor és hol töltött kisebb-nagyobb időszakokat, ezek hogy követik egymást, és lehetett-e kapcsolata az egészségügyet érintő tényezőkkel.

A továbbiakban röviden tekintsük át még egyszer, a fenti eszmefuttatás milyen feltételeket szab egy bio-térinformatikai rendszer megvalósítása felé, amit a további fejlesztések előtt mindenképpen meg kell vitatni, el kell dönteni:

- 1. A rendszer alapja a 3D valós (konkrét) emberi test felülete, vagy a személy (mint entitás) környezetével együtt. Esetleg az emberek nagyobb csoportja**
- 2. Minden személy számára konkrét, különálló modell megalkotása szükséges, vagy egy általános modell (orvosi elvárások alapján)**
- 3. Az orvosi igények szerinti optimális geometriai felbontásra kell-e törekedni (meghatározandó a diagnosztikát zavaró pontatlanság)**
- 4. Ki kell dolgozni azt a módszert, amely segítségével gyorsan, automatikusan létrehozhatók a személyre szabott modellek, és ezekből méret-adatok kaphatók automatikus módon (2. pont alapján), vagy ugyanez informatikai megoldásokkal oldható meg**
- 5. Ki kell dolgozni azt a szoftverkörnyezetet, amelyik biztosítja a képi információk gyors és pontos beintegrálását a rendszerbe (itt csak az integráció foka meghatározandó)**
- 6. Létre kell-e hozni a személyi modellt érintő befolyások, mozgások tér-idő kapcsolatrendszerét a vizsgálatok, elemzések támogatásának céljából**

3. EGY BIO-TÉRINFORMATIKAI RENDSZER ELVI MEGVALÓSÍTHATÓSÁGA (ADATGYŰJTÉS 1.)

Az előző dolgozatban meghatároztuk azokat a feltételeket, amelyek eldöntik a bio-térinformatikai rendszer felépítését, lehetséges funkcióit, feladatait, valamint a hiánytalan, folyamatos adatfeltöltés és adatkarbantartás módszereit. Jelenleg arról az abban taglalt vizsgálati lehetőségről írunk, amely szerint a rendszer alapja a 3D valós (konkrét) emberi test felülete, illetve minden vizsgálati személy számára konkrét, különálló modell megalkotása szükséges (a morfológiai, antropológiai adatnyerés szempontjai miatt). Ezek szerint a legfontosabb feladat az első szakaszban annak az adatgyűjtési eljárásnak a kidolgozása, amely segítségével gyorsan, a vizsgálat menetét nem zavarva (automatikusan) létrehozható ez a személyre szabott modell.

Mindezeket a feltételeket figyelembe véve gyakorlatilag egyetlen, noha szerteágazó és komplex módszer alkalmazható, a távérzékelés. A továbbiakban röviden megvizsgáljuk ennek a lehetőségeit. Ez azért is indokolt, mert maga a szomatoinfra eljárás is az infravörös elektromágneses tartományban végzett távérzékelésen alapul.

31. A TÁVÉRZÉKELESRŐL ÁLTALÁBAN

A gyakorlatban 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.

32. AZ ELEKTROMÁGNESES SPEKTRUM TULAJDONSÁGAI

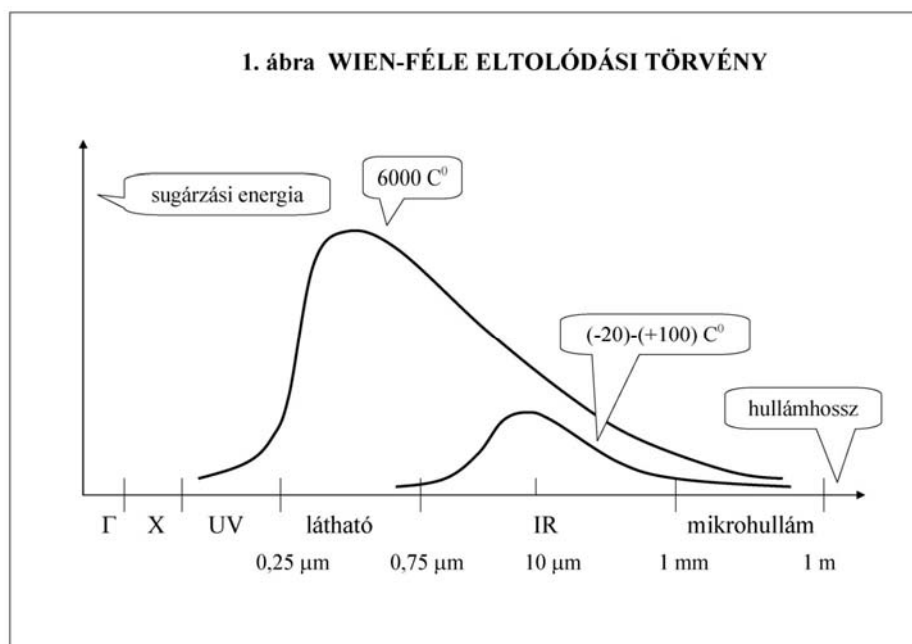
Először tekintsük át röviden az EM spektrum tulajdonságait, mivel a szomatoinfra eljárásban döntő szerepet játszik az, hogy az adatgyűjtés melyik hullámhosszon történik. Elektromágneses sugárzást minden, az abszolút 0 fok feletti objektum, jelenség kibocsát magából. Ennek oka gyakorlatilag a belső hőmozgásban keresendő. Hőmozgást produkál az objektum molekuláris vibrációja (főként a hosszabb hullámoknál), illetve az elektronburok vibrációja (főként rövidebb hullámoknál) is okoz elektromágneses kisugárzást. Tehát kimondhatjuk, hogy (a műszaki megközelítésben) az EM sugárzás a hőmozgás hatására alakul ki, és gyakorlatilag egynemű. Ennek a sugárzásnak, mint ismeretes kettős tulajdonsága van. Részben hullámjellegű, azaz két egymásra merőleges síkban létező, úgynevezett mágneses és elektromos hullám eredője. Mindkettő rezgésiránya merőleges a hullám terjedési irányára. Ezek az ismérvek azonban a távérzékelés módszereinek, lehetőségeinek megértését számunkra a műszaki életben és főként a geometriai adatgyűjtés folyamatában nem támasztják alá. Ezért az EM sugárzás másik tulajdonságát, a részecske tulajdonságot

használjuk a folyamatok megértéséhez. Ez azt jelenti, hogy az elektromágneses sugárzás anyagi természetű is. Tehát a sugárzás egységnyi mennyiségekben egyenes irányban terjed egészen addig, míg ezt a mozgást külső körülmények nem befolyásolják. Így megmagyarázhatjuk azokat a fontos jelenségeket, mint például vetítésugarak, törés, energiaszint, stb.

A távérzékelésben fontos hullámjellemző a hullámhossz, ami az egyik rezgésmaximumtól a másikig való távolságot jelenti. A frekvencia (rezgésszám), ami adott idő alatti, adott ponton megjelenő rezgésmaximumok száma (esetünkben a hullámhossz reciproka). Lényeges lehet még a hullámsebesség, a maximumok terjedési sebessége. Számunkra legelőnyösebb az EM spektrum rendszerezése a hullámhossz szerint, mivel a vizsgált jelenségek jórészt hullámhossz függőek, illetve a távérzékelés műszereinek felépítése, alkalmazási lehetőségeik szintén erősen függenek tőle.

Elektromágneses sugárzást, mint már említettük minden objektum, jelenség kibocsát magából. Azonban ez a sugárzás energiájában, amplitúdójában változó az objektumok belső hőmozgásának függvényében. Gyakorlatilag ez az összefüggés erősen befolyásolja lehetőségeinket a távérzékelés területén. Emiatt röviden át kell tekinteni azokat a törvényszerűségeket, amelyek megvilágítják e összefüggések lényegét.

Alapként a Planck-féle összefüggés adódik, amely kimondja, hogy az energiakisugárzás csak meghatározott kvantumokban lehetséges. Tehát $E = h \times f$, ahol a h a Planck-féle állandó. A sugárzási törvények talán legfontosabb alapösszefüggése a Stefan-Boltzmann törvény. Ez egyenes arányú összefüggést határoz meg az objektumok belső hőmérséklete és a kisugárzott energia nagysága között. A törvényből az is következik, hogy a kibocsátott energia igen gyorsan növekszik a hőmérséklet emelkedésével. A Stefan-Boltzmann törvényen alapszik az a törvény, amelyik magyarázza és meghatározza a távérzékelés lehetséges fő irányait. Ez a Wien-féle eltolódási törvény. Ez kimondja, hogy a kisugárzott energia és a maximális sugárzás hullámhossza fordítottan arányos egymással (1. ábra). Tehát ha nő az energia, ennek maximális kisugárzási hullámhossza csökken. A Wien-féle törvénnyel kapcsolatos az a megállapítás is, hogy egy részecske energiája fordítottan arányos a hullámhosszával. Ez számunkra azért lesz jelentős, mert környezetünk objektumai az alacsony energiaszint miatt hosszabb hullámhosszon sugároznak, így érzékelésük bonyolult technológiát kíván.



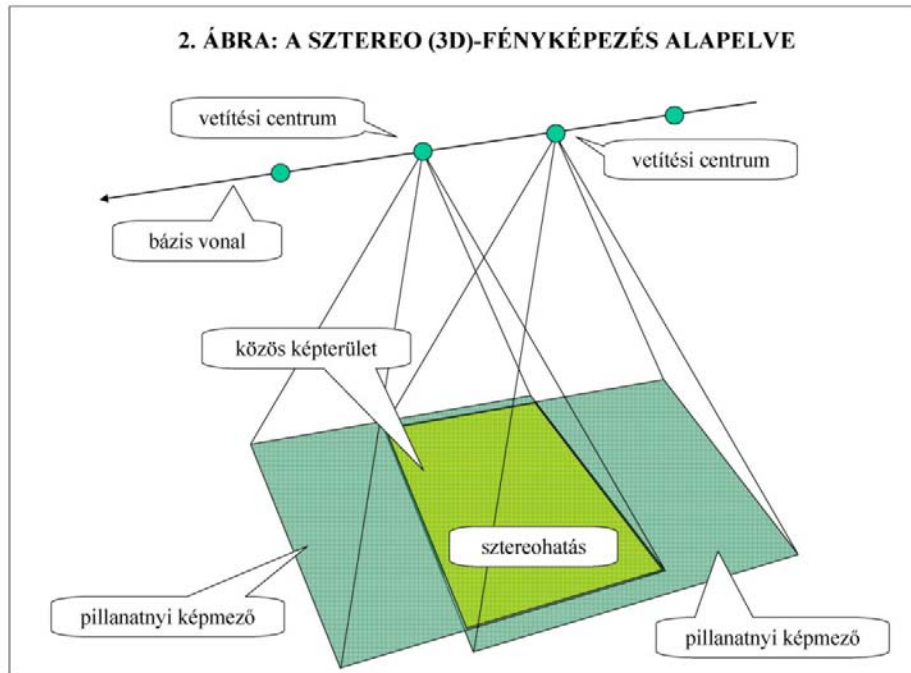
Az ábra alapján az objektumok EM-sugárzásának legfontosabb tulajdonsága, hogy környezetünk átlagos hőmérsékletű objektumai kb. a $10\ \mu\text{m}$ hullámhossz körzetében adják le maximális sugárzásukat, míg a Nap a látható (sárga) EM tartományban sugároz legintenzívebben. Belátható, hogy ez a két tartomány lesz a két kiemelten fontos terület számunkra. Ehhez járulhat majd még a mikrohullámú sugárzás, de az már az ember által gerjesztett hullámok területe, illetve a röntgensugárzás, ha elegendő nagy az energiája a légkörön való áthatoláshoz.

Meg kell még említeni a fényelektromos hatást, mivel ez teszi lehetővé az egyértelmű sugárzás-detektálást gyakorlatilag minden távérzékelő eszközben. Ez kimondja, hogy a fémből kilépő elektronok energiája a fény frekvenciájától függ, tehát csak az elektronok száma nő meg, energiája nem. Fontos lehet még a későbbiekben a fluoreszcencia jelensége is. Ez azt jelenti, hogy bizonyos anyagok, noha elnyelnek bizonyos hullámhosszú fényt, ezt változtatás nélkül más hullámhosszon ki is sugározzák.

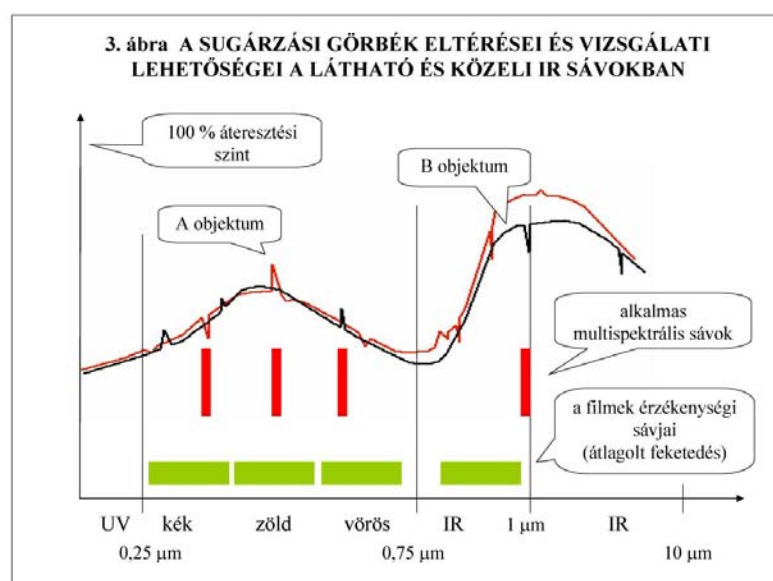
A fentiekből következik, hogy amennyiben a bio-térinformatikai rendszerünket adatokkal kívánjuk feltölteni, akkor két fő távérzékelési területet alkalmazhatunk. Az első az emberi szem számára is látható tartomány ($0,25\ \mu\text{m}$ - $0,75\ \mu\text{m}$), esetleg az e melletti, úgynevezett közeli infrával ($0,75\ \mu\text{m}$ - $0,85\ \mu\text{m}$) együtt. Ekkor a Nap rövidhullámú sugárzását, vagy valamilyen, ebben a tartományban sugárzó mesterséges sugárforrást használunk fel. Ez a tartomány, más néven optikai tartomány alkalmas a páciensek geometriai jellemzőinek gyors (és pontos) meghatározására. A másik „használható” területe az EM-spektrumnak a környezetünk objektumainak sugárzási tere (mint láttuk), részben a $2 - 5\ \mu\text{m}$ közötti tartomány, de legfőképpen, a legmagasabb energiaszinten működő $8 - 12\ \mu\text{m}$ közötti sáv. Emiatt itt működik leghatásosabban a szomatoinfra rendszer.

33. ALKALMAZHATÓ PASSZÍV TÁVÉRZÉKELÉSI ESZKÖZÖK ÉS FELADATOK AZ OPTIKAI TARTOMÁNYBAN

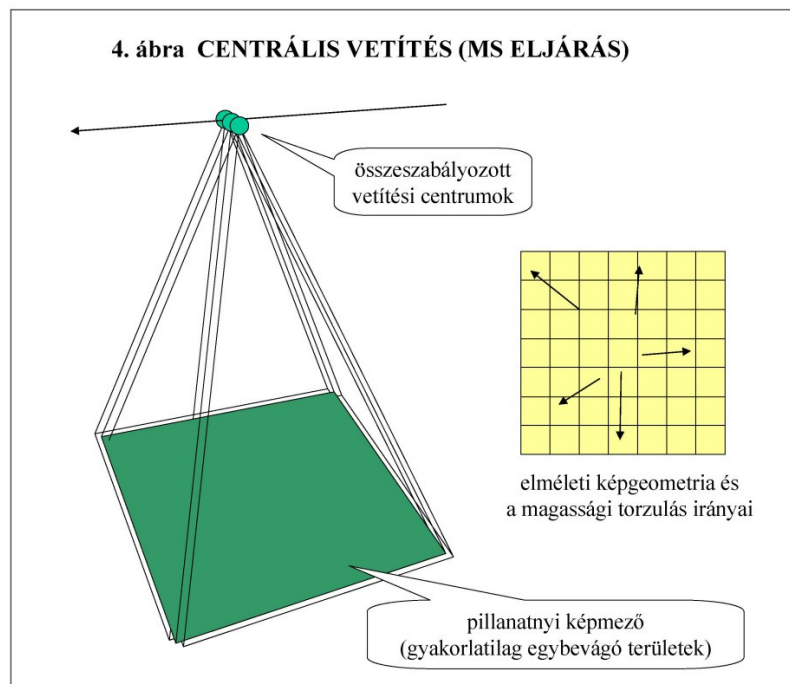
Az alábbiakban áttekintjük a céljainknak megfelelő, ezekben az EM-tartományokban működtethető távérzékelő eszközöket. Az optikai-fotó egyidejű képalkotású (ez fontos) távérzékelő eszközök kifejlődése időben jóval megelőzte az egyéb (pl. infravörös radiométer, radar) távérzékelő berendezéseket. A fényérzékeny lemezen való képrögzítés már több, mint száz éve ismert. A fényképezés fő előnye az, hogy egy időben, nagyobb területekről egységes geometriával lehet információt szerezni, mégpedig homogén területi fedéssel. A fényképezés kiterjesztése az infravörös tartományra pedig még szélesebb alapokra helyezte környezetünk objektumainak felismerését, értékelését. Az ezekből levezetett, úgynevezett fotogrammetriai mérőkamarák legfőbb tulajdonsága pedig az, hogy optikájuk gyakorlatilag elrajzolásmentes (a belépő fénysugarak egyenesen, törés nélkül haladnak át rajta), és pontosan ismert az optika főtávjának és a kép síkjának a távolsága. Így a leképezés eredményeként előálló képek minden egyes pontja speciális felvételi elrendezés esetén 3D-ben nagy pontossággal (közeli leképezéskor néhány mm) kiértékelhető, és segítségükkel valós 3D modellek létrehozhatók (2. ábra). Azért az megjegyzendő, hogy az infravörös filmek érzékenyítése az IR tartományokra csak kb. a $0,9\ \mu\text{m}$ -es határig lehetséges, ami a Nap infravörös sugárzási tartományába esik, tehát ezek sem alkalmasak pl. az emberek saját Em-sugárzásának mérésére.



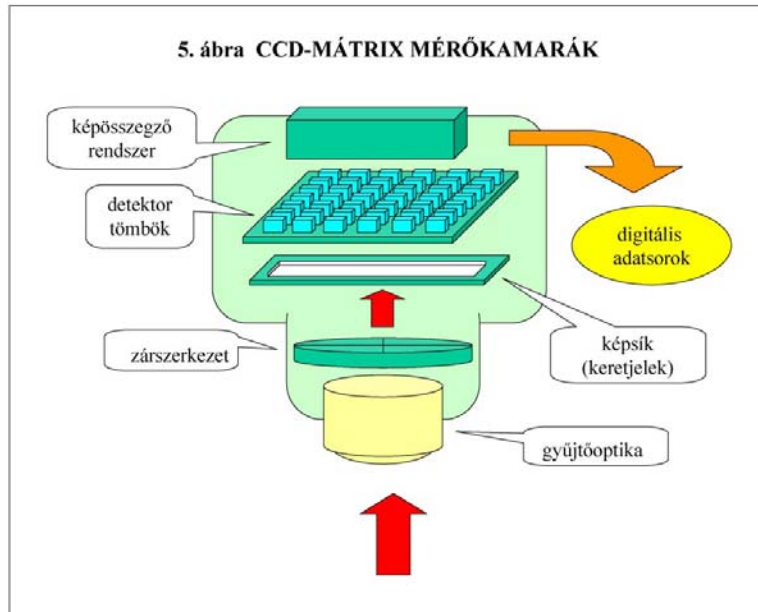
A filmkészítési technológia ismeretében belátható, hogy a filmanyagok az EM spektrum egy-egy meglehetősen széles tartományára érzékenyek (és gyakorlatilag átfedik egymást). Ez még színes filmeknél is így van. Ezek alapján közelítőleg mondhatjuk, hogy az emulziós rétegek egymás után a kék, a zöld és a vörös (illetve közeli IR) tartomány átlagos visszaverődési értékeit rögzítik saját sávjukban. Továbbá amennyiben megnézzük a 3. ábrát, be kell látnunk, hogy környezetünk objektumainak valóságos visszaverődési görbéit teljes valóságukban leképezni (modellézni) e filmekkel nem lehetséges. Ez amiatt probléma, mert gyakran előfordul olyan feladat (pl. homogén emberi bőrfelület esetében is), hogy hullámhossz szerint nagyon közel elhelyezkedő két jelenség egyáltalán nem különíthető el egymástól. Az ilyen problémakör megoldását segíti az úgynevezett multispektrális (MS) eljárás.



A multispektrális (MS) fényképezés lényege a következő: Több, esetleg 4-6 fotóberendezést szigorúan párhuzamos optikai tengellyel alkalmaznak egyidejű felvétel-készítésre, egymáshoz rögzített és szabályozott formában. Ekkor a 4. ábra szerint a felvételek azonos helyzetben (azonos külső tájékozási elemekkel) közel azonos területet rögzítenek. Amennyiben megfelelő távolságból készülnek a képek, a csökkenő terepi felbontóképesség miatt a felvételek egybevágónak tekinthetők. A különböző fotóberendezésekbe fekete-fehér (pánkromatikus) filmek kerülnek, ami nagyon jó felbontóképességet jelent. A felvételek közben az optikák elé más-más, a feladatoknak megfelelő keskenysávú szűrőket helyeznek. Így létrejön egy adott területről teljesen szabad spektrális választékban egy képsorozat, amit általában (külön-külön színezve a képeket) együttesen értékelnek ki. A folyamat eredményeként a terepi sugárzási különbségek felerősített hatása észlelhető.



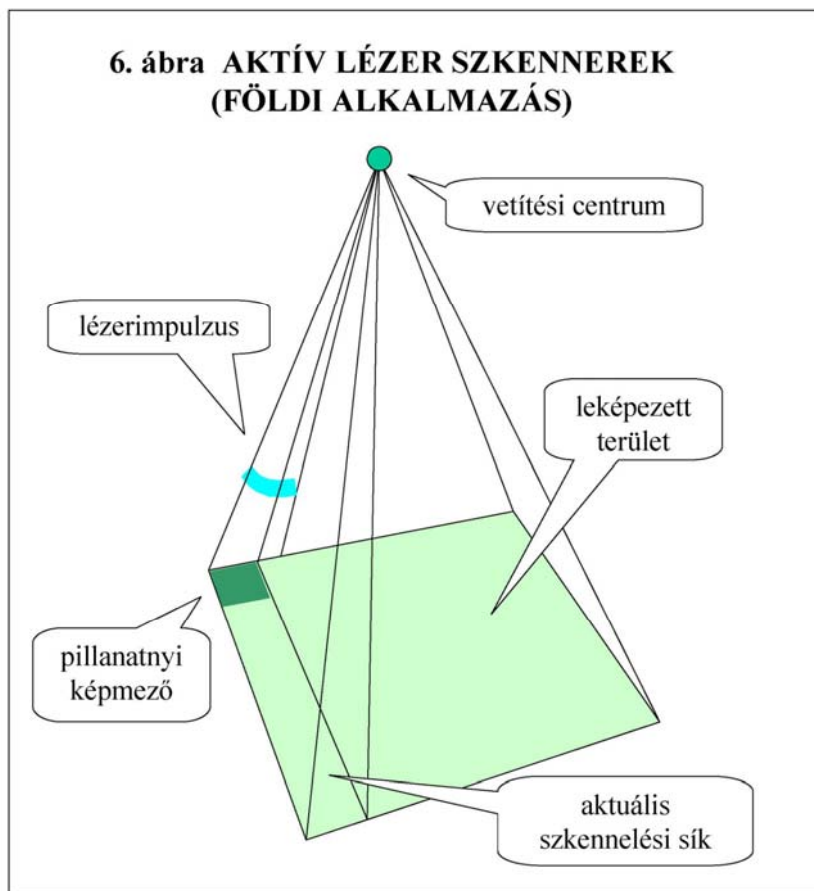
Napjainkban az egyébként a legnagyobb felbontással rendelkező filmek alkalmazása mellett (főként a közel-fotogrammetriában) elterjedtek a kisebb felbontást igénylő, de egyszerűbben használható (radiométerek családjába tartozó) CCD-mátrix felvevőrendszerek. Miután sikerült soronként összeszabályozni több ezer detektort, lehetőség nyílt teljes mátrix szerkezetű digitális felvevőberendezések kialakítására (5. ábra). Amennyiben a berendezés rendelkezik a korábban leírt feltételekkel, akkor kaphatunk egy olyan képmátrixot, amelyik geometriailag korrekt adatokat szolgáltat. Azonban itt több nehézség is felmerülhet. A kép felbontóképességét a diódák száma határozza meg. A tömbök mérete azonban a kiolvasás körülményei miatt nagyságában korlátozottak, ugyanúgy, mint a diódák méretei ellenkező irányban. Ugyanis a méretet nem lehet bizonyos határ alá csökkenteni, a diódák között fellépő elektron-áramlási problémák miatt. Ezért a CCD-kamarák érzékelő felületeit a képsíkban meg kell osztani, és a végleges képet külön eljárással, számítógép segítségével előállítani. Ez igen magas költségeket eredményez, és még így is a felbontóképesség nagyságrendileg alatta marad a fotófelvételekének.



34. ALKALMAZHATÓ AKTÍV TÁVÉRZÉKELÉSI ESZKÖZÖK ÉS FELADATOK AZ OPTIKAI TARTOMÁNYBAN

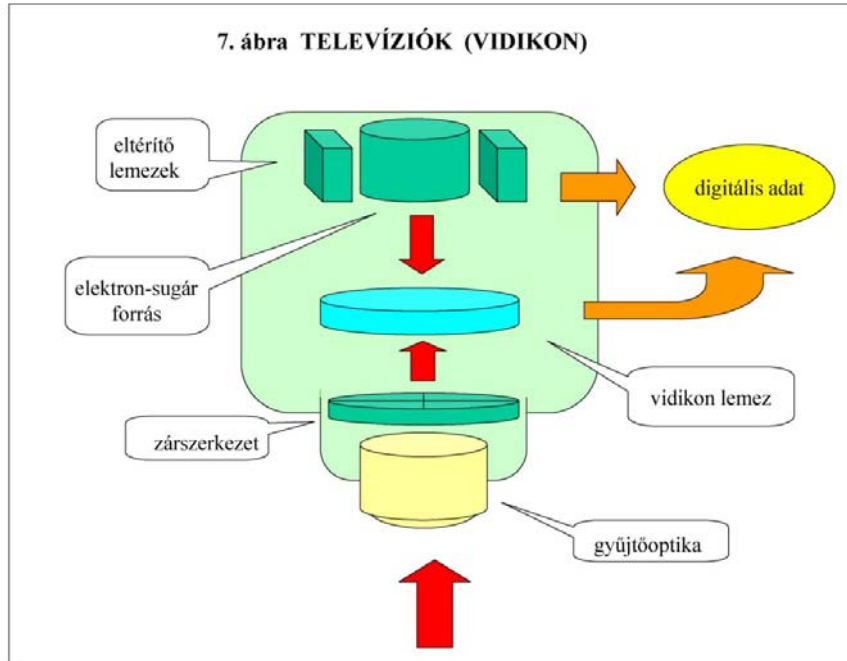
A főleg az optikai és a közeli infra tartományban hatásos aktív lézer szkennerek alapötlete szintén régebbi keletű, de a nagy pontosságú (a fejlődésnek lökést adó légi változatú) alkalmazását csak az újabb helymeghatározó technológiák (GPS) bevezetése után valósíthatták meg. A módszer alapötlete a geodéziában ismert poláris helymeghatározáson alapszik. Ha ugyanis egy pontból meg tudjuk mérni valamely tereppont távolságát és nadírszögét (vagy hajlásszögét egy síkhoz), akkor hozzá képest egyértelmű koordináta-meghatározás lehetséges a rendszer aktuális működési síkjában. A letapogatási síkok egy prizmarendszer segítségével változtathatók. A műszernek természetesen aktív (lézer) elvűnek kell lenni, hogy a kibocsátott jelek futási idejét mérhessük. Ezek alapján a felépítése a következő (6. ábra): Egy valamilyen hullámhosszúságú lézersugár zárszerkezeten keresztül egy, a pásztázó rendszerekhez hasonló módon működő tükörrre jut, amelyik segítségével letapogatja keresztirányban a felszínt. A vizsgált felszínről visszavert sugárzás egy detektorba jut, majd egy adatképző műszerbe. Itt megtörténik a távolságok számítása, valamint az amplitúdó (feketedés) rögzítése. Ez utóbbi a szomatoinfra eljárások támogatására alapvető fontosságú. Ilyen módon végül is létrejön az objektum 3D-s modellje, vagy (és) a megfelelő hullámhosszon a transzformált képe (ún. kvázi ortofotó). Legnagyobb probléma a leképezéseknél a különböző takarásokkal van. Ezt sztereo jellegű felvételekkel küszöbölhetik ki, természetesen a geometriai pontosság bizonyos csökkenésével. Az előzőekből kitűnik, hogy a lézer szkennerek legfőképpen az objektumok (vizsgálati személyek) geometriai adatainak meghatározására alkalmasak 3D-ben.

6. ábra AKTÍV LÉZER SZKENNEREK (FÖLDI ALKALMAZÁS)



A geodéziai pontosságú és teljesítményű aktív szkennerek ára nagyon borsos, és adatfeldolgozásuk mindenképpen jelentős munkát igényel. Ezért kisebb kiterjedésű objektumok esetén, pl. a szomatoinfra vizsgálatoknál elegendőnek bizonyulhat az úgynevezett mélységkamerák alkalmazása. Ebben az esetben általában a kimenő fénysugár modulálására vetítőt, illetve ezzel párhuzamosan működő kamerát használnak. A modellalkotáshoz szükséges távolságok számításához vagy a fénysugár visszatéréséhez szükséges időt, vagy a fotogrammetriához hasonló információkat használják. Az adatok feldolgozása on-line lehet, tehát a vizsgálatokkal egy időben létrejöhet a vizsgált személy valódi 3D modellje és e modellen a látható tartományban érzékelhető felszíne.

Említést érdemelnek még a már kevésbé használt vidikon televíziós rendszerek, mivel a képrögzítő vidikon-lemez érzékeny nem csak a látható hullámsávokra, hanem a közeli infravörös tartományra is, körülbelül 1 μm -ig. A vidikon-lemeznek azt a tulajdonságát használják ki e mellett, hogy a fajlagos ellenállása nagy, tehát „van idő” a lemez elektronsugárral való letapogatására (7 ábra). Hogy ezt a lehetőséget kihasználják, általában beépített infra-vetítőt használnak. Amennyiben kevés a beeső látható fény, vagy ezeket kiszűrjük, akkor rögzíthető a reflektáló infravörös fény. Mégpedig amennyiben behatol az objektumba, akár nagyobb mélységből is (emberi test esetén talán néhány mm-ről). Ezzel a módszerrel a látható EM-tartomány információi jól kiegészíthetők.



Az előzőekben áttekintettük azokat a távérzékelő eljárásokat, amelyek közeli felvételezéssel alkalmasak pl. az emberi testről információkat gyűjteni a távérzékelés eszközeivel. Kiemelhető, hogy a tárgyalt optikai tartományban a felületi tulajdonság-adatok mellett főként a geometriai információk hasznosak, hiszen segítségével létrehozható többek között egy személy 3D geometriai modellje, esetleg on-line módon más képszerű információk integrálásával.

A távoli infravörös EM-tartományban alkalmazott távérzékelő eszközökről, pl. az úgynevezett „hőkameráról” a későbbiekben szólnunk.

- 1. Távérzékelte információ (humán környezetben) gyakorlatilag az egész EM spektrumban begyűjthető.**
- 2. Az információ amplitúdója erősen függ a levegő elnyelési tulajdonságaitól**
- 3. A saját kibocsátás maximuma a középső infra tartományban található**
- 4. Az optikai EM-tartomány fő célja humán vizsgálatoknál a térbeli paraméterek meghatározása lehet**
- 5. Ezen a területen érdekes lehet a felületről reflektálódott (közeli) infravörös fény is**

4. EGY BIO-TÉRINFORMATIKAI RENDSZER ELVI MEGVALÓSÍTHATÓSÁGA (ADATGYŰJTÉS 2.) AZ INFRAVÖRÖS TÁVÉRZÉKELÉS

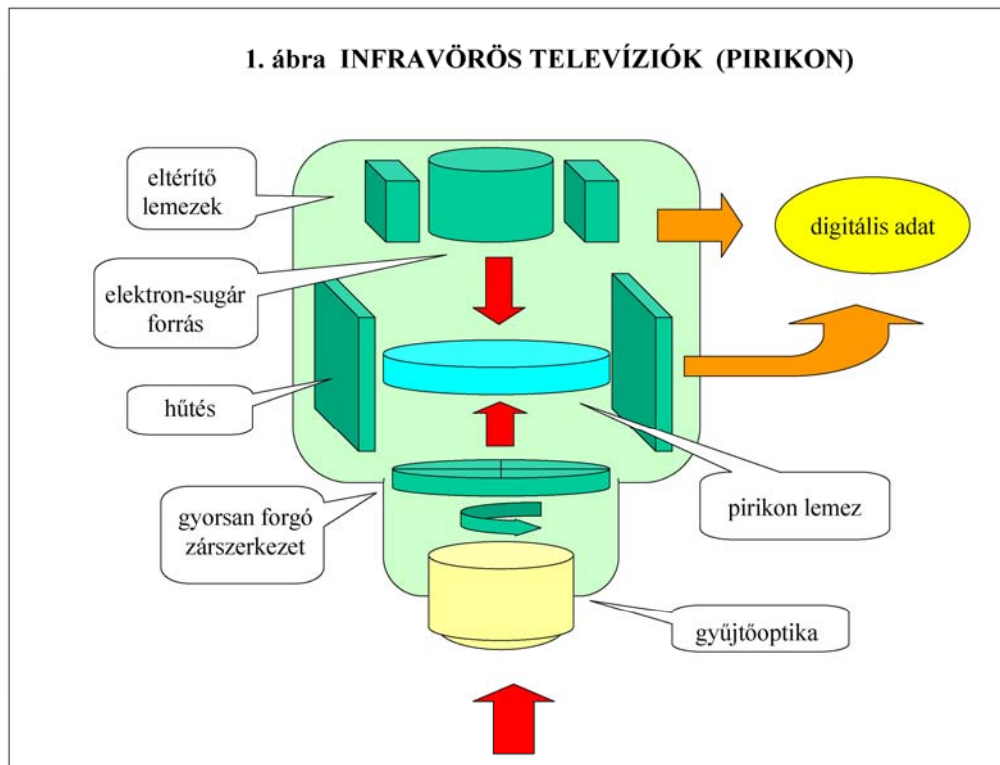
Egy biotérinformatikai rendszer legfontosabb adatgyűjtési eljárása a távérzékelés, hiszen így a vizsgált személlyel semmiféle közvetlen érintőleges kapcsolatban sem vagyunk. A korábbi cikkben áttekintettük azokat a módszereket, amelyek a látható fény tartományában működnek, és legfontosabb feladatuk ebben a folyamatban a geometriai adatok gyűjtése. Az alábbiakban pedig bemutatjuk az infravörös tartomány hasonló lehetőségeit, amelyek már jelentős „tartalmi” információkat is hordoznak a szomatoinfra vizsgálati módszerek területén. Ezek a „tartalmi” információk adhatják, természetesen a döntő jelentőségű szakmai tapasztalatok mellett a szomatoinfra elemzések távérzékelési alapját.

41. Infravörös televíziós kamerák:

A televíziós rendszerek érzékenységi tartományának kiterjesztése a középső infravörös tartományra a különböző objektumoknak a saját IR sugárzásuk, "hősugárzásuk" alapján való megkülönböztetése érdekében történt. E tartományában (2-4 μm , 8-12 μm) azonban vidikonok, igazi televíziós rendszerek már nem alkalmazhatók. E céből alakították ki a speciális infravörös-érzékeny TV kamerákat. Az infravörös-érzékeny kamerák jelenleg legelterjedtebb típusa az irikon és a pirikon kamera (1 ábra). Az infravörös sugárzás egy germánium optikán keresztül az infraérzékeny (piroelektromos) rétegre jut. Itt a piroelektromos anyagban a beeső hőmérséklettel változó spontán polarizáció töltést kelt az anyag felületén. A további folyamat hasonló a vidikonéhoz (elektronnyaláb letapogatás, videojelképzés).

Az infravörös felvételeknek a pirikon esetében van egy komoly problémája, amely más televíziós rendszereknél nem lép fel. Az infravörös kamera ugyanis a piroelektromos anyag tulajdonságai miatt csak a változó hőmérsékletű, illetve mozgó objektumokra reagál. A megoldás lehet a kép mozgatása tükörrendszerrel, de újabban megszakító tárcsát alkalmaznak. Mivel a pirikonok működési tartománya 8-14 μm -ig terjed, ezért alkalmasak a passzív éjszakai megfigyelésekre, illetve egyéb, pl. hőtermelő élettani folyamatok vizsgálatára. Jelenleg alkalmazásukat a viszonylag bonyolult előállítás, működtetés, illetve az aktív üzemi alacsony szintje korlátozza.

Másik, a geometriai kiértékelést befolyásoló elem az IR tartományban általánosan használt germánium-optikák úgynevezett elrajzolási görbéje (lásd a későbbiekben). Ugyanakkor a pirikon-kamera is, mint minden, a humán jellegű távérzékelésben meghatározó fotografiai és televíziós eszköz centrális képet készít, ami alkalmassá teszi az egyébként korrekt geometriai kiértékelésre.



42. Infravörös spektrumú távérzékelés a fotográfiában és a „hagyományos” CCD-mátrix radiométereknél:

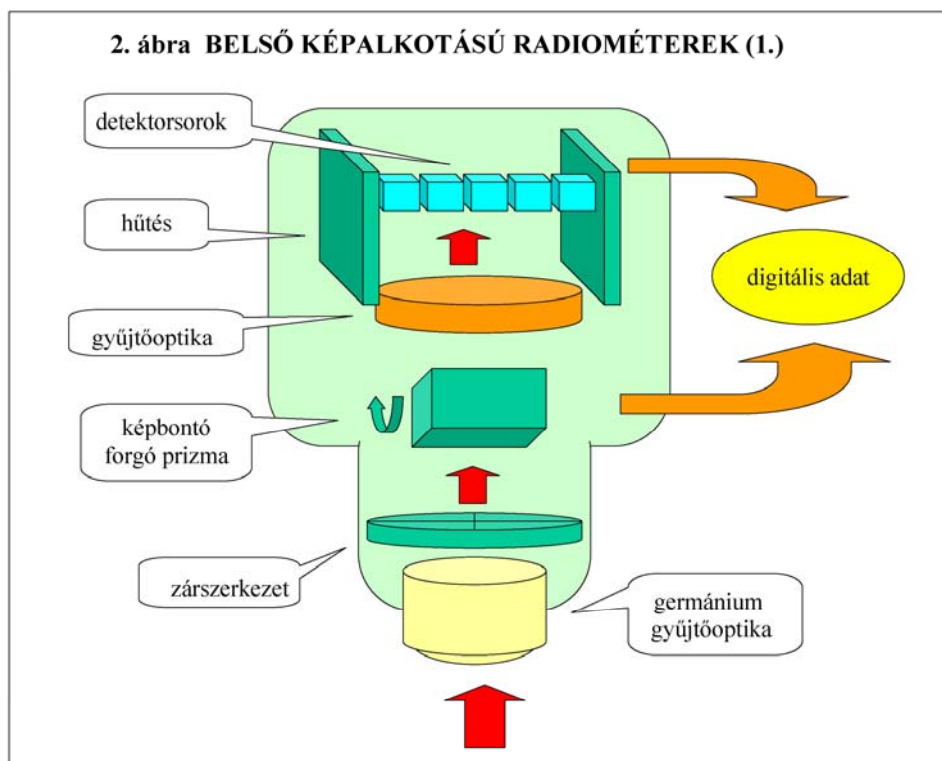
A fényképezés kiterjesztése az infravörös tartományra, mint korábbi cikkünkben láttuk, szélesebb alapokra helyezte környezetünk objektumainak felismerését, értékelését. Lehetőségként, de ugyanakkor kérdésként is felmerül, hogy az infravörös filmek érzékenyítése az IR tartományokra kb. a $0,9\ \mu\text{m}$ -es határig hozhat-e új információkat pl. a szomatoinfra vizsgálatoknál, mivel az ember is, mint minden környezeti objektum itt is sugároz, az igaz, hogy az össz-energiájának csak nagyon kis hányadával. Ugyanígy felmerülhet ez a kérdés a normál látható tartományban működő mátrix-kameráknál. A nagy általánosságban diódáik érzékenysége eléri az $1\ \mu\text{m}$ -t, ami gyakorlatilag már a következőkben tárgyalt speciális eszközök legrövidebb alkalmazott hullámhosszával határos. Adhat-e információt ez az eszköz akkor, ha a környezeti, illetve napsugárzást kizárjuk. Ugyanígy, amennyiben aktív üzemmódban infravetővel világítjuk be a „terepet”, jelentkezhets-e újabb típusú információ. Ezek a kérdések azért is érdekesek, mert nem különleges, hanem „kommersz” eszközökről van szó. Továbbá az is nyilvánvaló, hogy minden plusz információ csak növelheti a szomatoinfra eljárások teljesítőképességét.

43. Speciális, a közepső és a távoli IR-tartományban működő radiométerek:

A radiométerek széles családja ismert azért, hogy az általában használható „ürfelvételeket” ilyen pásztázó eszközökkel készítik. Egyik legfőbb tulajdonságuk, hogy a terepnek mindig csak egy kis részét továbbítják tükörrendszereik segítségével a detektorokhoz, a képalkotás tehát folytonos. Ezeknek természetesen vannak a távoli IR-ben működő rendszereik, hiszen a

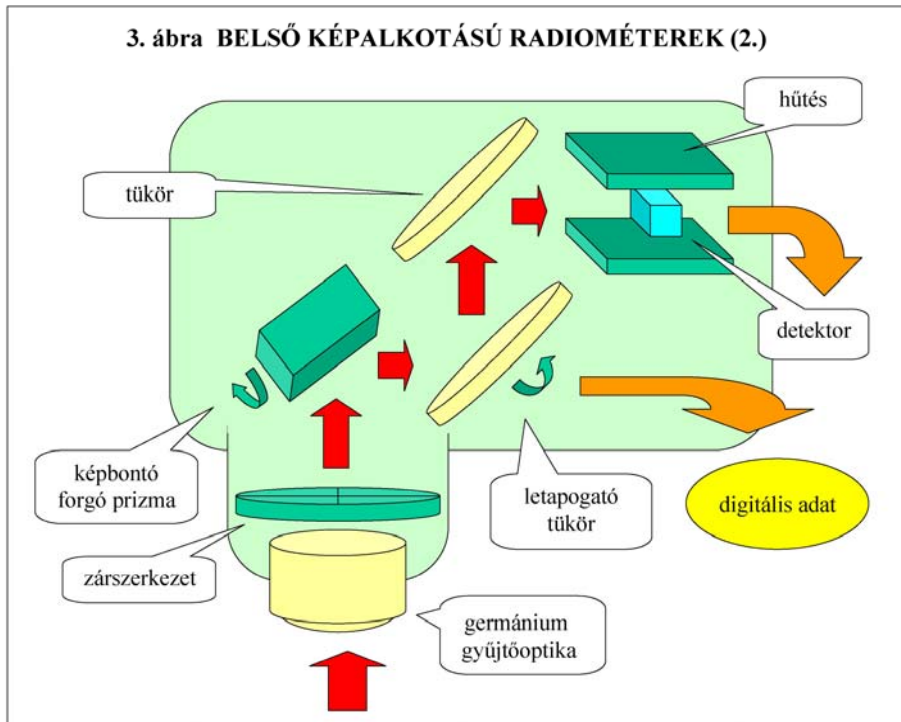
világűrben lehetőségeik gyakorlatilag a használatos fotodiódák érzékenységi tartományától függenek. Az ilyen berendezések azonban lokális leképezésekre (egyes személyek, kisebb tárgyak) nem használhatók. Ezért fejlesztették ki azokat a speciális IR radiométereket, amelyek ma már széleskörben elterjedtek a humán megfigyeléseknél is (szomatoinfra).

Ezért az alábbiakban olyan berendezések elvi felépítéséről lesz szó, amelyek a képbontást a műszeren belül oldják meg, tehát a "kívülálló" számára centrális vetítésű műszereknek tűnnek. Alapelveként (2. ábra) egy ma már kevésbé használatos módszerrel működő rendszerben germánium optika képezi le a fókusz síkban a környezet IR képét, amit egy tükör vagy egy prizmarendszer bont fel folyamatosan sorokra illetve képpontokra. Ezután a folyamat hasonló az egyéb radiométerek képalkotásához, azzal a különbséggel, hogy a detektor működési körülményei lényegesen bonyolultabbak (pl. hűtés). Ennek az elrendezésnek az az előnye, hogy csak egy sor érzékelő diódát kell egybeépíteni, szabályozni, illetve a emiatt a hűtés megoldása egyszerűbbé válhat.

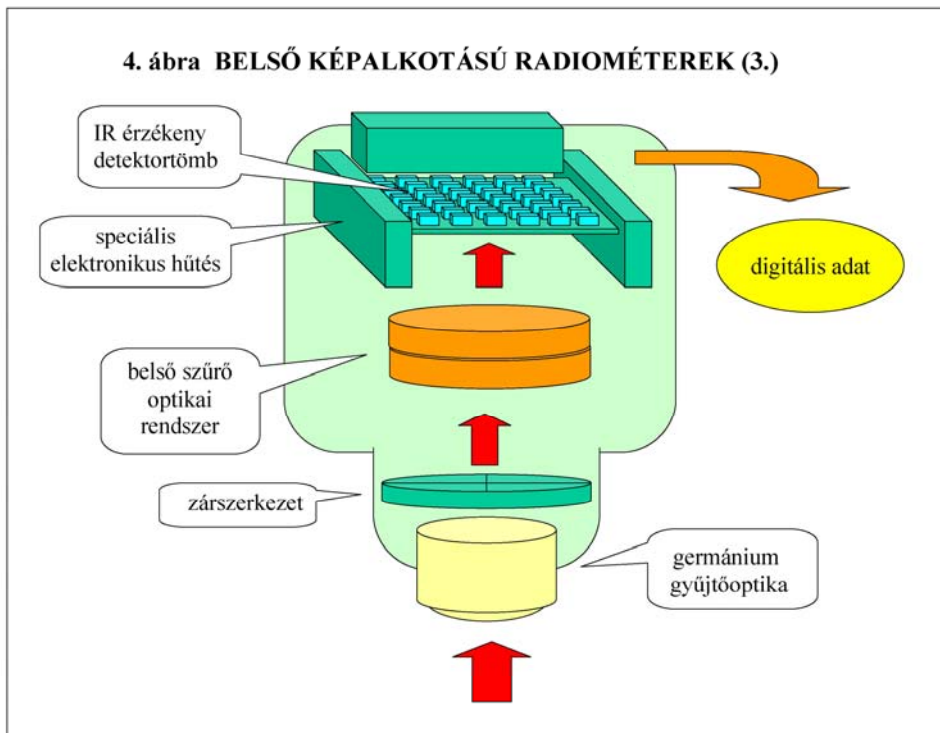


A távoli infravörös tartományokban működő radiométerek következő nagyobb csoportját azok az eszközök képviselik, amelyek képalkotásánál teljes egészében prizmák és tükrök játsszák a fő szerepet (3. ábra). Ez az eljárás egyszerű elektronikát, hűtési megoldást jelent, de a mechanika bonyolultsága (és kisebb geometriai felbontása) miatt nem terjedt el világszerte. A fejlődés következő lépcsőfoka (a jelen) a CCD-mátrix alapú IR-érzékelők. Felépítésük hasonló a mátrix fényképezőgépekhez. Alkalmazásuk nagy előnye, hogy ebben az esetben a kép összes pontja valóban egy időben készül el, tehát a korábbiakkal ellentétben alkalmasabb korrekt geometriai kiértékelésre, ami egy emberhez kapcsolódó helyi adatgyűjtésnél feltétlenül előnyt jelent (4. ábra). A rendszer hűtése kívülálló számára nem eléggé tisztázott, mindenesetre az érzékelő diódák száma itt is korlátozott. A bonyolult rendszer miatt áruk viszonylag magas.

3. ábra BELSŐ KÉPALKOTÁSÚ RADIOMÉTEREK (2.)



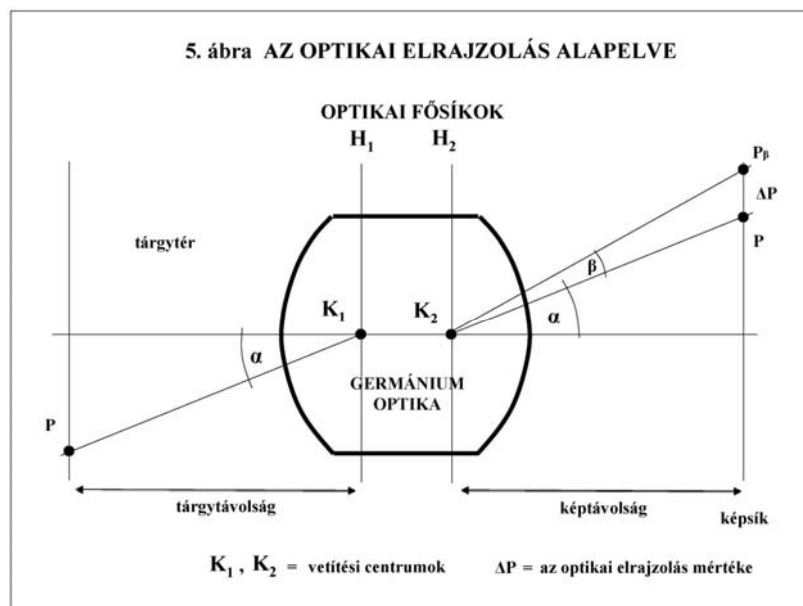
4. ábra BELSŐ KÉPALKOTÁSÚ RADIOMÉTEREK (3.)



44. Az infravörös eszközök leképezésének geometriai problémája:

Gyakorlatilag egy optikai rendszer (lencse-rendszer) két alapvető funkciónak kell, hogy eleget tegyen. Az egyik a leképezett objektumok sugárzásának lehető legpontosabb rögzítése. Ezek az úgynevezett radiometriai problémák részben az optikával (germánium optika) vannak összefüggésben, részben az érzékelő fotodiódák érzékenységeivel, konverziós problémáival. Mindkettő említett kérdést jórészt szabályozzák az eszköz gyártásánál. A harmadik probléma az infravörös sugárzás csillapodása a légkörben. Ezekkel a kérdésekkel más keretek között foglalkozunk.

A lencserendszer másik alapvető funkciója, hogy a leképezett objektum geometriailag felismerhető, értékelhető legyen. Ezek alapján pedig a kérdéses objektum geometriai viszonyai valamilyen pontossággal modellezhetőek legyenek segítségével. Mivel azonban a különböző típusú infravörös érzékelő eszközök fejlesztésének célja a sugárzás rögzítése, ezért az optikai rendszerük geometriai szabályozására nem sok energiát fordítanak. Így, korábbi tapasztalatok alapján, ezek az optikák terheltek az úgynevezett optikai elrajzolás jelenségével. Az elrajzolás fogalma azt jelenti (5. ábra), hogy az elviekben a vetítési centrumon áthaladó fény (infravörös) korpuszkuláris jellegű sugarai a kilépő oldalon nem ugyanazt a szöveget zárják be az optikával ($\alpha+\beta$), mint a tárgyfelőli oldalon (α). Tehát a képsíkot (detektorsíkot, stb.) nem ott éri el, ahol elméleti esetben kellene (ΔP). Ez megváltoztatja a kép geometriáját, a kép torzul. Ez a torzulás általában körszimmetrikus, mérhető és a korrekciós felület a számítási eredmények alapján számítható.



Az elrajzolás mértékének meghatározása a korábbi tapasztalatok alapján pl. lehetséges egy olyan fémlap segítségével, amelyen 0,1 mm pontossággal egy lyukhálózat van kialakítva. Ez gyakorlatilag normál laboratóriumi hőmérsékletek esetén biztosítja azokat az emissziós különbségeket, amelyek a hálózat észleléséhez kellenek. Az elkészült képet aztán fotogrammetriai eszközökkel ki kell értékelni, és az ezek alapján számított javítási felületekkel a képi koordináták javíthatók. Meg kell jegyezni, hogy az átlagosan használatos geometriai felbontású infravörös kamerák (a felbontás a diódaszám függvénye) elrajzolási hibája felülmúlja a viszonylag nagy pixelméreteket is.

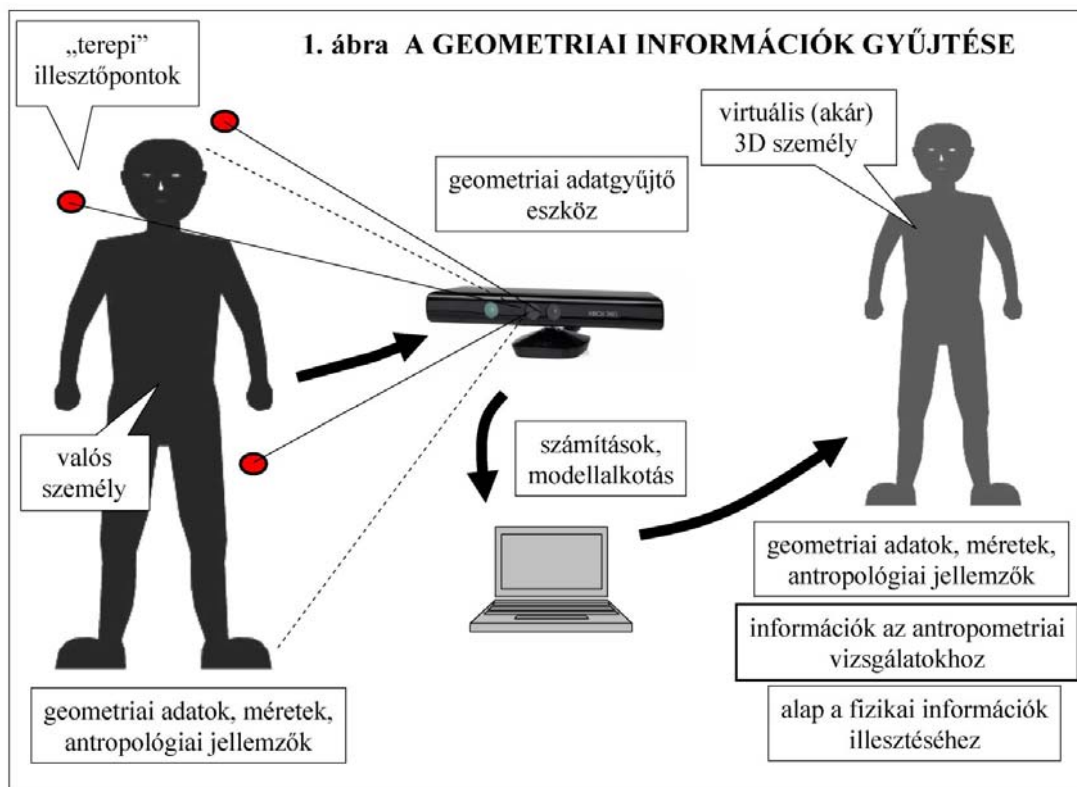
- 1. Az emberek sugárzási viszonyainak vizsgálatára a középső IR sáv az optimális**
- 2. Az IR-televíziós rendszerek használata sok problémával jár**
- 3. Rendszeres vizsgálatokra mindenképpen az (elterjedt) belső képalkotású radiométerek alkalmasak**
- 4. Amennyiben az infravörös kép nagy geometriai pontosságú kiértékelésére van szükség, elengedhetetlen az optikai rendszer vizsgálata és kalibrálása**

5. A BIO-TÉRINFORMATIKAI RENDSZER MŰKÖDÉSE AZ ADATFELDOLGOZÁS TÍPUSAI (GÓCKERESÉS)

51. A képek információtartalma és kapcsolata a valós világgal:

Egy bio-térinformatikai rendszer adatfeltöltése távérzékeléssel (a látható és az infravörös tartományban) általában analóg és/vagy digitális képi adatokat eredményez. Ahhoz, hogy ezekből az adatokból számunkra közvetlenül használható információ keletkezzen, részben értelmeznünk kell őket, részben elhelyeznünk őket a világban, illetve ennek valamilyen modelljében. Az kijelenthetjük, hogy ez a modell esetünkben az egyes személy, általában góckeresés esetén tovább bontva szervi szintre. Ehhez az értelmezéshez, feldolgozáshoz csoportosítani kell a belőlük kinyerhető jellemzőket. A gyakorlatban, felhasználhatóságuk szempontjából háromféle adatot, (feldolgozás után információt) különböztethetünk meg. Ezek a geometriai, a fizikai és a tartalmi információk. Természetesen mindhárom egyszerre fordul elő, de a szomatoinfra eljárások integrálásához külön kell őket tárgyalni, mivel esetükben eltérő súllyal szerepelnek a fenti tulajdonságok, a végleges értékelésnél például túlnyomó szerepe van a tartalmi információknak.

Geometriai információk és illesztésük, beleértve az infravörös technikát:



A geometriai információ a felvételeknek azt a tulajdonságát jelenti, hogy a leképezett objektumok, jelenségek alakját, méreteit elhelyezkedését valamilyen rendszerhez képest meg tudjuk határozni (bio-térinformatika esetén ez első lépésben a valós méretű ember-modell). A leképezési módszer határozza meg azokat az alapvető lehetőségeket, amelyek eredményeként

pontos, vagy kevésbé pontos geometriai adatszolgáltatást tudunk elérni (1. ábra). Általában kimondható, hogy a legjobb alapanyag a mérőkép, hiszen ez biztosítja leginkább a geometriai homogenitást, amiatt, hogy az egész kép területére csak egyetlen forgatási mátrix szükséges a modellezéséhez, és ez mindegyik képpontra egyaránt vonatkozik. Ennek folyománya, hogy a valós személyes modell létrehozása fotogrammetriai eszközökkel (fényképezés alapján) megvalósítható, az összes geometriai információ kinyerhető. Természetesen e mellett újabban néhány aktív módszer is pontos modellt szolgáltat, pl. a mélységkép-eljárás, a lézerszkenner, stb.

Megjegyzendő, hogy a szomatoinfra eljárások alkalmazása esetünkben mindig adott, hiszen a rendszer alapvető célja a szomatoinfra feldolgozás eredményeinek kiegészítése, esetleg pontosítása. Tehát röviden érinteni kell magának a felhasznált infravörös eszköznek geometriai kérdéseit, helyét a geometriai adatszolgáltatásban. Erről a korábbi cikkekben már szó volt, most ismétlésként csak az érdekes, hogy jelenleg már az infravörös leképező eszközök dióda-mátrix képrögzítővel rendelkeznek, ez pedig gyakorlatilag egyidejű leképezést jelent. Mint láttuk, itt a fő problémát a leképező rendszer geometriai felbontóképessége jelenti, az ezekből a képekből közvetlenül előállítható modellek (2D, 2,5D, 3D) térbeli felbontása is elmarad az optikai eszközök teljesítményétől. Mindenesetre elviekben érdekes lenne megvizsgálni ezt az utat is, hiszen így lényegesen leegyszerűsödne a „térképzési” folyamat.

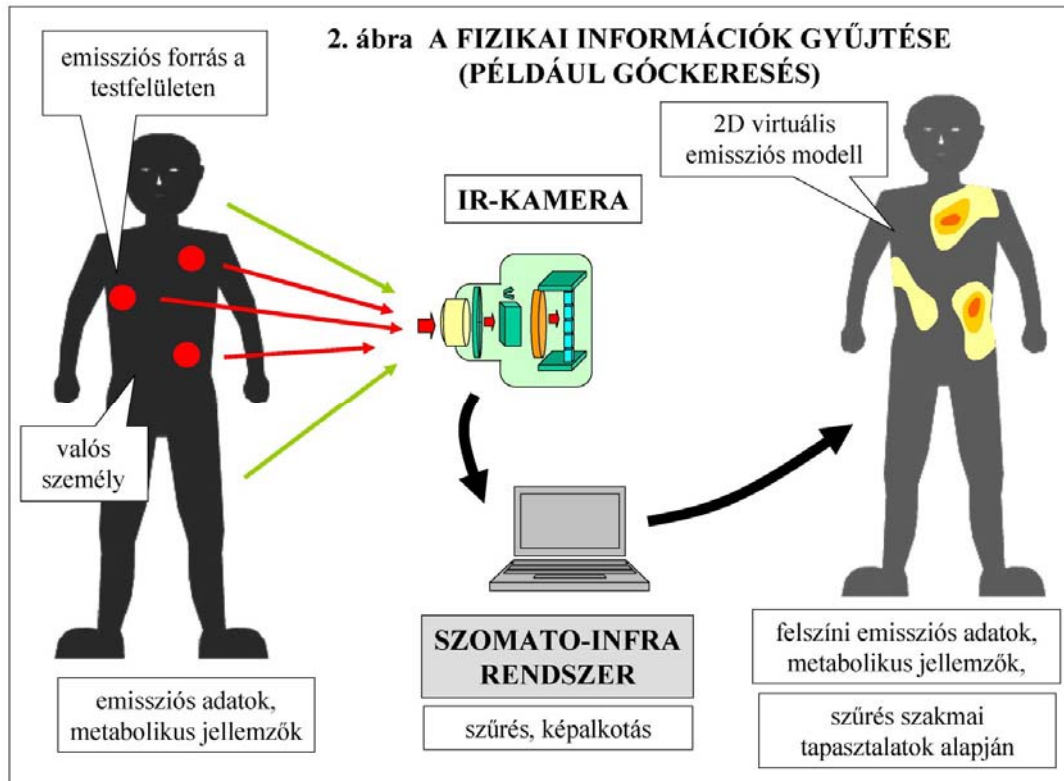
Az infravörös radiométerek további problémája, mint korábbi dolgozatunkban láttuk, a lencserendszer. Ugyanis ahhoz, hogy a leképezett objektum geometriailag felismerhető, nagy pontossággal értékelhető legyen, a rendszernek kis optikai elrajzolással kellene rendelkezni. Ez általában nincs így, tehát a felbontást is figyelembe véve, el kellene tekinteni ezen eszközök képeinek felhasználásáról a geometriai adatgyűjtés viszonylatában. Ennek ellenére az előbb említett okokból egy vizsgálatot megérne a dolog, azért is, mert az elrajzolás mértéke és a felbontás-csökkenés nagyságrendje azonos lehet.

52. Fizikai információk és illesztésük:

A fizikai információ a felvételek esetében azt a jelenséget jelenti, hogy a leképezett objektumok spektrális viszonyait, ezen belül tulajdonságait valamilyen rendszerhez képest meg tudjuk határozni. Ez gyakorlatilag minden képi információra nézve lehetséges. Azonban lényeges kiinduló szempont, hogy a szomatoinfra esetében nem törekszünk az emisszió alapuló képi értékek abszolút módon való meghatározásához. De a leképezési eljárások módszerei miatt ez a feldolgozás lehet egyértelmű, vagy kevésbé meghatározott. Általában kimondható, hogy a legjobb alapanyagok a fizikai jellemzők kiértékeléséhez az úgynevezett multispektrális (MS) eljárások, mégpedig azért, mert esetünkben adott a többszörösség elve a spektrális viszonyok vizsgálatát tekintve. Jelen esetben a többszörösség az egy objektumra vonatkozó, egyértelmű, több információ-sorozatot jelenti. Tehát nyilvánvalóan egyértelműbb a vizsgálat eredménye egy személy esetén, ha az infravörös felvételezés mellett az adatgyűjtés a látható fényre is kiterjed (utófeldolgozás lehetősége), vagy a kiértékelő legalább „saját szemével” is információt gyűjt a páciensről.

Azokat az alapvető kérdéseket, hogy valamilyen detektált objektum, jelenség milyen tulajdonságú, és állapotú, általában a képi tónusokból, (konvertálva színekből), esetleg a képi szerkezetből válaszolhatjuk meg. Ezek alapján a geometriai feldolgozás (esetenként fotogrammetriai kiértékelés) után képfeldolgozási eszközökkel a felderített jelenség minősíthető, legalábbis különféle eljárásokkal előkészíthető a végleges értelmezéshez (2. ábra). Itt jegyzendő meg, hogy a fizikai információk kiértékelésének alapmódszere a digitális

képfeldolgozás (főként MS anyagok esetén), mivel ez biztosítja a többi lehetőséggel szemben az egyértelmű és legpontosabb megoldást. Azonban a szomatoinfra vizsgálati módszer esetében fokozottan áll, hogy a képfeldolgozás inkább csak elősegíti a kiértékelést, mivel a végleges döntést a gyakorlati tapasztalat, valamint a háttérinformációk alapozzák meg. Egyébként az információknak ezt a fajtáját „tartalmi” információknak szoktuk nevezni (lásd később).

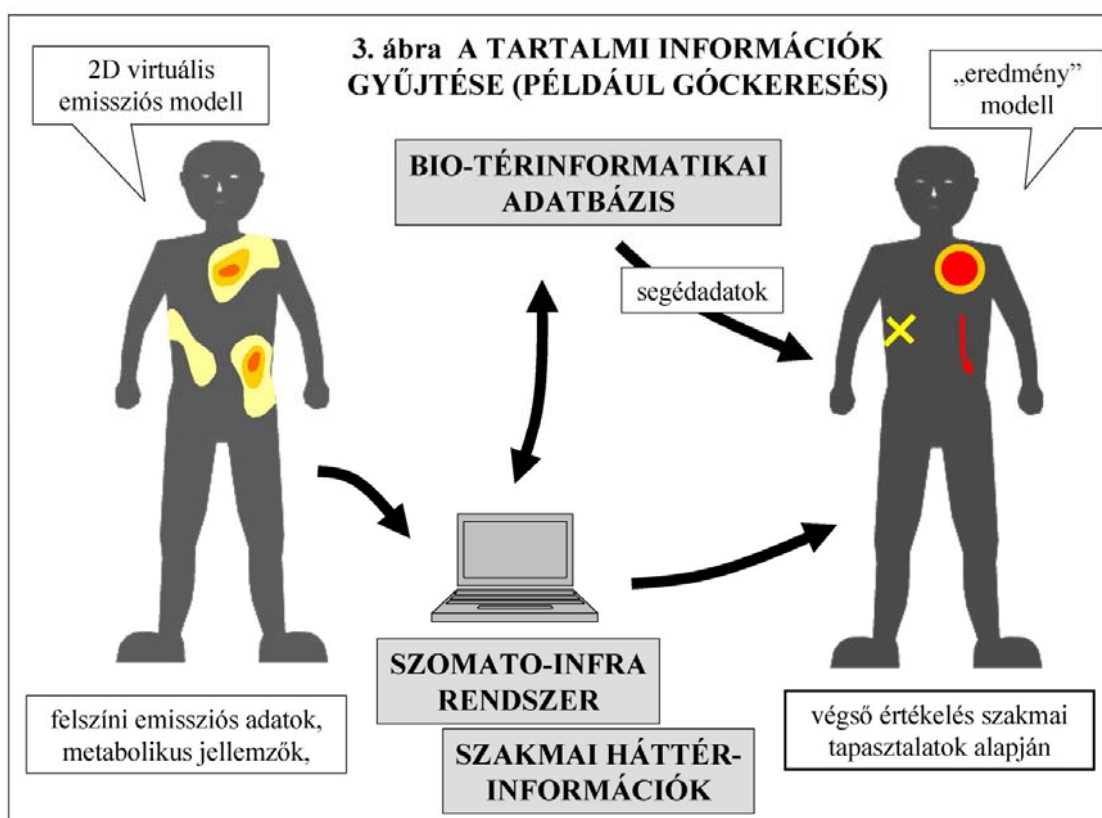


A fizikai információk feldolgozásának szintén meghatározó kérdése az információk illesztése a valósághoz, ennek modelljéhez. Ez minden esetben valamilyen tulajdonság-rendszerhez való illesztést jelent. Ezért át kell tekinteni az illesztés lehetőségeit, módszereit ezen a területen is. A fentiekben már említettük, hogy a multispektrális (fotó, termográfia, röntgen, stb.) anyagok kiemelt helyet foglalnak el a szomatoinfra rendszer kiegészítéseként, különösen, ha egyúttal az információkat térinformatikai környezetben is fel kívánjuk dolgozni.

Az érzékelt fizikai információk abszolút értékének (a valós világhoz rendelésének) meghatározására két megoldás lehetséges. Egzakt módszer, ha a vizsgálattal egy időben sugárzási méréseket végzünk a testen. Így a spektrális mérések eredményei azonnal bevihetők a kiértékelésbe, közvetlen eredmények meghatározására alkalmasan. Itt kell megjegyezni, hogy a geometriai információkkal ellentétben ez az egzakt illesztési eljárás erősen időfüggő (akár néhány perc elteltével is). Így gyakorlatilag a spektrométeres méréseket, amennyiben részletesebb, mélyebb információkat szeretnénk (pl. betegségek, stb.), közvetlenül a távérzékelési folyamat részeként kellene alkalmazni, hiszen egy objektum spektrális szerkezete pillanatnyi jellegű. Ezért a szomatoinfra eljárásban azt alkalmazzák (és a biotérinformatikai rendszernek ezt kell figyelembe venni), hogy az értékelés folyamatában úgynevezett háttér-információkat (tartalmi információkat) használják a fizikai jellemzők illesztésénél. Ez amiatt is megállja a helyét, mert a folyamatban az emissziós foton-sugárzás relatív értékei a fontosak.

53. Tartalmi információk és illesztésük:

A tartalmi információ a felvételek értékelésének azt az elemét jelenti, hogy a képeken szereplő objektumok, jelenségek háttér-tulajdonságait, kapcsolatrendszerét, jellegét a környezetével valamilyen rendszerhez képest meg tudjuk határozni (3. ábra). Ez gyakorlatilag minden képi információra nézve lehetséges, hozzáteve, hogy ez jórészt a kiértékelő személy tudásának függvénye. A kiértékelési eljárások módszerei miatt az ilyen feldolgozás lehet egyértelmű, vagy kevésbé meghatározott, de általában mindig relatív, leíró jellegű. Általában kimondható, hogy a multispektrális (MS) eljárások, a multitemporális (MT- több időben végrehajtott) módszerek támogatják az eredmények egyértelműségét. Mégpedig azért, mert esetükben adott a többszörösség elve a kapcsolatok vizsgálatát tekintve. Ebben az esetben is azokat az alapvető kérdéseket, hogy valamilyen objektumhoz, jelenséghez milyen háttér-tulajdonság, milyen összefüggés, kapcsolat tartozik, általában részben a képi tónusokból, színekből válaszolhatjuk meg, jórészt azonban a szerkezetből, képi jelzésekből. Megjegyzendő, hogy különösen a szomatoinfra eljárásoknál nagy szerep jut az úgynevezett indikátoroknak, ami azt jelenti, hogy a „fedett”, vagy nem látható jelenségek értelmezhetőek más, kapcsolódó jelenségek kiértékelésével.



A tartalmi információk feldolgozásának szintén fontos összetevője az információk illesztése a valósághoz. Gyakorlatilag a legtöbb esetben a tudat által megszürt adatok szolgálnak illesztő elemekként, napjainkban pedig egyre nagyobb szerepe lesz a térinformatikai adatbázisok geometriailag és fizikailag illesztett információinak. Az első esetben a tudatban összegyűlt adatok szerepelnek szellemi adatbázisként. Mindkét esetben a szubjektumnak van meghatározó szerepe, tehát emiatt tekinthető a folyamat alkotó tevékenységnek is. Ebből

következik, hogy a meglévő térinformatikai adatbázisok szerepe a jövőben a fotointerpretáció területén tovább növekszik.

Egy érdekes kérdést is meg kell említeni. A szomatoinfra vizsgálatoknál sok esetben, a különböző (eltérő méretarányú és felbontású) alapanyagok, képek együttes kezelésénél, a tartalmi adatok illesztésénél a korábban említett geometriai és esetenként fizikai eltérések miatt nem tudjuk eldönteni, hogy a modell-felszín bizonyos területein látszó objektum micsoda, ugyanaz-e, mint a másik képen. Ekkor úgynevezett tartalmi jellegű geometriai illesztést lehet alkalmazni (ez bizony az, ha ott van).

Végül meg kell említeni, hogy a tárgyalt módszer elsajátításához különböző mélységű és tartalmú oktatás szükséges. A felvételezés körülményeinek, a közvetlen fizikai adatok rögzítésének lehetséges eljárásai viszonylag érthetően, megfelelő segédeszközökkel, oktatással elsajátíthatók. A tartalmi információk meghatározása (pl. a vizsgálatok értelmezése) azonban az elméleti kérdések tisztázása mellett nagyon sok gyakorlatot, kreativitást igényel, tehát a tanulási folyamata az előzőeknél lényegesen bonyolultabb.

- 1. A relatív információkat szolgáltató távérzékelés valós, környezeti adatokká való transzformálásához a három jellemző (geometriai, fizikai és tartalmi) illesztés-jellegű feldolgozása szükséges**
- 2. Szomatoinfra vizsgálatnál az esetleg szükséges geometriai illesztést (antropológiai meghatározások céljából) jórészt optikai eszközökkel biztosíthatjuk**
- 3. Ugyanígy kell eljárni, ha alakhú személyes modellt kívánunk BIO-GIS rendszerben alkalmazni**
- 4. Szomatoinfra értékelés esetében a fizikai információgyűjtés (mint kiegészítő eljárás) az optikai tartományú felvételek nyújthatnak multispektrális jellegű értékelést, noha az adatnyerésnél relatív adatok is elegendők**
- 5. A tárgyalt esetben a tartalmi információknak kiemelt, döntő jelentősége van a fotóinterpretációs gyakorlat mellett. Az eljárás alapjainak elsajátítása érdekében képzésre, oktatásra van szükség**

6. A BIO-TÉRINFORMATIKAI RENDSZER TÍPUSAI, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL AZ SZOMATOINFRA TECHNOLÓGIÁRA (GÓCKERESÉS)

61. A szomatoinfra technológia és a góckeresés GIS-kritériumai:

A szomatoinfra rendszer meghatározása szerint a dinamikus életfolyamatokkal foglalkozik, mégpedig a metabolizmus emisszió, a termoreguláció alapján. A bio-térinformatika feladata ezzel kapcsolatban az, hogy vegye figyelembe az élővilág komplexitását és az antropológiai környezet sajátosságait. Tehát a szomatoinfra rendszerek támogatására szolgáló térinformatika alanya az egész emberi test, vagy ennek a felszíne, ezek geometriai és infravörös topográfija. A kutatási folyamat fontos szelete a góckutatás, amely informatikai „fordításban” emissziós anomáliákat, ezek lokalizálását (is) jelenti.

Egy góckereséssel kapcsolatos vizsgálat általában úgynevezett testrégiók szerint történik. Ezek anatómiai és életfolyamatokra jellemző összefüggések alapján vannak meghatározva. Így egy térinformatikai rendszer felépítésénél szintén figyelembe kell venni ezeket a kritériumokat, azzal a kiegészítéssel, hogy végül is az egész ember működésében egységes sugárzó organikus rendszer. Tehát egy bio-térinformatikai adatbázis alapja az egész ember, de választhatóan „részekre” bontva. Ez a bontás határozza meg típusát.

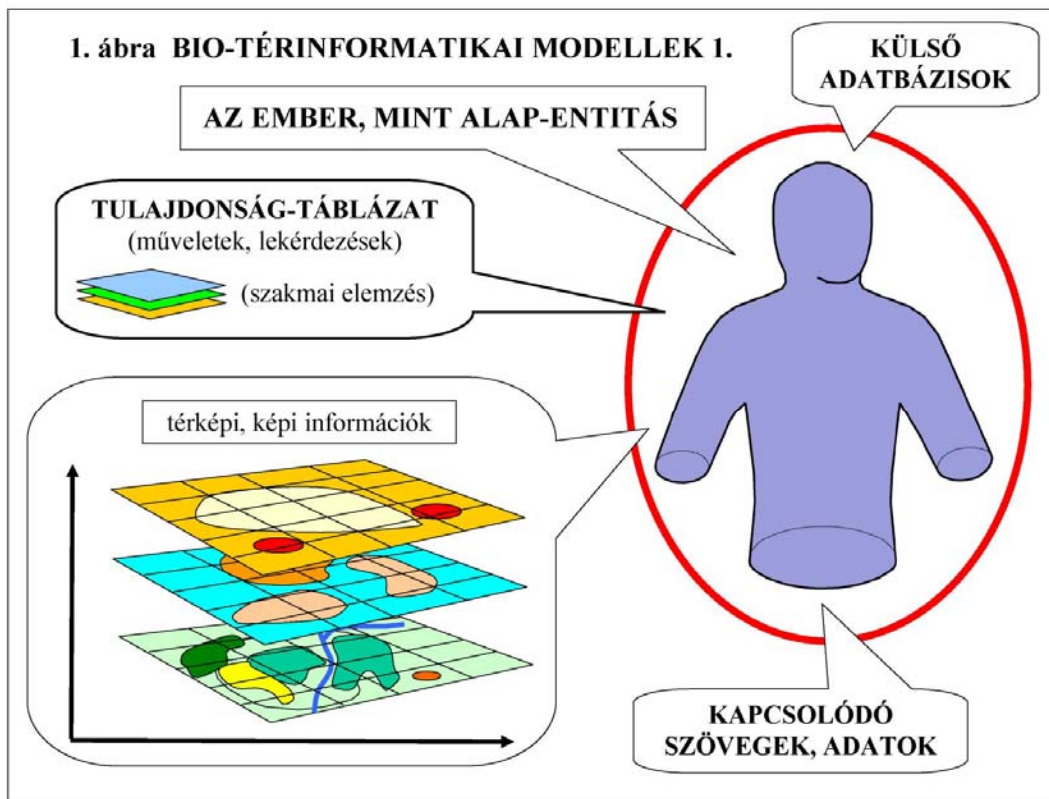
62. A bio-térinformatikai rendszerek típusai:

Amennyiben célunk egy térinformatikai adatbázis (GIS) felépítése a szomatoinfra vizsgálati rendszerek segítésére, akkor legelső lépésünk az, hogy ezzel az adatbázissal milyen feladatokat kívánunk megoldani. Ehhez legelőször meg kell jelölni azt az objektumot (vagy jelenséget), amelyik az esetleges elemzésnél az alapvető, sem geometriailag, sem a tulajdonságait tekintve tovább nem osztható ismérvekkel rendelkezik. Ezt az elemi objektumot nevezzük entitásnak. Az entitás jelentősége abban van, hogy meghatározhatja a későbbi feldolgozás, kiértékelés lehetőségeit, a szomatoinfra-ban végzett elemzések támogatásának alapegységét. Természetesen esetünkben is mérlegelni kell ennek az alapegységnek térinformatikai jellegű lehetőségeit, kapcsolatrendszerit. Hiszen, amennyiben például az entitás maga a személy, ehhez nyilvánvalóan egyszerűen kapcsolható akár egy „tér-környezeti” információhalmaz, ezt a GIS kezelni tudja. Akkor, ha geometriailag és a meghatározó tulajdonságokban kijelöljük például a „szerv”-szintet entitásként, ez előbbi nehezen oldható meg, viszont a testen belüli kapcsolatok jól modellezhetők. Ezen felül el kell gondolkodni azon is, hogy fel tudjuk-e tölteni az egész testet úgynevezett hasznos információkkal olyan módon, hogy az a GIS által meghatározott módon homogén, és a tulajdonságokat illetve azonos megbízhatóságú legyen.

A fentiekből következik, hogy be kell mutatnunk az entítások különféle formáit, ezzel rávilágítva a különböző lehetőségekre is. Első, és geometriailag a legegyszerűbb modell, amikor az emberi testet tekintjük entitásnak (1. ábra). Ez a térinformatikában a korábban felsoroltakon kívül azt jelenti, hogy a szomatoinfra vizsgálatokhoz elsődlegesen kapcsolható információk a személyhez kötődnek. Ezek az információk pedig a következők minden GIS-ben: Legfontosabb az úgynevezett attribútum-tábla. Ez egy az adatbázisoknál alapesetben használatos táblázat, amely tartalmazza mindazokat az adatokat, amelyek fontosak az elemzésnél. Ezzel a táblázattal azután elemzéseket, összefüggéseket, térbeli és tulajdonság szinten lehet elvégezni, és csak ezekkel. Tehát az attribútum-táblázat elemeinek összeállítása

nagyon fontos, mivel az igazi GIS-funkciók csak ennek segítségével alkalmazhatók hatékonyan. A korábbiakra visszautalva megjegyzendő, hogy a bio-GIS síkbeli-térbeli adatait jórészt a geometriai információk adják, az attributum-tábla tartalmazza a fizikai információkat, míg a tartalmi információkat részben a táblázat szerkezete, részben az elemzés személyi háttéradatai, és a végeredmény testesíti meg.

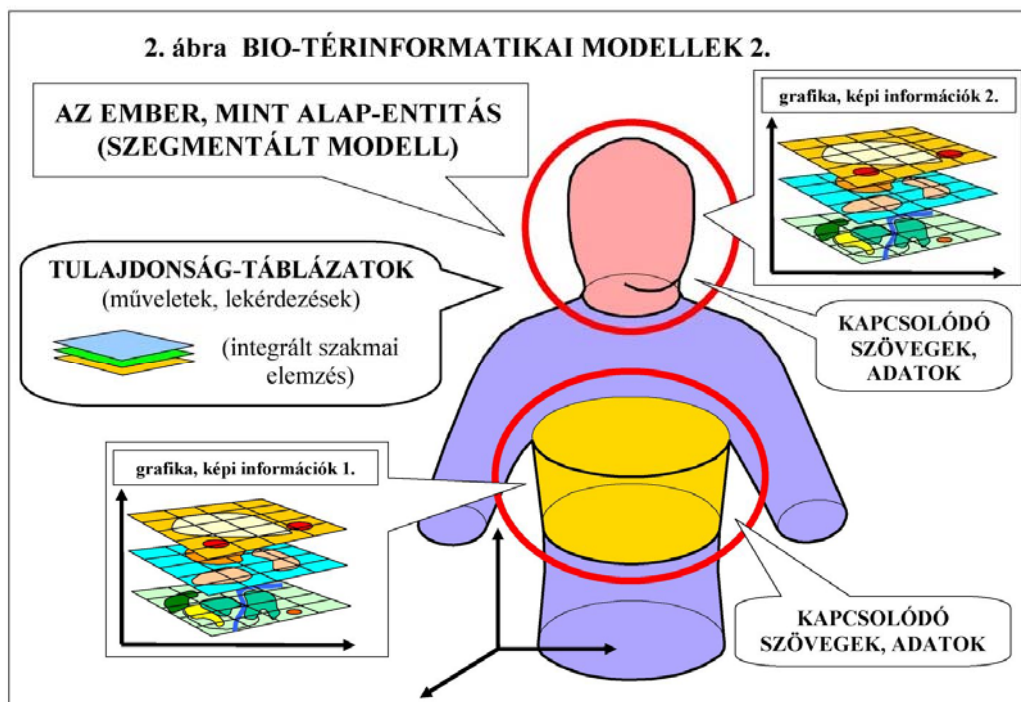
Mivel ez a táblázat természetesen egységesen az egész emberre vonatkozik, ezért ennek információi a test minden pontjára ugyanúgy vonatkoznak. Tehát, amennyiben a test „térképe”, geometriai topográfiája akár a legkisebb szerveket is tartalmazza, az esetünkben „csak” kép, ezek az információk nem oszthatók tovább. Egy térinformatikai rendszerhez még kapcsolhatók szöveges adatok is, melyekben akár egy egész könyv anyagát raktározhatjuk. Azonban ezek a szövegek nem alkalmasak műveletek végzésére, de a test bármely részére vonatkozóan olvashatók. Ugyanígy járhatunk el a különböző képekkel, ábrázolásokkal. Ami egy ilyen felépítésű GIS-nél előny, az a következő. Viszonylag könnyen kapcsolhatók hozzá (tehát a személy-entitáshoz) külső információk, akár egész adatbázisok. Ekkor például a vizsgálati személyre ható környezeti ártalmak, személyes kapcsolatok, az élet-folyamat időbeli vizsgálata is lehetséges, továbbá az ember részt vehet egy nagyobb kiterjedésű, regionális adatbázisban, mint egy itteni entitás.



A következő, kissé bonyolultabb modellünk, amikor az emberi test úgynevezett szegmensekre van bontva. Ennek lényege, hogy ugyan az egyes személy az alap, de néhány, az anatómiához kapcsolódó különálló részre bontva (ez utóbbi képezi az entitást). Ekkor elméletileg ezek a különálló szegmensek összekapcsolhatók, és tekinthetők esetenként egy tulajdonsággal bíró csoportoknak is. Az előző esettől a legnagyobb geometriai különbség azonban nem a szegmentálás, hanem az, hogy minden esetben be kell vezetni egy egységes geometriai alapot is, tehát a GIS már valódi térinformatikai geometriai modellel rendelkezik (2. ábra). Természetesen ez a modell nem szükségszerűen alkalmas a konkrét antropometriai mérésekre,

csak akkor, ha az adatgyűjtés a szomatoinfra vizsgálat első fázisában konkrét modellalkotásra is vonatkozott. Az összetett elemzéseket lehetővé tevő attribútum táblázata egy ilyen szegmentált modellnek szintén összetett. Ez azt jelenti, hogy minden entitáshoz saját táblázat tartozik, amelyeket azért össze is lehet kapcsolni. Ennek és a segítségükkel elvégzett elemzéseknek feltétele, hogy hasonló struktúrában épüljenek fel. Ez számítástechnikailag könnyen megoldható, azonban itt is beleütközünk abba a kérdésbe, hogy ezekhez a szegmensekhez azonos felbontású, és azonos megbízhatóságú tulajdonságok tartoznak-e. Amennyiben ez megvalósítható, akkor akár a lekérdezések szintjén a vizsgáló személy már „letisztított”, csak a konkrét vizsgálatra vonatkozó területi segédadatokat kaphat. Ugyanakkor, ha igényli, az egész testre vonatkozó információk is rendelkezésére állnak.

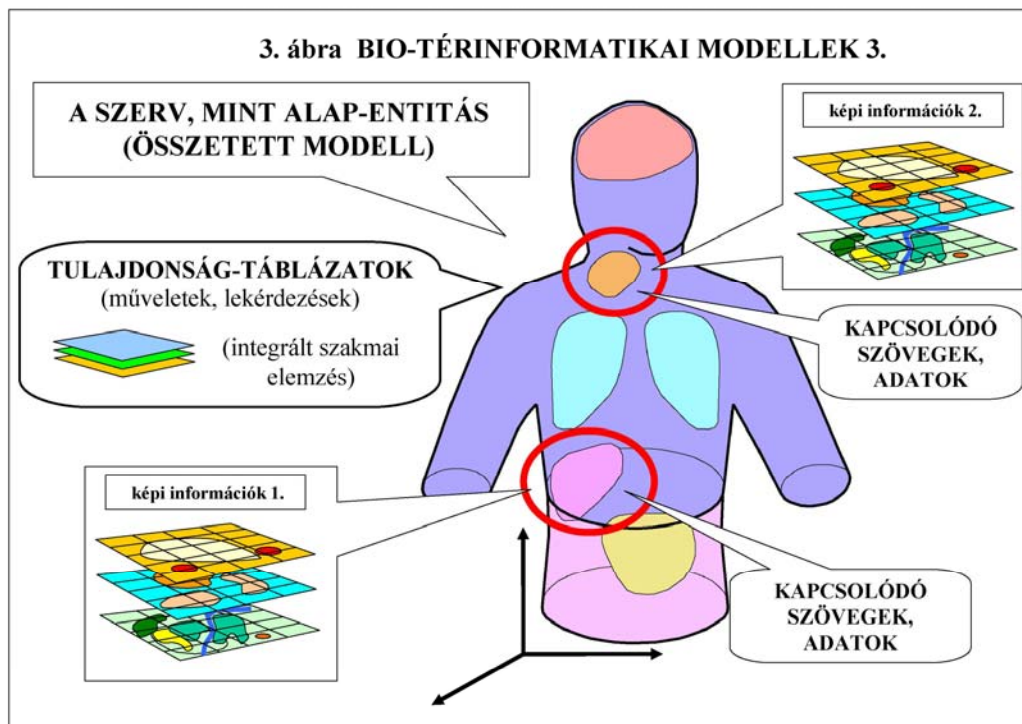
A szegmentált modellhez szintén tartozhatnak szöveges leírások, a testrészeire vonatkozó képek, ábrák. Ezek értelmezhetők külön-külön, de összefűzhetők egy rendszerbe is. Ennek az entitás-modellnek az előnye a geometriai egyszerűség, a felhasználható információk területi alapú csoportosítása és jelentős bővülése, hátránya viszont a térbeli környezettel kapcsolatos GIS-ek rendszerébe való illesztés viszonylagos bonyolultsága, amennyiben elemző műveleteket kívánunk végrehajtani.



A bio-GIS geometriailag legrészletesebb típusainál az úgynevezett összetett modellek lehetnek leginkább alkalmasak a vizsgálódásokra. Ez esetben az emberi szervek jelentkeznek, mint entitás. Nyilvánvaló, hogy egy ilyen elkészült rendszer adja a legtöbb segédinformációt a felhasználó számára, viszont számítástechnikailag a legbonyolultabb az előállítás. A geometriai szempontok itt már egyre nagyobb jelentőségűek, hiszen minden egyes szervet a maga helyén (ami a sík-rendszerektől a valódi tér-rendszerekig terjedhet) kell ábrázolni, tehát szükséges egy saját térbeli koordináta-rendszer, amelyben ezen entítások elhelyezendők. Ugyanis ekkor már nemcsak az attribútum-táblázatokkal lehet elemzéseket végrehajtani, hanem tisztán geometriai, „térképészeti” alapon is. Ehhez ismerni kell a vizsgált személy térbeli topográfiáját, természetesen a felhasználó által megkívánt pontossággal. Tehát erre a modellre is áll, hogy a GIS már valódi térinformatikai geometriai modellel rendelkezik (3. ábra). Az attribútum-tábla elkészítésénél a legnagyobb gond, hogy elegendő információval

kell rendelkezni a (most már) nagyszámú táblázat feltöltéséhez, valamint meg kell találni a megoldást a különféle szervek óhatatlanul eltérő prioritásainak együttműködése érdekében. Azzal is szembetalálhatjuk magunkat, hogy az információhalmaz, amelyet kezelni kell, viszonylag heterogén és nagy mennyiségű. Azonban, ha jól építettük fel adatbázisunkat (lásd a későbbi anyagokban), akkor a szervek szerinti alap-entitás rendszere nagyon sok és összetett elemzésekre ad lehetőséget.

Megjegyzendő, hogy ez a rendszer alkalmas a részletes adatszolgáltatásra a legösszetettebb szomatoinfra módszerekhez, autonóm módon is működtethető, ugyanakkor egy regionális GIS létrehozására kevésbé alkalmas. Ez azt jelenti, hogy a kérdés megoldható, de általában kisebb-nagyobb módosításokkal.



Talán a fentiekből kitűnik, hogy „mindenre jó” GIS nincs, még a szomatoinfra vizsgálatoknál sem. Jórészt a felhasználó által „meghatározott várható eredmények miatt ki kell választani a bio-GIS típusát, ezek segítségével ki kell alakítani az elméleti modellt, majd a későbbiekben bemutatott szoftverkörnyezetek közül ki kell választani a legmegfelelőbbet. Ezek után elkezdődhet az adatfeltöltés és a munka.

- 1. A szomatoinfra vizsgálat testrégiók szerint történik, tehát a BIO-GIS felépítését ez a kritérium alapvetően meghatározza**
- 2. A BIO-GIS felépítésének alapegységétől (entitásától) meghatározó módon függ az alkalmazhatóság és a modellezés bonyolultsága**
- 3. Az entítások meghatározása után felépíthető a modell**
- 4. A modellek bonyolultsága, részletessége befolyásolja az adatrendszer homogenitását, pontosságát, és kapcsolati lehetőségeit a környezet-antropológiai térrel**

7. A BIO-TÉRINFORMATIKAI RENDSZER SZERKEZETE, ALKALMAZHATÓ SZOFTVER-KONFIGURÁCIÓ (GÓCKERESÉS)

71. A szomatoinfra technológia és a GIS-rendszerek

A korábbiakban bemutatásra kerültek azok a térinformatikai megoldások, amelyek kielégítik a szomatoinfra technológiánál felmerülő kérdések kezelését, az elemzés komplex támogatását. A korábbi dolgozatokban kifejtettük, hogy a megoldandó feladatok függvényében ki kell választani azokat az alapegységeket (entitásokat), amelyek a rendszerek alapját képezik. Ezek az entítások már jórészt meghatározzák a lehetséges elemzési irányokat, és meghatározásuknál (térinformatikai szempontból) tekintettel kell lenni a további adatgyűjtés lehetőségeire, homogenitására, megbízhatóságára. Egy, a szomatoinfra-vizsgálatoknál szereplő személyekhez kapcsolódó GIS esetben az entítások, mint láttuk alapvetően három modell szerint hozhatók létre. Ezek sorrendben az ember, az ember egyes szervei (vagy területi) csoportjai, illetve az egyes szervek. Ezek után a főképpen szakmai szempontok szerinti kiválasztási folyamatok után történik a megfelelő szoftverkörnyezet kialakítása (esetleg kifejlesztése), majd az adatgyűjtés, végül az információkkal való feltöltése az adatbázisnak. A következőkben röviden áttekintjük a kialakítandó térinformatikai rendszerek lehetséges szoftverkörnyezetét, ezek felhasználási lehetőségeit.

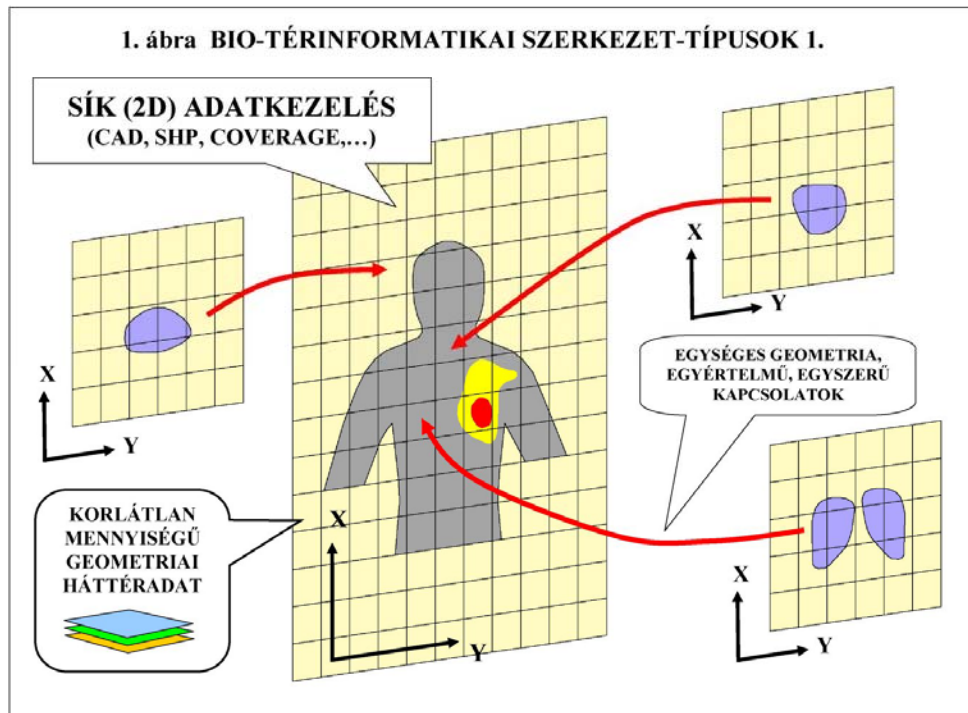
72. A lehetséges szoftver-csomagok szerkezete, alkalmazási paramétere

Az alábbiakban bemutatjuk azokat a szoftver-konfigurációkat, amelyek felmerülhetnek a szomatoinfra-technológia támogatására, különös tekintettel a góckeresés témakörére. Ez amiatt érdekes, mert a góckeresés folyamán általában jól elkülöníthető felületi információkból indulnak ki, tehát ezeket a sugárzási jelenségeket kell lokalizálni, és az esetleg meglévő háttéradatokkal kiegészíteni, és egységes rendszerben kezelni a könnyebb elemzés érdekében. Továbbá megjegyzendő, hogy az alkalmazott szoftver-környezet maga is meghatározhatja a lehetséges „támogatás” irányát, a korábban tárgyalt térinformatikai rendszerek modelljeit. Ez pedig erősen befolyásolja az eredményességet is.

A következőkben bemutatott szoftver-konfigurációk esetében (és általában mindig) azt kell figyelembe venni, hogy az egyszerű szerkezet, az ár, a kiegészítő fejlesztési költség szoros kapcsolatban van az alkalmazási, elemzési lehetőségekkel, tehát a fejlesztések elején már ezeket a kérdéseket el kell dönteni. Nincs ugyanis „mindenre jó” térinformatika.

A legegyszerűbb, napjainkban legelterjedtebb GIS-szerkezetet azok a szoftverek képviselik, amelyek úgynevezett sík-rendszerűek, tehát az adatbázis térképi részének felépítése, a grafikus adatok tárolása, kezelése sík felületek szerint történik. Ez a térképészeti szempontok szerint felépített rendszerek sajátja, hiszen környezetünk jelenségeit, objektumait értelemszerűen síkba fejtve ábrázoljuk. A szomatoinfra kutatások, vizsgálatok esetében a legegyszerűbb eljárás ezeknek a már jól bevált szoftverrendszereknek az alkalmazása, természetesen adaptálva őket a speciális (méretek, információk, eredeti térbeli elhelyezkedés, stb.) körülményekhez (1. ábra). Ennek az úgynevezett sík-adatkezelésnek a lényege a következő: Egy alap-koordináta-rendszerben (X,Y) határozunk meg az emberi test vizsgálata szempontjából minden jelenséget és objektumot. Ez teszi lehetővé, hogy az így létrehozott, egységes geometriával bíró testrészek, szervek külön-külön kezelve, de egységes vizsgálatra alkalmasak. Az információk fedésbe hozhatók, akár tulajdonságbeli, akár térbeli lekérdezések és elemzések elvégezhetők. Egyedüli feltétel, hogy a szoftverrendszer legyen alkalmas a

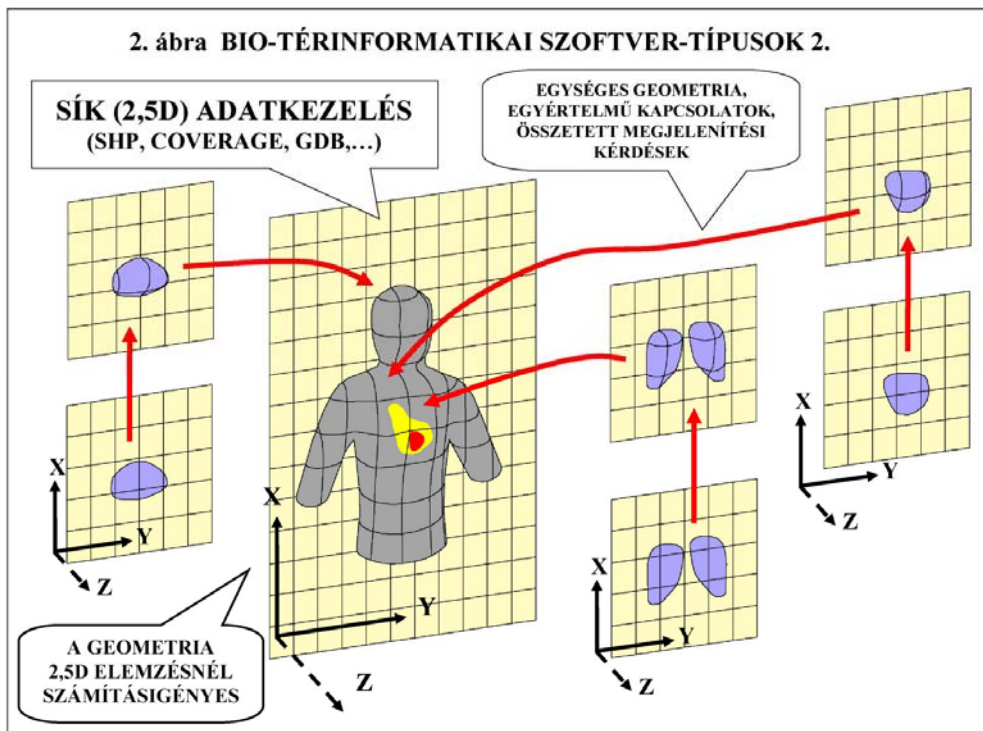
korábban már tárgyalt úgynevezett tulajdonság-táblázatok feltöltésére, kezelésére, valamint a térinformatikai rendszerek három geometriai alapeleméből (pont, vonal, poligon) a valódi poligonok előállítására. Ez teszi ugyanis lehetővé pl. a szervek „belső területéről” az információk kinyerését, a velük való műveleteket. Erre az úgynevezett CAD szerkesztő szoftverek nem alkalmasak, csak esetenként leegyszerűsített formában, viszonylag komoly engedményekkel és bonyolultan. A valódi, a térképészeti alkalmazásokra fejlesztett GIS-szoftverek viszont teljességgel megfelelnek a szomatoinfrában felállítható kritériumoknak. Ráadásul napjainkban már hozzáférhetők ingyenes szoftverek is, amelyek kismértékű adaptációval lehetővé teszik felhasználásukat ezen a területen.



A góckeresés tekintetében ennek az úgynevezett 2D szoftvertípusnak megvan még az az előnye is, hogy az egyes test-tájakon, kisebb területeken folyó vizsgálatoknál elegendő a megtalált valamilyen gócgyanús területhez kapcsolódó szerv, stb. „behívására” a munkafelületre, lehetséges a csak ezekkel való elemzés, ami nem vonja el a kiértékelő személy figyelmét a célirányos vizsgálattól. Továbbá az ilyen rendszer-felépítés lehetővé teszi az elméletileg korlátlan adat-kiegészítést, bármilyen (geometriailag megfeleltetett) háttérinformáció bevonását az értékelés folyamatába.

A tipikusan térinformatikai szoftverek általában alkalmasak arra, hogy ugyancsak egy geometriai rendszerben definiálva, az (X,Y) síkkoordinátákhoz hozzárendeljenek egy „magassági” Z koordinátát. Ezzel elérhető az, hogy bizonyos objektumok, jelenségek az alapsík felett „kvázi térben” megjelenjenek, és ezt a szokásos 3D láttatással szemlélni lehessen. Nyilvánvalóan ez a plusz információ, ha csak vizualizáció is, de gyakran nagyon fontos segédadatokkal szolgálhat egy komplex vizsgálatnál, nem beszélve a 3D jellegű élményről. Azonban ez a lehetőség nem azonos egy igazi 3D modellel, hiszen a magassági információk egyirányúak, és a síkhoz kapcsolódnak. Az így előállítható modellt (X,Y,+Z) nevezzük 2,5D megoldásnak, és a 2D típusú szoftverek külön modulja általában tartalmazza ezt a lehetőséget (2. ábra). Ez esetben a fent említett „kiegészítő” rétegek 3D láttatással együtt

elemezhető az alapértelmezett információkkal, ami esetünkben egy hasonló módon megjelenített „térbeli” szomatoinfra felvétel is lehet (illetve általában ez).

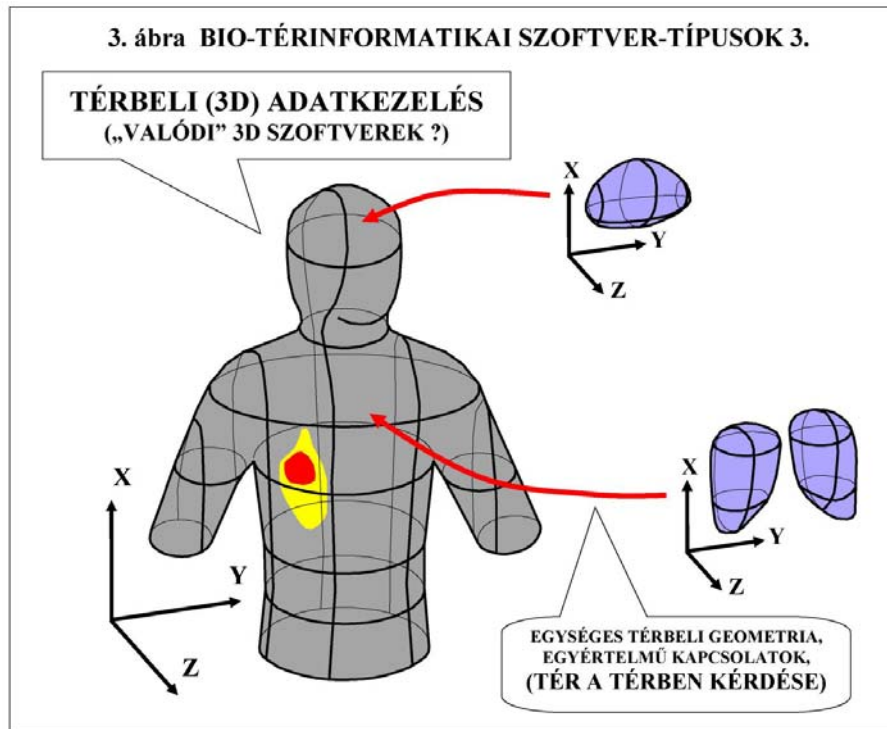


Megjegyzendő, hogy a szoftver használatának nehézsége nem a 2,5D vizualizációban van, ez gyorsan megtanulható akár a fent említett ingyenes szoftvercsomagokkal is. A problémát az jelenti, hogy ebben az esetben a térinformatikában viszonylag nagyobb odafigyelést igénylő geometriai műveletek szükségesek a szemelés, elemzés előkészítésére. További következmény, hogy az egyértelmű geometriai illesztéshez a test viszonylag pontos geometriai modelljére van szükség, legalábbis egy alapsíkhoz képest. Természetesen itt is szükséges az objektumokhoz kapcsolódó adattáblázatok és leírások elkészítésére, így a végleges adatfeldolgozás egyénileg jelkulcsolva, térben történhet.

Az így létrehozott GIS, most már sok elemzési, értékelési feladat végrehajtására alkalmas. Az információk tárolása, a felhasználási lehetőségek szempontjából még kétfajta alaptípus lehetséges. Az egyiket az 1. és 2. ábrán látható rétegszerkezet jelenti. Ekkor a hasznos geometriai adatokat egy-egy sík-réteg tartalmazza a réteg minden egyes elemére vonatkozó táblázatrendszerrel, természetesen objektumonként különféle adatfeltöltéssel. A feldolgozás, elemzés legkönnyebben e rétegek között történhet. E rétegszerkezetek más és más elven alapulhatnak. Egy szomatoinfra környezetben legegyszerűbben kezelhető adatszerkezet, amikor ezek a rétegek külön-külön kezelhetők, másolhatók, stb. Egy másik módszer, amikor a grafika és táblázat külön könyvtárrendszerben tárolandó, és újabban elterjedőben vannak az úgynevezett geoadatbázisok (GDB), amelyek az információkat már saját szoftver- és geometriai környezetben tárolják, mint alkönyvtár. Főleg ebben az esetben a felhasználói adatkezelés célszerűen az úgynevezett objektum-orientált szerkezetben történik, amikor pl. külön kezeljük a szerveget, külön a test burkolatát, stb. Talán ez felel meg leginkább egy személyre szóló adatbázisnak, azzal, hogy így a GIS általában drága szoftverekkel üzemeltethető. És adatfeltöltése bonyolultabb feladatot jelent. De ezzel a módszerrel teljesen külön kezelhetők a felderített gócok, majd hozzájuk lehet válogatni a kapcsolódó egyéb

információkat, és akár 2,5D vizualizációval megtörténhet az elemzés, teljesen külön az egyéb, a testre vonatkozó infraanyagtól és leíró adatoktól.

A 2,5D szoftverek és alkalmazások mellett természetesen az „igazi” 3D adatszerkezet tűnik a legmegfelelőbbnek egy szomatoinfra rendszer kialakítására. Mivel minden CAD szoftver alapfunkcióihoz tartozik a „valódi” 3D modellezés, megjelenítés, úgy tűnhet, hogy egy térinformatikai szempontból magasabb fokozatot jelentő GIS-szoftverrendszer ezekkel a feltételekkel könnyedén megbirkózik. Azonban nincs így, mivel egy a „térben a tér” típusú adatbázis geometriai és attribútum (tulajdonság) felépítése meglehetősen bonyolult (3. ábra).



A valódi 3D térinformatikai szoftverek esetében ugyanis nem „csak” a térben való megjelenítés a megoldandó kérdés (amit gyakorlatilag minden hasonló célú szoftver tud), hanem az, hogy egy térben lévő másik térben minden belső pontja azonos információkat tartalmazzon, illetve a körülötte lévő tér információival együtt tudjon működni. Továbbá ezekkel, vagy önállóan geometriai műveletekben vegyen részt. Tehát a térinformatika minden lehetőségét térben oldja meg. Ez egyébként a környezetvizsgálat sarkalatos kérdése is, ugyanakkor a bonyolultság miatt nem meglepő, hogy általános célú szoftvereket még nem fejlesztettek ki. A járható út mindenképpen speciális célszoftverek kialakítása, már csak a fejlesztési időszükségletre tekintettel is.

- 1. A térinformatikai modell (entitások, kapcsolatrendszer, feladat, stb.) határozza meg (erősen befolyásolja) az alkalmazandó szoftvercsomagot**
- 2. A sík-adatkezelésű (2D) szoftverek felhasználási körülményei, költségei kedvezőek, a környezeti kapcsolatok egyszerűen megoldhatók**
- 3. Az úgynevezett 2,5D rendszerű szoftverek az előzőhöz hasonló paraméterűek, vizualizációjuk tovább segíti az értékelést, viszont az adatbázis előkészítése komoly munkát igényel**

4. A 3D szoftverek alkalmasak leginkább a test belső terével kapcsolatos szomatoinfra vizsgálatokra, „ellentételezve” az adatbázis bonyolult felépítésével, és a szoftverek költséges fejlesztésével

8. BIO-TÉRINFORMATIKA – GÓCKERESÉS (RENDSZERVÁZLAT-FELTÉTELEK 1.)

A korábbi beszámolómban kifejtett térinformatikai ismeretek és egyéb adatgyűjtési módszerek bemutatása alapján az alábbiakban összefoglaljuk azokat a javasolt lehetőségeket, és feltételeket, amelyek betartása, alkalmazása kívánatos egy működőképes bio-térinformatikai rendszer megalkotásánál, különös tekintettel egy szomatoinfra vizsgálati módszer kiegészítő elemzéseire, valamint a vizsgált személyek térbeli (lakóhelyi) elhelyezkedésének utólagos környezeti-hatás elemzésére is.

82. A BIO-TÉRINFORMATIKAI RENDSZER KIALAKÍTÁSÁNAK ÁLTALÁNOS FELTÉTELEIRŐL

1. A rendszer alapja a 3D valós (konkrét) emberi test felülete, vagy a személy (mint entitás) környezetével együtt. Esetleg az emberek nagyobb csoportja. Mindezek meghatározzák az adatkörnyezetet, a felhasználás irányait és a részletességet, pontosságot.
2. Minden személy számára konkrét, különálló modell megalkotása szükséges, de egy általános modell segítségével is működtethető a rendszer (orvosi elvárások alapján), speciális, általában a méretekre vonatkozó információvesztéssel számolva.
3. Az orvosi igények szerinti optimális geometriai felbontásra kell-e törekedni (meghatározandó a diagnosztikát zavaró pontatlanság), illetve területi adatbázis esetén figyelembe kell venni a környezeti adatok sűrűségét, megbízhatóságát.
4. Ki kell dolgozni azt a módszert, amely segítségével gyorsan, automatikusan létrehozhatók a személyre szabott modellek, és ezekből méret-adatok kaphatók automatikus módon, vagy olyan szoftverkörnyezet, ahol ugyanez a probléma informatikai megoldásokkal oldható meg.
5. Ki kell dolgozni azt a szoftverkörnyezetet, amelyik biztosítja a képi információk gyors és pontos beintegrálását a rendszerbe (itt csak az integráció foka meghatározandó). Megjegyzendő, hogy mindenképpen kiegészítő szoftverek elkészítése szükséges, „mindenre jó térinformatika nincs”.
6. Létre kell-e hozni a személyi modellt érintő befolyások, mozgások tér-idő kapcsolatrendszerét a vizsgálatok, elemzések támogatásának céljából, ami gyakorlatilag a személy vizsgálatát kihelyezi a környezetbe abból a célból, hogy a környezeti hatásokat is bevonja a lehetséges elemzések körébe.

7. A szomatoinfra vizsgálat természeténél fogva a kiegészítő, illetve az alap infravörös hullámtartományba tartozó információk jórészt távérzékeléssel határozandók meg. Figyelemmel kell lenni ugyanis ebben az esetben a konkrét, személy jelenlétét is megkívánó vizsgálati folyamat időigényére.

83. AZ ALKALMAZHATÓ TÁVÉRZÉKELÉSI MÓDSZEREKRŐL, ALKALMAZHATÓ TÁVÉRZÉKELÉSI ESZKÖZÖK ÉS FELADATOK AZ OPTIKAI TARTOMÁNYBAN

1. Távérzékelte információ (humán környezetben) gyakorlatilag az egész EM spektrumban begyűjthető, ennek használatát (a ráfordított idő függvényében) semmilyen befolyás nem korlátozza (minden használatos módszer „non invazív”, tehát korlátlanul alkalmazható.

2. Noha az információ amplitúdója erősen függ a levegő elnyelési tulajdonságaitól, esetünkben, amikor a vizsgálatok zárt helyen folynak, a vizsgált személy és a távérzékelő eszköz távolság minimális, ilyen probléma nem lép fel.

3. Mivel a saját kibocsátás maximuma a középső infra tartományban található (lásd alább), ezért a megfigyelés (felvételezés) zavartalanságát csak a mesterséges megvilágítás befolyásolhatja.

4. Az optikai EM-tartomány fő célja humán vizsgálatoknál a térbeli paraméterek meghatározása lehet, ez ma már akár „egyszerű” fotofelvételek felhasználásával is lehetséges egy adott rendszerben.

5. Ezen a területen érdekes lehet a felületről reflektálódott (közeli) infravörös fény is, mivel sok természetben meglévő élő organizmus egészségi állapotától függően reagál a közeli IR sugárzásra.

84. ALKALMAZHATÓ TÁVÉRZÉKELÉSI ESZKÖZÖK ÉS FELADATOK A TÁVOLI INFRAVÖRÖS TARTOMÁNYBAN

1. Az emberek sugárzási viszonyainak vizsgálatára a középső IR sáv az optimális, mivel itt a legnagyobb energiájú a testek saját belső hőmozgásának hatására kilépő elektromágneses sugárzás. Továbbá ez az úgynevezett fotonsugárzás korpuszkuláris tulajdonságai miatt a térben irányítható és nagysága érzékelhető.

2. Az IR-televíziós rendszerek használata sok problémával jár, ezért a humán területeken nem érdemes kísérletlenzi felhasználásukkal, noha geometriai képességeik jók.

3. Rendszeres vizsgálatokra mindenképpen az (elterjedt) belső képalkotású radiométerek alkalmasak, természetesen a típustól függően a célnak megfelelő szoftveres kiegészítéssel.

4. Amennyiben az infravörös kép nagy geometriai pontosságú kiértékelésére van szükség, elengedhetetlen az optikai rendszerének vizsgálata és kalibrálása. Ez viszonylag könnyen megoldható, és akkor is javasolt, ha az alap-geometriai adatokat optikai eszközökkel határozzuk meg. Ugyanis ez megkönnyíti az esetleges nagy térbeli pontosságú adatrögzítést.

9. BIO-TÉRINFORMATIKA – GÓCKERESÉS (RENDSZERVÁZLAT-FELTÉTELEK 2.)

A korábbi beszámolóokban kifejtett térinformatikai ismeretek és egyéb adatgyűjtési módszerek bemutatása alapján az alábbiakban összefoglaljuk azokat a javasolt lehetőségeket, és feltételeket, amelyek betartása, alkalmazása kívánatos egy működőképes bio-térinformatikai rendszer megalkotásánál, különös tekintettel egy szomatoinfra vizsgálati módszer kiegészítő elemzéseire, valamint a vizsgált személyek térbeli (lakóhelyi) elhelyezkedésének utólagos környezeti-hatás elemzésére is. Az alábbiakban a témához kapcsolódóan a technológiában használatos képi információk illesztésének kritériumait, valamint a tervezendő térinformatikai rendszer feltételeit foglaljuk össze.

91. A TÁVÉRZÉKELT ADATOK INFORMÁCIÓTARTALMA ÉS KAPCSOLATI RENDSZERE A VALÓS VILÁGGAL

1. A relatív információkat szolgáltató távérzékelés valós, környezeti adatokká való transzformálásához a három jellemző (geometriai, fizikai és tartalmi) illesztés-jellegű feldolgozása szükséges, mivel egyébként csak erősen relatív adatszolgáltatás lehetséges, ami nem elégíti ki a szomatoinfra eljárás követelményeit.
2. Szomatoinfra vizsgálatnál az esetleg szükséges geometriai illesztést (antropológiai meghatározások céljából) jórészt optikai eszközökkel biztosíthatjuk. Feltétlenül megoldandó az infravörös felvételek személyes geometriai alakokhoz illesztése amiatt, hogy az egyéb segédadatokat egységes értékelés alá lehessen vonni a lehető legkisebb hibával.
3. Ugyanígy kell eljárni, ha alakhú személyes modellt kívánunk a környezeti BIO-GIS rendszerben alkalmazni, azonban ekkor a vizsgálati személy egy geometriai egységet képez, és ennek elhelyezése, illesztése a megoldandó kérdés.
4. Szomatoinfra értékelés esetében a fizikai információgyűjtés (mint kiegészítő eljárás) az optikai tartományú felvételek nyújthatnak multispektrális jellegű értékelést, noha alapesetben az adatnyerésnél relatív adatok is elegendők. A leképezett infravörös információk előfeldolgozása feltétlenül szükséges, hiszen az értelmezést (interpretáció) és végső értékelést ez nagyban segíti.
5. A tárgyalt esetben a tartalmi információknak kiemelt, döntő jelentősége van a fotóinterpretációs gyakorlat mellett. Az eljárás alapjainak elsajátítása érdekében képzésre, oktatásra van szükség. Teljes automatizálás ez esetben (hasonlóan sok egyéb alkalmazáshoz) nem lehetséges. A bio-GIS-ben integrált adatok nagyban segíthetik az interpretációs értékelést.

92. A SZOMATOINFRA TECHNOLÓGIA ÉS A GÓCKERESÉS GIS-KRITÉRIUMAI

1. A szomatoinfra vizsgálat testrégiók szerint történik, tehát a BIO-GIS felépítését ez a kritérium alapvetően befolyásolja. Meg kell határozni, hogy geometriailag mely szervek tartoznak (térben) egy testtájba.
2. A BIO-GIS felépítésének alapegységétől (entitásától) meghatározó módon függ az alkalmazhatóság és a modellezés bonyolultsága. Ez két összetevőre épül fel, az egyik a 3D testfelület (a geometriailag érzékelhető jellemző), a másik a szomatoinfrával egyáltalán vizsgálható szervrendszerek összessége. Megjegyzendő, hogy a járulékos adatok ezekhez az entításokhoz, vagy ezek csoportjához kapcsolhatók.
3. Az entítások meghatározása után felépíthető a modell. Ez a térinformatikai modell határozza meg a lehetséges ééemzési módszereket, vizsgálatokat, tehát felhasználói oldalon a rendszer legfontosabb része.
4. A modellek bonyolultsága, részletessége ezen kívül befolyásolja az adatrendszer homogenitását, pontosságát, és kapcsolati lehetőségeit a környezet-antropológiai térrel.

93. A SZOMATOINFRA TECHNOLÓGIA ÉS A GIS-SZOFTVER-CSOMAGOK LÉTREHOZÁSA (BESZERZÉSE)

1. A térinformatikai modell (entítások, kapcsolatrendszer, feladat, stb.) határozza meg (erősen befolyásolja) az alkalmazandó szoftvercsomagot. Általában minden alapsomag további kiegészítő szoftvereket igényel a megfelelő elemzések végrehajtása miatt.
2. A sík-adatkezelésű (2D) szoftverek felhasználási körülményei, költségei kedvezőek, a környezeti kapcsolatok egyszerűen megoldhatók, különös tekintettel a személy-környezet elemzési lehetőségekre.
3. Az úgynevezett 2,5D rendszerű szoftverek az előzőhöz hasonló paraméterűek, vizualizációjuk tovább segíti az értékelést, viszont az adatbázis előkészítése komoly munkát igényel.
4. A 3D szoftverek alkalmasak leginkább a test belső terével kapcsolatos szomatoinfra vizsgálatokra, „ellentételezve” az adatbázis bonyolult felépítésével, és a szoftverek költséges fejlesztésével.