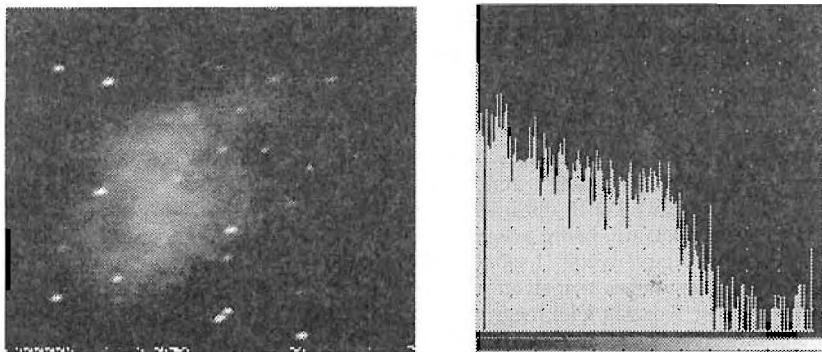


CCD technika

CCD alapismeretek V.

Most már el tudjuk végezni az alapvető korrekciókat, azonban a képek még korántsem hasonlítanak az egyes külföldi újságok hirdetéseiben, cikkeiben közölt CCD felvételekhez. Pedig az információ ott van a képen, csak láthatóvá kell tenni!

Térjünk kicsit vissza a márciusi számban közölt M1 képhez. Most ismét ugyanazt a felvételt mutatjuk be az 1. ábrán, csak itt alkalmaztuk az ún. *lineáris skálázást*.

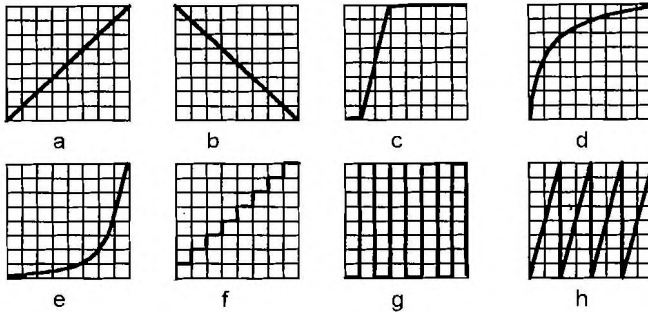


1. ábra A Rák-köd és hisztogramja, lineáris átskálázás után

Ha megnézzük az előző részben a kép melletti hisztogramot, láthatjuk, hogy elsősorban 0 és 700 közötti intenzitásértékek szerepelnek. (A néhány 3-4000 körüli értékkel rendelkező pixel — a jobb oldali vonások — csillagoktól származik.) Minket a kód részletei érdekelnek, amiket nyilván sokkal jobban tanulmányozhatnánk, ha csak a 0-700 intenzitások közötti tartományt ábrázoljuk. Vagyis a megjelenítéshez rendelkezésre álló dinamikai tartományt (mondjuk a monitor 256 szürkeárnyalata) nem a kép 0-4095 fényességű pontjainak ábrázolására használjuk, hanem csak a 0-700 közöttiekére.

Az átskálázást nem csak a megjelenítéskor lehet alkalmazni, hanem a rögzített (pl. winchesteren tárolt) képfájlból is át lehet definiálni az egyes pontokhoz tartozó fényességértéket. Ez azért jó, mert egy képből néha csak több trükk egymás utáni alkalmazásával csalogathatók elő a kívánt részletek. Ha a változtatásokat rögzítjük a fájlban, akkor a későbbiekben már csak egy egyszerű „képnézegető” program szükséges. Viszont ennek a képnek a látszat ellenére már nem sok köze van a valósághoz! Igaz, így mutat csak igazán, de mint már említettük, pl. fényességmérésre nem lesz alkalmas.

Az átskálázásnak több módja is van. Hogy ezek pontosan miként is működnek, azt talán az ún. átviteli függvények segítségével lehet megmutatni. (Az angol Look Up Table, „kikereső táblázat” szavak rövidítéséből LUT-nak nevezik ezeket a függvényeket). A 2. ábrán néhány ilyen függvény látható. Az egyes grafikonoknál a vízszintes tengelyen az eredeti kép pixeleinek intenzitásértékei szerepelnek, 0 és a maximum (jelen esetben 4095) között, a függőleges tengelyen hasonlóan, csak a „kimenő” intenzításra.



2. ábra. Átskálázáshoz használt különböző átviteli függvények

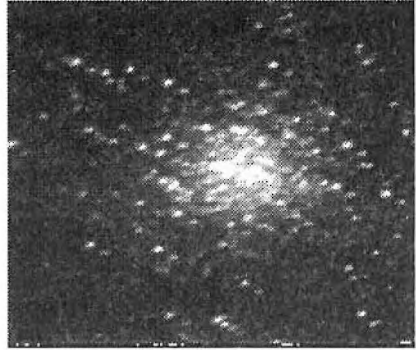
Az *a* grafikon szerinti átskálázás során nem történik semmi, mert minden ponthoz ugyanazt a fényességértéket rendeljük. A *b* jelű függvénnyel negatív képet állíthatunk elő: ami a képen minimális, 0 intenzitású volt, az most a maximális, 4095-ös értéket veszi fel, amú pedig a legvilágosabb volt, az 0 értéket kap. Az 1. ábránál a 2. ábra *c* jelű függvényéhez hasonlókat alkalmaztunk. Itt a vízszintes tengelyen két osztásnak a függőleges tengelyen a „normális” megjelenítés 2 osztása helyett (l. *a* grafikon) most 8 osztás felel meg, vagyis „széthúztuk” a kép halványabb részleteit mutató tartományt. Ezt lineáris széthúzásnak (*linear stretch scaling*) nevezik. Másrészt a sötétzaj miatt egyenetlen háttérrel eltüntetjük azzal, hogy egy adott intenzitás alatt minden képpontot egyenlően feketévé tettünk. Ezt mutatja a függvény „induláskor” vízszintesen futó rövid kis szakasz, amú a háttér szórása, pl. 80-as intenzitásértéknél vág. Sok esetben az olyan eljárások célravezetőbbek, melyeknél az átviteli függvény nem lineáris. Például nézzük meg, hogy egy gömbhalmaz esetében mire vezet a *b*-hez hasonló lineáris, és egy, a *d*-hez hasonló, logaritmikus skálázás!

A 3/a. ábrán az M13 gömbhalmazról készített felvétel látható, amin csak sötétképporrekcziót végeztünk. A *b* esetben lineáris skálázást alkalmaztunk, 0–1000 intenzitások között. Így már sok csillag „megjelent” az eredeti képhez képest, azonban ezek még csak a halmaz fényesebb tagjai. A képen még rengeteg csillag megtalálható, a peremen lévő halványabbak közül is, mint ahogy ez rögtön előjön a *c* képen, ahol 0–500 közötti széthúzást használtunk. Ekkor viszont a halmaz közepe „beég”, ugyanis az 500-as intenzitás feletti képpontok mind azonos, maximális fényességgel vannak megjelenítve.

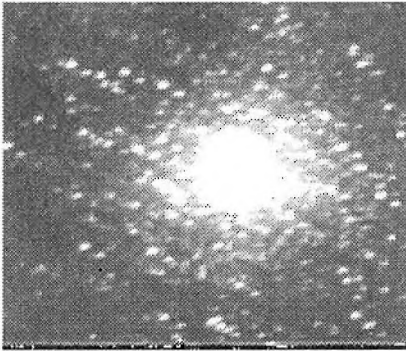
Elérhető azonban az is, hogy mind a halmaz fényes közepe, mind a halványabb pereme is egyaránt jól látható legyen, és ne olvadjanak egybe a csillagok. A logaritmikus skálázás során (l. 2. ábra *d* grafikon) a nyers kép halványabb tartományai az eredetinel jóval szélesebb skálán jelennek meg. Ugyanakkor a fényes részek nem a



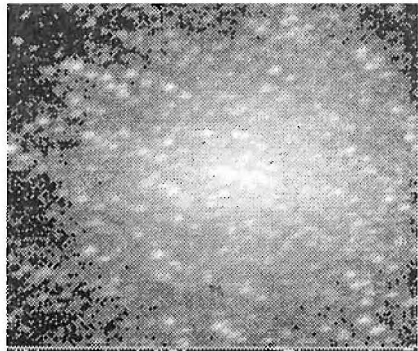
a



b



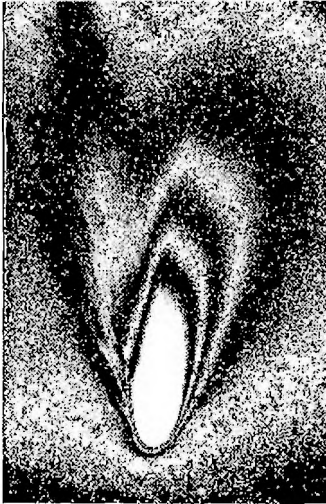
c



d

3. ábra. Az M13-ról készült CCD kép, lineáris, illetve logaritmikus skálázással

maximális intenzitást kapják (mint a 2. ábra c grafikonján), hanem az eredeti képhez képest kisebb különbségekkel, de a fényesebb csillagok is eltérő intenzitással ábrázolhatók. Ráadásul az így kapott kép áll a szemünk által távcsőben látott képhez a legközelebb, mivel látószervünk is, a többi érzékszervünkhöz hasonlóan, „logaritmikusán működik”. (Vagyis szemünk nem azt látja kétszer olyan fényesnek, ami kétszer annyi fényt sugároz ki; a kisebb fényességkülönbségeket sokkal nagyobbaknak érzékeljük a világosabb területeken lévő ugyanakkora intenzitáskülönbségekkel szemben.) Közel hasonló eredményre vezet az exponenciális függvény alkalmazása is, de a változás kisebb mértékű. Hasonló jellegű görbék alkalmazhatók pl. holdképeknél, ahol a fényesebb részeket szeretnénk kontrasztosabbá tenni, a halványabbak enyhe elnyomásával. Ezt teszi lehetővé a 2/c. ábrához hasonló függvény alkalmazása.

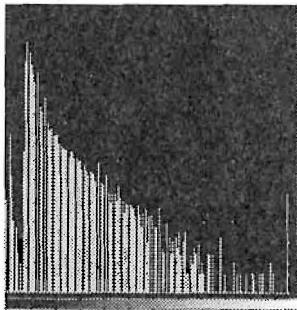
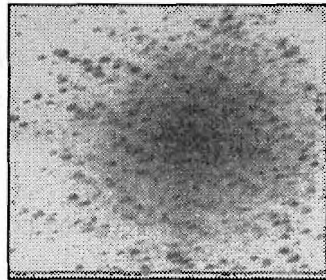
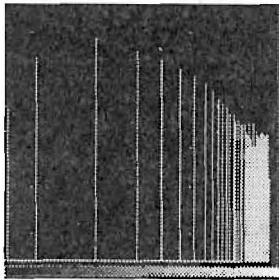


4. ábra. Egy Hale-Bopp fotó alapján készített ekvidenzitogram

Egyes esetekben segít a kép finomszerkezetének láthatóvá tételében néhány speciális függvény alkalmazása. Példaképpen egy, a 2/.g ábrához hasonlólt alkalmaztunk a 4. ábra elkészítésekor. Az így kapott ún. ekvidenzitogramon az egyenlően, illetve a közel azonosan fényes részeket fölváltva feketévé ill. fehérré változtatjuk. Ezáltal a kép fényességváltozásait kontrasztosan kirajzolják a két szín határvonalai.

Ha nem nyolc, hanem több, pl. tizenhat részre osztjuk föl a teljes dinamikai tartományt, úgy a vonalak sűrűbben váltakoznak, és finomabban rajzolják meg a határokat.

A hisztogramok tárgyalásánál még egy eljárást kell megemlíteni, ez pedig a hisztogram-kiegyenlítés. Ennek első lépéseként egy ún. kumulatív hisztogramot kell készíteni. Ebben minden egyes intenzitásértékhez hozzárendeljük azoknak a pixeleknek a számát, melyek fényessége kisebb vagy egyenlő annál. Pl., ha 0 intenzitású pixel 103 db van, 1-es 56, 2-es 77, stb. akkor a kumulatív hisztogram a következő: 0-hoz 103, 1-hez $103+56=159$, 2-höz $103+56+77=236$ stb. pixelszám tartozik.



5. ábra. A 3/a. kép hisztogramkiegyenlítés után, illetve az eredeti (3./a) kép hisztogramja

A következő lépésben ezt össze kell hasonlítanunk egy ideális kumulatív hisztogrammal, ahol minden intenzitásértékből egyenlő számú pixel van. Ha a kép 192×165 , vagyis 31 680 pontból áll, és 4096 árnyalat van, akkor átlagosan egy intenzitásértékhez 31 680/4096, vagyis hozzávetőleg 8 pixel tartozik. Az ideális kumulatív hisztogramban tehát a 0-hoz 8, az 1-hez 16, a 2-höz 24 stb. pixelszám tartozik. Az eredeti képen a 0 árnyalatú, vagyis teljesen fekete pontokból 103 volt, ezt a pixelszámot a normált hisztogramban a 13-as intenzitásnál találjuk, tehát az eredetileg teljesen fekete pontok most 13-as intenzitásúak lesznek, az 1-es intenzitásúak 20-as fényességgel, a 3-asok 30-as értékkel stb. jelennek meg.

Most már lassan a végéhez közeledünk a CCD-vel és a képfeldolgozással kapcsolatos alapismereteknek. A következő alkalommal megnézzük, hogyan lehet utólagosan javítani a képek élességén, vagy éppen elhomályosítani a képeket; miként lehet eltüntetni vagy javítani a képalkotás során keletkezett hibákat; illetve további módszerekkel ismerkedünk meg, melyek segítségével a képen közvetlenül nem látható részleteket hozhatunk elő.

FŰRÉSZ GÁBOR

Folytatás a 8. oldalról!

különböztetésre: d= törpe (dwarf), sg= szubóriás (subgiant), g= óriás (giant), c= szuperóriás.

A gyakorlatban még ma is találkozhatunk ezekkel a betűkkel, habár 1941-től kezdve felváltotta volna őket egy sokkal részletesebb rendszerrel, melyet William W. Morgan és Philip C. Keenan publikált először. Apró változtatásokkal, de ez az ún. MK-rendszer a ma elfogadott standard osztályozási séma. A luminozitás-osztályokhoz római számokat rendeltek: I= szuperóriások, II= fényes óriások, III= normál óriások, IV= szubóriások, V= fősorozati törpék és néha még VI= szubtörpék.

Így pl. a G2 V, a Nap spektráltípusa, megmondja a hőmérsékletet és luminozitát. Ha ezeket a mennyiségeket egymás függvényeként ábrázoljuk, megkapjuk a Hertzsprung–Russell-diagramot (HR-diagram, HRD). A HR-diagram alapvető asztrofizikai segédeszköz 1911-es bevezetése óta. A csillagok legnagyobb része élesen elkülönülő tartományokban helyezkedik el a diagramon. Egy csillag megszületése után a fősorozaton kezd meg életét, ahol létezésének legnagyobb részét eltölti. A nagy tömegű csillagok fényesen ragyognak a fősorozat kék végén (O és B típus), és nukleáris fűtőanyagukat néhány tíz millió év alatt elégetik. A kisebb tömegű csillagok sárga, narancs, vagy vörös törpeként évmilliárdokat töltenek el a fősorozaton.

Amint kezd elfogyni a hidrogén a magban, a csillagok elfelejődnek a fősorozatról jobbra felfelé, azaz a vörös óriások és szuperóriások közé. A hat naptömegnél nehezebb csillagok ezután bonyolult módon oda-vissza vándorolnak a HR-diagramon, hogy végül méltóságteljes szupernóvarobbanásban fejezzék be életüket. A kisebb tömegű csillagok balra fejlődnek a HR-diagramon, és végül fehér törpévé alakulnak. A mi Napunk is hasonló módon fog fejlődni a következő néhány milliárd évben.

Az optikai spektroszkópia kialakulásában és fejlődésében nagyon sokáig a csillagászat volt az előrehajtó erő. Ennek során jobban megismertük és bátran állíthatjuk, hogy — legalább nagy vonalakban — megértettük a csillagokat. Amikor felnézünk egy tiszta éjszakán az égre és rácsodálkozunk mondjuk az Aldebaran vörös színére, vagy az Orion kék csillagaira, gondoljunk erre is!

(*Sky & Telescope* 1996/10., Alan M. MacRobert cikkét ford. Kiss László)