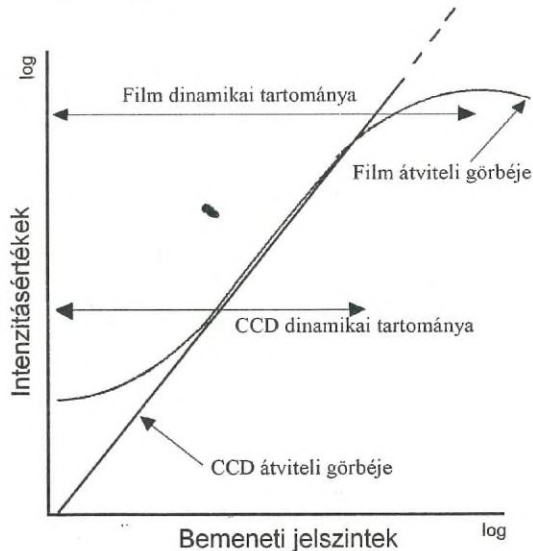




# CCD technika

## Digitális „sötétkamra”

Úgy döntöttem, hogy hosszú hallgatás után most én is szót kérek e rovatban. Eddig igen szerencsés helyzetben voltam, hiszen „csak” programoznom kellett, az egyebekről gondosan beszámolt a rovat vezetője, Fűrész Gábor. Úgy érzem, mostanra a magyar amatőrök is olyan technikai színvonalra fejlődtek (köszönhetően Papp István kiváló minőségű kamerájának és Fűrész Gábor kiváló technikai ismertetőinek), mint bármelyik „nyugati” társuk. Rendszeres olvasóink és e téma iránt érdeklődők az összes alapfogalommal, a digitális képfeldolgozás technikáival tisztában vannak. Ami talán eddig hiányzott, az az, hogy olyan „jól bevált” recepteket adjunk az amatőrök kezébe, amelyekkel képekből a legtöbbet hozhatják ki. No persze ez nem is olyan egyszerű dolog, hiszen jó minőségű képeket feltételezve is, más és más megközelítést kell alkalmaznunk bolygók, ködök vagy galaxisok apró részleteinek kiemelésére. Egy technika alkalmazása esetén mindig figyelembe kell vennünk, hogy az mely intenzitás-tartományokat erősíti, vagy nyomja el, s hogy ez egybeesik-e aktuális igényeinkkel. Célunk ezen technikákkal legtöbbször az, hogy a „fényképezett” objektumról az emberi szem számára legesztétikusabb látványt állítsuk elő. Tudományos igényű mérésekhez az ily módon javított képek ugyan már nem használhatók (hiszen ezeken a kép készítésekor fennálló intenzitásviszonyok már torzítottak — akár nemlineárisan is), de azt hiszem, barátainknak és a Meteor olvasóinak mégis csak ezek mutatják a legtöbbet.



1. ábra

A technika, amit most szeretnék ismertetni, egy olyan digitális eljárás, amelynek alkalmazásával a kapott végeredmény nagyban hasonlít a normál emulziós fényképezésnél megszokotthoz. A CCD képek „normál” kidolgozása során előálló kép és egy hagyományos módon készített fénykép között a legszembetűnőbb különbség a normál fénykép jobb effektív dinamikai tartományában van. A CCD chip köztudottan óriási dinamikai tartománnyal rendelkezik, de a rosszul „előhívott” képnek éppen ez is a vesztesége, hiszen nyomtatásban vagy video monitoron ekkora tartomány ma még nem adható vissza (az emberi szem lustaságáról nem is beszélve). Miben keresendő akkor a hiba? A válasz egyszerű, az átviteli függvényben. Míg a normál emulzió az intenzitás-tartomány szélein csak fokozatosan telítődik, addig a CCD chip azonnal (l. 1. ábra). Ez a viselkedés teszi a filmet „látszólag” jobb képek készítésére alkalmassá. Az átviteli görbe lineáris szakaszának meredekségét „gamma értéknek” is szokás nevezni. Nagyobb gamma érték láthatóan a kép nagyobb kontrasztját eredményezi. Az ábrán is látható, hogy ugyanazon gamma értékeket figyelembe véve, a CCD kép tényleges dinamika tartománya sokkal keskenyebb, mint a filmé. A szélek lineáris volta az alacsony kontraszttal rendelkező részekben egysíkú, „szürke” megjelenést eredményez. Ezen igyekszik segíteni a hiperbolikus konverzió és a görbeszéleket javító digitális „sötétkamra” eljárások.

## Hiperbolikus konverzió

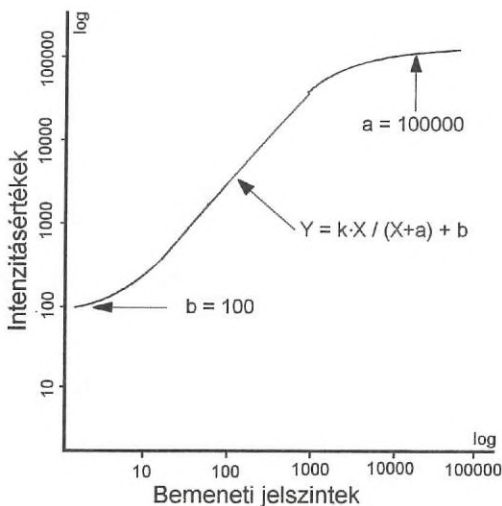
Definiáljuk az eredeti kép adatait  $X$ -el, a konvertált adatokat  $Y$ -nal, az  $X$  képelemeit  $X_{ij}$ -vel, az  $Y$  képelemeit  $Y_{ij}$ -vel. Ekkor a javasolt eljárás a következő képlettel fogalmazható meg:

$$Y_{ij} = k [ X_{ij} / (X_{ij} + a) ] + b ,$$

ahol  $k$  az  $Y_{ij}$  maximális értékét szabályozó konstans, amely jelen esetben nem olyan fontos változó. A konverzió legfontosabb paraméterei az  $a$  és  $b$  küszöbértékek. Az egyenletben szereplő  $\{X_{ij}\}$  az eredeti kép életlen maszkja.

Ha  $\{X_{ij}\} = X_{ij}$ , tehát nem alkalmaztunk alacsony frekvenciás szűrést, az egyenlet csak egy hiperbolikus gamma-görbe konverziót végez. Az  $X_{ij}$  és  $Y_{ij}$  értékek közötti összefüggést a 2. ábrán láthatjuk. A kapott átviteli függvényen azonnal látható, hogy az a normál film előhívási gamma függvényéhez nagyon hasonló tulajdonságokat mutat. Az  $a$  és  $b$  paraméterek értelmezése is könnyen leolvasható az ábráról. A görbe jellemzői a következők:

1. A gamma  $a > b > X_{ij} > a$  intervallumban lineáris;



2. ábra

2. A gamma értéke az  $X_{ij} > a$  tartományban folytonosan csökken;  $X_{ij} = a$  a küszöb;
3. Az  $Y_{ij}$  minimum értéke b. Ez a normál emulzió alapfátyol értékéhez hasonló érték, amely sohasem nulla. Az alacsonyabb jeltartományokban elért alacsony gamma érték növeli a háttér jel-zaj viszonyát. Ez a tény, melyet oly sokszor figyelmen kívül hagyunk a képfeldolgozásnál, játssza a legfontosabb szerepet képeink fotó minőségűvé tételében.
4. A görbe meredeksége a  $b < X_{ij} < a$  szakaszon egy.  
Ha az  $X_{ij}$  értéket  $X_{ij}^G$ -edikkel helyettesítjük a gamma értéke G meredekségűvé válik.

## A szélek javítása

A gamma görbe felső lekerekedése (az  $X_{ij} > a$  tartományban), ezen szélérték javítása nélkül, csak „lapos” képintenzitás értékeket hoz a világos tartományokban. Ezen úgy segíthetünk, ha a maszkot ( $\{X_{ij}\}$ ) egy alacsony-frekvenciás szűrővel készítjük el. Ez az eljárás nagyon hasonló a hagyományos életlen maszkhoz. Az ily módon elkészített maszknak láthatóan nem lesz hatása az  $\{X_{ij}\} \ll a$  tartományban, (hiszen ekkor az  $X_{ij} / (\{X_{ij}\} + a)$  majdnem egyenlő az  $X_{ij} / a$ -val), de a görbe szélén ( $\{X_{ij}\} \gg a$ ) jelentős javulást eredményez.

A két módszer együttes alkalmazásával érhetjük csak el, hogy végeredményünk jobban hasonlítson a normál emulzióra készített felvételekre, s ezáltal még esztétikusabb megjelenést keltsen.

## Hogyan végezzük el a fenti műveleteket a CCDMasterben?

Egy recept akkor az igazi, ha azt a gyakorlatban is végre lehet hajtani. Lássunk tehát egy példát a teljes feladat megoldására.

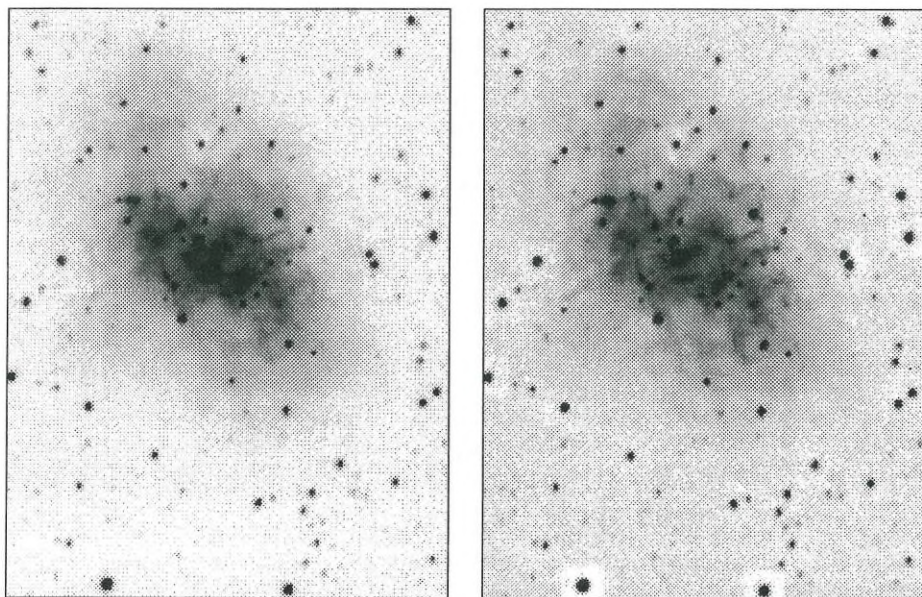
1. Töltsük be a javítandó képet az A pufferbe. A skálázások eredményeit állítsuk „Skálázás csak képernyőre” állásba.
2. Másoljuk át az A tartalmát a B pufferbe, majd váltsunk oda.
3. Készítsük el a B puffer tartalmának életlen maszkját, mondjuk 10x10-es oszlop és sor sugárral.
4. Adjuk hozzá az életlen maszkhoz az a értéket. Ez a kulcs lépés a műveletben. Az a érték meghatározása nagyon fontos, hiszen itt kezdődik majd a gamma görbe felső lekerekedő szakasza. Ezen érték meghatározásához végezzünk intenzitásmérést az eredeti kép kiemelni kívánt objektumának közepén (Eszközök->Képpontértékek). Ez jó kiindulási érték lesz az a értékére. Amennyiben nem lennének elégedettek az eredménnyel, ezen értéket tovább finomíthatjuk. Ekkor hajtunk végre a B pufferen a következő aritmetikai műveletet (Eszközök->Összefűz->Aritmetika):

$$B = -- + (B * 1.0 + 'a' \text{ értéke})$$

5. Végezzük el az A kép flat-field feldolgozását a B pufferrel, mint maszkkal (Eszközök->Összefűz->Flat-field).
6. A C pufferben előáll a kép lesz a művelet eredménye, amelyet ezután már tetszőleges lineáris skálázással (Stretch) „láthatóvá” tudunk tenni (ez lesz a b érték).

Egy általunk is feldolgozott M1 kép eredeti és gamma feldolgozott eredményét szemlélte a 3. ábra.





3. ábra

A javított képen szembevető a köd szerkezetének, és egyes csillagok jobb kiemelkedése, az intenzitások „fotó minőségű” eloszlása.

### Színek javítása

A fent megismert módszert nem csak fekete-fehér, hanem színes képek javítására is használhatjuk. Segítségével drámai színhelyesség javulást érhetünk el némely objektum esetén. Az eljárás roppant egyszerű. A piros csatorna képének feldolgozásához ( $X_{ij}(R)$ ) használjuk maszkként a kék csatorna életlen képét ( $(X_{ij}(B))$ ):

$$Y_{ij}(R) = k [ X_{ij}(R) / ((X_{ij}(B)) + a) ] + b,$$

majd a zöld és kék csatornákhöz a piros életlen képet. Ezt az eljárást RGB/BRR eljárásnak nevezzük. Ezek szinte minden kombinációban alkalmazhatók, bizonyos objektumok esetén azonban csak adott kombinációk hoznak jelentős javulást. Például üstökösök esetén célszerű az RGB/BRR, vagy RGB/BGR javítást, míg gömbhalmazok vagy némely galaxisok esetén az RGB/GGG módszert használni (mivel ezen objektumoknál a BGR vagy BRR eljárás túl intenzív színjavítást eredményezne).

Remélem, hogy ezen igen egyszerű „labormunkával” sikerült mindenki érdeklődését felkeltetnem, s az eredményül kapott „fotó minőségű” CCD képek tovább gyarapítják majd a Meteor galériáját.

LÁZÁR JÓZSEF