

Bevezetés az IRIS képfeldolgozó program használatába

Az elmúlt évek egyik legnépszerűbb képfeldolgozó programja a francia Christian Buil által készített IRIS. A program mára már nem csak egyszerűen egy képfeldolgozó, hanem egyben fényképezőgép- és távcsővezérlő program is. Képes Web-kamerák kezelésére, róluk készült felvételek feldolgozására is. Képességeit tekintve vetekszik, de talán még egy-két helyen meg is veri a legjobbakat (pl. MaximDL), az ára pedig utolérhetetlen, hiszen ingyenes. Sajnos csak Windows alatt fut, de a program képességei annyira jók, hogy kedvéért már majdnem szeretem is a Windowst.

A program több száz beépített paranccsal rendelkezik, így annak teljes áttekintése szinte lehetetlen és nem is tekintem most feladatommak. A programról, annak főbb funkcióiról az Interneten, a szerző honlapján olvashat az érdeklődő. Amire mégis vállalkozom (itt is a teljesség igénye nélkül), hogy egy konkrét alkalmazási területen, a mélyég fotózás területén keresztül próbálok meg ízelítőt adni a program képességeiről. A program filozófiája kissé eltér az eddig megszokottakétól, de ha a felhasználó megtalálja a „fonalat”, igen hatékonyan lesz majd képes nagymennyiségű képet (akár teljesen) automatikusan kiértékelteni, redukáltatni vele.

Jelen cikkem, a Jim Solomon által összeállított, és általam is már többször, jó eredménnyel alkalmazott „receptkönyv” alapján készült, a szerző engedélyével. A leírás elsősorban digitális kamerákat felhasználóknak készült, de természetesen a módszer (kisebb módosításokkal) alkalmas más eszközökkel készített mélyég felvételek redukálására is. Ismertetőmet néhány alapfogalom definiálásával kezdem, majd a képredukálás mögött rejlő miértekkel folytatom, végül pedig konkrét parancsok ismertetésével mutatom be a teljes redukálási folyamat egyes lépéseit.

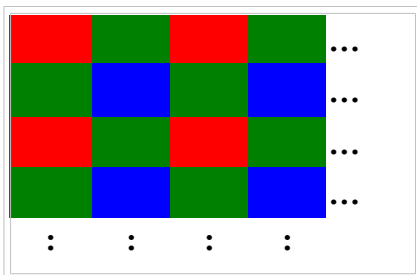
Definíciók

Mielőtt elvesznénk a részletekben, szeretném, ha tisztáznánk azon alapfogalmakat, melyekre később folyamatosan hivatkozni fogok. Ez azért fontos, hogy említésükkor mindannyian biztosan ugyanarra gondoljunk.

- **Light-kép (objektum kép)** – a képkalkító távcsőhöz rögzített fényképezőgéppel, az objektumról készült felvétel.
- **Dark-kép** – az objektumképpel megegyező ISO értékkel, expozíciós idővel, azonos hőmérsékleten készült kép. Készítésekor az optikai út teljesen zárt (sötét) kell, hogy legyen.
- **Bias-kép** – az objektum képpel megegyező ISO értékkel és azonos hőmérsékleten készült kép. A képkészítéskor az optikai út teljesen zárt (sötét) kell, hogy legyen, az expozíciós idő a kamera által megengedett legrövidebb érték (pl. egy 300D esetén 1/4000 másodperc). A Dark-képek és a Bias-képek a kamera különböző zajforrásait hivatottak kiküszöbölni.
- **Flat-field kép** – egyenletesen megvilágított háttérről (naplemente előtti égbolt vagy „fénydoboz”) készült felvétel, amelyet a képkalkító távcső optikai út hibáinak, a vignettálódás (sötétedés a kép szélein) hatásainak, valamint a képkalkító chip nem egyenlő érzékenységből eredő hibák kiszűrésére

használunk. Ezt a képet a kamera legalacsonyabb ISO értékével kell készíteni.

- **Flat-dark-kép** – a Flat-field képpel megegyező ISO értékkel, expozíciós idővel és hőmérsékleten készült sötét kép.
- **CFA (Color Filter Array)** – a képalkotó chip érzékelői (pixelek) előtt elhelyezett színszűrő mátrix, amely lehetővé teszi, hogy a fényképezőgép egyetlen expozíció segítségével színes képet tudjon készíteni. Ez azt is jelenti, hogy az érzékelő egy-egy pixel csak egy adott színt rögzít. A színes felvétel a szomszédos pixelek értékeivel történő interpolálás után alakul csak ki. A szűrők tömbjét nevezzük CFA-nak, amely a chip bal felső sarkától indulóan a következőképpen néz ki:



A fenti mátrix jól szemlélteti, mi is kerül a RAW fájlban rögzítésre, nevezetesen az egyes pixelekből kiolvasott 12 bites intenzitás értékek. A RAW fájlban még elvégeznek egy veszteségmentes tömörítést is, de csak azért, hogy több kép férjen el egy flash kártyán. Mikor egy ilyen RAW képet az IRIS-be CFA képként importálunk, egy 12 bites, szürkeárnyaltos képet kapunk. Ha ekkor be-zoomolunk a képbe és a megjelenítés értékeit is megfelelően vesszük fel, a szűrők által okozott hatás jól láthatóvá válik.

Mivel mi alapvetően színes képet szeretnénk látni, minden egyes pixelben meg kell határoznunk a hiányzó színek intenzitás-értékeit. Ehhez viszonylag fejlett algoritmusra van szükség. Ez történik persze akkor is, amikor a képet fényképezőgépünkben JPG-ben mentjük el. Az IRIS-ben erre több algoritmus is rendelkezésre áll, amelyek a **Camera Settings** dialógusban, a **RAW interpolation method** pontban választhatók ki. A legtöbbször a **Gradient** módot választják, mivel ilyenkor marad meg a legtöbb részlet a végső képben. A **Linear** és a **Median** módszerek alacsonyabb zajú képeket eredményeznek, természetesen a részletek rovására.

- **Szaturáció (vágás)** – a képalkotó chip egy pixelének túltöltődése. Szaturált felvételt vagy magas ISO értékkel, vagy túlexponálással (esetleg mindkettő) hozhatunk létre. Ilyen képeken sajnos helyreállíthatatlan információvesztéssel kell számolnunk, tehát kerülnünk kell létrejöttüket.

Elmélet

A fent röviden ismertetett fogalmak megértése a legtöbb „újonc” számára nehézséget jelent, ezért röviden tekintsük át, hogy a felvételek milyen információkat (és hibákat) is hordoznak, és abból hogyan tudjuk a számunkra fontos adatot (pl. egy galaxist) kihámozni.

A digitális kamerák CCD vagy CMOS chip-je nagy hűséggel és linearitással gyűjti a tárgyakról érkező fényt. Sajnos ez az információ a chip hőmérsékletével, a kiolvasó elektronika hibáival, valamint több, más forrásból eredő zajjal is terhelt. A Dark és Bias képek hivatottak ezen hibák értékének és karakterének meghatározására. A képet ezen felül még a távcső optikai út hibái, a chip pixeleinek „egyenetlen” érzékenysége, por és egyéb szennyeződések is terhelik. Ezen hibák kiszűrésére készítjük a Flat-field képeket.

A fentiek tükrében a kép, amelyet készítünk, az alábbi képlettel fejezhető ki:

$$(1) \quad \text{Light} = (\text{Jel} * \text{Flat}) + \text{Dark} + \text{Bias}$$

ahol a „Jel” a fényképezni kívánt objektumot reprezentálja, míg a Light, amit valójában lefényképeztünk. Ebből következően:

$$(2) \quad \text{Jel} = \frac{\text{Light} - (\text{Dark} + \text{Bias})}{\text{Flat}}$$

Tudunk kell, hogy a Flat képek is a Light-okhoz hasonló hibákkal terheltek, tehát:

$$(3) \quad \text{Flat Jel} = \text{Flat Light} - (\text{Flat Dark} + \text{Flat Bias})$$

Ha mindezt a (2)-es egyenletbe helyettesítjük, akkor az alábbi általános képlethez jutunk:

$$(4) \quad \text{Jel} = \frac{\text{Light} - (\text{Dark} + \text{Bias})}{\text{Flat Light} - (\text{Flat Dark} + \text{Flat Bias})}$$

A képletben a Dark a kamera sötét-áram zaját reprezentálja, amely a hőmérséklettel, ISO értékkel és az expozíciós idő hosszával áll összefüggésben. Azt is tudnunk kell, hogy minden felvétel, amit a kamerával készítünk, tartalmazza a Bias képet is, ebben a Dark sem képez kivételt, tehát a **Dark'**-ot definiáljuk így is: **Dark' = Dark + Bias**, valamint ehhez hasonlóan: **Flat Dark' = Flat Dark + Bias**. Ezekkel „egyszerűsítve” képletünket, a végleges formula az alábbi lesz:

$$(5) \quad \text{Jel} = \frac{\text{Light} - \text{Dark}'}{\text{Flat Light} - \text{Flat Dark}'}$$

Ez utóbbi képlet azt mondja meg számunkra, hogy egy objektum fényképezésekor milyen egyéb képeket kell még elkészítenünk.

Feldolgozás

Miután a képletben jelölt összes képet az éjszaka folyamán elkészítettük, elkezdjük a feldolgozást. Ez az alábbi lépésekből áll majd:

- IRIS beállítása
- Megjelenítés
- Master Flat készítése
- Master Dark készítése
- A Light képek kalibrálása
- CFA – RGB konverzió
- Képek illesztése (regisztrálás)
- Méretre vágás
- Normalizálás
- Összeadás
- Háttér gradiens eltüntetése
- Fehéregyensúly beállítása
- Stretch (a részletek láthatóságának beállítása)
- Végző munkálatok Photoshop-ban
- Esetleges további optimalizálások
- Eredmények archiválása

IRIS beállítása

A munkák megkezdése előtt mindig győződjünk meg arról, hogy a program beállításai megfelelőek:

- A **File > Settings...** panelban a **File type** –ot állítsuk **PIC**-re, valamint a **Working path**-t egy olyan könyvtárra, amelyben elegendő hely (akár több GB is) áll rendelkezésre a teljes feldolgozáshoz. **Tanács: lehetőség szerint a kiválasztott könyvtár „közel” legyen a meghajtóhoz (tehát valahol a könyvtárfa tetején), és ne az alatt több beágyazott könyvtárnyira, mivel ez hibához vezethet!**
- Kattintsunk az eszközsávban a **Photo** ikonra (arra, amelyik egy fényképezőgépre hasonlít). A megjelenő **Camera Settings** dialógusban állítsuk a **Binning**-et **1x1**-re, valamint a **Digital camera Model**-t a megfelelő típusra (pl. **Canon (10D/300D/Rebel)**). A **RAW interpolation method**-ot állítsuk **Gradient**-re, a **White balance** alatti **Apply** dobozt hagyjuk üresen. A beállítások elvégzése után hagyjuk el a dialógust az **OK** gomb megnyomásával.
- Ezután indítsuk el a parancs ablakot (a **Photo** ikon mellett balra), hiszen szinte az összes parancsot ebbe az ablakba fogjuk majd begépelni.
- Egyes parancsok eredményei egy ún. **Output window**-ban jelennek meg. Megnyitásához kattintsunk az **Analysis > Display data...** menüpontra.

Megjelenítés

Az egyik legmegettévesztőbb, mégis az egyik legerősebb „fegyvere” az IRIS-nek a képek megjelenítése. A szépsége az, hogy úgy jeleníti meg a képet más-más

paraméterekkel, hogy közben nem változtatja meg az egyes pixelek intenzitás értékeit. Ez egy lényeges elem, hiszen a legtöbb képfeldolgozó program ezt nem így végzi (hanem a megjelenítéshez módosítja a pixelek értékeit is). Photoshopban, Paint-ben, de akár a GIMP-ben is, ha a Levels, Curves vagy ezeknek megfelelő dialógusokban beállításokat végzünk, a programok a kép pixeleit is módosítják. Ezzel szemben az IRIS-ben a fekete „pont” értékét (amely érték alatt a kép összes pixele feketeként fog megjelenni), valamint a fehér „pont” értékét (amely érték feletti pixelek fehéreként jelennek meg) tetszőleges értékre állíthatjuk.

Ezzel a kép érdekesebb intenzitás tartományaira is bezoomolhatuk. Ez különösen értékes akkor, ha RAW képeinket lineáris módban konvertáltattuk, hiszen a képből szinte semmit sem fogunk először látni. A fekete és fehér „pontokat” a **Threshold** ablak csúszkáival állíthatjuk be. A **visu** parancs szintén ezt a célt szolgálja.

Master Flat készítése

1. **RAW Flat Light képek konvertálása PIC formátumba (CFA).** Válasszuk ki a **Digital Photo > Decode RAW file...** dialógust. A dialógus elindulásakor az IRIS a képernyőn lévő összes alkalmazás ablaka mögé kerül, ezzel lehetőséget adva arra, hogy megkeressük képfájljainkat. Például a Windows Explorer használatával keressük meg a képeinket tartalmazó könyvtárat, jelöljük ki a Flat Light-okat tartalmazó fájlokat, majd húzzuk őket az IRIS **Decode RAW file** dialógusba. Adjunk nevet a kimeneti fájloknak (pl. **fl**, mivel ezek lesznek a flat light képek). A **->CFA...** gombra való kattintás után az IRIS átkonvertálja a RAW formátumú fájlokat PIC, szürkeárnyaltos CFA formátumba.
2. **RAW Flat Dark képek konvertálása PIC formátumba (CFA).** A továbbra is nyitott konverziós ablakban nyomjuk meg az **Erase list** gombot (hogy az előző fájlok listája törölődjön), majd az előzőekhez hasonlóan húzzuk az ablakba a Flat Dark képek fájljait. Névnek adjuk az **fd** nevet (**flat dark**) majd nyomjuk meg a **->CFA...** gombot. Miután elkészült a konverzió, nyomjuk meg a **Done** gombot.
3. **Flat Master Dark készítése.** Ezt a képet leghatékonyabban az egyes Flat Dark-ok medián összegzésével tudjuk elkészíteni. Ehhez a parancs ablakba gépeljük a következő parancsokat:

```
>smedian fd N  
>save flat-master-dark
```

ahol *N* a Flat Dark képek száma.

4. **Hot pixelek azonosítása.** A **find_hot** parancs segítségével kerestessük meg a flat-master-dark képen található hot pixeleket. Az IRIS egy megfelelő küszöbérték megadása után képes ezen pixeleket automatikusan megtalálni. A legtöbb esetben a „Mean + (16 x Sigma)” jó küszöbértéknek mondható, bár a túl sok hot pixellel rendelkező fényképező gépeknél ez nagyban eltérhet. A Flat Darkok esetén csak kevés hot pixellel kell számolnunk, hiszen igen rövid az expozíciós idő. Addig kell a küszöbértéket változtatva a parancsot újra végrehajtani, amíg kb. 10-20 hot pixelt nem találunk. A program memóriájába

betöltött képről statisztikát a **stat** parancs segítségével kapunk. Ennek eredménye az Output ablakban jelenik meg. Például:

```
>load flat-master-dark
>stat
Mean: 125.0      Median: 125
Sigma: 2.1
Maxi.: 274.0    Mini.: 114.0
>find_hot flat-cosmetic 158.6
Hot pixels number: 3
```

ahol **flat-cosmetic** azon fájl neve, amelybe az IRIS a hot pixelek listáját tárolja majd. A küszöbérték (**158.6**) számítását a fent már említett képlet használatával kaphatjuk meg: **Mean + (16 x Sigma)**; **125 + (16 x 2.1)**.

5. **A Flat Light képek expozíciós idejének ellenőrzése.** Ezt a lépést már a felvételek készítésekor célszerű elvégezni. Ha mégis csak most kerülne rá sor, a legegyszerűbb módja a következő. Végezzünk statisztikát a Flat Light-ok teljes sorozatán, de színcsatornánként, mivel a kamerának színenként más és más az érzékenysége, valamint a „fénydoboz” és az alkonyati égbolt sem tökéletesen „fehér”. Ehhez hajtsuk végre a következő parancsokat:

```
>cfa2pic fl flrgb N
>stat3 flrgb N
```

ahol *N* a Flat Light képek száma. A **stat3** parancs a **stat**-hoz hasonlóan automatikusan végigfut a megadott fájlokon és azok statisztikai adatait a munkakönyvtár **stats.lst** fájljába tárolja (TAB-okkal elválasztva). A fájl ezután egy szerkesztő programmal (Wordpad, Notepad) megtekinthető. Az egyes oszlopok (balról jobbra) a következők: Szín/kép szám, Mean, Max, Min, Sigma, Median. Egy-egy fájlhoz három sor kerül letárolásra: az első a vörös, a második a zöld, míg a harmadik a kék színcsatorna megfelelő értékeivel. Ideális esetben mindhárom csatorna Medián értéke 2048 közelében kellene hogy álljon. Amennyiben módosíthatatlan géppel, illetve alkonyati égboltról készültek a felvételek valószínű, hogy a kék és a zöld csatorna medián értékei meghatározóan nagyobbak a vörösnél. Ez esetben egy olyan felvételt kell kiválasztani, ahol a kék és zöld csatornák egy kissé túl vannak exponálva (pl. a medián 2500 körül van), a vörös pedig alulexponált (pl. a medián 1000 környékén van). Ez esetben mindig meg kell arról győződni, hogy a kép közepe (a legvilágosabb rész) nem szaturálódott-e. Ennek megállapításához töltsük be valamelyik színes Flat Light képünket (pl. **>load flrgb1**), igazítsuk a láthatóságot mindaddig, amíg a kép legvilágosabb pontja egyértelműen megállapíthatóvá válik. Mozgassuk az egeret ezen terület körül. IRIS az alkalmazás ablak jobb alsó részén folyamatosan jelzi az egér alatt található pixel vörös, zöld és kék értékét (intenzitását). Győződjünk meg arról, hogy a kép legfényesebb pontja sehol sem haladja meg a 12 bites, 4095 maximális értéket. A maximális értéknek ideális esetben nem szabad meghaladnia a 3000-et, de annak közelében kell lennie.

6. **A Flat Light kalibrálása a Flat Master Dark-kal.** Ezt a legegyszerűbben a **Digital Photo** menüben található **Preprocessing...** dialógussal oldhatjuk meg. Mivel ez a dialógus valójában a Light képek kalibrálására készült, egy kis trükkhöz kell most folyamodnunk. Először egy mesterséges Bias, majd egy Flat képet fogunk készíteni. Ehhez betöltünk egy meglévő képet (a megfelelő szélességgel és magassággal), „feltöltjük” azt a megfelelő értékekkel, majd elmentjük őket:

```
>load fd1
>fill 0
>save dummy-offset
>fill 1
>save dummy-flat
```

Ezután hozzuk fel a **Digital Photo > Preprocessing...** dialógust és adjuk meg a következő értékeket: Input generic name = **fl**, Offset = **dummy-offset**, Dark = **flat-master-dark** (Optimize = **ne** legyen beállítva), Flat-field = **dummy-flat**, Cosmetic file = **flat-cosmetic**, Output generic name = **fld**, Number = képek száma. Ezután az IRIS kivonja a flat-master-dark-ot minden egyes kiválasztott Flat Light képből, valamint eltünteti a hot pixeleket is.

7. **A Master Flat elkészítése.** Válasszuk ki a **Digital Photo > Make a flat-field...** dialógust majd töltsük ki a következők szerint: Generic name = **fld**, Offset image = **dummy-offset**, Normalization value = **20000**, and Number = képek száma. Ezt követően IRIS kivonja a bias képet a kalibrált flat light képekből, normalizálja azokat (azonos intenzitás értékre), valamint elvégzi azok medián összegzését is. Az eredmény a memóriában keletkezik, most mentjük el azt:

```
>save master-flat
```

8. **Ideiglenes fájlok törlése.** Amennyiben a lemezen kevés hely maradt csak, az eredeti RAW képek, valamint a **master-flat.pic** és **dummy.offset.pic** képek kivételével minden más ideiglenes fájlt töröljünk ki.

Master Dark készítése

1. **RAW Dark-ok konvertálása PIC formátumra (CFA).** A Master Flat készítésénél leírt módszerrel végezzük ezt is! A sorozat nevének **d**-t használjunk.
2. **Master Dark készítése.** A Master Dark az egyes Dark-ok medián összegzésével készíthető az alábbiak szerint:

```
>smedian d N
>save master-dark
```

ahol N a Dark képek száma.

3. **Hot pixelek azonosítása.** A Master Flat készítésénél leírt módszert alkalmazva készítsük el a hot pixeleket tartalmazó kozmetikai fájlt:

```
>load master-dark
>stat
Mean: 120.3      Median: 119
Sigma: 9.5
Maxi.: 4008.0   Mini.: 91.0
>find_hot cosmetic 272.3
Hot pixels number: 82
```

4. IRIS a talált hot pixeleket a **cosmetic** nevű fájlban tárolja le. A küszöbértéket a $120.3 + (16 \times 9.5) = 272.3$ alapján kaptuk.
5. **Ideiglenes fájlok törlése.** Amennyiben a lemezen kevés hely maradt, az eredeti RAW képek, valamint a **master-flat.pic**, **dummy.offset.pic**, **master-dark.pic** és a **cosmetic.pic** képek kivételével minden más ideiglenes fájlt töröljünk ki.

A Light képek kalibrálása

1. **RAW Light képek konvertálása PIC formátumra (CFA).** A már ismert módszerrel konvertáljuk képeinket, a sorozat nevének használjuk az **I** (el) betűt (light).
2. **A Light képek kalibrálása a Master Flat, Master Dark és hot pixel térképpel.** Indítsuk el a **Digital Photo > Preprocessing...** dialógust és adjuk meg a következő értékeket: Input generic name = **I** (I betű), Offset = **dummy-offset**, Dark = **master-dark** (Optimize = **ne** legyen beállítva), Flat-field = **master-flat**, Cosmetic file = **cosmetic**, Output generic name = **ldf** (light, dark-kat és flat-tel), Number = képek száma. Ezután az IRIS kivonja a master-dark-ot minden egyes kiválasztott light képből, elosztja azt a master flat-tel, eltünteti a hot pixeleket, majd elmenti őket a megadott új néven.

CFA – RGB konverzió

A konverzióhoz gépeljük be a következő parancsot:

```
>cfa2pic ldf ldfrgb N
```

ahol *N* a light képek száma. IRIS ezt követően előállítja a színes (RGB) képeket.

Képek illesztése (regisztrálás)

A képek automatikus eltolását, forgatását, és ha szükséges skálázását a következő parancsok segítségével végezhetjük el:


```
>setspline 1  
>coregister2 ldfrgb ldfrgbreg N
```

ahol N a light képek száma. A számítások időigényesek, tehát nyugodtan dőlünk hátra, míg az IRIS dolgozik. Ha a művelet hibajelzés nélkül ért véget, lépünk a következő ponthoz.

Más esetben először próbáljuk meg a három-zónás módszert. Ehhez hajtsuk végre a következő parancsokat:

```
>setspline 1  
>coregister4 ldfrgb ldfrgbreg 512 N
```

Ha ez is valamilyen oknál fogva hibát észlel az IRIS csillagkereső algoritmusát kell finom-hangolnunk:

```
>setfindstar sigma
```

Magasabb *sigma* érték esetén IRIS csak a fényesebb (de még nem szaturálódott), míg alacsonyabb érték esetén halványabb csillagokat fogja a képek illesztéséhez használni. A *sigma* alapértéke **7.0**. Olyan felvételek esetén, amelyek csillagok millióit tartalmazzák (pl. a Tejút közelében készült felvétel), a *sigma* értékét **8.0** vagy **10.0** környékére kell állítani. Kevesebb csillagot tartalmazó kép esetén a *sigma* értékét egészen **5.0** környékére érdemes állítani. A **setfindstar** minden futtatása után futtassuk a **coregister2** vagy **coregister4** parancsot is.

Ha mindezek után sem voltunk képesek képeinket automatikusan illeszteni, a legegyszerűbb egycsillagos módszert kell választanunk. Sajnos ez a módszer nem tudja a hibás pólusra állás miatt fellépő látómezőforgást automatikusan kompenzálni.

Méretre vágás

Normál körülmények között az illesztés után a képek összeadása következik. Ezt legjobban az ún. Kappa-Sigma módszerrel végezhetjük el, ehhez azonban az egyes képek háttérének közel azonosnak kell lenni, azokat tehát normalizálnunk kell. Az illesztés során keletkezett, az egyes képek szélein található területek – azok, amelyek az eltolás, forgatás és méretezés közben az átfedő területeken kívülre estek – megzavarhatják a normalizálás folyamatát. Ezért a célunk most az, hogy a sorozat összes képéből kivágjuk a közös, teljesen átfedő részt.

1. Ehhez először végezzünk el az illesztett képek gyors összeadását:

```
>add_norm ldfrgbreg N
```

ahol N a képek száma.

2. Semlegesítsük a háttérrel, hogy eredményképünket teljes dinamikájában meg tudjuk nézni (stretch). Ehhez a kép közepén jelöljük ki az egér segítségével

egy négyszögletes területet (ügyelve arra, hogy galaxis, köd, fényes csillag ne kerüljön a kiválasztásba), majd hajtsuk végre a következő parancsot:

>black

3. Tekintsük meg most a képet teles dinamikájában, a **Threshold** ablak **Auto** gombjának megnyomásával. A fő ablak görgető menüjével mozogjunk a kép bal alsó sarkába. Világosan látnunk kell, hogy hol kezdődik a „jó” kép és hol végződik a kívül eső „holt tér”. Az egérrel kattintsunk a „jó” területen belülre. Az Output ablakban ekkor azonnal megjelennek a kattintás kép-koordinátái. Ugyanezt tegyük meg a jobb felső képszegletben is. A két pont koordinátájának ismeretében már kivághatjuk a „közös” területet:

>window2 ldfrgbreg ldfrgbregcrop x1 y1 x2 y2 N

ahol N a képek száma; (x1, y1) a bal alsó pont koordinátája és az (x1,y2) a jobb felső pont koordinátája. Ha a képek között jelentős a látómezőforgás esetleg a „jó” terület rovására, a kép belseje felé kell a sarokpontokat kijelölnünk.

Normalizálás

Ezután már normalizálhatjuk az egyes képek háttér szintjét, oly módon, hogy annak medián értékét nullára állítjuk. Ennek két pozitív hatása is lesz: növeli a képek összeadása során elérhető dinamikát, valamint lehetővé teszi a Kappa-Szigma összeadás tökéletes elvégzését. Ehhez hajtsuk végre a következő parancsot:

>noffset2 ldfrgbregcrop ldfrgbregcropnorm 0 N

ahol N a képek száma a sorozatban.

Összeadás

Egy sorozat képeit többféleképpen is összeadhatjuk. A legegyszerűbb lehetőség az egyszerű összegzés, amelynél a legnagyobb jel-zaj viszonyt érhetjük el. A probléma ezzel a módszerrel az, hogy bizonyos zavaró részletek (pl. kozmikus sugár beütés, repülőgép, mesterséges hold átvonulása) is feltűnnek majd az eredmény-képen. A másik véglet a képek medián összegzése, ami valóban el fogja távolítani a fent említett hibákat, viszont a kép jel-zaj viszonya nagyban romlik ezáltal. Egy hibrid megoldást lenne jó választani, amely a normál és a medián összegzés előnyeit vegyíti. Nos, van ilyen. Ez a Kappa-Szigma összegzés, amely röviden a következőképpen működik.

Képzeljünk el egy pixelt a kép egy tetszőleges pontjában. Az algoritmus az összegzendő sorozat összes képén az adott pixel intenzitását megvizsgálja, majd kiszámítja a középértéket és a szórást (Sigma). Az összegzésből azon értékek, amelyek a szórás egy konstanssal (Kappa) való szorzatánál jobban eltérnek a középértéktől, kizárásra kerülnek. Az algoritmus ezután a fennmaradó értékekkel

elvégezni az összegzést, természetesen súlyozva azt az összegzésbe bevont képek számával.

A Kappa-Sigma algoritmus tehát minden olyan képértéket kivesz az összegzésből, amely Kappa x Sigma értéknél jobban eltér a középértéktől. A Kappa érték az egyik, amelyet a parancs végrehajtásakor meg kell adnunk. A másik paraméter az iterációk száma. Bizonyos esetekben az algoritmus nem képes az összes, valódi aberráns adatot az első futáskor eldobni, esetleg csak azok egy részét. A második futtatás alkalmával, mivel új középérték és szórás is keletkezik az új képértékek felhasználásával, már valószínűbb, hogy az előző iterációban még bennmaradt hibás adatok most már kiszűrésre kerülnek. A tapasztalatok azt mutatják, hogy a parancs egy iterációban való futtatása a legtöbb esetben elegendő repülőgép, mesterséges hold nyomok, kozmikus sugár csíkok, sőt még a kalibráció fázisain valahogy „átlopakodott” hot pixelek kiszűrésére is.

Míg az elmélet elmagyarázása hosszú volt, a parancs végrehajtása ennyire egyszerű:

```
>composit ldfrgbregcropnorm Kappa Iterations Normalize N  
>save stack
```

A *Kappa* és *Iterations* paraméterek értelmezését az előzőekben már leírtam. A *Normalize* paraméter egy kapcsoló, amely azt mondja meg az IRIS-nek, hogy az összegzés során ügyeljen-e a numerikus túlcsoordulásra, vagy sem. Az *N* paraméter szokás szerint az összegzendő képek számát adja meg. Az utolsó parancs segítségével az összegzés eredményét mindjárt el is mentjük. A legtöbb esetben a Kappa értéke **3**, az iterációk száma **1**, a normalizálás kapcsoló értéke pedig **1**. Ha az eredmény-képen mégis megjelenne, pl. egy repülőgép, vegyük vissza a Kappa értékét **2**-re vagy növeljük az iteráció értékét **2**-re vagy többre. Mivel szinte minden alkalommal szeretnénk a pixelek túlcsoordulását megakadályozni, hagyjuk a normalizálás kapcsolóját **1**-en. Bár az is elképzelhető, hogy azt mondjuk, hagyjuk az egyébként is fényes csillagokat szaturálódni, több dinamika tartományt hagyva ezzel a halványabb részleteknek. Ekkor a kapcsolót tegyük **0**-ra.

Most álljunk meg röviden és nézzük meg, hogy mit is tettünk eddig. Legjobb tudásunk szerint csökkentettük a képen megjelenő zajt, valamint az optika által okozott hibákat azáltal, hogy kalibráltuk az objektumról készült képeinket a Master Dark és Master Flat képekkel. A kalibrált képeket ezután (CFA-ból) RGB színes képekké alakítottuk. Ezt követően egymáshoz igazítottuk az összes képet, eltávolítottuk a közös területből kieső széleket, normalizáltuk, majd összeadtuk őket. Eddig szigorúan, pusztán a „tudomány” eszközeit ismerve dolgoztunk, hogy a legjobb minőségű eredményt kapjuk. Ezután egy kissé a „művészetek” felé fogunk sodródni, hogy képünkben a legeresztetikusabb végeredményt hozzuk ki.

Háttér gradiens eltüntetése

Ha a felvételkészítés helyszínén nagy volt a fényszennyezés, különösen ha az egyenetlenül oszlott meg az égbolton, szinte biztos, hogy a kép háttere különböző gradiensű. A „csúnya” háttér okozója lehet még a rosszul megválasztott Flat kép is. Most töltsük be az összegzett képet (**>load stack**), és addig állítsuk a csúszkákat a

Threshold ablakban, amíg a háttér pontosan láthatóvá nem válik. Esetleg teljesen zoomoljunk ki, hogy az egész képet egyszerre láthassuk. Ha szerencsénk van, a háttér teljesen homogén lesz. Ha mégsem, szükségünk lesz az alábbi parancsok megismerésére.

A háttér gradiens eltávolítására az IRIS profi parancsokkal rendelkezik, azok ismertetése azonban több oldalt is kitöltene, ezért itt most csak egy egyszerűbb módszert ismertetek. Akit a téma mélyebben is érdekel, látogasson el Christian honlapjára, ahol a „tutorial” részben mindezekről bővebben is olvashat. Még az egyszerűbb módszer használatához is kísérleteznünk kell majd, hogy a legjobb eredményt kaphassuk. Az alábbi parancsok ismétlését mindaddig folytassuk, amíg az égbolt teljesen egyenletessé nem válik. Ne felejtsük el a csúszkák állítgatását, hogy mindig a legjobb dinamikában láthassuk a hátteret.

```
>load stack
>setsubsky sigma poly_order
>subsky
```

Ha egy egyszerű lineáris gradienst tételezünk fel, vegyük a *sigma* értékét **4**-re, a *poly_order*-t **1**-re. A legtöbb esetben a háttér ennél magasabb fokú polinommal illeszthető csak. Ez esetben a *poly_order*-t **3**, **4**-re, esetleg még magasabbra kell venni. Miután elégedettek vagyunk az eredménnyel, mentsük el a képet:

```
>save stack-subsky
```

Fehéregyensúly beállítása

Állítsuk be a megjelenítés csúszkait úgy, hogy képünk részleteit pontosan láthassuk. Keressünk ezután egy olyan, lehetőleg minél nagyobb, égbolt területet, amelyen csak nagyon kevés csillag található. Az egér segítségével jelöljük ki ezt a területet, majd hajtsuk végre a következő parancsokat:

```
>black
>rgbbalance R G B
>save stack-subsky-wb
```

ahol *R*, *G*, *B* a kamera vörös, zöld és kék színekre vonatkozó, változó érzékenységet kompenzáló tényezők. Eredeti Canon DSLR gépekhez ezek értéke: $R = 1.96$, $G = 1.0$, $B = 1.23$, bár ez némely esetekben túl sok vöröset és túl kevés kéket eredményez. Módosított Canon-ok esetében az RGB súlyok értéke (1.38, 1.0, 1.23) már sokkal pontosabb. Az **rgbbalance** parancs a megadott *R*, *G*, *B* értékekkel, mint súlyokkal, minden pixel megfelelő színcsatornáját megszorozza. Minden olyan súly, amely egynél magasabb, potenciális vágást (szaturációt) eredményezhet. Mivel a színegyensúly megteremtésénél csak a súlyok egymáshoz viszonyított arányai lényegesek, akár normalizálhatjuk is őket oly módon, hogy a legnagyobbal elosztjuk a többit, így a legnagyobb érték eggyé válik, biztosítva, hogy nem történik vágás a képen. Például az (1.38, 1.0, 1.23) értékeket normalizálva az új súlyok (1.0, 0.72, 0.89) lesznek.

A **black** parancs egy rövid megjegyzést igényel. A parancs kiszámítja a kiválasztott tartományban az (R, G, B) értékek medián értékét, majd ezen konstans értékeket kivonja a kép minden egyes pixeléből. Ezáltal a kiválasztott terület medián értékei rendre nullák lesznek. Tehát a **black** parancs minden „offset”-et kivon a képből, amelyet az **offset2** vagy **subsky** parancsok nem tudtak. Az offsetet az égbolt fátyolos szerkezete, tipikusan fényszennyezés okozza. Ennek eltüntetése igen fontos a helyes szín egyensúly megteremtéséhez.

Stretch (a részletek láthatóságának beállítása)

A legtöbb képfeldolgozó programban megtalálható az ún. DDP (Digital Development Process) parancs, amely ilyenkor használható. Az IRIS azonban egy, még ennél is hatásosabb parancssal rendelkezik, ez az arcus sinus hiperbolicus (**asinh**) parancs. Érdeemes megjegyezni, hogy a Hubble képek stretch-elésére is hasonlókat használnak a JPL-nél. A parancsban használt *alpha* (a stretch agresszivitása) és *intensity* (a stretch-et követő skálázás faktora, amely megakadályozza a vágást vagy a kép világosabbá válását) paraméterek helyes értékének megtalálása türelmet (és néha szerencsét is) igényel.

```
>load stack-subsky-wb
>asinh alpha intensity
>visu 32767 -5000
```

Először érdemes az *alpha* = 0.005, *intensity* = 30 –cal a parancsot végrehajtani. Minden egyes *alpha* értékhez meg kell keresni azt az *intensity* értéket, amelynél a kép még nem kerül vágásra. A 0.005 érték valahol a lehetőségek közepén fekszik, a 0.010 már nagyon agresszív, míg a 0.001 már igen alacsony. Érdeemes a parancsot különböző értékekkel addig próbálni, amíg a legjobb eredményt nem kapjuk. Kísérletező kedvűek előnyben! Ha elégedettek vagyunk a kapott eredménnyel, mentsük el az új képet:

```
>save stack-subsky-wb-asinh
```

Gratulálok! Mióta megkezdtük képfeldolgozó odüsszeiánkat, most érkezünk először arra a pontra, amikor azt mondhatjuk, a nyert eredmények megérték a sok fáradozást.

Végző munkálatok Photoshop-ban

Eddig a pontig az IRIS bizonyította, hogy hatékony eszköz. A legtöbb amatőr azonban nem áll meg itt, hanem megpróbál még további részleteket, ha másért nem, hát pusztán esztétikai célok érdekében még „kicsikarni” a képből. Exportáljuk tehát most képünket a Photoshop számára. Egy lényeges különbség a két program között, hogy míg az IRIS előjeles 16 bites egész aritmetikát használ, addig ez a Photoshopban előjel nélküli 16 bites. Emiatt azután a Photoshopban egy-két beállítást kell végeznünk ahhoz, hogy a kép „jól nézzen ki”. Tehát:

>savepsd2 stack-subsky-wb-asih

Figyelem! Itt tényleg a **savepsd2** parancsot kell használni, nem a **savepsd-t!!**

Most nyissuk meg a **stack-subsky-wb-asih.psd** fájlt a Photoshopban. Valószínűleg pocsékul fog kinézni, de ne átkozzuk még el. A probléma az, hogy a fekete színt az IRIS másként értelmezi, mint a Photoshop. Ennek kijavításához hozzuk fel a **Levels** parancsot és a fekete értékét a 110 környékére állítsuk. Természetesen a fehér értékkel is érdemes egy kicsit „eljátszanunk”.

Ha a fekete, fehér értékek jó értéken állnak, a kép nagyon hasonlóan fog az IRIS-ben látott képhez kinézni. Ezt követően tetszőleges további kozmetikázást végezhetünk a képen, végül konvertáljuk azt JPG formátumra és mentjük el.

Esetleges további optimalizálások

Ha azt tapasztaljuk, hogy a sötét kép kivonása „fekete lyukakat” eredményezett a képen, érdemes egy „igazi” Master Bias-t készíteni, és a Master Dark készítéséhez felhasználni. A Light képek kalibrálását ezután optimalizált Dark kivonással kell elvégezni.

Eredmények archiválása

Az összes RAW képpel, az elkészült összeg-képpel (**stack.pic**), valamint a végső, teljes felbontású és méretű eredményképpel égessünk egy CD-t vagy DVD-t. Ha van elég hely, tegyük fel a CD-re a Master Flat, Master Dark és kozmetikai fájlokat is.

Ezzel elérkeztünk munkánk végére. Bár itt én most megállok, az IRIS nem áll meg. Parancsok tucatjait kínálja nem csak mélyég felvételek, hanem bolygó, nap és üstökös felvételek profi redukálásához és tovább-feldolgozásához is. Érdemes a programot mélyebben is megismerni, sőt jó lenne, ha vállalkozó szelleműek hasonló recepteket készítenének a fent említett témakörökben is.

További olvasnivalók:

<http://www.astrosurf.org/buil/us/iris/iris.htm>

Yahoo Group: http://groups.yahoo.com/group/Iris_software

Jim Solomon honlapja: <http://www.saratogaskies.com/>