



# CCD technika

## Digitális „csíkhúzó”

A hűtött, csillagászati CCD-kameráknak komoly, és ma már igen elterjedt vetélytársai a digitális fényképezőgépek. Bizonyos modellek kiolvasási zaja és erősítési tényezője az SBIG vagy Apogee kamerákéval egyezik. (Pl. a Canon 10D vagy 300D 1,3 elektron/ADU konverziót valósít meg 800 ISO érzékenységnél, a kiolvasási zaj pedig  $10^{-6}$ .) Sajnos beépített hűtés hiányában nagy a sötétáram, ezzel együtt pedig e magas termikus jel magas termikus zajt is jelent. Az utóbbi években azonban mégis sikerült egyrészt a szenzorok fejlesztésével, másrészt különféle zajszűrő elektronikák/algorithmok beépítésével jelentősen csökkenteni a sötétáramot/sötétzajt. A Meteor hasábjain ill. képmellékletében már több ízben beszámoltunk a digitális kamerák csillagászati alkalmazhatóságáról, a nagy látómező és színes érzékelő nyújtotta előnyökről. Van azonban egy terület, az állókamerás, „csíkhúzó” felvételek világa, amit még a mai napig az analóg fényképezőgépek uralnak. Illetve csak uraltak. Az amatőrök számára elérhető csillagászati CCD-knek még ma is túl kicsi a látómezője/felbontása. A digitális kamerák pedig ugyan nem tudnak órákat exponálni, azonban kis képfeldolgozással nagyon szép felvételek készíthetők. A Sky and Telescope egyik cikkében olvassa e technikáról kedvet kaptam kipróbálni, s nemrégiben alkalmam is nyílt rá.

Az elv igen egyszerű: pár perces felvételeket kell készíteni állványra rögzített géppel, majd ezeket úgy kell összeadni számítógép segítségével, hogy a háttér intenzitása ne növekedjen, viszont a csillagívek folyamatossá váljanak. Erre pl. az igen elterjedt Photoshop kiválóan alkalmas. E programban egy kép szerkesztésekor több rétegben helyezhetünk el információt, s megadhatjuk, miként szeretnénk e rétegeket egybegyúrni (flatten, „egy réteggé lapítás” a magyar verzióban). Így nagyon egyszerűen imitálhatunk pl. multiexpozíciót két kép egymásra helyezésével és a felső réteg bizonyos százalékban történő átlátszóvá tételével. A rétegek (layers) egyik típusa lehetővé teszi, hogy a felülre helyezett kép csak azon részletei jelenjenek meg a kompozit képen, amelyek világosabbak, mint az alul elhelyezkedő kép megfelelő képpontjai. Pontosan ez az, amire szükségünk van, hiszen két egymás után készült pár perces felvétel közül az elsőn pont ott érnek véget a csillagívek, ahol a másikon kezdődnek, s ahol a második felvétel fényes csillagnyomokat tartalmaz, ott az első sötét égi hátteret.

A recept tehát a következő: készítsünk képeket állványra szerelt digitális fényképezőgéppel. Használjunk 200–400 ISO érzékenységet, hogy minél simább, zajmentesebb legyen a végeredmény. Ha nincs vezetékkel csatlakoztatható elektronikus kioldózsírnagy (vagy esetleg PC-hez csatlakoztatva a fényképezőgép), csak infravörös távkioldó, akkor tartsunk tartalékelemet és gondoskodjunk a távkioldó rögzítéséről, az exponáló gomb nyomva tartásáról. A fényképezőgép akkumulátora legyen feltöltve, nem

árt ebből is egy tartalék. (Bizonyos gépek akár 2–3 órát is képesek B idővel exponálni mielőtt lemerülne a telep, de egy elemcsere esetleg megszakíthatja/tönkretetheti a sorozatot.) Figyeljünk a párásodásra, és érzékeny elektronikai eszközről lévén szó nem csak az objektíven történő páralecsapódás teheti tönkre a képet, a gépet. A fényképezőgépet tegyük még kint jól zárható nylon zacskóba, mielőtt melegebb helyre (lakás, autó) vinnénk, és lehetőleg csak azután nyissuk ki a zacskót, amikor már felmelegedett a gépváz. A memóriakártyát ellenőrizzük, legyen elég hely 50–100 kép készítésére. Amint beállítottuk a látómezőt, készítsünk pár tesztfelvételt, ellenőrizve az érzékenység és blende beállítását. Lehetőleg ne használjuk a teljes apertúrát,  $f/4$ – $f/5,6$  fényerőnél dolgozzunk. Mindenképpen nagyítsunk bele a tesztfelvételekbe, ellenőrizzük a fókuszot. A digitális kamerák nagy előnye, hogy ezt megtehetjük, használjuk is ki! A sorozathoz 1–4 perces felvételeket készítsünk, a sorozat előtt/után a sötétképeket (l. később). Az esetleges konvertálás után átlagoljuk a sötétképeket, és minden képből vonjuk le. Ezt megtehetjük Photoshopban is, az adott képhez egy új réteget hozzáadva, aminek a típusát „darken”-ként (sötétít) állítjuk be (Window/show layers). E rétegre bemásolva a sötétképet, majd a rétegeket „egybelapítva” (flatten) elmentjük a képet. (Ezt akár automatizálhatjuk is a Photoshop „batch” funkcióját használva.) Nincs más hátra, mint összeadni a képeket. Az elsőt megnyitva egy új réteget alakítunk ki, a típusát „lighten”-re (világosít) állítva bemásoljuk ide a következő képet és ezt ismétljük, sorba haladva a sorozat képein.

Nagy előny, hogy holdfényes éjszakákon nem „ég be” a táj. Hiába lesznek ugyanis a csillagnyomok több órányi hosszúságúak, a speciális összeadási mód miatt az előtér fényessége egyetlen felhasznált kép pár perces megvilágítási viszonyait tükrözi. Egy nem mozgó előtérobjektum ugyanis többé-kevésbé azonos fényességű, s így az összeadásra kerülő képeken nincs különbség, vagyis az eredményen csak az egyik, a kicsit világosabb árnyalatú jelenik meg. Mondhatnánk, hogy egyfajta átlagot képezünk, nem pedig az algebrai összeget. Az átlagolás viszont mindig csökkenti a zajt, így szépen kisimulnak, egyenletes felületűvé válnak az előtérben álló földi objektumok.

Kis hátrány ugyanakkor, hogy az egymást követő képek között egy kis idő eltelik, ami alatt a fényképezőgép kiolvassa és az adathordozóra írja a képet. Ezért a csillagívek nem lesznek teljesen folyamatosak, kis rések szabdadják azokat az expozíciós idők hosszának megfelelő periodicitással. Tapasztalataim szerint ez  $10 \times 15$  cm-es nyomtatott méretig nem zavaró (6 megapixeles kamera), a felett viszont kissé rontja az összhatást, nyilvánvalóvá téve a digitális mesterkedést. Kis türelemmel azonban ez is eltüntethető. Meg kell keresni azt a pontot, ami körül az ég fordulni látszik, s egy másolatot készítve az összegzett képről elforgatni azt pár fokkal e pont körül, majd hasonló technikával hozzáadni az eredeti képhez. (Ez esetben természetesen az előtérobjektumokat le kell vágni az elforgatott képről, hogy ne okozzunk az állvány elmozdulására emlékeztető képkettőződést.) A forgatás középpontja többnyire a képen kívülre esik, ekkor átmenetileg a másolat rajzvásznon (canvas) méretét meg kell növelni, elvégezni a forgatást, majd kivágni az értékes részletet. (Ajánlatos a nagy memória ehhez a művelethez, ill. más futó programok bezárása, ugyanis könnyen szükség lehet  $15 \times 15$  millió pixeles átmeneti képre.) Teleobjektíves vagy égi egyenlítőhöz közeli felvételeken gyakran nem is kell forgatni, egyszerűen csak pár pixellel eltolni a másolatot és úgy hozzáadni az eredetihez.

Természetesen a legjobb, ha megpróbáljuk minimalizálni a képek készítése közti holtidőt, vagy rövid fókusz távolságú objektívet használunk. Bizonyos gépek a sötétáram csökkentésére a jól ismert sötétkép-korrektíót alkalmazzák: közvetlenül az expozíció befejezése után egy azzal egyenlő hosszúságú képet készítenek, miközben a zár nem nyit ki, majd ezt a képet képpontról képpontra levonja az elektronika. Ezen a gépeken általában ez a funkció (NR – Noise Reduction, vagyis zajszűrés) kapcsolható, s ilyen felvételekhez ki is kell kapcsolnunk, különben erősen szaggatott csillagnyomokat kapunk. A magas termikus jelet azonban el kell tüntetnünk a képfeldolgozás során, amihez elengedhetetlen a sötétkép készítése. Ezt a sorozat megkezdése előtt és után, letakart objektív mellett, az NR-t kikapcsolva készített képek segítségével tehetjük meg. Fontos, hogy a sorozat előtti sötétképek készítése előtt várjunk legalább 10 percet, ha a gép nem volt előtte kint, illetve a sorozatképek készítése után azonnal, még az állványon készítsünk sötétképeket, ne vigyük be a gépet meleg helyiségbe hogy majd ott készítsünk sötétképeket. Lehetőleg 3–3 felvételt készítsünk, bár az újabb gépek esetében mint pl. a Nikon D70, elegendő 1–1 kép is, ezeknél ugyanis nagyon stabil a sötétáram.

A CMOS érzékelőkkel működő fényképezőgépek más algoritmust használnak az előbbieken leírt, CCD chipeket használó kamerákkal szemben. Itt minden egyes képpontot közvetlenül olvas ki az elektronika, minden pixel saját előerősítővel és ezáltal saját zajkarakterisztikával rendelkezik, ami igen állandó. Ezt az eszköz készítésekor kimérik, különböző expozíciós időkre, s ez alapján készítenek egy sötétáram térképet. Ezeket az értékeket beégetett memóriában tárolva, az expozíciós időnek megfelelő faktorral szorozva közvetlen a kép kiolvasása során levonják minden egyes pixelből, s egyből a korrigált képet mentik le. Ez sokkal gyorsabb, „felhasználóbarát” eljárás, hiszen nem kell 2–3 percet várni adott esetben egy éjszakai tájkép után, illetve nem kell utólag manuálisan korrigálni a képet. Ugyanakkor kis hátrányt jelent, hogy ez a memóriában rögzített kép egyrészt az idő múlásával nem teljesen tükrözi az öregedő detektor karakterisztikáját, másrészt a pár perces expozíciók esetén nem tökéletes a rögzített értékek az expozíciós idővel arányos skálázása. Ha nagyon szép eredményt szeretnénk elérni, akkor sokszor CMOS érzékelős kamera esetén sem árt sötétképet készíteni és levonni azt utólag.

## RAW vagy JPEG?

A legtöbb gép ma már lehetőséget ad arra, hogy ne tömörített, hanem teljesen érintetlen formában mentjük el a pixelértékeket. Ha meg tudunk engedni egy nagyobb adathordozót, valamint van időnk a monitor előtt ülni a digitális boszorkánykonyhában, akkor javasolt az ún. RAW (nyers) formátum. A legfontosabb, hogy így 10-12 bites képeket mentünk el, mindezt külön az egyes színcsatornában. Ezáltal sokkal szabadabban, precízebben végezhetjük el utólag a fényességszintek beállítását, a színnek interpolálását stb., előtérbe helyezve az alacsony intenzitású, a csillagfényt tartalmazó szinteket. Több program kínálkozik erre, csillagászati célokra azonban egyértelműen a Christian Buil által fejlesztett IRIS a legmegfelelőbb. (Sok kereskedelmi változattal szemben ez ingyenesen letölthető az internetről: <http://www.astrosurf.com/buil/us/iris/iris.htm>) Ugyanakkor megfontolandó az eredmény/befektetett munka aránya is: a képmellékletben bemutatott felvétel egy CMOS érzékelős géppel készített JPEG képek kombinációja, mindenféle utólagos sötétkép-korrektíó nélkül.

## CMOS vagy CCD? Canon vagy Nikon?

Sokan kérdezhették: akkor most melyik a jobb, a CMOS vagy a CCD? A válasz: amelyik van, amelyiket használjuk. Ma már nem sok különbség van a két technikában, ezen a szinten. Ez talán annak is köszönhető, hogy az előbbi kérdést tulajdonképpen így is fel lehet tenni: Canon vagy Nikon? Előbbi ugyanis saját fejlesztésű CMOS, utóbbi pedig Sony, illetve szintén saját fejlesztésű CCD-érzékelők mellett kötelezte el magát. A két nagy márka küzdelme meghozta a felhasználók számára gyümölcsöző eredményt: szinte zajmentes, igen stabil karakterisztikájú több megapixeles fényképezőgépek, amelyek alkalmasak csillagászati célokra is. Természetesen az ideális a cserélhető objektíves, tükörreflexes váz, ami távcsőre is szerelhető. Az amatőrök számára ez többnyire a Nikon D70, a Canon 300D és a Canon 10D modelleket jelenti. Melyik jobb? Ez buta kérdés. Egyrészt mert szinte havonta jönnek ki az újabb, és a technika – egyelőre megállíthatatlannak látszó – fejlődéséből adódóan jobb és jobb, egyre több funkciót felkínáló fényképezőgépek. Nemrégiben a Nikon lépett, olcsóbb, szebb, jobb, mondják sokan, de holnap a Canon jelentkezik egy minden eddiginél eddigibb csúcsmodellel, holnapután egy harmadik cég, és így tovább. Ha valaki arra vár, mikor lesz végre itt a legújabb, akkor sok szép pillanat megörökítését mulasztja el a várakozás során.

Ha valaki új belépő a digitális fényképezésbe, és megteheti, akkor vegye meg a legutóbbi modellt, és kezdjen fényképezni – szinte ugyanazt tudják a fél évnél nem régebbi fényképezőgépek. A CMOS-érzékelők a hétköznapi életben és az égbolton is szép, sima képeket készítenek azonnal, s ha mindez kevés, még lehet fokozni az asztrofotós igényeknek megfelelően a képminőséget utólagos korrekciókkal. A CCD-érzékelők nagyobb dinamikai tartományt nyújtanak, ugyanakkor csillagászati alkalmazáshoz elengedhetetlen az utólagos képfeldolgozás.

Ha valaki már elkötelezte magát egy márka mellett, és van egy objektívkészlete, váltsza az ahhoz illő legutóbbi modellt, legyen az Canon, Nikon vagy Fuji. (Persze azért vannak kis finom különbségek, ami nem csak ízlés dolga. Ilyen pl. – a részletek taglalása nélkül - a Nikon új RAW formátuma, ami nem adja vissza tisztán a 12 bitet színcsatornánként, mint pl. a Canon gépek, stb. Ezek azonban inkább csak árnyalják a képet.)

A digitális Nikon-vázak a magas zaj miatt eddig nem igen rúgtak labdába (távcsőoszlopba), azonban a D70 kiváló asztrofotós gép. Nincs ugyan zsinóros önkiképzője, csak infravörös, ami kissé kényelmetlen, de nagyon tiszta képeket készít a sötétkép levonása után. A Canon gépek már több éve bizonyítanak asztrofotós körökben, főleg D60/10D-vel készült képeket látni, azonban ha valaki utánanéz (s nekem van szerencsém saját tapasztalatomra is hagyatkoznom), a 300D szinte ugyanazt nyújtja az éjszakai égen. Utóbbinak direkt csillagászati verziója is forgalomban van, persze nem a gyártó, hanem egy kis cég jóvoltából, amely akár postán beküldött gépeket is módosít. Sajnos ez a módosítás azonban a nappali használatra alkalmatlanná teszi a 300D-t, mivel a megnövekedett vörös tartománybeli érzékenységet az infravörös szűrő, valamint a Moiré-effektust csökkentő ún. low-pass, aluláteresztő szűrő eltávolításával érik el. Ha valaki megteheti, hogy csak csillagászati célokra tartson egy ilyen gépet, érdemes próbálkozni, azonban én inkább megelégszem a kisebb érzékenységgel, és az égbolt csodái mellett a földi szépségeket is megörökítem a technika ezen fantasztikus vívmányaival.

FŰRÉSZ GÁBOR