

Cassegrain ("long-slit") spektrumok feldolgozása IRAF-ben

1. Listafájl-ek készítése:

```
cl> !ls *.fits >fits.list // az összes fájl nevét tartalmazó lista
cl> ccdlist @fits.list ccdtype=object names+ >obj.list // csak az objektumspektrumok
cl> ccdlist @fits.list ccdtype=comp names+ >comp.list // csak a spektrállámpa képek
cl> ccdlist @fits.list ccdtype=flat names+ >flat.list // csak a flatfield képek
cl> ccdlist @fits.list ccdtype=zero names+ >zero.list // csak a bias képek
```

2. Átlagolt bias kép készítése

```
cl> imred // belépés az "imred" csomagba
imred> ccdred // belépés a "ccdred" csomagba
ccdred> epar zerocombine // a "zerocombine" taszk paraméter-beállításai
input=@zero.list // a fontos paraméterek értékei, a többi maradhat alapértelmezett
output=Zero
combine=average
reject=none
// kilépés és futtatás a ":g" paranccsal; kilépés futtatás nélkül: ":q"
```

3. Bias korrekció elvégzése (vigyázz: az eredeti fájl felülíródik!)

```
ccdred> epar ccdproc // ccdproc taszk paraméter-beállításai
input=@obj.list
output="" (üres) // itt megadható a kimenő fájl neve is, ha nem akarjuk, hogy
// felülíródjon az eredeti
ccdtype=object // így biztosan csak az objektumképekre fut le
zerocor=yes // fixpix -től kezdve minden más "no" !
readaxi=column
zero=Zero // bias kép neve, minden más alapértelmezett marad !
// kilépés és futtatás a ":g" paranccsal
```

Ugyanezt le kell futtatni úgy is, hogy
input=@comp.list és ccdtype=comp , illetve
input=@flat.list és ccdtype=flat"
minden más paraméter ugyanúgy marad!

4. Átlagolt flatfield kép készítése

```
ccdred> epar flatcombine // flatcombine taszk paraméter-beállításai
input=@flat.list
output=Flat
combine=median
reject=none
```

```
ccdtype=flat
process=no
subsets=no
delete=no
clobber=no
scale=mode                                // a többi maradhat alapértelmezett
```

// futtatás a szokásos ":g" paranccsal

5. A hasznos tartomány kiválasztása a flatfield képen

```
ccdred> implot Flat
```

a megjelenő grafikonon meg kell keresni az intenzitás-görbe felfutó és lefutó szakaszának x1 és x2 pixelkoordinátáit. Ezekre a következő tashknál lesz szükség!

6. Flatfield korrekció elvégzése

```
ccdred> epar ccdproc                        // a ccdproc tashk paraméter-beállításai
input=@obj.list
output=""
ccdtype=object
```

```
trim=yes                                    // fixpix után minden "no", kivéve az itt felsoroltak
flatcor=yes
```

```
trimsec=[12:41,2:1023]                    // kivágandó tartomány
```

Ha az 5. lépésnél pl. x1=12, x2=41; a másik irányban az első és utolsó pixel kivételével minden marad

```
flat=Flat                                  // flatfield kép neve, amivel a korrekciót csinálja
```

// futtatás a szokásos ":g" paranccsal

Ugyanezt még egyszer le kell futtatni, így: "input=@comp.list" és "ccdtype=comp" a többi paraméter ugyanaz marad.

7. 2D spektrumok kiintegrálása a diszperziós tengelyre merőlegesen, 1D spektrumok létrehozása

```
ccdred> twodspec                            // csomag betöltése
twodspec> apextract.dispaxis=2              // csomag paraméterének beállítása
twodspec> apextract                          // csomag betöltése
apextract> epar apall
input=@obj.list
output=""
aperture=""
format=onedspec
referen=""
profile=""
```

```

interac=yes                // "interac" után minden "yes", kivéve "extras"
...
extras=no
review=yes

nsum=3                    // az itt nem említett paraméterek alapértelmezettek maradnak
...
b_funct=legendre         // háttér illesztés függvénye
b_order=3                // illesztési rend (3 = parabola!)
b_sample=-10:-6,6:10     // a csúcshoz képest +/- 6..10 pixel közti rész a háttér
b_naver=1                // minden értéket illeszt, nem simít
b_niter=2                // sigma clipping iteráció száma
...
nfind=1                  // 1 db. spektrumot (apertúrát) keres és illeszt
...
t_nsum=3                 // a diszp. tengely mentén ennyi sort összegez
t_step=10                // ennyi lépésenként mintavételez
t_nlost=10000            // ennyiszor veszítheti el a jelet, mielőbb kilép
t_funct=legendre         // illesztő függvény
t_order=5                // illesztési rend
t_sampl=*                // a teljes spektrumot illeszti
t_naver=1                // ennyi pixelenkénti átlagot vesz (1=nincs átlagolás)
t_niter=2                // sigma clipping iteráció száma (kilógó pontokat kiszórja)
...
backgro=fit              // a háttérre illesztett függvény tényleges levonása

// futtatás a szokásos ":g" paranccsal

```

Kimenetként létrejönnek a <file>.0001.fits nevű file-ok, amelyek az eredeti, nyers 2D spektrumok 1D, diszperziós tengelyre merőlegesen összeintegrált, háttérfluxusra korrigált változatai.

8. 1D spektrumok létrehozása a spektrállámpa képekből

```

apextract> !awk '{print $1; print $1;}' obj.list >ref.list // minden objektum file 2x szerepeljen
apextract> epar apall
input=comp.list          // az itt felsorolt paraméterek értékét kell csak változtatni
output=""
referen=ref.list
...
interac=no               // "interac" után minden "no", kivéve "extract=yes"
...
extract=yes
...
backgro=none             // ne vonjon le semmilyen háttérret a spektrállámpa képeken!

// futtatás a szokásos ":g" paranccsal

```

9. Hullámhossz kalibráció 1 referencia spektrumra

```
apextract> onedspec
onedspec> epar identify
  images=cc48132.0001           // a ".0001" file használata lényeges: 1D spektrum kell!
  ...
  coordli=linelists$fear.dat    // FeAr spektrállámpa beépített vonallistája
  ...
  functio=legendre             // diszperziós függvény típusa
  order=3                      // diszperziós függvény rendje (3=parabola)
  sample=*
  niterat=2

// futtatás a szokásos ":g" paranccsal
```

A task a grafikus ablakban kirajzolja a lámpa spektrumot, amin billentyűkombinációkkal kell bejelölni a vonalakat és illeszteni a diszperziós görbét:

```
"m"   vonal manuális bejelölése, hullámhossz begépelése (minimum 4 vonalra!)
"d"   vonal törlése, ha elrontottuk
"f"   diszperziós függvény illesztése
"l"   halványabb vonalak automatikus illesztése
"f"   diszperziós függvény újraillesztése
"q"   kilépés (2x kell megnyomni)
```

A "Write feature data to database (yes)?" kérdésre értelemszerűen Enter-t nyomva "yes" választ adunk!

10. Hullámhossz kalibráció kiterjesztése a többi spektrállámpa képre

```
onedspec> !sed s/".fits"/".0001"/ comp.list >comp1d.list // új listafile készítése
onedspec> epar reidentify
  referenc=cc48132.0001
  // annak a lámpának a spektruma, amit az identify taskkal az imént bekalibráltunk !
  images=@comp1d.list // az új, .0001.fits kiterjesztéseket tartalmazó lista !
  interac=yes // interaktív illesztés

// futtatás a szokásos ":g" paranccsal
```

A futtatás során a "Fit ... interactively (yes)?" kérdésre Enter-t nyomva újra a grafikus ablakba jutunk, ahol a korábbi megoldásban már bejelölt vonalakat az új spektrumon is megjelennek. Itt "f"-et nyomva új függvényt illesztünk, majd kétszer "q"-t nyomva a következő spektrumra ugrunk.

11. 1D objektum- és spektrállámpa képek párosítása

```
onedspec> !sed s/".fits"/".0001"/ obj.list >obj1d.list // új listafile készítése
onedspec> !awk '{name[NR]=$1}END{for(i=1;while(i<NR) {print name[i],"name[i+1]; i=i+2;}}' comp1d.list >tmp;
// spektrállámpa képek csoportosítása
onedspec> !paste obj1d.list tmp > reftable // hozzárendelési táblázat készítése
```

```

onedspec> epar refspect                // a taszk paramétereinek beállítása
input=@obj1d.list
reference=reftable
apertur=""
refaps=""
ignorea=yes
select=average
sort=""
group=""
...
// a többi paraméter alapértelmezett marad

// futtatás a szokásos ":g" paranccsal

```

A futás során feltett kérdésekre Enter-t ütve "yes" választ adunk.

12. Pixelskáláról hullámhossz-skálára történő átváltás (diszperziós korrekció)

```

onedspec> !sed s/".0001"/".lin"/ obj1d.list >lin.list // új listafile készítése
onedspec> epar dispcor
input=@obj1d.list
output=@lin.list
...
// minden más marad alapértelmezett

// futtatás a szokásos ":g" paranccsal

```

13. Kontinuum-normálás

```

onedspec> !sed s/".lin"/".nor"/ lin.list >nor.list // új listafile készítése
onedspec> epar continuum
input=@lin.list
output=@nor.list
...
// minden más marad alapértelmezett

// futtatás a szokásos ":g" paranccsal

```

14. A végső spektrumok megnézése, pixelhibák korrigálása

```
onedspec> splot @nor.list
```

Ez egymás után kirajzolja a grafikus ablakban a spektrumokat.
"q" billentyű a következő spektrumra ugrik.

15. Alternatív befejezés: fluxuskalibráció (a kontinuum normálás helyett)

Ha rendelkezésre állnak spektrális fluxusstandard észlelések is, akkor van erre lehetőség!

15.1: Obszervatórium kiválasztása

```
onedspec> epar observatory           // obszervatórium paramétereinek beállítása
...
observa=ddo
name=ddo
longitude=79.41666
latitude=43.85
altitude=244
timezone=5
```

Pizskéstetői észlelésekre: longitude=-19.88333 latitude=47.91666 altitude=958 timezone=-1
Az itt beállított obszervatóriumra "obspars" kulcsszóval kell hivatkozni!

15.2: Észlelt standard csillag kiválasztása az adatbázisból

```
onedspec> epar standard
input=std1.lin                       // a standard csillag hullámhossz-kalibrált spektruma
output=std                            // tetszőleges output név
...                                    // többi paraméter alapértelmezett
extinct= onedstds$kpnoextinct.dat     // KPNO extinkciós görbe használata
caldir = onedstds$redcal/             // standard csillag könyvtárának kiválasztása
// lehetőségek: lásd "page onedstds$README"

...
star_name=bd174708                   // lehetőségek: lásd "page onedstds$README"
airmass=<...>                          // levegőtömeg értéke
exptime=<...>                           // expozíciós idő értéke
...
// futtatás a szokásos ":g" paranccsal
```

15.3: Kalibrációs görbe meghatározása

```
onedspec> epar sensfunc
input=std                             // a "standard" taszk output file neve
sensitiv=sens                          // tetszőleges output file név
...
extinct= onedstds$kpnoextinct.dat     // KPNO extinkciós görbe használata
observa=obspars                        // obszervatórium specifikálása
function=spline3                       // illesztő függvény
order=20                               // illesztő függvény rendje
...
```

A taszk egy grafikus ablakban jeleníti meg az érzékenységi görbét, amire a megadott függvényt illeszti.

Mindezt interaktívan vezérelhetjük. A végeredmény a "sens.fits" file-ba kerül.

15.4: Fluxuskalibráció elvégzése

```
onedspec> epar calibrate
  input=star.lin
  output=star.cal
  extinct=yes           // extinkciós korrekció (ajánlott)
  flux=yes              // fluxus kalibráció (szükséges)
  extinct= onedstds$kpnoextinct.dat // KPNO extinkciós görbe használata
  observa=obspars
  ignorea=no
  sensiti=sens         // a sensfunc taszk kimenő file-ja a .fits kiterjesztés nélkül
  fnu=no
  airmass=<...>        // levegőtömeg értéke
  exptime=<...>       //expozíciós idő értéke
```

Az output file-ba a bemenő spektrum fluxuskalibrált változata kerül, azaz F_lambda cgs (erg/s/cm²/AA) egységekben, az Angströmben (AA) mért hullámhossz függvényében.