

Csillagászati laboratórium II.

Asztrometria WCS segítségével

A gyakorlat célja

FITS képek koordináta-rendszerének transzformációja WCS-be (World Coordinate System) a Doug Mink által fejlesztett WCStools¹ programcsomag segítségével.

Asztrometria

A CCD-éra és a számítástechnika beköszöntével a csillagászati képeken található objektumok pontos égi koordinátáinak kimérése (asztrometriája) relatíve egyszerű feladattá vált. A gyakorlatban ez úgy történik, hogy néhány ismert koordinátájú csillagot kiválasztva a képen meghatározhatjuk az XY koordinátákról a rektanszcenzió–deklináció koordinátákra való átváltást megvalósító lemezkonstansokat (az elnevezés még a fotografikus korszakból származik). Általános esetben a két koordinátarendszer egymáshoz képest eltolt kezdőpontú, átskálázott egységű, illetve elforgatott tengelyű. Matematikailag ezeket a síkbeli műveleteket 2×2 -es mátrixokkal valósítjuk meg, melyeket négy szám jellemez. A pontos részleteket mellőzve csak annyit érdemes megjegyezni, hogy az említett három műveletet be lehet zsúfolni egy mátrixba is, amelyben négy együttható szerepel és ezek a lemezkonstansok. Öt-hat pontos koordinátájú alapsillag segítségével (ezeknek tehát a képen meghatározott XY, illetve katalógusokból az égi koordinátáit felhasználva) a lemezkonstansok már kiszámíthatók legkisebb négyzetes illesztéssel. Ezek után már csak ki kell választani egy alappontot (például egy csillagot vagy a kép közepét stb.) és a tőle mérhető ΔX , ΔY koordinátakülönbséget egyszerűen átszámíthatjuk ΔRA , ΔD különbségekre, amelyeket az alappont RA, D értékeihez hozzáadva kapjuk a kérdéses objektum égi koordinátáit.

A fenti transzformációs művelet megvalósítására számos programot fejlesztettek az évek során, mi a viszonylag elterjedt WCStools-t fogjuk használni a gyakorlaton. Referenciakatalógusnak az 526 280 881 csillag pontos koordinátáját tartalmazó USNO-A2.0-t fogjuk felhasználni.

¹<http://tdc-www.cfa.harvard.edu/wcstools/>

A WCStools használata

A fenti programcsomag részletes dokumentációja a fejlesztő honlapján megtalálható. A legalapvetőbb használat leggyakrabban mindössze két lépésből áll:

1. a vizsgált képeken megkeressük a csillagokat, és a koordinátáikat kiírjuk egy fájlba, pl. az IRAF korábban már használt, a `noao.digiphot.daophot` csomagban található `daofind` taszkjával (előtte természetesen `imexam` a szükséges paraméterek meghatározásáért: pl. FWHM, szórás); Körülbelül 200 csillagot azonosítsunk a képeken a `findpars` megfelelő beállításával.
2. az adott képre lefuttatjuk először az alábbi mágikus parancssort:

```
imwcs -c ua2 -q inpst -p 1.025 -r 90 -h 200 -vew kép.fits
```

A futás során a `sep` paraméter utal az illesztés jóságára.

Itt az `imwcs` a WCStools lemezkonstansokat meghatározó programja, a `kep.fits` pedig maga a vizsgált kép. Mivel az USNO katalógus több gigabájtra rúg, a kabinet gépein az USNO katalógusnak csak a szükséges fájlok vannak meg, amelyek a kérdéses égterület betranszformálásához azonban elegendőek. A program futása után a könyvtárban létrejön egy `kepw.fits` nevű kép, ami tartalmát tekintve megegyezik a `kep.fit`-tel, csak az `imwcs` a fejlécezt kiegészítette a lemezkonstansokkal és egyéb asztrometriai információkkal. Ezt a képet közvetlenül betöltve a `ds9` programba az az egérkurzor alatti pixel égi koordinátáit is megjeleníti.

A transzformált kép fejlécében lévő WCS információkat természetesen az IRAF is tudja kezelni, és egyszerű asztrometriát lehet a képen csinálni pl. az `imexam` taszkkal, ha annak a paraméterlistájában (`epar imexam`) a `wcs` paramétert `world-re`-re módosítjuk.

Feladatok

A laboratóriumi gyakorlathoz két FITS fájlt (`s1_02.fit`, `s1_19.fit`) használunk fel, melyek 2006. szeptember 30-án készültek a C/2006 S1 (Christensen) üstökösről az MTA KTM CSKI 60/90/180 cm-es Schmidt távcsövével.

1. Keressük meg a képeken az üstökösöt!

2. Transzformáljuk a képeket WCS-be, és mérjük ki az üstökös égi koordinátáit! Mekkora az üstökös égen történő elmozdulása? Mekkora a térbeli, tangenciális sebessége, ha feltesszük, hogy a kép készítésének időpontjában tőlünk 2 CSE távolságra járt?
3. Melyek a megfelelő kapcsolók szerepei az `imwcs` futtatása során?
4. Nyerjük ki az egyik transzformált képen lévő csillagok égi koordinátáit az `xy2sky` parancs futtatásával és ezt tegyük bele egy fájlba, pl. `képnév_radec.dat`. Ehhez a `daofind` által generált listát használjuk fel kiindulásképpen, de a pixelkoordinátákat cseréljük fel, illetve változtassuk meg a szükséges mértékben `awk` segítségével. (Miért van erre szükség?)