Astronomisch Practicum 1 – 2012/13[1]

CCD images – werken met IRAF 2 en Aperture Photometry Tools

web: http://www.astro.ru.nl/ slarsen/teaching/OA/

1 Inleiding

Jullie hebben vorige week veel over de principes van de CCD geleerd. Tijdens het observeren moeten we voor effecten van de CCD corrigeren. In het practicum van vandaag gaan jullie verder met het omzetten van telescoopopnamen en flatfields naar goede astronomische data. Ook maken jullie dit keer kennis met de zogehete Aperture Photometry Tools.

2 Herhaling van de belangrijkste commando's van vorige week

Zie stencil met screenshots.

3 Opdrachten voor vandaag

We hebben voor jullie opnamen van een open sterrenhoop gemaakt. Het object is χ **Persei** en heeft de volgende cordinaten: RA 02:22:10, Dec 57:07:11. Jullie mogen dit object dus niet voor het eindproject gebruiken. De opnamen van χ Per kunnen gedownload worden via:
`www.astro.ru.nl/~anelles/ChiPer.tar.gz`.
Je kan het bestand openen met het commando `tar -xzf ChiPer.tar.gz` in de directory waar je het bestand hebt neergezet. Als het goed is, hebben jullie nu 10 flatfields en 10 opnamen van χ Persei. Jullie kunnen dit via `ds9&` checken (zie practicum vorige week, Let op! Je moet altijd ds9& vanuit de terminal opstarten voordat je het commando `display` or `imexam` in IRAF kan uitvoeren.).

3.1 Bewerken met IRAF

Voordat jullie met IRAF aan de slag kunnen, hebben we een beetje voorbereiding nodig. Maak een tekstfile aan waarin je de namen van de flatfield-bestanden schrijft, en ook een tekstbestand met daarin de namen van de opnamebestanden van het object. Gebruik nooit tekstverwerkers zoals OpenOffice of Word voor deze opdrachten. Deze programma's slaan tekst niet als 'plain text' op, maar in formattering zodanig dat IRAF er niet mee kan werken. Typ b.v. `touch flatfieldslist.txt`, waarmee je een lege file krijgt. Dan typ je `gedit flatfieldslist.txt` en geef je de namen van de flatfields erin op. Doe dit zonder de `.fits` extensie erbij, want IRAF werkt alleen met fits-files - dus is de extensie niet nodig en IRAF zou ook niet werken met de extensies erbij. Hetzelfde doe je voor de opnamen, maar in een andere file - b.v. "imageslist.txt". Alle bestanden moeten in de

[1]Dit document is een aangepaste versie van het document Astronomisch Practicum 1 – 2010/11 van Jörg R. Hörandel en Anna Nelles.

zelfde map staan en je moet ook binnen IRAF naar deze map gaan, voordat je kan beginnen. Anders kan IRAF de files niet vinden.
In IRAF kan je verschillende taken uitvoeren. Je kan in IRAF net zo navigeren als in een terminal (`cd, cd ..`). Andere commando's die je uit een terminal kent, moet je met een `!` uitvoeren, b.v. gaat het verwijderen in een terminal met `rm`, in IRAF gaat het met `!rm`. Als je een taak met `epar taskname`) opstart dan kan je parameters bewerken. Je kan de parameterlijst dan op drie manieren verlaten. Met `:go` sluit je de parameterlijst en draait de taak direct daarna. Met `:w` worden de parameters opgeslagen en met `:q` kan je de parameterlijst verlaten, zonder iets op te slaan. Als je een taak zonder `epar` opstart, word de taak direct vanuit IRAF uitgevoerd. Als je `help taskname` intypt krijg je de hulppagina voor die taak te zien.

3.1.1 Combineren van Flatfields

We moeten van alle flatfields een masterflatfield maken. Dit doen we in de taak `flatcombine`. Die vind je in IRAF dieper in de paketten. Type dus: `noao`, dan `imred`, dan `ccdred`. Vanuit daar kan je de taak `flatcombine` opstarten. Je moet daarvoor de volgende parameters aanpassen: geef de naam van je flatfieldslist aan in `input = @flatfieldslist.txt` , vergeet niet de `@` ervoor te zetten - die geeft aan dat het een filelist is. Je moet ook `output = newfilename, ccdtype = none, process images before combining = no` aanpassen. Kies daar een naam voor de gecombineerde file. Kies b.v. `masterflat.fits`.

3.1.2 Corrigeren van de opnamen

Nu moeten we iedere opname met de flatfield corrigeren. Dit gaat in IRAF met het pakket `ccdred`. In ccdred kan je de taak `ccdproc` starten en de volgende parameters aanpassen. De belangrijkste: images = @imageslist.txt, output = f@imageslist.txt. Daardoor krijg je een file met als naam een combinatie van de oude naam en een `f`-toevoegsel. Daarnaast moet `flatcor = yes, flat = masterflat, ccdtype = none` ingesteld zijn en alle andere opties moeten op `no` staan. Als je `flat =` niet kan zien, kan het dat je terminal window te klein is. Die kan je me de muis groter maken en daarna nog een keer met `epar` de parameters aanpassen.

3.1.3 Alignment van de images

Soms kan het gebeuren dat de tracking van de telescoop niet 100% exact is. Daarom moet het programma de images nog goed op elkaar passen.
Voordat je de combinatie verder kan verwerken moet je coordinaten van de helderste sterren in de image opzoeken. Pak sterren die over het hele plaatje verdeeld zijn, dus geen groepje sterren die dicht bij elkaar staan. Open daarvoor de eerste van de gecorrigeerde files in ds9, `ds9 &`. Op een makkelijkere, maar minder exacte manier kan je de coordinaten vinden door het bewegen van de muiscursor over een ster. Dan zie je de cordinaten in de ds9 output. Een beetje nauwkeuriger kan dit met de taak `imexam`. Deze taak verandert je muiscursor, en je kan met de nieuwe cursor op een ster klikken en dan en `j` intoetsen. Dit geeft je een Gaussiaanse fit van het object in de x-richting en het midden van de Gaussiaan is nu je precieze x-coordinaat. Je kan de waarden onder in de nieuwe plot zien. Als je `k` intoetst krijg je hetzelfde voor de y-coordinaat. Sla 5 van deze coordinaten in een file op (met eerst de x-coordinaat, dan een `tab` (grote spatie), dan de y-coordinaat - een enkele set xy-coordinaten per regel) en noem het b.v. `coord.dat`. Je kan imexam met het toetsen van `q` afsluiten.

Het combineren gaat nu weer in IRAF. Ga naar de taak `immatch` en kies daar `epar imalign`. Verander de volgende parameter: `input = f@imageslist, reference = de naam van de image waarvan je de cordinaten van de sterren bepaald hebt,output = af@imageslist, coords = coord.dat`. Je kan ook andere parameter veranderen als je een beetje met IRAF wil leren te werken of als je resultaten niet goed lijken. Bijvoorbeeld als je imalign met `:go` draait, krijgt je de output te zien. Als de shifts groter zijn dan iets met 0.7 is het niet goed gelukt.

3.1.4 Combineren van de images

De combinatie gaat nadat je volledige alignment hebt op de volgende manier door: kies binnen de taak `immatch` nu `epar imcombine` en pas de volgende parameters aan: `input = af@imageslist, output = yourfinalfilename`. Kies b.v. `reducedimage.fits`. Je mag natuurlijk altijd meer parameters aanpassen, als je een beetje beter met IRAF vertrouwd bent. Maar let op: als je IRAF opnieuw start, krijgt je nooit meer de originele instellingen terug, maar de instellingen die je voor de laatste keer gebruikt hebt.

3.2 Identificeren van de magnitude in Aperture Photometry Tools (APT)

Dit programma is een makkelijk grafische tool om de magnitude van objecten in de images te bepalen. Voor je project, het maken van een Hertzsprung-Russel-Diagram, heb je de magnituden nodig en in IRAF zijn ze moeilijk te vinden.
Je vindt het programma APT in `/vol/practica/Aperture-Photometry-Tool`. Navigeer naar dit bestand in een terminal en toets `./APT.csh`, daarmee start je het programma. Het programma maakt een bestand aan in je homefolder met de naam `.ApperturePhotometryTool`. De punt voor de bestandsnaam is een beetje onhandig omdat je het bestand daarmnee niet kan zien bij een normale 'ls' listing. Dit kan je omzeilen als je in plaats van `ls` te toetsen, `ls -a` gebruikt. In dit bestand worden alle files en resultaten opgeslagen.
Je kan via `Get Image` je gecorrigeerde image openen. Naar dat je image geopend is moet je op `More Settings` toetsen. Voor de source algorithm kies `Model 0` en voor der Sky algorithm kies `Model B`. Daarna moet je een sourcelist aanmaken en deze wordt dan door APT automatisch bewerkt en de magnituden voor alle objecten worden bepaald. Om een sourcelist aan te maken, klik je op `Source List` en kie `Create Source List`. Maak een schatting van het aantal zichtbare sterren in je image. Je hoeft de schatting nergens in te vullen, maar onthoud ze wel om je resultaten met deze schatting te vergelijken.
Als de sourcelist aangemaakt wordt, krijg je een aantal objecten. Als dit aantal ongeveer overeen komt met je schatting van ter voor, heb je goede waarden voor de instellingen gekozen. Anders moet je deze een beetje veranderen. Het kan bijvoorbeeld gebeuren dat je te weinig objecten ziet. Set dus de `maximum number of pixels` naar 10000. In het algemeen is het nuttig een beetje te proberen als je je eigen image gebruikt.
Je kan nu kiezen of je `Automatically Process Source List` wilt doen, wat snel is maar waarvan je niet zo goed ziet of er iets mis gaat, of je kunt `Manually Process Source List` kiezen. Beide processen schrijven de resultaten naar `APT.tbl`. Let op, aan die file worden soms regels toegevoegd. Dus als je zeker wilt zijn dat je alleen de resultaten krijgt die je wilt, kan je de file voor de zekerheid beter van tevoren verwijderen.

Je moet wel nog opnieuw onderzoeken of het programma de goede grootte van de sterren gekozen heeft. Daarvoor kan je in de afbeelding klikken - je krijgt een kruis met drie ringen te zien. De kleinste ring is voor de ster (rood) en de grotere twee ringen (groen, geel) zijn voor de hemelachtergrond. Je kan nu met de knoppen in het midden van het APT-programma de ringgroten aanpassen. Bijvoorbeld bij `Aperture Attributes` krijg je een extra window waarin je een beetje met de instellingen kan spelen. Check de grootte van een aantal sterren. Als dit gelukt is, kan je op `Recompute Photometry` toetsen (als het goed is, is het inmiddels rood) en de waarden worden dan nog een keer berekend. Meestal kan je in de resultaten zien of het fout gegaan is. Als je alleen sterren van de zelfde magnitude hebt, kan dat niet kloppen.

Met de resultaten in APT.tbl kan je nu verder werken en met je favoriete programma plaatjes maken en dingen berekenen. Je kan de bestand in gedit openen en een programmaatje (script) schrijven die de warden voor je uitzoekt. Als je nog niet zo bekent bent met programmeren, dan kan je ook op de button `List results` toetsen. Daardoor krijg je een tabelletje, die je naar bij. Excel kan kopiren. Voor het HRD heb je b.v. de kolom 'Magnitude' en nodig. Voor het identificeren van sterren heb je natuurlijk de posities `x-center, y-center` nodig. (Opdracht 3)

3.3 Opdrachten - in te leveren aan het eind van het practicum vandaag (12:30 uur)

1. Haal de waarden van de magnituden uit het bestand APT.dat en lever ze samen met de opgaven in. Geef waarden voor `Magnitude, x, y, x-center, y-center`.

2. Leg uit waarom de magnituden niet de visuele magnituden kunnen zijn. Wat voor magnituden zijn dit dan?

3. Je kan van de APT-magnituden naar echte magnituden converteren. Daarvoor moet je opzoeken, welke sterren wij opgenomen hebben.

   Ga naar `http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/` en zoekt het object `Chi Persei, RA 02:22:10 Dec 57:07:11` op. Als je naar de coordinaten zoekt, krijg je precies de plaats die waargenomen hebben. χ Persei s vrij groot, dus kan het zoeken naar de naam het moeilijk maken de goede plek te vinden. Rechts bovenin krijg je dan een optie `query around` te zien, die moet je kiezen, bv. met een waarde van 5. Hoe groter je het veld kiest, hoe meer waarschijnlijk het is dat je alles kunt zien. Je kan dan de `Aladin applet` opstarten waarmee je objecten uit kan kiezen en de echte magnitude ervan kunt opzoeken. Je vindt ze, als je naar de Simbad-informatie in de applet gaat. Je moet wel de plaatjes een beetje draaien voordat je de sterren herkent die we opgenomen hebben. Waarom zijn de plaatjes gedraaid? Leg dit uit. Bereken met 4 sterren de constante verschilfactor tussen de APT-magnitude en de werkelijke magnitude. Waarom kan die van opname tot opname verschillen, maar eigenlijk niet van object tot object binnen een opname?

4. Bepaal de hoogste magnitude (dus de zwakste helderheid) die onze CCD kan waarnemen. Hoe doe je dat, en wat is de hoogste magnitude precies?