

Opis procedur do redukcji widm typu long-slit wykonanych na teleskopie SALT przy użyciu spektrografu RSS (Robert Stobie Spectrograph)

Wojciech Pych

Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika
Polskiej Akademii Nauk
w Warszawie

Spis treści

Wstęp.....	2
Redukcja widm ze spektrografu RSS.....	3
Sprawdzenie jakości obrazów.....	3
Wczytanie obrazu do pliku w formacie FITS bez rozszerzeń.....	3
Korekcja różnic czułości poszczególnych pikseli (flat-fielding).....	4
Uśrednienie obrazów typu FLAT.....	4
Normalizacja obrazów typu FLAT.....	4
Podzielenie obrazów zawierających widma przez znormalizowane obrazy typu FLAT.....	6
Wycięcie użytecznej powierzchni na obrazach widm.....	6
Usunięcie śladów promieni kosmicznych.....	7
Metoda 1 – uśrednianie obrazów widm.....	7
Metoda 2 – użycie programu dcr.....	8
Usunięcie sygnału pochodzącego od interferencji rozproszonego światła.....	9
Identyfikacja linii w widmie lampy kalibracyjnej i kalibracja długości fal.....	9
Atlas użytecznych linii widmowych w lampach Ne i Ar.....	9
Identyfikacja linii.....	12
Wyznaczenie zależności długości fali od współrzędnych wzdłuż osi dyspersji.....	13
Wyznaczenie zależności długości fali od współrzędnych geometrycznych na obrazie widma	14
Korekcja geometrii obrazu.....	15
Odczytanie sygnału do postaci widma jednowymiarowego.....	15

Wstęp

Po wykonaniu zamówionych obserwacji personel obserwatorium SALT wysyła do głównego badacza e-mail z informacją o możliwości i o sposobie pobrania uzyskanych danych za pośrednictwem sieci Internet. Zwykle można je ściągnąć przez Internet w postaci skompresowanej paczki zawierającej komplet obrazów kalibracyjnych oraz naukowych. Obrazy dostarczane są w formie surowej – bezpośrednio z użytego instrumentu oraz w postaci wstępnie zredukowanej.

Dane z RSS są w zasadzie zwykłymi danymi typu long-slit, ale są pewne odstępstwa od pełnej typowości. Pierwsza nietypowa sprawa, to sposób zapisu plików FITS, w których właściwy obraz umieszczony jest w rozszerzeniu (EXTENSION), a nie w głównej części. Druga, to fakt, że kamera tego spektrografu ma 3 matryce CCD zamiast jednego detektora. Powoduje to pojawienie się przerw w widmach, a także konieczność kalibracji każdej części obrazu względem pozostałych ze względu na różne charakterystyki matryc.

Surowe dane zapisane są w plikach w formacie FITS. Zwykle takie pliki zawierają nagłówek (header) oraz dane (image). W przypadku RSS plik z danymi zawiera nagłówek główny, a potem 6 nagłówków z dołączonymi paczkami danych – dla każdego fragmentu obrazu czytanego przez inny wzmacniacz oddzielnie.

Użytkownicy dostają dane surowe oraz wstępnie przetworzone w obserwatorium w Cape Town za pomocą automatycznego pakietu służącego do wstępnej redukcji. W tym momencie wydaje się, że oprogramowanie używane do wstępnej redukcji danych działa prawidłowo i najwygodniej jest rozpocząć pracę od danych wstępnie przetworzonych. Dane są wstępnie sprawdzone pod względem jakości a następnie poddane następującym procesom:

- korekcja różnych stopni wzmocnienia poszczególnych wzmacniaczy w kamerach CCD (gain correction),
- usunięcie sygnału pochodzącego z wzajemnych oddziaływań elektromagnetycznych pomiędzy wzmacniaczami (cross-talk correction),
- usunięcie sygnału od prądu podkładu kamer CCD (overscan bias subtraction),
- połączenie mozaiki obrazów w jeden obraz (amplifier mosaicking).

Po każdym kroku wstępnych redukcji na początku nazwy pliku dopisywana jest litera oznaczająca ten krok:

- p – sprawdzona jakość,
- g – skorygowane różnice stopni wzmocnienia,
- x – usunięty sygnał od wzajemnych zakłóceń wzmacniaczy,
- b – usunięty sygnał prądu podkładu,
- m – połączone w całość elementy obrazu.

Ostatecznie nazwa prawidłowo przygotowanego pliku zaczyna się od „mbxgp”. Z nieznanymi powodami plik taki ciągle różni się od najczęściej spotykanych tym, że obraz zapisany jest w rozszerzeniu z własnym nagłówkiem (EXTENSION), a nie bezpośrednio po nagłówku głównym.

W celu dokończenia redukcji do wykonania pozostają następujące zadania:

- korekcja różnic czułości poszczególnych pikseli (flat-field correction),
- usunięcie śladów promieni kosmicznych,
- usunięcie sygnału pochodzącego od interferencji rozproszonego światła na okienkach kamer CCD (fringe subtraction).

Następnie można zająć się redukcją i analizą uzyskanych widm.

Redukcja widm ze spektrografu RSS¹

Sprawdzenie jakości obrazów

Nasze wstępne doświadczenie wskazuje, że sprawdzanie jakości danych w obserwatorium w Cape Town nie daje 100% gwarancji poprawności otrzymywanych zdjęć. Dlatego warto poświęcić nieco czasu na obejrzenie wszystkich surowych danych i zdecydowanie, które z nich nadają się do dalszego opracowania. Do oglądania obrazów najwygodniej jest używać programu ds9, który pozwala oglądać całość mozaiki zapisanej w plikach FITS (opcja File – Open Other – Open Mosaic IRAF ...). Warto oglądać również zdjęcia zrobione za pomocą kamery SALTCAM, żeby sprawdzić położenie obiektu na szczelinie i jej orientację na niebie.

Wczytanie obrazu do pliku w formacie FITS bez rozszerzeń

1. Przygotowane listy plików do wczytania – komenda bash:
`ls mbxgpP*fits > input_list.txt`

¹ Przykładowe komendy dotyczą powłoki **bash** w systemie operacyjnym **Linux** oraz pakietu programów **IRAF**.

2. Otrzymałą listę można edytować w celu usunięcia obrazów złej jakości.
3. Przygotowane listy nazw plików wczytanych – komenda bash:

```
sed -e 's/^mb/amb/' input_list.txt > lista.txt
```
4. Wczytanie obrazów – komenda IRAF:

```
rfits @input_list.txt 1 @lista.txt
```

Korekcja różnic czułości poszczególnych pikseli (flat-fielding)

W celu umożliwienia wyznaczenia poprawek na różnice czułości poszczególnych pikseli wykonuje się zestaw obrazów z miarą możliwości równomiernie oświetloną powierzchnią detektora obrazu. W skrócie zdjęcia te nazywane są obrazami typu FLAT. W przypadku spektrografu RSS do uzyskania prawidłowych obrazów typu FLAT, potrzebne jest uwzględnienie konfiguracji i położenia teleskopu w czasie obserwacji danego obiektu. Podczas redukcji widm warto zwrócić uwagę czy tak właśnie było. Nagłówki plików kalibracyjnych pochodzących z SALT, przy obecnej wersji oprogramowania, nie zawierają informacji o położeniu teleskopu w czasie ich wykonywania. Informacji takich trzeba szukać w przysyłanym razem z danymi dokumencie o nazwie „AstronomersLog20111001.html”, umieszczonym w katalogu „doc”. (Cyfry w nazwie oznaczają przykładową datę obserwacji.)

Uśrednienie obrazów typu FLAT

Uśrednienie wielu obrazów typu FLAT pozwala uzyskać lepszą statystykę zliczeń oraz wyeliminować wpływ zakłóceń takich jak np. promienie kosmiczne. Kolejne kroki są następujące:

1. Przygotowanie listy obrazów typu FLAT – komenda bash:

```
for f in `cat lista.txt`; do  
fitsgrep $f OBJECT | awk '{if ($4 == "'\ 'FLAT") print $1}';  
done > flat_list.txt
```
2. Uśrednienie obrazów – komendy IRAF:

```
noao  
imred  
ccdred  
flatcombine @flat_list.txt output=flat ccdtype=' ' process=no  
subsets=no
```

Normalizacja obrazów typu FLAT

Każdy plik danych wstępnie przetworzonych zawiera obraz zarejestrowany przez 3 matryce CCD. Autorzy oprogramowania starali się odtworzyć geometrię mozaiki CCD w celu ułatwienia kalibracji długości fal dla całego widma jednocześnie. Normalizacja wymaga potraktowania każdego z trzech obrazów oddzielnie, a następnie odtworzenia geometrii. Procedura ta zawiera następujące kroki:

1. Wycięcie odpowiednich fragmentów obrazów – komendy IRAF:

```
imcopy flat[1:1015,30:30:1940] flata  
imcopy flat[1071:2092,30:1940] flatb  
imcopy flat[2141:3162,30:1940] flatc
```

2. Normalizacja każdego z fragmentów – komendy IRAF

```
imsurfit flata nflat 3 3  
imsurfit flatb nflatb 3 3  
imsurfit flatc nflatc 3 3
```

Przed użyciem komendy `imsurfit` należy wybrać dla niej następujące parametry:

```
input = ""           Input images to be fit  
output = ""         Output images  
xorder = 3          Order of function in x  
yorder = 3          Order of function in y  
(type_output = "response") Type of output (fit,residual,response,clean)  
(function = "spline3")   Function to be fit (legendre,chebyshev,spline3)  
(cross_terms = yes)     Include cross-terms for polynomials?  
(xmedian = 11)          X length of median box  
(ymedian = 11)          Y length of median box  
(median_perce = 50.)    Minimum fraction of pixels in median box  
(lower = 3.)           Lower limit for residuals  
(upper = 3.)           Upper limit for residuals  
(ngrow = 5)            Radius of region growing circle  
(niter = 3)            Maximum number of rejection cycles  
(regions = "all")       Good regions (all,rows,columns,border,sections,  
(rows = "*")           Rows to be fit  
(columns = "*")         Columns to be fit  
(border = "50")         Width of border to be fit  
(sections = )           File name for sections list  
(circle = )            Circle specifications  
(div_min = INDEF)       Division minimum for response output  
(mode = "ql")
```

3. Kopiowanie fragmentów do nowego obrazka o rozmiarach oryginału – komendy IRAF:

```
imcopy flat nflat  
imreplace nflat 0.0  
imcopy nflat  nflat[1:1015,30:1940]  
imcopy nflatb nflat[1071:2092,30:1940]  
imcopy nflatc nflat[2141:3162,30:1940]
```

Podzielenie obrazów zawierających widma przez znormalizowane obrazy typu FLAT

1. Przygotowanie listy obrazów – komenda bash:

```
for f in `cat lista.txt`; do  
fitsgrep $f OBJECT | awk '{if ($4 != "'\ 'FLAT") print $1}';  
done > nonflat_list.txt  
  
sed -e 's/amb/famb/' nonflat_list.txt > listf.txt
```

Ważne jest aby widma miały tę samą konfigurację spektrografu co obrazy typu FLAT. Podstawowym parametrem jest GRATING. Listę należy sprawdzić pod względem tej zgodności.

2. Korekcja – komenda IRAF

```
imarith @nonflat.txt / nflat @listf.txt
```

Przed użyciem komendy imarith należy wybrać dla niej następujące parametry:

operand1 = ""	Operand image or numerical constant
op = ""	Operator
operand2 = ""	Operand image or numerical constant
result = ""	Resultant image
(title = "")	Title for resultant image
(divzero = 0.)	Replacement value for division by zero
(hparams = "")	List of header parameters
(pixtype = "")	Pixel type for resultant image
(calctype = "")	Calculation data type
(verbose = yes)	Print operations?
(noact = no)	Print operations without performing them?
(mode = "ql")	

Wycięcie użytecznej powierzchni na obrazach widm

1. Listy obrazów - komendy bash

```
sed -e 's/./fits/[*,30:1940]/' listf.txt > listfc.txt  
sed -e 's/fam/cfam/' listf.txt > listc.txt
```
2. Wycięcie użytecznej powierzchni obrazów widm – komenda IRAF

```
imcopy @listfc.txt @listc.txt
```

Usunięcie śladów promieni kosmicznych

Usuwanie śladów promieni kosmicznych z obrazów widm można przeprowadzić na dwa sposoby. W przypadku odpowiedniego zaplanowania i przeprowadzenia obserwacji można odpowiednio uśrednić pewną liczbę obrazów jednocześnie wyrzucając ślady promieni kosmicznych. Jeżeli nie dysponujemy odpowiednim zestawem widm, usuwanie śladów promieni kosmicznych można przeprowadzić za pomocą programu **dcr**².

Metoda 1 – uśrednianie obrazów widm

1. Przygotowanie listy obrazów do uśrednienia – edytor tekstu – plik: `clist.txt`.
2. Komenda IRAF:

```
imcombine @clist.txt clean_image
```

Przed użyciem komendy `imcombine` należy wybrać dla niej następujące parametry:

<code>input = ""</code>	List of images to combine
<code>output = ""</code>	List of output images
<code>(headers = "")</code>	List of header files (optional)
<code>(bpmasks = "")</code>	List of bad pixel masks (optional)
<code>(rej masks = "")</code>	List of rejection masks (optional)
<code>(nrej masks = "")</code>	List of number rejected masks (optional)
<code>(exp masks = "")</code>	List of exposure masks (optional)
<code>(sigmas = "")</code>	List of sigma images (optional)
<code>(logfile = "STDOUT")</code>	Log file
<code>(combine = "average")</code>	Type of combine operation
<code>(reject = "crreject")</code>	Type of rejection
<code>(project = no)</code>	Project highest dimension of input images?
<code>(outtype = "real")</code>	Output image pixel datatype
<code>(outlimits = "")</code>	Output limits (x1 x2 y1 y2 ...)
<code>(offsets = "none")</code>	Input image offsets
<code>(masktype = "none")</code>	Mask type
<code>(maskvalue = "0")</code>	Mask value
<code>(blank = 0.)</code>	Value if there are no pixels\n
<code>(scale = "none")</code>	Image scaling
<code>(zero = "none")</code>	Image zero point offset

2 Program **dcr** dostępny jest na stronie internetowej <http://users.camk.edu.pl/pych/DCR/>

(weight = "none")	Image weights
(statsec = "")	Image section for computing statistics
(expname = "")	Image header exposure time keyword\n
(lthreshold = INDEF)	Lower threshold
(hthreshold = INDEF)	Upper threshold
(nlow = 1)	minmax: Number of low pixels to reject
(nhigh = 1)	minmax: Number of high pixels to reject
(nkeep = 1)	Minimum to keep (pos) or maximum to reject
(mclip = yes)	Use median in sigma clipping algorithms?
(lsigma = 3.)	Lower sigma clipping factor
(hsigma = 3.)	Upper sigma clipping factor
(rdnoise = "0.")	ccdclip: CCD readout noise (electrons)
(gain = "1.")	ccdclip: CCD gain (electrons/DN)
(snoise = "0.")	ccdclip: Sensitivity noise (fraction)
(sigscale = 0.1)	Tolerance for sigma clipping scaling correction
(pclip = -0.5)	pclip: Percentile clipping parameter
(grow = 0.)	Radius (pixels) for neighbor rejection
(mode = "ql")	

Metoda 2 – użycie programu dcr

1. Przygotowanie pliku z parametrami dcr.par

W przypadku widm pochodzących ze spektrografu RSS zalecamy następującą treść tego pliku:

```

THRESH = 3.0 // Threshold (in STDDEV)
XRAD   = 9   // x-radius of the box (size = 2 * radius)
YRAD   = 9   // y-radius of the box (size = 2 * radius)
NPASS  = 5   // Maximum number of cleaning passes
DIAXIS = 0   // Dispersion axis: 0 - no dispersion, 1 - X, 2 - Y
LRAD   = 1   // Lower radius of region for replacement statistic
URAD   = 3   // Upper radius of region for replacement statistic
GRAD   = 1   // Growing radius
VERBOSE = 1  // Verbose level [0,1,2]
END

```

2. Wykonanie czyszczenia – komenda bash:

```
dcr image clean_image cr_map
```


gdzie:

image – nazwa wejściowego pliku FITS z obrazem widma

clean_image – nazwa wynikowego pliku FITS z wyczyszczonym obrazem widma

cr_map – nazwa wynikowego pliku FITS zawierającego mapę usuniętych śladów promieni kosmicznych.

Usunięcie sygnału pochodzącego od interferencji rozproszonego światła

Do przeprowadzenia tego kroku potrzebne są dane z kalibracji. Obecnie dane takie nie zostały jeszcze udostępnione przez obserwatorium SALT. Problem jest w dużej mierze usuwany podczas wykonywania korekcji czułości pikseli, pod warunkiem, że obrazy FLAT zostały wykonane przy takiej samej konfiguracji teleskopu i spektrografu, co widma obserwowanych obiektów.

Identyfikacja linii w widmie lampy kalibracyjnej i kalibracja długości fal

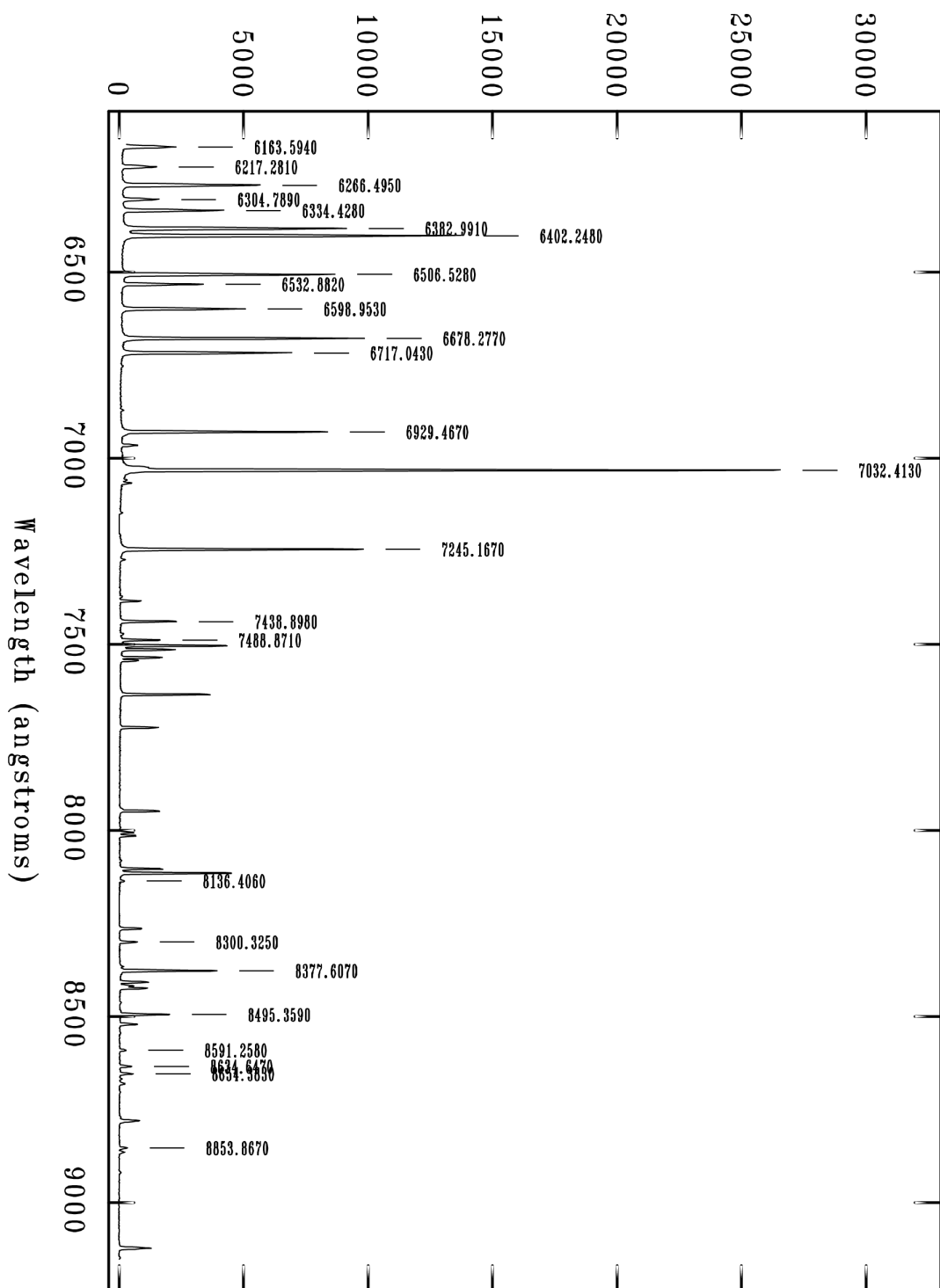
Identyfikacja linii w widmie lampy kalibracyjnej odbywa się w dwóch etapach. W pierwszym należy odnaleźć linie we wzorcowym widmie lampy. W drugim etapie należy uzyskaną kalibrację przenieść na całą powierzchnię wszystkich obrazów widm lampy kalibracyjnej.

Do wykonania identyfikacji linii potrzebny jest atlas linii, które zostały znalezione jako użyteczne dla każdej lampy indywidualnie. Do tej pory uzyskaliśmy widma wykonane z dwiema siatkami dyfrakcyjnymi: PG0900 oraz PG1300. W przypadku siatki PG0900 do uzyskania widm kalibracyjnych używana jest lampa neonowa, do dla siatki PG1300 lampa argonowa.

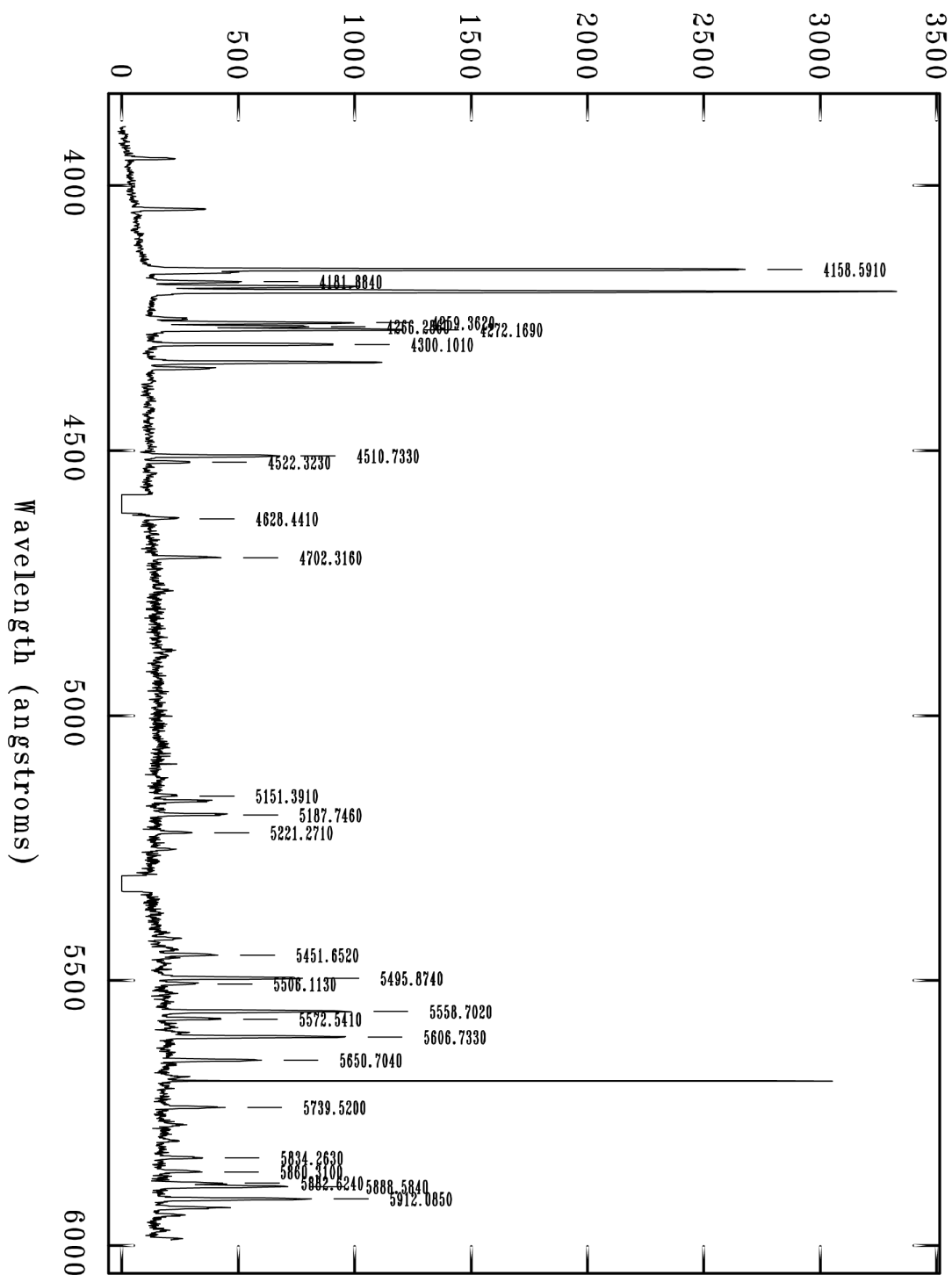
Atlas użytecznych linii widmowych w lampach Ne i Ar

Znalezione przez nas użyteczne linie w lampie neonowej używanej w 2011 roku dla siatki PG0900 oraz w lampie argonowej dla siatki PG1300 przedstawione zostały na poniższych wykresach:

NOAO/IRAF V2.14EXPORT psych@jk2 Tue 10:52:13 20-Dec-2011
identify cfambxgpp201109300017[* ,956]
ARC



NOAO/IRAF V2.14EXPORT psych@jk2 Tue 11:35:20 20-Dec-2011
identify P201109220038[* ,1026]
ARC



Identyfikacja linii³

Komendy IRAF:

```
twodspec  
longslit  
identify arc_spec
```

Przed użyciem komendy `identify` należy ustawić jej parametry w następujący sposób:

<code>images = ""</code>	Images containing features to be identified
<code>crval =</code>	Approximate coordinate (at reference pixel)
<code>cdelt =</code>	Approximate dispersion
<code>(section = "middle line")</code>	Section to apply to two dimensional image
<code>(database = "database")</code>	Database in which to record feature data
<code>(coordlist = "Ne.dat")</code>	User
<code>(units = "")</code>	Coordinate units
<code>(nsum = "10")</code>	Number of lines to sum in 2D image
<code>(match = -3.)</code>	Coordinate list matching limit
<code>(maxfeatures = 50)</code>	Maximum number of features for automatic
<code>(zwidth = 100.)</code>	Zoom graph width in user units
<code>(ftype = "emission")</code>	Feature type
<code>(fwidth = 4.)</code>	Feature width in pixels
<code>(cradius = 5.)</code>	Centering radius in pixels
<code>(threshold = 0.)</code>	Feature threshold for centering
<code>(minsep = 2.)</code>	Minimum pixel separation
<code>(function = "chebyshev")</code>	Coordinate function
<code>(order = 4)</code>	Order of coordinate function
<code>(sample = "*")</code>	Coordinate sample regions
<code>(niterate = 1)</code>	Rejection iterations
<code>(low_reject = 3.)</code>	Lower rejection sigma
<code>(high_reject = 3.)</code>	Upper rejection sigma
<code>(grow = 0.)</code>	Rejection growing radius

³ Przekład dotyczy lampy Ne i siatki PG0900

(autowrite = no)	Automatically write to database
(graphics = "stdgraph")	Graphics output device
(cursor = "")	Graphics cursor input
(aidpars = "")	Automatic identification algorithm param
(mode = "ql")	

Wyznaczenie zależności długości fali od współrzędnych wzdłuż osi dyspersji

1. Utworzenie listy obrazów widm lampy kalibracyjnej - komenda bash:

```
for f in `cat listc.txt`; do fitsgrep $f OBJECT |
awk '{if ($4 == "'\''ARC") print $1}'; done > lamplist.txt
```
2. Komenda IRAF:

```
reidentify arc_spec @lamplist.txt
```

Przed użyciem komendy `reidentify` należy ustawić jej parametry w następujący sposób:

reference = "arc_spec"	Reference image
images = "@lamplist.txt"	Images to be reidentified
answer = "yes"	Fit dispersion function interactively?
crval =	Approximate coordinate (at reference pix
cdelt =	Approximate dispersion
(interactive = "yes")	Interactive fitting?
(section = "middle line")	Section to apply to two dimensional imag
(newaps = no)	Reidentify apertures in images not in
(override = no)	Override previous solutions?
(refit = yes)	Refit coordinate function?
(trace = no)	Trace reference image?
(step = "10")	Step in lines/columns/bands for tracing
(nsum = "10")	Number of lines/columns/bands to sum
(shift = "INDEF")	Shift to add to reference features (INDE
(search = INDEF)	Search radius
(nlost = 5)	Maximum number of features which may be
(cradius = 5.)	Centering radius
(threshold = 0.)	Feature threshold for centering
(addfeatures = no)	Add features from a line list?
(coordlist = "Ne.dat")	User coordinate list

(match = 3.)	Coordinate list matching limit
(maxfeatures = 50)	Maximum number of features for automa
(minsep = 2.)	Minimum pixel separation
(database = "database")	Database
(logfiles = "logfile")	List of log files
(plotfile = "")	Plot file for residuals
(verbose = yes)	Verbose output?
(graphics = "stdgraph")	Graphics output device
(cursor = "")	Graphics cursor input\n
(aidpars = "")	Automatic identification algorithm para
(mode = "ql")	

Wyznaczenie zależności długości fali od współrzędnych geometrycznych na obrazie widma

Komenda IRAF:

fitcoords

Przed użyciem komendy fitcoords należy ustawić jej parametry w następujący sposób:

images = "@lamplist.txt"	Images whose coordinates are to be f
(fitname = "")	Name for coordinate fit in the datab
(interactive = yes)	Fit coordinates interactively?
(combine = no)	Combine input coordinates for a sing
(database = "database")	Database
(deletions = "deletions.db")	Deletion list file (not used if null
(function = "chebyshev")	Type of fitting function
(xorder = 4)	X order of fitting function
(yorder = 4)	Y order of fitting function
(logfiles = "STDOUT,logfile")	Log files
(plotfile = "plotfile")	Plot log file
(graphics = "stdgraph")	Graphics output device
(cursor = "")	Graphics cursor input
(mode = "ql")	

Korekcja geometrii obrazu

Komenda IRAF:

```
transform spectrum t_spectrum lamp_spectrum
```

gdzie:

spectrum - nazwa pliku z obrazem widma obiektu,

t_spectrum - nazwa pliku z obrazem widma obiektu po korekcji geometrii,

lamp_spectrum - nazwa pliku z obrazem widma lampy kalibracyjnej.

Odczytanie sygnału do postaci widma jednowymiarowego

Komenda IRAF:

```
twodspec
```

```
apextract
```

```
apall
```

Przed użyciem komendy apall należy ustawić jej parametry w następujący sposób:

<code>input = "@listspect.txt"</code>	List of input images
<code>nfind = 1</code>	Number of apertures to be found autom
<code>(output = "")</code>	List of output spectra
<code>(apertures = "")</code>	Apertures
<code>(format = "onedspec")</code>	Extracted spectra format
<code>(references = "")</code>	List of aperture reference images
<code>(profiles = "")</code>	List of aperture profile images
<code>(interactive = yes)</code>	Run task interactively?
<code>(find = yes)</code>	Find apertures?
<code>(recenter = yes)</code>	Recenter apertures?
<code>(resize = yes)</code>	Resize apertures?
<code>(edit = yes)</code>	Edit apertures?
<code>(trace = yes)</code>	Trace apertures?
<code>(fittrace = yes)</code>	Fit the traced points interactively?
<code>(extract = yes)</code>	Extract spectra?
<code>(extras = yes)</code>	Extract sky, sigma, etc.?
<code>(review = yes)</code>	Review extractions?

(line = INDEF)	Dispersion line
(nsum = 10)	Number of dispersion lines to sum or
(lower = -5.)	Lower aperture limit relative to cent
(upper = 5.)	Upper aperture limit relative to cent
(apidtable = "")	Aperture ID table (optional)# DEFAULT
(b_function = "chebyshev")	Background function
(b_order = 2)	Background function order
(b_sample = "-20:-10,10:20")	Background sample regions
(b_naverage = -3)	Background average or median
(b_niterate = 1)	Background rejection iterations
(b_low_reject = 3.)	Background lower rejection sigma
(b_high_rejec = 3.)	Background upper rejection sigma
(b_grow = 1.)	Background rejection growing radius
(width = 5.)	Profile centering width
(radius = 10.)	Profile centering radius
(threshold = 0.)	Detection threshold for profile cente
(minsep = 5.)	Minimum separation between spectra
(maxsep = 1000.)	Maximum separation between spectra
(order = "increasing")	Order of apertures # RECENTERING PAR
(aprecenter = "")	Apertures for recentering calculation
(npeaks = INDEF)	Select brightest peaks
(shift = yes)	Use average shift instead of recenter
(llimit = INDEF)	Lower aperture limit relative to cent
(ulimit = INDEF)	Upper aperture limit relative to cent
(ylevel = 0.2)	Fraction of peak or intensity for aut
(peak = yes)	Is ylevel a fraction of the peak?
(bkg = yes)	Subtract background in automatic widt
(r_grow = 0.)	Grow limits by this factor
(avglimits = no)	Average limits over all apertures?
(t_nsum = 10)	Number of dispersion lines to sum
(t_step = 10)	Tracing step
(t_nlost = 3)	Number of consecutive times profile
(t_function = "legendre")	Trace fitting function
(t_order = 4)	Trace fitting function order
(t_sample = "*")	Trace sample regions
(t_naverage = 1)	Trace average or median
(t_niterate = 1)	Trace rejection iterations

(t_low_reject = 3.)	Trace lower rejection sigma
(t_high_rejec = 3.)	Trace upper rejection sigma
(t_grow = 0.)	Trace rejection growing radius
(background = "fit")	Background to subtract
(skybox = 1)	Box car smoothing length for sky
(weights = "none")	Extraction weights (none variance)
(pfit = "fit1d")	Profile fitting type (fit1d fit2d)
(clean = no)	Detect and replace bad pixels?
(saturation = INDEF)	Saturation level
(readnoise = "3")	Read out noise sigma (photons)
(gain = "1.")	Photon gain (photons/data number)
(lsigma = 2.)	Lower rejection threshold
(usigma = 4.)	Upper rejection threshold
(nsubaps = 1)	Number of subapertures per aperture
(mode = "ql")	

Widma otrzymane na tym etapie mogą być poddawane analizie astrofizycznej. Nadają się do pomiarów prędkości radialnych, badania profili szerokich linii widmowych itp.