

58

DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI RADIOASTRONOMICI
DALL'ESAME DELLE MAPPE DELLA CROCE DEL NORD
ELABORATE CON LA TECNICA "CLEAN"

A. FICARRA L. GREGORINI

LRA 33/79

I. INTRODUZIONE

In questo rapporto vengono descritti due programmi che permettono di ricavare i parametri radioastronomici principali (flusso, posizione, larghezza) per aree di cielo osservate dal radiotelescopio "Croce del Nord" ed elaborate con la tecnica CLEAN e RESTORE.

Si rimanda al rapporto interno Fanti et al. (1978) la descrizione della tecnica di CLEAN e del programma specifico che applica tale tecnica alle osservazioni del radiotelescopio "Croce del Nord".

I dati di input per i programmi qui descritti sono costituiti dalle mappe ottenute risommando le componenti trovate dal CLEAN con un beam gaussiano (RESTORE).

Il primo programma si applica nel caso che l'area esaminata sia costituita da un certo numero di radiosorgenti (massimo 4) puntiformi o estese con distribuzione di brillantezza di tipo gaussiano. Il programma calcola per ogni radiosorgente considerata flusso, posizione e larghezza a metà potenza in alfa e delta. Il metodo applicato è quello di best fit con valori iniziali approssimati forniti dall'utente e con l'uso di una subroutine di minimizzazione degli scarti quadrati di tipo generale (subroutine MINSQ).

Il secondo programma si applica nel caso in cui la distribuzione di brillantezza della radioemissione presente nell'area esaminata sia di tipo qualsiasi e non semplicemente riconducibile ad una somma di radiosorgenti di forma gaussiana. In questo caso vengono calcolati: la posizione del baricentro (alfa e delta), il flusso totale e le dimensioni (alfa e delta) della "box" entro cui si trova racchiusa l'area di radio emissione considerata.

Per entrambi i programmi è necessario che l'utente prepari i dati di input consultando la stampa prodotta dal programma CLEAN. Infatti i numeri che definiscono i limiti dell'area e, nel caso del primo programma, la posizione approssimata iniziale delle radiosorgenti, devono essere forniti nelle stesse unità di misura (numero d'ordine di punti a partire dal dato iniziale del campo in alfa e dal primo fascio in delta).

II. Programma AREAL

Come già anticipato nell'introduzione, il programma AREAL si applica quando nella mappa trattata dal CLEAN e ricostruita dal RESTORE si può estrarre un'area in cui la radioemissione totale è interpretabile come somma di sorgenti puntiformi o a distribuzione di brillantezza gaussiana. L'utente deve quindi definire i limiti dell'area che vuole esaminare (che deve essere obbligatoriamente contenuta tutta nel campo su cui ha operato il CLEAN) e deve fornire i valori stimati iniziali della posizione e larghezza di ciascuna delle sorgenti che crede di riconoscere entro questa area. L'area deve estendersi per non più di 5 minuti in alfa. Il massimo numero di sorgenti consentite è 4. Le larghezze in alfa e in delta devono essere fornite in unità di beam. Tenere presente che se nel programma precedente si è usato un taper diverso da 0 il beam è più largo e quindi il valore per la larghezza in alfa deve essere più piccolo. Per sorgenti stimate puntiformi è utile cominciare con 1.1.

Partendo da questi dati iniziali il programma applica un procedimento iterativo di minimi quadrati usando una subroutine (MINSQ) di tipo generale fornita dalla libreria del CDC 6600 del CERN e riadattata per l'IBM 370/158 da L. Padrielli e da A. Ficarra (la MINSQ si trova in "modulo object" nella nostra libreria C063LiB9). Non sempre il procedimento converge. Il risultato infatti dipende dalla qualità della registrazione in esame e soprattutto dall'effettiva rispondenza del modello assunto. Anche la scelta dei valori iniziali è abbastanza critica: si consiglia a questo scopo di assumere come coordinate iniziali quelle della prima componente del CLEAN (aiutandosi con l'esame visivo del tracciato qualora se ne disponga). Per quanto riguarda le larghezze, l'unica possibilità è quella di valutare ad occhio, rifacendo poi la prova con altri dati di partenza nel caso che il risultato non sia soddisfacente. Se il procedimento non converge si ha un arresto automatico dopo 100 iterazioni: è ovvio che in questo caso i risultati sono del tutto inattendibili. Se, invece, il numero di iterazioni è inferiore a 100, il valore che rappresenta il sigma degli scarti residui, fornito in stampa dal programma, è un in-

dice della bontà dei risultati. Questi sono senz'altro attendibili se il rumore residuo è intorno a 0.015 f.u. o, nel caso di sorgenti forti, non superiore al 5% del flusso totale.

Oltre ai valori finali il programma fornisce i relativi errori. Anche questi ultimi possono essere considerati come indice della bontà dei risultati. Si tenga presente però che gli errori forniti dalla MINSQ si riferiscono principalmente al procedimento matematico e possono essere una sottostima dell'errore reale. Per quanto riguarda le larghezze può accadere che durante il procedimento una di esse tenda a diventare minore del beam o addirittura negativa. In questo caso il programma stampa la dicitura WARNING seguita dal valore corrente della larghezza; dopo di che rimette la stessa uguale al beam. Alla fine il programma calcola le larghezze della distribuzione reale sottraendo quadraticamente le larghezze del beam, se però il valore finale è minore del beam il calcolo ^{non} viene fatto, la larghezza viene posta uguale a zero e l'anomalia del risultato viene segnalata con un segno meno davanti all'errore corrispondente.

Per concludere sia le larghezze che i rispettivi errori vengono trasformati in larghezze a metà potenza in secondi d'arco.

Riassumendo i data-set di cui fa uso il programma sono:

- 1) In lettura:
 - a) La mappa, output a sua volta del programma RESTORE;
 - b) Le "schede" di input (vedi spiegazione nel paragrafo successivo).
- 2) In scrittura:
 - a) Un data-set di output dei risultati, così costituito:
 - il buffer di informazioni generali LR(K), $K = 1, 1500$ trasferito senza cambiamenti del data-set di input, formato 40A2
 - una scheda contenente (I = intero, F = floating) limite iniziale dell'area in alfa (I), limite finale (I), limite iniziale in delta (I), limite finale (I), numero di radiosorgenti (I), numero di iterazioni primarie (I) e secondarie (I), sigma dei residui (F), numero di gradi di libertà del sistema (I), somma totale dei dati (F), larghezza del beam in alfa in secondi d'arco (F), larghezza in delta (F), formato 20A4

Seguono tante schede quante sono le radiosorgenti; ciascuna contiene: posizione iniziale in alfa (I), posizione iniziale in delta (I), larghezza iniziale in alfa (F), larghezza iniziale in delta (F), flusso integrato, restaurato del beam primario (F), errore corrispondente (F), alfa finale nella stessa unità di partenza (F), delta finale (F), larghezza finale in alfa decovolta, in secondi d'arco (F), larghezza in delta (F), flusso di picco, restaurato del beam primario (F), errori (F) sugli ultimi cinque parametri suddetti, formato 20A4.

b) Una stampa dei risultati con spiegazioni annesse.

Notare che le posizioni sono stampate in ore (o gradi) minuti (primi), secondi (secondi d'arco) e sono date anche al 1950.

Diamo infine l'elenco dei possibili STOP di errore del programma:

- 21: il data-set di input non è una mappa trattata dal CLEAN;
- 22: l'area scelta non è contenuta entro il campo del CLEAN;
- 23: la posizione iniziale non è entro l'area scelta;
- 24: il numero di sorgenti è maggiore di 4;
- 25: dati di input incompleti;
- 26: durante le iterazioni la larghezza della sorgente in alfa tende ad essere troppo grande;
- 27: come nel caso precedente in delta;
- 28: il data-set per le correzioni precessionali si riferisce ad un anno diverso da quello della sintesi. In questo caso il data-set di output è già stato scritto correttamente.

III. Procedura MCAREAL

La procedura prepara un job con un numero qualsivoglia di step di esecuzione del programma AREAL . I data-set usati devono essere partitioned. La conservazione del data-set di output è opzionale; nel caso positivo valgono le seguenti avvertenze:

- 1) Il data-set di input e quello di output devono essere sempre gli stessi in ogni step.
- 2) E' necessario che il data-set di output sia diverso da quello di input.
- 3) Il data-set di output deve essere creato prima con RECFM = FB, LRECL = 80, BLKSIZE = 2560.

La chiamata generale può essere di due tipi:

- a) Se non si vogliono mai scrivere i dati risultanti in un membro di un data-set

```
MCAREAL   dsn data-set   anno sintesi
          input          (2 cifre)
          (4 caratteri)
```

STEP 0:

dsn membro input

- b) Se almeno in uno step si vogliono scrivere i dati risultanti del programma AREAL in un membro di un data-set

```
MCAREAL   dsn data-set   anno sintesi   'dsn data-set
          input          (2 cifre)       output
          (4 caratteri)                (4 caratteri)
```

STEP 0:

dsn membro input (se non si vogliono scrivere i dati risultanti)

dsn membro input dsn membro output (se si vogliono scrivere i dati risultanti)

La procedura entra in TED:

TED-EDIT

NEW-FILE

Le schede dati devono essere:

I° scheda:

il campo su cui lavora il programma AREAL deve essere dato sulla mappa restaurata e nelle stesse unità usate dalla stampa del CLEAN, cioè come numero di punti (punto iniziale, punto finale) in ascensione retta per un massimo di 5 minuti e come numero di fasci (fascio iniziale, fascio finale) in declinazione.

FORMAT (4I3)

II° scheda

valore in ascensione retta (ascensione retta della sorgente in unità di punti), valore in declinazione (numero del fascio della sorgente), larghezza in ascensione retta e in declinazione (entrambe in unità di beam) della sorgente che si trova nell'area in esame.

FORMAT (2I3, 2F4.1)

Delle schede II° ne sono richieste tante quante sono le sorgenti nell'area esaminata per un massimo di 4 sorgenti.

Terminato l'elenco dei dati si deve uscire dal TED con l'istruzione FILE MCAREAL DATI B1 (si trova nella PF10).

STEP 1.

e così via.

Si esce dalla procedura con un enter a vuoto. La macchina rimane in TED nel file MCAREAL JOB B1 elencando tutte le schede con la stringa CØ63.

Volendo si può salvare il file facendo FILE nome tipo A1.

IV. Programma AREA2

Questo programma si applica quando, all'interno di una mappa trattata con il CLEAN e RESTORE, viene individuata un'area in cui si assume che la radioemissione presente sia dovuta fisicamente tutta alla stessa sorgente. In compenso non si fa nessuna ipotesi sulla distribuzione spaziale della radioemissione. Il programma si limita a calcolare la posizione del baricentro in alfa e delta, il flusso totale e la larghezza, intesa come dimensioni in alfa e delta della "box" che racchiude l'area esaminata (l'unità di misura è scelta in modo tale che, nel caso di una distribuzione gaussiana, risulti la larghezza a metà potenza in secondi d'arco).

L'area in esame non deve essere necessariamente rettangolare. L'utente se vuole può restringere i limiti in alfa in funzione di delta, in modo da seguire esattamente il contorno della struttura individuata esaminando la stampa del RESTORE ed eventualmente i tracciati. L'output del programma è solo sottoforma di stampa. Oltre alle informazioni principali sulla sintesi e sul CLEAN vengono trascritti i dati input che definiscono i limiti dell'area. Inoltre viene calcolata e stampata l'area del beam usato nel CLEAN; per questo calcolo si utilizza la porzione di beam centrato sul baricentro della distribuzione e contenuto entro l'area scelta.

Il flusso è dato come il rapporto fra la somma dei punti (restaurato del coefficiente dovuto al beam primario nella posizione del baricentro) e l'area del beam precedentemente calcolato.

Infine la posizione è calcolata anche al 1950.

Il programma può uscire con i seguenti STOP di errore:

- 21: il data-set di input non è una mappa trattata dal CLEAN;
- 22: l'area scelta non è contenuta entro il campo del CLEAN;
- 23: i limiti che restringono il campo non sono contenuti entro l'area scelta;
- 28: il data-set per le correzioni precessionali si riferisce ad un anno diverso da quello della sintesi.

V. Procedura MCAREA2

La procedura è strutturata nello stesso modo della MCAREA1. L'unica differenza consiste nel fatto che in questo caso non vi sono nè data-set né membri di output. Le schede dati devono essere:

I° scheda:

il campo su cui lavora il programma AREA2 deve essere dato sulla mappa restuarata e nelle stesse unità usate nella stampa del CLEAN, cioè come numero di punti (punto iniziale, punto finale) in ascensione retta e come numero di fasci (fascio iniziale, fascio finale) in declinazione.

FORMAT (4I3)

II° scheda:

per ogni eventuale restrizione dei limiti del campo bisogna fornire il numero del fascio ed il punto iniziale e il punto finale dei nuovi limiti in alfa.

FORMAT(3I3)

Delle schede di tipo II° se ne possono fornire quante se ne vuole (anche nessuna)

Bibliografia

Fanti, C., Ficarra, A., Gregorini, L., Padrielli, L.: "La tecnica CLEAN e RESTORE applicata alle osservazioni del radiotelescopio "Croce del Nord". LRA-27/78