

COMITATO NAZIONALE PER L'ENERGIA NUCLEARE
Laboratori Nazionali di Frascati

LNF-76/26(R)
16 Aprile 1976

E. Polli: UN PROGRAMMA PER L'ANALISI DEI FOTOGRAMMI
DI UNA CAMERA A STREAMER UTILIZZANTE UN TERMINALE
GRAFICO INTERFACCIATO AD UN PDP-15.

LNF-76/26(R)
16 Aprile 1976

E. Polli: UN PROGRAMMA PER L'ANALISI DEI FOTOGRAMMI DI UNA CAMERA A STREAMER UTILIZZANTE UN TERMINALE GRAFICO INTERFACCIATO AD UN PDP-15. -

1. - INTRODUZIONE. -

Nell'analisi dei fotogrammi che registrano tracce di particelle ionizzanti, si ha la necessità di trasferire le informazioni contenute nella traccia ad un elaboratore.

Normalmente si fa uso di un'apparecchiatura consistente in un ingranditore che proietta il fotogramma su di un piano e di un apparato che digitalizza la posizione di un cursore meccanico sul piano, perforando le coordinate su una scheda.

In questo lavoro si descrive un procedimento di analisi di fotogrammi realizzato interamente con un calcolatore. Il fotogramma viene analizzato in un primo tempo presso il CNAF di Bologna ed ogni punto dell'immagine è tradotto in una coppia di coordinate registrate su nastro magnetico standard IBM. Successivamente lo stesso fotogramma viene ricostruito su di un terminale video grafico TEKTRO NIX tipo 4012, interfacciato con un elaboratore PDP-15. Tramite un cursore elettronico l'operatore può selezionare singoli punti lungo la traccia e registrarne le coordinate su nastro magnetico standard DEC (DEC-tape). Questi punti vengono successivamente mostrati sul terminale il quale provvede ad unirli con delle rette, dando una immagine ricostruita della traccia originaria.

2.

2. - IL PROGRAMMA MT. GRF. -

E' in corso presso il laboratorio LEALE un esperimento di diffusione all'indietro di pioni su ^{12}C nel quale viene usata una camera a "streamer" (1) per la visualizzazione delle tracce. Le tracce vengono fotografate stereoscopicamente da una coppia di camere fotografiche caricate con bobine (30 metri) di HP4 (sensibilità 400 ASA nominali). Il film risultante viene analizzato dal lettore automatico di fotogrammi PROTEO, presso il Centro Nazionale Analisi Fotogrammi (CNAF) di Bologna e i dati registrati su nastro magnetico da un elaboratore IBM 360/44. Tutte le coordinate dei punti di un fotogramma vengono registrate con un singolo comando di scrittura (FORTRAN WRITE). Questo insieme di dati costituisce un "record logico". Il "software" IBM provvede a spezzare questo record in blocchi di 260 bytes, di 8 bit ciascuno, detti "record fisici". Per ogni fotogramma, i primi 38 dati contengono informazioni sulle marche fiduciali di quel fotogramma e lo identificano tramite un numero indicante il film, un numero indicante il fotogramma e uno indicante la vista. Questi dati vengono trasferiti integralmente sul DEC-tape. Seguono quindi le coordinate dei punti analizzati da PROTEO.

Il problema è di leggere con il calcolatore DEC PDP-15 del laboratorio LEALE un nastro scritto da un altro calcolatore, cioè l'IBM 360/44 del CNAF. Benchè l'"hardware" dell'unità a nastro TU 10 fornita dalla DEC sia IBM compatibile, il "software" non lo è. Il PDP-15 ha una parola di 18 bit, mentre l'unità a nastro ha una testina di lettura/scrittura con 9 tracce: 8+1 bit di parità. La DEC è stata così costretta a spezzare la parola in tre parti di 6 bit, con la conseguenza di lasciare inutilizzate due tracce dell'unità a nastro. L'IBM 360/44, invece, usando parole di 32 bit, può spezzarle in 4 bytes, utilizzando così tutte le tracce a disposizione. Segue da questo che non è possibile usare un programma in FORTRAN per leggere questo nastro sul PDP-15; infatti la routine di servizio dell'unità a nastro, fornita dalla DEC, si aspetta una registrazione su 7 tracce effettive, con il risultato di scartare i due bit più significativi.

Il problema è risolvibile usando il linguaggio "assembler" del PDP-15 e il "system macro".TRAN con il modo 4(2). Con questo "macro" e usando l'"handler" MTF, è possibile trasferire tutte le tracce senza che il "software" manipoli ciò che è scritto sul nastro. In questo modo due bytes sono compattati in una parola di PDP-15 con il bit $\phi\phi$ e il bit $\phi 1$ che contengono le parità dei due bytes. Due parole di PDP-15 formano una parola IBM 360/44. In questo caso particolare, la trascrizione è facilitata dal fatto che i dati registrati sono in mezza precisione, cioè lunghi due bytes, e quindi una

parola di PDP-15 contiene già il dato che ci interessa.

Il programma interagisce con l'operatore al terminale in maniera convenzionale, ponendo domande a cui si risponde con un sì (lettera S) o con un no (lettera N) e un ritorno a capo, oppure scrivendo dei numeri il cui formato è specificato nella richiesta. Il programma si aspetta la risposta giusta e ripete la richiesta se questa è errata. In Fig. 1 è mostrato il colloquio tra l'operatore e il programma; in Fig. 1b sono state introdotte delle risposte errate e dei commenti che illustrano il recupero da un errore.

Ottenuti i dati richiesti, il programma legge un record fisico. Come detto, questo record è costituito da un blocco di 260 bytes al massimo; nei primi 8 bytes è contenuta una serie di informazioni sul contenuto del record: il numero dei bytes registrati e un codice che individua il record. Il numero dei bytes viene utilizzato per individuare la fine del record, mentre il codice individua se il record è unico oppure, nel caso di più record fisici uniti a formare un più grande record logico, se il record è il primo, l'ultimo o uno intermedio. Anche questi codici vengono utilizzati nel corso del programma.

Per il resto del record si deve distinguere se si tratta del primo record o di uno successivo. Se si tratta del primo record, si legge il numero del film, il numero del fotogramma e la vista, cioè quale delle due camere ha ripreso il film. Questi tre dati sono mostrati sul terminale grafico, una volta individuato il fotogramma. Il numero del fotogramma viene confrontato con quello richiesto e se non si ha accordo, vengono effettuate tante letture a vuoto fino a rivelare il codice che individua l'ultimo record fisico. A questo punto si ripete il confronto con il fotogramma successivo. Se al momento della richiesta del fotogramma il nastro fosse situato su un fotogramma con un numero maggiore di quello richiesto, viene effettuato un REWIND. In Fig. 2 viene mostrato come si presenta il fotogramma sul terminale grafico e la traccia ricostruita dai punti selezionati.

Trovato il fotogramma, vengono salvati i primi 38 dati per il loro successivo trasferimento sul DEC-tape.

Tutto questo è valido solo nel caso del primo record fisico, contenendo gli altri solo le coordinate da trasferire sul terminale grafico.

Questo terminale accetta come coordinate dei numeri fino ad un massimo di 1024⁽³⁾ per un totale di 10 bit. Poichè i punti di PROTEO sono maggiori, e anche per avere una migliore visione della traccia, ogni coordinata viene moltiplicata per un fattore di scala

4.

\$G

REWIND TAPE? (SI O NO E C.R.)
>S
METTI IN AC SW. IL NUMERO DEGLI EVENTI E POI C.R.
FATTORE MOLTIPLICATIVO DI SCALA,
SPOSTAMENTO COORDINATA X E Y (3.12.3)
0.232E 03-1.352E 03-1.452E 03
NUMERO FOTOGRAFMA IN I6

34

FIG. 1a- Esempio di conversazione con il calcolatore.
Le richieste del calcolatore sono sottolineate.

\$G

<u>REWIND TAPE? (SI O NO E C.R.)</u>	
<u>>G</u>	CARATTERE SBAGLIATO
<u>REWIND TAPE? (SI O NO E C.R.)</u>	
<u>>S</u>	LA DOMANDA E' STATA RIPETUTA
<u>METTI IN AC SW. IL NUMERO DEGLI EVENTI E POI C.R.</u>	IL NUMERO E' 0
<u>METTI IN AC SW. IL NUMERO DEGLI EVENTI E POI C.R.</u>	DOMANDA RIPETUTA
<u>FATTORE MOLTIPLICATIVO DI SCALA,</u>	
<u>SPOSTAMENTO COORDINATA X E Y (3.12.3)</u>	NESSUNA RISPOSTA
<u>FATTORE MOLTIPLICATIVO DI SCALA,</u>	
<u>SPOSTAMENTO COORDINATA X E Y (3.12.3)</u>	LA DOMANDA E' STATA RIPETUTA
0.232E 03-1.352E 03-1.452E 03	
<u>NUMERO FOTOGRAFMA IN I6</u>	

34

FIG. 1b- Esempio di conversazione con il calcolatore
sono state fornite delle risposte errate per mostrare
il recupero da un errore. Le richieste del calcolatore
sono sottolineate; a destra ci sono dei commenti in-
trodotti per chiarezza.

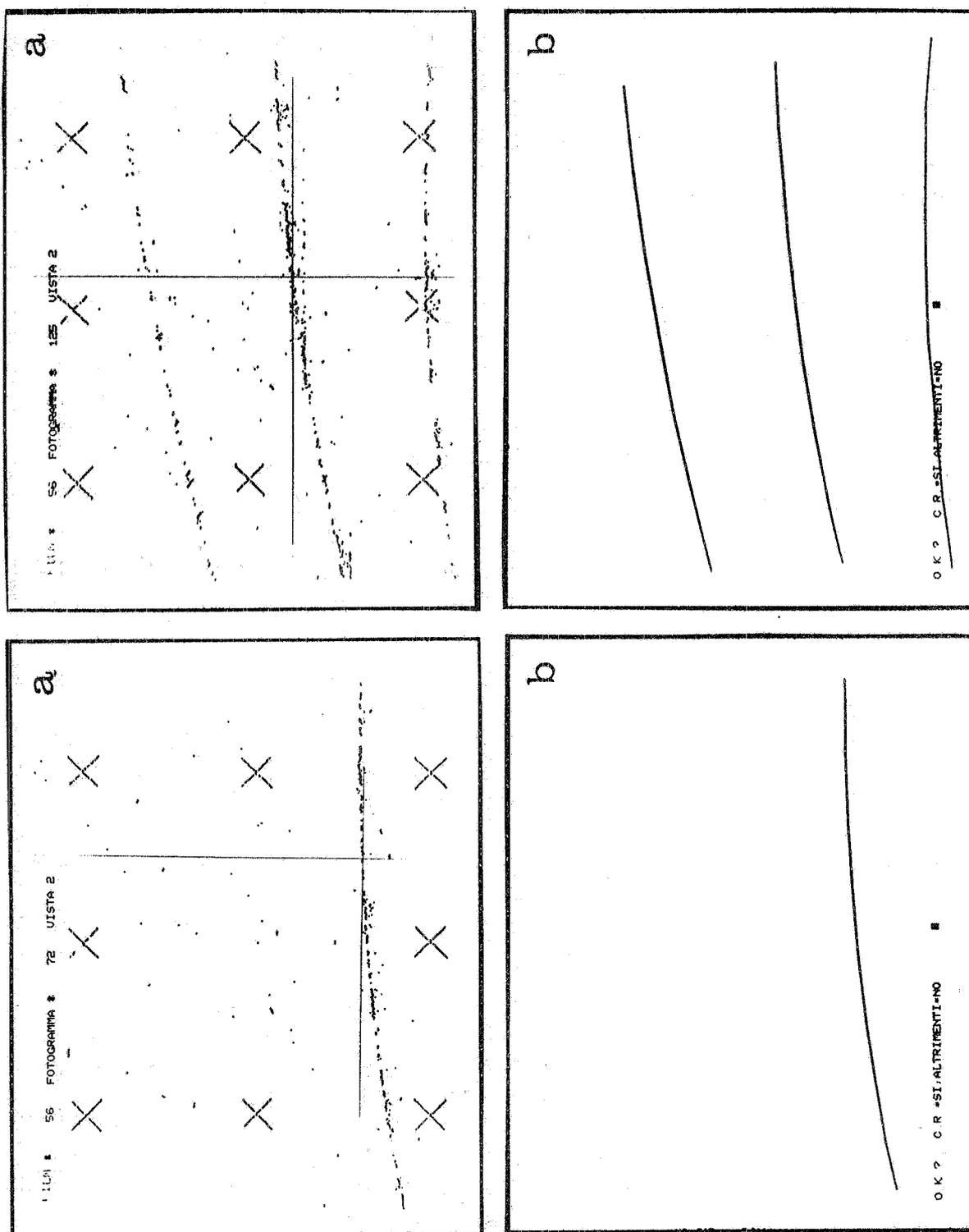


FIG. 2 - Esempi di tracce ricostruite sul terminale video grafico Tektronix Tipo 4012. In a) si vede la ricostruzione del fotogramma partendo dai punti di Proteo; le due linee sottili che si indicano su di una traccia sono il cursore elettronico: le coordinate del punto di incrocio vengono trasmesse al calcolatore; in b) vengono mostrate le tracce ricostruite da punti selezionati con il cursore elettronico.

6.

e quindi le viene sommato un fattore di spostamento lineare, diverso per la coordinata X e la coordinata Y. Questi tre fattori, forniti dall'operatore all'inizio del programma, permettono di ingrandire e spostare l'immagine sul terminale grafico. Dopo queste manipolazioni, le coordinate che cadranno fuori dallo schermo sono individuate e il punto viene scartato.

Questo processo continua fino a che non viene individuato il codice per l'ultimo record fisico. A questo punto sul terminale compare il cursore elettronico costituito da due linee che attraversano lo schermo, una in senso orizzontale, l'altra in senso verticale. Queste linee possono essere spostate su tutta l'area dello schermo tramite due potenziometri. Le coordinate del punto di incrocio di queste linee vengono mandate al calcolatore battendo un carattere qualsiasi sulla tastiera (in genere lo spazio). Queste coordinate vengono riconvertite nel sistema di PROTEO e registrate su nastro DEC-tape.

Il carattere usato per trasmettere le coordinate viene utilizzato come controllo del programma. A tale scopo vengono utilizzate le lettere F, S, K, B, T.

La lettera F (fine) segnala al programma che l'operatore ha finito di prendere le coordinate e richiede un altro fotogramma; il programma trasferisce le coordinate selezionate sul DEC-tape e mostra sul terminale la traccia ricostruita dai punti scelti, quindi chiede se l'operatore è soddisfatto della ricostruzione. Se lo è l'operatore effettua solo un ritorno del carrello, altrimenti trasmette anche un carattere qualsiasi. In questo caso il programma rilegge il fotogramma e l'operatore effettua una nuova selezione; i dati già registrati vengono sovrascritti. Se l'operatore è soddisfatto, viene richiesto un nuovo fotogramma.

La lettera S (start) viene usata quando l'operatore vuole fare riprendere il programma dall'inizio, per esempio per cambiare il nastro magnetico e il DEC-tape. Il programma opera come per la lettera F ma, se l'operatore è soddisfatto della ricostruzione, viene scritto sul terminale il numero di blocchi registrati su DEC-tape. Un blocco sono 256 parole di PDP-15. Segue una pausa. Quando si recupera dalla pausa, il programma ricomincia; vengono chiesti nuovi parametri e il DEC-tape viene registrato dall'inizio.

La lettera K (kill) serve per annullare l'analisi del fotogramma. Il programma chiede un nuovo fotogramma; i blocchi registrati per questo fotogramma vengono sovrascritti.

La lettera B (break) spezza la linea ricostruita; non ha effetto

sui dati registrati. Normalmente la traccia ricostruita ha la forma di una linea ininterrotta; questo comando serve ad interrompere la continuità di questa linea, inserendo gli opportuni caratteri di comando per il terminale, per non vincolare l'operatore a selezionare i punti lungo una linea continua.

Poichè gli eventi di diffusione mostrano sempre almeno due tracce, per indicare la fine di una traccia e l'inizio di un'altra, viene usato il tasto T (traccia). Questo comando, oltre ad essere un "break" implicito, inserisce tra le coordinate registrate, una coppia di numeri (del valore di -2 in questo caso) che individuano la fine delle coordinate di una traccia e l'inizio delle coordinate di un'altra.

Le coordinate prese vengono messe in un'area di memoria sufficientemente capace, per poter essere ritrasmesse al terminale alla fine della selezione dei punti (lettera F o S). Questo limita il massimo numero di punti che si possono prendere. Tale numero vale 640 ed è, comunque, più che sufficiente per i nostri scopi.

Se, nel corso del programma, il nastro DEC-tape viene completamente riempito, l'operatore viene avvertito dal suono del cam pannello del terminale; a questo punto bisogna cambiare il nastro, e alzare lo "switch" AC- $\emptyset\emptyset$ per riprendere il controllo del program ma: il fotogramma è perso per la selezione dei punti e si deve ricominciare. Finito il fotogramma compare la scritta con il numero dei blocchi registrati sul nastro appena rimosso e viene chiesto un nuovo fotogramma.

In ogni caso, ad ogni fotogramma, viene inserita una coppia di numeri (pari a -1) per individuare la fine delle coordinate.

3. - CONCLUSIONE E SVILUPPI FUTURI. -

La precisione ottenibile nella ricostruzione delle traiettorie è stata misurata con un programma separato in cui viene calcolato il raggio di curvatura medio e la sua deviazione standard su N ricostruzioni di una stessa traccia.

Con $N=30$ si è ottenuta, per una traccia, una deviazione del 2,5%, mentre un'altra traccia ha dato una deviazione del 3,6%. Queste variazioni sono attribuibili ad imprecisione da parte dello operatore nel prendere i punti e alla precisione con cui si può attribuire un punto alla traccia stessa. Capita, infatti, che le tracce siano più o meno confuse e non sempre è facile individuare il percorso effettivamente compiuto dalla particella.

E' stato messo a punto precedentemente un programma di ricostruzione molto complesso, che utilizza tutti i dati registrati da PROTEO. Tale programma parte da tre punti su una traccia per calcolarne in modo approssimato il raggio di curvatura e sceglie un intorno di questa traccia. I punti di PROTEO che cadono entro questo intorno sono tenuti. Tutta l'area del fotogramma viene suddivisa in cellette secondo una matrice di 120×120 ; per ogni celletta viene effettuata la media delle coordinate di tutti i punti entro l'intorno della traccia. Questi punti sono utilizzati per il calcolo definitivo del raggio di curvatura.

Con questo metodo, e utilizzando tecniche di ottimizzazione per l'ampiezza dell'intorno, si è ottenuta una precisione di ricostruzione intorno all'1%.

Si è pensato di unire la precisione ottenibile con questo programma con la praticità dovuta alla interazione tra operatore ed elaboratore del programma MT.GRF, permettendo, così, di esaurire in breve tempo l'analisi di una bobina di film, fondendo i due programmi in modo che l'operatore scelga i tre punti sulla traccia che rappresentano il punto di partenza per il programma già esistente e quindi proseguire l'elaborazione.

La maggior difficoltà è data dalla capacità di memoria del PDP-15, del Laboratorio Leale, che è di 24K parole di 18 bit, per cui si dovrà ottimizzare in questo senso il programma e soprattutto ridurre l'area di memoria per i dati. Questo si può fare sfruttando il fatto che in linguaggio "assembler" si può leggere dal nastro un record fisico alla volta. Questo comporta l'immagazzinamento di soli 260 bytes. In questo modo la selezione sui punti di PROTEO può essere fatta con 130 coordinate per volta.

BIBLIOGRAFIA. -

- (1) - F. Balestra et al., Nuclear Instr. and Meth. 119, 347 (1974).
- (2) - DOS Users Manual DEC-15-MRDA, Digital Equipment Corporation, 146 Main Street, Bldg. 3-5, Maynard, Mass. (USA).
- (3) - 4012 Computer Display Terminal, Service Manual 070-1461-00; 4012 Computer Display Terminal, Users Manual 070-1460-00; TTY Port Interface for 4010 Series Computer Terminals, 070-1353-00; Tektronix Inc., P. O. Box 500, Beaverton, Oregon (USA).

APPENDICE - Schema a blocchi del programma MT.GRF.

