

*Consiglio Nazionale delle Ricerche*

**ISTITUTO DI ELABORAZIONE  
DELLA INFORMAZIONE**

**PISA**

UN METODO GENERALE DI RAPPRESENTAZIONE DI DATI  
CARTOGRAFICI

G. Carmignani, O. Salvetti

Nota interna B83-03

Aprile 1983

# Un metodo generale di rappresentazione di dati cartografici

G.Carmignani - O.Salveti

## Sommario

E' descritto un insieme di programmi implementati sul sistema IPSY dell'I.E.I. (HP1000 Serie F - 2117) per la rappresentazione tridimensionale, in prospettiva assonometrica, di dati di origine territoriale.

L'applicazione, limitata in questo lavoro allo studio della forma del terreno, puo' essere estesa anche alla rappresentazione di dati di origini diverse.

## 1. INTRODUZIONE

La rappresentazione geometrica tridimensionale di oggetti o fenomeni fisici e' spesso importante nell'affrontare e risolvere i piu' diversi problemi. Lo studio di strutture meccaniche, di modelli del terreno, di profili aerodinamici, di fondali marini sono esempi di campi nei quali rappresentazioni grafiche spaziali facilitano la determinazione delle soluzioni o l'evidenziazione di proprieta'.

In particolare in questo lavoro si tratta il problema della rappresentazione di dati del territorio.

E' determinata la superficie di interpolazione dei dati dalla quale si ottiene una rappresentazione approssimata mediante profili parallelamente distribuiti.

## 2. IL PROBLEMA CONSIDERATO

Sia  $M$  una matrice con  $m$  righe ed  $n$  colonne definita nel seguente modo: un elemento  $m(i, j)$  di  $M$  e' la quota altimetrica di un punto  $P$  di una carta topografica di coordinate  $((i-1)*h, (j-1)*h)$ , dove  $h$  e' un numero positivo qualunque. (Fig. 1-2)

La matrice  $M$  rappresenta in tal modo un reticolo di punti quotati di una superficie; la sua rappresentazione grafica piu' naturale e' quella prospettica.

Una riga di  $M$  rappresenta una sezione tridimensionale del territorio in esame; per ottenere una rappresentazione grafica e'

necessario esplicitare una funzione interpolante i dati contenuti in tale riga: sarà quindi sufficiente plottare per punti questa funzione per ottenere il disegno della sezione.

Ripetendo questo procedimento per ogni riga si ottiene infine una rappresentazione prospettica per sezioni del territorio; il numero delle sezioni e la precisione di ognuna di queste dipende da  $h$  e quindi da  $h$  dipende la accuratezza della rappresentazione.

Per ottenere questo si sono fatte due scelte fondamentali: una riguarda il tipo di funzione interpolante, l'altra il tipo di prospettiva. Nel primo caso la scelta è caduta sulle funzioni splines cubiche perché non presentano oscillazioni tipiche delle approssimazioni polinomiali; per la seconda si è usata la prospettiva assonometrica obliqua con un sistema di riferimento destrorso.

In 7 sono descritti il metodo per ottenere tale prospettiva con le relative trasformazioni isometriche e l'algoritmo di orizzonte mobile usato per l'eliminazione delle linee nascoste.

Un metodo per costruire la matrice  $M$  a partire da curve di livello discretizzate è descritto in 6, dove è anche affrontato il problema della rappresentazione tridimensionale assonometrica facendo uso di funzioni lineari a tratti.

### 3. PROSPETTIVA ASSONOMETRICA

Il problema affrontato era quello di dare una rappresentazione tridimensionale di una superficie in prospettiva assonometrica; a

questo scopo si è pensato di generalizzare il problema considerando indipendenti gli angoli di rotazione di X e Y della carta, mantenendo l'orientamento naturale per l'asse Z. (Fig. 3)

Detti X e Y i lati della carta, siano a e b gli angoli di rotazione di X e Y rispettivamente, (Fig. 4). Si indichino con M(j) la j-esima riga di M e con X(n) e Y(m) le partizioni di X e Y in funzione di h. Con U e V si denotino invece gli assi dell'area di lavoro: un punto P di coordinate spaziali (x(i), y(j), m(i, j)) ha coordinate di lavoro (u(i), v(j)) determinate dalle seguenti trasformazioni:

$$x'(i, j) = x(i) + y(j) * \cos ( b )$$

$$y'(i, j) = m(i, j) + y(j) * \sin ( b )$$

$$u (i, j) = x' (n, j) - ( L(X) - x(i) ) * \cos ( a )$$

$$v (i, j) = y' (i, j) + ( L(X) - x(i) ) * \sin ( a )$$

dove si è indicato con L(X) la lunghezza del lato X della carta.

#### 4. ARCHITETTURA E AMBIENTE OPERATIVO

Il sistema centrale di elaborazione (Fig. 5) sul quale sono stati sviluppati i diversi programmi è costituito da un elaboratore HP 2117

fornito di una memoria di 1Mb, Extended Memory Area, Vector Instruction Set, area disco disponibile di 120Mb ed operabilita' multi-utente.

Collegate all'elaboratore, oltre a diversi terminali video ed alla consolle di operatore, sono anche le seguenti periferiche:

- a) due unita' nastro (Den 800 bpi)
- b) lettore di schede
- c) stampante-plotter Versatec 1200A con risoluzione orizzontale 4096 punti, dotata di librerie di utilita'
- d) monitor TV (512 x 512 punti, 256 livelli rappresentabili)
- e) video grafico Tektronix 4014 con risoluzione fino a 4096 x 4096 dotato di joy-stick e hard-copy
- f) tavola di digitalizzazione Tektronix 4954 ad alta risoluzione 4096 x 4096

L'HP 2117 e' inoltre collegato in Common Memory con un altro sistema (Image Acquisition System) la cui unita' centrale e' un HP 2113.

Il sistema operativo di controllo (Disc-Based) e' l'RTE-IVB.

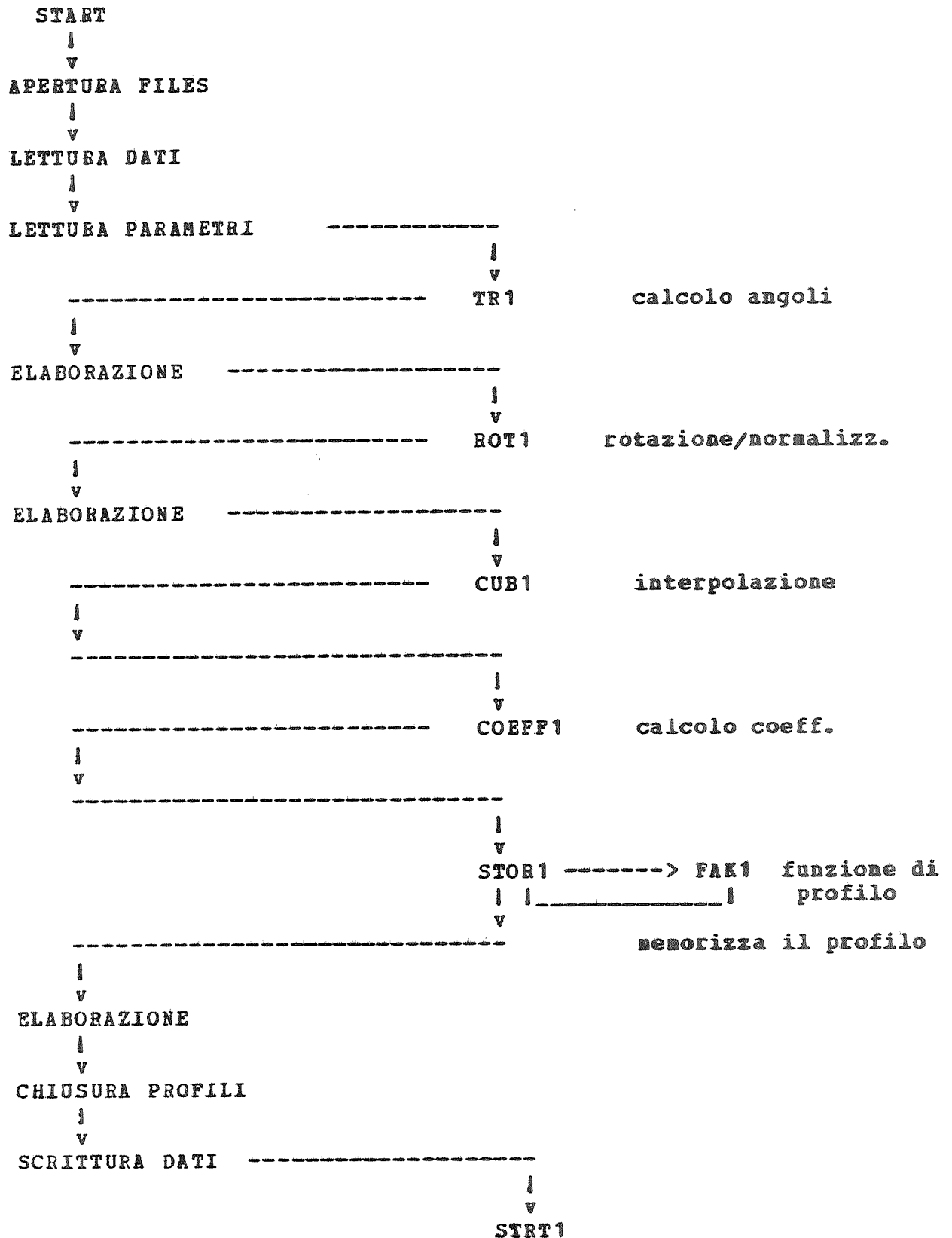
Tra le varie funzioni di supervisione l'RTE-IVB permette fra l'altro:

- a) diverse possibilita' di schedulazione dei programmi;
- b) programmi attivi concorrenziali;
- c) uno schema di area dati estesa (EMA) che consente l'accesso ad array piu'grandi dello spazio degli indirizzi logici di un programma;
- d) la segmentazione dei programmi;
- e) la gestione da programmi cooperanti di risorse comuni del sistema (periferiche, files o subroutines).

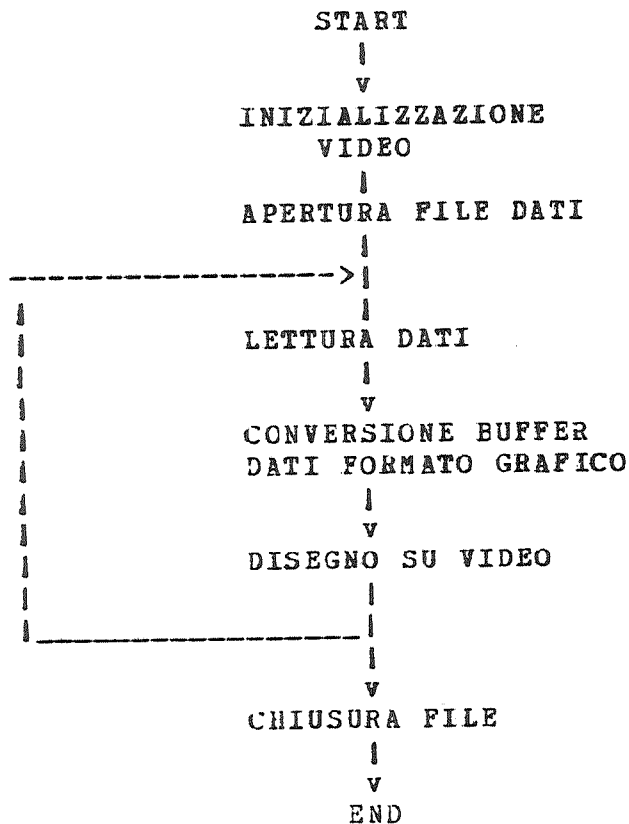
I programmi implementati in ambiente RTE-IVB sono scritti in FORTRAN per la parte di elaborazione matematica e di gestione dei files, mentre, per la parte di restituzione grafica su video, e' utilizzato anche un modulo ASSEMBLER che converte i dati da visualizzare in formato Tektronix compatibile. In entrambi i casi sono anche utilizzate delle chiamate dirette al sistema mediante CALL EXEC.

I dati in ingresso al programma principale di calcolo sono memorizzati su disco, in formato matriciale, su files ad accesso diretto. Il programma elabora i dati e restituisce i valori da plottare appoggiandoli su un file (eventualmente scratch) utilizzato in cascata dal programma di restituzione 3-D su video grafico. Strutturalmente il corpo centrale del programma di calcolo e' composto di una parte interattiva per l'assegnazione dei parametri di rappresentazione, di una parte di gestione dei dati su files e di un primo nucleo di calcolo ed assegnazione dei dati in memoria centrale. Sono poi utilizzate diverse subroutines specialistiche per operazioni di rotazione, normalizzazione, interpolazione, inizializzazione e appoggio dei risultati intermedi.

Il flusso operativo e' schematizzato di seguito.







## 5. CONCLUSIONI

Il metodo descritto e' stato applicato all'analisi di dati territoriali utilizzando il sistema di calcolo IPSY dell'I.E.I. Tuttavia i programmi implementati permettono la rappresentazione tridimensionale di qualsiasi tipo di dati, purché in forma di piano quotato, (Fig. 6), con uscita grafica adattabile per una qualunque periferica opportuna di restituzione ( ad es. plotter).

Nel prossimo futuro e' previsto l'utilizzo della procedura in modo estensivo da parte di utenti non specialisti.

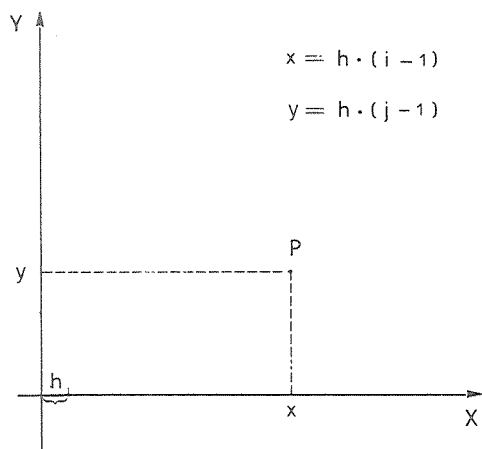


Fig. 1

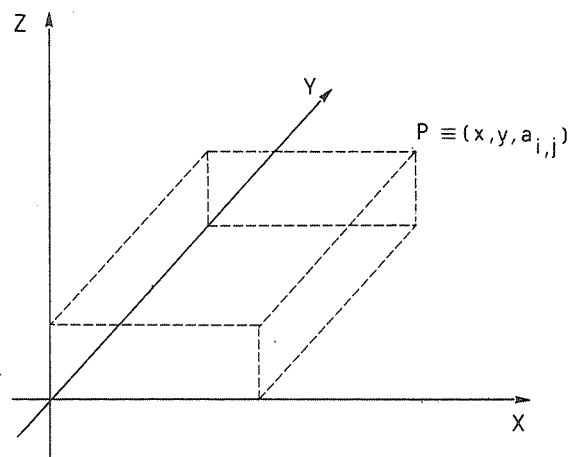


Fig. 2

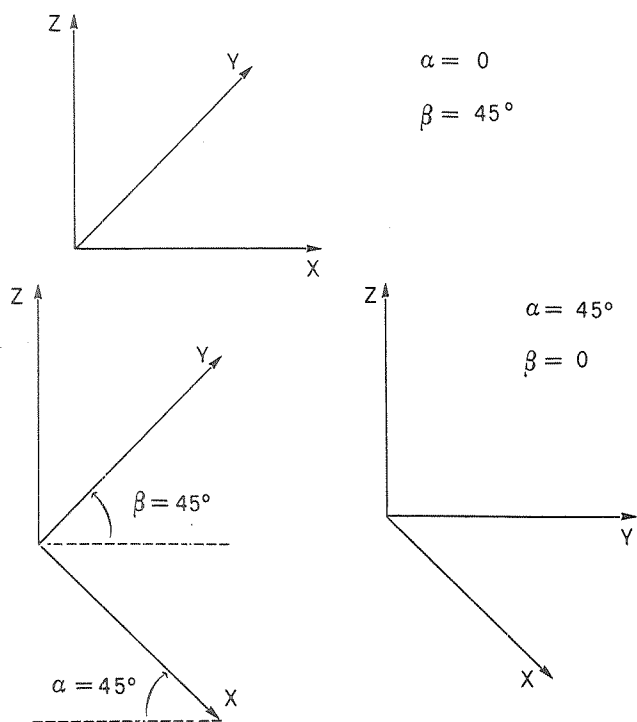


Fig. 3

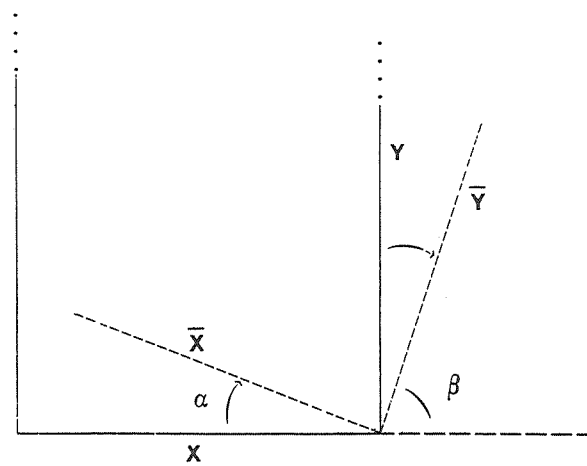


Fig. 4



## BIBLIOGRAFIA

- 1 AHLBERG, J., H., NILSON, E. N., WALSH, J. L. : The theory of splines and their applications. Academic Press, New York (1967)
- 2 DE BOOR, C. : A practical guide to splines. Springer Verlag, New York (1978)
- 3 SCHULTZ, M. H. : Spline analysis . Prentice Hall, Englewood Cliffs, New York (1973)
- 4 SPATH, H. : Spline algorithms for curves and surfaces. Utilitas Matematica Publ., Inc., Winnipeg, Manitoba (1974)
- 5 AZZARELLI, L. , CHIMENTI, M., SALVETTI, O. : Un Sistema di Elaborazione Automatica di Immagini del Territorio. Atti del Congresso Annuale A.I.C.A., 23/25 Settembre 1981, Vol. I, pp. 337-346.
- 6 CARMIGNANI, G. : Rappresentazione tridimensionale di una superficie. Nota Interna B80-25 I.E.I., Pisa (1980)
- 7 CARMIGNANI, G. : An algorithm for the 3-D display by splines approximations. Nota Interna B81-15 I.E.I., Pisa (1981)