

# Algoritmi e architetture dei sottosistemi grafici

di Giuseppe Cardinale Ciccotti

Uno dei campi dell'informatica che negli ultimi anni ha prodotto fra le maggiori espansioni è senza dubbio quello della computer grafica, tanto che è possibile al momento disporre di dispositivi per produrre grafica ad alta qualità anche su elaboratori della classe personal. Il motivo che dunque ci spinge ad occuparci di tali dispositivi è proprio la loro crescente diffusione che schiude nuove e stimolanti possibilità. Vogliamo perciò analizzare i problemi e le soluzioni che si possono incontrare quando si vogliono produrre grafici di qualsiasi natura come uscita di un sistema di elaborazione. Dopo la doverosa (e noiosa) introduzione di questo mese, formalizzeremo l'argomento da un punto di vista teorico in modo che i problemi possano essere affrontati da un punto di vista generale ed ogni lettore possa adattare le soluzioni proposte alle proprie esigenze

## L'approccio «raster» e quello «vettoriale»

Tradizionalmente nei testi di computer grafica si fa riferimento a due diversi modi di approccio al problema della produzione di disegni ed in genere di «grafica» per mezzo di sistemi elettronici. La dicotomia è fra «grafica raster» e «grafica vettoriale», in relazione al diverso modo di rappresentare le parti che compongono un output grafico.

La grafica raster si rifà, in un certo senso, al modo con cui vengono costruiti i mosaici, e perciò l'immagine finale è realizzata dalla giustapposizione di piccoli elementi, indipendenti tra loro. Naturalmente maggiore sarà il numero di questi elementi, tanto meglio riuscirò a rappresentare un'immagine, anzi, visto che non potrò occupare un'area troppo grande perché il mio campo visivo è limitato, quanti più elementi riuscirò a stipare in una certa area tanto migliore sarà il risultato finale; conviene perciò parlare di «densità di risoluzione» definita come il numero di elementi per unità di area. È chiaro che con questa tecnica di rappresentazione, le linee potranno essere soltanto approssimate da un insieme di elementi vicini come po-

tete vedere in figura 1, e avranno comunque uno spessore minimo pari alla dimensione dell'elemento; questa approssimazione produce naturalmente un errore che è detto «aliasing», ed è lo stesso fenomeno che si verifica campionando un segnale: in effetti stiamo campionando un'entità ideale, la linea (ricordate che nella geometria euclidea le linee, o meglio le rette, sono monodimensionali vale dire che se ne può misurare solo la lunghezza), con elementi discreti, commettendo di conseguenza un errore. Maggiore sarà la densità di risoluzione, minore sarà l'errore; è come se campionassimo con maggiore frequenza il segnale. Quando fate una fotografia accade esattamente la stessa cosa, la pellicola ha una densità talmente elevata (gli elementi sono le molecole di argento depositate sulla celluloida) che l'occhio umano non coglie l'effetto dell'aliasing che tuttavia si può percepire non appena si fanno forti ingrandimenti. Seguendo questa idea sono stati costruiti dei dispositivi grafici, alcuni dei quali molto comuni, che producono, con densità diverse, output grafici. Il dispositivo senz'altro più comune è il monitor che appartiene a questa categoria in quanto il tubo catodico su cui si forma

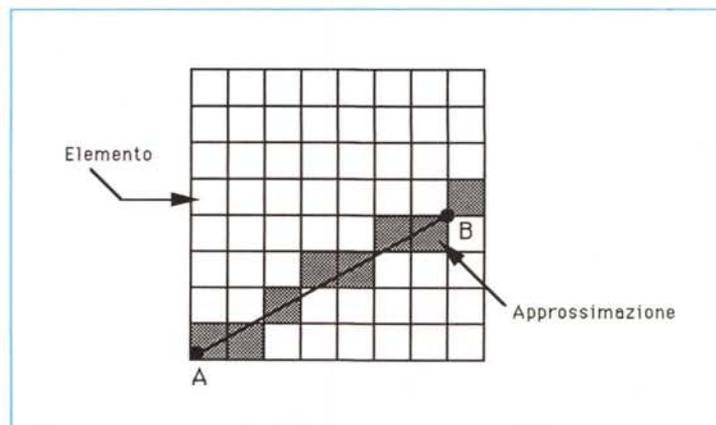


Figura 1 - Approssimazione di una linea tramite elementi discreti.

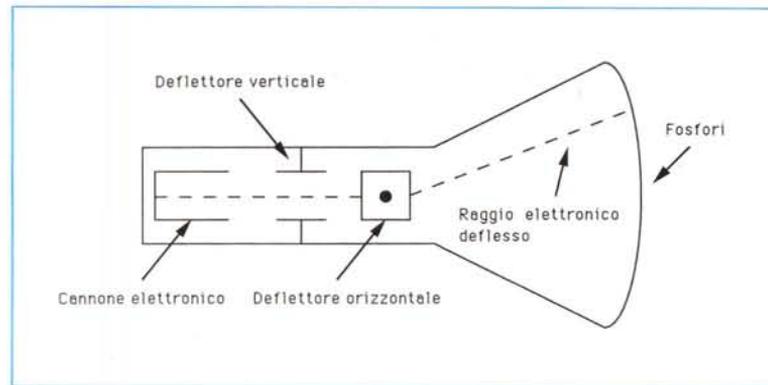


Figura 2 - Semplice schema di CRT (Cathode Ray Tube).

l'immagine visibile, è fornito di un insieme di piccoli fosfori. Ognuno di questi fosfori si illumina quando è colpito da un elettrone sparato e deflesso dal cannone elettronico in maniera opportuna per raggiungere il fosforo voluto, come mostrato in figura 2. L'immagine è quindi formata illuminando tutti i fosfori che ne fanno parte. Se considerate che il fosforo ha dimensioni verticali e orizzontali finite, si può capire come tale dispositivo ha tutte le caratteristiche che abbiamo elencato. Nel caso in cui l'immagine sia a colori, la logica di funzionamento non cambia più di tanto, considerando che viene adoperata la sintesi additiva, per cui ogni colore è ottenuto come somma dei colori primari in percentuali diverse. Quindi dovremo predisporre tre diversi «cannoni» uno ciascuno per ogni colore primario Rosso, Verde, Blu e tre diversi fosfori, degli stessi colori, opportunamente vicini in modo che l'occhio non li percepisca disgiunti ma colga il colore risultante dalla somma delle rispettive intensità luminose, in figura 3 potete vedere la disposizione dei tre fosfori. Per indicare questa «triade» viene usato correntemente il termine «pixel» (picture element). Esternamente perciò tale dispositivo verrà pilotato tramite tre «fili» che sono i comandi dei cannoni. Questi dispositivi presentano però un fastidioso problema: i fosfori dopo un certo tempo (qualche decina di millisecondi) iniziano a spegnersi e perciò è necessario irraggiarli nuovamente per mantenere l'immagine stabile. Sarà necessario dunque predisporre un circuito di comando che periodicamente si occupi di rigenerare l'immagine, naturalmente bisognerà fornire a tale circuito le informazioni necessarie per formare l'immagine con la stessa frequenza, questa tecnica è detta «refresh».

Altri dispositivi raster molto comuni sono senz'altro le stampanti a matrice che rappresentano i simboli che il computer passa loro come un insieme di punti di una matrice opportunamente attivati. La testa di stampa è composta

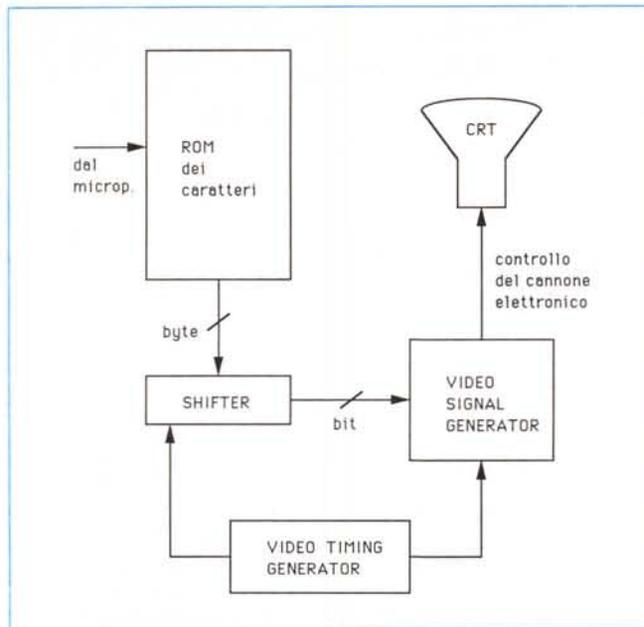
da una colonna di un certo numero di aghi (usualmente da 9 a 48), il cui impatto sul nastro e la carta produce una colonna di punti neri se tutti gli aghi sono stati attivati o una colonna vuota se nessuno di essi lo è stato. Ripetendo questa operazione in orizzontale si possono produrre delle tracce sulla carta. La densità di risoluzione dipende in questo caso dalla vicinanza degli aghi tra loro e dall'entità minima degli spostamenti orizzontali e verticali che i motori asserviti alla testina di stampa sono in grado di produrre. Parlando di stampanti, possiamo citare un altro esempio che è quello della stampante laser, il cui funzionamento logico è simile a quello di un monitor sopra descritto: il foglio di carta è infatti sensibilizzato elettrostaticamente, direttamente o indirettamente, da un raggio coerente di luce, un laser a bassa intensità deviato da piccoli specchi, nei punti dove si vuole che venga depositato il toner. Successivamente il carbone contenuto nel toner attirato dalle cariche elettrostatiche prodotte sul foglio, viene fissato tramite un innalzamento di temperatura. La densità di risoluzione è funzione della deviazione minima con cui gli specchi possono essere spostati. Le stampanti attuali hanno risoluzione di 300 punti per pollice mentre un monitor VGA da 14" ne ha circa 81 per pollice, questo è il motivo della differenza di qualità tra un'immagine rappresentata sul video e una prodotta con una stampante laser.

Tuttavia nonostante queste differenze «fisiche», da un punto di vista concettuale tutti i dispositivi appena citati, non differiscono tra loro e perciò nel seguito faremo riferimento al monitor che indicheremo con la sigla CRT (Cathode Ray Tube). La grafica vettoriale è invece molto vicina al modo con cui rappresentiamo le entità geometriche, punti, li-

nee, curve e aree, e si basa sul fatto di poterle individuare tramite delle nozioni metriche rispetto ad un qualche riferimento, per esempio gli assi cartesiani. In questo modo una linea viene rappresentata tramite due coppie di coordinate che ne indicano gli estremi, un cerchio potrà utilmente essere rappresentato tramite la coppia di coordinate del suo centro ed un numero per il raggio. I dispositivi vettoriali dovranno perciò essere in grado di generare le entità grafiche vettoriali, chiamate primitive, partendo da questo numero limitato di dati. È inoltre chiaro che figure complesse dovranno essere costruite connettendo diverse di queste primitive, si intuisce come questo tipo di approccio sia particolarmente indicato per tutte quelle applicazioni tecniche dove il risultato grafico sia interpretabile da un punto di vista anche dimensionale. Il dispositivo vettoriale per eccellenza è sicuramente il plotter, costruito secondo diverse tecnologie tra le quali la più diffusa è sicuramente quella a penna. Un plotter a penna non è nient'altro che un braccio meccanico che sposta una penna su un piano dove è posto il supporto cartaceo, inoltre tramite un attuttore magnetico è possibile alzare o abbassare la penna stessa; nel primo caso uno spostamento servirà semplicemente a posizionare la penna in un punto voluto mentre nel secondo caso produrrà una linea. Il plotter è dotato di un'elettronica di comando che è in grado di interpretare semplici comandi, quali ad esempio «Penna su», «Penna giù», «Spostamento da  $x_1, y_1$  a  $x_2, y_2$ » dove  $x_1, y_1, x_2, y_2$  sono le coordinate degli estremi dello spostamento da effettuare. Tali comandi sono poi tradotti negli impulsi necessari a comandare i motori passo-passo e l'attuttore che spostano il braccio e la penna. In questo caso non avrà



Figura 5  
Schema di un  
sottosistema per la  
generazione di testi  
su CRT.



scarsa, inoltre l'avvento del colore e quindi la necessità di memorizzare altre informazioni oltre che i semplici pattern ha fatto sì che il «Cell encoding» non fosse neanche più conveniente dal pun-

to di vista dell'occupazione di memoria il cui costo come sappiamo è andato al contempo calando. Altre tecniche sono state proposte come il «Real time scan converting» o il «Run-length encoding»,

adottate però soltanto in particolari ambiti come la memorizzazione su supporti magnetici. La disponibilità di RAM veloce a prezzi accessibili ha imposto un'architettura ormai diventata lo standard per i sistemi grafici, il «Frame buffer».

### Conclusioni

In questo primo appuntamento del nostro «viaggio» tra le architetture, gli algoritmi, la teoria e un po' di pratica dei sistemi grafici abbiamo fatto una semplice ma indispensabile introduzione, sui concetti che sono alla base dei dispositivi atti a tradurre in immagini le informazioni che immettiamo nei nostri sistemi di elaborazione. Ci siamo resi conto di quali problemi nascondano anche operazioni ormai banali ed elementari, nei prossimi appuntamenti arriveremo a trattare delle architetture dei potenti sistemi grafici e delle operazioni che ci permettono di fare dalle nostre scrivanie con qualche semplice azione del mouse.

MS

# COMPUMAIL®

GRUPPO NEWEL MI

## — VENDITA PER CORRISPONDENZA —

### VI PROPONIAMO A SCOPO PROMOZIONALE

Modem 300/1200 baud  
ayes compatibile autoanswer  
autodial lightspeed esterno  
per tutti i computer comple-  
to di cavi **L. 169.000**

Come sopra interno per PC  
**L. 159.000**

Come sopra con cornetta  
extra come telefono welcom  
WD 1600 **L. 170.000**

**Ordinazioni tramite lettera:**  
**COMPUMAIL 20020 ARESE (MI) - Via Matteotti, 21**

**o per telefono al mattino:**  
Tel. e Fax (02) 93580086 (ricezione automatica ordini 24 H)  
Tel. (0337) 277389 (solo ordini urgenti)

Scanner per PC 105 mm  
400DPI, compatibile Micro-  
soft - Halo DF 3000  
**L. 239.000**

100 disketti Bulk 3,5 720 K  
**L. 89.000**

100 disketti Bulk 3,5 1,44  
MB **L. 189.000**

Hard Card GVP per AMIGA  
2000 20MB  
**L. 800.000**

Fast File System 40MB  
**L. 999.000**

Hard Card per PC MS-DOS  
o Janus AMIGA completo  
controller 20MB  
**L. 449.000**

Hard Card per PC MS-DOS  
o Janus AMIGA completo  
controller 30MB  
**L. 500.000**

Hard Card per PC MS-DOS  
o Janus AMIGA completo  
controller 40MB  
**L. 600.000**

Disk drive esterno AMIGA  
500 - passante - slim  
**L. 140.000**

Espansione 512K per AMI-  
GA 500 **L. 89.000**

Espansione 1,5M per AMI-  
GA 500 **L. 290.000**

Espansione 2MB per AMI-  
GA 2000 **L. 389.000**

Interfaccia SCSI per Hard  
Disk autoboot per AMIGA  
2000 fast Room  
**L. 299.000**

Mouse ricambio Amiga  
compreso tappetino e porta  
mouse **L. 59.000**

**Sono disponibili RAM - DRAM  
COPROCESSORI a basso costo**

**Si vende solo  
per posta  
Consegne in 24 ore  
Garanzia 12 mesi**

**Richiedeteci i Nostri cataloghi gratuiti settoriali con oltre 9000 articoli  
SODDISFATTI O RIMBORSATI 7 giorni di prova gratuita**