

# Il DVE Digital Video Effect: rotazioni in prospettiva

terza parte

di Massimo Novelli

*Dopo aver analizzato la scorsa volta come operano le unità DVE non prospettiche, andiamo ora a vedere quali sono le caratteristiche delle macchine dell'ultima generazione, con vera prospettiva, che ci deliziano gli occhi ad ogni cambio-canale televisivo, usate, spesso a sproposito, ma anche sobriamente, da tutte le produzioni TV che si rispettino*

## Rotazione in prospettiva di una sorgente piana

La figura 1 mostra che quando un frame piano è ruotato sul suo asse orizzontale, la distanza dalla parte alta della picture verso l'occhio non è molto diversa, come sembrerebbe, della stessa distanza dalla parte bassa all'occhio.

Il risultato è che l'alto ed il basso dell'immagine sottendono differenti angoli per l'occhio, e dove i raggi attraversano il cosiddetto «target plane» l'immagine diventerà trapezoidale. Nella manipolazione in corso ci sarà a questo punto una magnificazione, che cambierà continuamente dall'alto al basso della picture e sarà di natura non-lineare.

Poiché i due assi dell'immagine saranno trasformati consecutivamente, come in figura 2, il primo processo che avviene sarà una trasformazione verticale che è non-lineare; l'address generator produrrà una funzione o serie di indirizzi che saranno di tipo curvo (figura 3) per generare la corretta e desiderata distorsione. Detta figura mostra anche come possa essere tradotta in hardware una tale feature, in pratica usando un doppio accumulatore, anche se non c'è ragione

che ne impedisca il calcolo da una CPU che abbia adeguata velocità.

Il processo verticale, quindi, sarà seguito da quello orizzontale dove ogni linea o riga di pixel avrà la stessa magnificazione, ma tale magnificazione cambierà da una linea alla seguente. Il risultato sarà la desiderata forma trapezoidale con la corretta non-linearità che l'occhio interpreta come rotazione della sorgente, anche se l'immagine non lascia mai la planarità del monitor su cui si osserva.

La rotazione, invece, sull'asse verticale risulterà anch'essa in una picture trapezoidale ma ora la non-linearità appare nella trasformata orizzontale. La figura 5 mostra infatti che se una trasformata verticale ed orizzontale sono eseguite in quest'ordine, la trasformata orizzontale non-lineare causerà una distorsione non voluta (i bordi della picture diventeranno curvi). Un problema questo fondamentale da risolvere, che potrà essere affrontato solo separando gli assi e ricorrendo a qualche «trucco».

La figura 4, d'altro canto, evidenzia infatti che il problema è causato dal prioritario processo verticale, che muove un dato pixel all'apparenza alla corretta di-

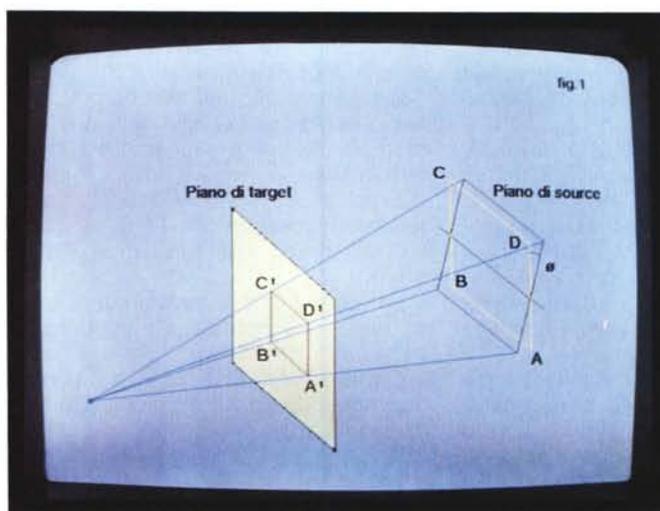


Figura 1  
In un effetto di rotazione, il piano sorgente ABCD è la rettangolare picture di input. Se essa sarà ruotata attraverso l'angolo  $\alpha$ , il fenomeno di ray-tracing per un singolo occhio, a sinistra dell'immagine, produrrà un frame trapezoidale A'B'C'D' sul piano di target e varierà continuamente con la posizione della picture.

stanza, laddove invece dovrebbe muoverlo nella corretta posizione verticale dopo che sia stato orizzontalmente trasformato.

In altre parole, il processo di trasformata verticale dovrà pre-distorcere l'immagine intermedia di modo che il processo orizzontale non-lineare seguente cancelli tale effetto e dia, per risultato, la corretta trasformazione.

Tutta la manipolazione appena chiarita implica che la trasformata verticale dovrà essere esattamente, diciamo così, «consapevole» di quello che sarà l'orizzontale. Di solito questo non è un problema poiché entrambe le trasformate sono computate da comandi in linguaggi ad alto livello, propri del sistema in uso e correttamente utilizzati dall'operatore, anche se qualche cura dovrà essere applicata nel fornire al processore al momento giusto i parametri delle trasformate, poiché quella orizzontale non potrà iniziare prima che la verticale sia stata completata.

Per fare in modo di ridurre la velocità «logica» necessaria in ragione dei costi e della tecnologia a disposizione, ogni trasformata richiederà un intero periodo di semiquadro per essere attuata così che il processo di ambedue le fasi faranno ritardare il video passante, nell'unità, tipicamente di un intero quadro. E questo in pratica significa che i parametri della processione orizzontale dovranno essere forniti un semiquadro più tardi dei parametri della trasformata verticale.

La figura 6 ci fa capire chiaramente come i semiquadri slittano in avanti nei parametri relativi al decorso del processo e, naturalmente, come la «precisione» del ritardo dovrà essere presa in considerazione in ambito di editing o sincronizzazione audio. Infatti l'audio che accompagnerà il video «effettato» dovrà essere ritardato da apparecchi adatti, come linee di ritardo digitali, che quindi permetteranno di ri-sincronizzare il tutto, pena un fastidioso shift di immagini in rapporto al suono.

Figura 2  
Una rotazione in prospettiva consiste in una trasformata verticale non-lineare seguita da una trasformata orizzontale, dove la magnificazione è invece lineare ma cambia linea per linea.

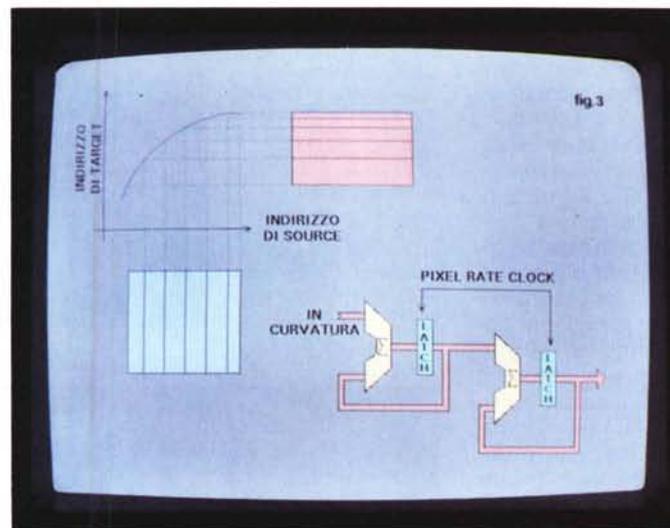
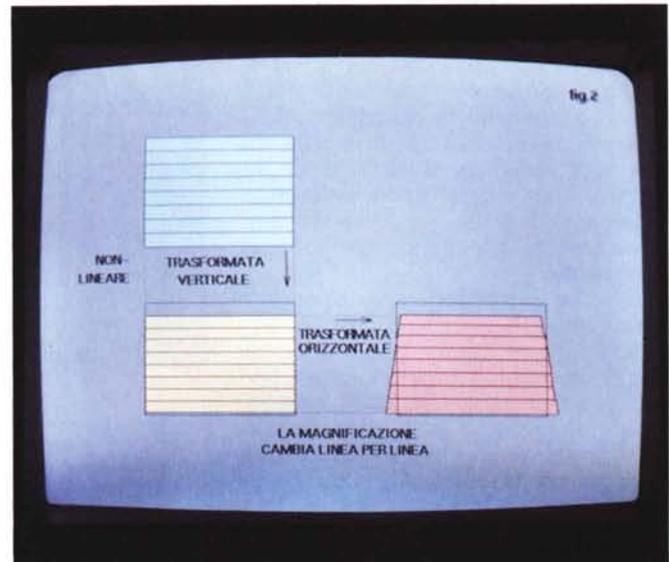


Figura 3  
Delle trasformate non-lineari richiedono una relazione di tipo curva tra gli indirizzi di source e di target. Tali relazioni potranno essere prodotte dall'hardware mostrato, come un doppio accumulatore. Vera prospettiva potrà anche richiedere uno stadio di divisione, oltre agli accumulatori.

Figura 4  
Per ottenere una corretta manipolazione, il processo verticale dovrà produrre colonne che saranno della corretta spazialità, ad uso del processo orizzontale che seguirà. Questo chiaramente implica che la trasformata verticale «conosca» quello che farà l'orizzontale e pre-distorcerà l'immagine in accordo ad essa. La trasformata orizzontale non-lineare cancellerà poi la distorsione introdotta.

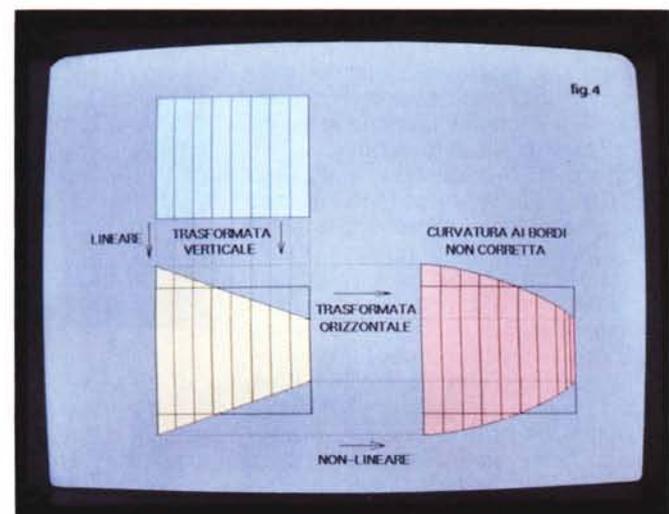
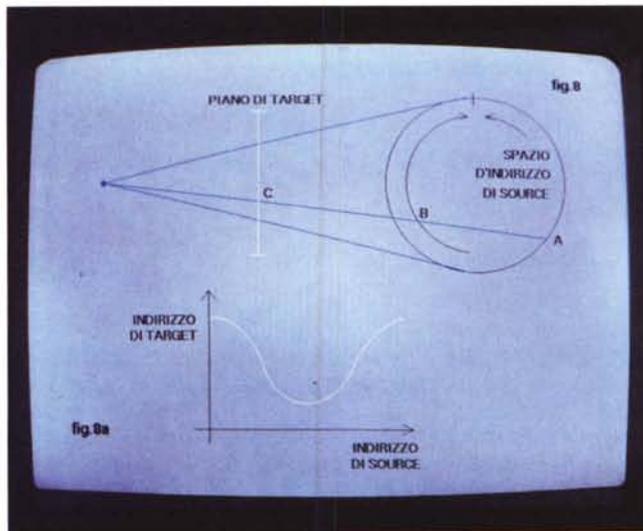




Figura 8 - Per produrre un'immagine arrotolata su una superficie, per un dato indirizzo di target del pixel C, saranno necessari due indirizzi sorgente A e B. Il dato del pixel da A a B dovrà essere addizionato con la «pesatura», dipendente dalla trasparenza, del più vicino pixel per ottenere quello risultante da inserire sul piano target al punto C. Figura 8a - La funzione di trasferimento per un effetto trasformato nell'arrotolare un soggetto. Vi sono due indirizzi di sorgente per ogni indirizzo di target, da qui la necessità di provvedere, per il target, ad una accumulazione.



Problema evitabile modificando gli algoritmi di filtraggio e facendo in modo che lo spline «guardi» al di là del nodo successivo, nel corso dell'effetto, per computarne in anticipo il grado o ordine dei parametri rispetto al tempo.

### Conclusioni

Abbiamo visto, abbastanza dettagliatamente, che vi sono diversi gradi di controllo in unità DVE simili nella concezione ma diverse nelle funzioni. Al più alto livello l'operatore potrà creare, salvare ed editare nodi «keyframes» di intervento specificandone magari i tempi

uno ed il filtro FIR dovrà adottare un passa-basso, decimando l'eccesso di pixel coinvolti senza andare in aliasing; in sostanza quindi le caratteristiche del filtro saranno variate dinamicamente ogni qualvolta si selezioneranno differenti set di coefficienti.

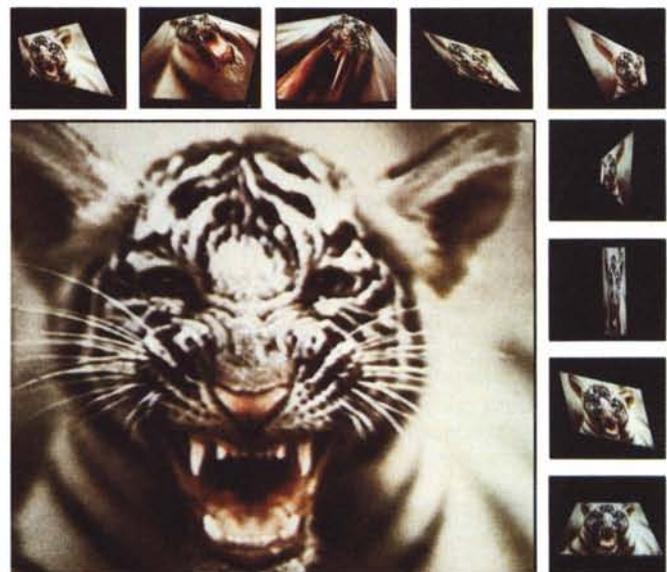
### Controllo delle trasformate

Tutto questo, comunque, è solo metà della storia affinché queste operazioni possano essere controllate. C'è un mucchio di complessi calcoli geometrici necessari da fare per eseguire anche il più semplice degli effetti, e l'operatore non potrà certo aspettarsi di calcolare direttamente i parametri richiesti per le trasformate.

Tutte le unità di effetti richiedono un computer di sorta, con il quale l'operatore comunica usando tastiere, oppure joystick/trackball per un più alto livello di interattività. Questi comandi ad alto livello specificano cose quali la posizione dell'asse di rotazione della picture in relazione all'angolo della visuale, la posizione dell'asse di rotazione relativa alla picture source e l'angolo di rotazione nei tre assi.

Una feature essenziale in questo tipo di unità è la capacità di rendere fluidi i movimenti della picture sorgente man mano che l'effetto procede nell'esecuzione. Infatti se l'immagine source è stata concepita per essere mossa in modo estremamente fluido, e siamo nella maggioranza dei casi, chiaramente i parametri delle trasformate saranno differenti in ogni semiquadro che compongono l'effetto. Da un punto di vista operativo, però, non ci si potrà aspettare che l'operatore dia tali dati per ogni immagine source poiché ciò significherebbe un enorme lavoro né, tantomeno, poter salvare field per field cioè l'intero lavoro in memoria di massa a causa della abbondante quantità di essa necessaria.

Figura 9 L'ADO all'opera; esso infatti usa tecniche digitali e principi di computer graphics per ottenere vere prospettive d'immagine in 3D. Tenendo in mente la foto che evidenzia la macchina, vi sono controlli joystick che consentono di variare la profondità della prospettiva trasformando una picture TV in un parallelogramma, mentre la deflessione dello stesso altera i rapporti di aspetto orizzontali e verticali. Tutti i parametri, poi, di posizione, controlli di espansione e dimensioni sono alla portata dell'operatore al tocco di un tasto.



La soluzione di tutto ciò sarà quella di specificare, nei vari punti strategici durante l'effetto, la posizione della picture al fine di far intervenire i filtri digitali nella computazione delle posizioni intermedie di tali punti. Le specificate posizioni nel calcolo sono conosciute come «knots», «node», oppure come «keyframes», termini che in qualche modo chi si interessa di computer graphics ed animazioni avrà già sentito.

Saranno usate interpolazioni di vari ordini nel calcolo dei movimenti, da zero per effetti molto semplici alle interpolazioni lineari ed alle cubiche per traiettorie e movimenti molto dolci e precisi e gli algoritmi usati sono conosciuti come «spline», altro termine che dovrete aver già sentito.

A proposito dei filtri poi, essi saranno di natura non perfetta, è ovvio, quindi soggetti a «ringing» o oscillazioni e l'uso degli algoritmi di spline, qualche volta, determina un non voluto overshoot dell'immagine nella sua posizione finale.

di realizzo e la permanenza in video; al livello seguente i vari nodi saranno interpolati dagli algoritmi di spline per produrre i parametri di ogni semiquadro nel corso dell'effetto.

La frequenza di ripetizione dei parametri dei semiquadri sarà così usata, come nelle picture di ingresso, per le computazioni geometriche delle trasformate che al più basso livello della macchina saranno usate come microistruzioni nell'agire sui dati-pixel. Ognuno di questi livelli di intervento spesso ha un processore separato, non solo per ovviare al problema velocità intrinseca del sistema, ma anche e soprattutto per permettere al software di gestione di essere «updated» ogni qualvolta sia necessario nel proprio ambito, senza perturbare gli altri, per una completa ed affidabile operatività. A questi livelli non si scherza, di solito, nell'intervenire pesantemente su software aggiornato in modo sommario oppure non completo.

MB