

Il disegno e la progettazione col personal computer

Parte quarta

1.4.5 Le Primitive grafiche

Un disegno vettoriale è costituito essenzialmente da un'insieme di **Primitive grafiche**, che sono successivamente modificate e/o raggruppate a costituire un'entità complessa e via via il disegno completo. Le primitive grafiche bidimensionali e tridimensionali sono, quindi, gli elementi base di ogni disegno e vanno a costituire la collezione di strumenti disponibili (tool bar).

Quelle bidimensionali sono: **Punti, Linee, Rettangoli o Quadrati, Cerchi o Ellissi, Archi, Polilinee, Poligoni regolari, Curve**, ecc. Ogni primitiva può essere disegnata con modalità diverse per rispondere alle necessità del momento (opzioni di tracciamento): ad esempio il cerchio può essere eseguito definendo il centro ed il raggio o il diametro, definendo tre punti non allineati, definendo gli estremi di un diametro, definendo due linee o cerchi a cui il cerchio deve essere tangente e specificandone il raggio, ecc. La maggior parte delle primitive bidimensionali non necessitano di particolari spiegazioni; accenniamo soltanto alle **Polilinee** che permettono una sequenza di linee e archi, i cui parametri vengono forniti di volta in volta dall'utente, e alle **Spline** che permettono una sequenza precisa di curve utilizzando parametri definiti dall'utente. Poiché la definizione analitica di questi diversi e numerosi parametri è difficilmente controllabile dall'utente, nei sistemi grafici sono a disposizione diversi metodi automatici di definizione di una curva. Il più utilizzato è quello di **Bézier** che calcola i parametri relativi all'equazione della curva utilizzando i punti di controllo che la definiscono. Mediante il posizionamento di tali punti (maniglie), che possono anche essere posizionati al di fuori della curva stessa, e il loro spostamento la forma della curva cambia in modo interattivo permettendo un facile controllo visivo dei risultati da parte dell'utente.

I programmi CAD propriamente detti 3D utilizzano come elementi base i Poliedri, che permettono di modellare entità geometriche semplici (quali i cubi, i parallelepipedi, i prismi, ecc) e - via via aumentando il numero di facce - di approssimare la forma di qualsiasi oggetto solido. Le superfici sono quindi rappresentate con l'uso di reti tridimensionali aperte o chiuse, composte da facce poligonali identificabili mediante le coordinate di ognuno dei vertici. Dal punto di vista dell'utente, il lavoro viene semplificato dalla presenza di comandi che corrispondono alla costruzione di alcune **Primitive 3D (Semisfere e Sfere, Cubi e Prismi, Coni, Piramidi, Tori, Cunei, ecc.** e ovviamente **Linee e Superfici** comunque orientate nello spazio) di cui l'utente deve semplicemente fornire i parametri di costruzione (ad esempio centro e raggio per la sfera). Dal punto di vista analitico ogni faccia è individuata dalle coordinate dei vertici e dalle componenti del vettore normale alla superficie; quest'ultima informazione è fondamentale nell'operazione di resa realistica della scena, come sarà descritto nel seguito. L'elenco può sembrare a prima vista limitativo, ma il controllo totale dei parametri geometrici e le opzioni di tracciamento sono, in genere così raffinati da permettere il tracciamento di qualsiasi entità tridimensionale. Anche in questo caso non sono necessarie molte spiegazioni; accenniamo soltanto alla estrema varietà di Superfici che è possibile creare: dai semplici **Piani "regolari"** a quelli di forma irregolare fino a superfici tridimensionali complesse o **Reti (Mesh)**. Ovviamente l'elenco delle entità tridimensionali tracciabili diviene più esteso e completo utilizzando le funzionalità di modifica e trasformazione che descriveremo successivamente.

Questa breve puntualizzazione sulle primitive grafiche è funzionale a comprendere come sia indispensabile, specialmente nel disegno con il Cad 3D, approfondire la conoscenza geometrica e dimensionale degli oggetti da tracciare e come, spesso, sia indispensabile procedere ad una loro scomposizione ideale in semplici primitive.

Primitive grafiche per architettura (Archicad 7.0)

Un discorso particolare è necessario per i prodotti o i pacchetti aggiuntivi espressamente dedicati al disegno di architettura nei quali, talvolta, primitive di disegno più adatte - in quanto assecondano una logica di tracciamento più intuitiva ed efficace - sostituiscono nei menu di disegno e nelle barre degli strumenti le primitive sopra descritte che, seppure ancora presenti, vengono raggruppate in menù e sottomenu speciali indicati, di solito, come Cad 2D o Cad 3D. In questi casi, le **Primitive grafiche** possono essere, ad esempio,: **Solai, Murature, Pilastrini, Travi, Scale, Coperture, Infissi**, ecc. Anche per esse vale la scomposizione ideale a cui abbiamo accennato sopra e l'approfondita conoscenza di

ciò che ci si accinge a disegnare: caratteristiche geometriche e dimensionali, natura degli **Attributi** di campitura, colore, materiali, ecc.

Incorporazione di "Blocchi" con AutoCAD Ver. 2005

Tra le primitive, *anche se impropriamente*, potremmo ricomprendere - per i programmi Cad o i pacchetti aggiuntivi di cui sopra - i **Simboli** o **Blocks** (gruppi di entità geometriche) che riuniti in librerie costituiscono componente essenziale dei programmi. Le **Librerie di simboli**, in origine molto limitate e costose, oggi sono molto estese e dedicate ai vari tipi di disegno sia bidimensionale che tridimensionale. I programmi più completi (AutoCad, ArchiCad, ecc.) dispongono di librerie (organizzate tipologicamente) complete di tutti i simboli più comuni ed usati: essi possono essere liberamente posizionati ed incorporati nei disegni Cad allo stesso modo in cui lo sono i tradizionali trasferibili nel disegno manuale. In più, rispetto ai tradizionali trasferibili, i simboli o gruppi hanno il vantaggio di poter essere ridimensionati o modificati, (complessivamente od anche in parte) prima del loro utilizzo finale.

1.4.6 Le Modifiche e le Trasformazioni

Per sottoporre a modifica un disegno è necessario indicare con esattezza al programma quali entità sottoporre a modifica; questa operazione che viene detta selezione può riguardare tutto il disegno, parte di esso, od anche singole entità o gruppi presenti nello spazio di lavoro. L'operazione è molto semplice (basta usare il puntatore e clickare) ed è assistita da una serie di icone corrispondenti alle varie opzioni disponibili.

Tutti i programmi Cad prevedono un gran numero di comandi per la modifica degli oggetti. Descriviamo subito i principali di uso più comune sia nel Cad 2D che nel Cad 3D:

- **Cancellazione** : L'oggetto o il gruppo selezionato viene eliminato (tagliato via) dal disegno.
- **Copia** : Una copia di un oggetto o di un gruppo di oggetti selezionati dall'utente viene aggiunto nel disegno. L'operazione di copia può essere multipla (**Array**), cioè ripetuta sia in senso rettangolare che polare; nel primo caso l'oggetto viene ridisegnato in base ad un reticolo rettangolare di cui sono date le distanze in x e y, nel secondo caso l'oggetto viene ripetuto rispetto a un centro di rotazione ruotato di un angolo fissato.
- **Spostamento** : L'oggetto o il gruppo selezionato viene traslato in un altro punto del disegno
- **Rotazione** : L'oggetto o il gruppo selezionato viene ruotato rispetto a un centro di rotazione definito dall'utente di un angolo dato.
- **Specchio** : L'oggetto selezionato viene ribaltato rispetto ad un asse definito dall'utente.
- **Trasformazione di scala** : L'oggetto o il gruppo selezionato viene ingrandito o rimpicciolito di un fattore definito dall'utente.

Ovvamente copie, spostamenti e quant'altro possono avvenire anche tra livelli diversi di uno stesso disegno o tra disegni diversi e separati. Alle modifiche sopra descritte se ne aggiungono altre, dedicate ad usi particolari e in numero variabile a seconda del programma, come **Interruzione di linee**, **Raccordo** o **Smusso di angoli**, **Stiramento di entità geometriche**, ecc. Una menzione particolare è necessaria per la possibilità di modificare facilmente, attraverso finestre di dialogo, gli **Attributi** dell'oggetto disegnato oppure sostituire a questi quelli di un altro oggetto già definito.

Nei programmi Cad 3D potremmo classificare tra le operazioni di modifica e trasformazione la effettuazione di **Sezioni** attraverso la semplice definizione del piano (posizione nello spazio tridimensionale) e della parte di scena da eliminare. Questa funzionalità permette la creazione automatica di Sezioni a partire dagli oggetti già tracciati e, nel caso di visualizzazione 3D, di sezioni assonometriche o prospettiche comunque orientate.

Nel menu di modifica (Edit) troviamo due delle funzionalità più importanti per il Cad ovvero la possibilità di **Raggruppare** (Group) e **Sgruppare** (Ungroup) più entità di disegno per crearne altre più complesse:

- **Creazione di entità complesse** : Le primitive grafiche possono essere raggruppate per creare oggetti grafici complessi che da quel momento saranno trattati dal sistema come una unica entità chiamato blocco o simbolo. Questa operazione è fondamentale quando una serie di primitive devono essere sottoposte ad una stessa trasformazione: se, ad esempio, devono essere spostate o copiate. Un oggetto o un gruppo di oggetti può essere

selezionato clickando su un punto qualunque dell'oggetto o del gruppo oppure mediante una finestra che può comprendere completamente più oggetti o gruppi. Questa operazione è fondamentale anche perché permette di creare un patrimonio di simboli personali (da aggiungere alle librerie eventualmente acquistate) da riutilizzare nello stesso od altro progetto, permettendo la eliminazione di buona parte del lavoro ripetitivo e di routine tipico del disegno manuale.

- **Divisione di entità complesse** : E' l'operazione inversa, necessaria ogni qual volta si deve procedere alla modifica di un singola entità compresa in un gruppo senza toccare le altre. E' necessaria anche nel caso si vogliano modificare o adattare i simboli delle librerie eventualmente in dotazione al programma.

Oltre che con i comandi relativi alle primitive grafiche precedentemente descritte, la costruzione degli oggetti tridimensionali avviene anche attraverso operazioni di trasformazione delle primitive grafiche già tracciate. Le principali operazioni possibili riguardano le **Copie multiple** (Array su matrice rettangolare o circolare) e la **Composizione di superfici** diverse (Patch) e sopra tutto le seguenti :

- **Estrusione** : a partire da una figura bidimensionale disegnata in un piano parallelo a uno dei tre piani fondamentali del sistema cartesiano (XY, YZ e XZ) viene generata una superficie rigata la cui terza dimensione (direzione e valore) viene definita dall'utente. In genere, è possibile anche indicare un rapporto dimensionale differenziato per le figure di partenza e di arrivo.
- **Profilatura** : una curva bidimensionale (generatrice) disegnata in un piano parallelo ad uno dei tre piani fondamentali viene sviluppata su un percorso tracciato su un piano perpendicolare a quello su cui è disegnata la curva di partenza. Ad esempio, se il percorso è una circonferenza la figura ottenuta è un solido di rotazione intorno all'asse indicato. Con i programmi più completi è possibile anche realizzare solidi di rotazione spiralforni (angolo di rotazione superiore a 360°) e con rapporto dimensionale eventualmente differenziato per le figure di partenza e di arrivo.

Profilatura di un vaso (Pier Della Francesca)

1.4.7 Le Operazioni booleane

Solidi, in alcuni casi, ancora più complessi possono essere ottenuti a partire dalle primitive tridimensionali mediante le **Operazioni booleane** come addizione, sottrazione o intersezione di solidi.

- **Addizione** : Il comando Addizione solidi (Add) combina due solidi eliminando la parte dei due solidi che risulta sovrapposta. L'operazione risulta anche utile, lavorando su disegni molto grandi, perché in pratica rimuove parti che non sono destinate ad essere visualizzate.
- **Sottrazione** : Il comando Sottrazione di solidi (Subtract) sottrae un solido da un altro; per esempio permette la creazione di fori semplicemente sottraendo dei cilindri.
- **Intersezione** : Il comando Intersezione di solidi (Intersection) crea un solido corrispondente alla parte dei due solidi che risulta comune in quanto sovrapposta.

N° 2 Operazioni Booleane con Autocad 2005

Le operazioni ora descritte ovviamente non sono possibili sui blocchi o simboli se non dopo una operazione di loro suddivisione nelle entità grafiche che li compongono (Ungroup o Explode). (Giorgio Rossetti *)

*(Le parti successive o precedenti sono disponibili per il download nella sezione **Punto CAD**)*

* Il Prof. Rossetti è docente di Architettura presso il Liceo Artistico Statale DeChirico di Roma ed è raggiungibile all'indirizzo e-mail giorgio_rossetti@fastwebnet.it