

UN SOFTWARE PER LA MODELLAZIONE SCULTURATA

di Giulio Casciola

LA MODELLAZIONE GEOMETRICA

Il termine "modellazione geometrica" entrò in uso all'inizio degli anni '70 con il rapido sviluppo della Computer Graphics (CG), della progettazione assistita dal calcolatore (CAD) e delle tecnologie di produzione assistita dal calcolatore (CAM).

Con questo termine ci si riferisce ad un insieme di metodi usati per definire la forma ed altre caratteristiche geometriche di un oggetto. Nel momento in cui si sia interessati esclusivamente all'aspetto geometrico della forma ed in particolare di forme complesse e varie come quelle prodotte da uno scultore si parla di modellazione sculturata ed in letteratura si usano termini quali "sculpture modelling", "free-form modelling" o semplicemente "surface modelling".

La modellazione geometrica permette una descrizione analitica, matematica e quindi astratta. Si crea un modello perchè sia un sostituto conveniente ed economico dell'oggetto reale. Infatti risulta più facile e pratico analizzare un modello che misurare o sperimentare con un oggetto reale.

La CG, il CAD e il CAM sono state le forze trainanti per il rapido sviluppo degli schemi della modellazione geometrica, e naturalmente, è in queste aree che si applica più frequentemente.

La CG, che ha come obiettivo la rappresentazione grafica di oggetti del mondo reale è quella che fa più largo uso di modelli geometrici a partire dai quali genera scene virtuali sempre più realistiche. Un sistema CAD è oggi uno strumento diffusissimo; si tratta di un software che permette, con l'ausilio di una workstation grafica, di progettare molto più velocemente e precisamente fondendo requisiti tecnici funzionali e pregi estetici. Si parla di "industrial design", cioè della progettazione di manufatti, apparecchi, strumenti e simili da prodursi industrialmente in serie.

I progettisti forniscono, via computer, i modelli delle parti di un pezzo per essere prodotte. I computer nella fase di produzione (CAM), interpretano questi modelli e generano istruzioni per macchine robotizzate (a controllo numerico) che realizzano le parti del prodotto. Si può poi passare all'ispezione automatica delle parti finite con un conseguente aumento della qualità finale. Infine c'è l'assemblaggio, a volte ancora manuale, ma sempre più spesso automatizzato.

Negli ultimi anni c'è stata una crescente richiesta di modelli geometrici anche da altre aree: robotica, computer vision, animazione, simulazione con applicazioni in medicina, cartografia, arte, industria cinematografica, pubblicità, televisione, ecc. L'analisi ingegneristica è un importante settore in cui la modellazione geometrica è in crescita; da un modello di un pezzo, tipicamente meccanico, mediante l'analisi agli elementi finiti (FEM), è possibile studiare in modo automatico l'analisi strutturale statica e dinamica di parti soggette a certe condizioni.

Ma qual è l'architettura di un sistema di modellazione sculturata? I principali componenti sono il software di modellazione (che include il costruttore di modelli), un computer (da un PC ad un mainframe), un dispositivo per l'interazione utente (tipicamente grafico), un data base per mantenere i modelli, un display per l'output grafico, e solitamente un insieme di programmi applicativi di supporto.

Nel seguito si vuole introdurre un sistema software, chiamato XCMODEL, per la modellazione sculturata e resa realistica, realizzato presso il Dipartimento di Matematica dell'Università di Bologna.

IL SISTEMA XCMODEL

Le Non-Uniform Rational B-Spline (NURBS) sono un modello matematico ben affermato per la modellazione sculturata. Le NURBS sono divenute lo standard industriale di fatto per la rappresentazione, progettazione e scambio dati fra sistemi di modellazione. Le NURBS fanno parte di molti standard internazionali e, molti package e librerie grafiche le includono per la modellazione di curve e superfici classiche e sculturate.

XCMODEL è un sistema grafico-interattivo basato su NURBS trimmate (l'uso di superficie trimmate permettere la modellazione a topologia arbitraria), con le potenzialità di un sistema professionale, ma realizzato e utilizzabile in ambiente accademico.

XCMODEL è stato progettato per essere un laboratorio di ricerca e didattica, per sperimentare e imparare. È un ambiente ideale per sviluppare, mettere a punto e confrontare metodi e algoritmi della modellazione geometrica e della grafica. Per tale motivo il sistema non è un prodotto finito, nè tantomeno chiuso, ma in costante evoluzione. Il sistema è stato anche adottato in alcuni corsi universitari e post-universitari di modellazione ed è risultato un ottimo laboratorio per fare pratica e capire i metodi studiati fino ai dettagli implementativi. Una delle caratteristiche di XCMODEL che lo rende differente da qualunque altro sistema, soprattutto commerciale, è che assume che l'utente conosca la rappresentazione matematica usata nel sistema. Questo è l'esatto contrario dei sistemi esistenti, che invece assumono che l'utente non abbia alcuna conoscenza specifica e quindi cercano di fornirgli degli strumenti semplici ed intuitivi, ma per questo limitano fortemente le possibilità di modellazione. XCMODEL, rivolgendosi ad un utente con già alcune conoscenze (tipicamente uno studente o un ricercatore), mette a disposizione tutti gli strumenti possibili (parametri di modellazione), risultando estremamente potente e versatile.

Un'altra caratteristica di XCMODEL è quella di essere un sistema aperto, nel senso che vengono dichiarati esplicitamente i metodi adottati e gli algoritmi implementati, contraria-

mente agli altri sistemi in cui, per motivi di concorrenza, vengono tenuti segreti. La nostra politica è talmente differente da quella dei sistemi esistenti, che fra breve sarà disponibile gratuitamente il codice sorgente dell'intero sistema.

Per una dettagliata descrizione dei metodi matematici adottati e degli algoritmi implementati e quindi utilizzati nel sistema si rimanda il lettore a [10] e [11].

XCMODEL integra quattro sottosistemi: un modellatore 2D ed uno 3D per curve e superfici a forma libera, un compositore di oggetti e un sistema per la resa realistica di scene. Il sistema XCMODEL, funziona su piattaforme Unix come Sun SPARC (Solaris), SGI (Irix) e Intel (Linux), e ci aspettiamo che funzioni anche su altre piattaforme Unix senza troppi problemi. Il sistema è composto da moduli e librerie scritti in linguaggio ANSI C, non fa uso di hardware grafico specializzato e si appoggia esclusivamente alla libreria grafica standard Xlib, la libreria di più basso livello del sistema XWindow.

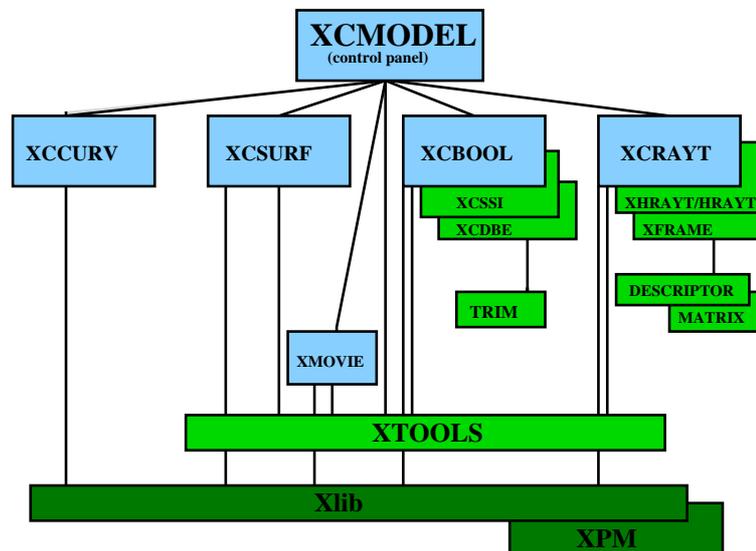


Figura 1: Architettura del sistema XCMODEL

La Figura 1 mostra l'architettura del sistema XCMODEL. L'interfaccia grafica utente (GUI) del sistema è stata realizzata usando la libreria XTOOLS [1] costruita sulla libreria Xlib. Le icone grafiche nella GUI fanno uso della libreria Xpm, (distribuita con Xwindow) che permette di gestire le pixmap. Oltre alla libreria XTOOLS, sono state realizzate altre librerie: la libreria MATRIX [2], per l'elaborazione di vettori e matrici, la libreria descriptor [3], per la descrizione non interattiva di una scena e la libreria trim [4] per la visualizzazione grafica in tempo reale di superfici trimmate. Il sistema XCRAJT [9] per la descrizione interattiva di scene e resa realistica fa uso di due moduli: XHRAYT/HRAYT per il ray-tracing e XFRAME per la visualizzazione della scena resa. Il compositore di oggetti XCBOOL [8] fa uso di due sistemi indipendenti: XCSSI per l'intersezione fra superfici e XCDBE, un tool di conversione

per superfici trimmate. L'animazione è gestita da XMOVIE [9] che permette la visualizzazione di singole immagini come di intere sequenze. XCCURV [6] e XCSURF [7] sono rispettivamente il modellatore di curve 2D e il modellatore di curve e superfici 3D. Ogni sottosistema è indipendente dagli altri e può essere installato e fatto funzionare autonomamente. Il pannello di controllo è gestito dal modulo XCMODEL [5] che svolge la funzione di system manager.

La versione 1.0 di XCMODEL è stata presentata al Convegno "Analisi Numerica: Metodi e Software Matematico", tenutosi a Ferrara nel gennaio 2000 [10]. Questa manifestazione ci dà l'opportunità di presentare in anteprima la versione 2.0 nettamente migliorata e resa ancor più stabile e robusta rispetto alla precedente. Tale versione è fruibile, insieme alle librerie realizzate, alla documentazione (relativa alla versione 1.0) e ai numerosi modelli, al sito:

<http://www.dm.unibo.it/casciola/html/xcmodel.html>

Le figure 2 e 3 che seguono sono due esempi prodotti con il sistema XCMODEL.

RINGRAZAMENTI

Il sistema è stato sviluppato nel corso di parecchi anni, e i miei ringraziamenti vanno a tutti coloro, in particolare studenti, che hanno contribuito in un qualche modo alla sua realizzazione. La speranza è quella di avere tanti altri generosi aiutanti per tenere tale software aggiornato e farlo ulteriormente crescere.

RIFERIMENTI

- [1]S.Bonetti, G.Casciola, xtools library: Programming Guide - Version 1.0, Department of Mathematics, Bologna, Italy (1999).
- [2]S.Bonetti, G.Casciola, MATRIX library: Programming Guide - Version 1.0, Department of Mathematics, Bologna, Italy (1999).
- [3]S.Bonetti, G.Casciola, descriptor library: Programming Guide - Version 1.0, Department of Mathematics, Bologna, Italy (1999).
- [4]G.Casciola, G.De Marco, trim library: Programming Guide - Version 1.0, Department of Mathematics, Bologna, Italy (1999).
- [5]G.Casciola, xcmodel: a system to model and render NURBS curves and surfaces, User's Guide - Version 1.0, Progetto MURST: "Analisi Numerica: Metodi e Software Matematico", Ferrara (2000).
- [6]G.Casciola, xccurv: the 2D modeller, User's Guide - Version 1.0, Progetto MURST: "Analisi Numerica: Metodi e Software Matematico", Ferrara (2000).
- [7]G.Casciola, xcsurf: the 3D modeller, User's Guide - Version 1.0, Progetto MURST: "Analisi Numerica: Metodi e Software Matematico", Ferrara (2000).
- [8]G.Casciola, G.DeMarco, xcbool: the object composer, User's Guide - Version 1.0, Progetto MURST: "Analisi Numerica: Metodi e Software Matematico", Ferrara (2000).
- [9]G.Casciola, xcrayt: the scene descriptor, User's Guide - Version 1.0, Progetto MURST: "Analisi Numerica: Metodi e Software Matematico", Ferrara (2000).

[10]G.Casciola, S.Morigi, xcmode: an aCADedmic system, Annali Università di Ferrara - Sez. VII-Sc.Mat., Supplemento al Vol.XLV (2000).

[11]G.Casciola, S.Morigi, The trimmed NURBS age, Advances in Computation: Theory and Practice; Recent Trends in Numerical Analysis, eds.L.Brugnano, D.Trigiante, Nova Science Books and Journals (2000).



Figura 2: esempio di modellazione e resa con XCMODEL: scacchi allo specchio.



Figura 3: esempio di modellazione e resa con XCMODEL: regina riflessa.