

# Indice generale

<b>Introduzione</b>	.....	<b>xiii</b>
<b>Parte I</b>	<b>Territorio, architettura, ambiente</b>	<b>1</b>
<b>Capitolo 1</b>	<b>Terreni digitali</b>	<b>3</b>
	Ambiti di applicazione di un DTM	4
	Costruzione di un DTM	5
	Acquisizione dei dati per la costruzione di un DTM	5
	Precisione del DTM	7
	Definizione del modello DTM e algoritmo di interpolazione	8
	DTM da superfici patch	10
	Effetti della Rigidità sulla creazione di una patch	12
	DTM da bitmap	14
	Rhino e Zsurf	15
<b>Capitolo 2</b>	<b>Tiling</b>	<b>19</b>
	Studio delle decal	20
	Applicare decal su superfici piane	21
	Decal su superfici troncate	24
	Tiling su pareti verticali piane	25
	Tiling su superfici orizzontali piane	27
	Casi particolari di tiling	29
	Varianti al tiling	31
	Creare ambientazioni	31
	Conteggiare i materiali impiegati	34
	Ambientazioni complesse	36
	Mosaici	41
<b>Capitolo 3</b>	<b>Nuvola di punti</b>	<b>43</b>
	Introduzione	44
	L'oggetto nuvola di punti	45
	Mesh da punti	46
	Campionare una mesh da nuvola di punti	48

	Analisi di una mesh campionata .....	49
	Verificare una mesh .....	50
	Correggere i difetti di una mesh .....	52
	Diagnostica dell'esportazione mesh STL .....	53
	Procedimento per la modellazione 3D del rudere romano .....	54
	Acquisizione dei dati .....	54
	Elaborazione della nuvola di punti .....	54
	Poligonalizzare per gruppi di punti .....	57
<b>Capitolo 4</b>	<b>Modellazione digitale del Tempio Bayon ad Angkor - Cambogia.....</b>	<b>61</b>
	Il rilievo di Jacques Dumerçay.....	64
	Incongruenze nel rilievo.....	64
	Costruzione del modello in AutoCAD.....	65
	Il volto del Buddha.....	69
	L'importazione del modello AutoCAD in 3ds Max.....	73
	Creazione del file STL.....	77
	Meshing del volto in Rhinoceros .....	80
	Inserimento degli elementi architettonici del Tempio .....	83
	Controllo della mesh .....	86
	Conclusioni .....	92
<b>Parte II</b>	<b>Progettazione orafa .....</b>	<b>95</b>
<b>Capitolo 5</b>	<b>Fondamenti di progettazione orafa .....</b>	<b>97</b>
	Pianificare le operazioni preliminari .....	98
	Disegnare le curve di base.....	98
	Creare le superfici di base .....	99
	Modificare le superfici .....	100
	Modellare con le curve UV.....	101
	Creare curve UV .....	103
	Applicare curve UV.....	104
	Modellare con le serie.....	105
	Serie rettangolare.....	107
	Serie polare .....	107
	Serie lungo una curva .....	107
	Serie lungo una superficie.....	108
	Serie lungo una curva su superficie .....	110
	Serie incrementale lungo una curva .....	110
	Serie incrementale lungo una curva su superficie.....	111
	Castoni .....	112
	Orientare forme piane .....	115
	Proiezione di curve piane su superfici a doppia curvatura .....	117
<b>Capitolo 6</b>	<b>Progettazione orafa avanzata .....</b>	<b>123</b>
	Modellare con le tre viste piane.....	124
	Analisi della continuità e fusione delle superfici.....	128
	Correggere i difetti delle superfici.....	130

	Interventi complessi sulle superfici .....	133
	Alcune considerazioni sulle operazioni booleane .....	135
	Ancora sulle curve UV .....	136
	Analisi dei bordi sulle polisuperfici .....	138
	Strategie di modellazione orafa avanzata .....	140
	Superfici torse.....	144
	Modellare con gli UDT .....	148
	Applicazioni UDT.....	148
	Scorri lungo una curva: il nastro di Möbius.....	149
	Scorri lungo una curva applicato ai solidi e alle mesh.....	149
	Scorri lungo una superficie.....	150
	Splop.....	153
	UDT Deformazione a vortice.....	154
	UDT Gabbia.....	155
	UDT Piegare e Torci .....	156
<b>Capitolo 7</b>	<b>Serie incrementale su lamine dorate torse .....</b>	<b>159</b>
	Introduzione.....	160
	Il lavoro commissionato .....	161
	La modellazione.....	163
	Le curve .....	163
	Le superfici e i solidi ermetici .....	164
	Le curve UV come supporto alla modellazione .....	166
	Il plug-in TechGems e la serie incrementale distribuita su una superficie sghembo-torsa.....	168
	I file STL.....	169
<b>Capitolo 8</b>	<b>UDT e scultura digitale orafa .....</b>	<b>173</b>
	Introduzione.....	174
	Come funzionano gli UDT .....	177
	Applicazioni UDT.....	178
	Scolpire modelli digitali con gli strumenti di deformazione UDT.....	180
	Analisi delle applicazioni UDT .....	180
	Scorri lungo una curva .....	181
	Scorri lungo una superficie.....	182
	Splop.....	183
	Altri UDT e applicazioni combinate.....	183
	Maelstrom e Splop.....	183
	Torci e Gabbia.....	184
	Scolpire modelli digitali con immagini in scala di grigio.....	184
<b>Parte III</b>	<b>Progettazione calzaturiera .....</b>	<b>189</b>
<b>Capitolo 9</b>	<b>La progettazione del sottopiede.....</b>	<b>191</b>
	Analisi dei presupposti.....	192
	Analisi delle relazioni fra i diversi operatori nel settore calzaturiero .....	193
	Funzionalità e caratteristiche dei sistemi CAD attualmente disponibili .....	195

	Innovatività del software proposto .....	197
	Validazione e sperimentazione.....	200
	Progettare il sottopiede .....	200
	Il processo di ricavo del sottopiede dalla forma.....	203
	Spianamento del sottopiede della forma digitale.....	203
	Definizione di uno standard aziendale .....	206
	Costruzione di uno standard .....	209
	Analisi della curvatura dello standard del sottopiede .....	211
	Creazione della dima di controllo della superficie inferiore del sottopiede .....	214
	Il sottopiede di pulizia.....	215
	Sviluppo in taglie delle sagome .....	215
<b>Capitolo 10</b>	<b>La progettazione della suola .....</b>	<b>217</b>
	Classificazione della suola.....	217
	Progettazione della suola .....	219
	Procedura per ricavare lo standard di una suola.....	220
	Progettare in 3D: analisi qualitativa di un concept.....	223
	Progettare una suola 3D .....	226
	Creare le linee portanti di stile .....	229
	Interventi sulle superfici.....	231
	Decorare superfici.....	234
	Creare il solido chiuso della suola.....	235
	Suole complesse.....	238
<b>Capitolo 11</b>	<b>La progettazione del tacco .....</b>	<b>243</b>
	Tipologia.....	243
	Materiali.....	244
	I dati tecnici e stilistici del tacco .....	246
	Realizzare un tacco.....	249
	Raggruppamenti per il tacco.....	254
	Sviluppo in taglie dei tacchi .....	255
	Modellare tacchi .....	255
	Tacco applicato tipo Bally.....	256
	Tacco zeppa.....	258
	Tacco coda .....	259
	Altri esempi di modelli di tacchi .....	261
<b>Capitolo 12</b>	<b>La progettazione della tomaia .....</b>	<b>265</b>
	L'innovazione tecnologica .....	265
	Test di espansione su standard tipo B .....	268
	Test di espansione su standard tipo C.....	271
	Lo spianamento delle superfici a doppia curvatura .....	274
	Sintesi del processo di creazione digitale di una calzatura .....	279
	La forma digitale .....	280
	Interventi di taglio sulla forma .....	281
	Ricostruire superfici NURBS tagliate.....	282

Interventi di spianamento sulla superficie .....	283
Decorare la superficie-tomaia.....	284
Suola .....	284
Tacco .....	284
Accessori .....	285
Texture .....	285
Creazione di uno workspace personalizzato.....	286
Creare e personalizzare le barre degli strumenti.....	288
Conclusioni .....	289

<b>Indice analitico .....</b>	<b>291</b>
-------------------------------	------------

*... A Robert McNeel e a tutti gli associati del geniale progetto Rhino,  
a Carlos Perez di McNeel Europe e tutto il suo staff,  
a tutti gli sviluppatori indipendenti e agli utenti di Rhino.  
Grazie.*

## Introduzione

# La singolarità di Rhinoceros

Rhinoceros è un software CAD impiegato in particolare nella modellazione NURBS tridimensionale di oggetti o manufatti in genere, talora di forma estremamente varia e complessa. Rhinoceros (in seguito si farà uso dell'abbreviazione del nome in "Rhino") è un modellatore NURBS-3D per Windows che unifica le regole della progettazione CAD; esso rappresenta una soluzione innovativa per la prototipazione tridimensionale virtuale. È in grado di realizzare forme tridimensionali di qualsiasi natura e complessità, e costituisce attualmente uno dei modellatori NURBS-3D più potenti al mondo. L'implementazione NURBS (il contenuto di tale geometria verrà illustrato nel volume) di Rhino è particolarmente ricca di strumenti e consente di soddisfare ogni esigenza di carattere progettuale: a partire dalla concettualizzazione dello schizzo preliminare su carta, fino ad arrivare alla realizzazione del prototipo 3D completo.

La singolarità di Rhino, rispetto a tutti i sistemi CAD esistenti al mondo, è costituita dalla sapiente organizzazione degli strumenti di lavoro. Gli sviluppatori del software, facenti capo alla società Robert McNeel & Associates, hanno saputo unificare le regole dei tradizionali sistemi CAD (AutoCAD, CADKey, MiniCAD, IntelliCAD ecc.) con quelle dei programmi di modellazione e renderizzazione 3D (3D Studio MAX/VIZ, LightWave, Cinema 4D, Softimage, Maya ecc.) che supportano l'implementazione NURBS. L'ambiente di lavoro è estremamente facile, flessibile, accurato e veloce, rispetto ad altri software molto più costosi, spesso inaccessibili a una fascia di utenza media.

Rhino si occupa marginalmente dell'ambito relativo alla *character animation*. Essendo però in grado di generare oggetti

mesh poligonali, che approssimano la geometria NURBS di base, consente di esportare i modelli in altri programmi e sottoporli ad animazione. È possibile, inoltre, dare supporto alla stereolitografia (tecnica di prototipazione rapida), gestire la digitalizzazione 3D per le applicazioni CAD-CAM, generare file VRML per la visualizzazione interattiva nel Web, eseguire l'analisi delle superfici smussate e molto altro ancora. Si avrà modo di rendersi conto di tali asserzioni man che si affronterà lo studio sistematico e graduale del testo. Ci si accorgerà allora di entrare in un mondo affascinante, com'è quello di Rhino, che attrae in maniera irresistibile, dischiudendo nuove possibilità da conquistare, gradualmente.

Rhino trova applicazione in moltissimi ambiti produttivi e professionali: in architettura e interior design; in ingegneria civile, meccanica, navale, dei trasporti, aerospaziale; nel settore automobilistico e dell'industrial design in genere; in oreficeria; nel settore calzaturiero ecc. Grandi compagnie industriali e organizzazioni quali General Motors, LEGO, Ford, Fiat, Toyota, Compaq Computer, Electrolux, Nokia, Walt Disney, US Airforce, Nintendo, CIA, Centro Italiano Ricerche Aerospaziali, Fox/Paramount, Adidas, Frank O. Gehry & Associates, per citarne alcuni, hanno scelto Rhino per la loro attività professionale e di ricerca. Per maggiori informazioni sull'utenza Rhino è possibile consultare il sito internet [www.rhino3d.com](http://www.rhino3d.com) alla voce *users*.

Rhino è ora rilasciato in versione 4.

## A chi è rivolto questo libro

Questo libro non si rivolge a utenti principianti, bensì a coloro che già hanno acquisito una certa familiarità con il software. In ogni caso, anche l'utente principiante potrà usare questo testo dopo aver acquisito gli elementi di livello base e avanzato, la cui documentazione è scaricabile dal sito ufficiale o in altri libri di testo introduttivi a Rhino, facilmente reperibili in commercio.

Gli argomenti trattati sono di carattere prettamente professionale, e interessano principalmente l'ambito del territorio, del paesaggio dell'architettura, della progettazione orafa e della progettazione calzaturiera. Alcuni di questi sono argomenti piuttosto complessi: per tale motivo è necessario essere in possesso di tutta una serie di nozioni che si acquisiscono generalmente in un corso di primo di livello, meglio

ancora se si è approfondito il livello avanzato relativamente alla topologia NURBS, al caricamento dei plug-in prodotti da terze parti, alla personalizzazione e creazione di alcune icone di comando, alla creazione e all'editing delle superfici, soprattutto per quanto riguarda le condizioni di tangenza e di curvatura fra superfici.

In Rhino c'è molto da imparare, e più si approfondisce lo studio del programma, più si dischiudono orizzonti che con altri software potevano sembrare impossibili da raggiungere. Essendo l'autore un professionista di modellazione 3D e prototipazione, sa bene quanto sia difficile a volte il cammino da percorrere per arrivare alla conoscenza approfondita di taluni aspetti della materia. Se ci si avvicina a Rhino con entusiasmo e forza di volontà i risultati arriveranno presto, per tutti.

## La struttura del libro

Il libro è strutturato in tre parti, ciascuna composta da quattro capitoli, corrispondenti ad altrettanti settori di applicazione: architettura-territorio-ambiente, orafa, calzaturiero.

Nella Parte prima vengono affrontati argomenti di studio che interessano principalmente il territorio, l'ambiente e l'architettura. In essa sono trattati casi di studio realmente affrontati, sviluppati e conclusi, come del resto nelle altre parti.

La Parte seconda sviluppa la progettazione orafa. Si tratta di argomenti a volte complessi, ma in ogni caso risolvibili da un utente medio-avanzato.

La Parte terza interessa la progettazione calzaturiera e indaga tutte le fasi di sviluppo e produzione di una calzatura classica e sportiva e delle sue parti componenti: sottopiede, suola, tacco, tomaia. Ogni Parte è indipendente dalla successiva, per cui il lettore è libero di affrontare l'argomento che più lo interessa. A seconda dell'esperienza individuale e dello specifico campo di applicazione professionale, le informazioni contenute nel testo possono aiutare a individuare il percorso formativo adatto alle proprie esigenze.

## CD allegato

Nel CD allegato sono presenti i file (.3dm) di molti esempi presentati nel testo. Delle note nei capitoli ricordano la dispo-

**NOTA**

La versione demo di Rhinoceros presenta tutte le funzionalità della versione ufficiale, ma permette di effettuare solo 25 operazioni di salvataggio. Dopodiché la demo può essere ancora utilizzata senza però la possibilità di salvare il lavoro svolto.

nibilità di questi materiali e ne indicano il percorso sul CD. Sempre nel CD è disponibile una versione demo di Rhino (la stessa versione è anche scaricabile all'indirizzo <http://www.rhino3d.com/download.htm>).

## Il software utilizzato nel testo

Il software di riferimento utilizzato in questo testo è Rhinoceros 4.0, attualmente l'ultima release prodotta da Robert McNeel & Associates, che integra la precedente versione 3.0. È doveroso precisare che il presente testo potrebbe essere utilizzato anche con la versione 3.0, previa installazione dei *bonus tools*, soprattutto per quanto concerne l'analisi e la riparazione delle mesh in Rhino. Soltanto nell'applicazione degli UDT (*Universal Deformation Technology*) è necessario possedere Rhino 4.0, essendo quest'ultima una tecnologia introdotta solo a partire da tale versione.

## Rhinoceros

Rhinoceros è, come già ampiamente descritto in precedenza, un potente software di modellazione NURBS-3D. Ovviamente è possibile realizzare anche qualsiasi disegno in 2D, ma lo scopo principale per il quale Rhino è stato creato interessa la modellazione tridimensionale.

L'interfaccia del programma è altamente personalizzabile e può assumere diverse configurazioni con set di icone, colori per lo sfondo delle viewport (all'apertura del programma esso si presenta con le classiche quattro finestre di visualizzazione affiancate), per la griglia, per gli assi di riferimento ecc.

Gli approcci alla modellazione tridimensionale con Rhino possono essere di tipo diverso e dipendono ovviamente dal tipo di disegno che si intende realizzare. Tuttavia non esistono vincoli di sorta, in quanto Rhino integra perfettamente modellazione solida e di superficie. Tutto si basa sul concetto che un solido, secondo Rhino, non è altro che una superficie chiusa che, pur restando fedele al concetto di superficie, presenta tutte le caratteristiche proprie di un solido. Risulta facile quindi intuire i vantaggi e le potenzialità offerte da una tale interpretazione; è possibile infatti eseguire indifferentemente, sul modello solido da elaborare, operazioni effettuate tra superfici come lo *split* e il *trimming* (entrambi tagli di superfici tramite curve o altre superfici), ovvero operazioni eseguibili di

solito unicamente tra solidi come quelle booleane di unione, sottrazione e intersezione.

Gioca a suo favore la possibilità di esportare i modelli tridimensionali nei più disparati formati, e questo è uno dei fiori all'occhiello del pacchetto. Alcuni fra i più noti formati supportati per l'esportazione sono: *Alias/Wavefront* (.obj), ACIS, *Adobe Illustrator*, *AutoCAD* (.dwg e .dxf), *LightWave* (.lwo), VRML, STL, UDO-Moray, *PovRay* (.pov) e IGES; attraverso quest'ultimo si possono esportare anche file per gli ambienti *3D Studio MAX/VIZ*, *Maya*, *Softimage* e per diversi altri come *Catia*, *Mechanical Desktop*, *Pro/E*, *Unigraphics* ecc., pronti per essere impiegati anche in ambienti di produzione e realizzazione di prototipi.

Con la versione 4.0 di Rhino si sono ampliate moltissime funzionalità, migliorando il funzionamento per la gestione delle condizioni di continuità delle curve e per la creazione di alcuni tipi di superficie, per i quali risultano adesso possibili molte più impostazioni di tangenza e curvatura sui bordi. Ulteriori novità da segnalare sono la presenza di un plug-in che permette a Rhino di avviare script in formato *VBScript* e *JScript*, nonché la nuova implementata capacità di gestire file in una nuvola di punti e creare delle sezioni NURBS da questi. Infine, con la tecnologia UDT, brevettata dal dipartimento di matematica della Robert McNeel, e la possibilità di *registrare la storia* della modellazione, è possibile ottenere modelli estremamente complessi.

È da segnalare per tutti gli utenti di Rhino la nuova sezione *Rhino Labs*, consultabile nel sito internet [www.rhino3d.com](http://www.rhino3d.com). Si tratta di una raccolta di nuovi plug-in in avanzato studio di realizzazione, aperta a tutti, dove è possibile testare quanto viene proposto, al fine di potenziare alcune funzionalità di Rhino 4.0 che saranno introdotte come standard nella futura versione 5.0. È vivamente consigliato consultare questa sezione e segnalare alcune possibili limitazioni o bug ancora presenti nei plug-in proposti. Di notevole pregio risulta il plug-in *Mesh Repair* per l'analisi, correzione e riparazione delle mesh e anche il plug-in *Squish*, utilizzato per lo spianamento di superfici non sviluppabili. Ambedue sono utilizzati da chi scrive per l'analisi dei file STL e per lo spianamento delle lamine a doppia curvatura o sghembo-torse in ambito orafa e per lo studio della cambratura delle tomaie in ambito calzaturiero.

Con Rhino 4 viene proposto anche il plug-in *Flamingo*, acquisibile separatamente, con il quale, grazie a un'interfac-

cia totalmente integrata con l'ambiente di modellazione, è possibile ottenere rendering di elevata qualità (merito dell'algoritmo *Photometric\Radiosity*).

## Flamingo render

Si tratta di un renderizzatore installabile indipendentemente, come qualunque altro software, ma la cui installazione va in un certo senso a sostituire il renderizzatore presente di default in Rhino. Flamingo è un renderizzatore *Raytrace* che include l'algoritmo *Photometric\Radiosity* e permette di creare immagini altamente realistiche. Essendo un algoritmo particolarmente potente nel calcolo degli effetti della luce indiretta, usato opportunamente in combinazione con gli algoritmi Ray tracing, il *Radiosity* può produrre immagini dall'illuminazione diffusa molto accurata. Fra le particolarità di Flamingo in questo caso vi è la possibilità di effettuare l'analisi dell'illuminazione in merito al tipo di luci adottate, nonché di eseguire l'analisi diretta delle forme del modello tridimensionale e della sua illuminazione in un particolare contesto scenico. Flamingo dispone di un editor materiali e di strumenti di illuminazione particolarmente mirati e utili per lo studio di ambienti chiusi, per esempio la simulazione degli effetti prodotti dalla luce diurna proveniente dall'ambiente esterno attraverso le finestre. Quest'ultimo effetto è reso possibile grazie all'uso di apposite sorgenti luminose chiamate, non a caso, "windows" che provvedono automaticamente a simulare al meglio (in termini di rifrazione e riflessione) l'influenza che cielo e terra esercitano sull'illuminazione di un ambiente chiuso. L'ambiente esterno dovrà avvolgere completamente la scena ed essere opportunamente settato nei colori (alba, tramonto, sera ecc.) e nell'intensità (eventuale presenza di nuvole).

## TechGems

Si tratta di un pregevole plug-in per Rhino ideato e prodotto dallo spagnolo Alex Antic (<http://www.techjewel.com>), specifico per le applicazioni orafe. Anch'esso potenzia le funzionalità di Rhino per quanto concerne la progettazione orafa. Le applicazioni di questo plug-in saranno descritte nel Capitolo 5 e approfondite nel Capitolo 7.

# Ringraziamenti

Un sentito ringraziamento va all'architetto Nicola Sartorato e all'architetto Alessio Bortot per aver contribuito a far nascere quest'opera, fornendo tutti i dati da loro elaborati per modellare il complesso architettonico del Tempio del Bayon in Cambogia.

Sentiti ringraziamenti anche alla redazione di Apogeo e in particolare al dottor Fabio Brivio e alla dottoressa Francesca Cappennani.