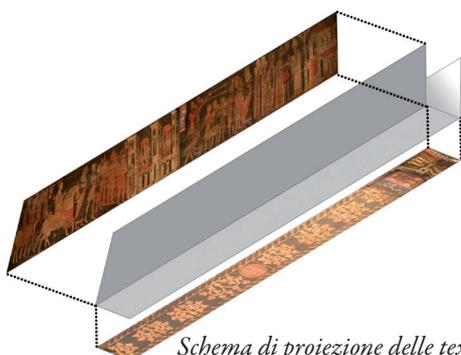




Modello digitale texturizzato di una mensola lignea del XIV secolo.

Il texturing è stato ottenuto attraverso all'assegnazione alla superficie mesh di una bit-map composta da tre immagini affiancate. La mappa è stata proiettata sull'oggetto da più direzioni per mezzo di più mappature planari e ottimizzata attraverso l'editor delle coordinate UV.



Schema di proiezione delle texture

Il termine *mappatura* o *texturing* indica il processo che permette di associare informazioni cromatiche, di una immagine o di un *pattern*, a punti di una superficie poligonale o NURBS.

Il colore rappresenta un dato fondamentale che viene assegnato agli oggetti, presenti nella scena, per mezzo di un materiale definito anche *shader*; nell'ambito della grafica 3D il materiale rappresenta quel dato che, associato ad una superficie, permette di ottenere una data simulazione materica più o meno di tipo realistico. È facile intuire, come la sola componente cromatica, non permette di simulare un dato materiale presente in natura; all'interno dello *shader* infatti, si rende possibile, (grazie alla presenza di una interfaccia grafica che varia a seconda del software utilizzato) l'intervento su svariati parametri che ne definiscono le sue caratteristiche qualitative come il colore, la trasparenza, la ruvidità, la translucenza e il *surface shading*; quest'ultimo, gestisce il comportamento di diffusione della luce incidente sulla superficie. Esistono diversi modelli *shadings* (*Lambert*, il *Phong*, il *Blinn*, l'*Anisotropic* ecc...) che, attraverso diversi algoritmi di calcolo, simulano il comportamento di diffusione della luce di vari materiali presenti in natura, come metallo, plastica, legno ecc..., lo shading introduce ulteriori parametri di gestione come la micro-rugosità delle superfici, la diffusione, la specularità, la brillantezza, la riflettanza ecc., parametri che generalmente variano a



Modello digitale texturizzato di di un soffitto ligneo.

seconda del tipo di *shader* scelto.

Allo *shader* possono essere associate altre informazioni come il *bump*, che simula la rugosità del materiale, o il *displacement* che modificando la geometria delle superfici in fase di rendering, crea l'effetto rilievo sulla stessa.

Il colore dello *shader* può essere assegnato per mezzo di componenti RGB che ne definiscono una tinta di tipo uniforme o attraverso una mappa di colore che può essere indipendentemente un'immagine o un *pattern*. La mappa di colore permette di assegnare una trama o *texture* alla superficie dell'oggetto a cui sarà applicato un determinato *shader*; questo processo di assegnazione di una *texture* viene definito *texture mapping* o *texturing*.

Come già accennato, alla base del *texturing* vi è la mappa; questa viene generalmente classificata in due categorie distinte: 2D e 3D *maps*.

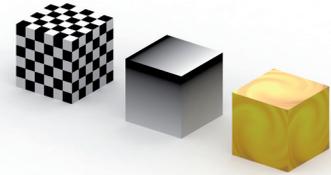
Le mappe 2D sono generalmente costituite da immagini raster, che sono impiegate oltre che per la mappatura delle superfici, anche come mappe ambientali per la creazione di sfondi per le scene; le 2D *maps* possono anche essere di tipo *procedurale*, che a differenza delle bitmap non occorre che siano archiviate su un dispositivo di memorizzazione di massa come immagini predefinite; elaborate e calcolate secondo specifici algoritmi tali mappe generano delle trame che si caratterizzano per la risoluzione indefinita. Tra le mappe 2D procedurali ricordiamo le mappe *checker*, *gradient*, *swirl* ecc...

Le mappe 3D sono esclusivamente di tipo *procedurale*, calcolate secondo algoritmi che definiscono i colori dell'intero spazio occupato dall'oggetto a cui è assegnato il materiale; queste speciali mappe definiscono una trama spaziale lungo le tre dimensioni che investe letteralmente l'oggetto; una sezione del modello così mappato permette di notare come il *pattern* si distribuisce in maniera omogenea e logica anche all'interno secondo le specifiche proprie della mappa; le principali mappe 3D permettono di simulare materiali particolari come legno, marmo, liquidi ecc...

La mappatura di un oggetto avviene attraverso un processo di proiezione definito *texture projection*; questa operazione determina una corrispondenza tra i *pixel* della *texture* e i punti della superficie. La proiezione della mappa è gestita attraverso le tre coordinate UVW definite coordinate di mappatura, del tutto analoghe alle coordinate XYZ che definiscono la posizione spaziale degli oggetti.

La nomenclatura UVW delle coordinate di mappatura trova stretta correlazione con le coordinate XYZ, infatti il gruppo di lettere UVW precede nell'alfabeto il gruppo XYZ, quindi l'asse U sarà l'analogo della X e così via.

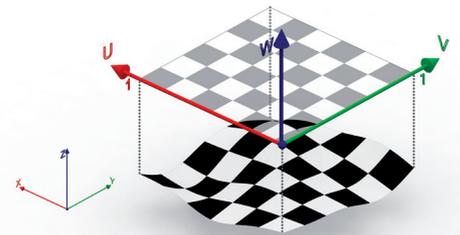
Le *texture* che si basano sulle mappe 2D, come ad esempio le bitmap, necessitano soltanto delle coordinate UV, mentre la coordinata W, è



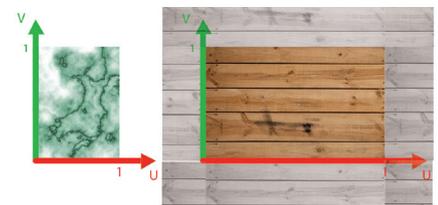
Le mappe procedurali 2D vengono impiegate principalmente per la generazione di effetti di trasparenza, di rumore o rugosità come mappa di *bump*.



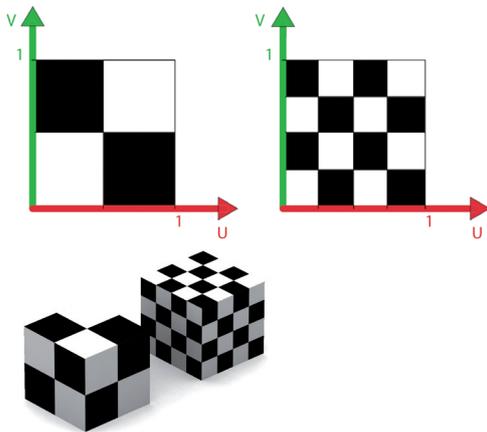
Le mappe procedurali 3D simulano materiali come legno, roccia, marmo, stucco, granito ecc..



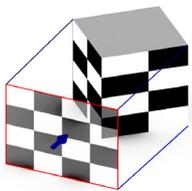
La mappa 2D disposta sul piano definito dagli assi UV, viene proiettata sulla superficie 3D degli oggetti.



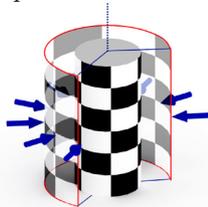
L'unità di misura è espressa in percentuale, essa varia in funzione della larghezza e altezza della texture.



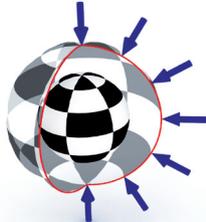
Il tiling permette di ottenere la scalatura della mappa; è importante che una mappa di tipo bitmap, sia scelta in maniera accorta in maniera tale che nelle zone di accostamento non presentino soluzioni di continuità.



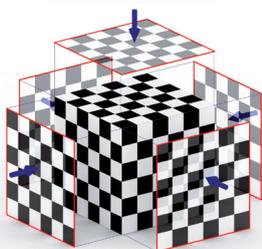
Mappatura planare



Mappatura cilindrica



Mappatura sferica



Mappatura box

impiegata solo nell'utilizzo di mappe procedurali 3D.

Nel piano UV, l'unità di misura sarà espressa in percentuale (0-1), all'interno di questi intervalli si collocherà la mappa 2D. Attraverso l'assegnazione di un fattore di moltiplicazione definito *tiling*, nell'aria sottesa tra 0 ed 1 la *texture* può ripetersi più volte, indipendentemente su l'uno o l'altro asse; questo parametro influisce sull'aspetto delle *texture* proiettata sul modello, infatti, assegnato un fattore di *tiling* maggiore all'unità, questo produrrà un inffittimento della trama, dovuta alla ripetizione della *texture* di base. Ipotizzando di assegnare un fattore di *tiling* di 2 su entrambi gli assi, si avrà una ripetizione di 4 volte della *texture*. Alla mappa può essere applicata inoltre l'opzione di *tile*, cioè la ripetizione infinita della stessa anche fuori dell'intervallo tra 0 e 1. La ripetizione della mappa può avvenire o per semplice accostamento, o attraverso una giustapposizione specchiata generalmente definita *mirror*.

### Il texture projection

La maggior parte dei software di modellazione digitale e *texture mapping*, permette di mappare gli oggetti presenti nella scena, secondo proiezione prestabilite di tipo planare, cilindrica, sferica ecc... In particolare le geometrie primitive, (sfera, cubo, cilindro ecc..) posseggono già le coordinate di mappatura relative alla propria geometria.

La *mappatura planare* proietta la mappa sull'oggetto secondo la normale ad un piano disposto in maniera arbitraria su cui si dispone la *texture* che sarà proiettata sull'oggetto. La giacitura del piano è, quindi, della direzione di proiezione è scelta in base alle necessità e al tipo di oggetto da texturizzare.

La *mappatura cilindrica* proietta la mappa secondo direzioni radiali che convergono ortogonalmente verso l'asse verticale di un ipotetico cilindro su cui è disposta la *texture* da proiettare. Questo tipo di proiezione è usato per oggetti di forma approssimativamente cilindrica e genera su modello una linea di giunzione verticale definita da il congiugimento dei lati opposti delle *texture*; è pertanto indicato l'utilizzo di texture che non presentano grandi difformità cromatiche sui lati opposti.

La *mappatura sferica* è caratterizzata da un sistema di raggi proiettanti che convergono tutti verso un punto definito dal centro della sfera su cui si dispone la *texture*. Una mappa proiettata su un oggetto di forma pressoché sferoidale presenterà un'unica linea meridiana di giunzione dei poli.

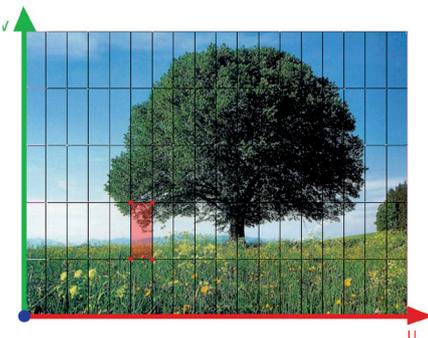
La mappatura definita *box* proietta la mappa da sei o più direzioni normali alle facce di un poliedro sulla quale si ripete la stessa *texture*. Questo tipo di proiezione costituisce un insieme di più mappature planari.

Quando definiamo un determinato metodo di proiezione e lo associamo

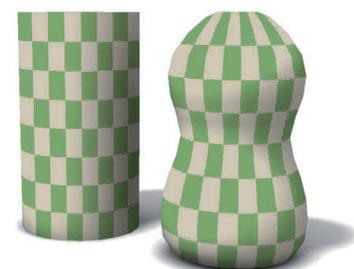
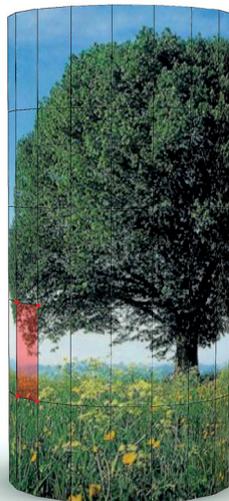
ad un oggetto, viene a instaurarsi una stretta relazione tra *texture* proiettata e geometria dell'oggetto, infatti, ad ogni coordinata XYZ dei vertici della *mesh* vengono assegnate delle coordinate di mappatura UV. Per tale motivo, modificando la geometria dell'oggetto, la *texture* si adegua a tali deformazioni. Come già accennato, una mappa procedurale 3D, definisce i colori di uno spazio, per tale ragione, non è possibile associare tale mappa ad uno dei metodi di proiezione precedentemente descritti che, infatti, necessitano di una mappa esclusivamente di tipo 2D; apportando delle deformazioni attraverso processi di scalatura o deformazioni della superficie ad un oggetto a cui è stata applicata una mappa 3D, si nota che pur variando la trama cromatica, questa non segue la stessa logica di deformazione che ha subito l'oggetto. Ipotizzando di scalare lungo una direzione un oggetto a cui è applicata mappa 3D di tipo legno, è possibile notare come la trama superficiale non subisce uno stiramento ma anzi si arricchisce di ulteriori nuove venature che mantengono lo stesso rapporto proporzionale. Per ottenere delle reali modifiche tra i rapporti di larghezza profondità e altezza del *pattern*, bisogna intervenire sulle coordinate UVW che ne definiscono lo spazio di colore.

Non sempre le tipologie standard di proiezione della *texture* riescono a soddisfare le esigenze di mappatura. Nella maggioranza dei casi, bisogna assegnare una *texture* ad un modello che, per sua conformazione e complessità geometrica, non è possibile associarla in maniera diretta ad uno dei metodi di proiezione già descritti. Per tale motivo i software per la modellazione sono dotati di un modulo per la mappatura personalizzata; tale modulo assume nomi diversi a seconda del software utilizzato (*unwrap UVW*, *UV texture editor* ecc.).

Come già accennato, quando si assegna ad una superficie di tipo poligonale il metodo in cui una *texture* si proietta su di essa, vengono immediatamente attribuite delle coordinate UV ad ogni suo singolo vertice. La gestione di



*Le coordinate di mappatura UV generano una corrispondenza tra poligoni che definiscono la geometria dell'oggetto e poligoni definiti per mezzo di coordinate UV che si svappongono alla texture.*



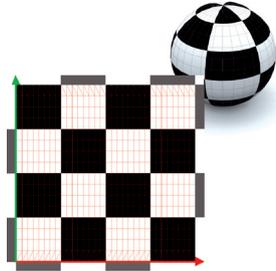
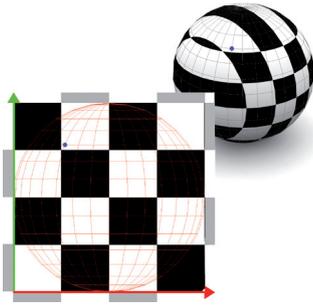
*La deformazione della geometria di un oggetto su cui è proiettata una mappa 2D, influisce sulla texture che ne segue la trasformazione, adeguandosi alla nuova geometria. Le trasformazioni di movimento o ruotazione all'interno della scena, non ne alterano l'aspetto.*



*La modifica della geometria di un oggetto a cui è assegnata una mappa 3D, non altera l'aspetto della trama.*

*Se uno stesso oggetto viene spostato all'interno della scena, la sua apparenza superficiale varia, non essendovi vincoli tra la geometria dell'oggetto e lo spazio di colore definito dalla mappa 3D.*

*In una animazione, dove si rende necessario che la trama superficiale segua le trasformazioni dell'oggetto, è necessario instaurare un vincolo che permette di mantenere l'aspetto inalterato.*

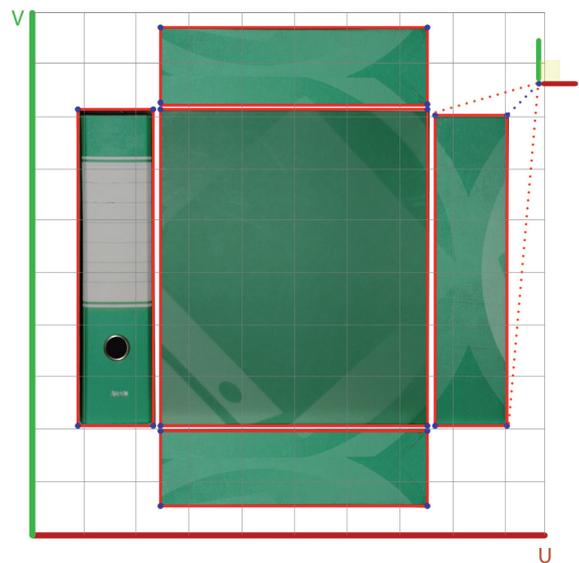


*Lo sviluppo della mesh con coordinate UV viene generata in funzione del tipo di proiezione assegnata all'oggetto. Osservando lo sviluppo di una sfera a cui è stata applicata un proiezione planare (sopra) e una proiezione sferica (sotto), si nota come nel primo caso si ha una proiezione dei vertici sul piano uv, mentre nel secondo si ha lo sviluppo su piano della superficie.*

tali coordinate è possibile per mezzo all'editor UV, dove *texture* e *mesh* poligonale disposta sul piano UV vengono a sovrapporsi; attraverso una serie di strumenti per la manipolazione di facce, lati e vertici, è possibile personalizzare la corrispondenza tra *texture* e poligoni della superficie. La modifica delle coordinate UV influisce sull'aspetto della *texture* sull'oggetto senza apportare modifiche alla geometria dello stesso.

*Texturing di una carpenteria per ufficio mediante l'utilizzo dell'editor UV.*

*L'assegnazione di una proiezione di tipo Box, determina nell'editor uno sviluppo sul piano UV delle facce del parallelepipedo. La possibilità di trasformazione dei vertici, consente di ottimizzare la corrispondenza tra i bordi delle singole facce individuate sulla texture e spigoli corrispondenti sulla scatola.*



---

## Bibliografia

- Fabio D'Agnano, *3ds Max per l'architettura*, Apogeo, 2006.
- Fausto Brevi, *Rendering in Real Time per il Disegno Industriale: Architettura*, su DDD del politecnico di Milano. [www.mediadigitali.polimi.it](http://www.mediadigitali.polimi.it), 2002
- Marco Gaiani, *Della riunificazione di due mondi separati in casa: modellazione e rendering*, su DDD del politecnico di Milano. [www.mediadigitali.polimi.it](http://www.mediadigitali.polimi.it), 2002
- Marco Gribaudo, *Informatica grafica: le texture*, su [www.pgp.unito.it](http://www.pgp.unito.it), 2005.
- Autodesk Maya Press, *Learning Autodesk Maya 2008: The Special Effects Handbook*, Sibex, 2007.