



Grafica al calcolatore

Domande/esercizi



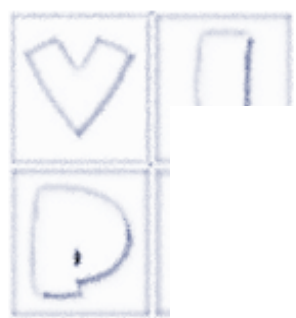
Domande/esercizi

- Qual è la differenza tra punti e vettori?
- Come si rappresentano in coordinate omogenee?
- Che cos'è una combinazione affine, come si può scrivere e cosa rappresenta? Cosa ha a che fare con il guscio convesso di N punti?
- Dati due vettori u e v , trovare una terna ortogonale di cui u sia un elemento
- Si scriva l'equazione del piano passante per i punti $(1,0,0)$, $(0,1,0)$, $(0,0,1)$ e della retta ad esso perpendicolare passante per l'origine $(0,0,0)$



Esercizio

- Si scriva la matrice di trasformazione (coordinate omogenee) che trasla del vettore $(0,1,0,0)$ e successivamente ruoti il sistema di riferimento locale di 45 gradi attorno all'asse Z. Si applichi la matrice al punto $(1,1,-3,1)$ e si calcolino le coordinate che avrebbe il punto proiettato sul piano immagine mediante la trasformazione ortografica standard applicata in OpenGL.



$$T_{\mathbf{t}} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & t_x \\ 0 & 1 & 0 & t_y \\ 0 & 0 & 1 & t_z \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$R_x(\theta) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & -\sin \theta & 0 \\ 0 & \sin \theta & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

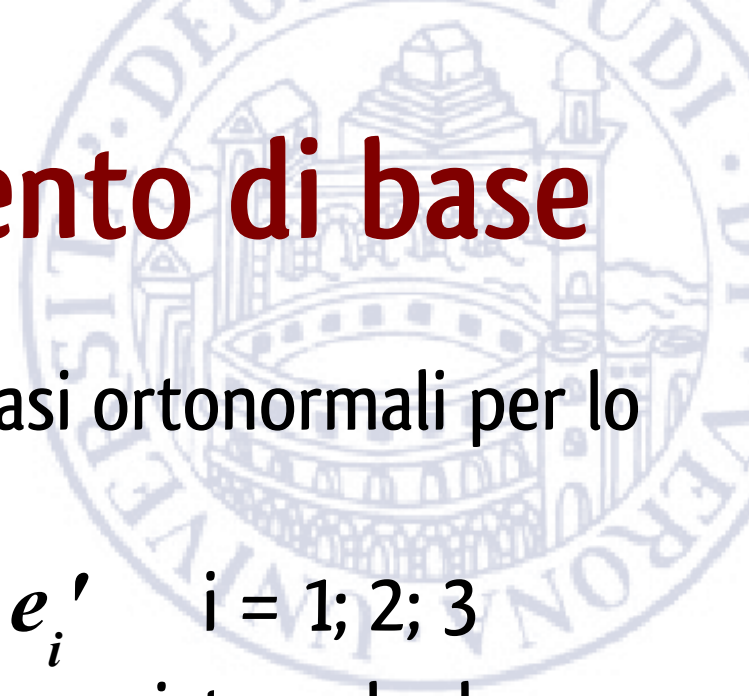
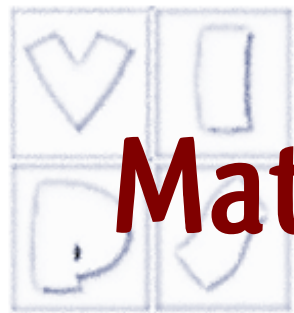
$$R_y(\theta) = \begin{pmatrix} \cos \theta & 0 & \sin \theta & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -\sin \theta & 0 & \cos \theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$R_z(\theta) = \begin{pmatrix} \cos \theta & -\sin \theta & 0 & 0 \\ \sin \theta & \cos \theta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$R(\theta, \mathbf{u}) = \begin{pmatrix} (1-c)u_x^2 + c & (1-c)u_xu_y - su_z & (1-c)u_xu_z + su_y & 0 \\ (1-c)u_xu_y + su_z & (1-c)u_y^2 + c & (1-c)u_yu_z - su_x & 0 \\ (1-c)u_xu_z - su_y & (1-c)u_yu_z + su_x & (1-c)u_z^2 + c & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$



- Si calcoli la matrice che esprime il cambiamento di coordinate tra quelle dello spazio "mondo" e il sistema della telecamera che ha, origine in (0,3,3) in coordinate mondo, l'asse z che punta verso l'origine delle coordinate mondo e l'asse y diretto come l'asse x del sistema mondo.
- Nota: ricordate che una per una rotazione l'inversa è uguale alla trasposta
- $t_{ij} = e'_i \cdot e_j$



Matrici come cambiamento di base

- Siano (e_1, e_2, e_3) e (e'_1, e'_2, e'_3) due basi ortonormali per lo spazio vettoriale
- Sia T la trasformazione che manda e_i in e'_i $i = 1; 2; 3$
- Si può dimostrare che tale trasformazione esiste e che la corrispondente matrice ha $t_{ij} = e'_i \cdot e_j$
- Il generico vettore $v = (v_1, v_2, v_3)$ viene trasformato da T nel vettore $v' = Tv$
- Fino ad ora abbiamo parlato di vettori in modo indipendente dalle componenti e quindi dalla base



- Le componenti di \mathbf{v}' nella base $\{e_i'\}$ sono uguali alle componenti di \mathbf{v} nella base $\{e_i\}$ (perché lo trasformo assieme alla base).

$$\mathbf{v}' = T\mathbf{v}$$

- Sia quindi A la matrice del cambiamento di coordinate cercata, avremo:

$$A\mathbf{v}' = AT\mathbf{v}$$

$$\begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{pmatrix} = AT \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \end{pmatrix}$$

- Dovendo questa relazione valere per ogni \mathbf{v} si ha $A = T^{-1}$
 - Abbiamo dunque trovato la matrice A che trasforma le coordinate di un vettore dalla base $\{e_i\}$ alla base $\{e_i'\}$

- La matrice che trasforma le coordinate dalla base $\{e'_i\}$ alla base $\{e_i\}$ sarà ovviamente A^{-1} , ovvero T
- Le componenti di \mathbf{v} cambiano non perché \mathbf{v} venga trasformato in un nuovo vettore, ma perché è cambiata la base rispetto alla quale sono definite le componenti dei vettori.
- In generale dato un vettore (v_1, v_2, v_3) , la sua trasformazione in (v'_1, v'_2, v'_3) tramite la matrice B può essere vista o come una trasformazione identificata da B del vettore fissata la base, oppure come un cambiamento di base indotto dalla matrice B^{-1} tenendo fisso il vettore
- Nel primo caso si parla di **trasformazione attiva** sullo spazio, nel secondo caso di **trasformazione passiva**



Modellazione

- Cosa si intende per Constructive Solid Geometry?
- Cos'è una mesh di poligoni?
- Cosa si intende per mesh orientabile?
- Cosa si intende per varietà (2-manifold)
- Come si può ridurre la complessità di una mesh?
- Che cos'è uno schema di suddivisione?



Radiometria

- Cosa esprime l'equazione del rendering? Da quali parametri dipende e quale quantità esprime?
- Che cos'è la BRDF? In che senso descrive le proprietà caratteristiche di un materiale? Come si potrebbe misurare?
- Si supponga di voler studiare la superficie di un muro affrescato, distinguendo i vari tipi di materiale. Due materiali potrebbero avere lo stesso colore in un'immagine e BRDF diverse? Spiegare.
- Quali sono le approssimazioni che vengono fatte nel modello di illuminazione di Phong? In che senso lo si può considerare un'approssimazione di una BRDF? Si può ricavare un'espressione della BRDF corrispondente a tale modello?
- Quali sono le migliorie introdotte dai più recenti modelli di illuminazione utilizzati nei programmi grafici?
- Cosa vuol dire illuminazione "locale" e "globale"?



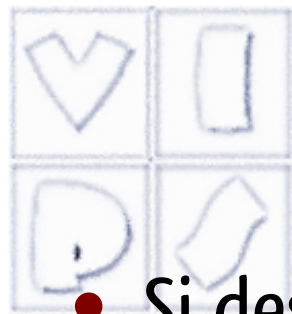
Rasterizzazione

- Quali sono le parti della pipeline di rasterizzazione?
- Illustrare i sistemi di coordinate che sono coinvolti nel pipeline rendering di maglie poligonali, delineando le operazioni che hanno luogo in ciascuno.
- Quali sono gli algoritmi che intervengono nella parte “geometrica” della pipeline? Illustrarli brevemente
- Quali sono gli algoritmi che intervengono nella seconda parte?
- Come funziona la rimozione di superfici nascoste in OpenGL? Descrivere l'algoritmo.
- Si descriva una possibile tecnica per ridurre l'aliasing nella rasterizzazione di linee rette.



Mapping

- Si descriva brevemente la procedura del texture mapping
- Quali problemi comporta l'interpolazione delle coordinate texture proiettate sul fragment shader?
- Come avviene l'associazione delle coordinate texture ai vertici dei modelli? Discutere le varie possibilità
- Cos'è il Bump Mapping? E il normal mapping? Come si potrebbero implementare nel fragment shader?
- Cos'è e come funziona l'environment mapping?
- Cosa si intende per impostori planari? E per billboarding?



Varie

- Si descriva un algoritmo per visualizzare le ombre nella pipeline di rasterizzazione.
- E' possibile simulare ombre "soft"? Come?
- Come viene gestito l'input in una applicazione grafica? Se si può cambiare interattivamente il punto di vista, quali implicazioni ci sono sull'algoritmo di illuminazione da usare?
- Si supponga di avere un modello di statua con 1 milione di triangoli e di voler visualizzarla a figura intera su un display 1024x768
 - E' possibile farlo a frame rate interattivo usando una scheda video con 1Gb di ram dedicata?
 - Ha senso? Quale potrebbe essere una risoluzione sensata considerando la tessellazione abbastanza regolare?



Varie

- Come viene gestita una scena complessa in un'applicazione grafica?
- Quali tecniche si possono utilizzare per limitare il carico della scheda grafica e come questo può essere facilitato dalla rappresentazione delle scene?
- Come funziona un game engine? Quali caratteristiche sono implementate in un moderno sistema di sviluppo come Unity3D?



Visualizzazione

- Cosa si intende per visualizzazione scientifica e dell'informazione?
- Come si può visualizzare un dato acquisito in una griglia regolare volumetrica?
- Cosa si intende per colormap? Quali sono i criteri di scelta per le colormap da associare ai dati misurati
- Come si possono visualizzare dati multidimensionali associati a posizioni spaziali?
- Che cos'è il rendering volumetrico?