

1

Una (imperfetta) categorizzazione dei tipi di modelli digitali 3D

		ELEMENTI DISCRETI			CONTINUI
		regolari «a griglia»	semi-regolari o irregolari		
			elementi simpliciali	elementi non simpliciali	
SUPERFICIALI	2-manifold <i>«rappresenta una vera superficie»</i>	Height Field Range Scan (Geometry Images)	Triangle Mesh	Polygonal Mesh Quad-Mesh Quad dominant Mesh	Subdivision surface Parametric Surface (es. B-splines)
	non-manifold <i>«non rappresenta una sup»</i>	Set di Range Scan	Point Cloud		
VOLUMETRICI	(3-manifold)	Voxels Solid Textures	Tetra Mesh	Hexa Mesh	Implicit model (es. CSG)

2

Point Cloud

- ✓ Insieme di campioni 3D di superficie
- ✓ Non ha alcuna struttura o relazione esplicita fra questi punti
- ✓ Per ogni campione:
 - ⇒ La sua posizione \mathbf{p} (*un punto*)
 - ⇒ La sua normale "normal" \mathbf{n} (*un vettore unitario*) (rappresenta local surface orientation)
 - ⇒ A volte, alcuni attributi come il colore
- ✓ Tipicamente:
 - ⇒ È un insieme molto numeroso
 - ⇒ Presenta difetti, come rumore, e outliers (punti errati, che non stanno affatto sulla superficie)



3

Point cloud

- ✓ La nuvola di punti è un dato superficiale che descrive il *boundary* dell'oggetto 3D (la superficie) attraverso un semplice *campionamento*
 - ⇒ Ogni campione: un punto sulla superficie
- ✓ Per ogni campione, registriamo:
 - ⇒ La sua **posizione** (**un punto 3D**)
 - ⇒ Una descrizione del piano passante per quel punto (nota: qualsiasi superficie, vista abbastanza da vicino, somiglia ad un piano) quindi la sua **normale** (**come un vettore 3D**, vedi dopo)
 - ⇒ Eventualmente, qualsiasi altro dato (relativo a quel punto sulla superficie), detto **attributo** (ad esempio, il colore, o altri dati che descrivono il *materiale*, oppure cose dipendenti dal contesto applicativo, come temperatura, pressione, etc. in una simulazione)



4

Vettori normali (concetto ricorrente in CG)

Come descrivere il piano passante per un punto?

E quindi l'orientamento *locale* di una superficie
(locale = in un suo dato punto)

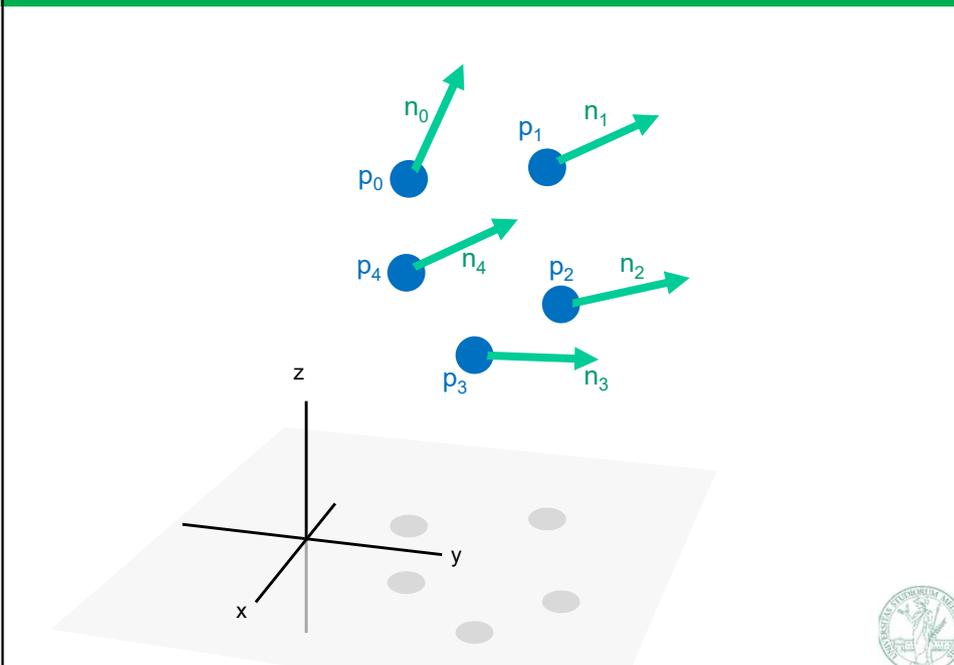
- ✓ Basta descrivere l'*orientamento* di questo piano
- ✓ Possiamo descrivere l'orientamento di un piano fornendo un *vettore 3D* ortogonale al piano
 - ⇒ Detto "vettore normale" o "normale alla superficie" o anche solo "la normale"
 - ⇒ E' un vettore *unitario*
 - ⇒ Nota: è la direzione nella quale una mosca volerebbe, se si trovasse in quel punto e volesse allontanarsi dalla sup. il più velocemente possibile
- ✓ Esempio:
 - ⇒ una superficie *piatta* ha una normale costante in ogni punto, mentre una superficie *curva* ha una normale che varia in ogni punto.

Una nuvola di punti è un campionamento di *posizioni e normali* di una data superficie.



5

Point Cloud



6

Point Clouds: note

- ✓ Ogni campione rappresenta un piccolo intorno di una superficie (detto un “surfel”) attorno a p
 - ⇒ Dato che abbiamo anche l’orientamento locale n
- ✓ Sono facili da **catturare** – da qui la loro popolarità
 - ^ vedi dopo: di tecniche di fotogrammetria
- ✓ Non sono però facili da utilizzare direttamente
 - ⇒ da un punto di vista matematico:
 - non** definiscono davvero una superficie
 - Ad es, una point cloud non separa un esterno da un interno.
 - Quindi, non è possibile determinare il volume di un modello
 - ⇒ da un punto di vista algoritmico:
 - non esiste una relazione di vicinato fra punto
 - e.g. non è immediato trovare i campioni vicini ad un campione dato
 - ⇒ non ideali (due to gaps & overlaps)



7

Point cloud

- ✓ Come si definisce la sua risoluzione?
- ✓ Può avere una risoluzione adattiva?
- ✓ Si presta ad una multi-risoluzione?
- ✓ Può essere re-illuminata?
- ✓ Può essere facilmente editata?
- ✓ L’oggetto rappresentato può essere 3D printed?



8

Point cloud

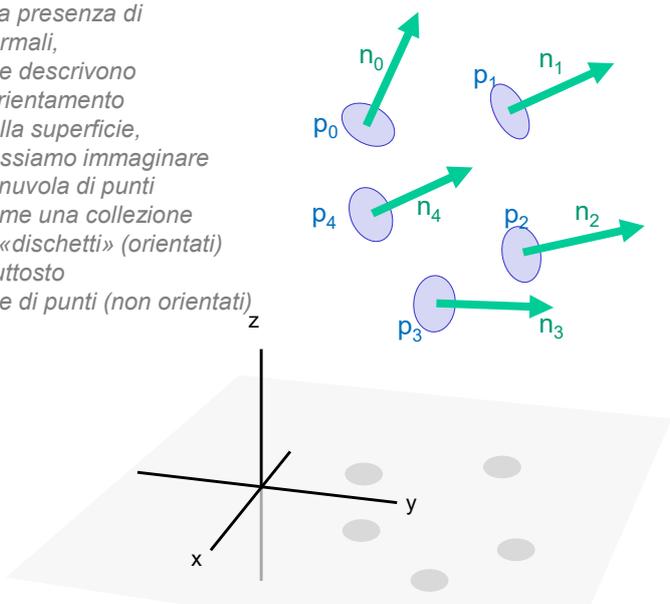
- ✓ Come si definisce la sua risoluzione?
⇒ numero di punti (o vertici)
- ✓ Può avere una risoluzione adattiva?
⇒ si! campionamento non necessariamente uniforme
- ✓ Si presta ad una multi-risoluzione?
⇒ si! basta prendere un sottoinsieme dei punti (vedi poi)
⇒ quindi anche continua
- ✓ Può essere re-illuminata?
⇒ si, grazie alle normali
- ✓ Può essere facilmente editata?
⇒ con molta difficoltà. In pratica, no
- ✓ L'oggetto rappresentato può essere 3D printed?
⇒ no.



9

Point Cloud

Grazie alla presenza di normali, che descrivono l'orientamento della superficie, possiamo immaginare la nuvola di punti come una collezione di «dischetti» (orientati) piuttosto che di punti (non orientati)

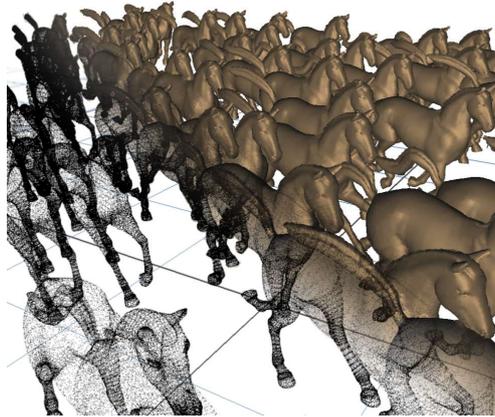


VEDERE LA LEZIONE
Su algebra di punti e vettori

12

Point cloud: rendering

- ✓ Attraverso «point splats»:
- ✓ «splat» = una regione di schermo che viene disegnata per rappresentare il punto



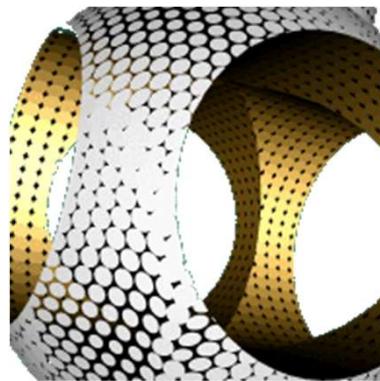
img by Michael Wimmer 2012



14

Point cloud: rendering

- ✓ dimensione dello splat dipende dalla densità dei punti, la distanza, etc
- ✓ disegnabili anche come pezzetti di superficie



possibile
grazie
alle normali!

img by Mario Botsch, 2004



15

Multirisoluzione su point cloud

- ✓ La point cloud è semplice da gestire perché ogni punto è indipendente dagli altri
- ✓ Ad esempio, una semplice **multirisoluzione** si ottiene semplicemente prendendo un sottoinsieme
- ✓ **Strategia:** (adottata ad es. da «qSplat» - Stanford uni)
 - ⇒preordinare la point cloud di N vertici in modo che i primi $M < N$ vertici siano ben distribuiti, per ogni M
 - ⇒(trucco: random shuffle = buona approssimazione!)
 - ⇒in fase di rendering, disegnare solo i primi M vertici per avere una point cloud di risoluzione M

16

Multirisoluzione su point cloud



131,712 splats 132 ms



259,975 splats 215 ms



1,017,149 splats 722 ms



14,835,967 splats 8308 ms

Images by QSplat software

19