

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 (a volte: point-set)

- ✓ Def: un insieme di campioni su una superficie
 - ⇒ Detti “campioni” (samples), “punti”, o “vertici”
(ma meglio usare il termine “punto” per indicare una posizione spaziale)
- ✓ Non c'è alcuna struttura o relazione esplicita fra questi campioni
 - ⇒ Il loro ordine è irrilevante
 - ⇒ Può essere memorizzato in un semplice array
- ✓ Per ogni campione, memorizziamo:
 - ⇒ La sua posizione \mathbf{p} (*un punto*)
 - ⇒ La sua normale (“normal”) \mathbf{n} (*un vettore unitario*)
(rappresenta l'orientamento locale della local surface orientation)
 - ⇒ A volte, alcuni attribute aggiuntivi 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 (a volte: point-set)

- ✓ 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)

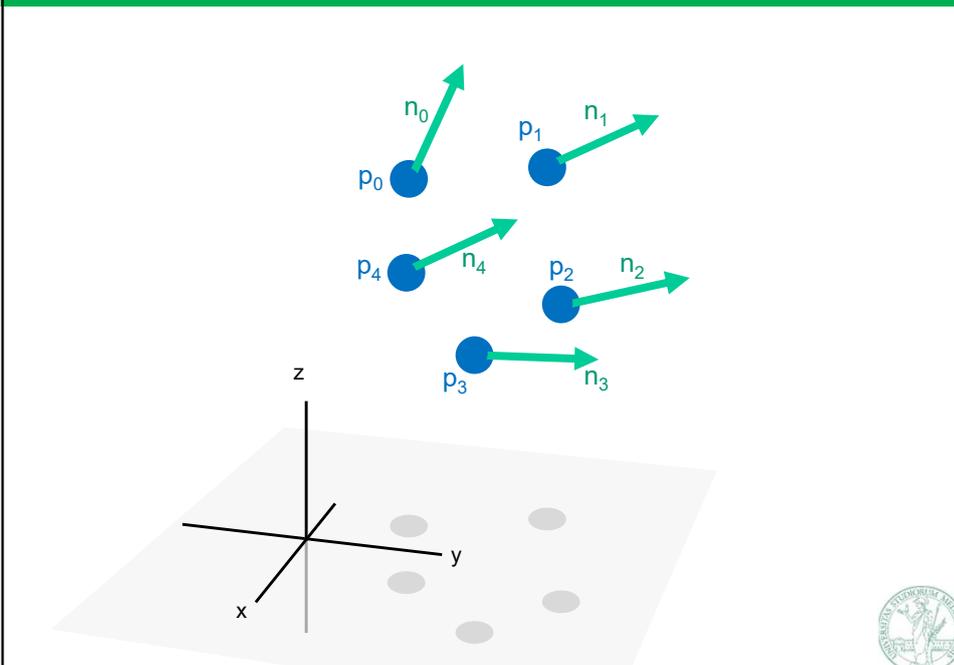
- ✓ Basta descrivere l'*orientamento* di questo piano
- ✓ Possiamo descrivere l'orientamento di un piano fornendo un *vettore 3D* ortogonale al piano
 - ⇒ Detto "vettore normale" o "normale alla superficie" o anche solo "la normale"
 - ⇒ E' un vettore *unitario*
 - ⇒ Nota: è la direzione nella quale 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 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?



7

Point cloud

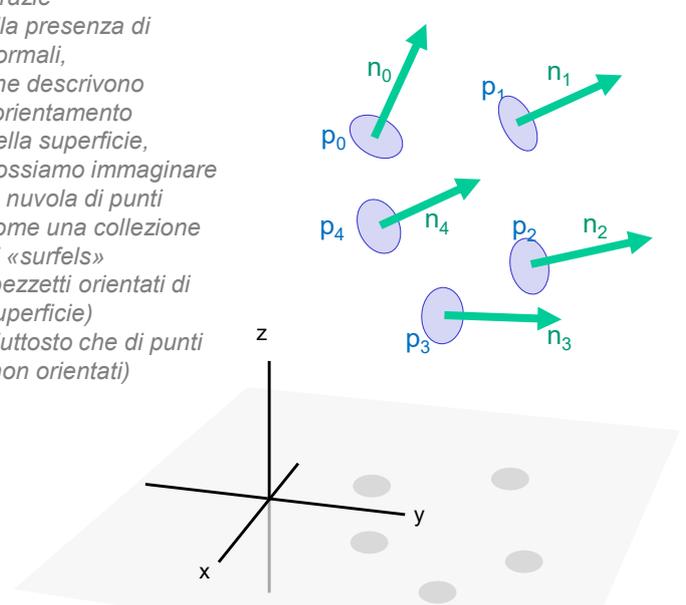
- ✓ Come si definisce la sua risoluzione?
⇒ numero di punti (o vertici)
- ✓ Può avere una risoluzione adattiva?
⇒ si! campionamento non necessariamente uniforme
- ✓ Si presta ad una multi-risoluzione?
⇒ si! basta prendere un sottoinsieme dei punti (vedi poi)
⇒ quindi si tratta di una multi-risoluzione 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.



8

Point Cloud

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



VEDERE LA LEZIONE
Su algebra di punti e vettori

10

Point Clouds: note

- ✓ Ogni campione rappresenta un piccolo intorno di una *superficie* (detto un “surfel”) attorno ad un punto \mathbf{p}
 - ⇒ Grazie a l'orientamento locale, la “normale” \mathbf{n}
- ✓ Le nuvole di punti sono facili da **acquisire** – da qui la loro popolarità come rappresentazione di modelli 3D
 - ^ vedi per es tecniche di fotogrammetria
- ✓ Non sono però agevoli da utilizzare direttamente nelle applicazioni, a causa di problemi come...
 - ⇒ **non** definiscono rigorosamente una superficie
 - Per es, una point-cloud non separa un esterno da un interno.
 - Quindi, non è possibile determinare il *volume* dell'oggetto rappresentato
 - ⇒ da un punto di vista algoritmico:
 - non esiste una relazione esplicita di vicinato fra i surfel
 - per es, non è immediato trovare i campioni vicini ad un campione dato
 - ⇒ ambiguità nella rappresentazione: ad es, dati due surfel vicini fra loro, non sappiamo se siano pezzi di superficie contigui o se fra fra loro vi sia un gap non rappresentato nel modello



11