

Un prototipo di 3D scanner

Visual Computing Group 1999

Obiettivi

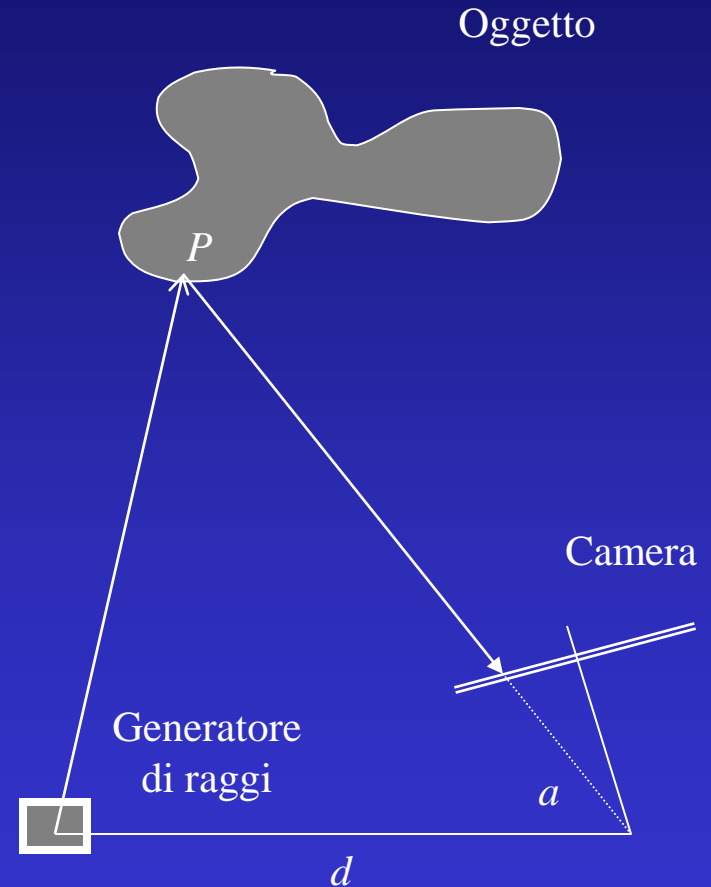
Progettazione e realizzazione di uno 3d scanner a basso costo, a partire da hardware comune:

- una foto camera / video camera digitale
- un videoproiettore (o altro dispositivo ottico)

Introduzione al 3D scanning

Per determinare una serie di punti P nello spazio, appartenenti alla superficie di un oggetto:

- Si generano una serie di raggi di luce che colpiscono l'oggetto
- Si rileva, per mezzo di una fotocamera, l'angolo a .
- Conoscendo la distanza d fra il generatore di raggi e la camera, si calcola per triangolazione la posizione di P .



Lo stripe scanner

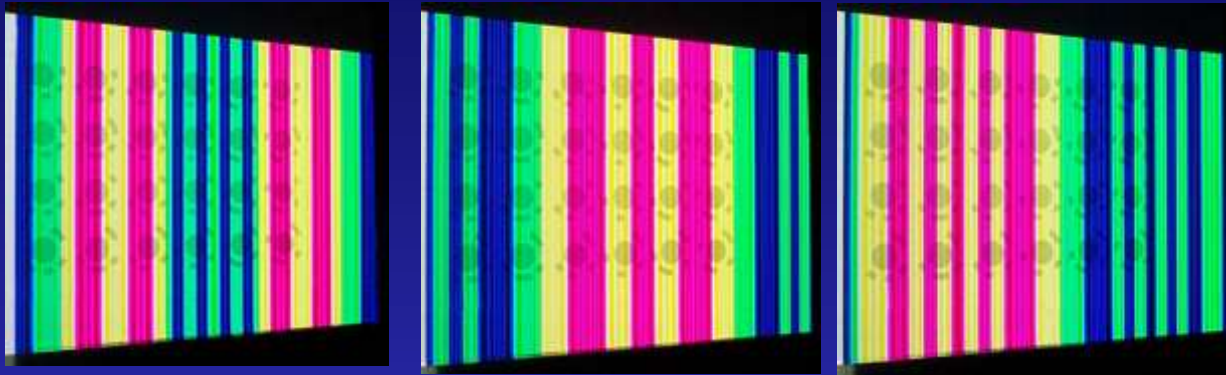
- Invece di generare/rilevare un singolo raggio di luce alla volta, e' opiu' efficiente acquisire una striscia rettilinea (stripe).
- Il procedimento viene applicato contemporaneamente ad ogni pixel componente la striscia.



Utilizzo del videoproiettore

- Le light-stripe sono generate solitamente da un laser a prisma montato su di un galvanometro.
- Si propone di sostituire il laser con un **videoproiettore** che genera una immagine formata da una singola linea verticale. I vantaggi sono:
 - non e' necessario adottare hardware specializzato (es. per il controllo della posizione del galvanometro);
 - la stripe di luce viene facilmente spostata via software, cambiando l'immagine proiettata dal videoproiettore;
 - si puo' far uso di light-stripe colorate per aumentare l'informazione di ogni singola acquisizione;
 - anche se un buon videoproiettore ha un costo elevato, si suppone che se ne possa usare uno preesistente

Il pattern di Acquisizione



- Utilizzando un videoproiettore e' possibile acquisire l'insieme di tutte le stripe in una sola volta, piuttosto che proiettarle una per una;
- Per poter fare tale acquisizione e' necessario pero' ***identificare univocamente*** le singole stripe;
- In [1] si presenta un metodo per l'identificazione ottimale delle singole stripe, per mezzo di un codice simile a quello di Gray.

[1] E. Horn e N. Kiryati, *Toward Optimal Structured Light patterns*, Image and Vision Computing 17 (1999) 87-97.

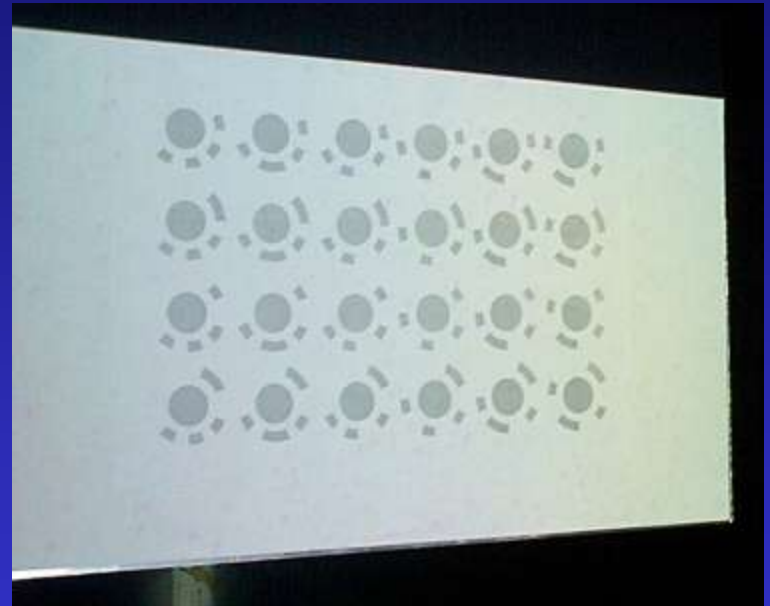
Procedimento di acquisizione

Il procedimento di acquisizione di compone dei seguenti passi:

- Piazzamento attrezzatura (una volta per tutte):
 - Piazzamento del videoproiettore e della fotocamera
 - Calibrazione della fotocamera
 - Calibrazione del videoproiettore
- Serie di acquisizioni

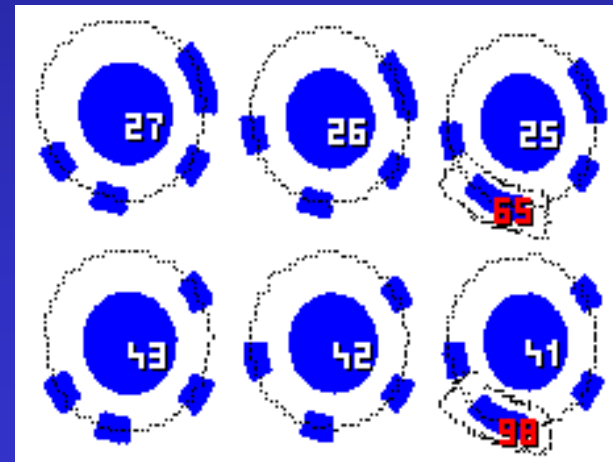
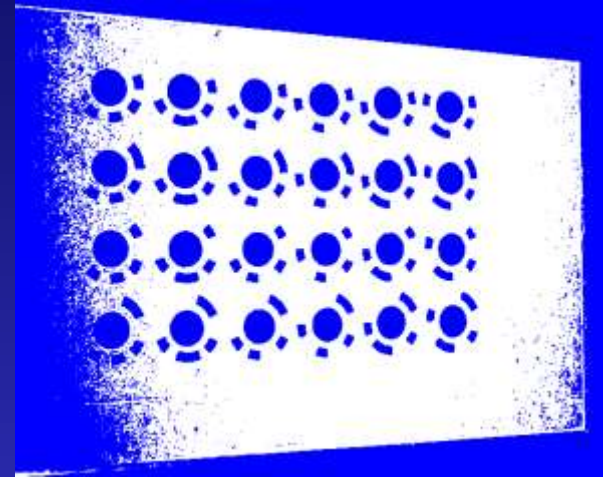
Calibrazione Fotocamera 1

- E' necessario ricavare la posizione della camera rispetto alle coordinate dello spazio reale;
- per questo scopo si utilizza un piano di calibrazione composto da un pattern di dischi, circondati da un codice a barre
- la posizione del piano determina il sistema di assi cartesiani dello spazio reale



Calibrazione Fotocamera 2

- Si acquisisce e si segmenta l'immagine di calibrazione
- Il software individua i centri dei cerchi e li identifica per mezzo del codice a barre
- Attraverso la conoscenza della geometria del piano campione e' possibile ricavare i dati di proiezione della camera (rototraslazione del centro di proiezione, distanza focale, etc.)



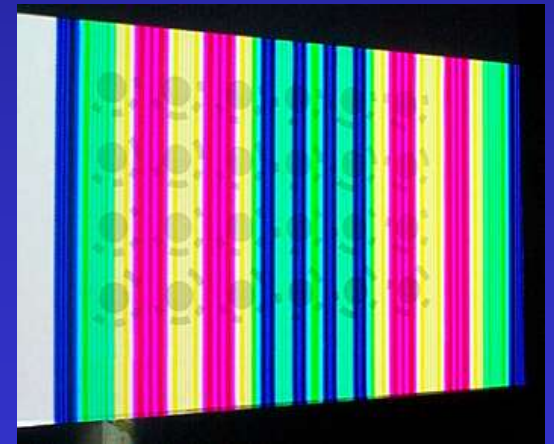
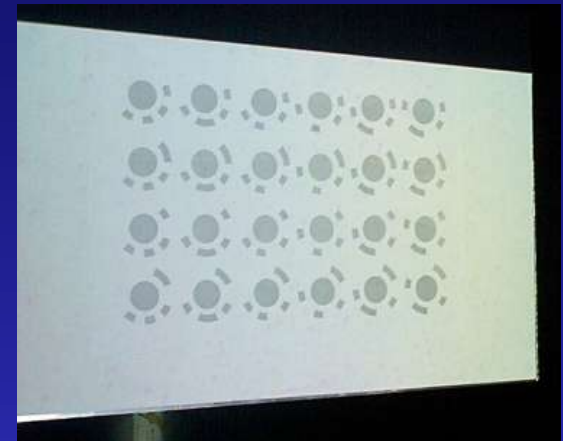
Calibrazione videoproiettore 1

- La calibrazione del videoproiettore prevede l'individuazione della retta dello spazio reale generata dalla proiezione di un singolo pixel
- A questo punto di opera una semplificazione:
 - si suppone che il videoproiettore proietti una linea verticale di pixel come una linea retta, vale a dire che la proiezione di una linea verticale generi un piano
 - si noti che, in generale, questo puo' essere falso (in presenza di una distorsione radiale)
 - restano comunque liberi tutti gli altri vincoli, come ad esempio che le singole linee verticali siano parallele fra di loro, che i pixel siano equispaziati, etc.

Calibrazione videoproiettore 2

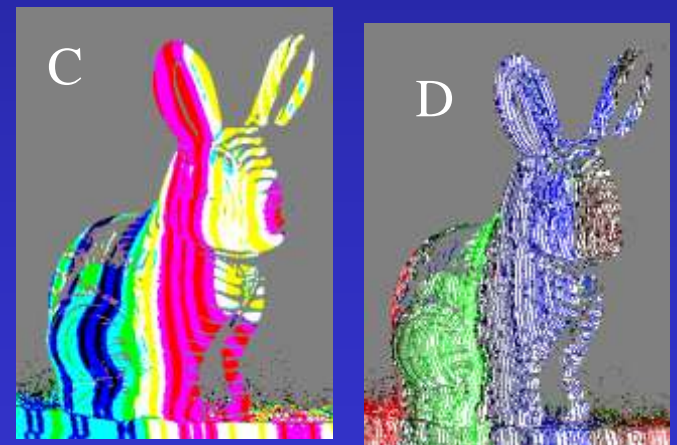
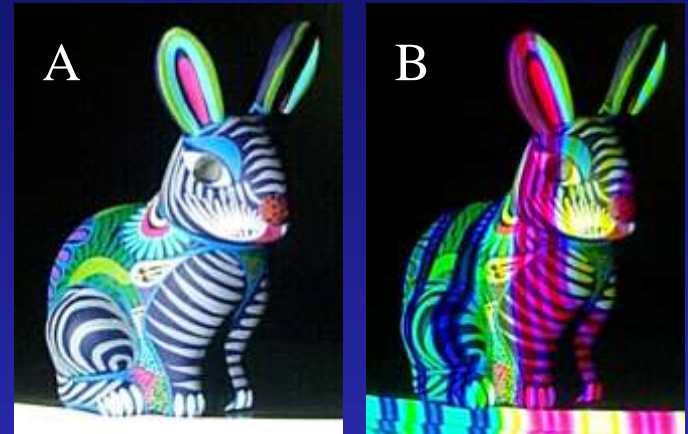
Procedimento:

- Senza spostare il piano di calibrazione, si proietta su di esso il pattern di linee verticali
- dato che si e' supposto che ogni stripe sia giacente su un piano, e' possibile ricavare le equazioni dei piani passanti per le stripe



Acquisizione oggetto: procedimento

- Si acquisisce l'oggetto illuminato da luce bianca (A)
- Si acquisisce l'oggetto illuminato dal proiettore -- con stripe (B)
- Confrontando A e B si ricava il colore delle stripe (C)
- Le stripe sono separate e identificate con l'algoritmo [1] (D)
- Per mezzo dei parametri di calibrazione della camera e del videoproiettore, si calcola la posizione spaziale di ogni pixel che compone le stripe, generando una nuvola di punti.



Primi Risultati I

Statua di donna



Nuvola di punti ottenuta

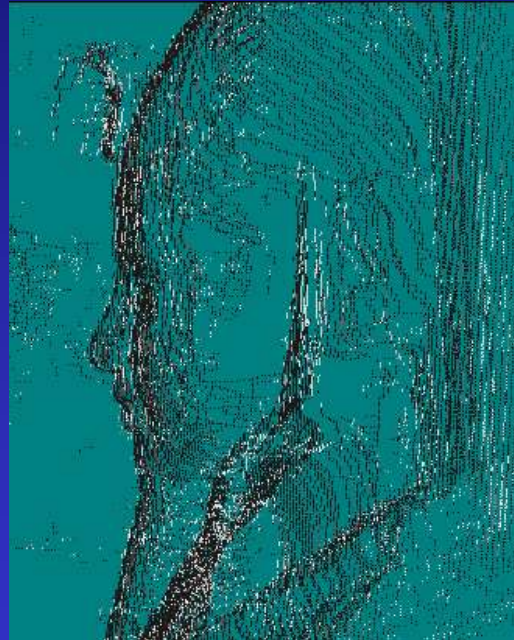


Primi Risultati II

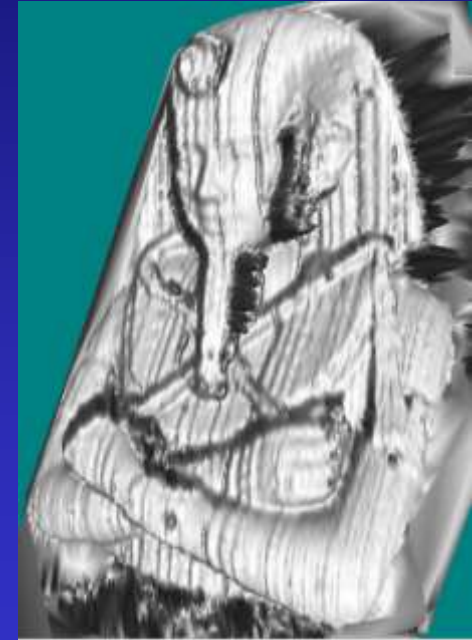
Statua faraone



Nuvola di punti



Superficie



Informazioni tecniche

- La fotocamera utilizzata e' una Kodak DC210, 1152x876 pixel, 24-bit colore, non ha la possibilita' di cambiare l'obiettivo e non va a fuoco al di sotto di 1 metro.
- Il videoproiettore usato e' un Sony, 800x600 pixel, non va a fuoco al di sotto di un metro, a questa distanza proietta un'immagine larga circa 40 cm (1 pixel = 0.5 mm).

Conclusioni e sviluppi

- Con la prima prova di acquisizione si sono ottenuti dei dati eccessivamente rumorosi.
- In particolare risulta errato il posizionamento delle stripe verticali (le une rispetto alle altre).
- I punti lungo le singole stripe invece risultano sufficientemente precisi.
- In conclusione: questa prima prova aveva lo scopo di dimostrare la fattibilità del procedimento.
- Si spera di migliorare ...