

Lezione 5 18/03/2024

Wireless Networks

L'idea è quella di sfruttare quelle esistenti o di crearne di nuovi. Ogni stazione wireless fa broadcast ed invia un suo identificatore, quindi il device che riceve il segnale può andare a triangolare la propria posizione (meno accurato).

Quello basato sul bluetooth è possibile tramite un'infrastruttura a basso costo per il posizionamento all'interno di un edificio.

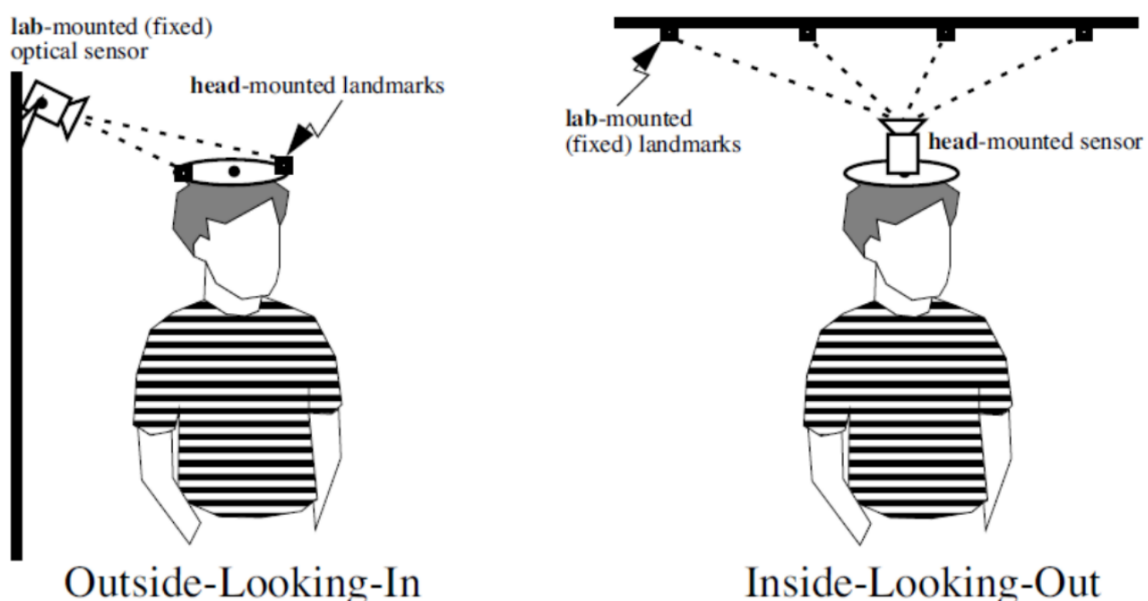
- **WiFi positioning:** si può triangolare la posizione in base al numero di access point, con un'accuratezza di 5-100m.

Un'altra idea è quella di unire diverse tecnologie, per esempio WiFi + RFID oppure LED tracking, bluetooth.

Optical tracking

Vengono usate tecniche di computer vision per cercare di capire dove l'oggetto è posizionato e orientato relativamente alla camera, analizzando il video stream.

Ci può essere una telecamera che riprende un oggetto e lo traccia, oppure può essere piazzata sull'oggetto che si muove e deve capire dove lei stessa si trova.



Marker tracking

L'approccio di trasmissione di luce può essere:

- Attivo: emette luce
- Passivo: riflette la luce

Vengono normalmente usate luci ad infrarossi (anche per sincronizzarsi con le videocamere).



Analizzando le immagini, si possono ricavare la posizione delle luci intense, e quindi triangolando si calcola la posizione dell'oggetto.

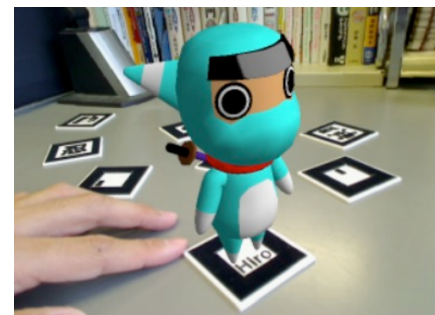
Marker singoli sono sufficienti per 3DOF se si vuole solamente la posizione. Ma tipicamente si vuole sapere anche l'orientamento, e quindi più marker sono necessari.

La calibrazione viene effettuata conoscendo la distanza fisica (composizione geometrica) tra i marker.

Per mantenere il tracking, sono necessarie almeno 2 telecamere che scansionano l'area contemporaneamente.

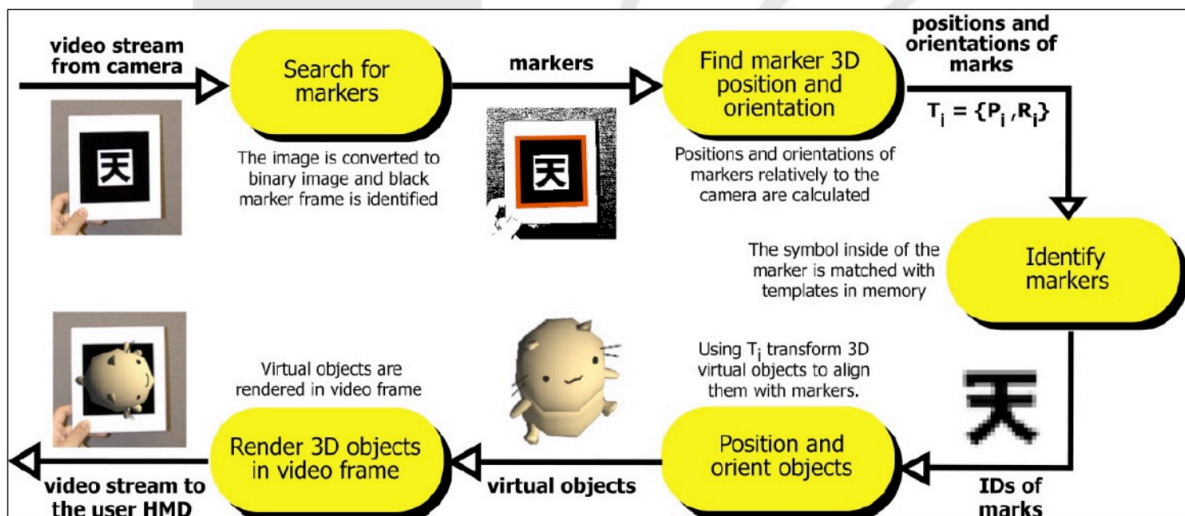
Alternativamente, quando si usano telecamere a colori, si possono usare dei **marker in bianco e nero**, che hanno dimensioni definite, questo è un metodo vecchio. Dato che i quadrati hanno 4 angoli, questo è sufficiente per il tracking della posizione.

È un metodo facile da implementare e poco costoso.



Queste tecniche hanno problemi di occlusion, dati dalla sfocatura, dal movimento della videocamera, da condizioni di luce differenti, noise.

Queste tecniche sono molto prone sia a falsi positivi che a falsi negativi.



Features based tracking

é un tipo di tracking basato su videocamere (camera-based) che riconoscono delle feature nell'immagine e le usano per fare tracking e mostrare altri oggetti 2D o 3D. Questo metodo è una generalizzazione dell'approccio con i marker ed è più resistente all'occlusione.

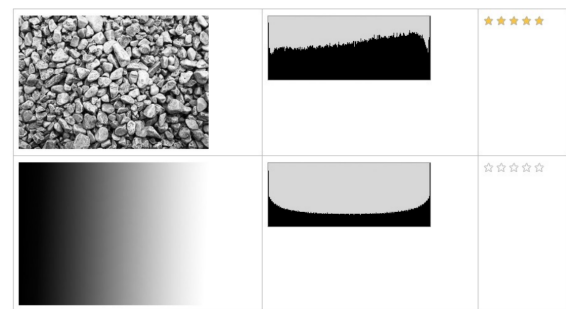
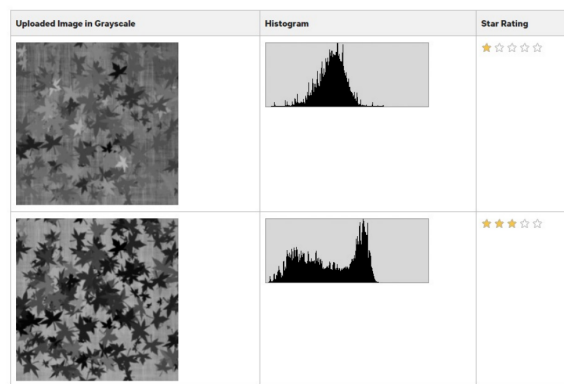


Image based tracking

è un tipo di feature based tracking, simile al marker tracking ma le features sono su immagini "natural", cioè questo metodo trova delle feature che si trovano naturalmente nell'immagine, comparandole a quelle conosciute in un database.



Per esempio **Vuforia** usa un'istogramma dell'immagine in scala di grigi per capire se può andare bene per il tracking

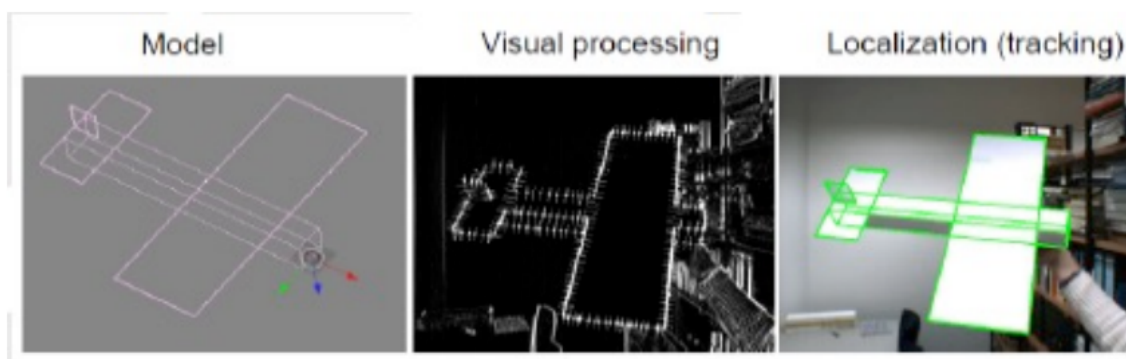


Il tracking avviene trovando le features tramite angoli, bordi, ... questo è più difficile del marker tracking e quindi sono anche più lenti.

Se l'istogramma è largo e piatto, questa è una buona prima indicazione che l'immagine contiene una buona distribuzione di features (ma non sempre).

Model based tracking

Viene fatta la ricerca di un modello 3D.



RGBD Cameras

Sono delle videocamere costose che proiettano un fascio di luce, e tramite la riflessione (time of flight) stimano la distanza, creando un modello 3D dell'ambiente formato da puntini.

Questo è il tipo di camere usate per la guida autonoma.

Hybrid tracking

Si possono combinare i sensori e la visione, dato che i sensori (tipo GPS) producono un output con noise (e drift) e non ci danno informazioni

sufficientemente accurate, quindi ci danno una prima informazione sulla posizione.

Invece i metodi con vision sono più accurati ma richiedono di collegare i dati globali con quelli locali.

Gli approcci Features Based Tracking sono generalmente più robusti rispetto ai Marker Based per quanto riguarda l'occlusion



Un Markerless Tracking cerca sempre nell'ambiente un modello 3D

Il Marker tracking con luci richiede che l'emettitore di luce sia sempre sull'elemento che si vuole tracciare

Marker attivi spesso usano luci ad infrarossi da sincronizzare con le videocamere

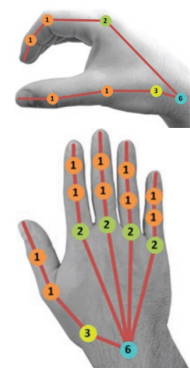


Finger tracking

Il finger tracking descrive il tracciamento della posizione e di solito anche dell'orientamento della mano e delle dita, è un metodo di interazione generalmente più facile e intuitivo.

Una mano umana ha 27 DOF: 6DOFs per il retro della mano (vista come un rigid body), 4DOFs per ogni dito (due rotazionali alla base del dito e uno per ognuno dei punti di giuntura), 5 per il pollice (al posto di 4).

- **Mechanical tracking:** comune, fa una misura relativa delle dita rispetto al retro della mano. La posizione e l'orientamento del retro della mano deve essere fatto separatamente.
- **Magnetic trackers:** raro, fino a 16 sensori 6-DOF. Soffre di interferenza magnetica e necessita di cablaggio.



- **Optical finger tracking:** è il metodo predominante tra quelli non meccanici, ha un'accuratezza alta, wireless, ma molto costoso perché necessita di almeno 4 videocamere speciali per assicurare la triangolazione.

Controller

Usando sensori touch si possono tracciare le dita:



Leap motion

Camera-based, meno costoso, usa 2 camere e LED a infrarossi. Trasmette 2 video in scala di grigi al software, che determina la posizione delle dita. Di solito usato sul tavolo. Può anche essere usato come input per VR.



Eye tracking

Si riferisce al tracciamento del movimento degli occhi.

- Le **procedure invasive** necessitano di un'intervento sul corpo umano, per esempio con elettrodi, oppure lenti a contatto particolari.
- Le **procedure non invasive** non necessitano di contatto, usando metodi video-based.
- **Metodi passivi** usano la luce già presente nell'ambiente per illuminare l'occhio
- **Metodi attivi** invece irradiano con la luce infrarossa

Ci sono diversi metodi per il tracking:

- **Feature based** vedono i contorni, la geometria dell'occhio, per calcolare dove l'occhio sta guardando.

- **Model based** confronta con un modello dell'occhio, utilizza modelli di machine learning. Questi metodi sono più precisi ma più costosi computazionalmente.

Il tracking direttamente su **HMD** necessita di calibrazione, può tracciare un solo occhio o entrambi contemporaneamente. Nel secondo caso un viewpoint 3D può essere calcolato, determinato dall'intersezione dei due vettori degli occhi.

Nel **remote eye tracking** invece l'utente è davanti ad un monitor e una telecamera è vicina al monitor. La telecamera può puntare ad un'area grande (a risoluzione più bassa, precisione del tracking più bassa) o ad un'area più piccola (risoluzione più alta ma deve essere in grado di allinearsi automaticamente al movimento della testa, più accurato).

3D mouse

Ha 6 DOF, un'accuratezza alta, di solito usato su un tavolo, usato soprattutto per desktop VR.



Treadmills per VR

Permettono di camminare per muoversi nel mondo virtuale, possono dare feedback (vibrazioni o simile), tramite inclinazioni è possibile anche camminare in salita o discesa, ne esistono anche di omnidirezionali che permettono un movimento a 360°.

Alcune soluzioni più economiche mantengono la persona ferma, facendolo camminare su una superficie scivolosa.

Virtual worlds

Il **virtual world** è composto dai componenti dell'ambiente VR: oggetti 3D che reagiscono all'input dell'utente, sorgenti di luce, suono, lo sfondo, il punto di vista dell'utente (virtual cameras).

I mondi virtuali hanno bisogno di **interattività real time**, quindi necessitano di una potenza computazionale notevole. Questa reattività è più importante della risoluzione e della qualità visiva.

Creazione di modelli 3D

I **modelli** possono essere creati manualmente con programmi come Blender, possono anche essere create animazioni, per esempio tramite motion capture di una persona. Ci sono anche modelli super precisi che sono chiamati modelli CAD. Questi vanno ridotti e semplificati per il VR.

Ci sono **tecniche procedurali** per generare modelli anche complicati. Questi sono usati per esempio per creare modelli di oggetti reali molto grandi.

Vengono fatte delle **scansioni 3D** di oggetti o ambienti veri usando scanner laser, che danno informazioni anche sulla profondità, insieme a fotocamere per prendere le texture. Altrimenti con metodi fotogrammetrici è possibile creare modelli 3D usando solamente immagini multiple di un oggetto.

Preparazione del modello

Il modello va quindi preparato, usando tecniche di **post-processing** che va a semplificare la geometria, riducendo i livelli di dettaglio e convertendoli nei formati VR corretti. Si possono quindi creare diversi modelli che hanno risoluzione, livelli di dettaglio, diverse che possono essere usati per esempio in base a quanto distante è l'oggetto dall'utente, per ottimizzare.