



POLITECNICO DI BARI

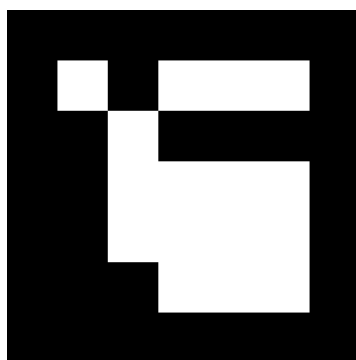
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA ELETTRICA E DELL'INFORMAZIONE

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA INFORMATICA

Tema d'anno in Elaborazione delle Immagini e Visione Artificiale

MarkerAR: Marker Detector su piattaforma Android

MANUALE UTENTE



Docente del corso:

Prof. Ing. Francescomaria Marino

Studente:

Basile Giorgio

Sommario

- Setup 3**
 - Installazione..... 3
 - Primo avvio 3
 - Calibrazione..... 4
- Panoramica 5**
 - Impostazioni di base..... 5
 - Funzionamento generale 5
- Funzionalità 6**
 - Crea schema 6
 - Nuovo 6
 - Apri file 7

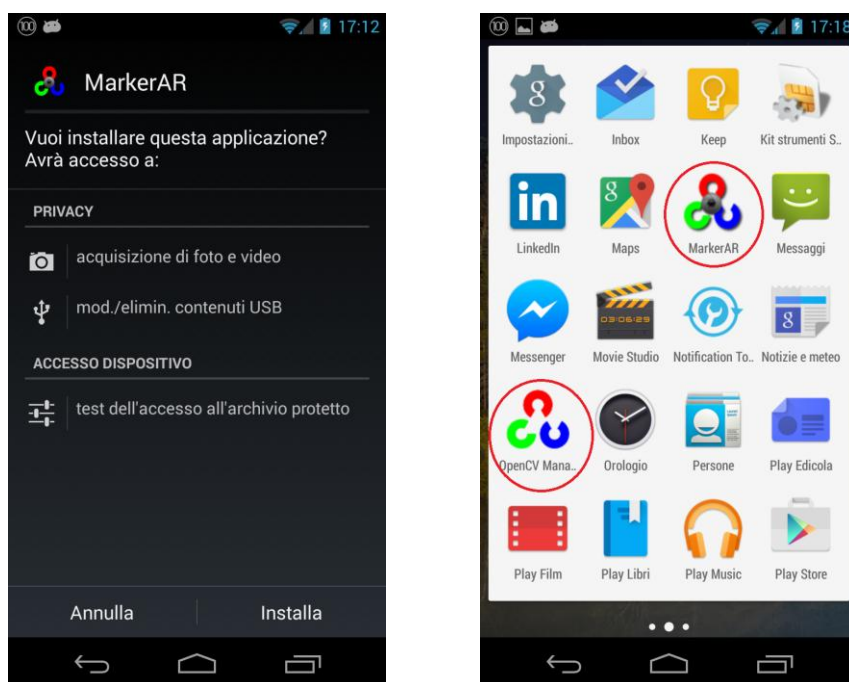
Setup

Installazione

Prima di iniziare la procedura di installazione dell'applicazione MarkerAR, è necessario installare l'app [OpenCV Manager](#), che fornisce accesso alla libreria OpenCV su dispositivi Android. E' possibile eseguire preventivamente il download e installazione dal Google Play Store, altrimenti all'avvio MarkerAR ne richiederà **obbligatoriamente** l'installazione: se rifiutata, l'app verrà automaticamente chiusa.

Per procedere all'installazione dell'applicazione, bisogna innanzitutto abilitare il dispositivo target a ricevere app non provenienti dal Google Play Store. Per farlo, andare in **Impostazioni** → **Sicurezza** e spuntare la voce **Origini sconosciute**.

Il file d'installazione sarà **MarkerAR.apk**. Per procedere all'installazione, copiare il file sul dispositivo (via USB, Bluetooth o altro) e utilizzare un qualsiasi file manager per aprirlo (es. [Astro File Manager](#)). Verrà chiesta conferma di alcuni permessi concessi all'applicazione: procedere cliccando su **Installa** e attendere il termine della procedura. A questo punto l'icona dell'applicazione sarà visibile sulla Home del dispositivo e pronta per l'uso.



Primo avvio

All'avvio, l'applicazione mostra un dialog di richiesta di calibrazione della fotocamera. Cliccando su OK si aprirà la schermata di calibrazione, altrimenti sarà comunque possibile utilizzare l'applicazione, **senza però usufruire della possibilità di localizzazione in 3D dei diversi marker della scena rispetto ad un marker origine**. Ciò significa che i marker saranno ugualmente rilevati, e sarà possibile associarvi etichette e proprietà, senza però poterne rilevare la posizione in 3D.

L'applicazione fornisce 4 funzionalità principali, accessibili dal drawer laterale, estraibile mediante gesture o cliccando in alto sul nome dell'applicazione. Le funzionalità sono:

- **Nuovo:** permette di scattare una nuova foto
- **Apri file:** permette di aprire il progetto relativo ad una foto precedentemente salvata
- **Genera marker:** permette di creare un'immagine di un marker da utilizzare nella scena
- **Crea schema:** permette di creare uno schema di proprietà da utilizzare per la descrizione dei marker

Tutti i file coinvolti nella realizzazione delle funzionalità dell'app sono salvati in cartelle che partono dalla root `/sdcard/MarkerAR/`. Nel seguito dunque, i path specificati saranno in realtà indirizzi relativi a tale root directory.

Calibrazione


Come già accennato, per poter usufruire delle funzionalità 3D dell'applicazione, è necessario effettuare la procedura di calibrazione della fotocamera, al fine di eliminare le distorsioni applicate dalle fotocamere moderne, ma soprattutto al fine di determinare una relazione efficace tra i pixel relativi ad un'immagine e le dimensioni del mondo reale.

La procedura di calibrazione utilizzata è basata sul tutorial [Camera calibration With OpenCV](#) ed utilizza l'**asymmetrical circle pattern**, con dimensioni 4 x 11. Esso rappresenta un pattern "standard", scaricabile da questo [link](#) e comunque salvato nella cartella `/calibration/` al primo avvio dell'app. Per una buona calibrazione è necessario fornire circa 20 esempi del pattern da diverse angolazioni: al termine, cliccando su **Calibra**, verrà salvato il file `/calibration/camera.xml`, contenente le matrici dei parametri di calibrazione (coefficienti di distorsione, parametri della fotocamera). Ad ogni avvio, l'applicazione cercherà e parserà tale file al fine di abilitare le sue funzionalità 3D.

Figura pattern colorato, file xml

Panoramica

Impostazioni di base

Prima di illustrare il funzionamento generale dell'applicazione e le sue funzioni, è necessario descrivere le seguenti impostazioni settabili dall'utente nel pannello dedicato, al quale è possibile accedere cliccando sull'icona :

- **ID marker origine:** numero intero che identifica il marker che verrà utilizzato come origine del sistema di riferimento 3D; in base alla sua posizione, verranno calcolate le coordinate 3d degli altri marker nella scena.
- **Dimensione marker:** dimensione in metri dei marker utilizzati nella scena; questo valore è necessario per il calcolo delle coordinate 3D
- **Caricamento schema proprietà:** specifica il percorso dello schema che contiene le proprietà da applicare ai marker di una foto appena scattata.
- **Calibrazione fotocamera:** permette di calibrare la fotocamera del dispositivo
- **Invia feedback:** permette di inviare una mail di segnalazione a giorgio.basile4@gmail.com

Figura impostazioni

Funzionamento generale

Il funzionamento classico dell'app prevede che l'utente inquadri una scena nella quale siano presenti un certo numero di marker. Ogni marker incapsula al suo interno un codice identificativo che può andare da 1 a 1023. Uno dei marker della scena deve avere un identificativo uguale a quello del marker origine, specificato nelle impostazioni; se nessun marker o più di un marker posseggono tale ID, la scena sarà ritenuta non valida e non sarà possibile scattare la foto. Se invece viene rilevato uno ed un solo marker origine, sarà possibile scattare la foto dal pulsante dedicato. (N.B. Per la codifica, la detection e il calcolo delle coordinate in 3D, si è fatto riferimento al Capitolo 2 di ¹).

Una volta immortalata la scena, che conterrà tutte le informazioni sulle coordinate in pixel e in 3D dei marker, sarà possibile specificare per ciascuno di essi un certo set di proprietà: ognuna sarà un coppia chiave-valore, dove il valore potrà essere una stringa generica oppure selezionabile tra un insieme di valori ammessi. Una volta assegnate le proprietà, è possibile salvare il progetto: esso sarà esportabile anche su altri dispositivi e permetterà inoltre di esportare:

- L'immagine della scena originale
- L'immagine con evidenziati i marker e relative etichette
- Un file XML contenente tutte le informazioni dei marker (coordinate in pixel e in 3D dei centroidi, proprietà associate)

Nel seguito verranno illustrate tecnicamente tutte le customizzazioni possibili e le funzionalità associate. Per farlo, inizieremo dalla creazione e caricamento di uno schema di proprietà, fondamentale per un utilizzo efficiente dell'app.

¹ <http://www.packtpub.com/cool-projects-with-opencv/book>

Funzionalità

Crea schema

Per comprendere alcune delle funzionalità centrali dell'app, è necessario illustrare il meccanismo di specifica delle proprietà associate ai singoli marker.

Nella schermata Crea Schema, cliccando su Aggiungi è possibile impostare le **chiavi delle singole proprietà** che si ritengono necessarie per la descrizione dei marker della scena. Ciò significa che al momento dello scatto, tutti i marker verranno inizializzati con queste proprietà, ossia si potrà specificare un valore per tutte le chiavi dello schema. Si noti che però al momento dello scatto, su ogni marker sarà possibile rimuovere o aggiungere altre proprietà “al volo” su ciascuno dei marker singolarmente o su tutti, in modo da specificare proprietà più specifiche per ciascuno di essi.


Per ogni proprietà sarà possibile specificare una chiave (che dovrà essere univoca in un dato schema) e, in maniera facoltativa, una serie di valori accettati: se saranno specificati, l'utente potrà impostare per quella proprietà solo uno tra questi valori validi, altrimenti potrà impostare una qualsiasi stringa di caratteri.


Al termine della procedura di aggiunta di una proprietà, l'utente potrà eventualmente rimuoverla, cliccandola a lungo o aggiungerne altre. E' inoltre possibile modificare uno schema precedentemente creato, cliccando su **Carica**: se al momento del caricamento, saranno state aggiunte delle proprietà, il nuovo schema risultante sarà l'unione delle proprietà dei due schemi.

Cliccando su Salva, lo schema viene salvato in un file XML nella cartella */schemas/*. Per poterlo utilizzare di default sulle nuove scene catturate, è necessario selezionarlo in Impostazioni → Caricamento schema proprietà.

Nuovo


Figura inquadra scena

E' la schermata “principale” dell'applicazione. L'utente inquadra una scena e ad ogni fotogramma vengono applicati la **detection e il drawing dei marker rilevati**: se essa contiene uno ed un solo marker origine, vengono mostrati **gli assi del sistema di riferimento** ivi centrato, e le coordinate in 3D degli altri marker rispetto a tale sistema. In caso ci siano delle ombre o la scena sia poco illuminata, è possibile abilitare il flash premendo sul pulsante .

A questo punto è possibile immortalare la scena cliccando sul pulsante . I marker verranno contrassegnati con delle etichette, inizializzate con il proprio identificativo. Cliccando su un certo marker, si apre un dialog di customizzazione, che permetterà di:

- Modificare l'etichetta del marker
- Aggiungere una proprietà
- Rimuovere una proprietà (long press)
- Settare il valore di una proprietà
- Caricare uno schema di proprietà specifico

- Salvare lo schema attualmente in uso sul marker

Lo schema di proprietà sarà inizializzato di default all'ultimo schema caricato dalla schermata delle **Impostazioni**. In caso non sia stato caricato alcuno schema, non verrà mostrata alcuna proprietà di default. Inoltre, cliccando su ciascuna chiave, sarà possibile specificarne il valore, che potrà essere scelto tra un set di valori accettati o libero a seconda della specifica. Al termine del settaggio delle diverse proprietà dei marker, è sufficiente cliccare sul pulsante  per effettuare il **salvataggio del progetto**, che sarà effettuato nella cartella */Projects/*.

Ogni progetto si compone di 6 diversi file:

- **camera.xml**: file contenente i coefficienti di distorsione e i parametri della fotocamera che ha catturato l'immagine
- **markers.bmp**: immagine contenente la scena, i marker evidenziati con le relative etichette e il sistema di riferimento centrato del marker origine
- **original.bmp**: immagine della scena catturata dalla fotocamera
- **preferences.xml**: file contenente l'id del marker origine e la dimensione dei marker del dispositivo con il quale è stato effettuato lo scatto
- **properties.bin**: file binario contenente tutte le informazioni relative alla scena, ossia per ogni marker:
 - Coordinate in pixel del centroide
 - Coordinate in 3D del centroide
 - Etichetta
 - Proprietà
- **properties.xml**: file XML con il medesimo contenuto del precedente, in un formato interoperabile per la lettura da parte di altre applicazioni, la trasmissione sul web e la lettura da parte di un utente umano.

La necessità dell'utilizzo di questi file nasce da tre obiettivi fondamentali. Il primo è ovviamente la possibilità di **poter modificare un progetto creato in precedenza**, potendo dunque editare le proprietà e le etichette dei diversi marker. Il secondo è quella di consentire la **portabilità dei progetti su dispositivi diversi rispetto a quelli di origine**, consentendo di poter usufruire delle impostazioni e dei parametri con cui sono state scattate le foto. Il terzo, infine, è quello di salvare persistentemente le informazioni raccolte per il loro utilizzo concreto, in formati ben noti come BMP ed XML.

Apri file

Una volta salvato un progetto, è possibile riaprirlo cliccando su Apri file. E' possibile effettuare il browsing tra le cartelle del dispositivo, che permetterà di aprire i progetti che contengono i file necessari ad un progetto di MarkerAR.

All'apertura, la schermata di presenta in maniera assolutamente identica a quella successiva allo scatto di una nuova foto: sarà possibile editare le informazioni relative ai marker e sovrascrivere le modifiche applicate.

Genera marker

Permette di generare un nuovo marker e salvarlo in un immagine BMP, in modo da poterlo stampare per utilizzarlo in una scena. E' possibile specificare un numero da 1 a 1023, dal quale verrà generato il relativo marker. L'immagine ricavata verrà salvata nella directory */markerImages/*.