

Relazione Holistic Methods for Image Matching

Marco De Stefano

March 2025

1 Introduzione simulazioni

In questo report analizzeremo delle tecniche per riconoscere geroglifici a partire da templates. Utilizzeremo tutte tecniche globali e non locali. Con il termine globale si associa il termine Olistico. L'obiettivo di questo report è quindi trovare il metodo che matcha il maggior numero di geroglifici.

2 Analisi Modelli

2.1 Hausdorff

Come prima tecnica da analizzare abbiamo Hausdorff. Questa distanza misura quanto due insiemi di punti siano simili, determinando quanto il punto più lontano di un insieme sia vicino all'altro insieme. Vediamo però che la tecnica in questione soffre nel caso di outliers(come posso essere rumori Salt and Pepper). Si hanno problematiche anche nel caso di figure complesse. Vediamo quindi i risultati, dicendo prima che non sono stati cambiati parametri poichè in questo caso non ce n'è da cambiare. In questo caso si ha un accoppiamento di 16 figure

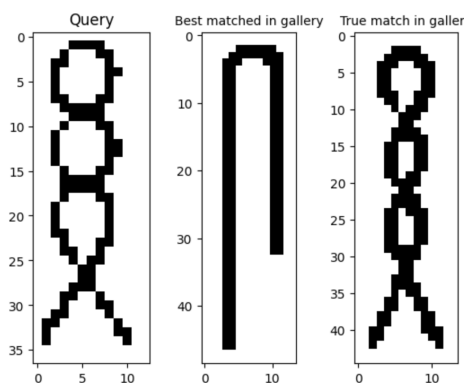


Figure 1: In questo caso non viene riconosciuto, poiché ha una forma complessa.

su 19 in 3 secondi. Vedendo che, nei casi complessi come in figura non si ha un riconoscimento corretto.

2.2 PCA

La seconda tecnica si basa sul PCA ovvero (Principal Components Analysis) che permette di fare una ricerca utilizzando però uno spazio dimensionare ridotto rispetto a quello di partenza. Questo si fa scegliendo gli eigenvalues più significativi e creando uno sottospazio vettoriale con dimensione molto minore rispetto a quello di partenza. Questo vuol dire che meno saranno gli eigenvalues scelti e meno sarà preciso il matching.

Usando, infatti, $K=25$ si ha un accoppiamento di 17/19, vedendo che quindi si ha un miglioramento ma se si riduce la nostra variabile a $K=10$ si ha un risultato di 12/19. Nel caso contrario utilizzando una $K=40$ non si ha un risultato migliore.

2.3 Template Matching

Per quanto riguarda questa tecnica, invece, possiamo, a partire da un template, scannerizzare (come una sliding window) la nostra immagine su quelle di test, utilizzando per il confronto tra template e test tre tipi di correlazioni:

- Correlazione: 11 su 19 con un tempo pari a 1.7284462451934814 sec
- Cross Correlazione Normalized: 14 su 19 con un tempo pari a 0.6827826499938965 sec
- Cross Correlazione Coefficient: 11 su 19 con un tempo pari a 0.9700596332550049 sec
- Cross Coefficient Normalized: 14 su 19 con un tempo pari a 0.58732008934021 sec

La limitazione di questa tecnica sta nel fatto che non è invariante alla rotazione e i template devono essere della stessa dimensione dell'oggetto nel test.

2.4 FFT

Questa tecnica viene fatta proprio perchè il senza il dominio di frequenza dovrebbe richiedere di più la correlazione. Infatti la correlazione nel dominio di fourier è uguale al prodotto della trasformata di fourier del template per la complessa coniugata dell'altra. Questa diminuisce il tempo di esecuzione ma non è efficace per quando si hanno variazioni importanti tra template ed immagine poichè potrebbe portare a falsi positivi. Vediamo infatti che se ne riconoscono di meno ovvero 10 su 19 con un tempo minore (0.522031307220459 sec) rispetto alla correlazione.

3 Image Matching con momenti geometrici

Analizzeremo tre tipi di momenti:

- Momenti Spaziali: 10 su 19 con un tempo di 0.29091358184814453 sec
- Momenti Centrali: 15 su 19 con un tempo di 0.4216177463531494 sec
- Momenti Normalizzati: 16 su 19 con un tempo di 0.2760155200958252 sec

I momenti spaziali hanno la debolezza di non essere invariante alla traslazione, quelli centrali invece sono invariati alla traslazione ma non alla scala mentre l'ultimo è invariante a entrambi.

4 Image Matching tramite HoG

Per quanto riguarda questa ultima tecnica, bisognerà modificare un pò i parametri per cercare di avere più matching possibili. Infatti modificheremo il numero di bin. Partendo con:

- nbin=4
- winSize=(16,16)
- blockSize=(16,16)
- blockStride=(16,16)

Vediamo che il matching è alto rispetto alle altre tecniche, infatti è 18/19 in un tempo pari a 0.27633023262023926 sec.

Proviamo ad aumentare il numero di nbin a 9 poichè più bin significa una descrizione più dettagliata dei gradienti. Infatti così facendo abbiamo il full match 19/19 con un tempo pari a 0.3682997226715088 sec. Proviamo anche gli altri tipi di tecniche come euclideo e correlazione. L'euclideo e la correlazione con nbin=9 fa comunque un full match con un tempo maggiore. Vediamo però che con la metrica di correlazione e nbin=4 si ha comunque un full matching con tempo 0.5032999515533447 sec. Mentre con la metrica euclidea e nbin=4 si ha un 18/19 con tempo pari 0.2693026065826416 sec

Notiamo che quindi la metrica migliore nel HoG è la correlazione. Che fa un full matching nonostante si abbiano meno bin di descrizione.

5 Conclusioni

Dopo aver confrontato le performance di ciascun metodo in termini di riconoscimento e matching delle immagini, è emerso che l'HoG si distingue come la tecnica più efficace.

In particolare, l'HoG ha mostrato una capacità superiore di catturare dettagli strutturali e orientamenti locali delle immagini, garantendo una robustezza

maggiore rispetto ai momenti che, pur essendo utili, risultano più sensibili alla traslazione, scala e rotazione. In conclusione, l'HoG si conferma essere uno degli approcci migliori per il matching delle immagini, garantendo risultati superiori in termini di accuratezza e robustezza rispetto ai metodi tradizionali.

Metodo	Accoppiamenti
Hausdorff Distance	16/19
PCA	17/19
Template Matching	14/19
FFT	10/19
HoG	19/19

Table 1: Confronto tra diversi metodi di matching