

FRUIT INSPECTION

Noemi Valentini

email: noemi.valentini5@studio.unibo.it

Progetto di Computer Vision and Image Processing

ABSTRACT

Il progetto consiste nell'individuazione delle parti rovinate, ammaccature e zone di rossastre, delle immagini di frutta, in particolare di mele e kiwi tramite l'utilizzo di tecnologie di image processing e computer vision.

Introduzione

Le immagini delle frutta sono state acquisite tramite un dispositivo NIR (Near Infra-Red), che fornisce l'immagine in scala di grigi, e con una camera a colori. I due dispositivi risultano avere un piccolo effetto di parallasse ci è visto non presentare problemi nell'esecuzione del progetto e che quindi può essere trascurato.

In particolare è richiesto di effettuare 3 diversi tipi di task: il primo consiste nella segmentazione dell'immagine, ossia dell'individuazione della frutta tralasciando il background, e nell'individuazione dei difetti sulla superficie del frutto; il secondo consiste in una segmentazione a colori per l'individuazione delle zone che presentano avere un colore più rossastro; il terzo invece è sempre una segmentazione e individuazione di zone rovinate ma in questo caso con immagini di kiwi. Il codice di programmazione utilizzato è Python per l'estrema facilità dell'utilizzo e per la possibilità di lavorare con le librerie opencv, numpy e matplotlib. La scelta della presentazione del codice in un notebook è a scopo didattico per fornire una lettura più facile dello svolgimento del progetto.

Primo Task: Segmentazione della frutta e rilevamento di difetti

Segmentazione: una volta caricate le immagini sia a colori che in bianco e nero sono state effettuate una serie di analisi per comprendere che tipo di operazione di threshold utilizzare.

Innanzitutto si è analizzato l'istogramma per verificare se fosse necessario applicare un operatore puntuale al fine di rendere le immagini più adatte per la creazione della maschera binaria, le scale di grigio delle immagini risultano essere distribuite equamente.

Innanzitutto si è provato ad applicare un threshold binario con soglia fissa, a 30 per tutte le immagini.

Volendo rendere l'operazione più automatica si è provato ad utilizzare l'algoritmo di Otsu, ma con scarsi risultati, l'algoritmo infatti non era in grado di trovare il valore di soglia adatto all'immagine. Infine quindi si è provata la tecnica di threshold che ricerca i due picchi dell'immagine e calcola il valore minimo all'interno del range di questi ultimi. In questo modo è stato possibile trovare il valor di soglia per ogni immagine in maniera automatica, e non imporne uno fisso per tutte.

Una volta ottenuta la maschera binaria è stato possibile quindi applicare l'algoritmo di Flood-Fill per il riempimento dei buchi all'interno della frutta.

Rilevamento dei difetti: una volta ottenuta la frutta senza lo sfondo è stato possibile procedere con il rilevamento dei difetti sulla superficie della frutta. È stato effettuato prima tramite l'algoritmo di Canny che permette di evidenziare i bordi delle zone rovinate, è poi tenendo in considerazione che le zone rovinare risultano essere di colore più scuro rispetto ai colori dei vicini che non sono rovinati.

Innanzitutto viene applicato un filtro bilaterale, che permette di per non perdere i bordi dell'immagine, così da uniformare la frutta, eliminare il rumore ed evitare che vengano falsamente scambiati per difetti parti di essa che non sono ammaccature.

Con l'algoritmo di Canny vengon rilevati anche i contorni della frutta che non sono di nostro interesse per questo verrà eliminato tramite l'operatore di sottrazione tra lo sfondo e il risultato del rilevatore di bordi.

Una volta evidenziati i contorni delle zone rovinare viene applicata un'operazione di chiusura per renderli più evidenti e permettere alla funzionalità di labeling delle componenti connesse di rilevare più facilmente la posizione dei difetti e poter evitare di considerare le componenti troppo piccole o troppo grandi.

Secondo Task: Rilevamento delle zone rossastre

Inizialmente viene applicata la segmentazione del frutto per eliminare il background dall'oggetto interessato. Questa operazione di segmentazione è uguale a come è stata svolta nel primo task. A questo punto è necessario effettuare il calcolo della distanza di Mahalanobis per individuare le zone che presentano maggiore vicinanza con il colore rossastro delle zone che si vogliono individuare.

Per fare questo tipo di segmentazione basata sui colori è necessario calcolare il colore di riferimento. Inizialmente si è provato a calcolare la media dei colori appartenenti alla parte buona della frutta, ma dato che possono essere delle colorazioni molto più diverse che rispetto alla colorazione della zona da individuare si è scelto di prelevare dei campioni di porzione di immagini delle zone di rossastre e calcolare quanto siano vicine.

Il colore di riferimento quindi sarà la media dei colori presenti in questi esempi di zone rossastre. Con gli stessi esempi viene calcolata la matrice di inversa covarianza necessaria per calcolare la distanza di Mahalanobis.

Una volta restituite le distanze è possibile tramite l'applicazione di una maschera e quindi un'operazione di threshold rispetto alle distanze, individuare quali sono le zone che risultano essere più simili al colore di riferimento, e quindi le zone rossastre. Tramite labeling delle componenti connesse dopo un'operazione di chiusura delle macchie della maschera per renderle più omogenee, vengono individuati i punti di interesse.

La stessa procedura è stata fatta anche con le diverse tipologie di spazi di colore (HLS, HSV e LUV), gli esperimenti sono stati fatti cercando di mantenere il più possibile i valori simili tra i vari spazi di colore per vedere come si comportano.

Sfida Finale: Ispezione dei kiwi

Quest'ultimo task presenta lo stesso tipo di lavoro effettuato per il primo task, segmentazione, riempimento di buchi, e rilevamento dei difetti della frutta. L'unica differenza è nel tipo di luminosità dell'immagine e la presenza di elementi disturbanti sullo sfondo e attaccati all'oggetto, in particolare un kiwi è presentato con l'etichetta attaccato ad esso.

Inizialmente si era pensato di eliminare questo elemento non necessario e disturbante per la segmentazione tramite l'utilizzo della distanza di Mahalanobis, infatti l'etichetta presenta dei colori molto diversi dal frutto in sé che invece è marrone, solo che questa operazione non è risultata essere avvincente, ed eccessivamente dispendiosa, quindi non riusciva a soddisfare il requisito nel migliore dei modi.

Di conseguenza è stato affrontato il problema nel seguente modo: innanzitutto viene applicata all'immagine un operatore puntuale, stretching lineare per rendere la distribuzione dei grigi più omogenea, il tipo di threshold in questo caso è sempre lineare solo che la soglia viene scelta in base ai percentili dell'immagine a cui è stato applicato l'operatore puntuale. Tramite queste operazioni il risultato risulta essere privo degli elementi non necessari dello sfondo. Infine viene fatto il rilevamento dei difetti allo stesso modo del primo task.

Conclusioni e sviluppi futuri

Il progetto si pone l'obiettivo con le tecniche di image processing e computer vision di rilevare le parti malate di frutta quali mele e kiwi, cercando il più possibile di utilizzare le tecniche più semplici per la risoluzione dei problemi così da evitare di aumentare i costi di computazione. D'altra parte l'utilizzo di tecniche il più possibile semplici possono risultare specifici per gli esempi di immagini forniti è sarebbe quindi necessario testare le soluzioni su altre immagini per verificarne maggiormente la robustezza.

Link al progetto: https://github.com/noemival/fruit_inspection