

1. INTRODUZIONE

Gli apparati di visione sono senza dubbio i sensori più utilizzati da robot mobili che svolgono compiti di navigazione in ambienti strutturati e non strutturati, in quanto permettono l'acquisizione di una grande quantità di informazione essenziale nello sviluppo di molteplici applicazioni. Può essere comunque utile affiancare agli apparati di visione altri tipi di sensori (come gli ultrasuoni, gli infrarossi) che potenzino le risorse disponibili dal robot in modo da ottimizzare i compiti svolti.

Il sistema di visione risulta molto più efficace se riesce a dare una descrizione più vasta della scena in esame. Ecco perché, in questi ultimi anni, si sono sviluppati i sistemi di visione omnidirezionale. Questi sono basati su un sensore catadiottrico, composto da una telecamera rivolta verso l'alto che acquisisce l'immagine riflessa da uno specchio convesso disposto sopra di essa. Il termine catadiottrico deriva da "diottrica", la disciplina che studia gli elementi rifrangenti (come le lenti) e la "catottrica", la disciplina delle superfici riflettenti. Normalmente il sensore interno alla telecamera che viene usata, è un sensore tradizionale, ovvero un sensore i cui fotorecettori sono organizzati in matrice e possiedono tutti la stessa dimensione.

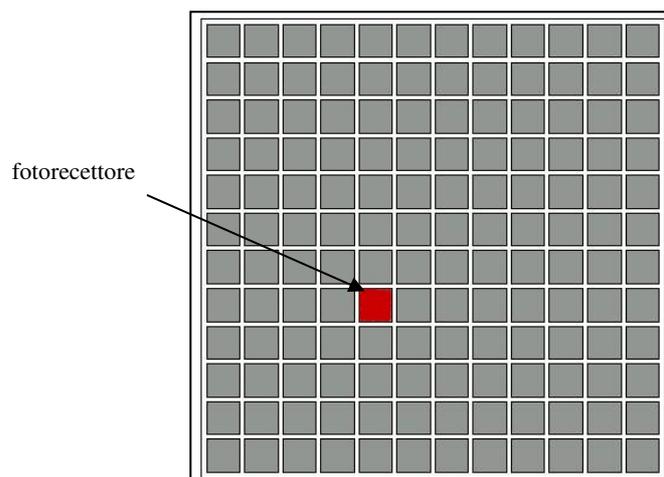


Figura 1. Struttura del sensore tradizionale. I fotorecettori hanno tutti la stessa dimensione.

Nel sensore di visione omnidirezionale trattato in questa tesi, la telecamera utilizzata sfrutta un nuovo tipo di sensore, il sensore retinico, strutturalmente diverso

dai sensori tradizionali. Viene costituito quindi nel complesso, un sensore di visione omnidirezionale retinico, che costituisce l'obiettivo di questa tesi.

Il sensore retinico è un sensore di nuova generazione la cui struttura si ispira al funzionamento della retina umana. Infatti nell'occhio umano, al centro della retina si ha la maggiore acuità visiva, in una zona detta fovea, mentre allontanandosi dalla fovea l'acutezza visiva decresce. Imitando questo aspetto biologico il sensore presenta una densità molto alta di fotorecettori al centro permettendo un'ottima risoluzione nel centro dell'immagine, e una densità di fotorecettori decrescente dal centro alla periferia del sensore, dove la risoluzione dell'immagine diviene minima.

Il beneficio più importante introdotto dall'uso della telecamera omnidirezionale è, come detto, l'aumento del campo visivo, che associato alla notevole riduzione del peso dell'immagine dovuto al sensore retinico, può comportare un'efficienza computazionale notevole nell'ambito di numerose applicazioni. Le caratteristiche intrinseche e gli invarianti nelle immagini log polari possono inoltre essere sfruttate per lo sviluppo di algoritmi di vario genere nell'ambito della robotica ma anche in altre svariate applicazioni come la sorveglianza, la teleconferenza, lo scambio di dati nella rete.

Il sensore di visione omnidirezionale retinico

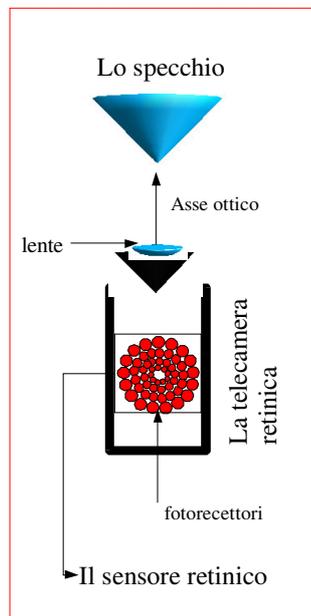


Figura 2. Struttura della telecamera omnidirezionale retinica

La prima fase del lavoro che ha portato alla stesura della tesi, è stata l'analisi della struttura e del funzionamento in dettaglio del sensore retinico. Successivamente, una

volta apprese queste nozioni, è stato implementato un software per gestire le immagini acquisite con la telecamera retinica, le cosiddette immagini log polari.

Sono stati ricavati analiticamente degli invarianti geometrici nelle immagini log polari come ad esempio gli invarianti in seguito a rotazioni e a scalature dell'immagine. Queste proprietà poi, sono state verificate su immagini acquisite (sia omnidirezionali retiniche che retiniche) sfruttando dei pattern prestabiliti. Le immagini log polari possono essere rimappate nelle corrispondenti immagini cartesiane dove si evidenzia la risoluzione spazio variante indotta dal sensore retinico. Per quest'ultimo tipo di immagini è stato studiato e implementato un particolare tipo di edge detection, basato sull'algoritmo di Canny [15]. Nell'edge detection implementato viene considerata la variazione di risoluzione nell'immagine, che può comportare un fallimento nella ricerca degli edge, ecco quindi che l'edge detection viene adattato alla zona di immagine trattata, a minore o maggiore risoluzione.

Come ultimo passo di questo lavoro di tesi, è stato progettato uno specchio omnidirezionale da abbinare alla telecamera retinica. L'algoritmo per la creazione dello specchio è lo stesso usato in [3] e in [4]. L'obiettivo principale è stato quello di progettare lo specchio in modo da localizzare gli oggetti visualizzati nell'ambiente circostante tramite l'accesso ad una tabella di corrispondenze: pixel nell'immagine – distanze sul piano, e soprattutto di garantire un errore relativo costante (nel caso peggiore) nella misura delle distanze degli oggetti visualizzati.

La struttura della tesi è articolata quindi in questo modo: il primo Capitolo analizza dettagliatamente la struttura del sensore e le immagini che vengono acquisite dalla telecamera retinica. Il secondo Capitolo evidenzia gli invarianti geometrici e le proprietà intrinseche delle immagini log polari, sia retiniche che omnidirezionali retiniche. Nel terzo Capitolo si tratta del particolare tipo di edge detection adattato alle immagini log polari. Nel quarto Capitolo viene descritta la progettazione dello specchio omnidirezionale dedicato alla telecamera retinica.