

Controllo automatico di fari di veicoli mediante visione artificiale

Tesi di Laurea di: LUCA BOMBINI

Relatore: CHIAR.MO PROF. ALBERTO BROGGI
Correlatori: DR. NEREO PALLARO
ING. PIETRO CERRI

ANNO ACCADEMICO 2003-2004

Gli incidenti stradali rappresentano un problema di assoluta priorità per l'alto numero di morti e di invalidità permanenti e temporanee che causano nel mondo. I dati Istat riguardanti la sicurezza stradale in Italia nell'anno 2003 indicano che è la notte il momento in cui gli incidenti presentano il più elevato tasso di mortalità. Studi scientifici hanno rilevato che la percezione visiva umana, con la quale assorbiamo il 90% delle principali informazioni relative al traffico, si riduce del 4% in condizioni di scarsa visibilità come quelle notturne. Per queste ed altre ragioni una efficiente illuminazione del percorso stradale è determinante nel garantire maggiore sicurezza in condizioni notturne. Il controllo intelligente dei fari di veicoli è un argomento di ricerca vasto e complesso nel quale prestigiose case automobilistiche di tutto il mondo stanno impegnando ingenti risorse. In questo particolare ambito di ricerca è nata una collaborazione tra la Divisione Tecnologie Ottica e Fotonica del Centro Ricerche Fiat di Trento e il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Parma.



(a)



(b)

Figura 1: (a) Veicolo sperimentale, (b) Camera NC5000 prodotta dalla Neuricam.

Il C.R.F. ha messo a disposizione sequenze di immagini notturne inquadranti diversi percorsi stradali che hanno costituito la base sulla quale è stato sviluppato tutto l'algoritmo per il controllo dei fari anteriori del veicolo. Esistono diversi percorsi, come curve strette e avvallamenti con pendenze elevate, in cui il controllo manuale dei fari abbaglianti risulta molto scomodo e pericolosamente lento. Altre situazioni di pericolo si verificano quando il guidatore dimentica i fari abbaglianti accesi all'incrocio con un altro veicolo. Il lavoro svolto nella tesi mira a ridurre il numero di queste e altre situazioni critiche, aumentando la sicurezza in ambiti notturni.

Innanzitutto è necessario studiare come è possibile distinguere un faro dall'illuminazione stradale. Una prima analisi radiometrica indica che non è possibile distinguere un faro da altra illuminazione semplicemente basandosi sulla luminosità, sulla morfologia o sulla posizione del faro nell'immagine. Infatti non solo sono presenti le riflessioni dei paletti catarifrangenti a lato della carreggiata, ma è anche presente illuminazione verticale di diverse tipologie. Tutti questi oggetti hanno forma e luminosità paragonabile fra loro. Dato che è necessario riconoscere anche i motocicli, non è possibile fare nessuna ipotesi sull'accoppiamento dei fari morfologicamente uguali e ad una certa distanza relativa fra loro. Per queste ragioni è stato necessario studiare un metodo di preelaborazione che risalti i fari e scarti il rumore circostante. Prima di ciò,

però, è risultato utile installare un filtro rosso sull'obiettivo della camera. Dato che la luminosità dei fari posteriori dei veicoli è sensibilmente inferiore a quella dei fari anteriori, un filtro passa banda, centrato sulle frequenze spettrali del rosso, aiuta a scartare rumore circostante e risaltare i fari posteriori dei veicoli. La fase di preelaborazione restituisce due immagini. La prima è una immagine binarizzata ottenuta come differenza fra l'immagine acquisita e la stessa dopo essere stata sottoposta ad uno *smoothing*. Questa tecnica innovativa, permette di ottenere, indipendentemente dall'illuminazione ambientale, le componenti a luminosità maggiore. Nell'immagine ottenuta compaiono i fasci luminosi dei fari ma, anche se in misura inferiore, compare anche rumore generato da altra illuminazione. La seconda è ancora una immagine binarizzata ma ottenuta da una conversione con soglia alta dell'immagine originale. Questa immagine ha la particolarità di essere completamente esente da rumore. Per eliminare ulteriormente i disturbi presenti nell'immagine differenza è necessario individuare la posizione della carreggiata. Questo è possibile studiando sia l'andamento dell'illuminazione stradale sia le linee di demarcazione della carreggiata. È stato necessario applicare una particolare trasformata matematica chiamata Trasformata di *Hough* che permette il riconoscimento di linee (anche spezzate) in una immagine. Una volta ricavate le linee nell'immagine e opportunamente filtrate è possibile ricavare il punto di fuga dell'immagine. Tale punto è sufficiente per indicare la posizione della carreggiata nell'immagine. In questo modo è possibile delimitare la zona all'interno dell'immagine nella quale andare a ricercare i fari dei veicoli. A questo punto tramite algoritmi di *Pattern Matching* vengono localizzati i possibili fari. Tali algoritmi sono in grado di localizzare fari morfologicamente diversi fra loro. Purtroppo l'informazione sulla posizione della carreggiata non è sempre disponibile in quanto dipende dalla presenza di illuminazione verticale e dallo stato delle linee sul manto stradale. Per tali motivi, è impossibile affermare con sufficiente precisione se un probabile faro appartiene effettivamente ad un veicolo o è rumore. Si è reso necessario introdurre qualche elemento di correlazione temporale nell'algoritmo. Ad esempio, è discriminante per quanto tempo un probabile faro si ripete nelle immagini consecutive in una sequenza. A tal fine si è implementato un algoritmo di *tracking* capace di inseguire e contare per quanti frame un determinato faro è presente. Dato che la localizzazione di un faro con gli algoritmi di *Pattern Matching* avviene in maniera sporadica rispetto ad un vero faro, l'età massima di un oggetto è sicuramente molto inferiore di quella di un vero faro. In questo modo è possibile dire con un grado di certezza molto elevato se un oggetto localizzato nell'immagine è un faro oppure no. Una volta riconosciuto un faro e quindi un veicolo, viene comandato lo spegnimento dei fari abbaglianti. Se invece, questo non accade, i fari abbaglianti vengono mantenuti accesi. Vale il viceversa: se non viene riconosciuto nessun veicolo, i fari abbaglianti vengono accesi se questi erano spenti.

L'innovazione di questo progetto risiede, non solo nell'applicazione un filtro rosso nell'obiettivo, ma anche nelle metodologie di preelaborazione che consentono di risaltare i fari e attenuare il rumore. I risultati possono essere divisi in tre principali categorie: tempi di esecuzione, errori di riconoscimento e prestazioni sulla distanza di riconoscimento di un veicolo. I tempi di esecuzione del software sono estremamente importanti per una corretta esecuzione in *real time*. Questi dipendono fortemente dal tipo di calcolatore utilizzato, ma dato il frenetico sviluppo di tecnologie sempre più potenti ed economiche, i tempi di elaborazione non hanno costituito un problema. La correttezza dei risultati è molto elevata. Di particolare importanza sono le prestazioni sulla distanza di riconoscimento. Infatti è necessario riconoscere un veicolo ad una distanza tale da evitare di abbagliarlo. Purtroppo a causa del sistema monoscopico e dell'assenza di dati di calibrazione precisi è impossibile determinare con buona precisione la distanza di riconoscimento. Qualitativamente, però, i risultati sono più che soddisfacenti. Una fase di sperimentazione su un veicolo equipaggiato con un sistema radar riuscirebbe a dare informazioni più precise.

Nel futuro qualsiasi veicolo di serie potrebbe essere equipaggiato con questo sistema dal nome AHC (Automatic HeadLighs Control) permettendo il controllo automatico dei fari abbaglianti. Tale dispositivo è in grado di ridurre drasticamente il numero di situazioni pericolose dovute ad un errato controllo manuale dei fari anteriori, garantendo una maggiore sicurezza stradale in ambienti notturni.