

***L'utilizzo di sensori di immagine CMOS contribuirà in maniera significativa alla diffusione dei Das (Driver Assistance Systems), ovvero sistemi in grado di fornire un utile ausilio al guidatore***

Marco Andregretti  
Application engineer Imaging  
Solutions Europe  
(National Semiconductor)

## Soluzioni di imaging per il mondo automotive

**L**a sicurezza è senza dubbio uno degli aspetti ai quali i costruttori di automobili dedicano una sempre maggior attenzione e l'elettronica gioca un ruolo di primo piano nel garantire standard di sicurezza sempre più elevati.

Negli ultimi 15 anni l'industria elettronica ha sviluppato componenti che hanno permesso la realizzazione di soluzioni innovative per il mondo dell'auto, come ad esempio sistemi di controllo degli airbag e sistemi di frenatura Abs (Anti-Lock Brakes), oramai presenti a bordo di quasi tutti gli autoveicoli.

L'introduzione di soluzioni di networking, come ad esempio il bus Can e, più recentemente, il bus Lin, ha contribuito a ridurre drasticamente il numero di cavi sugli autoveicoli, il che ha comportato da una lato una riduzione dei costi e dall'altro un aumento dell'affidabilità.

Questi bus interni connettono tutti i componenti a bordo degli autoveicoli, dal display del cruscotto al mecca-

nismo per l'apertura delle portiere, dai controllori delle luci interne ai sensori che segnalano eventuali guasti delle lampadine.

### Sistemi di assistenza al guidatore

I progressi che si sono avuti nel campo dei semiconduttori hanno permesso la realizzazione dei primi Das (Driver Assistance Systems), ovvero sistemi in grado di fornire un utile ausilio al guidatore. Nella figura 1 vengono riportate le principali caratteristiche di questo sistema. Come si

evince dal diagramma, vi sono due parti principali: la macchina con tutti i componenti meccanici e il sistema di elaborazione che include sensori, attuatori e dispositivi di segnalamento e di allarme.

Il sistema Das preleva le informazioni di cui ha bisogno dalla macchina e dall'ambiente esterno tramite i sensori, quindi elabora le informazioni nel blocco di elaborazione centrale e infine indica al guidatore, in maniera visiva e/o sonora, le azioni da intraprendere in relazione alla specifica situazione.

Di seguito vengono riportate alcune delle funzioni che vengono svolte da un Das: rilevamento di punti ciechi, riconoscimento di veicoli e pedoni, rilevamento di ostacoli e delle condizioni del manto stradale, riconoscimento di segnali stradali, supervisione dei passeggeri all'interno delle auto, visibilità posteriore.

Dallo schema a blocchi del Das riportato in figura 1, appare evidente che

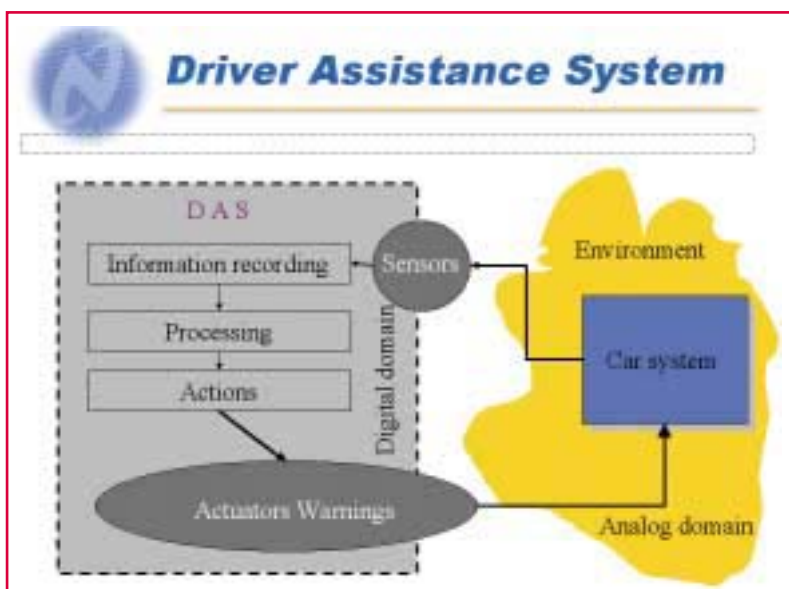


Fig. 1 - Schema a blocchi di un Das (Driver Assistance Systems)

tale sistema è distribuito su diversi dispositivi presenti nell'autoveicolo che comunicano con un'unità di elaborazione centrale sfruttando i bus interni (Can, Lin o bus che trasportano informazioni multimediali MOST). Un possibile schema a blocchi di questa architettura viene riportato in figura 2.

Qui sono riportati i differenti blocchi, come il sistema di visualizzazione (VS), l'interfaccia uomo-macchina (MMI) e l'unità di elaborazione centrale che ha il compito di raccogliere le informazioni e intraprendere e azioni richieste. A questo punto è importante sottolineare il fatto che tutte le

Inside Car" ([www.comunicar-eu.org](http://www.comunicar-eu.org)) ha identificato alcuni aspetti importanti, quali ad esempio:

- carico di lavoro, che si preoccupa di evitare di sovraccaricare il guidatore con un carico eccessivo di informazioni;
- definizione del protocollo del bus, finalizzato alla definizione di un'architettura di bus aperta per il trasferimento delle informazioni multimediali.

sistemi di visione di tipo passivo, che non richiedono un'illuminazione particolare, vengono usati per ampliare le potenzialità visive del guidatore.

A questo punto è bene chiedersi: come realizzare questi sistemi di visione in grado di eseguire i compiti richiesti dal Das? Nella figura 4 viene riportato lo schema di un sistema di visualizzazione, comprensivo di tutti i blocchi principali. Il blocco più importante è costituito dal sensore stesso,

Fig.3 Posizionamento dei sensori in un'autovettura

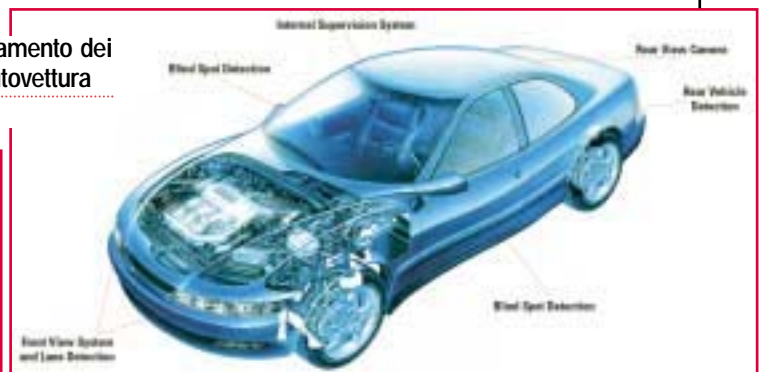
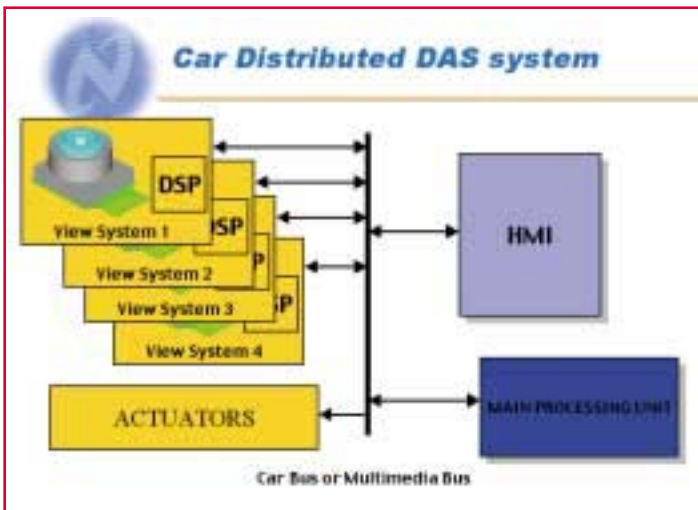


Fig. 2 - Architettura di un sistema Das di tipo distribuito



immagini scambiate con il sistema Das vengono trasferite sfruttando il bus della rete interna. Sebbene l'elaborazione delle immagini è distribuita tra i vari sistemi di visualizzazione che sono in grado di eseguire un'elaborazione locale, nel momento in cui le immagini vengono trasferite al guidatore il bus del veicolo deve avere un'ampiezza di banda sufficiente per trasportare le immagini (ferme oppure in movimento), conservando nel contempo la possibilità di gestire le altre funzioni del veicolo.

Le metodologie che consentono il trasferimento delle informazioni provenienti dal sistema Das al guidatore sono state l'oggetto di un progetto comunitario avviato un paio di anni orsono. Il progetto, denominato "Communications Multimedia Units

### Sistemi di visione

In un autoveicolo è possibile avere differenti sistemi di visualizzazione (VS), ciascuno dei quali è responsabile dell'implementazione di alcune delle funzioni svolte dal sistema Das: un possibile posizionamento di questi VS è riportato nella figura 3.

I sistemi di visualizzazione si suddividono in due grandi categorie:

attivi: si tratta di radar, dispositivi a infrarossi e a ultrasuoni che necessitano di qualche forma di illuminazione proveniente dall'esterno;

passivi: di tratta prevalentemente di fotocamere che sfruttano la luce disponibile.

Il radar viene usato per il rilevamento di oggetti lontani (oltre 120 m), mentre i dispositivi a infrarossi vengono impiegati per la visione notturna. I

che è responsabile della rilevazione della luce riflessa dai vari oggetti. Il modulo risulta composto dal sensore di immagine e dai vari meccanismi necessari per mantenere al loro posto sia il sensore sia gli altri componenti ottici. Nella figura 5 viene riportato lo schema generico di questo modulo.

Il modulo deve operare in un range di temperatura esteso, per tener conto delle variazioni stagionali di temperatura e deve resistere all'umidità e alle vibrazioni meccaniche prodotte sia dal veicolo sia dal terreno. Nella scelta del sensore più idoneo, è necessario tenere in considerazione i seguenti fattori:

**sensibilità** – è la capacità del sensore di rilevare la luce entrante anche se molto debole. La definizione di questo parametro non è univoca. Il metodo di selezione più affidabile è la valutazione diretta del sensore e della relativa ottica in differenti condizioni operative. National Semiconductor ha scelto di specificare la sensibilità prima della conversione A/D in V/lux sec, anche se questo parametro dipende dallo

spettro luminoso che incide sul sensore. Quindi il valore di sensibilità che viene misurato è significato solamente se vengono specificate le caratteristiche dello spettro di luce. Di solito, nelle applicazioni automotive, una sensibilità di 5 V/lux sec è considerata sufficiente;

**range dinamico** - si riferisce alla capacità di rilevare le regioni di buio e di luce della medesima immagine senza incorrere nel processo di saturazione.

Così, ad esempio, il Das può "vedere" i veicoli nel punto cieco anche se il sole è basso nel cielo all'orizzonte. Il range dinamico può essere definito dalla seguente formula:

Range dinamico (dB) =  $20 \times \log(\text{saturazione}/\text{rumore})$

medio del rumore temporale del segnale di uscita del pixel in condizioni di buio, mediato sull'intera matrice.

- **FPN** - acronimo di fixed pattern noise, si riferisce al valore quadratico medio del rumore spaziale in condizioni di buio, escluso il rumore di lettura;
- **PRMU** - acronimo di Photo Response non uniformity, è il valore quadratico medio della variazione della sensibilità del pixel espressa come percentuale della sensibilità totale (si noti a questo riguardo che non tutti i pixel hanno la medesima sensibilità);
- **range di temperatura esteso** - il sistema di visione deve poter lavorare in un ampio intervallo di temperatura, compreso tra  $-40$  e  $+85$  °C;

monocromatiche.

I sensori di immagine Cmos sono ormai in grado di competere con i tradizionali sensori Ccd (Charge Couple device - ad accoppiamento di carica). Questi ultimi sono ancora ampiamente utilizzati in videocamere e fotocamere digitali, in quanto garantiscono una migliore sensibilità e un range dinamico più ampio: non va comunque dimenticato il fatto che i più recenti sensori Cmos proposti da National Semiconductor sono in grado di assicurare un range dinamico (11 dB) del tutto paragonabile a quello dei sensori Ccd. Un confronto tra i due tipi di sensori viene riportato in figura 6.

La più importante caratteristica dei sensori Cmos è la possibilità di inte-

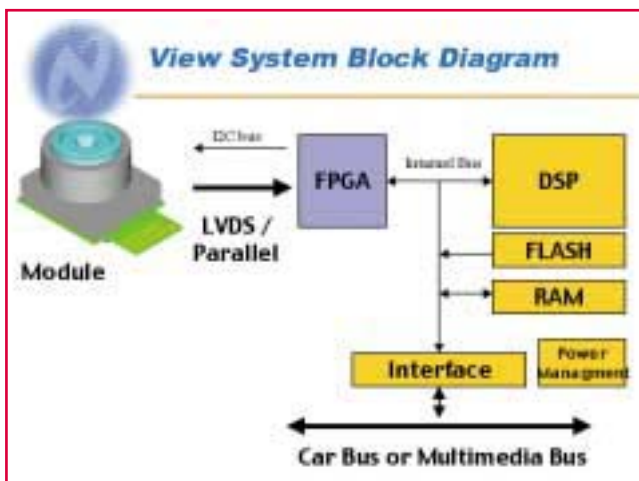


Fig. 4 - Schema a blocchi di un sistema di visione

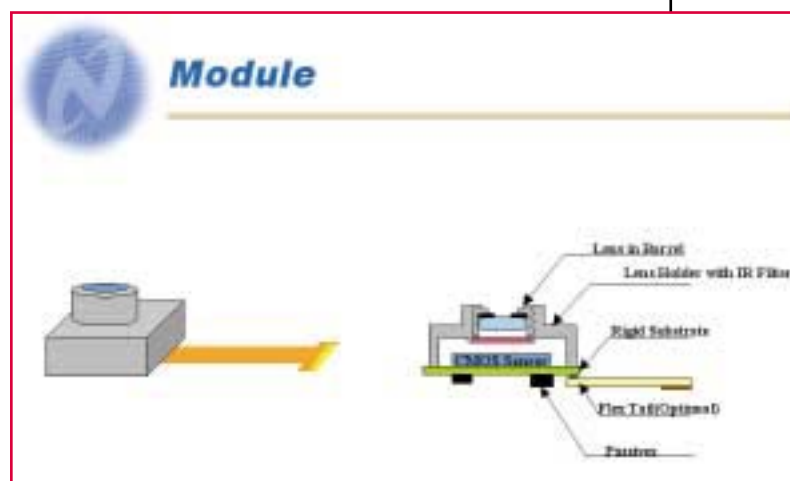


Fig. 5 - Schema di un modulo sensore

Per quanto riguarda il livello di rumore, è necessario tener conto di parecchi fattori. National Semiconductor è in grado di fornire sensori di immagini Cmos per applicazioni automotive con range dinamico esteso, pari a 110 dB (LM9618-LM9628);

basso rumore - si tratta di un parametro estremamente importante perché ha un impatto notevole sul range dinamico. Le principali sorgenti di rumore sono:

- **dark current**: l'uscita del pixel dovuta alla corrente di buio, ovvero la quantità di segnale generato dal pixel quando non viene colpito dalla luce;
- **read noise**: il valore quadratico

- **invecchiamento** - il modulo deve garantire le proprie prestazioni per un lungo periodo;

- **sensibilità alla luce infrarossa** - è un parametro di notevole importanza, in quanto consente l'impiego del medesimo sensore per la visione sia diurna che notturna.

### Sensori di Immagine Cmos

National Semiconductor è in grado di produrre sensori di immagine in grado di soddisfare tutti i requisiti appena sopra menzionati. Tali sensori, realizzati sfruttando la tecnologia Cmos, sono indicati per applicazioni nel settore automotive sia a colori sia

grare, in un unico chip, la matrice del sensore, il convertitore A/D, la logica di controllo e l'engine di elaborazione dell'immagine. Attualmente, National Semiconductor produce sensori completi utilizzando la tecnologia Cmos9 con geometria da 0,18 micron.

Nelle applicazioni automotive, il costo è un parametro di fondamentale importanza. I sensori Cmos si propongono dunque come un'alternativa estremamente valida, in quanto abbina, alle doti di semplicità costruttiva e di compattezza, costi decisamente competitivi.

L'ultimo blocco principale riportato in figura 4 è l'unità di elaborazione del-

l'immagine in grado di supportare diversi algoritmi richiesti da sistema Das. Questa piattaforma, che deve assicurare la potenza di calcolo necessaria per l'esecuzione di tali algoritmi, può sfruttare due differenti tipi di architetture.

La prima, classica, prevede l'impiego di un Dsp che si preoccupa dell'esecuzione della pipeline relativa all'elaborazione dell'immagine. La seconda sfrutta invece un approccio multiprocessore.

In questo caso sono presenti più processori all'interno del sistema che si suddividono i vari compiti di elaborazione dell'immagine.

Per entrambi gli approcci vi sono pro e contro. Per esempio, i Dsp dedicati dispongono di una vasta gamma di routine già scritte, e ciò può semplificare l'aggiornamento delle funzioni di elaborazione.

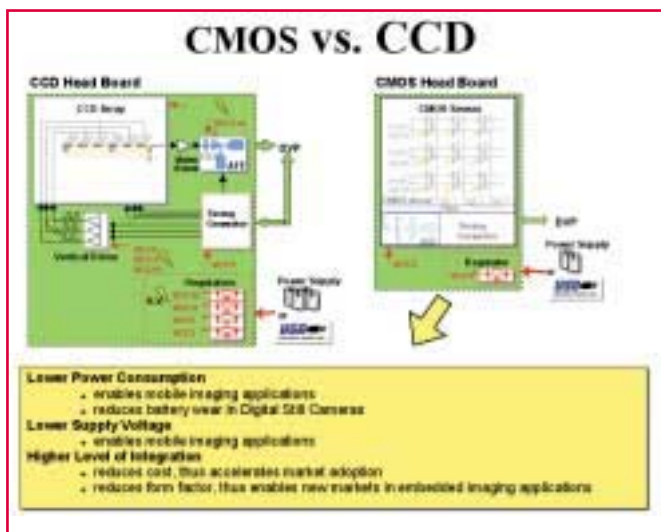


Fig. 6 - Confronto tra i sensori Cmos e Ccd

L'approccio che prevede l'uso di più processori è meno flessibile: il vantaggio è rappresentato dal fatto che è possibile ricorrere a processori già esistenti, in modo da ridurre sia i consumi sia i costi. Un'analisi approfondita di questo aspetto, comunque, esula dagli scopi del presente articolo.

## Considerazioni conclusive

Come si è potuto constatare, Das è un sistema complesso, basato su un'architettura distribuita che prevede la presenza di numerosi processori e dispositivi per l'acquisizione e l'analisi di segnali video, grazie al quale un guidatore può evitare situazioni critiche. I primi prototipi di questi sistemi sono già disponibili e, molto presto, inizieranno a essere disponibili sulle autovetture di fascia alta. La progressiva discesa dei prezzi, favorita anche dall'adozione dei sensori di immagine Cmos, favorirà la diffusione dei sistemi Das sulle vetture di ogni fascia di costo aumentando il grado di sicurezza nella guida.

**National Semiconductor**  
[readerservice.it](http://readerservice.it) n.35