

Quali scenari per i sensori del futuro?

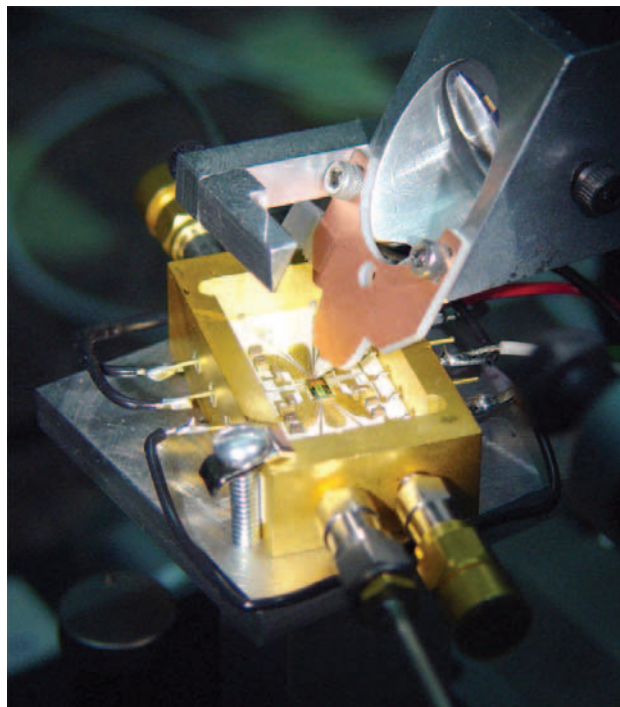
Mario Gargantini

Il rilevamento e il trattamento distribuito dei dati stanno emergendo nel panorama tecnologico attuale e trovano applicazioni in diversi ambienti sia civili che industriali. Al centro di questa nuova onda tecnologica ci sono i sensori, che si rinnovano grazie all'impiego di nuovi materiali, a nuove architetture costruttive, a una varietà di applicazioni derivanti dalle nuove possibilità di connessione in reti, cablate e wireless. Alcuni dei protagonisti danno il via ad un confronto che si prospetta di grande interesse trasversale.

L'universo dei sensori è in grande fermento. I notevoli avanzamenti tecnologici registrati negli ultimi tempi stanno producendo i loro frutti: basti pensare al settore automotive, dove le previsioni degli analisti continuano a indicare tassi di crescita elevati e dove si affermano nuove tecniche sensoristiche, come quelle basate sugli effetti magnetoresistivi per rilevare velocità e posizione.

Ma non è solo l'automotive a dominare la scena. I futurologi più spinti sono all'attacco e parlano di reti di sensori intelligenti, autonome e in grado di autoregolarsi evitando di essere sommerse dal gigantesco flusso di dati resi disponibili in ogni ambiente e situazione della vita quotidiana. E ci sono già aziende, ovviamente negli States, come la Sensoria e la Xsilog di San Diego e la Ember di Boston, che stanno scommettendo tutto su questi scenari avveniristici, convinte che presto i numerosi problemi tecnici ancora presenti potranno essere risolti.

Senza spingerci così lontano, è possibile comunque delineare alcune tendenze che stanno già dando i primi risultati o sono in procinto di farlo. Due, in particolare, sono i temi attorno ai quali ruotano le innovazioni: l'impiego di nuovi materiali, fino ad esplorare le potenzialità delle nanotecnologie; i sistemi di connessione, sia cablati che wireless, che portano a configurare reti di sensori per una enorme varietà di applicazioni. Per iniziare ad approfondire queste tematiche, *Automazione e Strumentazione* ha interpellato un gruppo di docenti e ricercatori universitari (Carmine Landi e Daniele Gallo del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione della Seconda Università di Napoli e Nicola Pasquino del Dipartimento di Ingegneria Elettrica dell'Università di Napoli Federico II) e i tecnici di alcune aziende particolarmente impegnate nello sviluppo dei sensori del futuro: Lucian Dold e Udo Fueger, della Sensor Business Unit di Omron; Marcello Perini, R&D Manager di Gefran Sensori; Roberto della Marina, Direttore Marketing e Business Development Mems di Olivetti I-Jet,



Fabio Veronesi General Manager componenti FA e sensori di Panasonic Electric Works, Thomas May di IFM Electronics.

Università di Napoli: flessibilità, riconfigurabilità e interconnessione

Negli ultimi anni il concetto di sensore di misura si è evoluto enormemente passando dai tradizionali semplici elementi analogici fino ad arrivare a complessi dispositivi digitali in grado di compiere, indipendentemente dall'azione umana, numerose operazioni connesse o conseguenti ai valori misurati. Si parla in tal caso di *Smart Sensor* e, in pratica, si tratta di microcontrollori che acquisiscono dati grezzi tramite appositi elementi sensibili alla grandezza fisica d'interesse e poi li elaborano ottenendo da essi le informazioni utili o richieste. Le capacità di elaborazione del sensore possono, inoltre, essere utilizzate per migliorarne l'accuratezza o l'affidabilità dei risultati di misura. Per tale ragione gli smart sensor tipicamente implementano anche funzioni più o meno complesse di filtraggio dei dati, scalatura, autocalibrazione e autodiagnostica di malfunzionamento. Tutte queste operazioni sono ottenute tramite elaborazioni software per cui differenti scelte possono essere facilmente implementate semplicemente cambiando la configurazione dell'apparecchiatura, il che fornisce a questi sistemi un'enorme flessibilità e riconfigurabilità.

Per molte applicazioni metrologiche le informazioni raccolte dai sensori risultano utili in luoghi geograficamente distanti

da dove sono raccolte oppure è necessario coordinare e/o avere accesso alle informazioni raccolte da più sensori contemporaneamente. Ecco che nasce l'esigenza di interconnettere gli smart sensor in una rete informatica in grado di veicolare a distanza le informazioni. Tipiche soluzioni industriali diffusamente usate per l'interconnessione di sensori, attuatori e dispositivi di controllo sono le reti di campo (*Fieldbus networks*), ma è possibile adottare differenti soluzioni di interconnessione (cavi in rame, fibra ottica, laser, connessioni wireless ecc.), differenti topologie (bus, stella, anello ecc.), differenti strategie di gestione (centralizzate, distribuite, clusterizzata ecc.) o differenti protocolli di comunicazione (RS-485, Ieee-488.2, TCP/IP, Ieee 802.11a/b/g, Bluetooth ecc.). Le diverse soluzioni debbono essere valutate in relazione allo specifico problema di misura tenendo conto delle esigenze di affidabilità, flessibilità, modularità, espansibilità, gestibilità e, ovviamente, economicità.

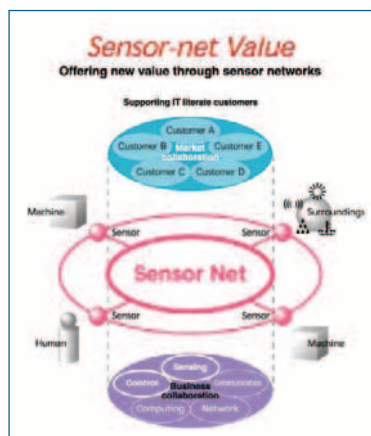
Una delle soluzioni che sta mostrando le migliori caratteristiche in termini di prestazioni e facilità d'utilizzo è quella che si basa sull'idea di dotare il sensore di un modulo in grado di fungere da web server in modo che l'accesso all'informazione sia possibile anche con comuni browser. Si parla in tal caso di *Smart Web Sensor*. Tali dispositivi hanno evidentemente enormi potenzialità d'interconnessione, di interazione e di espansione su vasti territori geograficamente distribuiti, pur soffrendo della mancanza di determinismo nelle tempificazioni, a causa dell'utilizzo del protocollo TCP/IP. Però, per tali sensori la generazione di pagine Html sia statiche che dinamiche, normalmente realizzata dai web server, non risulta la scelta più efficiente e si preferisce adottare un approccio che segue la filosofia dei *Web Service*. Con tale approccio il sensore diventa un "servizio di misura" accessibile su rete sia locale che geograficamente distribuita e in grado di essere interrogato da un qualunque utente autorizzato che abbia accesso ad un browser. Tale approccio offre le più ampie possibilità in termini di interoperabilità fra sensori, di flessibilità di applicazioni, di condivisione delle informazioni e di integrazione di reti di misura complesse.

Omron: semplicità, intelligenza, modularità, scalabilità

Secondo Omron, il trend di sviluppo del mercato è sempre più orientato verso sensori che uniscano grande semplicità d'uso e alte performance in un solo prodotto e Omron vuole spingersi oltre, proponendo sensori intelligenti, scalabili, modulari e orientati alla soluzione di specifiche problematiche.

I sensori più moderni e performanti sono perciò studiati per rispondere alle esigenze di oggi e del futuro e si basano sull'idea di Smart Sensor, un concetto altamente innovativo, che sarà la linea guida per lo sviluppo dei nuovi sensori nei prossimi anni.

Semplicità e intelligenza sono le prime caratteristiche dei nuovi sensori. La facilità d'uso è un fattore imprescindibile che, secondo Omron, deve essere esteso non solo al sensore vero e proprio, ma anche a tutti i componenti che costituiscono



Schema di rete di sensori elaborato da Omron

no la soluzione finale, andando perciò ad interessare anche eventuali moduli di espansione, siano essi unità di calcolo, di memorizzazione dati o di connessione in rete. Ogni nuovo sensore è studiato perciò avendo

come primo obiettivo il concetto di "teach and go", cioè autoapprendimento e funzionamento immediato.

Ma per realizzare un sensore veramente Smart è necessario unire alla semplicità anche l'intelligenza, cioè la capacità di fornire informazioni con alto valore aggiunto, che siano quindi già nella forma più consona e utile per l'uso che ne si vuole fare. Di conseguenza, i sensori avranno a bordo non solo uscite digitali o analogiche, ma anche seriali, USB ed Ethernet, che rappresenta l'ultima frontiera nello sviluppo di una connessione veramente real-time.

Le altre due prerogative dei sensori ai quali sta lavorando Omron sono la scalabilità e la modularità. Sono caratteristiche sempre più richieste che nascono dall'esigenza di semplificare al massimo la struttura di un sensore in modo da renderlo facilmente utilizzabile e, soprattutto, adattabile a richieste che possono verificarsi anche dopo l'acquisto.

Il concetto di modularità si esprime nell'aver un sensore che permetta di effettuare qualsiasi tipo di rilevamento, indipendentemente dal tipo di tecnologia che si vuole utilizzare; perciò si ha un unico controllore, al quale si possono connettere diverse teste di lettura (rilevamento, misura ecc.). La scalabilità è, invece, la possibilità di utilizzare più sensori interconnessi per risolvere applicazioni complesse, quali misure multipunto: è sufficiente montare i controllori affiancati e un'unità di calcolo si occuperà di effettuare le elaborazioni necessarie a fornire direttamente il risultato finale, senza la necessità di utilizzare dei componenti aggiuntivi (PC o PLC). Con gli Smart Sensor, quindi, Omron ha unito in un solo prodotto le caratteristiche che rappresentano il trend di sviluppo dei sensori nel prossimo futuro: semplicità, intelligenza, modularità e scalabilità.

Gefran: nuovi materiali e elettroniche avanzate

Il mercato dei sensori è estremamente dinamico; del resto le grandezze fisiche da misurare sono molteplici e l'evoluzione tecnologica in ogni settore si basa sulla misura di queste grandezze. Molti guardano alla possibilità di inserire i sensori all'interno delle varie applicazioni. La concorrenza nel settore è agguerrita, ogni produttore di sensori è alla ricerca di

soluzioni alternative per la realizzazione di nuovi sensori da un lato e di ottimizzazione delle prestazioni sui sensori ormai consolidati. Cercare elementi differenzianti nei propri dispositivi è uno dei fattori chiave per il successo.

Sono queste considerazioni che guidano le attività di sviluppo e di ricerca nei sensori industriali, unitamente alla possibilità di sperimentare nuove tecnologie sia per i materiali di base e le tecniche di trasduzione che per la realizzazione di elettroniche avanzate per il condizionamento e l'elaborazione dei segnali.

Ad oggi il gruppo di ricerca e sviluppo di Gefran Sensori sta lavorando per ottimizzare, migliorare e differenziare il proprio prodotto orientandosi verso: l'interfaccia di uscita, che fornisce il segnale elettrico o il dato digitale della grandezza misurata disponibile all'utilizzatore; l'elemento primario di misura, che garantisce la traduzione della grandezza fisica e che conferisce generalmente le prestazioni all'intero sensore. Nell'innovazione delle interfacce di uscita gioca un ruolo fondamentale l'evoluzione delle tecnologie elettroniche. In quest'ambito gli argomenti di maggiore attualità sono quelli legati ai sensori smart e alle reti di sensori con comunicazione digitale mediante bus di campo.

Se da un lato l'evoluzione della comunicazione su bus di campo basati su cavo si sta orientando verso prestazioni molto spinte (come ad esempio la riduzione dei tempi di risposta) all'estremo opposto sono di grande attualità le reti wireless.

A tale proposito Gefran ha attivato progetti specifici per l'individuazione degli standard di comunicazione più idonei per le applicazioni sensoristiche in ambienti industriali.

Accanto all'individuazione dello standard l'obiettivo dello sviluppo è quello di un design low power con specifiche strategie di ottimizzazione dei consumi per permettere l'alimentazione del sensore da batteria garantendo un'adeguata durata di quest'ultima.

Dal punto di vista degli elementi primari e delle tecniche di trasduzione l'elemento trainante la ricerca nei sensori industriali è costituito dalle continue innovazioni nei materiali.

Di particolare interesse, per il settore in cui opera Gefran, sono tutti i materiali lavorabili mediante tecniche di microlavorazione meccanica in grado di resistere nei cosiddetti harsh environment. Le attività di ricerca in questo specifico campo comporta un'investigazione a 360° che parte dalla conoscenza e dall'applicazione delle tecnologie di base per la realizzazione dell'elemento primario microlavorato e che coinvolge poi ad ampio spettro le tecnologie connesse al packaging.

Anche se dal punto di vista tecnologico potrebbe sembrare meno interessante o coinvolgente il comune denominatore per tutte le attività di ricerca nel settore dei sensori è costituito dalla ricerca della modularità.

La possibilità di concepire un sensore come un insieme di elementi diversamente assemblabili in modo da semplificare la personalizzazione del prodotto finale è diventato uno dei vincoli fondamentali per la progettazione dei sensori. Tale requisito impone molto spesso dei limiti all'applicazione di tecnologie tradizionali e stimola la ricerca di nuove soluzioni tecnologiche.

In caso di una progettazione modulare di successo i benefici

che si ottengono sono la riduzione dei costi di prodotto, l'incremento delle efficienze produttive e una maggiore possibilità di differenziazione del prodotto finale.

Olivetti I-Jet: le opportunità offerte dai Mems

L'evoluzione tecnologica procede a ritmi davvero frenetici. I computer continuano da ormai quasi trentanni a raddoppiare il rapporto prestazioni/costi ogni 18 mesi, come descritto dalla famosa legge di Moore. Ma, secondo Olivetti I-Jet, l'evoluzione nella sensoristica e nelle comunicazioni rischia di essere ancora più rapida. La diffusione sempre più spinta delle tecnologie Mems nella fabbricazione di sensori i più diversi (di pressione, accelerometri, di gas, inclinometri, giroscopi ecc.) ha permesso importanti riduzioni di dimensioni e costi, aumentando significativamente precisione e prestazioni. Un vantaggio importante di tale tecnologia risiede nell'essere compatibile con il processo planare di fabbricazione dei semiconduttori: nella stessa porzione di wafer di silicio in cui è definita ad esempio la membrana del sensore di pressione, è possibile oramai integrare "intelligenza" e "comunicazione", permettendo maggiore indipendenza del sensore dal sistema in cui è integrato e distribuendo la potenza di calcolo.

Produrre su larga scala tali sistemi permette di ridurre notevolmente i costi, abbassando quindi anche le barriere d'ingresso "naturali" ad un'introduzione ubiqua.

Ci affacciamo così al nuovo mondo delle reti di sensori senza fili, sistemi sensoriali distribuiti nell'ambiente o imbarcati in sistemi, capaci di comunicare tra loro solo quando necessario, in grado di vivere mesi o anni sfruttando quasi "evolutive" le forme di energia a disposizione, siano esse batterie, energia solare, RF o semplici vibrazioni. Si pensi che dalla loro nascita, un paio di anni fa, come prodotti di nicchia e ultraspecialistici, l'anno scorso questi sistemi M2M (machine-to-machine) si sono scambiati più messaggi che l'intero traffico SMS della Germania (oltre 20 miliardi di SMS) e che si prevede una crescita della loro diffusione nel mondo da circa 200.000 sensori wireless nel 2004 a 400 milioni nel 2008, aumentando il mercato potenziale da \$100 milioni a \$6 miliardi. I domini di applicazione di queste reti di sensori sono decisamente trasversali, dalla medicina al controllo di impianti industriali, dall'automotive al controllo ambientale: per ognuno di questi mercati, la possibilità di alleggerire il contenuto di cavi per l'alimentazione e la comunicazione si traduce in una estrema versatilità nella progettazione dei sistemi e sub-sistemi e significativi risparmi in termini di peso e costi, se non proprio abilitarne esclusivamente l'implementazione. Significativo comunque che stia cambiando il paradigma che definisce il sistema sensore-elettronica-comunicazione: oggi i fornitori di componentistica sono costretti a parlare la lingua del sistemista, l'intelligenza è distribuita e bisogna lavorare sulla comunicazione dei differenti sistemi tra loro, amalgamando le informazioni e ottimizzando la condivisione dei dati a disposizione. Se le reti intelligenti di sensori rappresentano indubbiamente il futuro, oggi stiamo assistendo ad una introduzione sempre più rilevante di componenti sensoristici in

una moltitudine di campi, dai trasporti agli elettrodomestici, dal biomedicale all'elettronica consumer, dalle telecomunicazioni all'ambiente. Pensiamo solo alle richieste sempre maggiori di controllo e di sicurezza nell'auto o negli elettrodomestici, alla possibilità di effettuare personalmente test diagnostici sul nostro stato di salute tramite dispositivi portatili non invasivi e a basso costo, all'introduzione di terminali mobili intelligenti che incorporano sensori di movimento o di posizione oltre che di rilevazione ambientale o alla possibilità di stampare fotografie più velocemente e di sempre migliore qualità. Tutto ciò è reso possibile dalle opportunità offerte dalle tecnologie Mems, intrinsecamente trasversali e abilitanti in numerosissimi campi.

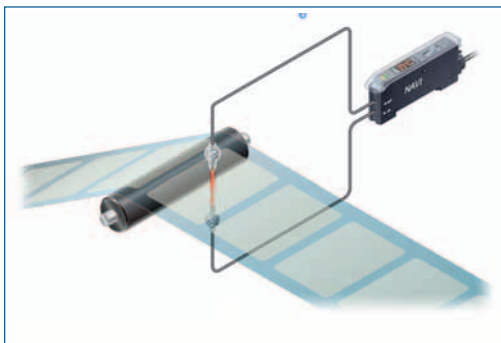
I sensori Mems - in particolare bio-Mems, RF Mems e optical-Mems - sono chiaramente i candidati nella ricerca di nuove applicazioni *killer*. Lo sviluppo e la crescita delle nanotecnologie - considerate come le iniziatrici potenziali della prossima rivoluzione nel mondo dell'high-tech - può portare alla nascita di una pletera di nuove applicazioni mai immaginate prima. In questo nuovo sistema di riferimento i sensori Mems diventeranno l'interfaccia indispensabile per far comunicare il mondo macroscopico con gli atomi, le molecole o le cellule. In Olivetti si crede e si investe in questo futuro, in forza di anni di ricerca e sviluppo perpetrati con costanza e determinazione: solo credendo nell'innovazione e possedendo una visione sul lungo termine si può continuare ad essere protagonisti in un mondo che evolve ad un ritmo mai raggiunto in passato.

Panasonic: fibre ottiche e sensori laser

La Panasonic Electric Works Italia conferma la dinamicità del mercato dei sensori sia in termini di semplicità di installazione, di miniaturizzazione e di contenuto tecnologico elevato. A questo proposito Sunx, marchio leader nel settore dei sensori fotoelettrici e dei sensori con tecnologia al laser, sta sviluppando nuove serie di sensori a fibra ottica e nuove gamme di sensori laser.

Naturalmente il livello tecnologico degli amplificatori a fibra ottica è di molto superiore a quello della classica fotocellula e consente quindi all'utilizzatore finale di risolvere applicazioni laddove l'utilizzo della fotocellula non garantisce una capacità di rilevamento sicura e affidabile nel tempo. Gli sviluppi futuri sono già prefigurati nella nuova gamma di amplificatori per fibre ottiche serie FX 300, realizzata sia in versione analogica che digitale, che riesce a raggiungere distanze di rilevamento paragonabili a quelle delle fotocellule tradizionali.

Sunx inoltre si è sempre distinta per la produzione di fotocellule miniaturizzate e di fibre ottiche speciali, portando sul mercato una gamma di oltre 150 modelli di fibre ottiche sia nella versione a sbarramento che in quella a tastaggio diretto.



Nuove capacità di rilevamento con i sensori a fibra ottica sviluppati da Panasonic

Ora prosegue nello sviluppo di fibre ottiche per ogni settore applicativo, spaziando dal settore dei semiconduttori e assemblaggio di componenti elettronici, ai processi di lavorazione dei materiali plastici e metallici, al packaging, all'automotive e al farmaceutico: si stanno costruendo fibre dedicate che possono resistere a temperature fino a 350 °C, ad agenti chimici, a sollecitazioni meccaniche e addirittura lavorare sotto vuoto.

Sul versante laser, c'è una crescente richiesta di fotocellule per impieghi generali con tecnologia laser ma i prodotti attualmente disponibili of-

frono limitati risultati in termini di precisione. La risposta di Sunx può invece far leva su una esperienza storica nella progettazione dei telemetri laser che consente di realizzare sensori laser con prestazioni elevate, disponibili con l'amplificatore separato e in grado di trovare applicazioni in molti settori applicativi. Il mercato sta diventando molto esigente anche nel controllo qualitativo in fase di produzione, come nelle lavorazioni meccaniche e realizzazioni di prodotti che devono rientrare entro determinate tolleranze. Qui una linea di innovazione si basa sulla tecnologia PSD (Position Sensing Detecting) per realizzare sensori laser a sbarramento applicabili, ad esempio, nel rilevamento del diametro di oggetti filiformi. Un'altra prospettiva interessante continua ad essere quella della tecnologia CCD (Charge Couple Device), che permette di ottenere una precisione nel rilevamento superiore rispetto ai PSD, in quanto permette di eliminare l'influenza di riflessioni parassite e di altri disturbi tipici.

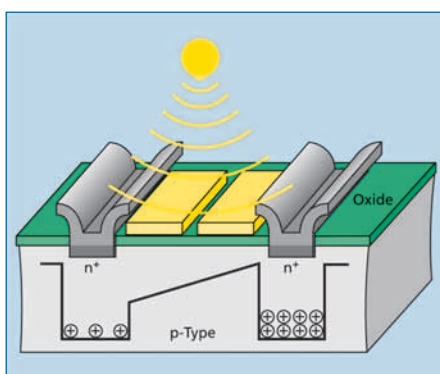
IFM Electronic: mixer fotonici, occhi per l'automazione

Nove anni fa il professor Schwarte, dell'Università di Siegen (Germania), presentava la richiesta di brevetto per lo schema base di una apparecchiatura nota come Photonic Mixer Device, un sistema su chip per misure di correlazione, ad esempio per determinare lo sfasamento di due segnali. Questa apparecchiatura optoelettronica basata su Cmos, può essere utilizzata per misurare il tempo di volo di un segnale ricavandone una misura di distanza e cioè: un fascio di luce modulata ad alta frequenza (ad esempio 20 MHz) viene emesso da un LED; il tempo di viaggio di andata e ritorno dall'emettitore all'oggetto viene misurato confrontando il segnale luminoso modulato con il segnale elettrico di riferimento sul chip; il ritardo o lo sfasamento tra i due segnali è una misura della distanza. Poiché la demodulazione del segnale viene eseguita direttamente nel rivelatore al silicio, il risultato esterno che porta l'informazione sulla distanza è un segnale a bassa frequenza che può facilmente essere elaborato con apparecchiature elettroniche standard; ciò consente di tenere bassi i costi del sistema. Il Photonic Mixer Device è straordinariamente sensi-

bile: può rilevare anche un singolo fotone e come sorgenti di luce possono essere impiegati semplici LED a basso costo. Può essere raggiunta una risoluzione fino a 0,1 mm, corrispondente a una differenza del tempo di volo rilevato di 0,6 ps.

Poiché il chip può essere prodotto con tecnologia Cmos, il costo del Photonic Mixer Device è moderato: così la produzione di massa di sistemi di misura su un chip non è soltanto una sfida ma un obiettivo raggiungibile. Negli ultimi cinque anni questa tecnologia è stata consolidata da una società start-up fondata dallo stesso Schwart e denominata PmdTec; grazie alle ricerche di base della PmdTec, ora la tecnologia sta arrivando sul mercato. I Photonic Mixer Device possono essere impiegati come semplici sistemi di misura delle distanze, come nel caso dei

primi prodotti di serie presentati recentemente da IFM Electronic. Ma una notevole carica innovativa può ancora essere ottenuta realizzando una



Schema del mixer fotonico IFM

matrice per misurare i pixel. Ciò porterà a delle apparecchiature in grado di fornire l'immagine elettronica di un ambiente in tutte le tre dimensioni spaziali. Utilizzando la terza dimensione nella pattern recognition, ricorrendo ai voxel (volume element) invece che ai pixel, si ottengono enormi vantaggi: le dimensioni degli oggetti possono sempre essere calcolate indipendentemente dalle distanze, lo sfondo può essere sottratto e le ombre non disturbano.

Il settore automotive ha molte aspettative nei confronti di questa tecnologia. Il traguardo della "macchina che vede" sembra essere a portata di mano: si potranno così evitare urti o guadagnare preziosi millisecondi nell'attivazione dei dispositivi di sicurezza prima degli impatti, aumentando le possibilità di salvare vite umane. La stessa cosa potrà valere per i camion e per i carrelli elevatori. Un altro ambito applicativo è la robotica: i robot hanno bisogno di riconoscere e interagire con l'ambiente e le difficoltà, in questo costituiscono oggi uno dei principali limiti all'impiego di robot mobili.

Altre applicazioni si prospettano nell'automazione di fabbrica, soprattutto nel riconoscimento di oggetti e nel controllo delle fasi di processi automatizzati dotati di telecamere 3D; ciò può portare ad un nuovo modo di progettare le macchine di produzione. Il Photonic Mixer Device rappresenta senza dubbio una pietra miliare nella percezione elettronica dell'ambiente: il futuro è aperto.

readerservice.it - n. 34