

SENSORI CHIMICI

INTRODUZIONE:

Un sensore è un dispositivo che riceve delle informazioni mediante un segnale in ingresso, espresso in una data grandezza fisica e lo trasmette in uscita, espresso in una grandezza fisica diversa, più adatta a successive elaborazioni. I sensori si dividono fondamentalmente in due categorie: attivi e passivi. I primi richiedono potenza dall'esterno per fornire la misura in uscita e solitamente hanno un sistema di amplificazione a valle del sensore; i secondi invece non richiedono potenza esterna e forniscono un segnale immediatamente utilizzabile. Vi sono diverse categorie di sensori e diverse classificazioni sono possibili: in base al principio fisico, alla grandezza da misurare o al settore di destinazione. Una categoria di interesse su cui si sono concentrate diverse equipe di scienziati, è quella dei sensori che cercano di emulare i sensi dell'uomo, per determinare le proprietà fisico-chimiche di alcune sostanze: i sensori chimici.

EMULAZIONE DEI SENSI UMANI:

Un progetto di ricerca che si è occupato di questi problemi, è quello guidato dal prof. Andrew Russel della Monash University in Australia. Lo scopo del progetto è stato quello di progettare e costruire un manipolatore fornito di sensori tattili che potesse riconoscere un oggetto e determinarne le proprietà termiche. La mano del robot è stata dotata di una superficie in gomma, cedevole al contatto con l'oggetto da manipolare, in modo da adattarsi anche alle superfici non piane e fornire un attrito necessario per tenere fisso l'oggetto. La mano del robot è stata progettata con due dita a 6 gradi di libertà ciascuna (3 di rotazione e 3 di traslazione). Un sensore di forza e di torsione determina l'azione da imprimere sulla superficie dell'oggetto manipolato e una matrice quadrata di 64 sensori tattili determina la natura e le caratteristiche dell'oggetto in esame. Le applicazioni di questo robot riguardano soprattutto la manipolazione di precisione e il controllo di qualità, in cui spesso è necessario un intervento umano per interagire con oggetti delicati e fragili e per ottenere informazioni da esso (come ad esempio determinarne la temperatura).

Un altro robot progettato dal prof. Andrew Russel è basato invece sul riconoscimento di un oggetto a partire da informazioni olfattive. Per ideare questo robot si è partiti dalla considerazione che certe categorie di animali, come ad esempio gli insetti, marcano il loro territorio con tracce di sostanze chimiche riconoscibili dai propri simili che ripercorrono lo stesso tragitto. Questo meccanismo è stato usato per costruire un robot miniaturizzato equipaggiato con un sensore che riconoscesse le tracce di un odore prestabilito lasciate

sul terreno. L'applicazione di questo prototipo vuole essere quella di eseguire dei compiti di riconoscimento dell'odore di una certa sostanza, che solitamente vengono assegnati a segugi e cani da fiuto come per esempio la localizzazione di sostanze stupefacenti o fughe di gas e il ritrovamento di mine e bombe inesplose o di superstiti di calamità naturali.

Questo genere di studi, iniziato già nel 1995 è ancora in pieno sviluppo a causa della difficoltà nel riconoscimento di determinati odori dovuta sia alla elevata precisione dei sensori richiesta, sia alla necessità di eseguire gli esperimenti in ambienti strutturati e densi di ostacoli. Per questo motivo i robot progettati per questi compiti sono equipaggiati con un sensore che eviti le collisioni frontali e con un sonar per la misurazione della distanza, oltre che con un sensore chimico e un rilevatore degli spostamenti d'aria.

Un altro robot mobile adatto ad eseguire questi compiti è ARTHUR, un robot progettato alla University of Tuebingen dotato di un sensore sensibile ai gas. Scopo di ARTHUR è quello di rilevare una sorgente emanante un certo odore non solo in condizioni ottimali, ma in ambienti complessi e con ostacoli. Per questo esperimento, si è dato più peso al rilevamento della sostanza gassosa che al riconoscimento preciso della sostanza stessa; infatti i disturbi dovuti alla mobilità della piattaforma su cui è inserito il sensore, rende difficile il riconoscimento preciso dell'elemento in esame. Ciononostante, avere un robot mobile dà la possibilità di localizzare la sorgente di gas, cosa impossibile per un sensore immobile. Il flusso d'aria nell'ambiente in esame deve essere sufficientemente basso in modo da non perturbare la misura e quindi la localizzazione della sorgente. Questo robot è equipaggiato con 17 sensori Polaroid ed un ricevitore GPS a 12 canali, ha 4 ruote motrici ed ogni ruota può, all'occorrenza, essere comandata in modo autonomo, al fine di rendere particolarmente semplice il movimento in spazi stretti; nel robot è inserito un sistema biprocessore Pentium II a 333 MHz e si possono inviare comandi da una postazione remota basata su GNU/Linux e collegata con un sistema Ethernet wireless.

I sensori chimici trovano una loro applicazione anche nei robot umanoidi; questi robot, infatti, non sono dotati solamente di dispositivi per applicazioni ad hoc, ma coinvolgono diverse categorie di sensori (visivi, tattili, chimici e uditivi) per ottenere un buon modello del mondo che li circonda. Un robot di questo tipo è WE-3RV, ideato da Hiroyasu Miwa, Atsuo Takanishi e Hideaki Takanobu ed è progettato per interagire con l'essere umano e per percepire i cambiamenti nell'ambiente circostante. Per questo motivo è dotato di due telecamere digitali montate negli occhi, di due microfoni per percepire i suoni, di sensori cutanei e olfattivi per analizzare se nell'aria sono presenti alcuni tipi di sostanze; al momento attuale WE-3RV è in grado di riconoscere tre odori diversi: ammoniacca, alcool e fumo di sigaretta. Le informazioni provenienti dai sensori vengono assemblate e rielaborate da due pc collegati al robot mediante un sistema Ethernet; il robot, a partire dalle informazioni sensoriali, può modificare l'espressione facciale e interagire con un eventuale interlocutore.

ROBOT E DISPOSITIVI DI PRECISIONE: il caso del naso elettronico

Se ciò che conta in un esperimento, è la precisa rilevazione della composizione chimica di un gas disperso in un certo ambiente, si ha bisogno di sensori chimici molto sofisticati e sensibili. Anche in questo caso l'ispirazione per il progetto è stato l'essere umano ed in

particolare il suo apparato olfattivo. La NASA e il California Institute of Technology hanno messo a punto un sensore denominato ENose (Electronic Nose), un naso artificiale in grado di identificare determinati componenti presenti nell'aria. La necessità di misurare la composizione dell'aria è particolarmente importante in ambienti chiusi quali lo Space Shuttle o la International Space Station. Il primo test dell'ENose è stato infatti effettuato nel 1999 a bordo dello Space Shuttle con l'astronauta John Glenn, per testare la qualità dell'aria durante il volo. L'utilizzo di ENose però non si limita ad applicazioni aerospaziali; infatti è possibile impiegarlo in tutte quelle applicazioni in cui si devono esaminare componenti volatili e rilevare odori di certe sostanze come nei controlli di qualità, nell'analisi del cibo (aroma del caffè) e negli ambienti industriali per evitare la presenza di sostanze tossiche nell'aria.

Il naso artificiale contiene un gran numero di sensori, i quali non sono specifici per una determinata sostanza ma rispondono a cambiamenti nella composizione dell'aria. I sensori di ENose sono fatti da 16 strati di polimeri. Ogni strato è addizionato con particelle di carbonio che lo rendono elettricamente conduttivo. I polimeri si dilatano e si restringono a seconda del cambiamento della composizione dell'aria esaminata; queste alterazioni negli strati polimerici si traducono in un cambiamento nella resistenza elettrica dello strato stesso. ENose misura i cambiamenti resistivi e determina la natura della sostanza in esame. La portabilità dell'applicazione è ottenuta grazie alla generalità dei sensori utilizzati nella realizzazione del dispositivo. Il riconoscimento infatti si basa su esempi rilevati in laboratorio che vengono confrontati con la miscela di gas che si vuole classificare. La rilevanza del progetto ENose è dovuta al fatto che sia in grado di riconoscere una quantità di gas, minore di una soglia detta SMAC (Spacecraft Maximum Allowable Concentration), misurata in parti per milione e fissata dai tossicologi della NASA, per garantire la qualità dell'aria nelle missioni spaziali.

La NASA e il California Institute of Technology non sono stati gli unici enti ad occuparsi della progettazione di un dispositivo olfattivo di precisione. Il prof. David Walt della Tufts University e il suo staff hanno messo a punto un altro tipo di naso elettronico ma adatto alle medesime applicazioni. Inserti fluorescenti sono stati incorporati in strati polimerici di diversa natura fisica e chimica, in modo da formare un unico strato di sensori. Questi reagiscono al contatto con il gas mediante variazioni luminose e inviando dei segnali ad un sistema basato su reti neurali mediante dei sensori ottici ed una camera digitale. Il sistema è in grado di classificare correttamente 40 diverse sostanze tra cui complesse miscele. Il prof. Walt afferma che applicazioni commerciali basate su questo prototipo di naso elettronico saranno possibili tra 4/5 anni.

Anche in questo caso il corretto riconoscimento della sostanza in esame è ottenuto grazie ad una serie di esempi con cui è stato allenato il sistema di reti neurali per i riconoscimenti successivi.

CONCLUSIONI: l'importanza dei dati.

In questo tipo di dispositivi, il periodo di classificazione di sostanze semplici e note a priori è fondamentale per formare una solida base di conoscenza atta a riconoscere correttamente i nuovi casi in esame, sia che venga ottenuta con sistemi intelligenti come le reti neurali o gli algoritmi di decisione che con un sistema di basi di dati. Oltre a ciò è stato fondamentale progettare sensori

innovativi in grado di tradurre informazioni visive e reazioni chimiche in informazioni oggettive comprensibili da un elaboratore per poterle immagazzinare e riutilizzare successivamente per nuove classificazioni.