

Dossier/ Il ruolo dell'Università per lo sviluppo di una cultura ambientale

Che cos'è il 'sensore virtuale'?



28 novembre 2008

di Salvatore Graziani

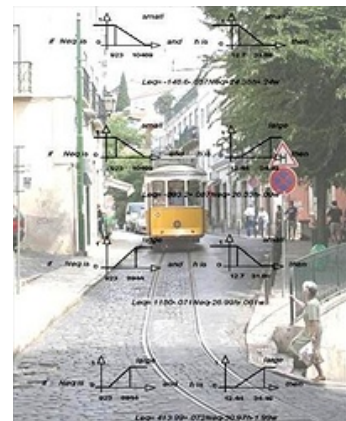
Tutti i bambini, tranne uno, crescono. Questo è certo, ce lo dice James Matthew Barrie fin dall'inizio, tanto per sgombrare il campo da qualsiasi dubbio. Peter, infatti, non vive l'esperienza umana della crescita, e per questo vive su un'isola che non c'è.

Tuttavia, in quell'isola si muove un cocodrillo che ricorda a tutti gli abitanti l'impossibilità di sfuggire alla condizione umana del cambiamento. Non è forse casuale che questo avvenga con il più comune strumento di misura: l'orologio col suo ticchettio scandisce lo scorrere del tempo su una scala oggettiva che permette, o forse costringe, a ordinare gli eventi, anche quelli umani, escludendo la possibilità che si possa esistere in una condizione di tempo sospeso.

Noi viviamo su un'isola che c'è, e tuttavia anche per noi il tempo è tiranno: la soluzione delle problematiche ambientali non è più derogabile e l'orologio che angustia Capitan Uncino ci ricorda la necessità di crescere e di agire. Non ci è consentito, purtroppo, di vivere la sconfinata, irripetibile libertà del Peter Pan di Barrie.

Possiamo continuare a usare l'orologio e la misura del tempo come metafora di questa evoluzione. Esso rappresenta, infatti, la necessità di passare da una conoscenza qualitativa - e necessariamente grossolana - della realtà a una quantitativa, come suggerito da Lord Kelvin: "Possiamo conoscere qualcosa dell'oggetto di cui stiamo parlando, solo quando possiamo compiere misure al fine di descriverlo mediante numeri; in caso contrario la nostra conoscenza è scarsa e insoddisfacente" (*Le misure di grandezze fisiche*, E. Arri e S. Sartori, Paravia, 1984).

Soltanto disponendo di informazioni quantitative sui processi che ci interessano possiamo

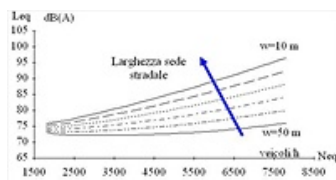


verificare ed eventualmente confutare i modelli con cui rappresentiamo il mondo reale. Né si deve pensare che la disponibilità di tali informazioni sia una pura curiosità dello scienziato.

La capacità di descrivere rigorosamente i fenomeni e di predirne l'evoluzione è strumento necessario a programmare le azioni sui processi, prodotti dalle attività umane, o i fenomeni naturali, per raggiungere gli obiettivi desiderati. Questi possono derivare da politiche di produzione, imposte alle industrie dall'esigenza di sopravvivere nel mondo della competizione, o dal legislatore che detta regole sulla qualità dei prodotti e dell'ambiente. Si pensi, ad esempio, al trattato di Kyoto che, riconoscendo di fatto la natura ormai globale dei problemi ambientali, da qualche anno impone a molti dei paesi industrializzati di ridurre l'emissione dei principali gas serra.

Viceversa, una conoscenza approssimativa dei fenomeni comporta necessariamente una limitata capacità di azione sull'evoluzione degli stessi.

L'informazione quantitativa sullo stato in cui si trovano i processi viene acquisita tramite gli strumenti di misura, tanto che la mancanza di tali supporti o di procedure chiare di esecuzione delle misurazioni può bloccare la nostra capacità di influire sui processi o rendere il risultato delle nostre decisioni incerto.



Per molte applicazioni non esistono strumenti adatti all'osservazione diretta dei parametri. Per altre, pur avendo a disposizione gli strumenti, il loro uso diventa proibitivo per motivi di costo o di non accessibilità dei punti in cui sarebbe significativo eseguire la misurazione. Si tratta, guarda caso, di condizioni che spesso si presentano quando si cerca di affrontare un problema di misura legato allo studio di fenomeni di interesse industriale o ambientale.

Fortunatamente la matematica e la tecnologia possono venirci in aiuto per sopperire a questa assenza; è possibile, infatti, risalire al valore del parametro non disponibile usando le misure di altre grandezze. Si tratta di algoritmi noti in letteratura come sensori virtuali (in inglese virtual sensor o soft sensor) ad evidenziare come essi conservino di un dispositivo tradizionale soltanto l'aspetto funzionale, ovvero la capacità di proporre un valore per il parametro indagato.

Il cuore di un sensore virtuale è un modello matematico che descrive il legame funzionale che lega la quantità d'interesse ai valori di altri parametri, determinabili usando strumenti di misura, stavolta intesi nel senso tradizionale. Spesso, inoltre, il legame esistente tra le grandezze è molto complesso e pertanto è necessario ricorrere a strumenti matematici adeguati per ottenerne una rappresentazione soddisfacente.

Ci siamo occupati nel tempo, in seno alla Facoltà di ingegneria del nostro ateneo, dello sviluppo di molti sensori virtuali per la soluzione di problemi di diversa natura. Tutti gli studi affrontati hanno condiviso la necessità di usare tecniche tipiche dell'intelligenza artificiale per la descrizione funzionale del modello.

Riporto nel seguito un esempio di applicazione dei sensori virtuali alla soluzione di problemi di misura: il problema della misura di inquinamento acustico a Catania. Si tratta un caso esemplificativo, sia dei problemi che è possibile affrontare, sia delle risorse che si rendono necessarie per arrivare alla soluzione.

Tenuto conto della natura della rete viaria cittadina e dell'intensità del flusso veicolare si può affermare che il traffico da autoveicoli è la maggiore causa di inquinamento acustico nell'area urbana. Esso costituisce una causa di disturbo per le persone e, oltre un certo

livello, comporta un degrado della qualità della vita e può determinare anche dei danni permanenti alla salute; già da anni sono state promulgate delle direttive, atte a proteggere l'utente della strada, che tendono a limitare il livello massimo di rumore.

Quanto precedentemente accennato spiega l'importanza dello studio dei meccanismi che regolano l'emissione di rumore da parte degli autoveicoli: la comprensione del fenomeno e la descrizione di un suo modello rappresenta un punto importante per poter intraprendere delle azioni in grado di limitare il livello d'inquinamento acustico. Si è riusciti a risolvere il problema applicando la strategia *fuzzy*, una tecnica tipica di elaborazione delle informazioni, per descrivere il processo di produzione di rumore da parte degli autoveicoli.

La logica fuzzy è stata introdotta da Lofti A. Zadeh nel 1965; essa si basa sulla premessa che gli elementi chiave nell'attività del pensare umano sono identificatori di insiemi sfocati. Ovvero indicatori di classi di oggetti in cui la proprietà di appartenenza è rappresentata utilizzando una funzione continua; cade quindi il principio di non contraddizione: uno stesso elemento può contemporaneamente appartenere e non appartenere a un insieme.

Nel caso della misura del livello di inquinamento acustico è stato necessario acquisire informazioni sul livello equivalente di pressione sonora e sulle cause che lo generano: gli autoveicoli, i mezzi pesanti e i motocicli. Queste informazioni sono state quindi elaborate al computer per la sintesi dell'algoritmo *fuzzy* riportato in figura.