

L'INCERTEZZA: UN TEMPO ANONIMO

La logica Fuzzy

Roberta Frison¹ e Claudio Ingrami²

C'è un errore e sembra comune a tutti coloro che si occupano di scienza: sostengono che ogni cosa sia vera o falsa; non sanno sempre con certezza quali cose siano vere e quali false, ma sono sicuri che le cose sono o vere o false.³

Aver vissuto intensamente e combattuto aspre battaglie, aver dubitato e provato la collera, la rabbia l'esercizio del dubbio, l'arroganza del potere, l'indottrinamento gerarchico, la tirannia economica, l'imbroglione di coloro che si professano non aristotelici, fa proprio pensare come rilevò René Descartes *l'erreur ne consiste qu'en ce qu'elle ne paraît pas être telle* ovvero l'errore non si manifesta come tale e anzi consiste proprio nel fatto che non pare essere tale. ... sappiamo di sapere ma non sappiamo di non sapere. E tuttavia, come rilevano anche Maturana e Varala, sembra che da qualche parte vi sia un tabù, che contrasta e ha contrastato vigorosamente questa esigenza: *proibito conoscere la conoscenza...* In effetti, la tradizione scientifica ed epistemologica dell'età moderna ha sviluppato un'attitudine fortemente critica nei confronti delle relazioni circolari e delle forme di autoriferimento, considerate all'origine di paradossi e di problemi mal posti ... Bateson pose alla base del suo progetto di ecologia della mente l'esigenza di affrontare, senza facili scorciatoie, una sorta di principio di complementarità circa la natura della cognizione umana, secondo il quale *da una parte abbiamo la natura sistematica dell'essere individuale, la natura sistemica della cultura in cui egli vive e la natura sistemica del sistema biologico, ecologico, che lo circonda; e, dall'altra parte, la curiosa distorsione nella natura sistemica dell'uomo stesso.*⁴

Nella storia, peraltro rispettabilissima e tutt'altro che antiaccademica che risale a Bertrand Russell e a Jan Lukasiewicz, verso gli anni '60 Lofti Zadeh, logico dal sapore antiaccademico rilanciò un settore della logica matematica ribattezzandola *fuzzy* che alla lettera significa sfumato, indistinto.

Alla base della logica fuzzy *niente è assoluto ma è tutto una questione di misura.*

Kosko, uno dei più brillanti allievi di Zadeh, si è soffermato a riflettere su quelle che a suo giudizio sono le implicazioni concettuali e filosofiche più generali della logica fuzzy che hanno di fatto trovato in oriente il terreno favorevole all'applicazione.

In occidente gli scienziati si sono opposti in larga misura. Per secoli si è rimasti legati a concezioni dicotomiche della verità: il tutto o niente il bene o il male. La storia del pensiero occidentale ha oscillato fra la Scilla del ritenere la conoscenza un prodotto e uno specchio della realtà e la Cariddi del ritenere di ritenere la realtà un'invenzione della conoscenza, rispetto ad una filosofia orientale

¹ Didatta-Coordiatore dell'Istituto Modenese di Psicoterapia, Mediazione e Counselling Sistemico-Relazionale ISCRA (dal 1997 al 2005) :: Docente alla Scuola di Specializzazione in Criminologia Università Europea Jean Monnet – Bruxelles, Sede italiana: Istituto ETAI, Padova (dal 2002 al 2005) :: Professore a contratto (A.A. 2002-2003) di *Psicologia delle Comunicazioni* al corso di laurea in “Scienze della Programmazione Sanitaria” della Facoltà di Medicina e Chirurgia dell'Università di Modena e Reggio Emilia :: Direttrice di Master Planning in Struttura Intermedia e Musicoterapista – Esperto in comunicazione e conduzione grupppale per la gestione di progetti inerenti attività espressive dell'unità operativa di Neuropsichiatria dell'Età Evolutiva AUSL Modena.

² Docente di Sistemi ed Elettronica presso l'IPSIA “F. Corni” di Modena. :: Professore a contratto di GPRS-1 (Gestione e programmazione per reti e siti) e Tutor nel sistema FAD di “Laurea On Line in Comunicazione e Marketing” presso il corso di Laurea in Scienze della Comunicazione, Università di Modena e Reggio Emilia.

³ Bart Kosko - Il fuzzy pensiero. Teoria e Applicazioni della logica Fuzzy - Baldini & Castoldi 1999 Milano.

⁴ M. Ceruti, in presentazione “L'albero della conoscenza” di H. Maturana e F. Varala.

che ha dato rilievo a *yin* e *yang*, all'unità e alla necessità di considerare l'universo contemporaneamente da differenti punti di vista.

Zadeh nel 1963 pubblicava *Linear System Theory* contribuendo alla costituzione della nuova disciplina *Automatica* poi tramutata in *Sistemistica*. Anni in cui dominava il paradigma dell'intelligenza artificiale in aperto contrasto con la cibernetica e la neurocibernetica che avevano proposto di studiare i processi mentali attraverso la simulazione della logica delle reti neurali.

Gli strumenti logici a disposizione degli studiosi e delle persone comuni sono generalmente considerati il frutto della logica bivalente, ossia quella aristotelica. Per logica bivalente (o booleana) si intende quella che usualmente chiamiamo *logica crisp*⁵ dove una proposizione è vera (valore di verità=1) o falsa (valore di verità=0). Valgono il *principio di non contraddizione* (non è possibile che una proposizione sia vera e falsa) e il *principio del terzo escluso* (una proposizione o è vera o è falsa, non esiste una terza possibilità) Da oltre duemila anni i problemi sono affrontati e risolti con l'ausilio della logica del vero o falso, e, sebbene fin dalle sue origini alcuni filosofi abbiano messo in luce alcuni suoi punti deboli, il suo potere è tuttora indiscusso ed è alla base delle dimostrazioni formalizzate.

Le leggi del pensiero (1854), messe a punto nell'ottocento da Gorge Boole e Augustus De Morgan⁶, hanno permesso ai due logici inglesi di portare alle estreme conseguenze i sillogismi aristoteliani che preludono ai ragionamenti meccanizzati. Il rigore di tale metodo lascia però insoddisfatti, dal momento che la precisione della logica ha annullato il valore e la ricchezza semantica del nostro linguaggio naturale.

Fu Platone a porre le fondamenta di quella che poi verrà chiamata logica fuzzy, postulando l'esistenza di una terza ragione, oltre al vero e il falso, dove convivono entrambe. Altri più moderni filosofi richiamarono questa convinzione come Hengel, Marx ed Engels. La logica fuzzy, alternativa sistematica alla logica bivalente di Aristotele, fu scritta nei primi del '900 da Lukasiewicz il quale descrisse una logica a tre valori insieme alla matematica necessaria per calcolarla. Questa proposta, come molte altre, non fu accettata e cadde nell'oscurità. Solo recentemente la nozione di logica ad infiniti valori è ricomparsa con la pubblicazione nel 1965 da parte di Lofti A. Zadeh di *Fuzzy sets*⁷ in cui descrive la matematica degli insiemi fuzzy da cui deriva la logica fuzzy. La logica fuzzy ha due significati. Il primo è quello di logica polivalente o vaga dove i valori di verità di una proposizione possono variare nell'insieme continuo [0, 1] (0 corrisponde a falso, 1 a vero, gli altri valori hanno una parte di verità e una di falsità). Non è necessario che la legge del terzo escluso, **A o non(A)**, valga al 100% e la contraddizione **A e non(A)** può valere in misura maggiore dello 0%. Il secondo significato, dato da Lofti Zadeh negli anni sessanta, è quello di ragionamento con insiemi fuzzy o con regole fuzzy (a lui è dovuta la paternità del termine fuzzy).

Un insieme si dice fuzzy se i suoi elementi possono appartenergli del tutto (100%), per niente (0%) ma anche in una certa misura, una percentuale compresa tra 0% e 100%. La maggior parte di qualità che variano da una interpretazione ad un'altra, definiscono insiemi fuzzy (l'insieme delle persone giovani o alte o ricche è fuzzy - per contro l'insieme dei numeri interi o naturali non è fuzzy).

Una delle maggiori critiche che incontra la logica fuzzy è quella che la accusa di essere una "probabilità mascherata". Per dimostrare che questo non è vero, è necessario distinguere i due concetti di casualità e fuzziness. Il primo ha a che fare con l'incertezza riguardo l'appartenenza di un oggetto ad un insieme non fuzzy, e comunque rientra all'interno del ragionamento bivalente; la

⁵ La letteratura fuzzy successiva a Zadeh chiamerà gli insiemi classici, i cui elementi vi appartengono completamente, *insiemi crisp*, e conseguentemente la logica classica su di essi fondata diventerà *logica crisp*.

⁶ De Morgan (1806-1871) sistema la logica classica e prosegue il lavoro di Boole, getta le basi per la logica delle relazioni.

⁷ *Fuzzy Sets*, Information and Control, 8, 338-353.

seconda si riferisce a quel genere di imprecisione associata a gradi intermedi tra la completa appartenenza e la non appartenenza, e si riferisce ad una logica ad infiniti valori (stati).

Malgrado il nome possa trarre in inganno, nella logica fuzzy nulla è incerto né tanto meno aleatorio. In un ragionamento fuzzy tutto è deterministico e ripetibile. Di sfumato e vago c'è solo la terminologia adottata nell'esprimere le regole: i descrittori linguistici come "alto", "basso", "lento", "veloce"..., sono grossolani e arbitrari per gli uomini, ma ben precisi per esempio per un computer.

Questo singolare connubio fra vaghezza e determinismo, rende i sistemi basati su logica fuzzy molto indicati per applicazioni caratterizzate da:

- complessità del problema;
- presenza di dati a spettro continuo di difficile categorizzazione;
- problema ben padroneggiato ma mal formalizzato;
- difficoltà nell'individuazione di un modello matematico;
- esigenza di una soluzione deterministica ma elastica;
- esistenza di esperti aventi una conoscenza appropriata ma soggettiva.

La compresenza di questi fattori rende poco conveniente una soluzione mediante modellazione matematica (che porterebbe allo sviluppo di algoritmi e formule) e rende impraticabile una soluzione mediante logica classica binaria (che richiede una eccessiva categorizzazione e schematizzazione del problema). L'approccio basato su logica fuzzy è un pò una via di mezzo, nel senso che pur consentendo una rappresentazione del problema in termini di regole euristiche, non richiede di classificare i dati in termini di "tutto bianco" o "tutto nero".

Fuzzy non è sinonimo di qualunquismo, di confusione, di soggettività⁸. Fuzzy è più appropriatamente associabile a incertezza non stocastica, a imprecisione descrivibile in forma matematica. L'incertezza è associabile oggi, dopo decenni di cambiamenti culturali, sociali e politici, a una misura quantitativa, al pari di una lunghezza o un peso. L'incertezza è oggi, come il resto, misurabile, e rappresenta quotidianamente l'affidabilità circa la verità o la falsità di una affermazione. Per misurare l'incertezza dobbiamo affidarci a nuovi strumenti matematici che ci autorizzano a violare la legge del terzo escluso o il principio di non contraddizione. Attraverso la logica a più valori e quindi la logica fuzzy dobbiamo consentire a un elemento atomico, a un concetto, a un evento, di appartenere a più insiemi apparentemente esclusivi.

Il mondo scientifico, seguendo i passi del mondo economico e della società più in generale, ha solo di recente imparato a tollerare. La mancanza di tolleranza per l'imprecisione ha altresì permeato il nostro mondo e la ricerca scientifica in tutto il passato. Acquisire come modo di pensare questa tolleranza per l'imprecisione può invece arrecarci notevoli benefici e consentire di rendere trattabili problemi che oggi non lo sono. La tolleranza per l'imprecisione può essere sfruttata anche per ottenere soluzioni di basso costo e un migliore rapporto con la realtà. Potrebbe sembrare un discorso limitato all'attività scientifica, ma in realtà non è affatto così.

Il mondo fuzzy è un mondo che privilegia le interazioni, le relazioni umane, l'immaginazione, e che punta a un modello di uomo flessibile che si adatta rapidamente al cambiamento.

Nel 1973 il professor L. A. Zadeh osservò che gli elementi chiave del pensiero umano non sono numeri, ma *etichette* di insiemi fuzzy. Una delle capacità più sorprendenti del cervello umano, tutt'ora non riproducibile dall'intelligenza artificiale, è quella di riassumere informazioni; un riassunto per sua natura è un'approssimazione, e il cervello umano trae vantaggio da questa tolleranza all'imprecisione attraverso la codificazione delle informazioni più rilevanti rispetto a determinata necessità, racchiudendo queste informazioni in insiemi fuzzy che vengono

⁸ Da "La società fuzzy" di Carlo Morabito.

successivamente etichettati. Per questo la logica fuzzy rappresenta un ottimo strumento di gestione della polivalenza e la vaghezza del linguaggio naturale pur ammettendo una struttura formale che ne permette una successiva rappresentazione numerica.

In generale un concetto si dice fuzzy, quando corrisponde ad una classe di oggetti che non hanno confini ben precisi, ad esempio, bello, giovane, amico, vicino, ecc..., mentre altri concetti non lo sono: sposato, maschio, fratello, ecc... Si può notare che generalmente i concetti fuzzy sono più complessi dei concetti che non lo sono (pensiamo ad esempio al concetto "amico" e "fratello"). Concetti o situazioni troppo complesse od imprecise per essere manipolate con gli strumenti tradizionali a disposizione degli studiosi o analisti, possono essere studiate attraverso un approccio linguistico, dove parole o frasi del linguaggio naturale vengono usate al posto dei numeri: in questo l'approccio linguistico sacrifica la precisione a favore del significato. Strumenti basilari sono le variabili linguistiche, cioè quelle variabili i cui valori non sono rappresentati da numeri, ma da parole o frasi espresse in linguaggio naturale.

Le variabili linguistiche rappresentano il passo necessario per affrontare il concetto di logica fuzzy e ragionamento approssimato. Di cosa si tratta? La logica fuzzy, e ancora di più il ragionamento approssimato, cercano di adattare i sistemi della logica duale e multivalente, che abbiamo già accennato essere limitati e riduttivi, al modo con cui gli esseri umani ragionano e discutono, dal momento che a differenza delle deduzioni classiche, nella logica fuzzy è possibile fare delle deduzioni anche quando la conoscenza da cui partiamo è imprecisa o vaga.

La violazione della legge del terzo escluso non modifica solo le procedure di ripartizione in classi di collezioni di elementi. L'insieme fuzzy, infatti, è uno strumento efficace anche per rappresentare la natura intrinsecamente imprecisa del mondo reale e per ideare un sistema innovativo per l'inferenza di fenomeni complessi come quelli sociali e/o psichici.

Secondo le tecniche tradizionali di analisi la comprensione di un fenomeno coincide con la capacità di descriverlo in termini quantitativi, in genere tramite equazioni alle differenze, differenziali e integrali. I modelli matematici utilizzati per questo fine hanno la caratteristica comune di operare semplificazioni e astrazioni per giungere ad una rappresentazione formale dei dati a disposizione e del problema oggetto di studio. Nel caso di fenomeni troppo complessi (nei quali le dipendenze tra variabili sono non lineari e non vi è un modello di riferimento per definirle in termini quantitativi) o mal definiti (poiché le informazioni a disposizione sono imprecise) le metodologie classiche sono inadatte o perché incapaci di produrre modelli di analisi o perché tali modelli risultano incoerenti rispetto alla realtà. Queste problematiche sono tipiche dei fenomeni sociali e avvalorano l'esistenza del principio di incompatibilità, secondo il quale *Allorché aumenta la complessità di un sistema, diminuisce la nostra capacità di fare enunciati precisi e significativi sul suo comportamento, finché si raggiunge una soglia oltre la quale la precisione, da un lato, e il significato (o l'aderenza), dall'altro, diventano caratteristiche quasi reciprocamente escludentesi.(...)* Un corollario può essere succintamente così enunciato: *più da vicino si considera un problema concernente il mondo reale, più fuzzy diventa la sua soluzione.*

Secondo la logica fuzzy, nei casi di questo tipo è necessario abbandonare la formulazione tramite misure precise preferendo tecniche di analisi che imitino il processo cognitivo umano. L'uomo, infatti, dimostra un'innata abilità nel ragionare e prendere decisioni efficienti in condizioni di incertezza e imprecisione, e nell'analizzare masse di dati e fenomeni complessi. Tutti questi processi di ragionamento si fondano su percezioni (della distanza, della direzione, della rischiosità ecc.) che sono le unità elementari della conoscenza. Tali percezioni sono accomunate da alcune proprietà quali la parzialità, la dipendenza dal contesto di riferimento e la granularità. Con questo termine si fa riferimento al fatto che l'uomo tende a strutturare le informazioni in granuli, ossia in categorie di oggetti raggruppati in base a caratteristiche comuni come la somiglianza, l'indistinguibilità, la prossimità. Di conseguenza, la superiorità del ragionamento umano rispetto a quello matematico è imputabile essenzialmente a due fattori: la tolleranza nei confronti dell'imprecisione e la capacità di sintesi, ossia di estrarre da un vasto numero di informazioni quel sottoinsieme di dati necessario per prendere una decisione razionale. In virtù di queste due

caratteristiche, infatti, è possibile manipolare gli elementi primari della conoscenza, le percezioni, ed esprimerli in forma di granuli, ossia di insiemi fuzzy. Lo strumento utilizzato per queste operazioni è il linguaggio naturale, mezzo principale di comunicazione, caratterizzato dalle stesse proprietà di sintesi e di flessibilità rispetto al contesto, dei concetti che rappresenta.

La teoria del calcolo linguistico si propone, quindi, di fornire un corpo di regole per l'inferenza che, unendo la matematica fuzzy al linguaggio naturale, consentano di trattare dati quantitativi in forma di parole per mantenere la valenza intuitiva del ragionamento umano.

Bart Kosko, nei suoi lavori sul pensiero fuzzy, ha messo in risalto alcuni aspetti del nostro comportamento nella vita quotidiana legata alla capacità di prendere decisioni o mantenere il controllo di una situazione. Ha evidenziato che, nella maggior parte dei casi, siamo in grado, davanti ad un problema di scelta, di individuare una buona possibilità facendo valutazioni globali sulle diverse opzioni che ci si presentano. Per quanto analitico possa essere il nostro pensiero, se decidere è una necessità e va fatto nel più breve tempo possibile, riusciamo a scegliere un comportamento adeguato in tempo utile, facendo con i nostri pro e contro medie fuzzy ponderate. Sempre in relazione ai nostri comportamenti, si può parlare di regole tutte le volte associamo idee e mettiamo in relazione una cosa, un evento o un processo con un'altra cosa, un altro evento o un altro processo. Anche nel linguaggio naturale regole del tipo **se ... allora ...** ci aiutano a gestire un ragionamento.

È condivisibile la posizione di Kosko il quale sostiene che le regole dei nostri ragionamenti sono regole fuzzy. Infatti una regola fuzzy mette in relazione insiemi fuzzy e ha la forma:

$$\text{se } X \text{ è } A \text{ allora } Y \text{ è } B \quad (1)$$

così come l'espressione

se la giornata è brutta allora esco con indumenti contro la pioggia

con:

$$\begin{aligned} X &= \{ \text{i giorni dell'anno} \} \\ A &= \{ \text{giorni dell'anno brutti} \} \\ Y &= \{ \text{abiti ed accessori per l'abbigliamento} \} \\ B &= \{ \text{indumenti contro la pioggia} \} \text{ ove } X, Y, A \text{ e } B \text{ sono insiemi fuzzy} \end{aligned}$$

Le relazioni condizionali del tipo (1) sono dette *regole fuzzy*. Ogni regola definisce una *toppa fuzzy* - il prodotto cartesiano ($A \times B$) nello spazio degli stati - (l'insieme di tutte le possibili combinazioni di input e output). Più estesi sono gli insiemi A e B più estesa e incerta è la toppa fuzzy; la conoscenza più certa, invece, porta a toppe più piccole, ossia a regole più precise. In termini matematici ogni regola fuzzy opera come una memoria associativa⁹ che associa la risposta fuzzy B allo stimolo A, inoltre stimoli simili ad A corrispondono a risposte simili a B.

Come la logica tradizionale, bivalente o dicotomica, si basa sugli insiemi classici, la logica fuzzy si basa sugli insiemi fuzzy.

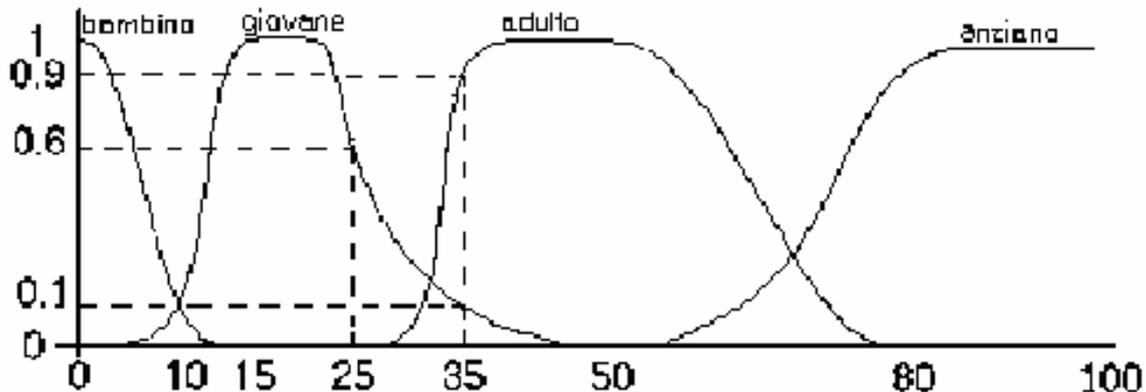
Ricordiamo che un insieme fuzzy è un insieme di oggetti nel quale non c'è un confine ben preciso o definito tra gli oggetti che vi appartengono e quelli che non vi appartengono. Il concetto chiave che sta alla base di tale definizione è quello di appartenenza: ad ogni elemento di un insieme è associato un valore di appartenenza, che indica il grado di appartenenza di tale elemento all'insieme. Questo valore è compreso nell'intervallo $[0, 1]$, dove 0 e 1 indicano rispettivamente il minore ed il maggiore grado di appartenenza, mentre tutti i valori intermedi indicano delle appartenenza "parziali". Come abbiamo visto sopra, in alternativa possono essere usate le percentuali con le seguenti corrispondenze:

⁹ È un dispositivo in grado di individuare una cella sulla base di parte del suo contenuto. Un tale dispositivo che consente di realizzare in modo naturale una operazione di ricerca del contenuto viene detto **memoria associativa**.

Non appartenenza $\rightarrow 0 \rightarrow 0\%$

Completa appartenenza $\rightarrow 1 \rightarrow 100\%$

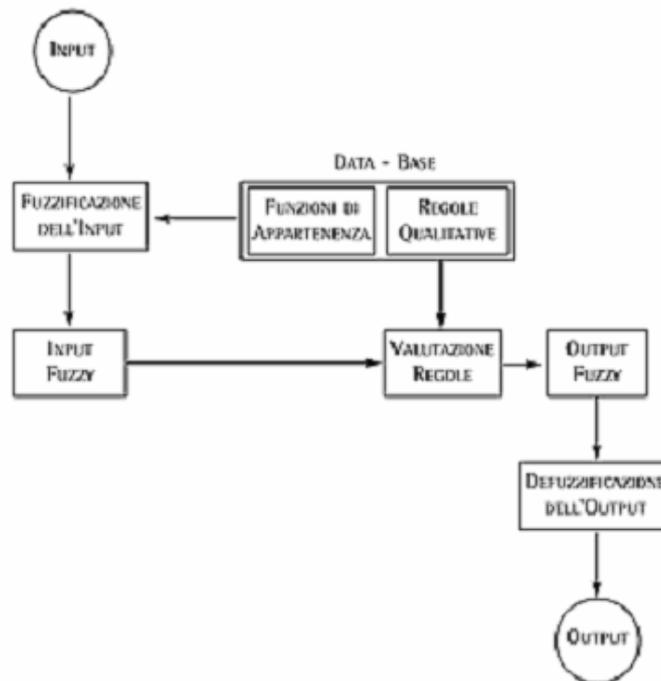
Nell'esempio è riportata la rappresentazione grafica delle variabili linguistiche: *bambino*, *giovane*, *adulto* e *anziano*. Ciascuna di queste è associata ad un adeguato insieme fuzzy. In ascissa vi è l'età dell'individuo in esame; in ordinata è riportato il grado di appartenenza a ciascuno degli insiemi. In questo esempio un individuo di 35 anni appartiene all'insieme *adulto* (con grado di appartenenza del 90%) ma appartiene anche all'insieme *giovane* (con grado di appartenenza del 10%).



Evidentemente a questo punto possiamo affermare che gli insiemi classici (o crisp) sono un caso particolare di insiemi fuzzy, dal momento che ammettono solo i due valori di appartenenza estremi: 0 e 1, non appartenenza e completa appartenenza.

In questo modo è possibile manipolare la vaghezza del linguaggio naturale, pur attraverso una scrittura formale.

Un altro concetto molto importante è il sistema fuzzy. Un sistema di regole fuzzy che trasformano input in output è un sistema fuzzy. Ciascun input attiva tutte le regole in determinata misura come in una memoria associativa. Più precisa è la corrispondenza dell'input con la parte del **se** della regola fuzzy, più viene eccitata la parte dell'**allora**. Il sistema fuzzy somma tutti questi output o parti dell'**allora** degli insiemi fuzzy e ne determina la media o il centroide che sarà l'output del sistema. I sistemi fuzzy adattativi imparano le proprie regole dai dati, si comportano come un esperto umano, apprendendo dall'esperienza e utilizzando i dati nuovi per perfezionare il proprio patrimonio di conoscenze.



Struttura di un generico sistema inferenziale fuzzy

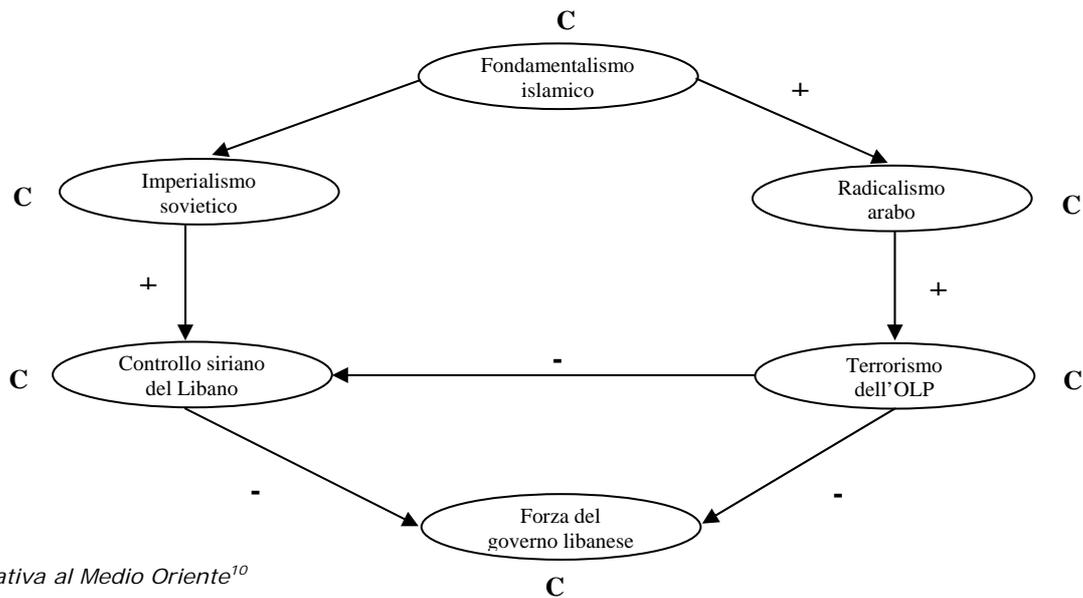
Ogni correlazione dall'input all'output costituisce un FLIPS (fuzzy logical inference per second) - o ineranza logica fuzzy al secondo. Il teorema di approssimazione fuzzy (FAT - fuzzy approximation theorem) mostra che un sistema fuzzy può configurare qualsiasi sistema continuo.

I processi dinamici caratterizzanti il pensiero e l'agire umano possono essere efficacemente modellati tramite una mappa concettuale fuzzy (FCM) che consente la costruzione di un modello semiquantitativo che permette di fornire spiegazioni qualitative di fatti anche molto complessi con parecchie variabili fuzzy di cui alcune non note. Tale strumento è stato introdotto da B. Kosko secondo il quale è possibile interpretare uno schema cognitivo come una rete neurale in cui ogni concetto è attivato a seconda delle connessioni con concetti antecedenti. Con tale metodo è possibile scrivere le equazioni di evoluzione del sistema attribuendo ad ogni connessione un peso compreso tra -1 e +1 a seconda che un concetto inibisca il successivo o meno (tale attribuzione è per lo più arbitraria nel valore assoluto, ma non nel segno). In mancanza di connessioni fra concetti il peso risulta nullo. Il sistema fuzzy descritto tramite una FCM normalmente evolve nel tempo variando i pesi delle connessioni assumendo a regime o uno stato di equilibrio o convergendo a sequenze di stati. Questo strumento si è rivelato molto utile per simulare processi complessi e per validare ipotesi di correlazione tra cause ed effetti difficilmente ottenibili usando modelli matematici e la logica tradizionale.

Vari autori si sono cimentati nel "disegnare" delle FCM (Fuzzy Cognitive Map) di "reti" complesse di eventi complessi, al fine di disporre di una struttura modellare sulla quale andare a tracciare "relazioni", interattività, dipendenze, e quantificare "pesi" reciproci, dinamicità relazionali.

Riporto un esempio di una semplice mappa "disegnata" da Kosko nel 1986, avendo preso spunto da un articolo di Henry Kissinger del 1982 sul Medio Oriente. Ogni freccia della figura definisce una regola fuzzy, definisce un legame o una connessione causale. Un (+) significa incremento causale, un meno (-) significa decremento causale. La regola col "più" indica, per esempio, che se il fondamentalismo islamico aumenta anche il radicalismo arabo cresce in qualche misura, e che se il fondamentalismo islamico diminuisce allora anche il radicalismo arabo si riduce in qualche misura. Si può dare un valore a queste frecce, o regole, compreso tra 0 e 1 (o fra -1 e +1), oppure si possono usare valutazioni "linguistiche" del tipo "un po'", "alquanto" o "più o meno". E questo rende fuzzy

una mappa logico cognitiva. Ovviamente anche i "nodi" della rete sono fuzzy, possono avere più o meno peso, essere più o meno presenti e "aggressivi" etc."



FCM relativa al Medio Oriente¹⁰

Anni '90 l'avvento di Internet si è rilevato un rullo compressore dove la progettazione incarnata nei vari dispositivi non ha più potuto prescindere da questa innovazione. In particolare la comunicazione tra macchine e individui è diventata sempre più facile rompendo definitivamente le ultime barriere spaziali e temporali. In aggiunta a ciò, dove *il tutto è diventato uno*, oggi la logica fuzzy si propone come una teoria candidata alla realizzazione di comportamenti intelligenti nelle macchine, il ruolo dell'intelligenza tecnologica nei diversi contesti, domestici, lavorativi ecc.. Immettere intelligenza non solo nelle macchine, ma nell'ambiente significa portare la gente nuovamente al centro delle strutture. Le persone non dovranno "servire" macchine complesse, ma dovranno confrontarsi con macchine. Sta cambiando quindi l'assetto delle strutture sociali. Scienze sociali e della comunicazione come anticiperanno e comprenderanno le tecnologie alla base delle inevitabili trasformazioni sociali? Come tramuterà la mitica frase che alquanto di frequente ci capita di dire "Per piacere, cerca di essere logico!"?

La logica fuzzy è fortemente innovativa per la sua identità multiplanare, si rende strumento per la comprensione della complessità. Una sfida accomuna tutte le manifestazioni di questa logica: il confronto difficile e necessario con l'incertezza. La caotica emersione della complessità latente ha reso impossibile la verità unica.

Il paradigma di semplificazione secondo Morin è strutturato dai principi di disgiunzione, riduzione e astrazione. Come afferma von Foerster noi conosciamo delle realtà non la realtà. Nel momento in cui ammettiamo che la nostra conoscenza non può prescindere da noi stessi – per capacità intellettive, variabili contestuali e culturali – non possiamo più disconoscere l'incompletezza e l'incertezza. Si è costituita l'anima della complessità.

La fuzzy logica si apre all'incertezza, possiede le caratteristiche di una logica complessa.

Quindi non siamo verso una meta ma verso altri percorsi. Il panorama si intensifica di intelligenze intese come capaci di adattarsi, di affrontare, risolvere problemi e interagire con l'ambiente. La ricerca più recente riconosce che l'intelligenza è una somma di funzioni che hanno come elemento quello metacognitivo come abilità che coordina l'attività cognitiva. Gardner (1985) individuò l'intelligenza analitica, creativa, pratica, emotiva, sociale a cui Cornoldi nel '99 propose anche l'esistenziale. A cui, forse peccando di presunzione, aggiungerei l'intelligenza anonima legata ad un

¹⁰ Tratto dal saggio di Henry Kissinger intitolato *Starting Out in the Direction of Middle East Peace*, Los Angeles Times, 1982.

tempo anonimo dove ogni comune mortale neonato, bambino, adolescente, adulto, anziano, disabile, malato, lavoratore ecc... che deve usare per individuare quei meccanismi propri, individuali di attivazione di un particolare processo che non trova significato.

Bibliografia

- Bart Kosko, "Il fuzzy – pensiero. Teoria e Applicazioni della logica Fuzzy", Baldini & Castaldi, 1995.
- Antonella Giulia Pizzaleo, "Fuzzy Logic", Castelvechi, 2004.
- Humberto Maturana e Francisco Varela, L'albero della conoscenza, Garzanti, Gli Elefanti Saggi, 1992.