

Intelligenza artificiale e soft computing nella lotta al terrorismo

di Giancarlo Butti

Abstract

L'uso di applicazioni che fanno ricorso a tecniche di Intelligenza artificiale (IA), in particolare sistemi esperti (SE), è indispensabile per elaborare le grandi quantità di dati oggi disponibili sulle fonti aperte e per la loro successiva analisi e correlazione anche con fonti più tradizionali. In tale contesto è fondamentale che chi utilizza tali strumenti (nel caso un'Agenzia di intelligence) abbia pieno controllo e visibilità su quali siano le tecniche di elaborazione e gli algoritmi da queste utilizzati. L'articolo illustra come l'utilizzo di appositi strumenti di sviluppo consenta, con relativa semplicità, la realizzazione di una particolare categoria di SE, detti neuro-fuzzy, che permettono di mantenere la trasparenza ed il pieno controllo sugli algoritmi utilizzati per l'elaborazione delle informazioni. Tali SE permettono inoltre di formalizzare le competenze e l'esperienza che gli analisti hanno acquisito nella loro attività di correlazione fra le diverse fonti dati, evitando in tale modo la dispersione del know-how appreso.

Profilo dell'autore

Giancarlo Butti è security manager, project manager e auditor presso gruppi bancari e consulente in ambito sicurezza e privacy presso diverse aziende. È membro della faculty di ABI Formazione e docente presso diversi istituti. È socio e proboviro di ISACA/AIEA, socio CLUSIT e socio BCI. Partecipa ai gruppi di ricerca di ABI LAB, Oracle Community for Security, ISACA/AIEA, UNINFO.

Keyword social media, big data

Sommario Acquisire informazioni dai Big Data – I sistemi esperti – Conclusioni – Note – Bibliografia

Acquisire informazioni dai Big Data

La grande quantità di dati che è oggi disponibile sia in formato alfanumerico (internet, *social network*, messaggi di posta, ecc.), sia in altre forme quali voce, posizione, suoni, immagini, ecc., dai quali è possibile ricavare informazioni utili per la lotta alla criminalità e il terrorismo, rende

Questo articolo è pubblicato nell'ambito delle iniziative della sezione Il mondo dell'intelligence nel sito del Sistema di informazione per la sicurezza della Repubblica all'indirizzo www.sicurezzanazionale.gov.it.

Le opinioni espresse in questo articolo non riflettono necessariamente posizioni ufficiali o analisi, passate o presenti, del Sistema di informazione per la sicurezza della Repubblica.

indispensabile l'uso di strumenti avanzati e automatizzati che in molti casi fanno uso di tecniche di intelligenza artificiale. Termini come *cognitive computing*, *machine learning*, *deep learning*, *natural language processing* (NLP), *sentiment analysis*, sono entrati nel linguaggio comune non solo del marketing, ma anche dell'intelligence.

La maggior parte delle tecniche utilizzate per l'analisi dei dati trae la sua origine dall'uso 'commerciale' delle stesse. Sono infatti le aziende che per prime, in particolare per le loro attività di marketing, hanno sviluppato sistemi capaci di correlare grandi quantità di informazioni per individuare, indovinare e guidare poi le abitudini di consumo dei loro clienti o potenziali clienti. Tali tecniche consentono di tracciarne, spesso a loro insaputa, azioni, movimenti, preferenze, espressioni del viso (con telecamere nascoste¹), scelte di consumo, ecc.

Del resto le aziende più influenti del pianeta devono la loro ricchezza alla loro capacità di raccogliere, analizzare e rivendere grandissime quantità di dati personali. Queste aziende fanno larghissimo uso di tecniche di Intelligenza Artificiale (d'ora in poi AI nel testo) e il loro motto è ormai diventato '*AI first*'. Le principali tecniche utilizzate attualmente per l'analisi dei dati nelle attività di intelligence comprendono:

- l'analisi semantica profonda del testo al fine di comprenderne significato e tono
- la ricerca di correlazioni fra informazioni provenienti da diversi fonti e da diversi media
- l'individuazione dei soggetti influenti, ad esempio nei *social network*
- l'individuazione della rete di collegamenti di un soggetto
- l'individuazione degli spostamenti di un soggetto
- l'individuazione di suoni impulsivi in file audio
- l'individuazione di oggetti pericolosi in immagini e video

Il tutto al fine di potere individuare segnali di possibili azioni criminali e terroristiche, i loro potenziali obiettivi, i relativi autori.

Molteplici sono le fonti dati; oltre quelle aperte alcuni progetti come DANTE² si spingono ad analizzare *deep web* e *dark nets*. A queste si aggiungono i database che l'attività di intelligence ha costruito nel tempo oltre che, ovviamente, informazioni derivanti da una più tradizionale attività HUMINT. L'uso della IA nella lotta al crimine e al terrorismo non è comunque una novità recente. Già nel passato sono state proposte diverse soluzioni per la prevenzione di azioni terroristiche³, per la classificazione di eventi legati al terrorismo⁴, per l'analisi del testo presente nelle pagine web⁵, nei messaggi di posta elettronica⁶, nei messaggi online⁷. In altri casi l'uso dell'IA e in particolare di Sistemi Esperti (da ora in poi SE nel testo) è stato suggerito per l'analisi dei rischi⁸ comprendendo come possibili scenari quelli legati ad azioni terroristiche. Anche nell'ambito della cybersecurity tecniche di IA trovano ampia applicazione per la *detection*, l'analisi e la predisposizione di difese contro cyber attacchi⁹.

Tabella 1 - Fonti e tipologia di dati trattati

| | |
|--|--|
| Fonti dati aperte | Web site e blog Social network Forum, chat |
| Fonti dati parzialmente accessibili | Deep web Dark nets Eventuali altri |
| Data base proprietari | Database storico cyber attacchi Database storico attacchi terroristici Database su vulnerabilità, minacce di sicurezza informatica Ecc. |
| Altre fonti dati¹⁰ | Messaggi di posta elettronica Sistemi di messaggistica istantanea SMS, MMS Messaggi vocali Telecamere e webcam IOT Ecc. |
| Tipologia di dati elementari o derivati | Testi Immagini Suoni Voci Video Posizione Percorso Dati biometrici (compresi i comportamenti) Dati sanitari (compresi quelli da fonte IOT) Transazioni finanziarie Prodotti/servizi acquisiti/ceduti Ecc. |

I sistemi esperti

Molte delle applicazioni descritte nel paragrafo precedente sono realizzate mediante sistemi SE, programmi informatici in grado di rispondere ad un problema come (teoricamente) risponderebbe un esperto umano. Rispetto a quest'ultimo un SE ha il vantaggio di essere neutro e non

influenzabile in merito alla risposta data ed è inoltre in grado di dare evidenza delle motivazioni che hanno portato a quella specifica risposta. La creazione di un SE richiede la presenza di uno (o più):

- esperto di dominio, cioè una persona (o un gruppo di persone) che abbia lavorato sull'argomento che deve essere trasformato in SE, affrontandolo normalmente senza strumenti informatici specializzati
- esperto della tecnologia, cioè una persona (o un gruppo di persone) che conosce la tecnologia specifica e quella informatica.

La relazione fra esperto di dominio ed esperto della tecnologia non è tuttavia univoca ed uguale in tutte le situazioni. Uno dei problemi nella realizzazione dei SE è infatti legato alle difficoltà che l'esperto incontra nel tentativo di descrivere le proprie competenze rispetto alla realizzazione di un SE. Non sempre, infatti, l'esperto di dominio è in grado di esplicitare in termini formali e logicamente/matematicamente descrivibili le proprie conoscenze.

Una particolare categoria di SE in grado di superare questa limitazione è quella realizzata mediante tecniche di *soft computing*¹¹. Con tale termine si intendono alcune tecnologie di IA utilizzabili in funzione dell'esigenza in modo congiunto o separato, fra le quali:

- algoritmi genetici, uno strumento che consente di trovare la soluzione tendenzialmente ottima ad un problema complesso facendo evolvere le soluzioni attraverso generazioni successive che raggiungono il risultato richiesto (solo le soluzioni più promettenti infatti, sopravvivono nel processo di evoluzione)
- logica fuzzy, che si indirizza al trattamento di un aspetto che normalmente viene rappresentato con difficoltà mediante un elaboratore e cioè l'incertezza
- reti neurali sono una struttura di calcolo che, semplificandolo, riproduce la logica di apprendimento del cervello¹².

La logica fuzzy, in particolare, consente una più accurata descrizione della realtà introducendo il concetto di grado di appartenenza ad un insieme. Se prendiamo ad esempio la descrizione letterale di 5 valori utilizzati per descrivere l'IMPATTO in un semplice modello di analisi dei rischi, basato sulla classica formula:

$$\text{Rischio} = \text{Probabilità} \times \text{Impatto}$$

questi potrebbero essere definiti come Insignificante, Lieve, Moderato, Grave, Molto Grave. Nella logica tradizionale sarebbe possibile attribuire all'IMPATTO solo uno di questi valori, mentre con la logica fuzzy è possibile selezionare una posizione che contemporaneamente appartenga con un certo grado all'insieme 'Grave' e con un certo grado all'insieme 'Molto grave' descrivendo in modo molto più accurato la realtà¹³.

La descrizione di uno specifico strumento per la creazione di sistemi esperti basato sulla logica fuzzy o meglio sulla combinazione delle tre tecnologie sopra citate (e di una serie di applicazioni pratiche utilizzate in vari settori con lo stesso realizzate) è descritta in un volume¹⁴ pubblicato dall'autore congiuntamente al prof. Lorenzo Schiavina (già docente di Ricerca Operativa alla

facoltà di Matematica all'Università Cattolica di Brescia), che da oltre 30 anni si occupa di logica fuzzy e di programmazione a oggetti.

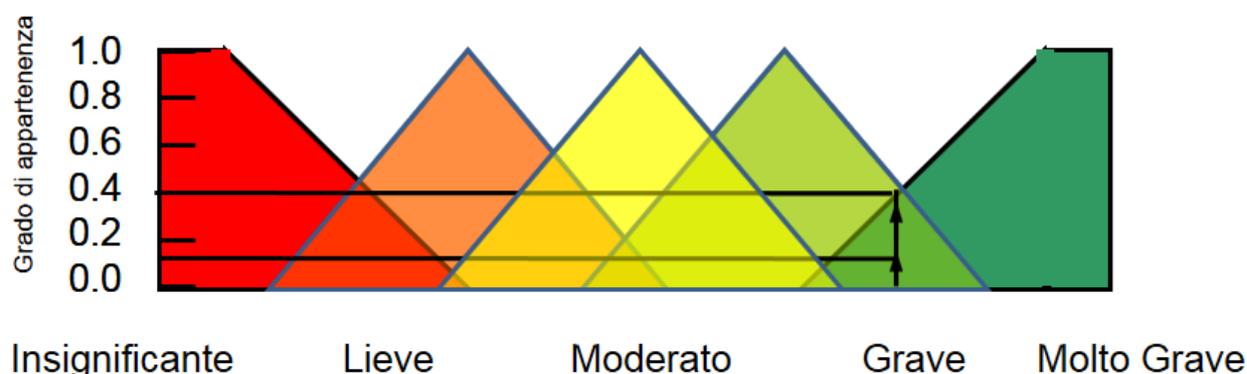


Figura 1 – Fuzzy set della variabile IMPATTO

La realizzazione di un SE basata su logica fuzzy, o meglio *neurofuzzy* ha diversi vantaggi, fra i quali:

- l'uso di valori elementari continui e non discreti
- l'uso di valori espressi sia in forma numerica, sia in forma letterale e qualitativa
- la possibilità di utilizzare un numero limitato di casi significativi di variabili ANTECEDENTI e relative CONSEGUENTI (questi termini sono meglio definiti nel paragrafo seguente) per la generazione automatica della REGOLE utilizzando la tecnica DI-RO¹⁵ (*Data In – Rules Out*).

È proprio grazie alla tecnica DI-RO che è possibile la creazione di SE funzionanti con relativa semplicità (un esempio di applicazione verrà presentata nel proseguo dell'articolo). Il problema di fondo, che di fatto ha limitato la diffusione dei SE, è la difficoltà che un esperto ha nel formalizzare la propria conoscenza, traducendola in regole logico-matematiche che un'applicazione software sia in grado di gestire. Più avanti verrà descritto un semplice esempio didattico relativo ad un possibile approccio all'analisi dei rischi, dove l'esperto dovrebbe formalizzare 4000 regole solo per definire l'IMPATTO.

È qui che entrano in gioco le reti neurali, una tecnologia attraverso la quale è possibile 'addestrare' un sistema fornendo come informazioni per la risoluzione di un determinato problema sia i dati in ingresso (ANTECEDENTI) sia i dati in uscita (CONSEGUENTI). Grazie ad esempio all'uso di semplici fogli Excel è possibile procedere ad un addestramento della rete neurale secondo la logica DI-RO se si dispone di un idoneo strumento per la creazione di SE. Grazie a questa tecnica è inoltre possibile utilizzare un numero limitato di casi significativi di ANTECEDENTI e CONSEGUENTI per la generazione automatica della REGOLE e di formalizzare competenze che un esperto difficilmente sarebbe in grado di esprimere tramite formule.

Tabella 2 – Analisi sui dati

| | |
|---|--|
| <p>Tipologia di analisi</p> | <p>Analisi ed interpretazione del contenuto, significato, tono di media vari</p> <p>Spostamenti</p> <p>Rete di collegamenti di un individuo</p> <p>Influenza di un individuo ad esempio sui social network</p> <p>Individuazione delle abitudini di un individuo</p> <p>Individuazione delle preferenze di un individuo</p> <p>Individuazione di oggetti pericolosi</p> <p>Individuazione di suoni impulsivi</p> <p>Predizioni</p> <p>Ecc.</p> |
| <p>Algoritmi predittivi¹⁶</p> | <p>Regressioni</p> <ul style="list-style-type: none"> – Lineare – Logistica – Multinomiale – Polinomiale – LARS – LASSO – PLS <p>Alberi decisionali (algoritmi CART e CHAID);</p> <p>Reti neurali</p> <p>Ecc.</p> |
| <p>Applicazioni per l'analisi dei dati</p> | <p>Business intelligence: consentono di trovare relazioni fra i dati</p> <p>Data mining: consentono di estrarre conoscenza dai dati utilizzando tecniche matematiche e statistiche</p> <p>Sistemi esperti: apprendono da un esperto come affrontare un problema e ne automatizzano la soluzione</p> |

Si hanno quindi le situazioni descritte nella tabella seguente, che evidenziano le difficoltà che si possono presentare nel realizzare un SE tradizionale e che trovano una soluzione nell'uso di SE basati su tecnologia neuro-fuzzy.

Un vantaggio particolarmente importante che un SE neuro-fuzzy ha rispetto ad una normale rete neurale (che si comporta come una *black box*) è che gli algoritmi appresi durante la fase di addestramento sono disponibili in chiaro, permettendo così agli esperti di dominio di intervenire per eventuali attività di affinamento.

Grazie ai SE neuro-fuzzy è quindi possibile formalizzare la conoscenza implicita di un esperto rendendola di fatto un patrimonio condiviso. Attraverso i SE una organizzazione quindi acquisisce e può conservare la conoscenza e l'esperienza dei propri collaboratori. Da questo punto di vista quindi un SE neuro-fuzzy diventa un formidabile strumento per la tutela del capitale intellettuale di un'organizzazione.¹⁷ Tramite un SE neuro-fuzzy anche l'attività che un analista svolge nel combinare informazioni provenienti da sistemi automatizzati e sistemi tradizionali può essere facilmente automatizzata.

Tabella 3 - Ruolo dell'esperto di dominio e della tecnologia disponibile per la realizzazione del SE

| Modalità di realizzazione del SE | Coinvolgimento dell'esperto | Tipologia di strumento |
|---------------------------------------|---|----------------------------|
| Impostazione manuale di regole | L'esperto è in grado di formulare le soluzioni matematiche e logiche alle varie situazioni. L'esperto ha quindi una conoscenza esplicita del problema che è in grado di esprimere mediante variabili e formule. | Sistema fuzzy tradizionale |
| Data In, Rules Out | L'esperto indica le soluzioni di una serie di esempi, ma non è in grado di formulare soluzioni matematiche. L'esperto ha quindi una conoscenza implicita del problema derivante dalla sua esperienza, ma non è in grado di tradurre questa in specifiche formule. Più esperti possono contribuire con propri esempi. Le soluzioni matematiche prodotte dal SE sono visibili dall'esperto che può intervenire successivamente alla loro generazione per integrarle attraverso un processo interattivo. | Sistema neuro-fuzzy |

LOGICA FUZZY

La logica fuzzy è una estensione della logica tradizionale nella quale non è valido il principio del terzo escluso (chi è giovane non è vecchio, chi è alto non è basso, chi è bianco non è nero, ecc.).

La logica fuzzy è nata per trattare tutte le sfumature di grigio che ci sono tra il bianco ed il nero e che rappresentano l'incertezza, cosa del tutto differente dalla probabilità.

Per capire i vantaggi della logica fuzzy come strumento di soluzione, si consideri il celebre sillogismo di Socrate:

l'uomo è mortale (precedente)

Socrate è un uomo (precedente)

quindi Socrate è mortale. (conseguente)

Ma non tutti i problemi sono così semplici e diretti; si consideri questo esempio:

l'uomo sano vive a lungo

Socrate ha il raffreddore

quindi Socrate vivrà a lungo oppure no?

A differenza di qualsiasi essere umano che risponderebbe che Socrate vivrà a lungo (visto che Socrate ha un semplice raffreddore), una normale applicazione software non sarebbe in grado di trovare una soluzione.

Infatti il termine 'sano' non è direttamente correlabile al 'raffreddore' di Socrate, dato che (come si dice tecnicamente) l'appartenenza all'insieme degli esseri sani è soggetta ad incertezza.

Nella logica fuzzy l'appartenenza ad un insieme è una questione di grado, espresso in modo continuo, in un intervallo zero-uno.

Utilizzando la conoscenza della natura del raffreddore (cioè una lieve malattia), mediante la logica fuzzy è semplice stabilire che il grado di sanità di Socrate (anche se non è perfettamente sano e quindi non è uno) è assai vicino a quello di un essere perfettamente sano; quindi Socrate (rispetto alla domanda) vivrà a lungo.

Utilizzando il grado di appartenenza, Socrate con il raffreddore è contemporaneamente sano e malato:

- **sano** con un alto grado (ma non completamente **sano** e quindi non con un grado di appartenenza uno, ma lievemente inferiore)
- malato con un piccolo grado.

Tutto questo verrebbe formalizzato in un sistema fuzzy mediante una serie di regole del tipo:

IF Socrate **IS** raffreddato **THEN** Socrate vivrà a lungo.

Si osservi che il 'vivrà a lungo' non identifica un grado di probabilità ma una forma di asserzione logica, anche se la probabilità e la logica fuzzy utilizzano valori fra zero e uno.

Queste regole sono molto leggibili, ma hanno la contropartita per l'utilizzatore, di dovere scrivere direttamente le regole da utilizzare per ottenere la risposta.

La logica fuzzy trova anche una sua autonoma applicazione nella lotta al terrorismo indipendentemente dal suo uso in un SE neuro-fuzzy¹⁸.

ALGORITMI GENETICI

Gli algoritmi genetici sono una recente tecnica di ottimizzazione che identificano 'ottimo' mediante un processo di evoluzione degli individui che si succedono nelle generazioni.

La tecnica utilizzata dagli algoritmi genetici è quella di trovare casualmente una serie di possibili differenti soluzioni di partenza, che rappresentano la generazione iniziale da cui partirà l'evoluzione.

Ogni singolo elemento della soluzione rappresenta un individuo della popolazione evolutiva e come tale sarà caratterizzato dalle proprietà dei suoi cromosomi.

L'algoritmo genetico prevedrà uno schema di accoppiamento fra gli individui atto a selezionare i migliori (cioè le soluzioni più adatte alla sopravvivenza degli individui).

La fase di accoppiamento produrrà una nuova generazione di soluzioni che sarà mediamente migliore della

precedente.

Questi due passi elementari (accoppiamento e generazione di una nuova popolazione) continueranno per un numero predefinito di generazioni fino a quando sarà trovata la soluzione tendenzialmente ottimale.

Si osservi che la soluzione ‘matematicamente’ ottima può non essere raggiungibile per la natura stessa del problema o può essere una (soddisfacente) soluzione inferiore a quella teoricamente raggiungibile matematicamente.

RETI NEURALI

La rete neurale simula, pur in forma enormemente semplificata, il funzionamento di neuroni e sinapsi.

Se si considera un bambino che impara a camminare, si capisce immediatamente che il cervello umano impara a gestire una quantità rilevantissima di informazioni per ottenere il risultato desiderato (muoversi senza cadere) grazie a ripetuti tentativi.

Tuttavia nessuno di noi è in grado di formalizzare quali regole il proprio cervello ha ideato per riuscire a camminare, tanto è vero che riuscire a tradurre questa acquisita capacità in formule utilizzabili ad esempio da un robot, è particolarmente difficile. La nostra mente si comporta al riguardo come una *black box* e le reti neurali fanno altrettanto. La buona notizia è che un sistema fuzzy è una rete neurale a 2 strati, senza avere il problema di essere una *black box*, dato che le sue regole di comportamento sono facilmente osservabili.

[Tabella tratta da: Misurare la physical cyber security¹⁹]

Gli aspetti tecnologici

La realizzazione di un SE richiede la confluenza di tre tecnologie:

- la tecnologia informatica (destinata a creare la base di calcolo)
- la tecnologia del dominio di riferimento (dove è contenuta l’esperienza risolutiva)
- la tecnologia logico-matematica (destinata a creare il motore inferenziale).

Di solito, lo sviluppo del motore inferenziale (e le sue implicazioni con la base di calcolo) sono delegate all’ingegnere della conoscenza, che è in grado di comprendere i problemi applicativi e ha la capacità di trasformarli in un modello matematico. Il motore inferenziale è la parte più tipicamente ‘intelligente’ del SE e ha il compito di collegare i fatti specifici che si realizzano al suo esterno (cioè nell’ambito del problema da risolvere) e di scorrere la base di conoscenza per riconoscere se il fatto rilevato è ‘riconoscibile’ e quindi, mediante il modello associato e gli obiettivi formulati, giungere a fornire le risposte ‘esperte’ (ripetiamo: simili o migliori a quelle che darebbe un esperto umano). La scansione della base di conoscenza non avviene mediante un semplice collegamento tabellare fra i fatti rilevati e quelli ipotizzati, ma il motore inferenziale è in grado di desumere dai fatti noti e dalle conoscenze esistenti nuove informazioni che gli permettono di risolvere problemi formulati in modo non rigorosamente uguale all’esperienza già disponibile, in questo imitando il modello umano.

Per poter risolvere problemi di utilità reale l'esperienza ha dimostrato che un SE deve avere almeno 2 auspicabili caratteristiche:

- deve essere in grado di spiegare quale è stato il 'ragionamento' che ha seguito per giungere alle conclusioni
- deve essere in grado di aggiungere in modo autonomo nuove conoscenze, in modo da allargare la sua 'esperienza' a mano a mano che viene utilizzato.

Un esempio di sviluppo di un SE neuro-fuzzy

Nel seguito dell'articolo verrà presentato un semplice esempio di sviluppo di un SE per l'analisi del rischio secondo la formula 'Rischio = Probabilità x Impatto' già citata in precedenza. Nella sua rappresentazione di ANTECEDENTI e CONSEGUENTI il relativo SE viene così raffigurato:

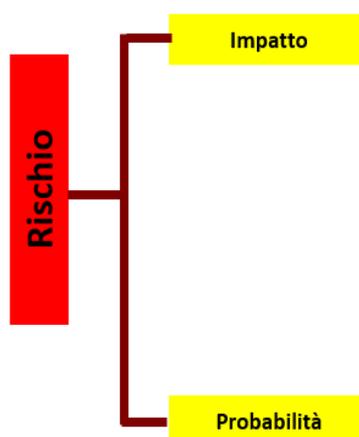


Figura 2 – Modello base di SE per l'analisi dei rischi

I valori delle variabili utilizzati sono i seguenti:

Tabella 4 – Variabili utilizzate dal SE, modello base

| Frequenza | Impatto | Rischio |
|-----------------|----------------|------------------|
| Raro | Insignificante | Molto basso (MB) |
| Improbabile | Lieve | Basso (B) |
| Possibile | Moderato | Medio (M) |
| Probabile | Grave | Alto (A) |
| Molto probabile | Molto Grave | Molto Alto (MA) |

alle quali verranno attribuiti nel SE specifici fuzzy set. In una costruzione manuale (senza quindi tecnica DI-RO) del SE le variabili e le regole vanno inserite nel SE.

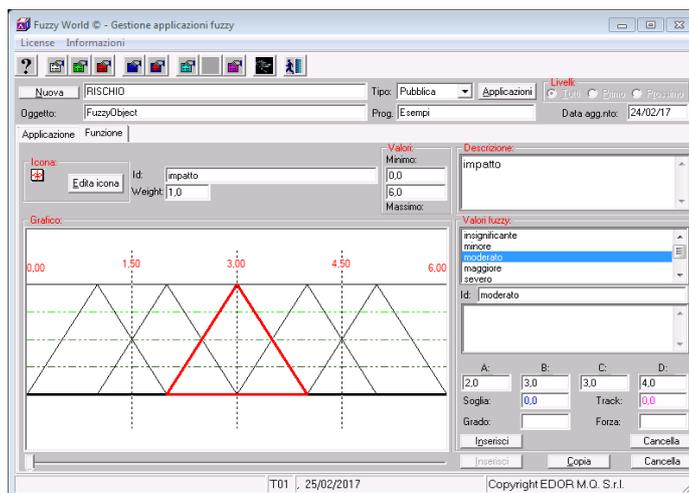


Figura 3 – Rappresentazione della variabile IMPATTO nel SE neuro-fuzzy

La formula per la determinazione del **Rischio** nel SE è la seguente:

IF Probabilità **IS** xx **AND** Impatto **IS** yy **THEN** Rischio **IS** zz

Devono essere inserite tutte le 5x5 regole necessarie a combinare fra loro i possibili valori di IMPATTO e di PROBABILITÀ, atte a rappresentare il quadrante qui raffigurato:

| | | | | | |
|-----------------|-----------|-----------|-----------|----------|-------------|
| Molto probabile | B | B | M | A | MA |
| Probabile | B | B | M | A | MA |
| Possibile | MB | B | B | M | A |
| Improbabile | MB | MB | B | L | M |
| Raro | MB | MB | MB | B | B |
| | Insign. | Lieve | Moderato | Grave | Molto Grave |

Figura 4 - Matrice di correlazione IMPATTO/PROBABILITÀ/RISCHIO

Questo primo modello molto semplificato può essere successivamente arricchito in particolare per quanto attiene la definizione dell'impatto:

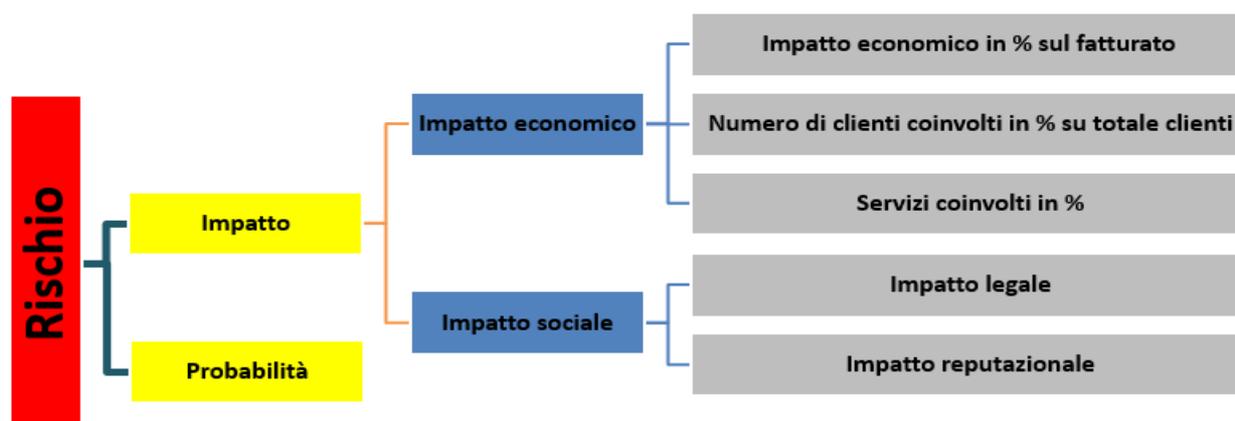


Figura 5 – Modello finale di SE per l’analisi dei rischi

Come si può notare il SE è strutturato su 4 livelli, in quanto si è avuta cura di ridurre il numero di ANTECEDENTI che concorrono a formare un CONSEQUENTE ad un massimo di 3. Questo è uno dei requisiti necessari per un buon funzionamento della tecnica DI-RO. Le variabili utilizzate nel modello sopra raffigurato assumono i seguenti valori, che sono espressi in percentuale e non in valore assoluto per potersi adattare a qualunque situazione:

Tabella 5 – Variabili utilizzate dal SE, modello finale

| Impatto economico in % sul fatturato | Servizi coinvolti in % sul totale dei servizi | Numero dei clienti coinvolti in % sul totale dei clienti |
|--------------------------------------|---|--|
| 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| 2,25 | 2,25 | 2,25 |
| 3,38 | 3,38 | 3,38 |
| 5,06 | 5,06 | 5,06 |
| 7,59 | 7,59 | 7,59 |
| 11,39 | 11,39 | 11,39 |
| 17,09 | 17,09 | 17,09 |
| 25,63 | 25,63 | 25,63 |
| 38,44 | 38,44 | 38,44 |

| Impatto legale | Impatto reputazionale |
|----------------|-----------------------|
| Sì | Sì |
| No | No |

A questo punto l’implementazione di tutte le regole necessarie, del tipo:

```

IF Impatto economico in % sul fatturato IS > x
    AND impatto economico in % sul fatturato IS <=x+1
    AND numero di clienti coinvolti in % su totale clienti IS > y
    AND numero di clienti coinvolti in % su totale clienti IS <=y+1
...
    AND impatto legale IS sì/no
    AND impatto reputazionale IS sì/no
THEN impatto IS n

```

diventerebbe già proibitivo, comportando l'inserimento manuale di diverse migliaia di righe di codice. Fortunatamente tale operazioni non è necessaria in quanto è possibile addestrare il SE mediante la definizione di una limitata serie di valori di ANTECEDENTI e di CONSEQUENTI riportandoli su dei fogli Excel ed utilizzando la tecnica DI-RO.

In realtà l'importazione dei dati presenti nei fogli Excel non comporta la semplice generazione di REGOLE simili a quelle manualmente definite. Grazie alla tecnica DI-RO è possibile generare, da una serie di antecedenti e conseguenti, lo stesso SE, senza che siano note a priori quali siano le relazioni esistente fra di essi. Di conseguenza un esperto può, partendo da una serie di valori ANTECEDENTI, esprimere il proprio giudizio sul possibile valore CONSEQUENTE. Sarà il SE a determinare la relazione esistente. Come già precedentemente specificato, tale relazione sarà visibile all'interno del SE e quindi modificabile dallo stesso esperto.

Conclusioni

Come illustrato dall'esempio riportato nei paragrafi precedenti la realizzazione di SE neuro-fuzzy è relativamente semplice e non richiede grandi competenze in ambito tecnologico. È richiesta una capacità di analisi del problema da automatizzare, al fine di scomporlo nelle sue componenti elementari con un numero di antecedenti limitato per ogni conseguente. L'aspetto più interessante di questa soluzione rimane tuttavia la possibilità di utilizzare la tecnica DI-RO sia per la costruzione, sia per l'addestramento del SE. All'interno di un'Agenzia di Intelligence un esperto di analisi dei dati può, con relativa facilità, partire da una serie di dati e valutare la probabilità che tali eventi possano ad esempio essere propedeutici ad un'azione terroristica. Il tutto compilando un semplice foglio Excel. Rispetto al semplice uso delle reti neurali l'analista avrà la possibilità di analizzare ed intervenire sull'algoritmo che il SE ha autonomamente individuato come descrittivo della relazione fra gli antecedenti e conseguenti inseriti nel sistema.

| id | Probabilità | | | | Rischio | Pesì | | | | Impatto economico | Impatto sociale | Impatto | Pesì | Impatto economico | Servizio coinvolti in % | Numero clienti coinvolti su % fatturato | Impatto economico | Pesì | Impatto legale | Impatto relazionale | Impatto sociale | Pesì | Eventi in un anno | Probabilità | | | | Pesì |
|----|-------------|---|---|---|---------|------|---|---|---|-------------------|-----------------|---------|------|-------------------|-------------------------|---|-------------------|------|----------------|---------------------|-----------------|------|-------------------|-------------|---|---|---|------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | | 1 | 2 | 3 | 4 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1,00 | 0,00 | 0,00 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | | | |
| 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 1,50 | 0,00 | 0,00 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 1 | | | |
| 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 0 | 2 | 1 | 2,25 | 0,00 | 0,00 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 | | | |
| 1 | 1 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 0 | 2 | 1 | 3,38 | 0,00 | 0,00 | 1 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 0 | 3 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | | | |
| 1 | 1 | 5 | 2 | 1 | 1 | 5 | 0 | 3 | 1 | 5,06 | 0,00 | 0,00 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 | 1 | 1 | | | |
| 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 7,59 | 0,00 | 0,00 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 | 2 | 1 | | | |
| 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 11,39 | 0,00 | 0,00 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 7 | 2 | 1 | | | |
| 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 17,09 | 0,00 | 0,00 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 1 | 8 | 2 | 1 | | | |
| 1 | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 4 | 1 | 3 | 1 | 25,63 | 0,00 | 0,00 | 3 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 9 | 2 | 1 | | | |
| 1 | 2 | 5 | 3 | 1 | 1 | 5 | 1 | 4 | 1 | 38,44 | 0,00 | 0,00 | 3 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 10 | 2 | 1 | | | |
| 1 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 | 11 | 3 | 1 | | | |
| 1 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 1 | 1,50 | 1,30 | 1,50 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 2 | 3 | 3 | 1 | 12 | 3 | 1 | | | |
| 1 | 3 | 3 | 2 | 1 | 1 | 3 | 2 | 4 | 1 | 2,25 | 1,69 | 2,25 | 2 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 | 1 | 13 | 3 | 1 | | | |
| 1 | 3 | 4 | 3 | 1 | 1 | 4 | 2 | 5 | 1 | 3,38 | 2,20 | 3,38 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 14 | 3 | 1 | | | |
| 1 | 3 | 5 | 4 | 1 | 1 | 5 | 2 | 5 | 1 | 5,06 | 2,86 | 5,06 | 2 | 1 | 5 | 2 | 3 | 1 | 3 | 2 | 3 | 1 | 15 | 3 | 1 | | | |
| 1 | 4 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 3 | 3 | 1 | 7,59 | 3,71 | 7,59 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 16 | 4 | 1 | | | |
| 1 | 4 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 11,39 | 4,83 | 11,39 | 3 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 17 | 4 | 1 | | | |

Figura 6 - I fogli Excel con i valori di ANTECEDENTI e CONSEQUENTI per la creazione del SE

L'utilizzo di SE neuro-fuzzy si rivela pertanto particolarmente utile per mappare il patrimonio di conoscenze, che andrebbe altrimenti disperso, di quanti svolgono da anni un'attività di intelligence e inoltre garantisce la piena trasparenza sugli algoritmi utilizzati per valutare le relazioni antecedenti/conseguenti. La base di esperienza e conoscenza potrà essere nel tempo continuamente arricchita ed affinata, sia dallo stesso esperto, sia con il contributo di altri esperti, proprio grazie alla facilità con cui vengono fornite le informazioni. Al riguardo si evidenzia che, con lo strumento utilizzato per la descrizione dell'esempio, sono stati realizzati negli anni e sono tutt'ora operativi SE di varia natura e complessità, compreso un SE per la diagnosi (elettroforesi capillare) con oltre 600 relazioni, il cui addestramento è stato ottenuto nella modalità appena descritta o un SE per il controllo dell'inquinamento²⁰ in una grande città del nord Italia (in abbinamento ad un nanosensore).

Le tabelle, le immagini e stralci del testo sono ripresi dal libro dell'autore, Giancarlo Butti (co-autore Lorenzo Schiavina), *Intelligenza artificiale e SoftComputing: applicazioni pratiche per aziende e professionisti* edito da FrancoAngeli.

Note

(ultimo accesso ai link indicati: 15 novembre 2017)

- ¹ Laura Garofalo, *Totem e privacy stazione Milano*, TG2 12 aprile 2017, <http://www.garanteprivacy.it/web/guest/home/docweb/-/docweb-display/docweb/6238669>.
- ² Progetto Europeo DANTE – Detecting and ANalysing TErrorist-related online contents and financing activities, <http://www.eurocrime.eu/it/progetto-dante/>.
- ³ M.E. KOLTOKO-RIVERA, *Detection of Terrorist Preparations by an Artificial Intelligence Expert System Employing Fuzzy Signal Detection Theory*, 2014 in *Systems, Concepts and Integration (SCI) Methods and Technologies for Defence Against Terrorism* (Atti del convegno), Londra 25-27 ottobre 2004, https://www.researchgate.net/publication/249920735_Detection_of_Terrorist_Preparations_by_an_Artificial_Intelligence_Expert_System_Employing_Fuzzy_Signal_Detection_Theory.
- ⁴ Si vedano al riguardo:
- U. INYAEM, P. MEESAD, C. HARUECHAIYASAK, D. TRAN, *Terrorism Event Classification using Fuzzy Inference Systems* in «International Journal of Computer Science and Information Security», vol. VII, No. 3, 2010, <https://arxiv.org/abs/1004.1772>
- U. INYAEM, P. MEESAD, C. HARUECHAIYASAK, DAT TRAN, *Construction of Fuzzy Ontology-Based Terrorism Event Extraction*, in *Third International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, Newport Beach 2010, <http://www.canberra.edu.au/researchrepository/items/55f9d97b-2552-7bb0-a280-406223918afc/1/>.
- ⁵ B. AKER, *Emerging Semantic Web Technology Could Help Intelligence Analysts Spot New Terror Threats*, 2011, <http://www.govtech.com/pcio/Semantic-Web-Could-Help-Spot-Terror-Threats-021111.html>.
- ⁶ M.J.H. LIM, M. NEGNEVITSKY, J. HARTNETT, *A Fuzzy Approach for Detecting Anomalous Behaviour in E-mail Traffic* in *4th Australian Digital Forensics Conference* (Atti del convegno), Edith Cowan University, Perth Western Australia, Dicembre 2006, https://www.researchgate.net/publication/49283110_A_Fuzzy_Approach_For_Detecting_Anomalous_Behaviour_in_E-mail_Traffic.
- ⁷ PLACIDA TELLIS, N. DEEPIKA, *Expert System to Detect Suspicious Words in Online Messages for Intelligence Agency Using FP-growth Algorithm*, in «International Journal of Computer Science and Mobile Computing», vol. IV, Issue 7, p. 103-108, Luglio 2015, <http://www.ijcsmc.com/docs/papers/July2015/V4I7201526.pdf>.
- ⁸ Si vedano al riguardo:
- J. JANULEVIČIUS – A. ČENYS, *Development of a Risk Assessment Model for IT Risk Self-Assessment Expert System for SMEs* in «International Journal of Computer and Communication Engineering», vol. III, No. 4, Luglio 2014, <http://www.ijcce.org/index.php?m=content&c=index&a=show&catid=42&id=401>
- L. POKORÁDI, *Fuzzy Logic-Based Risk Assessment*, AARMS vol. I, Issue 1 (2002) 63–73, 2002, http://uni-obuda.hu/users/pokoradi.laszlo/02_b.pdf
- A.F. SHAPIRO, M.-C. KOISSI, *Risk Assessment Applications of Fuzzy Logic*, Casualty Actuarial Society, Canadian Institute of Actuaries, Society of Actuaries, 2015, <https://www.soa.org/Files/Research/Projects/2015-risk-assess-apps-fuzzy-logic.pdf>.
- ⁹ Si vedano al riguardo:

- C. RANI, S. GOEL, *CSAAES: An Expert System for Cyber Security Attack Awareness* in *International Conference on Computing, Communication and Automation (ICCCA2015)* (Atti del convegno), 2015, https://www.researchgate.net/publication/308840646_CSAAES_An_expert_system_for_cyber_security_attack_awareness
- K. GOZTEPE, *Designing a Fuzzy Rule Based Expert System for Cyber Security*, in «International Journal of Information Security Science», vol. I, No.1, 2012, pp.8-19, <https://www.semanticscholar.org/paper/Designing-a-Fuzzy-Rule-Based-Expert-System-for-Cyber-G%C3%B6ztepe/5696e39ce34dc10f19fee2e688364573de9715c4>
- R. SHANMUGAVADIVU, N.NAGARAJAN, *Network Intrusion Detection System Using Fuzzy Logic* in «Indian Journal of Computer Science and Engineering (IJCSE)», vol. II No. 1, 2011, https://www.researchgate.net/publication/50417996_Network_Intrusion_Detection_System_using_Fuzzy_Logic
- JAMES CANNADY, *Artificial Neural Networks for Misuse Detection* in *National Information Systems Security Conference* (Atti del convegno), 1998, <http://citeseer.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.39.5179>.

¹⁰ L'accesso a tali dati è diversamente regolamentato.

¹¹ L'insieme complessivo delle tecnologie raggruppate sotto la definizione di 'soft computing' comprende:

- logica fuzzy (FL)
- reti neurali (NC)
- algoritmi genetici (GA)
- calcolo evolutivo (EC)
- machine learning (ML)
- ragionamento probabilistico (PR) con le sue sotto-categorie:
 - reti di Bayes
 - teoria del chaos
 - teoria dell'apprendimento.

¹² È importante rilevare che la logica fuzzy e le reti neurali, sotto condizioni abbastanza deboli, sono due facce della stessa medaglia.

¹³ Se si considerano ALTI gli uomini sopra 1,80 m, un uomo altro 1,79 m nella logica tradizionale sarebbe considerato basso, mentre molto più correttamente nella logica fuzzy avrebbe un alto grado di appartenenza all'insieme degli uomini alti.

¹⁴ L. SCHIAVINA, G. BUTTI, *Intelligenza artificiale e Soft Computing: applicazioni pratiche per aziende e professionisti*, FrancoAngeli, Milano 2017.

¹⁵ M. NEGNEVITSKY, *Artificial Intelligence A Guide to Intelligent Systems*, Addison Wesley, Pearson Education Limited, Harlow 2002.

¹⁶ Capitolato Tecnico del Progetto PON "CO.CR.IN. SUD – COntrosto CRiminalità INformatica nelle Regioni del SUD Italia – Lotto 2" .

¹⁷ G.BUTTI, *La tutela del capitale intellettuale*, Il mondo dell'intelligence – Sistema di Informazione per la sicurezza della Repubblica, Roma 2016, <http://www.sicurezza.gov.it/sisr.nsf/aziende-e-sicurezza/la-tutela-del-capitale-intellettuale.html>.

¹⁸ Si vedano al riguardo:

- PH. J. GIABBANELLI, *Modelling The Spatial and Social Dynamics of Insurgency*, in «Security Informatics», Springer. Vol.3, 2, 2014, <https://link.springer.com/article/10.1186/2190-8532-3-2>.
 - J. ANDREW ET AL., *A New Approach for Evaluating the Disruption Risks of a Seaport System*, 2014 in «Safety and Reliability: Methodology and Applications», a cura di Nowakowski *et al.*, 2015 Taylor & Francis Group, Londra 2015, https://www.researchgate.net/publication/272576218_A_new_approach_for_evaluating_the_disruption_risks_of_a_seaport_system.
 - T.M. BASU, N.K. MAHAPATRA, S.K. MONDAL, *Different Types of Matrices in Intuitionistic Fuzzy Soft Set Theory and Their Application in Predicting Terrorist Attack*, IJMIE vol. II, Issue 9, September 2012, https://www.ijmra.us/project%20doc/IJMIE_SEPTEMBER2012/IJMRA-MIE1612.pdf.
 - Z.L. YANG, S. BONSALE, Q.G. FANG, J. WANG, *Maritime Security – Assessment And Management*, 2007, http://iamu-edu.org/wp-content/uploads/2014/07/29_MaritimeSecurity.pdf.
- ¹⁹ G.BUTTI, A. PIAMONTE, *Misurare la physical cyber security*, 2017, http://www.isticom.it/documenti/rivista/rivista2016/6_85-118_misurare_la_sicurezzaiscom.pdf.
- ²⁰ M. CHIESA et al., *Development of low-cost ammonia gas sensors and data analysis algorithms to implement a monitoring grid of urban environmental pollutants*, 2012, <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22517026>.

Bibliografia

G. BUTTI, *La tutela del capitale intellettuale*, Il Mondo dell'intelligence – Sistema di Informazione per la sicurezza della Repubblica, Roma 2016, <http://www.sicurezzanazionale.gov.it/sisr.nsf/aziende-e-sicurezza/la-tutela-del-capitale-intellettuale.html>

G.BUTTI, A. PIAMONTE, *Misurare la physical cyber security*, 2016, http://www.isticom.it/documenti/rivista/rivista2016/6_85-118_misurare_la_sicurezzaiscom.pdf

MICHAEL NEGNEVITSKY, *Artificial Intelligence A Guide to Intelligent Systems*, Addison Wesley, Pearson Education Limited, Harlow 2002

L. SCHIAVINA, G. BUTTI, *Intelligenza artificiale e Soft Computing: applicazioni pratiche per aziende e professionisti*, FrancoAngeli, Milano 2017