

Indice Generale

1	Introduzione.....	4
1.1	Sistemi Esperti.....	4
1.1.1	Definizione.....	4
1.1.2	Componenti.....	5
1.1.3	Ruoli.....	6
1.1.4	Ambienti per la Costruzione.....	6
1.2	Sistemi Esperti in Ambito Medico.....	7
1.3	Trattamento della Conoscenza Incerta.....	7
2	Prolog Expert System on Anxiety Disorders.....	9
2.1	Analisi del Dominio.....	9
2.1.1	Ansia.....	9
2.1.1.1	Ansia Tratto.....	10
2.1.1.2	Ansia Stato.....	10
2.1.2	Sintomi dell'Ansia.....	11
2.1.3	Disturbi d'Ansia.....	12
2.2	Identificazione.....	21
2.2.1	Acquisizione della Conoscenza.....	21
2.2.2	Requisiti.....	24
2.2.2.1	Linguaggio di Programmazione.....	24
2.2.2.2	Prima Caratteristica non Fornita dal Prolog.....	25
2.2.2.3	Seconda Caratteristica non Fornita dal Prolog.....	25
2.2.3	Strategia di Ragionamento.....	26
2.3	Concettualizzazione.....	27
2.3.1	Oggetti.....	27
2.3.2	Relazioni e Proprietà.....	29
2.4	Implementazione.....	31
2.4.1	Strumenti Utilizzati.....	31
2.4.2	Architettura del Sistema.....	31
2.4.2.1	Base di Conoscenza.....	31
2.4.2.2	Motore Inferenziale.....	35
2.4.2.2.1	Richiesta di Informazioni all'Utente.....	36
2.4.2.2.1.1	Criterion Ask.....	36
2.4.2.2.1.2	Multiple Ask.....	40
2.4.2.2.1.3	Selective Ask.....	44
2.4.2.2.2	Gestione dell'Incertezza.....	46
2.4.2.2.2.1	Determinazione Certezza Premesse.....	47
2.4.2.2.2.2	Combinazione Certezza Premesse con Certezza Regola.....	49
2.4.2.2.3	Modulo di Spiegazione.....	50
2.4.2.2.3.1	Domande di Tipo Perché.....	50
2.4.2.2.3.2	Domande di Tipo Come.....	50

2.4.2.3 Interfaccia Utente.....	53
3 Uso e Funzionalità del Sistema.....	55
3.1 Avvio del Sistema.....	55
3.2 Comandi del Sistema.....	56
3.2.1 Investigazione.....	56
3.2.2 Controllo.....	58
3.2.3 Fatti.....	60
3.2.4 Aiuto.....	61
3.2.5 Pulisci.....	62
3.2.6 Chiudi.....	62
4 Riferimenti Bibliografici.....	63
5 Allegati.....	64

1 Introduzione

Il seguente lavoro ha come obiettivo la presentazione di uno studio che ha visto la realizzazione di un Sistema Esperto, in un ambiente di programmazione logica, per la diagnosi dei Disturbi d'Ansia.

Nella trattazione sono documentate le diverse scelte progettuali adottate in fase di definizione e il comportamento che il sistema esperto esibisce durante la sua esecuzione.

Prima di entrare nel merito del progetto realizzato, si riporta una breve introduzione sulle caratteristiche che riguardano un sistema esperto, sui sistemi esperti in ambito medico e sul trattamento della conoscenza incerta.

1.1 Sistemi Esperti

Una delle aree di maggior sviluppo in Intelligenza Artificiale è lo studio e la progettazione di Sistemi Esperti detti anche *"Expert Systems"* o *"Knowledge-Based Systems"*. Nei paragrafi a seguire si illustrano le caratteristiche e le componenti che caratterizzano un sistema esperto.

1.1.1 Definizione

L'introduzione del termine *"Sistema Esperto"* risale al 1977 ad opera di Feigenbaum[1], il quale ne diede anche una definizione precisa:

"Un Sistema Esperto è un programma di calcolatore, che usa conoscenze e tecniche di ragionamento per risolvere problemi che normalmente richiederebbero l'aiuto di un esperto. Un Sistema Esperto deve avere la capacità di giustificare o spiegare il perché di una particolare soluzione per un dato problema."

Un sistema esperto deve essere capace di emulare l'operato di un esperto umano in un dato dominio. In particolare, un sistema esperto deve essere in grado di compiere le stesse azioni, dare gli stessi giudizi, esibire le stesse spiegazioni di un umano. Questa caratteristica, tuttavia, non deve confondere l'obiettivo ultimo di un sistema esperto. Esso, infatti, erroneamente da quello che si può pensare non ha come scopo quello di sostituire l'esperto, ma di assisterlo ed aiutarlo a migliorare le sue prestazioni.

Le caratteristiche fondamentali di un sistema esperto sono:

- ♦ **Possesso di conoscenza specifica**, è importante che un sistema esperto possieda abbastanza conoscenza specifica. La bontà di un sistema esperto, infatti, non dipende solo dal formalismo o dalla tecnica inferenziale utilizzata, ma anche dalla conoscenza che il programma possiede;

- ◆ **Aderenza del dominio alla realtà**, il dominio in cui un sistema esperto agisce, non deve essere un modello semplificato del dominio reale, ma deve rappresentarlo così com'è, pur ovviamente con dei limiti, ma mai ricorrendo a modelli eccessivamente astratti;
- ◆ **Capacità di ragionamento**, un sistema esperto deve effettuare delle deduzioni e prendere delle decisioni sfruttando la base di conoscenza a disposizione;
- ◆ **Capacità di interazione con il mondo esterno**, un sistema esperto deve possedere un protocollo di comunicazione con il mondo esterno. Tale comunicazione si rende necessaria per il reperimento di informazioni necessarie per portare avanti il ragionamento e per dare spiegazioni all'utente;
- ◆ **Capacità di spiegazione del proprio operato**, un buon sistema esperto deve essere in grado di esplicitare e spiegare le decisioni prese ed il ragionamento con cui è giunto alla conclusione. Tale capacità permette di rafforzare il grado di fiducia che l'utente ripone verso il sistema.
- ◆ **Capacità di apprendimento**, caratteristica che, pur non essendo comune a tutti i sistemi esperti, è molto interessante considerare. Si ritiene, infatti, che come l'esperto umano apprende nuove esperienze ed amplia la propria conoscenza col tempo, così il sistema esperto deve essere in grado di apprendere nuova conoscenza.

1.1.2 Componenti

All'interno di un sistema esperto è possibile ravvisare quattro componenti fondamentali: la base di conoscenza, il motore inferenziale, l'interfaccia utente e la memoria di lavoro.

Base di Conoscenza

La Base di Conoscenza rappresenta l'insieme delle informazioni necessarie per affrontare e risolvere un problema in un dominio specifico.

Tali informazioni prendono il nome di "conoscenza", la quale deve essere rappresentata mediante un formalismo interpretabile dalla macchina (per es., logica di Horn, logica descrittiva, logica modale, ecc..).

Tipicamente, la base di conoscenza è organizzata in due blocchi:

- ◆ **Blocco delle asserzioni o fatti**, rappresenta la conoscenza dichiarativa relativa ad un particolare problema da risolvere, ovvero fatti veri introdotti all'inizio della consultazione;
- ◆ **Blocco delle relazioni o regole**, contiene le relazioni fra i fatti elementari utili alla costruzione del patrimonio di conoscenza. Vengono espresse solitamente sotto

forma di regole di produzione o secondo altri tipi di rappresentazione come le reti semantiche, i frames, gli script, ecc..

Motore Inferenziale

Il motore inferenziale è un programma in grado di dedurre, partendo dalla base di conoscenza, le conclusioni che costituiscono la soluzione del problema nel dominio in cui opera il sistema esperto.

Il motore inferenziale è capace di individuare l'insieme delle regole applicabili in un dato momento, selezionare la regola da applicare tra quelle candidate ed eseguire l'azione indicata dalla regola selezionata.

Interfaccia Utente

L'interfaccia utente si occupa di agevolare l'interazione tra l'utente ed il sistema esperto. Può essere costruita con interfacce grafiche *user friendly* o interfacce *a linea di comando*. E' importante che l'interfaccia renda il dialogo con l'utente il più possibile vicino a quello naturale.

Memoria di Lavoro

La memoria di lavoro, detta anche "*working memory*", è la componente che permette la memorizzazione di nuove evidenze osservate o dati utili alla risoluzione del problema, nel corso di una precisa sessione di lavoro. Il contenuto di tale memoria varierà, quindi, per l'intera sessione di esecuzione del sistema esperto.

1.1.3 Ruoli

Generalmente i ruoli che interagiscono con un sistema esperto sono tre[2]:

- ◆ **Esperto di dominio**, è l'attore che detiene la conoscenza e l'esperienza su un dominio specifico ed è in grado di risolvere il problema in oggetto;
- ◆ **Ingegnere della conoscenza**, è l'attore che codifica la conoscenza, fornita dall'esperto di dominio, in un formalismo comprensibile al sistema esperto;
- ◆ **Utente**, è l'individuo che consulta il sistema esperto per trarne beneficio.

1.1.4 Ambienti per la Costruzione

La costruzione di un sistema esperto può avvenire mediante l'utilizzo di due diversi ambienti:

- ◆ **Ambienti di tipo Skeleton**, consistono in ambienti derivati da sistemi esperti esistenti, ai quali è stata tolta la conoscenza relativa al dominio di applicazione. Ne sono esempi Emycin, Kas, Expert, ecc.

- ◆ **Ambienti di tipo Environment**, consistono in ambienti che dispongono di un linguaggio per la rappresentazione della conoscenza. Ne sono esempi il Clips, il Prolog, ecc..

Volendo confrontare i due tipi di ambienti, si può affermare che i sistemi di tipo "Skeleton" sono più immediati, ma meno flessibili poiché risentono dell'architettura specializzata del prodotto originale; quelli di tipo "Environment", invece, hanno come punto di forza la flessibilità, mentre come punto di debolezza la maggiore complessità.

1.2 Sistemi Esperti in Ambito Medico

Uno dei settori maggiormente di successo in cui i sistemi esperti sono stati applicati è quello medico.

Tipicamente un sistema esperto di tipo medico può essere utilizzato in due differenti modalità: come supporto alle decisioni o come acquisizione di decisioni.

- ◆ **Supporto alle Decisioni**, i sistemi esperti di questo tipo si pongono come obiettivo quello di suggerire opzioni o diagnosi ad un esperto che ha l'onere di prendere delle decisioni;
- ◆ **Acquisizione di Decisioni**, i sistemi esperti per l'acquisizione di decisioni hanno lo scopo di permettere ad una persona incompetente di prendere una decisione che vada al di là del suo livello di conoscenza ed esperienza.

Le motivazioni che hanno spinto alla diffusione di sistemi esperti in ambito medico vanno ricercate essenzialmente nella possibilità di inglobare all'interno di una base di conoscenza l'intera esperienza specifica di dominio, isolandola da eventuali errori o dimenticanze che possono inficiare una diagnosi condotta dal solo esperto umano. In un sistema esperto, infatti, se una linea di ragionamento è corretta, resterà tale anche attraverso consultazioni successive.

1.3 Trattamento della Conoscenza Incerta

Il meccanismo cognitivo dell'esperto umano fa spesso riferimento a regole empiriche acquisite dalla propria esperienza e a dati che non sono completamente certi.

Un esperto è capace di ragionare anche quando le informazioni disponibili sono incerte o incomplete. Ciò comporta che le conclusioni, ottenute su conoscenze ritenute generalmente vere e mediante ragionamenti approssimati, non sempre siano assolutamente corrette.

Partendo da queste premesse, si evince la necessità di avere a disposizione approcci che siano in grado di replicare questo ragionamento approssimato anche nei sistemi esperti.

Sono diversi i modi di rappresentare e formalizzare l'incertezza: si va dai metodi quantitativi (certainty factors, reti bayesiane, funzioni di credenza, approccio fuzzy) ai metodi simbolici (logiche non monotone).

Tutti i metodi hanno come caratteristica comune il fatto di dover trattare la combinazione delle evidenze e la propagazione dell'incertezza dai fatti alle conclusioni.

2 Prolog Expert System on Anxiety Disorders

Prolog Expert System on Anxiety Disorders (PESAD) è un sistema esperto capace di assistere gli psicologi nel determinare una diagnosi clinica riguardante i Disturbi d'Ansia di Asse I, previsti dal Diagnostic and Statistical Manual of mental disorders (DSM-IV-TR).

PESAD, dato un paziente, è in grado di suggerire i disturbi d'ansia di cui soffre con maggior probabilità o stabilire con quale probabilità soffre di un dato disturbo d'ansia, basandosi principalmente sulle manifestazioni e sulle caratteristiche sintomatologiche.

PESAD rientra nei sistemi per il "*Supporto delle Decisioni*". L'obiettivo, infatti, non è quello di sostituire l'utente in fase di diagnosi, ma di supportarlo nella scelta di una decisione, suggerendo nuove prospettive o confermando le sue ipotesi.

Si noti che nel corso della trattazione si potrebbe far riferimento all'utente utilizzatore del sistema sia con il termine "utente" che con il termine "psicologo". Con il termine "paziente", invece, si farà riferimento alla persona sottoposta alla diagnosi dei disturbi d'ansia.

Nei paragrafi successivi si riporta l'analisi del dominio, la fase di identificazione, concettualizzazione e rappresentazione della conoscenza ed, infine, l'implementazione delle componenti funzionali del sistema esperto realizzato.

2.1 Analisi del Dominio

In questo paragrafo si discute del dominio oggetto di studio per la realizzazione del sistema esperto.

Ad una breve introduzione del concetto "Ansia" segue la sua distinzione in "Ansia Stato" e "Ansia Tratto".

Vengono introdotti, inoltre, i sintomi d'ansia con la loro classificazione in base al sistema funzionale sul quale incidono e i disturbi d'ansia primari.

2.1.1 Ansia

L'ansia, dal punto di vista etimologico, deriva dal termine latino "*anxia*" (*stringere*). L'ansia è un'emozione universale che, di per sé, non sarebbe inadeguato provare poiché rappresenta una parte necessaria della risposta allo stress. Essa rappresenta, infatti, un meccanismo di difesa volto ad anticipare la percezione del pericolo prima ancora che si sia chiaramente manifestato. L'ansia, tipicamente, mette in moto i meccanismi fisiologici che spingono, da un lato, all'esplorazione per individuare il pericolo ed affrontarlo nella maniera più adeguata e, dall'altro, all'evitamento e alla fuga.

Generalmente l'ansia viene considerata dai professionisti della salute mentale come "la madre di tutte le emozioni" e, proprio per questo, è utile differenziare un'ansia intesa come condizione esistenziale (ansia "tratto") da un'ansia patologica (ansia "stato").

La distinzione fra i concetti di ansia "tratto" e di ansia "stato" è stata introdotta da Cattell e Scheier (1961) ed ulteriormente elaborata da Spielberger e collaboratori nello sviluppo della loro scala di autovalutazione, la State-Trait Anxiety Inventory[4].

Nei due paragrafi sottostanti, si riportano alcuni punti salienti dei due concetti di ansia, elaborati da Spielberger e collaboratori.

2.1.1.1 Ansia Tratto

L'ansia "tratto" può essere considerata una caratteristica relativamente stabile della personalità, un atteggiamento comportamentale, che riflette la modalità con cui il soggetto tende a percepire come pericolosi o minacciosi stimoli e situazioni ambientali.

I soggetti con elevata ansia-tratto mostrano una più marcata reattività ad un numero maggiore di stimoli e sono caratterizzati, secondo Cattell e Scheier, da elevato "arousal", debolezza dell'Io, tendenza alla sensibilità ed alla colpa.

Queste caratteristiche sembrano indicare una sorta di predisposizione all'ansia, nel senso che i soggetti con elevata ansia "tratto" hanno maggiore probabilità, rispetto agli altri, di presentare ansia "stato" in circostanze a basso potenziale "ansiogeno" e/o, a parità di stimoli, di sperimentare livelli più elevati di ansia "stato". Per i soggetti con elevata ansia "tratto", quella ansiosa è la modalità abituale di risposta agli stimoli ed alle situazioni ambientali, mentre per gli altri è una modalità eccezionale.

2.1.1.2 Ansia Stato

L'ansia "stato" si manifesta come una interruzione del continuum emozionale, cioè provoca una rottura nell'equilibrio emotivo della persona; si esprime per mezzo di una sensazione soggettiva di tensione, preoccupazione, inquietudine, nervosismo, reattività. Risulta associata ad una attivazione del sistema nervoso autonomo, il quale provoca una serie di attivazioni fisiologiche.

Elevati livelli di ansia di stato risultano particolarmente spiacevoli, disturbanti e addirittura dolorosi, al punto di indurre la persona a mettere in atto dei meccanismi comportamentali di adattamento finalizzati a porre fine a queste sensazioni. Tuttavia questi meccanismi possono non raggiungere lo scopo, lasciando spazio ad altri comportamenti, questa volta di tipo mal-adattivo, che portano all'effetto opposto, ovvero all'aumento ulteriore dell'ansia, avviando un circolo vizioso di tipo patologico.

L'ansia "stato", quindi, oltre certi livelli di gravità e di durata, diviene una patologia che

prende il nome di disturbo d'ansia.

In questo lavoro, l'ansia oggetto di studio è l'ansia "stato" patologica, ovvero l'ansia "stato" che diventa sproporzionata agli eventi che la suscitano, permane anche quando gli eventi sono stati superati o si manifesta in assenza di eventi oggettivi.

2.1.2 Sintomi dell'Ansia

I sintomi, che denotano un disturbo d'ansia, possono coinvolgere generalmente uno o più dei quattro sistemi funzionali, che di norma sono coordinati dal nostro organismo per produrre risposte adattive alle situazioni di pericolo: il sistema cognitivo, il sistema affettivo, il sistema comportamentale ed il sistema fisiologico.

Generalmente, in presenza di una minaccia, l'organismo reagisce attivando i diversi sistemi: l'*apparato cognitivo* stabilisce l'esistenza di un pericolo e fornisce valutazioni selettive sulla minaccia e sulle risorse disponibili per fronteggiarla, la *componente affettiva* funge da acceleratore della reazione accrescendo il senso di urgenza, la *componente comportamentale* attiva o inibisce l'azione e la *componente fisiologica* funge da mobilizzatore somatico.

Sintomi Cognitivi

Nei sintomi cognitivi rientrano tre diversi tipi di sintomi: i sintomi sensoriali, le difficoltà di pensiero e i sintomi concettuali.

I *sintomi sensoriali* sono significativi non tanto per via della loro gravità o per la loro interferenza con la funzione sensoriale e percettiva, ma per il fatto che, essendo poco conosciuti e non immediatamente controllabili, tendono ad indurre le persone più sensibili a pensare di stare per "uscire di senno". Tali sintomi includono: mente confusa o oscurata, visualizzazione di oggetti in modo offuscato/distante, visualizzazione dell'ambiente in modo diverso/irreale, senso di irrealtà, ipervigilanza.

Le *difficoltà di pensiero* riguardano principalmente la difficoltà nel ricordare cose importanti, la confusione, l'incapacità a controllare il pensiero, la difficoltà di concentrazione, la distraibilità, il blocco, la difficoltà nel ragionamento, la perdita di obiettività e prospettiva. Esse possono essere prodotte da una varietà di fattori, tra cui le inibizioni cognitive che interferiscono con la memoria ed il continuo far fronte al pericolo.

I *sintomi concettuali* riflettono la preoccupazione per il senso di vulnerabilità e pericolo. Ne sono esempi la paura di perdere il controllo, la paura di non saper fronteggiare le situazioni, la paura di ferite fisiche o della morte, la paura di disturbi mentali, la paura di valutazioni negative, le immagini visive minacciose e l'ideazione spaventosa ripetitiva.

Sintomi Affettivi

I sintomi affettivi sono spesso quelli più vistosi nei disturbi d'ansia. Le esperienze qualitative dell'ansia possono differire da una situazione all'altra e anche volta per volta nella stessa situazione, così l'ansioso può sentirsi spesso irritabile, impaziente, a disagio, nervoso, teso, suscettibile, timoroso, spaventato, terrorizzato, allarmato, atterrito, eccitato, agitato, ecc..

Sintomi Comportamentali

I sintomi comportamentali dell'ansia generalmente riflettono o l'iperattività del sistema comportamentale oppure la sua inibizione. Vi può essere infatti inibizione, immobilità del tono muscolare, fuga, evitamento, linguaggio difficoltoso, coordinazione difettosa, agitazione, collasso, iperventilazione.

Sintomi Fisiologici

I sintomi fisiologici dell'ansia riflettono la prontezza dell'organismo nella sua globalità a reagire per proteggersi attivando il ramo del sistema nervoso autonomo.

I sintomi fisiologici nei diversi disturbi d'ansia possono interessare: l'*attività cardiovascolare* (palpitazioni, aumento del ritmo cardiaco, aumento della pressione sanguigna, debolezza, svenimento, calo della pressione sanguigna, calo del ritmo cardiaco), l'*attività dell'apparato respiratorio* (difficoltà respiratorie, pressione al torace, nodo alla gola, sensazione di soffocamento, respiro affannoso, rapido o superficiale, ecc.), l'*attività del sistema neuromuscolare* (incremento dei riflessi, reazione d'allarme, palpebra contratta, insonnia, spasmo, tremore, rigidità, agitazione, espressione contratta, camminare nervosamente, vacillare, debolezza generalizzata, gambe traballanti, movimenti goffi), l'*attività dell'apparato gastrointestinale* (dolore addominale, perdita d'appetito, repulsione per il cibo, nausea, bruciore di stomaco, fastidio addominale, vomito), l'*attività del tratto urinario* (impulso a urinare, frequenza della minzione) e l'*attività della pelle* (rossore al volto oppure volto pallido, sudorazione localizzata o diffusa, momenti di caldo o freddo, prurito).

2.1.3 Disturbi d'Ansia

Il DSM propone le seguenti categorie principali di disturbi d'ansia: Disturbo di Panico, Agorafobia senza Anamnesi di Disturbo di Panico, Fobia Specifica, Fobia Sociale, Disturbo Ossessivo-Compulsivo, Disturbo Post-traumatico da Stress, Disturbo Acuto da Stress, Disturbo d'Ansia Generalizzato, Disturbo d'Ansia Dovuto ad una Condizione Medica Generale e Disturbo d'Ansia Indotto da Sostanze.

Di seguito si riportano i criteri diagnostici per ciascuna di esse.

Disturbo di Panico Senza Agorafobia

A) Entrambi 1) e 2):

- 1) Attacchi di Panico inaspettati ricorrenti
 - 2) almeno uno degli attacchi è stato seguito da 1 mese (o più) di uno (o più) dei seguenti sintomi:
 - a) preoccupazione persistente di avere altri attacchi
 - b) preoccupazione a proposito delle implicazioni dell'attacco o delle sue conseguenze (per es., perdere il controllo, avere un attacco cardiaco, "impazzire")
 - c) significativa alterazione del comportamento correlata agli attacchi.
- B) Assenza di Agorafobia.
- C) Gli Attacchi di Panico non sono dovuti agli effetti fisiologici diretti di una sostanza (per es., una droga di abuso, un farmaco) o di una condizione medica generale (per es., ipertiroidismo).
- D) Gli Attacchi di Panico non sono meglio giustificati da un altro disturbo mentale, come Fobia Sociale (per es., si manifestano in seguito all'esposizione a situazioni sociali temute), Fobia Specifica (per es., in seguito all'esposizione ad una specifica situazione fobica), Disturbo Ossessivo-Compulsivo (per es., in seguito all'esposizione allo sporco in soggetto con ossessioni di contaminazione), Disturbo Post-traumatico da Stress (per es., in risposta a stimoli associati con un grave evento stressante) o Disturbo d'Ansia di Separazione (per es., in risposta all'essere fuori casa o lontano da congiunti stretti).

Disturbo di Panico Con Agorafobia

- A) Entrambi 1) e 2):
- 1) Attacchi di Panico inaspettati ricorrenti
 - 2) almeno uno degli attacchi è stato seguito da 1 mese (o più) di uno (o più) dei seguenti sintomi:
 - a) preoccupazione persistente di avere altri attacchi
 - b) preoccupazione a proposito delle implicazioni dell'attacco o delle sue conseguenze (per es., perdere il controllo, avere un attacco cardiaco, "impazzire")
 - c) significativa alterazione del comportamento correlata agli attacchi.
- B) Presenza di Agorafobia.
- C) Gli Attacchi di Panico non sono dovuti agli effetti fisiologici diretti di una sostanza (per es., una droga di abuso, un farmaco) o di una condizione medica generale (per es., ipertiroidismo).
- D) Gli Attacchi di Panico non sono meglio giustificati da un altro disturbo mentale, come Fobia Sociale (per es., si manifestano in seguito all'esposizione a situazioni sociali temute), Fobia Specifica (per es., in seguito all'esposizione ad una specifica situazione fobica), Disturbo Ossessivo-Compulsivo (per es., in seguito all'esposizione allo sporco in soggetto con ossessioni di contaminazione), Disturbo Post-traumatico da Stress (per es., in risposta a stimoli associati con un grave evento stressante) o Disturbo d'Ansia di Separazione (per

es., in risposta all'essere fuori casa o lontano da congiunti stretti).

Agorafobia Senza Anamnesi di Disturbo di Panico

- A) Presenza di Agorafobia, correlata alla paura della comparsa di sintomi tipo panico (per es., vertigini o diarrea).
- B) Non sono mai risultati soddisfatti i criteri per il Disturbo di Panico (Con Agorafobia e Senza Agorafobia).
- C) Il disturbo non è dovuto agli effetti fisiologici diretti di una sostanza (per es., una droga di abuso, un farmaco) o di una condizione medica generale.
- D) Se è presente una condizione medica generale, la paura descritta nel Criterio A è chiaramente in eccesso rispetto a quella abitualmente associata con la condizione.

Fobia Specifica

- A) Paura marcata e persistente, eccessiva o irragionevole, provocata dalla presenza o dall'attesa di un oggetto o situazione specifici (per es., volare, altezze, animali, ricevere un'iniezione, vedere il sangue).
- B) L'esposizione allo stimolo fobico quasi invariabilmente provoca una risposta ansiosa immediata, che può prendere forma di Attacco di Panico situazionale o sensibile alla situazione. Nota Nei bambini l'ansia può essere espressa piangendo, con scoppi di ira, con l'irrigidimento o con l'aggrapparsi a qualcuno.
- C) La persona riconosce che la paura è eccessiva o irragionevole. Nota Nei bambini questa caratteristica può essere assente.
- D) La situazione (le situazioni) fobica viene evitata oppure sopportata con intensa ansia o disagio.
- E) L'evitamento, l'ansia anticipatoria o il disagio nella situazione (situazioni) temuta interferiscono in modo significativo con la normale routine della persona, con il funzionamento lavorativo (o scolastico), o con le attività o le relazioni sociali, oppure è presente disagio marcato per il fatto di avere la fobia.
- F) Negli individui al di sotto dei 18 anni la durata è di almeno 6 mesi.
- G) L'ansia, gli Attacchi di Panico o l'evitamento fobico associati con l'oggetto o situazione specifici non sono meglio giustificati da un altro disturbo mentale, come il Disturbo Ossessivo-Compulsivo (per es., paura dello sporco in un individuo con ossessioni di contaminazione), Disturbo Post-traumatico da Stress (per es., evitamento degli stimoli associati con un grave evento stressante), Disturbo d'Ansia di Separazione (per es., evitamento della scuola), Fobia Sociale (per es., evitamento di situazioni sociali per paura di rimanere imbarazzati), Disturbo di Panico con Agorafobia o Agorafobia senza Anamnesi di Disturbo di Panico.

Specificare il tipo:

- I. Tipo Animali

- II. Tipo Ambiente Naturale (per es., altezze, temporali, acqua)
- III. Tipo Sangue-Iniezioni-Ferite
- IV. Tipo Situazionale (per es., aeroplani, ascensori, luoghi chiusi)
- V. Altro tipo (per es., paura di soffocare, vomitare o contrarre una malattia; nei bambini paura dei rumori forti o dei personaggi in maschera)

Fobia Sociale

- A) Paura marcata e persistente di una o più situazioni sociali o prestazionali nelle quali la persona è esposta a persone non familiari o al possibile giudizio degli altri. L'individuo teme di agire (o di mostrare sintomi di ansia) in modo umiliante o imbarazzante. Nota Nei bambini deve essere evidente la capacità di stabilire rapporti sociali appropriati all'età con persone familiari e l'ansia deve manifestarsi con i coetanei, e non solo nell'interazione con gli adulti.
- B) L'esposizione alla situazione temuta quasi invariabilmente provoca l'ansia, che può assumere le caratteristiche di un Attacco di Panico causato dalla situazione o sensibile alla situazione. Nota Nei bambini, l'ansia può essere espressa piangendo, con scoppi di ira, con l'irrigidimento, o con l'evitamento delle situazioni sociali con persone non familiari.
- C) La persona riconosce che la paura è eccessiva o irragionevole. Nota Nei bambini questa caratteristica può essere assente.
- D) Le situazioni temute sociali o prestazionali sono evitate o sopportate con intensa ansia o disagio.
- E) L'evitamento, l'ansia anticipatoria o il disagio nella/e situazione/i sociale o prestazionale interferiscono significativamente con le abitudini normali della persona, con il funzionamento lavorativo (scolastico) o con le attività o relazioni sociali, oppure è presente marcato disagio per il fatto di avere la fobia.
- F) Negli individui al di sotto dei 18 anni la durata è di almeno 6 mesi.
- G) La paura o l'evitamento non sono dovuti agli effetti fisiologici diretti di una sostanza (per es., una droga di abuso, un farmaco) o di una condizione medica generale, e non sono meglio giustificati da un altro disturbo mentale (per es., Disturbo di Panico Con Agorafobia o Senza Agorafobia, Disturbo d'Ansia di Separazione, Disturbo da Dismorfismo Corporeo, un Disturbo Pervasivo dello Sviluppo o il Disturbo Schizoide di Personalità).
- H) Se sono presenti una condizione medica generale o un altro disturbo mentale, la paura di cui al Criterio A non è ad essi correlabile, per es., la paura non riguarda la Balbuzie, il tremore nella malattia di Parkinson o il mostrare un comportamento alimentare abnorme nell'Anoressia Nervosa o nella Bulimia Nervosa.

Specificare se:

- I. Generalizzata: se le paure includono la maggior parte delle situazioni sociali (prendere in considerazione anche la diagnosi addizionale di Disturbo Evitante di Personalità).

Disturbo Ossessivo-Compulsivo

A) Ossessioni o compulsioni.

Ossessioni come definite da 1), 2), 3) e 4):

- 1) pensieri, impulsi o immagini ricorrenti e persistenti, vissuti, in qualche momento nel corso del disturbo, come intrusivi o inappropriati e che causano ansia o disagio marcati
- 2) i pensieri, gli impulsi, o le immagini non sono semplicemente eccessive preoccupazioni per i problemi della vita reale
- 3) la persona tenta di ignorare o di sopprimere tali pensieri, impulsi o immagini, o di neutralizzarli con altri pensieri o azioni
- 4) la persona riconosce che i pensieri, gli impulsi, o le immagini ossessivi sono un prodotto della propria mente (e non imposti dall'esterno come nell'inserzione del pensiero).

Compulsioni come definite da 1) e 2):

- 1) comportamenti ripetitivi (per es., lavarsi le mani, riordinare, controllare) o azioni mentali (per es., pregare, contare, ripetere parole mentalmente) che la persona si sente obbligata a mettere in atto in risposta ad un'ossessione o secondo regole che devono essere applicate rigidamente
 - 2) i comportamenti o le azioni mentali sono volti a prevenire o ridurre il disagio o a prevenire alcuni eventi o situazioni temuti; comunque questi comportamenti o azioni mentali non sono collegati in modo realistico con ciò che sono designati a neutralizzare o a prevenire, oppure sono chiaramente eccessivi.
- B) In qualche momento nel corso del disturbo la persona ha riconosciuto che le ossessioni o le compulsioni sono eccessive o irragionevoli. Nota Questo non si applica ai bambini.
- C) Le ossessioni o compulsioni causano disagio marcato, fanno consumare tempo (più di 1 ora al giorno) o interferiscono significativamente con le normali abitudini della persona, con il funzionamento lavorativo (o scolastico) o con le attività o relazioni sociali usuali.
- D) Se è presente un altro disturbo in Asse I, il contenuto delle ossessioni o delle compulsioni non è limitato ad esso (per es., preoccupazione per il cibo in presenza di un Disturbo dell'Alimentazione; tirarsi i capelli in presenza di Tricotillomania; preoccupazione per il proprio aspetto nel Disturbo da Dismorfismo Corporeo; preoccupazione riguardante le sostanze nei Disturbi da Uso di Sostanze; preoccupazione di avere una grave malattia in presenza di Ipocondria; preoccupazione riguardante desideri o fantasie sessuali in presenza di una Parafilìa; o ruminazioni di colpa in presenza di un Disturbo Depressivo Maggiore, Episodio Singolo o Ricorrente).
- E) Il disturbo non è dovuto agli effetti fisiologici diretti di una sostanza (per es., una droga di abuso, un farmaco) o di una condizione medica generale.

Specificare se:

- I. Con Scarso Insight: se per la maggior parte del tempo, durante l'episodio attuale, la

persona non riconosce che le ossessioni e compulsioni sono eccessive o irragionevoli.

Disturbo Post-Traumatico da Stress

- A) La persona è stata esposta ad un evento traumatico nel quale erano presenti entrambe le caratteristiche seguenti:
- 1) la persona ha vissuto, ha assistito o si è confrontata con un evento o con eventi che hanno implicato morte, o minaccia di morte, o gravi lesioni, o una minaccia all'integrità fisica propria o di altri
 - 2) la risposta della persona comprendeva paura intensa, sentimenti di impotenza, o di orrore. Nota Nei bambini questo può essere espresso con comportamento disorganizzato o agitato.
- B) L'evento traumatico viene rivissuto persistentemente in uno (o più) dei seguenti modi:
- 1) ricordi spiacevoli ricorrenti e intrusivi dell'evento, che comprendono immagini, pensieri, o percezioni. Nota Nei bambini piccoli si possono manifestare giochi ripetitivi in cui vengono espressi temi o aspetti riguardanti il trauma
 - 2) sogni spiacevoli ricorrenti dell'evento. Nota Nei bambini possono essere presenti sogni spaventosi senza un contenuto riconoscibile
 - 3) agire o sentire come se l'evento traumatico si stesse ripresentando (ciò include sensazioni di rivivere l'esperienza, illusioni, allucinazioni, ed episodi dissociativi di flashback, compresi quelli che si manifestano al risveglio o in stato di intossicazione). Nota Nei bambini piccoli possono manifestarsi rappresentazioni ripetitive specifiche del trauma
 - 4) disagio psicologico intenso all'esposizione a fattori scatenanti interni o esterni che simbolizzano o assomigliano a qualche aspetto dell'evento traumatico
 - 5) reattività fisiologica o esposizione a fattori scatenanti interni o esterni che simbolizzano o assomigliano a qualche aspetto dell'evento traumatico.
- C) Evitamento persistente degli stimoli associati con il trauma e attenuazione della reattività generale (non presenti prima del trauma), come indicato da tre (o più) dei seguenti elementi:
- 1) sforzi per evitare pensieri, sensazioni o conversazioni associate con il trauma
 - 2) sforzi per evitare attività, luoghi o persone che evocano ricordi del trauma
 - 3) incapacità di ricordare qualche aspetto importante del trauma
 - 4) riduzione marcata dell'interesse o della partecipazione ad attività significative
 - 5) sentimenti di distacco o di estraneità verso gli altri
 - 6) affettività ridotta (per es., incapacità di provare sentimenti di amore)
 - 7) sentimenti di diminuzione delle prospettive future (per es. aspettarsi di non poter avere una carriera, un matrimonio o dei figli o una normale durata della vita).

- D) Sintomi persistenti di aumentato arousal (non presenti prima del trauma), come indicato da almeno due dei seguenti elementi:
- 1) difficoltà ad addormentarsi o a mantenere il sonno
 - 2) irritabilità o scoppi di collera
 - 3) difficoltà a concentrarsi
 - 4) ipervigilanza
 - 5) esagerate risposte di allarme
- E) La durata del disturbo (sintomi ai Criteri B, C e D) è superiore a 1 mese.
- F) Il disturbo causa disagio clinicamente significativo o menomazione nel funzionamento sociale, lavorativo o di altre aree importanti.

Specificare se:

- I. Acuto: se la durata dei sintomi è inferiore a 3 mesi
- II. Cronico: se la durata dei sintomi è 3 mesi o più.

Specificare se:

- I. Ad esordio ritardato: se l'esordio dei sintomi avviene almeno 6 mesi dopo l'evento stressante.

Disturbo Acuto da Stress

- A) La persona è stata esposta ad un evento traumatico in cui erano presenti entrambi i seguenti elementi:
- 1) la persona ha vissuto, ha assistito o si è confrontata con un evento o con eventi che hanno comportato la morte, o una minaccia per la vita, o una grave lesione, o una minaccia all'integrità fisica, propria o di altri
 - 2) la risposta della persona comprende paura intensa, sentimenti di impotenza, o di orrore.
- B) Durante o dopo l'esperienza dell'evento stressante, l'individuo presenta tre (o più) dei seguenti sintomi dissociativi:
- 1) sensazione soggettiva di insensibilità, distacco o assenza di reattività emotiva
 - 2) riduzione della consapevolezza dell'ambiente circostante (per es., rimanere storditi)
 - 3) derealizzazione
 - 4) depersonalizzazione
 - 5) amnesia dissociativa (cioè incapacità di ricordare qualche aspetto importante del trauma).
- C) L'evento traumatico viene persistentemente rivissuto in almeno uno dei seguenti modi: immagini, pensieri, sogni, illusioni, flashback persistenti o sensazioni di rivivere

l'esperienza; oppure disagio all'esposizione a ciò che ricorda l'evento traumatico.

- D) Marcato evitamento degli stimoli che evocano ricordi del trauma (per es., pensieri, sensazioni, conversazioni, attività, luoghi, persone).
- E) Sintomi marcati di ansia o di aumentato arousal (per es., difficoltà a dormire, irritabilità, scarsa capacità di concentrazione, ipervigilanza, risposte di allarme esagerate, irrequietezza motoria).
- F) Il disturbo causa disagio clinicamente significativo o menomazione del funzionamento sociale, lavorativo o di altre aree importanti, oppure compromette la capacità dell'individuo di eseguire compiti fondamentali, come ottenere l'assistenza necessaria o mobilitare le risorse personali riferendo ai familiari l'esperienza traumatica.
- G) Il disturbo dura al minimo 2 giorni e al massimo 4 settimane e si manifesta entro 4 settimane dall'evento traumatico.
- H) Il disturbo non è dovuto agli effetti fisiologici diretti di una sostanza (per es., una droga di abuso, un farmaco) o di una condizione medica generale, non è meglio giustificato da un Disturbo Psicotico Breve e non rappresenta semplicemente l'esacerbazione di un disturbo preesistente di Asse I o Asse II.

Disturbo d'Ansia Generalizzato

- A) Ansia e preoccupazione eccessive (attesa apprensiva), che si manifestano per la maggior parte dei giorni per almeno 6 mesi, a riguardo di una quantità di eventi o di attività (come prestazioni lavorative o scolastiche).
- B) La persona ha difficoltà nel controllare la preoccupazione.
- C) L'ansia e la preoccupazione sono associate con tre (o più) dei sei sintomi seguenti (con almeno alcuni sintomi presenti per la maggior parte dei giorni negli ultimi 6 mesi). Nota Nei bambini è richiesto solo un item.
 - 1) irrequietezza, o sentirsi tesi o con i nervi a fior di pelle
 - 2) facile affaticabilità
 - 3) difficoltà a concentrarsi o vuoti di memoria
 - 4) irritabilità
 - 5) tensione muscolare
 - 6) alterazioni del sonno (difficoltà ad addormentarsi o a mantenere il sonno o sonno inquieto e insoddisfacente).
- D) L'oggetto dell'ansia e della preoccupazione non è limitato alle caratteristiche di un disturbo in Asse I, per es., l'ansia o la preoccupazione non riguardano l'avere un Attacco di Panico (come nel Disturbo di Panico, Senza Agorafobia e Con Agorafobia), rimanere imbarazzati in pubblico (come nella Fobia Sociale), essere contaminati (come nel Disturbo Ossessivo-Compulsivo), essere lontani da casa o dai parenti stretti (come nel Disturbo d'Ansia di Separazione), prendere peso (come nell'Anoressia Nervosa), avere molteplici fastidi fisici

(come nel Disturbo di Somatizzazione), o avere una grave malattia (come nell'Ipocondria) e l'ansia e la preoccupazione non si manifestano esclusivamente durante un Disturbo Post-traumatico da Stress.

- E) L'ansia, la preoccupazione, o i sintomi fisici causano disagio clinicamente significativo o menomazione del funzionamento sociale, lavorativo o di altre aree importanti.
- F) L'alterazione non è dovuta agli effetti fisiologici diretti di una sostanza (per es., una droga di abuso, un farmaco) o di una condizione medica generale (per es., ipertiroidismo) e non si manifesta esclusivamente durante un Disturbo dell'Umore, un Disturbo Psicotico o un Disturbo Pervasivo dello Sviluppo.

Disturbo d'Ansia Dovuto ad una Condizione Medica Generale

- A) Nel quadro clinico predominano ansia rilevante, Attacchi di Panico o ossessioni o compulsioni.
- B) Vi è evidenza dalla anamnesi, dall'esame fisico o dai dati di laboratorio che il disturbo è la conseguenza fisiologica diretta di una condizione medica generale.
- C) L'alterazione non è meglio giustificata da un altro disturbo mentale (per es., un Disturbo dell'Adattamento con Ansia nel quale l'evento stressante è rappresentato da una grave condizione medica generale).
- D) Il disturbo non si verifica esclusivamente durante il corso di un delirium.
- E) Il disturbo causa disagio clinicamente significativo o compromissione del funzionamento sociale, lavorativo o di altre aree importanti.

Specificare se:

- I. Con Ansia Generalizzata: se nel quadro clinico predominano ansia o preoccupazione eccessive riguardo ad una quantità di eventi o attività
- II. Con Attacchi di Panico: se nel quadro clinico predominano gli Attacchi di Panico
- III. Con Sintomi Ossessivo-Compulsivi: se nel quadro clinico predominano ossessioni o compulsioni

Disturbo d'Ansia Indotto da Sostanze

- A) Predominano nel quadro clinico ansia notevole, Attacchi di Panico, oppure ossessioni o compulsioni.
- B) Sono evidenti dalla anamnesi, dall'esame obiettivo, o dai dati di laboratorio gli elementi 1) o 2):
 - 1) i sintomi di cui al Criterio A sono comparsi durante, o entro 1 mese, l'Intossicazione o l'Astinenza da Sostanze
 - 2) l'uso di un farmaco è eziologicamente correlato al disturbo
- C) L'alterazione non risulta meglio giustificata da un Disturbo d'Ansia non indotto da sostanze. I seguenti elementi possono provare che i sintomi sono meglio giustificati da un Disturbo

d'Ansia non indotto da sostanze: i sintomi precedono l'esordio dell'uso di sostanze (o di farmaci); i sintomi persistono per un periodo di tempo considerevole (per es., circa un mese) dopo il termine dell'astinenza acuta o dell'intossicazione grave, oppure sono sostanzialmente in eccesso rispetto a quanto sarebbe prevedibile per il tipo o quantità di sostanza usata o per la durata dell'uso; oppure vi sono altre evidenze che suggeriscono l'esistenza di un Disturbo d'Ansia indipendente non indotto da sostanze (per es., anamnesi di episodi ricorrenti non correlati all'uso di sostanze).

D) L'alterazione non si manifesta esclusivamente durante il corso di un delirium.

E) Il disturbo causa disagio clinicamente significativo o compromissione del funzionamento sociale, lavorativo o di altre aree importanti.

Specificare se:

I. Con Ansia Generalizzata: se nel quadro clinico predominano ansia o preoccupazione eccessive riguardo a una quantità di eventi o attività.

II. Con Attacchi di Panico: se nel quadro clinico predominano Attacchi di Panico.

III. Con Sintomi Ossessivo-Compulsivi: se nel quadro clinico predominano ossessioni o compulsioni.

IV. Con Sintomi Fobici: se nel quadro clinico predominano sintomi fobici.

2.2 Identificazione

Nel corrente paragrafo si descrivono le fasi che hanno visto l'acquisizione della conoscenza del dominio, l'individuazione dei requisiti da implementare e la definizione della strategia di ragionamento.

2.2.1 Acquisizione della Conoscenza

L'acquisizione della conoscenza del dominio applicativo è stata complessa e laboriosa. Essa è avvenuta utilizzando tre diverse fonti:

◆ Libri e Manuali

- DSM-IV-TR. *Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali* [4]
- ABC della psicopatologia. *Esplorazione, individuazione e cura dei disturbi mentali* [5]

◆ Web

- <http://www.ipsico.org/default.htm>
- <http://www.cpsico.com/index.htm>
- <http://www.ansia-depressione.net>

◆ **Esperto umano.**

- Consulenza fornita dalla Psicologa Nigro Eugenia.

Dallo studio dei criteri diagnostici si è appreso che ciascun disturbo d'ansia "padre" può essere specializzato in diversi disturbi d'ansia "figli".

Il DSM-IV-TR, pur rappresentando un buon manuale diagnostico, non permette ad un ingegnere della conoscenza di codificare esattamente i diversi disturbi d'ansia che fanno capo a ciascuna categoria. Esso, infatti, sebbene riporti i criteri diagnostici relativi a ciascun disturbo "padre" e le possibili specializzazioni, non contiene tutta l'informazione utile a differenziare le diagnosi tra i disturbi "figli".

Per tale problema, si è fatto riferimento, oltre all'uso di manuali e portali di psicologia, alla figura di un esperto umano che, grazie alla sua esperienza in termini di conoscenze, euristiche e meccanismi di ragionamento, ha reso possibile la semplificazione della complessità del lavoro.

A partire dai criteri diagnostici di ciascun disturbo d'ansia "padre", si è effettuata una operazione di raffinamento e specializzazione dei diversi criteri in modo da identificare ogni singolo disturbo d'ansia "figlio". A termine del lavoro di acquisizione della conoscenza sono stati individuati 43 disturbi d'ansia "figli", i quali vengono riportati nella tabella sottostante.

Categoria	Disturbi
Disturbo di Panico	<ul style="list-style-type: none">• Disturbo di Panico Senza Agorafobia• Disturbo di Panico con Agorafobia
Agorafobia Senza Anamnesi di Disturbo di Panico	<ul style="list-style-type: none">• Agorafobia Senza Anamnesi di Disturbo di Panico
Fobia Specifica	<ul style="list-style-type: none">• Fobia Specifica di Tipo "Animali"• Fobia Specifica di Tipo "Ambiente Naturale"• Fobia Specifica di Tipo "Sangue-Iniezioni-Ferite"• Fobia Specifica di Tipo "Situazionale"• Fobia Specifica di Tipo "Altro"
Fobia Sociale	<ul style="list-style-type: none">• Fobia Sociale Generalizzata• Fobia Sociale Circoscritta
Disturbo Ossessivo-Compulsivo	<ul style="list-style-type: none">• Disturbo Ossessivo-Compulsivo a Contenuto Aggressivo• Disturbo Ossessivo-Compulsivo a Contenuto Aggressivo con Scarso Insight

	<ul style="list-style-type: none"> • Disturbo Ossessivo-Compulsivo da Contaminazione • Disturbo Ossessivo-Compulsivo da Contaminazione con Scarso Insight • Disturbo Ossessivo-Compulsivo a Contenuto Sessuale • Disturbo Ossessivo-Compulsivo a Contenuto Sessuale con Scarso Insight • Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Accumulo • Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Accumulo con Scarso Insight • Disturbo Ossessivo-Compulsivo a Contenuto Religioso • Disturbo Ossessivo-Compulsivo a Contenuto Religioso con Scarso Insight • Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Ordine e Simmetria • Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Ordine e Simmetria con Scarso Insight • Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Somatico • Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Somatico con Scarso Insight • Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Superstizioso • Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Superstizioso con Scarso Insight • Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Perfezione e Responsabilità • Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Perfezione e Responsabilità con Scarso Insight • Disturbo Ossessivo-Compulsivo con Contenuto Vario • Disturbo Ossessivo-Compulsivo con Contenuto Vario con Scarso Insight
Disturbo Post-traumatico da Stress	<ul style="list-style-type: none"> • Disturbo Post-Traumatico da Stress Acuto • Disturbo Post-Traumatico da Stress Acuto ad Esordio Ritardato • Disturbo Post-Traumatico da Stress Cronico

	<ul style="list-style-type: none"> • Disturbo Post-Traumatico da Stress Cronico ad Esordio Ritardato
Disturbo Acuto da Stress	<ul style="list-style-type: none"> • Disturbo Acuto da Stress
Disturbo d'Ansia Generalizzato	<ul style="list-style-type: none"> • Disturbo d'Ansia Generalizzato
Disturbo d'Ansia Dovuto ad una Condizione Medica Generale	<ul style="list-style-type: none"> • Disturbo d'Ansia Dovuto ad una Condizione Medica Generale con Ansia Generalizzata • Disturbo d'Ansia Dovuto ad una Condizione Medica Generale con Attacchi di Panico • Disturbo d'Ansia Dovuto ad una Condizione Medica Generale con Sintomi Ossessivo-Compulsivi
Disturbo d'Ansia Indotto da Sostanze	<ul style="list-style-type: none"> • Disturbo d'Ansia Indotto da Sostanze con Ansia Generalizzata • Disturbo d'Ansia Indotto da Sostanze con Attacchi di Panico • Disturbo d'Ansia Indotto da Sostanze con Sintomi Ossessivo-Compulsivi • Disturbo d'Ansia Indotto da Sostanze con Sintomi Fobici

Tabella 2.2.1: Classificazione dei Disturbi d'Ansia trattati nel Sistema Esperto

2.2.2 Requisiti

Nei paragrafi che seguono si riporta una breve descrizione sui requisiti che il sistema deve rispettare e sulle caratteristiche da implementare.

2.2.2.1 Linguaggio di Programmazione

Il sistema esperto deve essere implementato in **Prolog**.

Il Prolog, acronimo di PROgramming in LOGic, è un linguaggio di programmazione logica molto potente e flessibile. Si adatta molto bene all'Intelligenza Artificiale ed alla programmazione non numerica.

Utilizzando come linguaggio di programmazione il Prolog è possibile esprimere la conoscenza sugli oggetti e sulle relazioni individuati sotto forma di fatti e regole. E' possibile, inoltre, porre delle domande all'utente in maniera tale da ricavare altra informazione utile al processo di inferenza.

2.2.2.2 Prima Caratteristica non Fornita dal Prolog

Come prima caratteristica di comportamento si desidera implementare la **Gestione dell'Incertezza**.

Il Prolog ha un ragionamento categorico, nel senso che ogni elemento può essere vero o falso, senza altra possibilità.

In ambito medico questo tipo di ragionamento risulta troppo restrittivo. La diagnosi di disturbi o malattie, infatti, potrebbe basarsi su conoscenza piuttosto incerta sia perché i sintomi e le cause potrebbero essere solo probabilmente correlati ad un disturbo o malattia, sia perché il paziente potrebbe non rispondere in maniera completamente certa.

La gestione dell'incertezza intrinseca nella conoscenza a disposizione si rende ancora più necessaria in un settore critico come la diagnosi dei Disturbi d'Ansia, dove è necessario gestire il disturbo mentale nella maniera più veloce e corretta possibile per scongiurare che l'esacerbazione dei sintomi possa "distruggere" il funzionamento complessivo del paziente o interferire significativamente con il funzionamento lavorativo o sociale.

Da queste premesse si evince la necessità di smuoversi dalla natura categorica delle affermazioni per convergere verso una natura probabilistica, in cui sia possibile assegnare un grado di certezza ad ogni fatto o regola che sia noto.

Tale concetto di certezza non va inteso nel senso matematico del termine, ma piuttosto come fiducia soggettiva che si ha nella verità di una affermazione o nel fatto che una regola di inferenza si riveli applicabile.

Ancora oggi, infatti, è oggetto di disputa il fatto se sia più opportuno usare la teoria della probabilità nella sua accezione più rigorosa o in una versione più informale e semplificata.

Nel progetto in esame, si è scelto di utilizzare la versione più informale e semplificata per due semplici motivi. Innanzitutto, perché si desidera che il sistema esperto emuli il ragionamento umano, il quale è sicuramente intuitivo e poco matematico. In seguito, perché non si può non prendere in considerazione la maggiore semplicità computazionale di un metodo intuitivo e meno rigoroso.

2.2.2.3 Seconda Caratteristica non Fornita dal Prolog

La seconda caratteristica di comportamento scelta riguarda l'implementazione di un **Modulo di Spiegazione**.

In un sistema esperto, la capacità di spiegazione risulta essere di fondamentale importanza. L'utente, infatti, tende a non fidarsi pedissequamente di un sistema artificiale e a non accettare ciecamente la soluzione di un problema prodotta in modo non controllabile.

Tale possibilità risulta essere ancor più necessaria soprattutto in domini incerti, come quello della diagnosi medica, per aumentare la fiducia che il medico o la figura esperta ripone nei consigli del sistema e per metterlo in grado di scoprire un possibile errore nel processo di ragionamento.

Rispettando tale esigenza, il sistema esperto in esame fornirà spiegazioni sul suo stesso modo di procedere in due occasioni: quando gli viene chiesto il **"perché"** una data domanda viene posta e quando gli viene chiesto il **"come"** si è giunti alla soluzione di un problema.

2.2.3 Strategia di Ragionamento

Per quanto concerne il tipo di inferenza da utilizzare, la scelta è ricaduta sul **Backward Chaining**.

Il *Backward Chaining*, cioè concatenamento all'indietro, è un tipo di inferenza in cui si parte da una possibile soluzione del problema e si tenta di verificare, applicando a ritroso le regole di produzione, se esiste una regola capace di fornire tale soluzione. Si contrappone al *Forward Chaining*, cioè concatenamento in avanti, in cui si parte da fatti noti contenuti nella base di conoscenza e si applicano le regole di produzione in avanti allo scopo di dedurre nuovi fatti.

Il processo di inferenza, inoltre, utilizzerà come regola di computazione la regola **Left-Most** e come strategia di ricerca la strategia **Depth-First**.

Nel processo di inferenza, quindi, data una query:

$$:- G_1, G_2, \dots, G_n$$

verrà selezionato sempre il letterale più a sinistra. Dato il letterale da risolvere (per es., G_1), verrà selezionata sempre la prima clausola la cui testa è unificabile con G_1 .

Come comportamento che il processo di inferenza deve assumere all'occorrenza di eventuali risposte negative, invece, si è deciso per un **"non-fallimento"**. Considerato, infatti, che il sistema esperto dovrà gestire l'incertezza delle informazioni, si è pensato di elaborare le risposte negative come risposte positive, ma con grado di certezza "complementato". Ad esempio, una risposta negativa con grado di certezza "0.7" per una caratteristica richiesta come vera verrà elaborata dal sistema come risposta positiva con grado di certezza "0.3". Così facendo, si consentirà di portare a termine ogni computazione restituendo il grado di certezza con cui la conclusione risulta vera.

Infine, dato che alcuni criteri diagnostici prevedono la verifica di caratteristiche non desiderabili, il sistema dovrà dare la possibilità di specificare, per un dato goal, quali sotto-goal sono richiesti come veri e quali come falsi. A seconda dei casi, sarà il motore

di inferenza a calcolare correttamente il grado di certezza.

Si fa notare che la strategia di ragionamento, introdotta in questo paragrafo, sarà ripresa e documentata in modo approfondito nei paragrafi relativi alla descrizione del Motore Inferenziale.

2.3 Concettualizzazione

In questo paragrafo viene riportata una analisi del processo che ha portato ad esprimere la conoscenza in forma logica. In particolare, si discutono gli oggetti individuati e le relazioni e proprietà degli oggetti.

2.3.1 Oggetti

Dalla fase di concettualizzazione sono emersi diversi oggetti. Tali oggetti possono essere classificati per categorie.

Nella tabella sottostante, invece che appesantire la trattazione con l'elenco di ciascun oggetto individuato, si è preferito riportare le categorie a cui gli oggetti fanno riferimento, focalizzando l'attenzione sulla descrizione di cosa rappresentano. Per ogni categoria, inoltre, vengono riportati alcuni esempi di oggetti.

Categoria Oggetto	Descrizione	Esempi
Disturbo	Rappresentano i disturbi d'ansia "figli", che il sistema esperto è in grado di diagnosticare.	<ul style="list-style-type: none">• Disturbo di Panico Senza Agorafobia• Fobia Specifica di Tipo Animali• Disturbo d'Ansia Generalizzato• ...
Disturbo Non Codificabile	Rappresentano sia i disturbi d'ansia "padre" a cui i disturbi "figli" fanno riferimento e sia i disturbi definiti "non codificabili", ovvero quei disturbi che senza una precisa specializzazione o collocazione non sono registrabili.	<ul style="list-style-type: none">• Agorafobia• Fobia Specifica• Disturbo Post Traumatico da Stress• Disturbo di Panico• Fobia Sociale• ...
Tipo di Disturbo Non Codificabile	Rappresentano le diverse specializzazioni che unite ai diversi disturbi non codificabili permettono di definire il disturbo.	<ul style="list-style-type: none">• Tipo Generalizzata• Tipo Circoscritta• Tipo Animali

		<ul style="list-style-type: none"> • Tipo Ambiente Naturale
Manifestazione Sintomatica	Rappresentano le diverse manifestazioni di sintomi che denotano un disturbo d'ansia. Tipicamente una manifestazione sintomatica è costituita da più criteri (sintomi complessi). Ogni criterio si compone di uno o più sintomi, i quali non è detto che siano tutti obbligatoriamente richiesti per la diagnosi. Si potrebbe verificare il caso in cui è richiesta la presenza minima di un dato numero di sintomi rispetto ad un'insieme più vasto.	<ul style="list-style-type: none"> • Arousal Aumentato • Trauma Psicologico • Ansia Fobica Sociale • Ansia Agorafobica • Attacco di Panico Inaspettato • Ansia Generalizzata • ...
Caratteristica Sintomatica	Rappresentano le caratteristiche collegate ai sintomi che permettono di determinare o distinguere un disturbo da un altro.	<ul style="list-style-type: none"> • Durata di almeno 6 mesi • Attacchi di Panico frequenti • Esordio dei Sintomi entro 1 mese dall'Evento Traumatico • ...
Sintomo Elementare	Rappresentano i sintomi elementari, che, una volta assemblati, danno luogo alle manifestazioni sintomatiche	<ul style="list-style-type: none"> • Depersonalizzazione • Terrore • Evitamento • Nausea • ...
Paziente	Rappresentano le tipologie di paziente, al quale è rivolta la diagnosi. L'inquadratura del paziente, in una delle tre fasce d'età, permette di poter distinguere sia il numero di manifestazioni o caratteristiche sintomatiche richieste da un determinato disturbo che il numero di sintomi previsti da una singola manifestazione sintomatica	<ul style="list-style-type: none"> • Bambino (0-9 anni) • Adolescente (0-17 anni) • Adulto (18+)
Grado di Insight delle Ossessioni	Indicano i gradi di insight della ragionevolezza delle ossessioni-compulsioni.	<ul style="list-style-type: none"> • Insight Alto • Insight Basso • ...
Tipo Ansia	Indicano i tipi di ansia. La distinzione	<ul style="list-style-type: none"> • Ansia dovuta ad Imbarazzo in

	avviene in base al motivo principale che scaturlisce il processo ansioso.	Pubblico <ul style="list-style-type: none"> • Ansia dovuta alla Preoccupazione per la propria Salute • ...
Tipo Attacco di Panico	Indicano i due tipi in cui è possibile specializzare l'attacco di panico.	<ul style="list-style-type: none"> • Attacco di Panico Inaspettato • Attacco di Panico Provocato dalla Situazione
Tipo Reazione Fobica	Indicano i tipi di reazione che un individuo può avere nei confronti di una situazione o oggetto temuto.	<ul style="list-style-type: none"> • Sopportazione con Disagio • Evitamento • ...
Durata Sintomi	Rappresentano le diverse durate con cui poter verificare tutti i sintomi che prevedono la presenza dei sintomi per una durata precisa.	<ul style="list-style-type: none"> • Meno di 2 giorni • 2 Giorni - Meno di 1 Mese • 1 Mese – Meno di 3 Mesi • 3 Mesi - Meno di 6 Mesi • 6 Mesi o Più
Esordio Sintomi	Rappresentano i diversi periodo entro cui possono sorgere i disturbi acuto da stress e post-traumatico da stress.	<ul style="list-style-type: none"> • Meno di 1 Mese • 1 Mese – Meno di 6 Mesi • 6 Mesi o Più
Frequenza Attacco di Panico	Rappresentano le diverse frequenze di attacchi di panico richiesti nel disturbo di panico .	<ul style="list-style-type: none"> • 1 • 2-5 • 6+

Tabella 2.3.1: Oggetti individuati in fase di concettualizzazione

2.3.2 Relazioni e Proprietà

Nella tabella sottostante vengono riportate le relazioni e le proprietà degli oggetti.

Relazioni	Descrizione
paziente(Paziente)	Indica il tipo di paziente a cui la diagnosi è rivolta.
disturbo(Nome_Disturbo, Paziente)	Indica che l'oggetto "Nome_Disturbo" è un disturbo "figlio" ed è diagnosticabile per il paziente specificato dall'argomento "Paziente".
disturbo_NC(Nome_Disturbo_NC, Paziente)	Indica che l'oggetto "Nome_Disturbo_NC" è un disturbo "padre" o "non codificabile" ed è diagnosticabile per il paziente specificato

	dall'argomento "Paziente".
manifestazione_sintomatica(Nome_Manifestazione, Paziente)	Indica che l'oggetto "Nome_Manifestazione" è una manifestazione sintomatica ed è diagnosticabile per il paziente specificato dall'argomento "Paziente".
caratteristica_sintomatica(Nome_Caratteristica, Paziente)	Indica che l'oggetto "Nome_Caratteristica" è una caratteristica sintomatica ed è diagnosticabile per il paziente specificato dall'argomento "Paziente".
tipo_fobia_specifica(Nome_Tipo, Paziente)	Indica che l'oggetto "Nome_Tipo" è un tipo di fobia specifica ed è diagnosticabile per il paziente specificato dall'argomento "Paziente".
tipo_fobia_sociale(Nome_Tipo, Paziente)	Indica che l'oggetto "Nome_Tipo" è un tipo di fobia sociale ed è diagnosticabile per il paziente specificato dall'argomento "Paziente".
tipo_ossessioni_compulsioni(Nome_Tipo, Paziente)	Indica che l'oggetto "Nome_Tipo" è un tipo di ossessioni-compulsioni ed è diagnosticabile per il paziente specificato dall'argomento "Paziente".
tipo_disturbo_post_traumatico_da_stress(Nome_Tipo, Paziente)	Indica che l'oggetto "Nome_Tipo" è un tipo di disturbo post traumatico da stress ed è diagnosticabile per il paziente specificato dall'argomento "Paziente".
sintomo([Lista_Sintomi], Numero_Sintomi)	Indica un criterio (sintomo complesso), dove l'argomento "Lista_Sintomi" indica i diversi sintomi elementari che compongono il criterio e l'argomento "Numero_Sintomi" indica il numero di sintomi richiesto obbligatoriamente per diagnosticare il criterio.
evidenza_eziologica([Lista_Evidenze], Numero_Evidenze)	Indica una evidenza eziologica, dove l'argomento "Lista_Evidenze" indica i diversi modi con cui verificare l'evidenza eziologica tra il disturbo e il fattore in esame (farmaco, astinenza, intossicazione) e l'argomento "Numero_Evidenze" indica il numero di evidenze richiesto obbligatoriamente per la diagnosi.
tipo_reazione_fobica([Opzioni])	Indica un tipo di reazione fobica, dove l'argomento "Opzioni" indica i diversi tipi di reazione fobica ammessi (nel contesto del disturbo).
tipo_ansia([Opzioni])	Indica un tipo di ansia, dove l'argomento "Opzioni" indica i diversi tipi di ansia ammessi (nel contesto del disturbo).
esordio_sintomi([Opzioni])	Indica i diversi esordi, dove l'argomento "Opzioni" indica i diversi intervalli di tempo ammessi (nel contesto del disturbo).

durata_sintomi([Opzioni])	Indica le diverse durate dei sintomi, dove l'argomento "Opzioni" indica gli intervalli di tempo ammessi (nel contesto del disturbo).
frequenza_attacchi_di_panico([Opzioni])	Indica le diverse frequenze di attacco di panico, dove l'argomento "Opzioni" indica il numero di attacchi ammesso (nel contesto del disturbo).
insight_eccesso_o_irragionevolezza_ossessioni_compulsioni([Opzioni])	Indica il tipo di insight per le ossessioni-compulsioni, dove l'argomento "Opzioni" indica i diversi gradi di insight ammessi (nel contesto del disturbo).
tipo_attacco([Opzioni])	Indica un tipo di attacco di panico, dove l'argomento "Opzioni" indica le diverse modalità con cui vengono percepiti gli attacchi (nel contesto del disturbo).

Tab. 2.3.2: Relazioni Individuate in Fase di Concettualizzazione

2.4 Implementazione

Nei paragrafi successivi, dopo una descrizione sugli strumenti utilizzati si procede al dettaglio dell'architettura del sistema. Si riporterà, quindi, la rappresentazione della conoscenza presente nella Base di Conoscenza, l'implementazione del Motore Inferenziale e del Modulo di Spiegazione.

2.4.1 Strumenti Utilizzati

Il linguaggio utilizzato per lo sviluppo del sistema esperto è il linguaggio logico **Prolog**.

Come compilatore Prolog è stato utilizzato **YAP v. 6.2.2** per sistema operativo **Windows 7**. Si fa notare che è importante utilizzare una versione 6.x poiché il sistema esperto fa uso di un predicato per il confronto tra termini, ossia "predsort", non supportato dalle versioni precedenti.

2.4.2 Architettura del Sistema

In questo paragrafo si descrive l'architettura del Sistema Esperto realizzato.

2.4.2.1 Base di Conoscenza

Per la rappresentazione della conoscenza acquisita in fase di concettualizzazione è stato utilizzato il formalismo delle regole di produzione.

Ogni regola ha una forma del tipo:

IF <condizione> THEN <azione>

dove:

- *la parte "IF"*, descrive una condizione e rappresenta l'antecedente;
- *la parte "THEN"*, descrive un'azione e rappresenta il conseguente, che viene eseguita quando la regola è applicabile.

Data la caratteristica del dominio, il quale prevede che per un disturbo (conseguente) siano verificati una serie di criteri (antecedente), le regole contengono solo condizioni in AND.

Quindi, dati:

- la regola: A :- B1, B2, ..., Bn
- un ipotetico goal: :- A

il motore inferenziale, il quale va in backward chaining, attiva la regola A ed invoca in serie i sotto-goal B1, B2, ..., Bn che sono legati in congiunzione tra loro.

Al fine di illustrare la struttura delle regole codificate in Prolog, nella parte sottostante si riportano alcuni esempi con la relativa spiegazione.

REGOLA per la DIAGNOSI del DISTURBO "Disturbo di Panico Senza Agorafobia"

```
disturbo(disturbo_di_panico_senza_agorafobia,Paziente,CF) :-  
    disturbo_NC(disturbo_di_panico,Paziente,CF1,true),  
    disturbo_NC(agorafobia,Paziente,CF2,false),  
    disturbo_NC(condizione_medica_generale_associata,Paziente,CF3,false),  
    disturbo_NC(alterazione_indotta_da_sostanza_associata,Paziente,CF4,false),  
    certezza(disturbo_di_panico_senza_agorafobia,1,[CF1,CF2,CF3,CF4],0.97,CF,true).
```

Nella regola si nota la presenza del predicato "certezza". Tale predicato, definito nel motore inferenziale, permette di calcolare la certezza con cui il disturbo risulta vero. Esso ha 6 parametri: nome della regola, livello di inferenza della regola, lista delle certezze delle premesse, certezza associata alla regola, certezza della conseguenza (da derivare), valore di verità richiesto.

Il nome della regola (I argomento) ed il livello di inferenza (II argomento) servono per poter tracciare l'albero di dimostrazione da mostrare eventualmente all'utente in fase di spiegazione. In questo caso il livello è settato a "1" in quanto la regola rappresenta il primo livello di inferenza.

La lista delle certezze delle premesse (III argomento) e la certezza della regola (IV argomento) servono, invece, per poter ottenere la certezza della conseguenza come

combinazione della certezza della parte antecedente con la certezza della regola. Tale lista comprenderà tanti argomenti quante sono le premesse.

L'argomento "CF" (V argomento) rappresenta la certezza della conseguenza da derivare dopo che il predicato sarà soddisfatto.

Il valore di verità (VI argomento) serve per poter specificare se il goal è negato o meno. Il calcolo della certezza del conseguente, infatti, varierà in base al fatto che un goal sia negato o meno.

Si noti che, sia il calcolo della certezza che la memorizzazione della traccia dell'esecuzione della regola saranno effettuati dal motore di inferenza ed isolano dal compito della Base di Conoscenza.

Sempre osservando la regola, è possibile notare che le premesse hanno un terzo argomento, ovvero un flag settato in alcuni casi a "true" ed in altri casi a "false". Tale argomento sta ad indicare se la premessa deve essere verificata come "vera" o "falsa". Nella regola corrente, ad esempio, per diagnosticare il Disturbo di Panico Senza Agorafobia si dovrà verificare se il Disturbo di Panico sia vero e se l'Agorafobia, la Condizione Medica e l'Alterazione Indotta da Sostanza siano falsi.

Un'altra regola che merita spiegazioni aggiuntive è quella per la diagnosi delle diverse manifestazioni sintomatiche. Si consideri il seguente esempio.

REGOLA per la DIAGNOSI della MANIFESTAZIONE SINTOMATICA "Ansia Generalizzata"

manifestazione_sintomatica(ansia_generalizzata,Paziente,CF,TV) :-

```
sintomo([preoccupazione_circostanze_abitudinarie_o_piccoli_imprevisti],1,CF1),
sintomo([difficolta_controllo_preoccupazione],1,CF2),
sintomo([irrequietezza,facile_affaticabilita,difficolta_concentrarsi,irritabilita,
tensione_muscolare,alterazione_sonno],3,CF3),
tipo_ansia([attesa_apprensiva],CF4),
certezza(ansia_generalizzata,3,[CF1,CF2,CF3,CF4],0.98,CF,TV).
```

La manifestazione sintomatica "Ansia Generalizzata" per essere diagnosticata prevede che siano verificate le seguenti condizioni:

- 1) preoccupazione per le circostanze abitudinarie;
- 2) difficoltà nel controllare la preoccupazione;
- 3) almeno 3 dei seguenti 6 sintomi: irrequietezza, facile affaticabilità, difficoltà a concentrarsi, irritabilità, tensione muscolare e alterazione del sonno;
- 4) ansia dovuta al timore di non riuscire ad affrontare circostanze abitudinarie o

piccoli contrattamenti di giornata

Come è possibile vedere nel caso "3)" la condizione prevede la presenza minima di tre sintomi. Questa informazione viene fornita al motore inferenziale tramite il II argomento, ovvero il numero "3". Sarà il motore, in fase di verifica, a calcolare la certezza tenendo in considerazione l'informazione che per la condizione sono necessari esclusivamente tre sintomi e non l'intero insieme specificato. Tale scelta implementativa permette ancora una volta di distinguere il ruolo della base di conoscenza da quello del motore inferenziale: mentre il primo si preoccupa di rappresentare la conoscenza, il secondo si prodiga nel ragionamento e nella ricerca della soluzione.

Nella base di conoscenza, infine, è possibile trovare la definizione dei predicati chiedibili all'utente:

- `tipo_attacco(L,CF) :-`
`multiple_ask(tipo_attacco,[attacco_inaspettato,attacco_provocato],L,CF).`
- `insight_eccesso_o_irragionevolezza_ossessioni_compulsioni(L,CF) :-`
`multiple_ask(insight_eccesso_o_irragionevolezza_ossessioni_compulsioni,`
`[insight_nullo,insight_alto,insight_basso],L,CF).`
- `frequenza_attacchi_di_panico(L,CF) :-`
`multiple_ask(frequenza_attacchi_di_panico, [uno,da_due_a_cinque,`
`piu_di_cinque], L,CF).`
- `durata_sintomi(L,CF) :-`
`multiple_ask(durata_sintomi, [meno_due_giorni,due_giorni_meno_un_mese,`
`un_mese_meno_tre_mesi,tre_mesi_meno_sei_mesi,sei_mesi_piu],L,CF).`
- `esordio_sintomi(L,CF) :-`
`multiple_ask(esordio_sintomi,[meno_un_mese,un_mese_meno_sei_mesi,`
`sei_mesi_piu],L,CF).`
- `tipo_ansia(L,CF) :-`
`multiple_ask(tipo_ansia,[difficolta_allontanamento_o_indisponibilita_aiuto,`
`imbarazzo_in_pubblico,pericolo_salute,attesa_apprensiva,altro_tipo_ansia],`
`L,CF).`
- `tipo_reazione_fobica(L,CF) :-`
`multiple_ask(tipo_reazione_fobica,[evitamento,sopportazione_con_disagio,`
`sopportazione_senza_problemi],L,CF).`
- `sintomo(Y,Z,CF) :-`

```
criterion_ask(sintomo,Y,Z,CF).
```

- evidenza_eziologica(Y,Z,CF) :-

```
criterion_ask(sintomo,Y,Z,CF).
```

- paziente(X) :-

```
selective_ask(paziente,X,[bambino,adolescente,adulto]).
```

Senza appesantire la trattazione, si dà la facoltà di approfondire la rappresentazione della conoscenza, tramite il listato "anxiety_disorders.kb", in allegato al presente documento.

2.4.2.2 Motore Inferenziale

Il motore inferenziale è stato progettato in modo da essere il più possibile indipendente dalla base di conoscenza.

In esso sono implementati i meccanismi utili ad assistere l'esperto lungo due diverse diagnosi:

- ◆ verificare se un paziente soffre di un dato disturbo, specificando il grado di probabilità;
- ◆ ricercare eventuali disturbi di cui soffre un paziente, elencandoli in ordine di probabilità.

Nel primo caso, la diagnosi viene avviata lanciando il predicato "solve_goal(Y,CF)" dove il primo argomento rappresenta il disturbo da controllare e scelto dall'utente da interfaccia, mentre il secondo la certezza con cui il disturbo risulta vero:

```
solve_goal(Y,CF) :-
```

```
paziente(X),
```

```
disturbo(Y,X,CF).
```

Nel secondo caso, invece, la diagnosi viene avviata tramite il predicato "investigate_goals(L)" dove l'argomento "L" rappresenta la lista di goal risolti con relativo nome e grado di certezza.

```
investigate_goals(L):-
```

```
paziente(X),
```

```
findall(goal(Y,CF),disturbo(Y,X,CF),L).
```

In entrambi i casi il motore di inferenza, dopo avere selezionato una regola, inizia a risolvere i vari sotto-goal fin quando non ha bisogno di informazioni da richiedere all'utente.

Ovviamente, così come un esperto umano non ripete domande per le quali ha acquisito già una risposta, allo stesso modo il processo di ragionamento provvede ad asserire nella

working memory tutte le risposte già note così da non richiederle più. Il sistema, quindi, prima di richiedere una data informazione verificherà se quest'ultima è presente già in memoria e solo in caso negativo provvederà a formulare la relativa domanda all'utente.

2.4.2.2.1 Richiesta di Informazioni all'Utente

Il sistema esperto per richiedere informazioni funzionali al corretto processo di ragionamento sfrutta 3 diversi predicati: `criterion_ask`, `multiple_ask`, `selective_ask`.

2.4.2.2.1.1 Criterion Ask

Il primo predicato è "`criterion_ask(Attributo,Lista_Item,Numero_Item_Richiesti,Certezza)`".

Gli argomenti del predicato sono:

- ◆ **Attributo**, rappresenta l'attributo che si vuole dedurre dalla risposta utente. Esempio: "sintomo".
- ◆ **Lista_Item**, rappresenta la lista di item che si desidera verificare. Esempi: alterazione del sonno, irritabilità, ipervigilanza, ecc..
- ◆ **Numero_Item_Richiesti**, rappresenta il numero minimo di item che devono essere riscontrati nel paziente. Sarà sempre inferiore o uguale al numero di item contenuti nella lista.
- ◆ **Certezza**, rappresenta il valore di certezza associato al criterio. Esempi: 0.7, 0.86, ecc..

L'importanza di tale predicato sta nella possibilità di verificare sofisticate condizioni diagnostiche, le quali risultano indispensabili per fare una corretta diagnosi. Un esempio di condizione diagnostica elaborata tramite il predicato "`criterion_ask`" è la seguente:

Sintomi persistenti di aumentato arousal, come indicato da almeno due dei seguenti elementi:

- 1) difficoltà ad addormentarsi o a mantenere il sonno
- 2) irritabilità o scoppi di collera
- 3) difficoltà a concentrarsi
- 4) ipervigilanza
- 5) esagerate risposte di allarme.

Ogni criterio è caratterizzato da una lista di N item, con $N \geq 1$.

Data una lista di N item, il criterio potrebbe richiedere che siano presenti M item, con $1 \leq M \leq N$.

Un item non rappresenta altro che una domanda a risposta binaria (si,no).

L'obiettivo del predicato è quello di verificare con quale grado di certezza risulta vero il criterio.

Nella parte sottostante, si mettono in evidenza i passi più importanti del codice che implementa tale predicato.

```
criterion_ask(Attributo,Lista_Item,Numero_Item_Richiesti,Certezza) :-
```

```
    ask_question(Attributo,Lista_Item,Numero_Item_Richiesti,Certezza,[ ]).
```

Il predicato “ask_question” effettua un ciclo sugli item presenti nella lista. Quando la lista è vuota, con il predicato “compute_certainty_criterion_ask” passa a calcolare la certezza con cui risulta vero il criterio. Con il predicato “known_question_condition”, invece, verifica se un item è stato già chiesto.

```
ask_question(Attributo,[ ],Numero_Item_Richiesti,Certezza,Lista_Fatti) :-
```

```
    compute_certainty_criterion_ask(Attributo,Numero_Item_Richiesti,Certezza,
    Lista_Fatti).
```

```
ask_question(Attributo,[Item|Item_Restanti],Numero_Item_Richiesti,Certezza,Lista_Fatti) :-
```

```
    known_question_condition(Attributo,Item,Item_Restanti,Numero_Item_Richiesti,
    Certezza,Lista_Fatti).
```

Se esiste già una risposta e questa è positiva allora si prende traccia della risposta con il relativo grado di certezza e si aggiunge alla lista dei fatti elaborati. Infine, si passa ad esaminare la successiva domanda.

```
known_question_condition(Attributo,Item,Item_Restanti,Numero_Item_Richiesti,Certezza,Lista_
Fatti):-
```

```
    known(yes,Attributo,Item,Certezza_Risposta),
    !,
    add_element(fact(yes,Item,Certezza_Risposta),Lista_Fatti,Lista_Fatti_Aggiornata),
    ask_question(Attributo,Item_Restanti,Numero_Item_Richiesti,Certezza,
    Lista_Fatti_Aggiornata).
```

Se, invece, esiste già una risposta e questa è negativa, dal momento in cui le risposte negative sono state considerate come positive con certezza “complementata”, si procede ad effettuare il complemento della certezza e ad aggiungere l'item alla lista dei fatti elaborati. Infine si passa al successivo item.

```
known_question_condition(Attributo,Item,Item_Restanti,Numero_Item_Richiesti,Certezza,Lista_
Fatti):-
```

```
    known(no,Attributo,Item,Certezza_Risposta),
    !,
    Certezza_Risposta_Computata is 1-Certezza_Risposta,
```

```

add_element(fact(yes,Item,Certezza_Risposta_Computata),Lista_Fatti,
Lista_Fatti_Aggiornata),

ask_question(Attributo,Item_Restanti,Numero_Item_Richiesti,Certezza,
Lista_Fatti_Aggiornata).

```

Se per l'item corrente non è nota alcuna risposta, si formula la domanda, si ottiene una risposta valida tramite il predicato "get_criterion_response" e si passa ad elaborarla tramite il predicato "check_type_criterion_response".

known_question_condition(Attributo,Item,Item_Restanti,Numero_Item_Richiesti,Certezza,Lista_Fatti):-

```

white_lines(2),

decodifica(Item,Item_Esteso),

write(Item_Esteso),

get_criterion_response(Risposta),

check_type_criterion_response(Risposta,Attributo,Item,Item_Restanti,
Numero_Item_Richiesti,Certezza,Lista_Fatti).

```

In fase di elaborazione della risposta, se la risposta è positiva, si memorizza il fatto nella working memory, si aggiunge il fatto alla lista dei fatti elaborati con la stessa certezza associata alla risposta e si procede con la successiva domanda.

check_type_criterion_response(yes,Attributo,Item,Item_Restanti,Numero_Item_Richiesti,Certezza,Lista_Fatti) :-

```

ask_certainty(Certezza_Risposta),

asserta(known(yes,Attributo,Item,Certezza_Risposta)),

add_element(fact(yes,Item,Certezza_Risposta),Lista_Fatti,Lista_Fatti_Aggiornata),

ask_question(Attributo,Item_Restanti,Numero_Item_Richiesti,Certezza,
Lista_Fatti_Aggiornata).

```

Se invece la risposta è negativa, si memorizza il fatto nella working memory, e si aggiunge il fatto alla lista dei fatti elaborati con la certezza complementata rispetto a quella realmente associata alla risposta. Infine si procede con la successiva domanda.

check_type_criterion_response(no,Attributo,Item,Item_Restanti,Numero_Item_Richiesti,Certezza,Lista_Fatti) :-

```

ask_certainty(Certezza_Risposta),

asserta(known(no,Attributo,Item,Certezza_Risposta)),

Certezza_Risposta_Computata is 1-Certezza_Risposta,

add_element(fact(yes,Item,Certezza_Risposta_Computata),Lista_Fatti,
Lista_Fatti_Aggiornata),

```

```
ask_question(Attributo,Item_Restanti,Numero_Item_Richiesti,Certezza,
Lista_Fatti_Aggiornata).
```

Si noti che le risposte vengono memorizzate allo stesso modo di come vengono date. L'elaborazione delle risposte negative come positive avviene esclusivamente nell'ambito del criterio al fine di poter calcolare il relativo grado di certezza. La memorizzazione dei fatti nella working memory avviene mediante il predicato nativo Prolog “asserta”.

Se invece di una risposta, l'utente desidera ottenere una spiegazione del perché gli è stata posta la domanda, allora dapprima viene data una spiegazione del perché si desidera ottenere l'item e, quindi, si procede a riformulare la domanda.

```
check_type_criterion_response(why,Attributo,Item,Item_Restanti,Numero_Item_Richiesti,Certezza,Lista_Fatti) :-
```

```
    spiega(Item,Spiegazione),
    write(Spiegazione),
    known_question_condition(Attributo,Item,Item_Restanti,Numero_Item_Richiesti,
Certeza,Lista_Fatti).
```

Il calcolo del grado di certezza del criterio avviene tramite il predicato “compute_certainty_criterion_ask”. Con il predicato “descending_order_facts” si procede ad ordinare in modo decrescente la lista di fatti elaborati sulla base del valore di certezza. Una volta ordinati i fatti, tramite il predicato “get_certainty_criterion” si procede alla determinazione del valore di certezza del criterio.

```
compute_certainty_criterion_ask(Attributo,Numero_Item_Richiesti,Certezza,Lista_Fatti) :-
```

```
    descending_order_facts(Lista_Fatti,Lista_Fatti_Ordinata),
    get_certainty_criterion(Attributo,Numero_Item_Richiesti,Certezza,
Lista_Fatti_Ordinata,1,[]).
```

In particolare, il predicato “get_certainty_criterion” estrae dalla lista ordinata un numero di fatti pari a quello richiesto dal criterio e li inserisce nella lista dei fatti potenzialmente candidati. Sempre nel presente predicato, avviene la memorizzazione dei fatti potenzialmente candidati, tramite il predicato “assert_fact”, come nodi foglia dell'albero di dimostrazione da mostrare eventualmente in fase di spiegazione. E' importante sottolineare come dagli N possibili fatti, vengono memorizzati solo gli M con certezza più alta (con M pari al numero di item richiesti dal criterio), in quanto sono questi M fatti che incidono sul calcolo della certezza.

```
get_certainty_criterion(Attributo,Numero_Item_Richiesti,Certezza,Lista_Fatti_Ordinata,Contatore,Lista_Fatti_Candidati):-
```

```
    Contatore =< Numero_Item_Richiesti,
    !,
```

```

Lista_Fatti_Ordinata = [Fatto_Certezza_Max|Residuo_Lista_Fatti_Ordinata],
add_element(Fatto_Certezza_Max,Lista_Fatti_Candidati,
Lista_Fatti_Candidati_Aggiornata),

Contatore_Aggiornato is Contatore+1,

assert_fact(Attributo,Fatto_Certezza_Max),

get_certainty_criterion(Attributo,Numero_Item_Richiesti,Certezza,
Residuo_Lista_Fatti_Ordinata,Contatore_Aggiornato,Lista_Fatti_Candidati_Aggiornata).

```

Infine, ottenuta la lista dei fatti potenzialmente candidati, si effettua un ordinamento crescente della lista al fine di avere in prima posizione l'elemento con certezza più bassa. La certezza del criterio verrà quindi unificata con la certezza del fatto più basso. Tale scelta viene fatta in considerazione del fatto che se un criterio richiede che siano verificati M sintomi su N, allora con tutta probabilità la certezza finale risentirà del sintomo con certezza più bassa.

```

get_certainty_criterion(_,_,Certezza,_,_,Lista_Fatti_Candidati):-
    ascending_order_facts(Lista_Fatti_Candidati,Lista_Fatti_Candidati_Ordinata),
    Lista_Fatti_Candidati_Ordinata = [Fatto_Certezza_Min|_],
    arg(3,Fatto_Certezza_Min,Certezza).

```

2.4.2.2.1.2 Multiple Ask

Un altro predicato utilizzato per la richiesta di informazioni all'utente è `multiple_ask(Attributo,Lista_Opzioni,Lista_Opzioni_Ammesse,Certezza)`. Gli argomenti del predicato sono:

- ◆ **Attributo**, rappresenta l'attributo che si vuole dedurre dalla risposta utente. Ne sono esempi: "frequenza_attacchi_di_panico", "tipo_reazione_fobica", ecc..
- ◆ **Lista_Opzioni**, rappresenta la lista di opzioni che l'attributo ammette come risposta. Tale lista contiene sia le opzioni ammesse come risposta corretta che le opzioni ammesse come risposta errata.
- ◆ **Lista_Opzioni_Ammesse**, contiene la lista delle sole opzioni ammesse come vere. Si parla di lista di opzioni ammesse, e non di singola opzione ammessa in quanto un attributo potrebbe anche ammettere più di una opzione valida. Per es., nella Fobia Specifica, la motivazione dell'ansia potrebbe essere ricercata o nella paura di subire un danno alla propria salute, direttamente collegato a certi aspetti dell'oggetto o situazione temuta, o nella paura di rimanere imbarazzati in pubblico, in seguito ai sintomi di panico mostrati durante il confronto con la situazione temuta. Nella Fobia Sociale, invece, la motivazione dell'ansia potrebbe essere giustificata esclusivamente dalla paura di rimanere imbarazzati in pubblico,

in seguito ai sintomi di panico mostrati nella situazione fobica. Questa caratteristica richiede, quindi, la gestione delle risposte ammesse con una lista.

♦ **Certezza.** Rappresenta il valore di certezza associata alla risposta.

Il predicato “multiple_ask” permette di verificare quelle domande le cui risposte sono strettamente correlate fra loro e possono indirizzare il sistema verso alcune diagnosi piuttosto che altre.

Si pensi ad un esempio in cui interessa distinguere le diverse tipologie di ansia di cui soffre il paziente: ansia generalizzata, ansia agorafobica, ansia fobica. Dedurre quale tipologica di ansia contraddistingue il disagio del paziente, permetterebbe di aumentare la certezza della diagnosi verso un Disturbo d'Ansia piuttosto che un altro. Tale comportamento si ha con la domanda sottostante:

Per quale motivo e' fortemente in ansia?

- 1: Per il timore di non poter allontanarsi o chiedere aiuto in caso di attacco d'ansia
- 2: Per il timore di poter rimanere imbarazzato in pubblico
- 3: Per il timore di poter mettere in serio pericolo la propria salute
- 4: Per il timore di non riuscire ad affrontare circostanze abitudinarie o piccoli contrattempi di giornata
- 5: Per altro

Si è scelto di specificare anche una opzione che non caratterizza alcun disturbo (“per altro”). Così facendo, infatti, non solo si ha la possibilità di rafforzare l'ipotesi di un disturbo d'ansia a scapito di altri, ma anche di escludere, qualora venisse selezionata proprio l'opzione “non-caratterizzante”, l'ipotesi che il disturbo in essere nel paziente sia giustificato da sintomi d'ansia di asse I.

Nella parte sottostante si riportano le parti più interessanti relative al predicato in esame.

Innanzitutto, si verifica che la risposta alla domanda non sia già nota: in tal caso, si procede direttamente al calcolo della certezza.

```
multiple_ask(Attributo,Lista_Opzioni,Lista_Opzioni_Ammesse,Certezza) :-
```

```
    known(yes,Attributo,Risposta,Certezza_Risposta),
```

```
    !,
```

```
    compute_certainty_multiple_ask(Attributo,Certezza,Risposta,Certezza_Risposta,  
    Lista_Opzioni,Lista_Opzioni_Ammesse).
```

Se, invece, non è stata data alcuna risposta, viene formulata la domanda all'utente. Con il predicato “show_options” vengono mostrate le diverse opzioni, con il predicato “get_multiple_response” viene chiesta una risposta, che una volta ottenuta viene

controllata al fine di verificarne la validità. Ottenuta la risposta, con il predicato "check_type_multiple_response" si passa ad elaborarla dipendentemente dal tipo.

multiple_ask(Attributo,Lista_Opzioni,Lista_Opzioni_Ammesse,Certezza) :-

```
    white_lines(2),
    decodifica(Attributo,Attributo_Esteso),
    write(Attributo_Esteso),
    write('?'),
    white_lines(1),
    show_options(Lista_Opzioni),
    get_multiple_response(Opzione_Scelta,Opzione_Scelta_Codificata,Lista_Opzioni),
    check_type_multiple_response(Opzione_Scelta_Codificata,Risposta,Attributo,
    Lista_Opzioni,Lista_Opzioni_Ammesse,Certezza).
```

Nel controllo del tipo della risposta, se l'utente ha richiesto la spiegazione del "perché" allora viene dapprima riportata la motivazione ed in seguito riformulata la domanda.

check_type_multiple_response(why,_,Attributo,Lista_Opzioni,Lista_Opzioni_Ammesse,Certezza) :-

```
    !,
    spiega(Attributo,Spiegazione),
    write(Spiegazione),
    multiple_ask(Attributo,Lista_Opzioni,Lista_Opzioni_Ammesse,Certezza).
```

Diversamente, invece, si procede a verificare quale delle opzioni abbia scelto in modo da memorizzarla nella working memory. Una volta memorizzata la risposta, si passa a calcolare la relativa certezza tramite il predicato "compute_certainty_multiple_ask".

check_type_multiple_response(Opzione_Scelta,Risposta,Attributo,Lista_Opzioni,Lista_Opzioni_Ammesse, Certezza) :-

```
    parse_response(1,Opzione_Scelta,Risposta,Lista_Opzioni),
    ask_certainty(Certezza_Risposta),
    asserta(known(yes,Attributo,Risposta,Certezza_Risposta)),
    compute_certainty_multiple_ask(Attributo,Certezza,Risposta,Certezza_Risposta,
    Lista_Opzioni,Lista_Opzioni_Ammesse).
```

La certezza viene calcolata tramite il predicato "compute_certainty_multiple_ask". Se la risposta è una tra quelle ammesse dalla domanda, allora la certezza è proprio pari a quella digitata dall'utente.

compute_certainty_multiple_ask(Attributo,Certezza,Risposta,Certezza_Risposta,_,

Lista_Opzioni_Ammesse) :-

```
member(Risposta,Lista_Opzioni_Ammesse),  
!,  
Certezza = Certezza_Risposta,  
assert_fact_multiple_ask(Attributo,Risposta,Certezza_Risposta).
```

Se la risposta invece non è ammessa dalla domanda, allora la certezza è data dal rapporto ottenuto dividendo il complemento della certezza della risposta con le opzioni restanti.

compute_certainty_multiple_ask(Attributo,Certezza,_,Certezza_Risposta,Lista_Opzioni,Lista_Opzioni_Ammesse) :-

```
Lista_Opzioni_Ammesse = [Risposta|_],  
length(Lista_Opzioni,Numero_Opzioni),  
Certezza is (1-Certezza_Risposta)/(Numero_Opzioni-1),  
assert_fact_multiple_ask(Attributo,Risposta,Certezza).
```

Si noti che, anche in questo tipo di domande, si ha una prima memorizzazione, nella working memory, dei fatti asseriti dall'utente tramite il predicato "asserta" ed una seconda memorizzazione, tramite il predicato "assert_fact_multiple_ask", dei soli fatti da riportare nell'albero di dimostrazione da mostrare in fase di spiegazione.

Così facendo, mentre la prima asserzione memorizza il fatto relativo alla risposta così come viene data dall'utente, la seconda asserzione memorizza il fatto relativo alla certezza associata alla prima risposta ammessa (si ricorda che ci possono essere più risposte ammesse in merito ad una singola domanda) da mostrare nell'albero di dimostrazione. Questa scelta è stata presa in considerazione del fatto che, nell'albero di dimostrazione, è più intuitivo mostrare la risposta ammessa dalla domanda con la certezza calcolata in base alla risposta utente (quindi dividendo il complemento della certezza della risposta utente con le opzioni restanti), piuttosto che la risposta errata con la certezza data dall'utente. Ad esempio si supponga che per la domanda D1 siano accettate le risposte R1, R2 e che la risposta R3 sia errata. Supposto che l'utente abbia risposto R3 con grado di certezza 0.9, con la scelta implementata nell'albero di dimostrazione, relativamente alla domanda D1, si avrà:

```
...  
R1 è vera con 0.05  
perchè è stato detto  
...
```

In realtà il fatto è implicito, in quanto l'utente rispondendo con R3 0.9, ha implicitamente

detto che R1 ed R2 sono vere con certezza 0.05.

Maggiori informazioni sul calcolo della certezza, saranno riportate nel paragrafo 2.4.2.2.2 relativo alla "Gestione dell'Incertezza".

2.4.2.1.3 Selective Ask

Un altro tipo di predicato, utile per un fluido e corretto ragionamento da parte del sistema, è rappresentato da `selective_ask(Attributo,Opzione_Ammessa,Lista_Opzioni)`.

Questo predicato, nonostante sembri simili al precedente "multiple_ask", presenta notevoli differenze. Innanzitutto gli argomenti sono:

- ◆ **Attributo**, rappresenta l'attributo che si vuole dedurre dalla risposta.
Esempio: paziente.
- ◆ **Opzione_Ammessa**, rappresenta l'opzione che l'attributo ammette come risposta corretta.
- ◆ **Lista_Opzioni**, rappresenta la lista delle opzioni, ammissibili e non, tra cui scegliere.

La prima differenza rispetto al predicato "multiple_ask" sta nell'assenza di un grado di certezza. Questo tipo di domande, infatti, non ha l'obiettivo di apprendere una risposta inerente le caratteristiche o le manifestazioni sintomatologiche del paziente. E' un tipo di richiesta che serve, essenzialmente, a verificare alcune condizioni di carattere generale e che sono funzionali all'esecuzione del sistema esperto.

La seconda differenza, invece, risiede nel fatto che tale predicato non viene invocato al fine di ottenere un grado di certezza, ma per dedurre se un certo valore è rigorosamente vero o falso qualora si specifichi una opzione o per ottenere un valore qualora non si specifichi alcuna opzione.

Nel sistema esperto in esame tale predicato è stato utilizzato, esclusivamente, per classificare il paziente in una delle tre fasce d'età previste, sia nel predicato "solve_goal" che nel predicato "investigate_goals":

```
solve_goal(Y,CF) :-
```

```
    paziente(X),
```

```
    disturbo(Y,X,CF).
```

```
investigate_goals(L):-
```

```
    paziente(X),
```

```
    findall(goal(Y,CF),disturbo(Y,X,CF),L).
```

Così facendo, si dà modo al sistema esperto di indirizzare la diagnosi verso un paziente

bambino, adolescente o adulto.

L'implementazione di un costrutto differente per questo tipo di domande è giustificata dal fatto che si ritiene superfluo e poco intelligente richiedere un grado di certezza, anche in questi tipi di domande, poiché un paziente, ad esempio, in ogni determinato istante ha un'età ben definita che non può essere soggetta ad incertezza.

Nella parte sottostante si riporta il codice che definisce il predicato "selective_ask".

Se esiste già una risposta alla domanda ed essa è ammessa come vera, non si pone alcuna domanda all'utente e si continua con l'esecuzione della strada corrente.

```
selective_ask(Attributo,Opzione_Ammessa,_) :-  
    known(yes,Attributo,Opzione_Ammessa,_,_),  
    !.
```

Se esiste già una risposta, la quale però non è ammessa come vera, si invoca un fallimento.

```
selective_ask(Attributo,_,_) :-  
    known(yes,Attributo,_,_,_),  
    !,  
    fail.
```

Qualora la risposta per la domanda non sia ancora nota, con il predicato "show_options" vengono mostrate le diverse opzioni, con il predicato "get_multiple_response" viene chiesta una risposta e controllata al fine di verificarne la validità. Una volta che è stata validata, con il predicato "check_type_selective_response" si passa ad elaborarla dipendentemente dal tipo.

```
selective_ask(Attributo,Opzione_Ammessa,Lista_Opzioni) :-  
    white_lines(1),  
    decodifica(Attributo,Attributo_Esteso),  
    write(Attributo_Esteso),  
    white_lines(1),  
    show_options(Lista_Opzioni),  
    get_multiple_response(Opzione_Scelta,Opzione_Scelta_Codificata,Lista_Opzioni),  
    check_type_selective_response(Opzione_Scelta_Codificata,Risposta,Attributo,  
    Lista_Opzioni,Opzione_Ammessa).
```

Nel controllo del tipo della risposta, se l'utente ha richiesto la spiegazione del "perché" gli è stata posta la domanda, dapprima viene riportata la spiegazione e dopo viene riformulata la domanda.

```

check_type_selective_response(why,_,Attributo,Lista_Opzioni,Opzione_Ammessa) :-
    !,
    white_lines(1),
    spiega(Attributo,Spiegazione),
    write(Spiegazione),
    white_lines(1),
    selective_ask(Attributo,Opzione_Ammessa,Lista_Opzioni).

```

Diversamente, invece, si procede a verificare quale delle opzioni abbia scelto all'interno del menù delle opzioni ed a memorizzarla nella working memory. L'esecuzione ha successo se la risposta utente coincide con quella richiesta dal sistema. Se, invece, il sistema non richiede alcuna risposta ammessa, unifica solamente la risposta ammessa con quella data dall'utente.

```

check_type_selective_response(Opzione_Scelta,Risposta,Attributo,Lista_Opzioni,Opzione_Ammessa) :-
    parse_response(1,Opzione_Scelta,Risposta,Lista_Opzioni),
    asserta(known(yes,Attributo,Risposta,1.0)),
    Opzione_Ammessa = Risposta.

```

2.4.2.2.2 Gestione dell'Incertezza

Nel sistema esperto realizzato, la gestione dell'incertezza prevede il coinvolgimento di tre ruoli: l'ingegnere della conoscenza, l'esperto ed il paziente.

In un primo momento, l'ingegnere della conoscenza, su indicazioni fornite dall'esperto, è chiamato ad esprimere un valore di certezza sulle regole implementate nella base di conoscenza. L'inserimento di tali valori di certezza avviene esclusivamente in fase di formalizzazione della conoscenza.

In un secondo momento, invece, l'esperto, su indicazioni del paziente, riporta il valore di certezza con il quale il paziente crede nella risposta, direttamente tramite interfaccia utente.

Nel sistema, il valore di certezza è rappresentato da un numero in virgola mobile che può assumere valori compresi tra 0.0 ed 1.0.

Un valore di certezza pari a 0.0 non significa che il fatto sia falso, ma soltanto che l'utente è completamente incerto sulla verità di una singola affermazione. Viceversa, un valore di verità pari ad 1.0 sta ad indicare che l'utente è assolutamente certo dell'asserzione.

Si avrà, dunque, un valore di certezza per ciascun fatto asserito dall'utente, che sta ad

indicare il grado con cui il paziente è certo della risposta, ed un valore di certezza per ogni regola presente nella base di conoscenza, tramite cui calcolare il grado di certezza con cui la conclusione della regola viene dedotta.

Per poter calcolare la certezza associata alla conclusione della regola, tuttavia, occorre dapprima individuare un meccanismo di determinazione della certezza della parte antecedente di una regola e successivamente un meccanismo che combini tale certezza con la certezza associata alla regola in esame.

2.4.2.2.1 Determinazione Certezza Premesse

Solitamente le premesse di una regola possono non essere assolutamente certe. In tal caso è necessario stabilire quanto vale globalmente la certezza della premessa di una regola.

Nel caso in esame una premessa può assumere diverse forme, le quali risultano essere la combinazione dei seguenti casi.

Si denoti con $c(X)$ la certezza di una proposizione X , con $0.0 \leq X \leq 1.0$.

♦ Caso 1) Viene richiesto che siano veri N fatti su N.

Se P_1, P_2, \dots, P_n sono dei fatti, con certezza rispettivamente C_1, C_2, \dots, C_n allora:

$$c(P_1, P_2, \dots, P_n) = \min(c(P_1), c(P_2), \dots, c(P_n))$$

In tal caso, se tutti gli N fatti devono essere veri, allora la certezza della premessa risentirà del fatto più debole.

♦ Caso 2) Viene richiesto che siano veri M fatti su N.

♦ Caso 2.1) $M=1$

Se P_1, P_2, \dots, P_N sono dei fatti, con certezza rispettivamente C_1, C_2, \dots, C_N allora:

$$c(P_1, P_2, \dots, P_N) = \max(c(P_1), c(P_2), \dots, c(P_N))$$

In tal caso, se è sufficiente che sia vero uno qualsiasi degli N fatti, allora la certezza sarà data dal fatto più alto.

♦ Caso 2.2) $M>1$

Se P_1, P_2, \dots, P_N sono dei fatti, con certezza rispettivamente C_1, C_2, \dots, C_N allora:

$$c(P_1, P_2, \dots, P_N) = \min(c(P_i)) \text{ con } i=1..M$$

In tal caso, se è necessario che siano presenti M fatti su N , allora la certezza sarà data dal fatto più debole relativamente agli M fatti più alti selezionati dagli N fatti.

♦ Caso 3) Viene richiesto che un fatto non sia vero.

Se P_1 è un fatto con certezza C_1 allora:

$$c(\text{non } P_1) = (1 - c(P_1))$$

In tal caso, la certezza dell'opposto di un fatto è il complemento della certezza del fatto stesso.

Per i fatti elementari, cioè richiesti al paziente, occorre tener conto della risposta desiderata dalla domanda in esame.

Nel caso di una domanda a risposta binaria (vero, falso) è possibile avere due casi:

- ♦ **risposta positiva**, il paziente risponde con un "sì" e fornisce il grado di certezza con cui crede nella risposta. In questo caso, la certezza è data dal valore stesso fornito dal paziente.

Esempio:

Capita di avere una eccessiva paura nei confronti di determinati oggetti o specifiche situazioni? (sì, no) > sì.

Indicare il grado di certezza (da 0.0 a 1.0) > 0.8.

La certezza memorizzata relativamente al fatto in esame sarà pari a 0.8.

- ♦ **risposta negativa**, il paziente risponde con un "no" e fornisce il grado di certezza con cui crede nella risposta. In questo caso, invece, la scelta di progetto è quella di far proseguire il ragionamento, considerando la risposta negativa come positiva e il grado di certezza come il complemento del valore associato alla risposta data dal paziente.

Esempio:

Avverte palpitazioni al cuore o elevata frequenza cardiaca? (sì, no) > no.

Indicare il grado di certezza (da 0.0 a 1.0) > 0.7.

Alla luce di quanto detto, il "no" con certezza "0.7" viene elaborato come un "sì" con certezza "0.3".

Nel caso delle domande a risposta multipla, dove il paziente può scegliere una opzione da un elenco di possibili risposte, si hanno invece i seguenti casi:

- ♦ **risposta ammessa**, il paziente sceglie una opzione ammessa come corretta. In questo caso, la certezza è data dal valore dato dal paziente.
- ♦ **risposta non ammessa**, il paziente sceglie una opzione non ammessa come corretta. In questo caso, invece, la scelta di progetto è quella di far proseguire il ragionamento, calcolando il grado di certezza come il rapporto tra il complemento del valore associato alla risposta del paziente ed il numero delle opzioni restanti.

Esempio:

Per quale motivo e' fortemente in ansia?

1: Per il timore di non poter allontanarsi o chiedere aiuto in caso di attacco d'ansia

2: Per il timore di poter rimanere imbarazzato in pubblico

3: Per il timore di poter mettere in serio pericolo la propria salute

4: Per il timore di non riuscire ad affrontare circostanze abitudinarie o piccoli

contrattempi

5: Per altro

Digitare il codice corrispondente all'opzione scelta > 3.

Indicare il grado di certezza (da 0.0 a 1.0) > 0.78.

Si supponga che la domanda ammetta come risposta corretta l'opzione 2.

In tal caso, la certezza sarà data dal valore uscente dalla formula seguente: $(1 - 0.78) / 4$.

Qualora la domanda ammettesse come risposta corretta anche l'opzione 3, allora la certezza sarebbe stata data dal valore stesso fornito dal paziente, ossia 0.78.

Esempio Incertezza:

Si supponga di voler determinare con quale grado di certezza il paziente abbia sperimentato un trauma psicologico. Nella base di conoscenza realizzata, tale manifestazione sintomatica può essere così rappresentata:

$\text{trauma_psicologico} \Leftarrow (\text{trauma}) \text{ AND } (\text{sentimento_orrore} \text{ OR } \text{sentimento_impotenza})$

Si supponga che alle domande relative ai fatti "trauma", "sentimento_orrore" e "sentimento_impotenza" il paziente abbia risposto rispettivamente con: "sì - 0.8", "sì - 0.9" e "no - 0.6".

Le tre risposte, nel processo di ragionamento, diventano: "sì - 0.8", "sì - 0.9" e "sì - 0.4".

In tal caso, il valore di certezza della premessa (CFpremesse) sarà data da:

$$\text{CFpremesse} = \min(0.8, \max(0.9, 0.4)) = \min(0.8, 0.9) = 0.8$$

Chiarito il meccanismo di determinazione delle certezze delle premesse, occorre esaminare il criterio con cui il valore di certezza appena calcolato viene combinato con il valore di certezza associato alla regola.

2.4.2.2.2 Combinazione Certezza Premesse con Certezza Regola

Ogni regola della base di conoscenza ha un valore di certezza. Tale valore sta a rappresentare il grado di fiducia che si ha nella regola. Si pone, quindi, il problema di come calcolare il valore di certezza della parte conseguente della regola.

Nel sistema esperto in esame, la scelta è quella di moltiplicare tra loro i due valori di certezza disponibili, ossia il valore di certezza della parte antecedente della regola con quello della regola.

Considerando l'esempio precedente, si pone il problema di come calcolare il valore di certezza del fatto "trauma_psicologico":

$\text{trauma_psicologico} \Leftarrow (\text{trauma}) \text{ AND } (\text{sentimento_orrore} \text{ OR } \text{sentimento_impotenza})$

Si supponga che il valore di certezza associato all'intera regola (CF_regola) sia pari a 0.98, mentre il valore di certezza ottenuto per le premesse (CF_premesse) sia 0.8. Il grado di certezza associato alla parte conseguente (CF_consequente) sarà dato da:

$$CF_consequente = CF_premesse * CF_regola = 0.8 * 0.98 = 0.784$$

2.4.2.2.3 Modulo di Spiegazione

Il sistema esperto, oltre al dialogo con l'utente capace di facilitare l'introduzione guidata dei dati, è capace di dare:

- ◆ una spiegazione del "come" si è giunti alla soluzione del problema;
- ◆ una spiegazione del "perché" si è chiesto una certa domanda.

2.4.2.2.3.1 Domande di Tipo Perché

Il primo tipo di spiegazione, implementato nel sistema esperto, è dato dallo scenario che si ha quando il sistema pone una domanda e l'utente, invece di riportare una risposta, richiede il perché della domanda.

Con tale possibilità, l'utente ha modo di verificare o capire, eventualmente, il legame che tale domanda ha con il problema.

Nel caso in esame, il sistema fornisce una spiegazione ad hoc per ogni singola domanda.

Eccone un esempio:

```
E' persistentemente preoccupato di avere nuovi attacchi d'ansia? (si, no) > perche.  
Il fatto che il paziente tenda ad aver paura di nuovi attacchi d'ansia potrebbe  
essere indice di ansia anticipatoria, la quale fa propendere verso il disturbo di  
panico  
  
E' persistentemente preoccupato di avere nuovi attacchi d'ansia? (si, no) >
```

2.4.2.2.3.2 Domande di Tipo Come

Un altro tipo di spiegazione consiste nell'illustrare il modo in cui il sistema esperto è giunto ad una conclusione.

Con tale possibilità l'utente ha modo di controllare la validità del ragionamento e, qualora avesse una tesi non concorde, capire il punto in cui il suo ragionamento differisce rispetto a quello del sistema.

Tale implementazione viene realizzata memorizzando i diversi stadi di inferenza e le diverse domande poste all'utente. Per quanto concerne le domande da porre all'utente, nel momento in cui la verifica di una manifestazione sintomatica prevede che siano veri M sintomi su N, si "tracciano" esclusivamente gli M fatti relativi agli M sintomi che risultano veri con un grado di certezza più alto sugli N globali.

Ecco un esempio di stampa di un albero di dimostrazione:

*****DIAGNOSI*****

Il paziente soffre di Disturbo Acuto da Stress con grado di certezza 68%

Vuoi sapere come e' stato dedotto? (si, no) > si.

Disturbo Acuto da Stress e' vero con CF 68%

e' stato dedotto da

Disturbo Acuto da Stress e' vero con CF 71%

e' stato dedotto da

Trauma Psicologico e' vero con CF 83%

e' stato dedotto da

Ha vissuto, ha assistito o si e' confrontato con un evento che ha comportato morte, lesioni gravi o altre minacce alla integrita' fisica sua o di altri e' vero con CF 90%

e' stato detto

Subito dopo l'evento traumatico ha provato una sensazione di intensa paura o di orrore e' vero con CF 85%

e' stato detto

Dissociazione e' vero con CF 88%

e' stato dedotto da

Percepisce il mondo come un qualcosa di irreale e' vero con CF 94%

e' stato detto

Avverte una riduzione della propria gamma emotiva o della propria sensibilita' e' vero con CF 92%

e' stato detto

Si sente come distaccato da se stesso e' vero con CF 90%

e' stato detto

Evento Traumatico Rivissuto e' vero con CF 98%

e' stato dedotto da

Ricorda in continuazione momenti spiacevoli e intrusivi dell'evento e' vero con CF 99%

e' stato detto

Evitamento degli Stimoli Associati al Trauma e' vero con CF 79%

e' stato dedotto da

Tende ad evitare attivita', situazioni o persone che evocano il ricordo del trauma e' vero con CF 80%

e' stato detto

Arousal Aumentato e' vero con CF 89%

e' stato dedotto da

Incontra seri problemi nel concentrarsi o nell'eseguire banalissime attivita'
e' vero con CF 95%

e' stato detto

Ha seria difficolta' ad addormentarsi o a mantenere a lungo il sonno e' vero
con CF 91%

e' stato detto

Disagio Significativo e' vero con CF 73%

e' stato dedotto da

A causa del disturbo tende ad evitare situazioni o relazioni
sociali e' vero con CF 75%

e' stato detto

Durata da almeno 2 giorni a meno di 1 mese e' vero con CF 100%

e' stato dedotto da

≥ 2 giorni & < 1 mese e' vero con CF 100%

e' stato detto

Esordio entro 1 mese dal Trauma e' vero con CF 95%

e' stato dedotto da

< 1 mese e' vero con CF 95%

e' stato detto

Condizione Medica Generale Associata e' falso con CF 95%

e' stato dedotto da

Condizione Medica Generale e' vero con CF 83%

e' stato dedotto da

E' affetto da una condizione medica debilitante e' vero con CF 86%

e' stato detto

Evidenza Eziologica tra Condizione Medica e Disturbo d'Ansia e' vero con CF 5%

e' stato dedotto da

Ha riscontrato un rafforzamento dei sintomi in seguito all'aggravarsi della
condizione medica e' vero con CF 5%

e' stato detto

Disagio Significativo e' vero con CF 73%

e' stato dedotto da

A causa del disturbo tende ad evitare situazioni o relazioni sociali e' vero
con CF 75%

e' stato detto

Alterazione Indotta da Sostanza Associata e' falso con CF 99%

e' stato dedotto da

Intossicazione/Astinenza da Sostanza o Assunzione di Farmaco e' vero con CF 1%

e' stato dedotto da

Di recente, ha assunto dei farmaci o e' stato esposto a tossine e' vero con CF 1%

e' stato detto

Evidenza Eziologica tra Sostanza o Farmaco e Disturbo d'Ansia e' vero con CF 5%

e' stato dedotto da

I sintomi sono comparsi dopo aver fatto uso della sostanza o del farmaco e' vero con CF 5%

e' stato detto

Disagio Significativo e' vero con CF 73%

e' stato dedotto da

A causa del disturbo tende ad evitare situazioni o relazioni sociali e' vero con CF 75%

e' stato detto

Si noti che:

- ◆ i fatti, richiesti come positivi nel disturbo, vengono riportati con la dicitura "è vero con CF";
- ◆ i fatti, richiesti invece come negativi nel disturbo, vengono riportati con la dicitura "è falso con CF".

Nel caso appena riportato, poiché i due fatti "Condizione Medica Generale Associata" e "Alterazione Indotta da Sostanza Associata" devono risultare falsi, vengono riportati rispettivamente con la dicitura "Condizione Medica Generale Associata è falso con CF 95%" e "Alterazione Indotta da Sostanza Associata è falso con CF 99%". Qualora i due fatti fossero stati richiesti come veri, considerando le medesime risposte, si sarebbero utilizzate le diciture "Condizione Medica Generale Associata è vera con CF 5%" e "Alterazione Indotta da Sostanza Associata è vera con CF 1%".

2.4.2.3 Interfaccia Utente

Il sistema esperto è in grado di interagire con l'utente sia per chiedere informazioni che non sono ottenibili dalla base di conoscenza, sia per fornirgli spiegazioni sul proprio comportamento. Tale interazione avviene mediante l'uso di una semplice, ma efficace interfaccia a riga di comando.

L'interfaccia è stata realizzata in maniera da facilitare l'aggiunta di più lingue. Al

momento, la lingua implementata è quella italiana. Tutti i messaggi di interazione con l'utente sono stati racchiusi in un file di nome "interface_it.prolog". L'aggiunta di una lingua potrà avvenire creando un nuovo file "interface_LINGUA.prolog", con lo stesso contenuto di "interface_it.prolog" tradotto ovviamente nella lingua da aggiungere, e scegliendo nel file di avvio del sistema, cioè "start.prolog", il file da consultare.

3 Uso e Funzionalità del Sistema

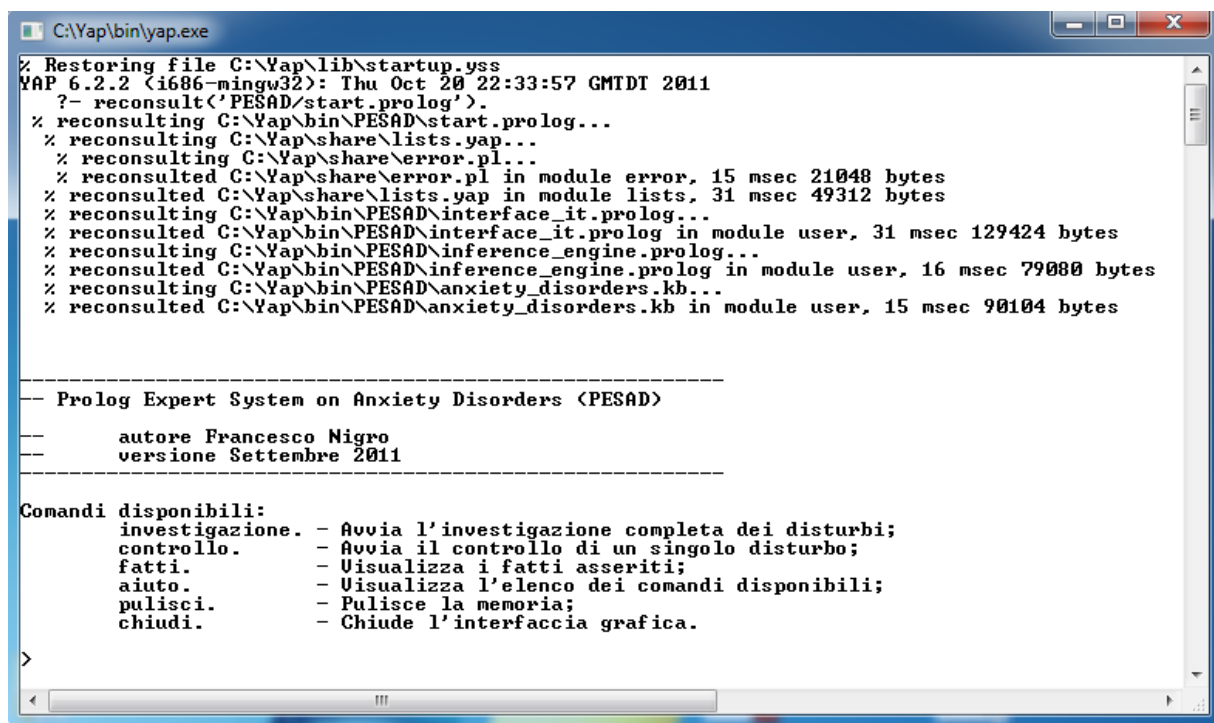
In questo paragrafo si riporta una breve descrizione sull'avvio del sistema e sulle funzionalità implementate.

3.1 Avvio del Sistema

Per avviare il sistema esperto è sufficiente copiare la cartella PESAD, contenente i moduli che implementano il sistema, in una directory a scelta. Avviato il compilatore Yap Prolog, si digiti il comando di consultazione “reconsult” dando in input il file di avvio del sistema “start.prolog” presente nella cartella PESAD:

```
reconsult('<path>/PESAD/start.prolog').
```

A questo punto, se tutte le operazioni saranno state eseguite correttamente, l'utente visualizzerà l'interfaccia del sistema esperto come in figura 3.1.



```
C:\Yap\bin\yap.exe
% Restoring file C:\Yap\lib\startup.yss
YAP 6.2.2 (i686-mingw32): Thu Oct 20 22:33:57 GMTDT 2011
?- reconsult('PESAD/start.prolog').
% reconsulting C:\Yap\bin\PESAD\start.prolog...
% reconsulting C:\Yap\share\lists.yap...
% reconsulting C:\Yap\share\error.pl...
% reconsulted C:\Yap\share\error.pl in module error, 15 msec 21048 bytes
% reconsulted C:\Yap\share\lists.yap in module lists, 31 msec 49312 bytes
% reconsulting C:\Yap\bin\PESAD\interface_it.prolog...
% reconsulted C:\Yap\bin\PESAD\interface_it.prolog in module user, 31 msec 129424 bytes
% reconsulting C:\Yap\bin\PESAD\inference_engine.prolog...
% reconsulted C:\Yap\bin\PESAD\inference_engine.prolog in module user, 16 msec 79080 bytes
% reconsulting C:\Yap\bin\PESAD\anxiety_disorders.kb...
% reconsulted C:\Yap\bin\PESAD\anxiety_disorders.kb in module user, 15 msec 90104 bytes

-----
-- Prolog Expert System on Anxiety Disorders (PESAD)
--
-- autore Francesco Nigro
-- versione Settembre 2011
-----

Comandi disponibili:
investigazione. - Avvia l'investigazione completa dei disturbi;
controllo.      - Avvia il controllo di un singolo disturbo;
fatti.          - Visualizza i fatti asseriti;
aiuto.          - Visualizza l'elenco dei comandi disponibili;
pulisci.        - Pulisce la memoria;
chiudi.         - Chiude l'interfaccia grafica.

>
```

Fig. 3.1: Schermata di avvio

A questo punto il sistema resterà in attesa di un comando utente. Una volta che il comando è stato digitato, il sistema provvederà ad effettuare un breve controllo di validità del comando e, nel caso non venga riconosciuto, mostrerà un messaggio di errore e si rimetterà in attesa di un comando valido.

Ovviamente ad ogni digitazione dell'utente seguiranno sempre rigorosi controlli di validità dell'input.

3.2 Comandi del Sistema

Il sistema esperto prevede 6 diversi comandi:

- ◆ **Comando "investigazione"**, avvia l'investigazione completa dei disturbi;
- ◆ **Comando "controllo"**, avvia il controllo di un disturbo a scelta tra quelli implementati nel sistema;
- ◆ **Comando "fatti"**, visualizza i fatti asseriti temporaneamente da parte dell'utente durante la consultazione;
- ◆ **Comando "aiuto"**, visualizza la lista di comandi accettati dal sistema;
- ◆ **Comando "chiudi"**, chiude l'interfaccia utente.

3.2.1 Investigazione

Tramite il comando *Investigazione* è possibile lanciare la procedura, che si preoccupa di investigare i sintomi che interessano un dato paziente, al fine di poter diagnosticare una lista di possibili disturbi d'ansia.

Il risultato della funzionalità di investigazione consiste in un elenco ordinato di possibili disturbi candidati ad essere la causa del disagio del paziente.

Tale funzionalità è stata caratterizzata da due scelte implementative.

La prima scelta è consistita nel strutturare il ragionamento in modo che, alla risoluzione di un disturbo di asse I, il sistema non fermi l'esplorazione, ma continui ad esaminare strade alternative. Così facendo il motore inferenziale otterrà come risultato una lista di disturbi d'ansia, dove ognuno sarà caratterizzato da un relativo score di certezza. Tale score, ottenuto come già accennato dal prodotto del grado di certezza della premessa con il grado di certezza della regola rappresentante il disturbo, consente di poter attuare una operazione di "ranking" dei disturbi d'ansia, dal più certo al meno certo.

La seconda scelta, invece, è stata quella di riportare nell'elenco dei risultati tutti i disturbi esaminati con il relativo grado di certezza. Questa scelta è stata ritenuta opportuna perché si è pensato che l'esperto utilizzatore del sistema potesse trarre vantaggio da una visione completa dei disturbi d'ansia e, nel momento in cui riscontrasse qualche differenza rispetto al proprio ragionamento, potesse verificare il perché della differenza, visualizzando l'albero di dimostrazione per i disturbi coinvolti.

Tale funzionalità nel codice viene implementata tramite il seguente predicato:

```
solve(investigation) :-  
    cancella_alberi,  
    investigate_goals(Lista_Goal),
```

```
descending_order_goals(Lista_Goal,Lista_Goal_Ordinata),  
display_investigation(Lista_Goal_Ordinata),  
investigation_how(Lista_Goal_Ordinata).
```

Il predicato “solve(investigation)” fa uso di altri cinque predicati.

Il primo predicato, “cancella_alberi”, consente di pulire eventuali tracce relative alla catena di regole e fatti con cui si è giunti ai diversi obiettivi in merito ad esecuzioni precedenti. Si fa notare che tale operazione non rimuove i fatti asseriti dinamicamente dall'utente durante le precedenti consultazioni. Si è ritenuto opportuno, infatti, separare cronologicamente le due operazioni. Tutti i fatti asseriti dall'utente rimangono in memoria per tutte le successive esecuzioni. Le tracce delle regole e dei fatti da mostrare nei diversi alberi di dimostrazione vengono rimosse, invece, ad ogni esecuzione. Questa scelta è stata presa al fine di scongiurare che, a causa di errori imprevedibili o dovuti ad un uso non corretto del sistema, l'esecuzione della procedura di investigazione termini prima del previsto e in memoria rimangano tracce parziali di disturbi. Discorso diverso, invece, per l'asserzione dei fatti da parte del paziente, i quali resteranno coerenti anche in fase di rilancio della procedura. Tuttavia l'utente, qualora, volesse ripulire l'intera working memory può lanciare il comando “pulisci”.

Il secondo predicato, “investigate_goals(Lista_Goal)”, chiama innanzitutto il predicato “paziente(X)”. Tale predicato si preoccupa di verificare l'età del paziente in modo da classificare il paziente in una delle tre tipologie previste: bambino (da 0 a 9 anni), adolescente (da 11 a 17 anni), adulto (da 18 anni in poi). Una volta avvalorata la variabile X con una delle costanti, si lancia il predicato “findall(goal(Y,CF),disturbo(Y,X,CF),Lista_Goal)” utile a verificare, per ciascun disturbo d'ansia rappresentato, le caratteristiche richieste. Si fa notare che il secondo argomento del predicato “disturbo(Y,X,CF)” permette di poter esplorare alcune strade piuttosto che altre, proprio in funzione della tipologia del paziente. Avviato il processo di ragionamento, il motore inferenziale ragiona finché ne ha le capacità, nel momento in cui non ha informazioni sufficienti per continuare il suo processo di ragionamento, pone delle domande all'utente. Il risultato del predicato “investigate_goals(Lista_Goal)” sarà una lista di elementi del tipo (goal(Nome_Goal,Certezza_Goal)).

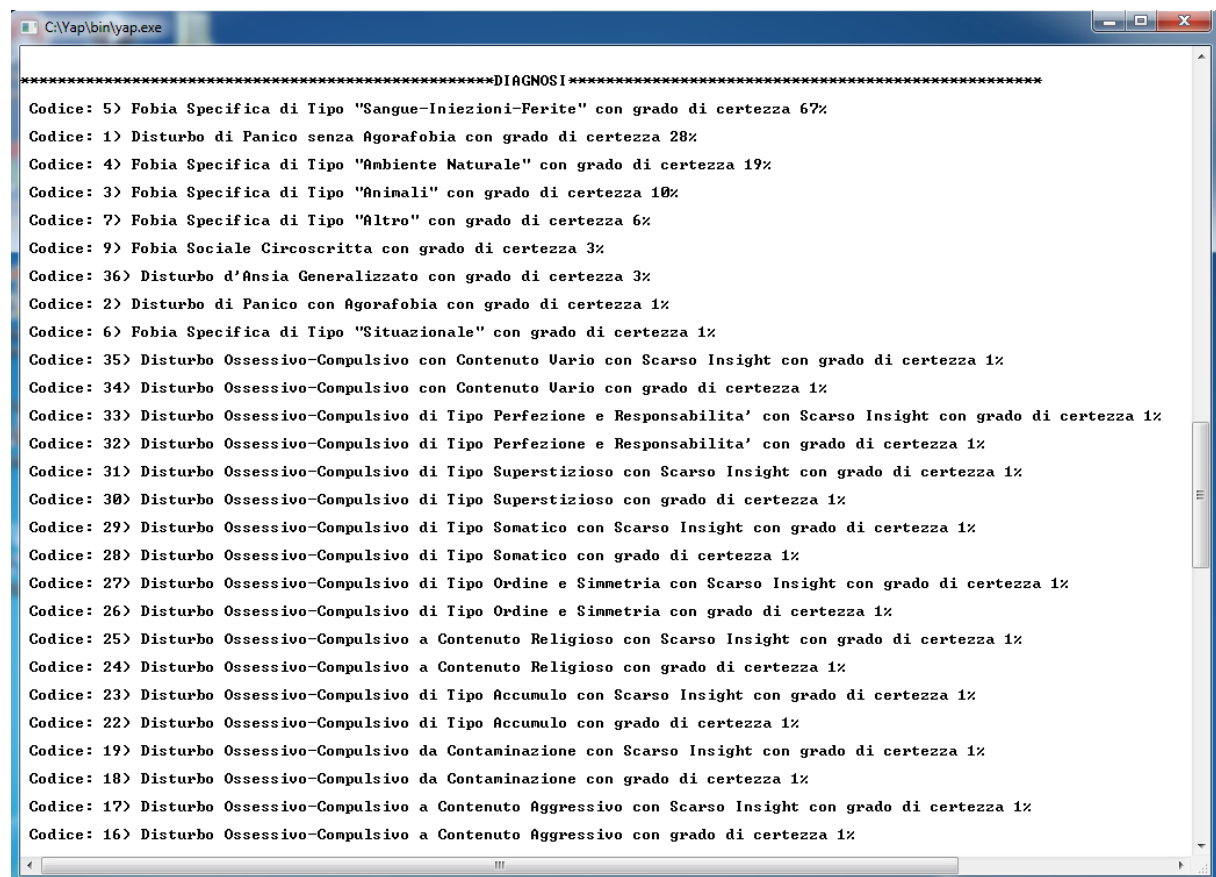
Il predicato “descending_order_goals(Lista_Goal,Lista_Goal_Ordinata)” riceve la lista di goal risolti ed effettua un ordinamento discendente in base al valore di certezza con cui sono risultati veri i singoli disturbi. In tale contesto, di particolare importanza è il predicato “predsort(Pred,List,Sorted)”, nativo di Yap Prolog 6.2. Tale predicato, infatti, consente di implementare la funzione di ordinamento in base al criterio desiderato.

Il predicato “display_investigation(Lista_Goal_Ordinata)” stampa a video il risultato

dell'investigazione effettuata dal sistema esperto, ossia un elenco di disturbi d'ansia con il relativo grado di certezza. Ogni utente potrà interpretare i risultati a suo piacimento escludendo, eventualmente, i disturbi che risultano veri con un grado di certezza inferiore ad un valore soglia da lui scelto.

Il predicato “investigation_how(Lista_Goal)” ha, invece, l'obiettivo di gestire l'eventuale richiesta avanzata dall'utente in merito alla spiegazione del come si è giunti alla conclusione. Si è deciso di stampare un solo albero di derivazione per volta al fine di agevolarne la lettura. Quindi terminata la visualizzazione di diagnosi il sistema chiede all'utente se è intenzionato alla richieste del “come”. Qualora l'utente risponde di “sì”, allora il sistema chiede il codice del disturbo per il quale avviare la spiegazione. Stampato l'albero, avrà modo di scegliere se uscire dalla procedura di investigazione o richiedere nuove spiegazioni per altri disturbi.

Nella figura 3.2 si riporta un frammento di output della funzionalità “Investigazione”.



```
*****DIAGNOSI*****
Codice: 5> Fobia Specifica di Tipo "Sangue-Iniezioni-Ferite" con grado di certezza 67%
Codice: 1> Disturbo di Panico senza Agorafobia con grado di certezza 28%
Codice: 4> Fobia Specifica di Tipo "Ambiente Naturale" con grado di certezza 19%
Codice: 3> Fobia Specifica di Tipo "Animali" con grado di certezza 10%
Codice: 7> Fobia Specifica di Tipo "Altro" con grado di certezza 6%
Codice: 9> Fobia Sociale Circoscritta con grado di certezza 3%
Codice: 36> Disturbo d'Ansia Generalizzato con grado di certezza 3%
Codice: 2> Disturbo di Panico con Agorafobia con grado di certezza 1%
Codice: 6> Fobia Specifica di Tipo "Situazionale" con grado di certezza 1%
Codice: 35> Disturbo Ossessivo-Compulsivo con Contenuto Vario con Scarso Insight con grado di certezza 1%
Codice: 34> Disturbo Ossessivo-Compulsivo con Contenuto Vario con grado di certezza 1%
Codice: 33> Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Perfezione e Responsabilita' con Scarso Insight con grado di certezza 1%
Codice: 32> Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Perfezione e Responsabilita' con grado di certezza 1%
Codice: 31> Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Superstizioso con Scarso Insight con grado di certezza 1%
Codice: 30> Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Superstizioso con grado di certezza 1%
Codice: 29> Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Somatico con Scarso Insight con grado di certezza 1%
Codice: 28> Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Somatico con grado di certezza 1%
Codice: 27> Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Ordine e Simmetria con Scarso Insight con grado di certezza 1%
Codice: 26> Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Ordine e Simmetria con grado di certezza 1%
Codice: 25> Disturbo Ossessivo-Compulsivo a Contenuto Religioso con Scarso Insight con grado di certezza 1%
Codice: 24> Disturbo Ossessivo-Compulsivo a Contenuto Religioso con grado di certezza 1%
Codice: 23> Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Accumulo con Scarso Insight con grado di certezza 1%
Codice: 22> Disturbo Ossessivo-Compulsivo di Tipo Accumulo con grado di certezza 1%
Codice: 19> Disturbo Ossessivo-Compulsivo da Contaminazione con Scarso Insight con grado di certezza 1%
Codice: 18> Disturbo Ossessivo-Compulsivo da Contaminazione con grado di certezza 1%
Codice: 17> Disturbo Ossessivo-Compulsivo a Contenuto Aggressivo con Scarso Insight con grado di certezza 1%
Codice: 16> Disturbo Ossessivo-Compulsivo a Contenuto Aggressivo con grado di certezza 1%
```

Fig. 3.2: Frammento di output della funzionalità “Investigazione”

3.2.2 Controllo

Tramite il comando *Controllo* è possibile lanciare la procedura che si preoccupa di controllare se il paziente soffre di un dato disturbo d'ansia.

Tale funzionalità si ritiene essere di fondamentale importanza qualora l'esperto avesse già

fatto una analisi preventiva del paziente o avesse a disposizione dati per poter ipotizzare un tipo di disturbo. Con tale strumento avrebbe, quindi, la possibilità di confermare o rigettare la sua ipotesi.

La funzionalità di controllo di un dato disturbo, nel codice, viene implementata tramite il seguente predicato:

```
solve(control) :-  
    selection_goal(Nome_Goal),  
    cancella_albero(Nome_Goal),  
    solve_goal(Nome_Goal,CF),  
    display_control(Nome_Goal,CF),  
    control_how(Nome_Goal).
```

Il predicato “solve(control)”, come è possibile osservare, fa uso di altri cinque predicati.

Il primo predicato, “selection_goal(Nome_Goal)”, consente la selezione del goal, ossia del disturbo, da un elenco di possibili opzioni. Tale elenco di disturbi viene recuperata dalla lista aggiornata dei disturbi presente nella base di conoscenza.

Ottenuto il disturbo da controllare, viene richiamato il predicato “cancella_albero(Nome_Goal)”, il quale permette di pulire eventuali tracce relative alla catena di regole e fatti con cui si è giunti alla conclusione dell'obiettivo in una precedente esecuzione. Come nel caso dell'investigazione, tale operazione non rimuove i fatti asseriti dinamicamente dall'utente durante le precedenti consultazioni, ma solo ed esclusivamente le tracce delle regole e dei fatti da mostrare nell'albero di dimostrazione. Anche in questo caso, tale scelta è stata presa al fine di scongiurare che, a causa di errori imprevisti o dovuti ad un uso non corretto del sistema, l'esecuzione della procedura di controllo termini prima del previsto e in memoria rimanga una traccia parziale del disturbo. Discorso diverso, invece, per l'asserzione dei fatti da parte del paziente, i quali resteranno coerenti anche in fase di rilancio della procedura. Tuttavia l'utente, qualora, volesse ripulire l'intera working memory può, anche in questo caso, lanciare il comando “pulisci”.

Il terzo predicato, “solve_goal(Nome_Goal,CF)”, è molto simile al predicato “investigate_goals(Lista_Goal)”, con la differenza che in questo caso il motore inferenziale verificherà esclusivamente il disturbo che unifica con la variabile “Nome_Goal” del predicato “solve_goal”. Anche in questo caso, l'unificazione della variabile X del predicato “paziente” con il secondo argomento del predicato “disturbo(Nome_Goal,X,CF)” permette di poter esplorare alcune strade piuttosto che altre, proprio in funzione della tipologia del paziente. Analogamente al caso di investigazione, il sistema esperto ragiona fin quando ne è capace, avanzando delle domande all'utente solo nel momento in cui ne ha bisogno

per dedurre nuove informazioni. Come risultato, il predicato `"solve_goal(Nome_Goal,CF)"` fornisce il grado di certezza con cui risulta vero il disturbo.

Il predicato `"display_control(Nome_Goal,CF)"` stampa a video il risultato del controllo effettuato dal sistema esperto. Sarà l'utente ad interpretare il dato, considerandolo come vero nel momento in cui il valore di certezza dovesse superare il livello soglia da lui scelto.

Il predicato `"control_how(Nome_Goal)"` permette, invece, di porre all'esperto utilizzatore del sistema la richiesta di interesse della spiegazione del come si è giunti alla conclusione. Se l'utente risponderà con un "si", il sistema avvierà direttamente la procedura di spiegazione stampando il relativo albero di dimostrazione, altrimenti chiuderà la procedura di controllo e resterà in attesa di nuovi comandi.

In figura 3.3 si riporta un esempio di output della funzionalità "Controllo".

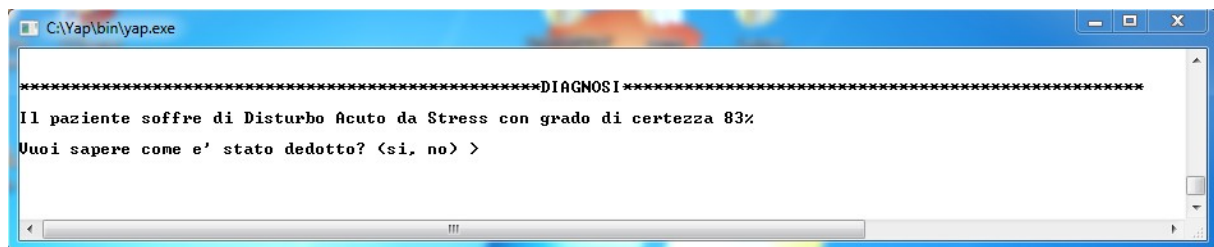


Fig. 3.3: Esempio di output della funzionalità "Controllo"

3.2.3 Fatti

Il comando *Fatti* permette di lanciare la procedura di stampa a video dei fatti asseriti temporaneamente tramite interfaccia.

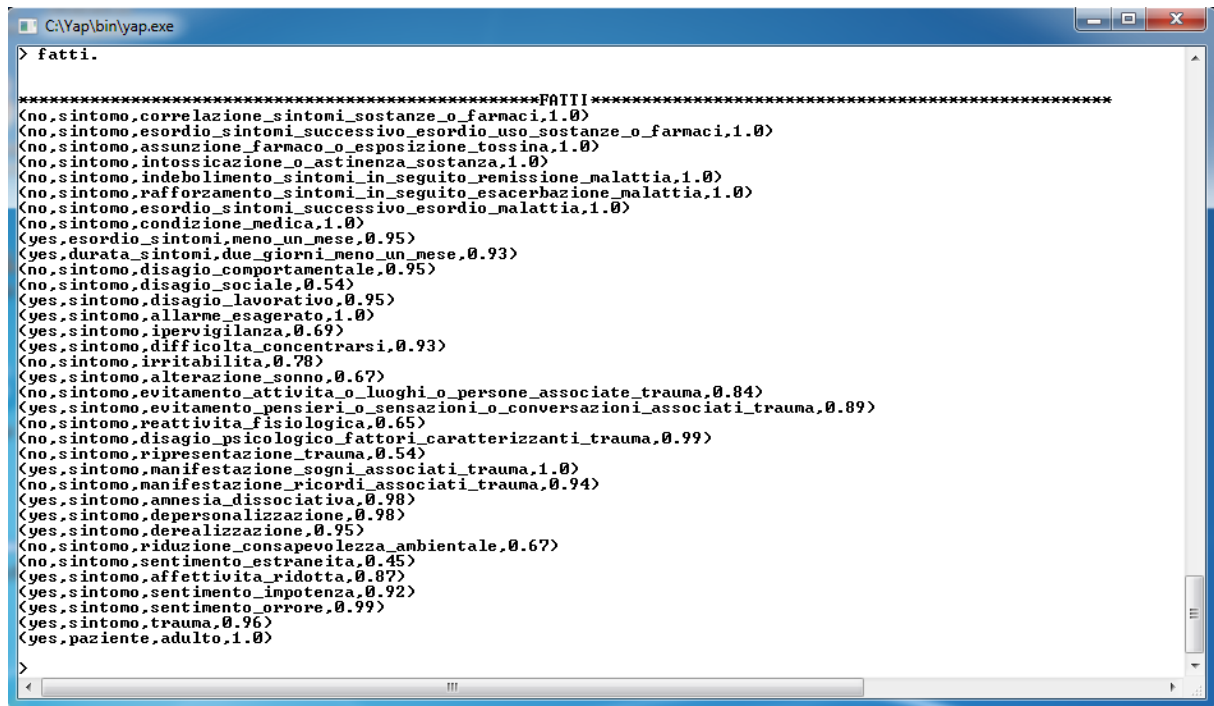
L'output del comando è dato da una lista di fatti contenente diverse informazioni:

- ◆ **Tipo di risposta**, positiva(yes) o negativa(no). Per fatti asseriti tramite domande a risposta binaria si avrà "yes" nel caso di risposta affermativa da parte del paziente, "no" nel caso di risposta negativa. Per fatti asseriti, invece, tramite domande a risposta multipla si avrà sempre "yes", dal momento in cui la risposta scelta da un elenco di possibili risposte (alcune ammesse come vere altre come false) sarà considerata sempre affermativa.
- ◆ **Attributo**, riporta il tipo di attributo al quale il fatto si riferisce. Esistono diversi tipi di attributi. Il più comune è il tipo "sintomo". Esistono poi altri attributi come "tipo_attacco" per identificare il tipo di un attacco di panico, "durata_sintomi" per rappresentare la durata dei sintomi o del disagio, ecc..
- ◆ **Valore**, rappresenta il valore relativo all'attributo al quale il fatto si riferisce. Esempi: "fobia_ragni" per l'attributo "sintomo", "sopportazione_con_disagio" per

l'attributo "tipo_reazione_fobica", ecc..

- ♦ **Certezza**, costituisce il valore di certezza con cui si è risposto alla domanda.
Esempi: 0.9, 0.789, 0.4, ecc..

In figura 3.4 si riporta un esempio di output della funzionalità "Fatti".



```
C:\Yap\bin\yap.exe
> fatti.

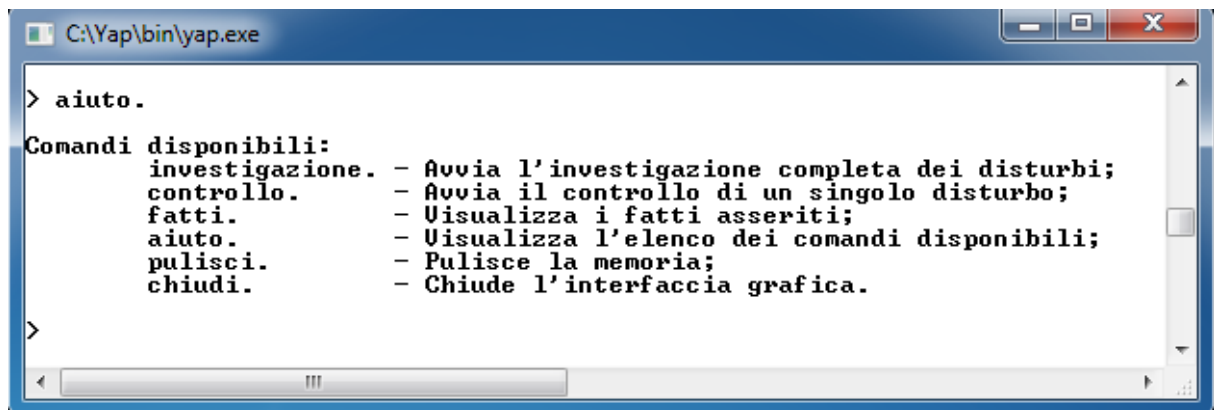
*****FATTI*****
<no, sintomo, correlazione_sintomi_sostanze_o_farmaci, 1.0>
<no, sintomo, esordio_sintomi_successivo_esordio_uso_sostanze_o_farmaci, 1.0>
<no, sintomo, assunzione_farmaco_o_esposizione_tossina, 1.0>
<no, sintomo, intossicazione_o_astinenza_sostanza, 1.0>
<no, sintomo, indebolimento_sintomi_in_seguito_remissione_malattia, 1.0>
<no, sintomo, rafforzamento_sintomi_in_seguito_esacerbazione_malattia, 1.0>
<no, sintomo, esordio_sintomi_successivo_esordio_malattia, 1.0>
<no, sintomo, condizione_medica, 1.0>
<yes, esordio_sintomi, meno_un_mese, 0.95>
<yes, durata_sintomi, due_giorni_meno_un_mese, 0.93>
<no, sintomo, disagio_comportamentale, 0.95>
<no, sintomo, disagio_sociale, 0.54>
<yes, sintomo, disagio_lavorativo, 0.95>
<yes, sintomo, allarme_esagerato, 1.0>
<yes, sintomo, ipervigilanza, 0.69>
<yes, sintomo, difficolta_concentrarsi, 0.93>
<no, sintomo, irritabilita, 0.78>
<yes, sintomo, alterazione_sonno, 0.67>
<no, sintomo, evitamento_attivita_o_luoghi_o_person_e_associate_trauma, 0.84>
<yes, sintomo, evitamento_pensieri_o_sensazioni_o_conversazioni_associati_trauma, 0.89>
<no, sintomo, reattivita_fisiologica, 0.65>
<no, sintomo, disagio_psicologico_fattori_caratterizzanti_trauma, 0.99>
<no, sintomo, rappresentazione_trauma, 0.54>
<yes, sintomo, manifestazione_sogni_associati_trauma, 1.0>
<no, sintomo, manifestazione_ricordi_associati_trauma, 0.94>
<yes, sintomo, amnesia_dissociativa, 0.98>
<yes, sintomo, depersonalizzazione, 0.98>
<yes, sintomo, derealizzazione, 0.95>
<no, sintomo, riduzione_consapevolezza_ambientale, 0.67>
<no, sintomo, sentimento_estraneta, 0.45>
<yes, sintomo, affettivita_ridotta, 0.87>
<yes, sintomo, sentimento_impotenza, 0.92>
<yes, sintomo, sentimento_orrore, 0.99>
<yes, sintomo, trauma, 0.96>
<yes, paziente, adulto, 1.0>
```

Fig. 3.4: Esempio di output della funzionalità "Fatti"

3.2.4 Aiuto

Il comando *Aiuto* permette di assistere l'utente, nel momento in cui dovesse averne bisogno, visualizzando l'elenco dei comandi accettati dal sistema esperto tramite interfaccia utente.

Un esempio di output della funzionalità "Aiuto" è riportato nella figura 3.5.



```
C:\Yap\bin\yap.exe
> aiuto.

Comandi disponibili:
investigazione. - Avvia l'investigazione completa dei disturbi;
controllo.      - Avvia il controllo di un singolo disturbo;
fatti.          - Visualizza i fatti asseriti;
aiuto.          - Visualizza l'elenco dei comandi disponibili;
pulisci.        - Pulisce la memoria;
chiudi.         - Chiude l'interfaccia grafica.
```

Fig. 3.5: Esempio di output della funzionalità "Aiuto"

3.2.5 Pulisci

Il comando *Pulisci* permette di svuotare la working memory contenente sia fatti asseriti dall'utente che tracce di obiettivi utilizzati in fase di spiegazione.

3.2.6 Chiudi

Invocando il comando *Chiudi*, il sistema dapprima svuota la working memory e dopo chiude l'interfaccia grafica, ritornando al prompt dell'interprete Yap Prolog.

4 Riferimenti Bibliografici

- [1] Feigenbaum, E. A. *The art of Artificial Intelligence, 1:Theories and case studie in knowledge engineering*. Proc. 5th IJCAI, 1977
- [2] D. Merritt. *Building expert system in Prolog*. Amzi! Inc., 2000.
- [3] Spielberger, C.D., Gorssuch, R.L., Lushene, P.R., Vagg, P.R., & Jacobs, G.A *Manual for the State-Trait Anxiety Inventory*. Consulting Psychologists Press, Inc., 1983
- [4] V. Andreoli, G. B. Cassano e R. Rossi *DSM-IV-TR. Manuale diagnostico e statistico dei disturbi mentali*. Classificazioni DSM/ICD, Elsevier, 2000
- [5] M. Falabella *ABC della psicopatologia. Esplorazione, individuazione e cura dei disturbi mentali*. Magi, 2000

5 Allegati

Si allegano, al presente documento, i seguenti file:

- "anxiety_disorders.kb", codice Prolog inerente la base di conoscenza;
- "inference_engine.prolog", codice Prolog relativo al motore inferenziale;
- "interface_it.prolog", codice Prolog di traduzione dell'interfaccia in lingua italiana;
- "start.prolog", codice Prolog inerente l'avvio del sistema.