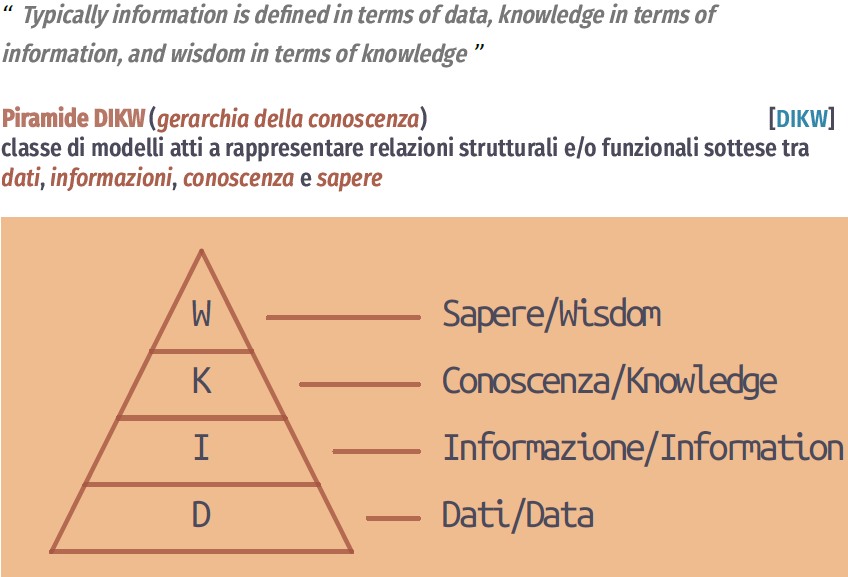
**INGEGNERIA DELLA CONOSCENZA**

Progettazione del sistema, costruzione degli agenti software che assecondi la base di conoscenza che abbiamo e infine vi è la parte on line ovvero in esecuzione del sistema ove andiamo ad interrogare la base di conoscenza e i nostri agenti di conoscenza per trovare risposte.

Ci sono più livelli di astrazione nella costruzione del mondo, i livelli tra di loro coesistono (possono andare a volte in contraddizione).

**INGEGNERIA DELLA CONOSCENZA:** si riferisce a tutti gli aspetti tecnici, scientifici e sociali coinvolti nel processo di costruzione, mantenimento e uso di sistemi basati sulla conoscenza.



DATI: sono simboli o segni che rappresentano stimoli o segnali; rimangono inutili fino a quando non sono messi in una qualche forma.

INFORMAZIONE: dati dotati di significato o scopo.

CONOSCENZA: informazione elaborata, organizzata o altrimenti applicata, messa in atto.

INTELLIGENZA ARITIFICIALE AI: disciplina che mira a studiare e comprendere i principi che rendono possibile un comportamento intelligente in sistemi artificiali.

L’intelligenza artificiale concentra la sua attenzione e studio sulla sintesi e l’analisi di agenti computazionali che agiscono intelligentemente. In particolare, AI studia come l’agente può agire, quest’ultimo agisce intelligentemente quando:

* Le azioni da esso compiute sono appropriate alle circostanze e agli obiettivi che ha.
* Risulta flessibile ai cambiamenti dell’ambiente in cui opera e al cambiamento dei goal fissati.
* È capace di imparare dall’esperienza fatta.
* Compie scelte appropriate nonostante le sue limitazioni computazionali.

L’intelligenza artificiale definisce un agente computazionale come un agente le cui azioni possono essere spiegate in termini di calcoli computazionali. L’obiettivo principale dell’AI è capire i principi alla base di un comportamento intelligente. Per tali ragioni possiamo pensare all’AI come la scienza che studia EPISTEMIOLOGIA ovvero lo studio della conoscenza. Affinché questo studio sia approfondito bisogna studiare un agente e il suo comportamento all’interno di un ambiente specifico, questi 2 elementi assieme vengono identificati come un MONDO che ha la necessità di essere rappresentato e analizzato.

Nell’ambiente in cui si trova, l’agente ad ogni istante agisce in base a:

* Una conoscenza che ha a priori a riguardo dell’ambiente
* Una storia delle azioni da esso compiute e dell’interazioni fatte con l’ambiente
* Alle osservazioni fatte sullo stato attuale dell’ambiente.
* Ad esperienze passate, ovvero precedenti osservazioni fatte sull’ambiente.
* I suoi obiettivi che dovrà raggiungere.
* Alle sue abilità.

Ogni agente ha uno stato interno che utilizza per raccogliere conoscenza sull’ambiente e su se stesso queste informazioni rappresentano la sua conoscenza di base.

La conoscenza è un aspetto estremamente importante per capire come l’agente agirà in base ad essa. Ogni problema che un agente andrà a risolvere necessita della descrizione dei compiti e azioni concesse ad un agente e quale che sia una soluzione al problema in termini di descrizione o di sue caratteristiche. Si necessita di una lingua che rappresenti il problema e che possa essere sfruttata dall’agente per il ragionamento. Il ragionamento da parte dell’agente sarà usato per fornire una sequenza di azioni capace di fornire un risultato che sarà interpretato come soluzione del problema di partenza.

In queste circostanze la conoscenza altro non è che un aggregato di informazioni inerenti al dominio del problema che forniscano aiuto nella risoluzione del problema stesso.

La conoscenza necessita di una rappresentazione, la quale può essere data da uno schema. Lo schema rappresentativo per essere buono ed efficace deve essere:

* Abbastanza ricco da esprimere la conoscenza necessitata per affrontare e risolvere il problema.
* Una rappresentazione compatta, naturale e mantenibile nel tempo.
* Deve essere capace di rappresentare caratteristiche utili da sfruttare nella computazione della soluzione.
* Deve poter essere appresa.

Una volta definito il problema nell’ambiente in cui agirà l’agente, per trovare una soluzione bisogna focalizzarsi sulle caratteristiche della soluzione e bisogna chiedersi se dato un problema ben definito la soluzione fornita sia corretta o incorretta. A tal fine definiamo le seguenti categorie di soluzioni:

* **Soluzioni ottime:** è una delle migliori soluzioni che si possono trovare in accordo con una misura o metrica che stabilisca ottimalità della soluzione ovvero che offra un metodo di paragone tra soluzioni.
* **Soluzioni soddisfacenti:** una soluzione soddisfacente non necessità essere la migliore possibile, ma risulta essere idonea per considerare il problema come risolto.
* **Soluzioni approssimativamente ottime:** queste sono soluzione che teoricamente rappresentano una soluzione ottimale che potrebbe essere ottenuta.
* **Soluzioni probabili:** sono soluzione le quali potrebbe rivelarsi come non soluzioni, ma che attualmente sono considerate come possibili soluzioni del problema dato, in particolare questo tipo di soluzioni approssimano una soluzione soddisfacente.

Per affrontare il problema un agente può usare un sistema di simboli per riferirsi ad oggetti e caratteristiche del mondo, questo sistema di simboli gli permetterà di modellare a seconda delle sue necessità il mondo dandoli la possibilità di avere un modello sul quale effettuare dei ragionamenti. Un modello quindi altro non è che una astrazione che può rappresentare una parte del mondo oppure l’intero mondo.

La manipolazione dei simboli con i quali si rappresenta il modello al fine di produrre delle azione che l’agente andrà a compiere è detto RAGIONAMENTO. In questo processo riveste un ruolo importante la dimensione e la complessità del mondo rappresentato e quindi del problema che stiamo affrontando. Ci sono in particolare 9 dimensioni in base alle quali è possibile calcolare la complessità del sistema:



1. Modularità



1. Schema della rappresentazione [rappresentazione della conoscenza]



1. Organizzazione dell’orizzonte



1. Percezione dell’incertezza



1. Effetto dell’incertezza



1. Preferenze



1. Numero di agenti



1. Apprendimento



1. Limiti computazionali



**Modularità**: si riferisce al concetto dell’organizzazione della conoscenza, ad esempio, se basata su un grafo allora viene detta a modularità piatta, mentre se vi sono più grafi allora è detta modulare e infine abbiamo la modularità gerarchica ove ci sono più livelli di conoscenza. Essa rappresenta la caratteristica di un sistema di essere decomposto in moduli che possono essere analizzati e capiti separatamente. Le dimensioni della modularità sono:

* Piatta (flat)
* Modulare (modular)
* Gerarchica (hierarchical)

**Rappresentazione della conoscenza:** decideremo il numero degli stati del sistema, le caratteristiche con le quali andremo ad astrarre il sistema e le relazioni che sussistono tra queste caratteristiche del sistema. Questa rappresentazione della conoscenza sarà data dalla rappresentazione del mondo e quindi dell’ambiente attraverso gli stati che saranno descritti tramite caratteristiche (features) alle quali sarà possibile assegnare un valore e le quali prese assieme daranno un determinato stato ovvero una rappresentazione attuale dell’ambiente.

**Organizzazione dell’orizzonte:** in questa dimensione prendiamo in considerazione il tempo che l’agente ha a sua disposizione nell’analizzare l’ambiente. In particolare, quanto lontano gli sarà possibile vedere i futuri stati del sistema e in che modo tale capacità affetterà la sua decisione.

Avremo 4 possibilità:

* Nessuna organizzazione: l’agente non effettua delle considerazioni sul futuro.
* Orizzonte finito: c’è un limite di steps verso il futuro che è possibile pianificare.
* Orizzonte indefinito: gli steps osservabili nel futuro sono finiti, ma non predeterminati.
* Orizzonte infinito: in questo caso vi è una continua pianificazione degli step futuri senza alcun limite.

**Percezione dell’ Incertezza:** dipende da quello che un agente può osservare rispetto ad uno stato, ovvero se può venire a contatto con tutta l’informazione contenuta nello stato oppure può solo parzialmente vederla e utilizzarla. In questo senso distinguiamo stati:

* Totalmente osservabili
* Parzialmente osservabili

**Effetto dell’Incertezza:** in questa dimensione si affronta l’incertezza da un punto di vista probabilistico per cui ci confronteremo con stati che potranno essere:

* Deterministici
* Stocastici

Questo significa che uno stato deterministico sarà uno stato che sarà calcolato secondo delle formule e delle conoscenza assegnata e deterministica, mentre unno strato stocastico sarà uno stato casuale che a seconda di quello che succede cambia in modo imprevedibile.

**Preferenze [dell’agente]:** un agente potrà scegliere una determinata azione da compiere in base a delle sue preferenze, ma queste saranno dettate da un criterio di preferibilità basato su un risultato migliore o più auspicabile.

**Numero degli attori:** potrebbero esserci più agenti che interagiscono tra di loro per ottenere un obiettivo e in tal caso parliamo di sistemi multi-agenti. Quando si analizza un sistema che vogliamo astrarre è bene fare una distinzione tra chi può essere considerato come agente e per farlo serve capire se il comportamento dell’oggetto esaminato in qualche modo è relazionato al soggetto principale del sistema e se in base a questo cambia il suo comportamento. In particolare, quando ci troviamo in sistemi multi-agente possiamo trovarci in ambienti competitivi ove gli agenti competono ed il comportamento di ogni agente è tale da massimizzare i propri risultati a sfavore dell’altro agente, oppure ambienti cooperativi ove gli agenti in gioco cooperano per raggiungere i propri obiettivi.

**Apprendimento:** l’apprendimento permette di fornire all’agente una conoscenza più approfondita dell’ambiente, ma non solo gli permette in futuro di modificare il suo comportamento passato con un comportamento migliorato e quindi più efficace.

**Limiti computazionali:**  un agente deve nella sua computazione prendere in esame diversi aspetti che possono influenzare la soluzione, come ad esempio il tempo che esso ha a disposizione per fornire una soluzione. Altri parametri da tenere in considerazione possono essere limiti di memoria e accuratezza nel calcolo.

**L’ambiente:**  può essere completamente osservabile e questo fa si che si abbia una conoscenza completa dell’ambienti e dei suoi stati questa caratteristica risulta utile ad un agente poiché non necessiterà di una memoria per salvare la configurazione dello stato per ricordarla poiché essa sarà sempre osservabile. Infine, l’ambiente può essere parzialmente osservabile o inosservabile ovvero l’agente non avrà alcuna informazione utile sugli stati.

**Ambiente deterministico o non deterministico:** se gli stati nei quali si troverà l’agente sono esclusivamente definiti in base all’azione che l’agente compie senza che intervengano altri fattori allora l’ambiente si dice deterministico poiché è possibile sapere con certezza dato un input all’agente cosa succederà, in caso contrario l’ambiente è non deterministico.

**Ambiente episodico o sequenziale:** in questa distinzione un ambiente episodico è caratterizzato da un agente, il quale per intraprendere una decisione si basa esclusivamente su quanto percepito attualmente senza prendere in considerazione uno storico delle percezioni fatte e delle azioni intraprese, viceversa in un ambiente sequenziale vi è una sequenza di azioni correlate da causa ed effetto per cui l’agente prederà in considerazione le decisione passate.

Ambiente statico/dinamico: un ambiente che può cambiare mentre l’agente decide è detto dinamico.

* Taxi 🡪dinamico
* Scacchi 🡪semi-dinamico [con il passare del tempo l’ambiente non cambia ma la valutazione sulla mossa da compiere si]
* Cruciverba 🡪 statico

**Ambiente discreto/continuo:** a seconda degli stati dello spazio, del tipo di percezioni che l’agente effettua e delle azioni che esso intraprende parliamo di questi in termini di discretezza se enumerabili o in termini di infinità.

**noto/ignoto:** con questo aggettivo non ci riferiamo all’ambiente, ma alla conoscenza dell’agente riguardo le leggi che governano l’ambiente.

**STRUTTURA DEGLI AGENTI**

Il compito dell’IA è quello di progettare il programma agente, il quale permetterà di implementare la funzione agente, ovvero la funzione che prende in input delle percezione del mondo ed esegue azione che mutano lo stato del mondo. Il dispositivo computazionale che eseguirà il programma agente e che sarà dotato di sensori prende il nome di architettura agente per cui diciamo che:

**agente = architettura + programma**

**AGENTE REATTIVO SEMPLICE:** è l’agente più semplice, esso basa le sue azioni in base alla percezione corrente senza tenere in conto la storia delle percezioni fatte. Diciamo che un agente di questo tipo si basa su un comportamento reattivo semplice ovvero si verifica una condizione che viene rilevata e porta ad una reazione, tale comportamento è espressoo formalizzato dalla regola condizione-azione [detta anche situazione-azione, produzione oppure regola if-then]. Gli agenti reattivi hanno la proprietà di essere estremamente semplici; tuttavia, tale semplicità è pagata da un’intelligenza limitata dell’agente.

**AGENTE REATTIVO BASATO SU MODELLO:** quando ci troviamo in una situazione in cui il mondo è solo parzialmente osservabile occorre che l’agente tenga traccia della parte che non può osservare in un determinato istante. Questo significa che l’agente avrà uno stato interno che dipende dalla storia delle percezioni fatte e che permette di avere un idea almeno parziale della parte di mondo non osservabile dello stato corrente. Per fare in modo che un agente possa mantenere questo stato interno il programma agente deve possedere 2 tipi di conoscenza: ovvero quella inerente alle azioni compiute dall’agente nel tempo e quella sull’evoluzione del mondo indipendentemente dalle azioni compiute dall’agente. Queste conoscenze sono date dal MODELLO DI TRANSIZIONE e dal MODELLO SENSORIALE, i quali assieme danno vita ad un agente basato su modello.

**AGENTE BASATO SU OBIETTIVI:** conoscere lo stato corrente dell’ambiente non sempre basta per poter decidere cosa l’agente farà ovvero che azione eseguirà. In queste situazioni per riuscire ad avere una predizione delle sue azione occorre informazione aggiuntiva data dallo scopo che deve perseguire l’agente e quindi il GOAL che esso dovrà raggiungere. Problemi noti che vedono in azione agenti che basano le loro azioni sugli obiettivi sono i problemi di ricerca e di pianificazione.

**AGENTI BASATI SULL’UTILITA’:** per generare un comportamento da parte dell’agente che sia di qualità gli obiettivi non risultano bastevoli e si necessità di una misura dell’utilità capace di valutare le prestazioni delle azioni intraprese dall’agente. Un agente basato sull’utilità permette di trovare una risposta e prendere azioni nel caso in cui ci siano obiettivi conflittuali come massimizzare 2 parametri che sono in relazione di inversa proporzionalità in tal caso la FUNZIONE DI UTILITA’ andrà a bilanciarli nel migliore dei modi possibili, oppure può gestire situazioni nelle quali ci sono più obiettivi raggiungibili, ma nessuno di questi può essere raggiunto con certezza, in questi casi la FUNZIONE DI UTILITA’ andrà a fornirci una percentuale o meglio una probabilità del successo nel raggiungere un determinato obiettivo. Affinché un agente basato sull’utilità lavori nel migliore dei modi, esso deve modellare e tenere traccia dell’ambiente in cui si trova e per farlo deve affidarsi a:

* Percezione
* Rappresentazione
* Ragionamento
* Apprendimento

**AGENTI CAPACI DI APPRENDERE:** l’apprendimento permette ad un agente di operare in ambienti inizialmente sconosciuti, diventando con il tempo più competenti di quanto non lo fossero all’inizio. Un agente capace di apprendere è basato su 4 componenti fondamentali;

1. Elemento critico: passa le informazioni che ha all’elemento di apprendimento esso offre del feedback affinché in futuro l’elemento esecutivo si comporti meglio. Quello che fa è informare l’elemento di apprendimento sulle performance dell’elemento esecutivo al fine di regolare le azioni di quest’ultimo rispetto ad uno standard.
2. Elemento esecutivo: si occupa della selezione delle azioni esterne.
3. Elemento di apprendimento: è responsabile del miglioramento interno del sistema.
4. Generatore di problemi: questo modulo permette all’esecutivo di affrontare il problema intraprendendo nuove azioni mai esplorate al fine di scoprire sequenze di azioni migliori.

Bullets points:

* Un agente è qualcosa che percepisce e agisce all’interno di un ambiente e la sua funzione agente specifica l’azione che intraprenderà in risposta ad una percezione.
* La misura di prestazione valuta il comportamento dell’agente nell’ambiente e permette di dire quando un agente risulta razionale ovvero quando massimizzerà il valore atteso della misura di prestazione.
* La specifica di un ambiente operativo include la misura di prestazione, l’ambiente esterno, gli attuatori e i sensori.