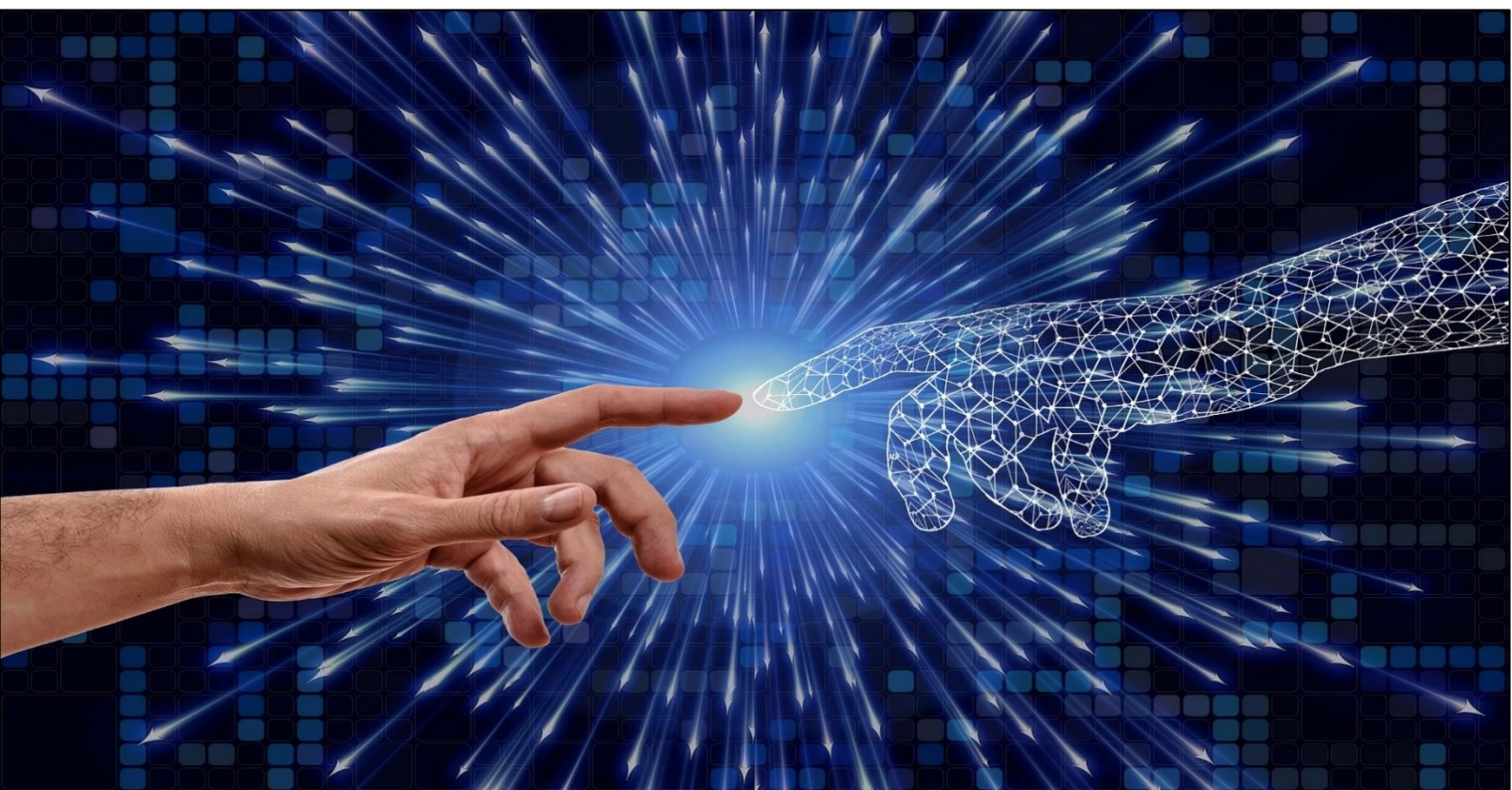


AGENTI ARTIFICIALI



AUTORI

Cristina Baroglio

Università degli Studi di Torino, Dipartimento di Informatica

cristina.baroglio@unito.it

SCUOLE

L'articolo è stato revisionato dagli studenti e dalle studentesse della Scuola Secondaria di Primo grado Rosselli dell'Istituto comprensivo Via Ricasoli di Torino.

Quando in informatica si scrive un programma è spesso utile dargli la forma di un **agente artificiale** (per semplicità “agente” nel seguito). Gli agenti sono molto utilizzati in molti contesti applicativi: dai videogiochi al mondo dell’industria, dai trasporti ai robot su Marte. Cos’è allora un agente per un informatico? Seguendo la definizione proposta in [1], nel caso più semplice un agente è un **software** (un programma) strutturato secondo il seguente schema:

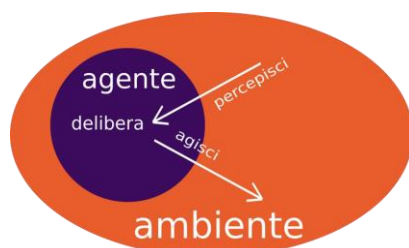


Figura 1. schema di base del funzionamento di un agente immerso nel proprio ambiente: percepisce, delibera, applica l’azione scelta e poi ricomincia da capo.

L’agente è immerso in un **ambiente** ed ha un comportamento ripetitivo:

Ripeti per sempre

- (1) percepisci l’ambiente
- (2) scegli (delibera) l’azione da applicare
- (3) applica l’azione all’ambiente e torna a (1)

questa descrizione lascia molte domande aperte. Cosa vuol dire **percepire** e come si fa a farlo? Come si sceglie un’**azione**? Cosa vuol dire **applicare** l’azione all’ambiente? Proviamo a capirlo insieme. Poiché il concetto di agente artificiale è ispirato alla natura e all’uomo, farò molti esempi tratti dal mondo che ci circonda.

PERCEPIRE È UN ATTO CHE PERMETTE ALL’AGENTE DI RICEVERE INFORMAZIONI

Noi possiamo percepire molte informazioni sul nostro ambiente. Per esempio, se fa caldo o freddo, se stiamo toccando un oggetto solido o del liquido o se il vento ci sfiora; possiamo sentire se un suono è acuto oppure grave, forte o lieve; possiamo vedere se è buio pesto oppure i colori di un fiore e molto altro ancora. Non siamo gli unici a percepire informazioni sul nostro ambiente. Ragni, mosche, cuccioli adorabili, pesci e granchi, erbe ed alberi, tutti gli organismi viventi percepiscono informazioni. Spesso in forme diverse

dalla nostra. Per esempio, cani e farfalle possono vedere il nostro stesso ambiente ma non gli stessi colori che vediamo noi. Pipistrelli e delfini riescono a udire suoni per noi impossibili. Alcuni animali sono molto sensibili alle tracce di calore o all'elettricità.

Gli agenti artificiali possono percepire l'ambiente attraverso degli strumenti detti **sensori**. Ve ne sono di tantissimi tipi differenti. Per esempio, i sensori di contatto rilevano se l'agente sta toccando qualcosa (un ostacolo, un oggetto). Microfoni e telecamere permettono di ricevere suoni e immagini. I sonar rilevano la presenza di oggetti. Le telecamere a infrarossi percepiscono il calore.

Quello che un agente artificiale potrà percepire o meno dipende quindi dai suoi sensori: un sonar permette di rilevare la presenza e la vicinanza degli oggetti circostanti ma non il loro colore o il loro odore. Guardati intorno: ci sono dei sensori nel luogo in cui ti trovi?

PERCEPIRE NON È QUALCOSA CHE CAPITA E BASTA?

Nell'essere umano la percezione non "capita", ognuno di noi sceglie a quali stimoli prestare attenzione, anche se di norma non siamo consapevoli della scelta, non ce ne accorgiamo. Il nostro corpo riceve infatti in ogni istante moltissimi stimoli che trascuriamo. Per esempio, quando siamo seduti su una sedia ben difficilmente prestiamo attenzione alla pressione che si esercita. Analogamente un calciatore non si accorge dei singoli fili d'erba del campo

in cui gioca o delle nuvole nel cielo, che i suoi occhi vedono, e in città raramente facciamo attenzione agli odori che raggiungono il nostro naso. Al contrario ogni colore e decorazione e ogni sfumatura profumata di una bella torta ci potrebbero colpire con forza. In maniera simile il suono dell'altoparlante di una stazione suscita la nostra attenzione quando cerchiamo di capire a quale binario arriverà un certo treno. Questo accade perché ognuno

di noi presta maggiore o minore attenzione agli stimoli che riceve a seconda dei propri interessi e di ciò che sta facendo e la stessa cosa capita negli agenti artificiali. Ci si focalizza sull'**informazione utile** (il Box1 contiene un approfondimento).

BOX 1: la percezione produce informazione, un esempio



QUANDO PARLIAMO DI INFORMAZIONE UTILE, A COSA SI RIFERISCE L'AGGETTIVO "UTILE"?

L'utilità è sempre riferita a un interesse. Gli interessi dipendono dagli individui e dalle circostanze. Se siamo golosi solitamente le torte ci attirano. Se stiamo giocando a calcio il nostro interesse va al pallone, agli avversari e ai compagni di squadra. Se dobbiamo attraversare una strada facciamo

attenzione ai veicoli in transito, ai passaggi pedonali e ai semafori. A quali degli stimoli, che il tuo corpo percepisce ora, stai facendo attenzione? Ti viene in mente qualche stimolo che invece in questo momento per te è meno importante? Secondo te per quale motivo? Prova a concentrarti su una persona diversa da te, per esempio qualcuno in strada, oppure su un animale se ve ne è uno nelle vicinanze. A cosa pensi stia facendo attenzione? A cosa no? Perché?

L'INTERESSE SPESSO SI TRADUCE IN UNO O PIÙ OBIETTIVI

Un **obiettivo** è una condizione che si desidera diventi vera. Per esempio, trovare una figurina per completare un album. Quando un agente ha un obiettivo ci si aspetta che si comporti in modo da perseguirlo¹. In altri termini che tutte le azioni dell'agente lo facciano avvicinare, un passo per volta, al raggiungimento del suo obiettivo. A livello di programmazione occorrerà disporre di strumenti per confrontare le situazioni incontrate con gli obiettivi per capire se l'agente è riuscito nei propri intenti (se ha raggiunto l'obiettivo!). Per esempio, un obiettivo potrebbe essere "andare al parco". In questo caso

¹ Quando questo accade l'agente è detto "razionale"; il termine agente razionale deriva dall'area di ricerca detta intelligenza artificiale.

Riesci a immaginare un altro esempio di agente reattivo? E un altro esempio di strumento di controllo che non è un agente? Riesci anche a immaginare alcune tue azioni come guidate da un obiettivo? Quali azioni compi per riuscire a guardare il tuo programma preferito?

sarà necessario poter identificare il luogo in cui l'agente si trova e confrontarlo con la posizione desiderata. Un agente artificiale dotato di GPS rappresenterebbe il parco con le sue coordinate geografiche (latitudine e longitudine, es. 45.08721272346771, 7.637772462542416) e potrebbe confrontare tali coordinate con le coordinate della propria posizione corrente per capire se è arrivato: il confronto riguarda due coppie di numeri. Noi umani potremmo invece capire di essere in un parco perché rileviamo delle caratteristiche come la presenza di alberi, aiuole e giochi per bambini. Modi diversi per svolgere lo stesso compito che si basano su informazioni diverse, catturate da sensori differenti.

Deliberazione

Deliberare significa stabilire: nel caso degli agenti stabilire la prossima azione da compiere. Per esempio, per andare al parco si potrebbe prendere la metro per due fermate, poi svoltare in corso Napoleone e poi attraversare il ponte.

In un agente la deliberazione è fatta da un programma e può avvenire in modi diversi. Se l'agente è guidato dai suoi obiettivi, potrà costruire un vero piano d'azione, cioè una sequenza di passi che conduce all'obiettivo (come nell'esempio dell'andare al parco).

Guidare la scelta basandosi sugli obiettivi è un modo di realizzare la deliberazione negli agenti ma non è l'unico. Per esempio, gli "agenti reattivi" adottano un approccio più semplice: l'agente ha un catalogo predefinito di situazioni ognuna delle quali riporta l'indicazione dell'azione adatta a trattarla. Ad esempio:

l'azione da eseguire viene scelta confrontando la situazione corrente, percepita dall'agente, con dei casi noti, cercando una corrispondenza. La prima corrispondenza identificata ci dirà automaticamente quale azione sarà compiuta. Un esempio intuitivo di agente reattivo è un termostato che, se la temperatura è al di sopra di una certa soglia spegne il riscaldamento e se è al di sotto di una certa soglia accende il riscaldamento.

Attenzione però a non confondere: potremmo erroneamente pensare che anche un rubinetto dell'acqua sia un agente perché controlla il flusso dell'acqua ma il rubinetto non è così perché il rubinetto non sceglie quale azione compiere, viene aperto o chiuso da qualcuno. Manca l'autonomia di decisione. In altri termini il rubinetto non delibera, non sceglie.

Azioni

Le azioni permettono a un agente di modificare il suo stato o l'ambiente. Potrà aprire un rubinetto o accendere un forno, o trovarsi dall'altra parte della strada dopo avere attraversato. Un'azione sarà possibile o meno a un agente a seconda degli attuatori (ali, ruote, pinze o altri strumenti d'azione) che l'agente ha in dotazione. Un **attuatore** è uno strumento che consente di agire sul mondo. Così un pesce può respirare in acqua con le branchie, un uccello può volare grazie alle ali e un'automobile può percorrere una strada grazie alle ruote. Tuttavia, gli attuatori di un agente pongono anche dei limiti a quanto può

fare. Per esempio, le branchie non permettono di percorrere una strada, le ali non permettono di respirare e le ruote non permettono di volare.

Le azioni non sempre sono applicabili. Lo sono a patto che certe condizioni siano vere. Per esempio, l'azione "pagare" può essere eseguita solo se si ha del denaro. Così un'aspirapolvere robot non si può muovere se la batteria è scarica. La Figura 2 mostra un esempio: Robby è capace di andare a sinistra ma nella situazione che percepisce non può farlo perché c'è un ostacolo. Quali azioni sono invece applicabili per Robby? Pensa a un'azione che sai compiere in questo momento non applicabile.

Le azioni **non sempre hanno l'effetto previsto**. Per fare un pagamento posso dare al cassiere il bancomat però il pagamento non avverrà se il conto corrente è in rosso, cioè l'azione non avrà effetto. Così posso aprire il rubinetto del lavandino ma se l'erogazione della potabile è interrotta per via di certi lavori, l'acqua non scorrerà. L'azione di scrivere un messaggio in chat potrebbe non aver effetto? Quando? Potrebbe non essere applicabile? Quando? Qual è la differenza fra i due casi secondo te?

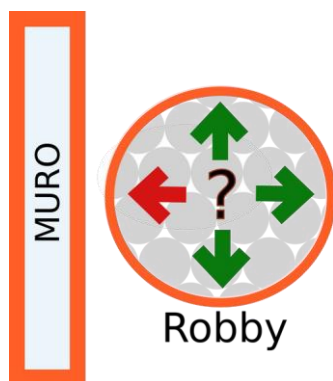


Figura 2. esempio di azione non applicabile. Supponi che Robby sia un agente che si muove in una stanza e che è arrivato vicino a un muro. Robby può andare avanti, indietro, a destra o a sinistra. Il muro impedisce a Robby di andare a sinistra.

Per **decidere quale azione eseguire** un agente deve avere modo di capire quali azioni sono applicabili nella situazione corrente. Non sa se avranno effetto ma si aspetta di sì. Deve anche conoscere gli effetti previsti delle azioni e ragionare per passi intermedi. Il motivo è che raramente gli obiettivi vengono raggiunti in un passo. Più spesso l'esecuzione di un'azione ne abilita un'altra e così via. Per esempio supponiamo che Robby possa ricaricare la batteria agganciandosi alla stazione di ricarica tramite l'azione aggancia, eseguibile se Robby è vicino alla stazione. Quando Robby è distante questa azione risulterà non eseguibile ... o almeno non subito. Prima sarà necessario eseguire azioni che, come effetto, portino Robby vicino alla stazione di ricarica.

La capacità di ragionare sull'applicabilità e sugli effetti delle azioni è molto importante perché permette di costruire dei piani. La pianificazione è una branca dell'intelligenza artificiale che studia la rappresentazione delle informazioni e la costruzione di algoritmi

in grado di identificare in maniera automatica sequenze di azioni che permettono di raggiungere un obiettivo di interesse.

CONCLUSIONE

Questo articolo introduce, con l'aiuto di numerosi esempi intuitivi e tratti dall'esperienza quotidiana, alcuni concetti chiave che permettono di scrivere programmi con la forma di agenti artificiali. Il concetto di agente artificiale è alla base dell'area di ricerca che studia i sistemi multi-agente, una branca dell'intelligenza artificiale. Esistono linguaggi di programmazione appositamente pensati per programmare agenti, per esempio Jason [2], piattaforme software e metodologie specifiche per l'ingegnerizzazione del software.

GLOSSARIO

agente: astrazione software

ambiente: contesto in cui opera un agente

attuatore: apparato che permette di eseguire un'azione (pinza, ruota, display...) **azione:** operazione tesa a modificare lo stato delle cose

deliberare: stabilire quale azione eseguire

percezione: capacità di rilevare informazione sull'ambiente tramite i sensori

sensore: apparato che permette di rilevare informazioni (contatto, distanza, telecamera, ...)

BIBLIOGRAFIA

[1] S. Russell, R. Norvig, Intelligenza Artificiale: un approccio moderno, Pearson, IV ed., 2021.

[2] Programming Multi-Agent Systems in AgentSpeak using Jason, Rafael H. Bordini, Jomi Fred Hübner, Michael Wooldridge, John Wiley & Sons, Ltd.