

Una rivoluzione a metà, e come completarla

Domenico Parisi

Istituto di Scienze e Tecnologie della Cognizione

Consiglio Nazionale delle Ricerche

- Della mente umana e del comportamento umano i filosofi si occupano da duemila e cinquecento anni
- Lo fanno nel modo tipico dei filosofi, cioè analizzando concetti, facendo ragionamenti, discutendo con gli altri filosofi, vivi o morti
- Nella seconda metà dell'Ottocento c'è stata una rivoluzione nello studio della mente
- E' nata la psicologia, che vuole essere una **scienza** della mente, e non più filosofia
- La ragione per cui gli psicologi chiamano sé stessi scienziati è che, come gli altri scienziati, osservano e misurano i fenomeni di cui si occupano, possibilmente nelle condizioni controllate di un laboratorio, e non si limitano a analizzare concetti e a fare ragionamenti

- Ma quella della psicologia è stata, ed è, una **rivoluzione a metà**
- La scienza ha bisogno non solo di dati empirici ma anche di un vocabolario teorico con cui spiegare i dati empirici
- La psicologia è una scienza che si basa su dati empirici ma continua a usare il vocabolario teorico della filosofia o, peggio ancora, quello con cui nella vita di tutti i giorni parliamo del comportamento nostro e degli altri
- Sensazione, percezione, memoria, attenzione, pensiero, ragionamento, previsione, pianificazione, emozione, motivazione (e tutte le diverse emozioni e motivazioni), rappresentazione, concetto, categoria, significato, oggetto, proprietà, intenzione, scopo

- Questo vocabolario teorico non può essere il vocabolario teorico di una scienza perché è fatto di termini il cui significato è poco chiaro, spesso ambiguo, e non fa riferimento a nulla di osservabile, oggettivo, fisicamente esistente, direttamente misurabile
- Già nella prima metà del Novecento alcuni psicologi, i comportamentisti, si sono accorti del problema e hanno cercato di risolverlo semplicemente rinunciando ad avere un vocabolario teorico
- La psicologia doveva limitarsi a trovare le regolarità che si osservano nei rapporti tra gli stimoli che arrivano all'organismo e i comportamenti con cui l'organismo risponde a questi stimoli
- Ma questa non può essere una soluzione perché la scienza non può limitarsi a trovare regolarità nei fenomeni ma deve spiegarli andando “dietro” ad essi

- Oggi è diventato possibile **completare la rivoluzione** cominciata dalla psicologia
- Avere sia dati empirici che un vocabolario teorico con cui spiegare i dati empirici che sia chiaro, non ambiguo, e che faccia riferimento a cose ben definite, operazionalizzabili, misurabili
- Le ragioni per cui oggi è possibile completare la rivoluzione sono due

Prima ragione

- Gli psicologi, come oggi del resto tutti, sanno benissimo che dietro al comportamento c'è il cervello
- Tuttavia, un po' per le divisioni disciplinari che tengono separate la psicologia e le neuroscienze, un po' perché fino ad oggi del cervello sapevamo poco, gli psicologi preferivano non cercare di spiegare il comportamento in termini di cervello
- Oggi la scienza si sta accorgendo che le divisioni disciplinari non hanno senso perché, se la scienza è disciplinare, la realtà non lo è
- Oggi sappiamo molto di più del cervello

Seconda ragione

- Oggi, per spiegare il comportamento e la vita mentale, esistono modelli teorici che sono direttamente ispirati al cervello
- Questo modelli teorici sono le **reti neurali**
- Siccome le reti neurali sono direttamente ispirate al cervello, e il cervello è un organo fisico, il vocabolario teorico delle reti neurali ha le caratteristiche che ci aspettiamo dal vocabolario teorico di una scienza
- E' fatto di termini con un significato chiaro, non ambiguo, operativo, misurabile

- Le reti neurali sono modelli teorici nuovi per la psicologia non solo perché sono ispirati a come è fatto e come funziona il cervello, ma anche per un'altra ragione
- I modelli teorici della scienza fino ad oggi venivano espressi in due possibili modi:
 - in forma matematica, come equazioni e sistemi di equazioni
 - in forma verbale, usando le parole del comune linguaggio, magari con qualche re-definizione dei termini

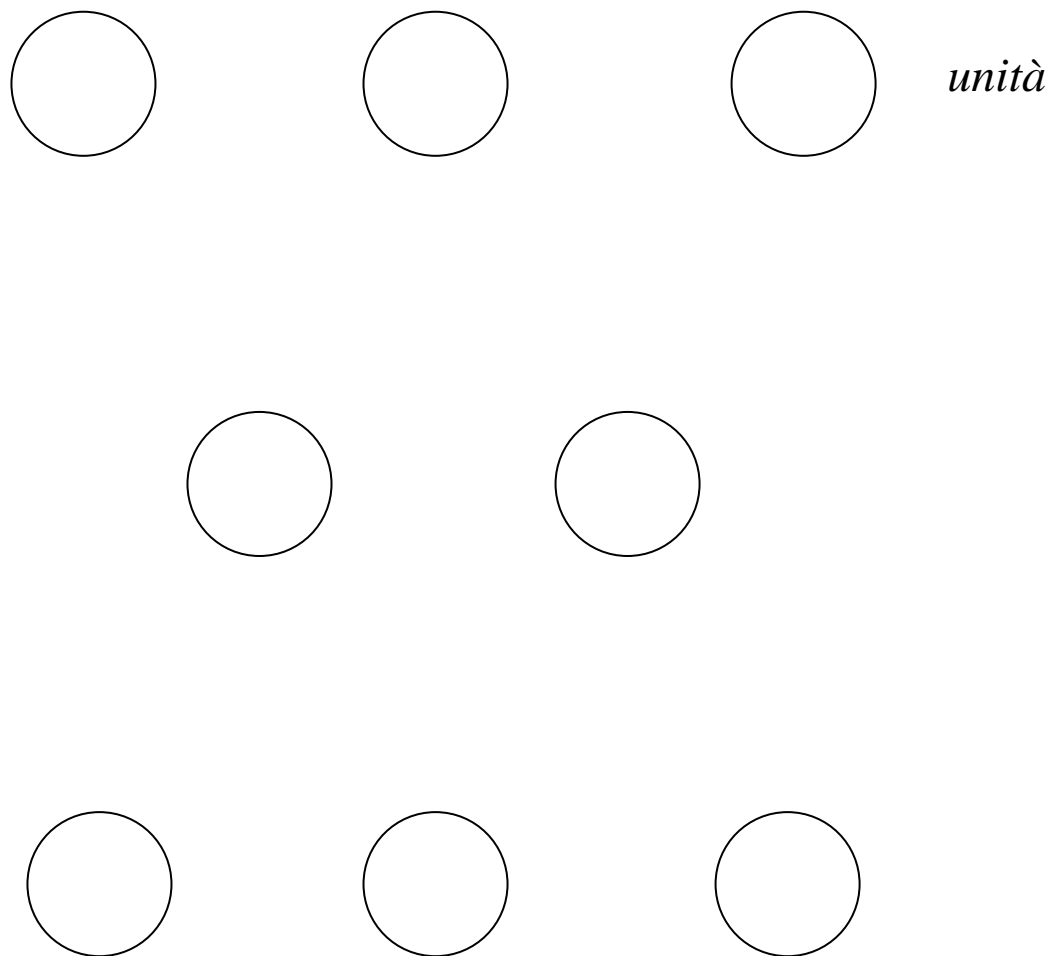
- Da quando esiste il computer, i modelli teorici possono essere espressi in un terzo modo, cioè costruendo un artefatto, che può essere una simulazione al computer o un robot o una comunità di robot
- Il modello teorico sono le idee e le ipotesi che usiamo per costruire l'artefatto
- Se l'artefatto si comporta come i fenomeni che vogliamo spiegare, allora possiamo ritenere che il modello teorico incorporato nell'artefatto è corretto (fino a prova contraria)

- I modelli teorici espressi come artefatti garantiscono che i termini che usano sono chiari, non ambigui, operazionali, perché altrimenti l'artefatto non può essere costruito
- E garantiscano che da essi si possono derivare, in modo non controverso, molte specifiche predizioni da confrontare con i dati empirici
- I comportamenti dell'artefatto, cioè i risultati della simulazione, i comportamenti del robot o della comunità di robot, non sono che le predizioni empiriche derivate dal modello teorico sulla base del quale l'artefatto è stato costruito
- E i comportamenti dell'artefatto possono essere osservati e misurati con precisione

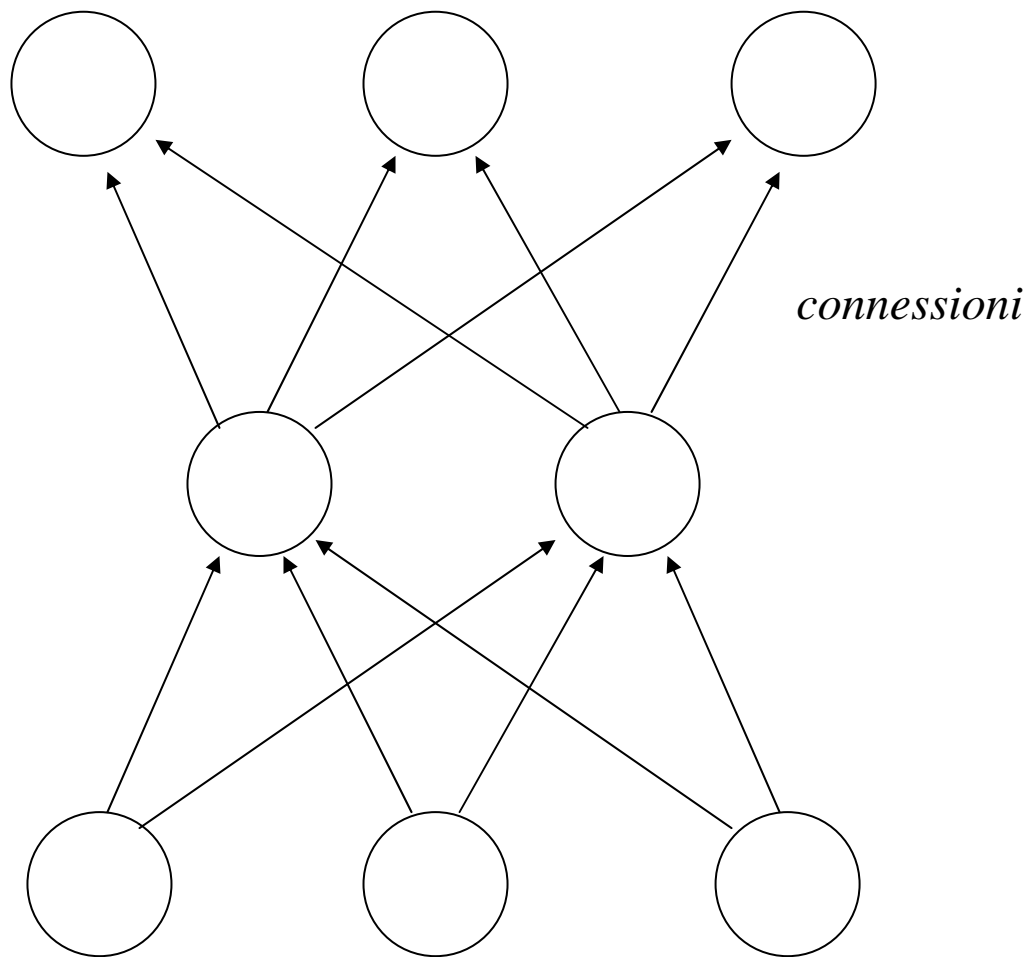
Reti neurali

Le reti neurali sono modelli simulativi ispirati alla struttura e al modo di funzionare del sistema nervoso che servono a spiegare il comportamento degli organismi

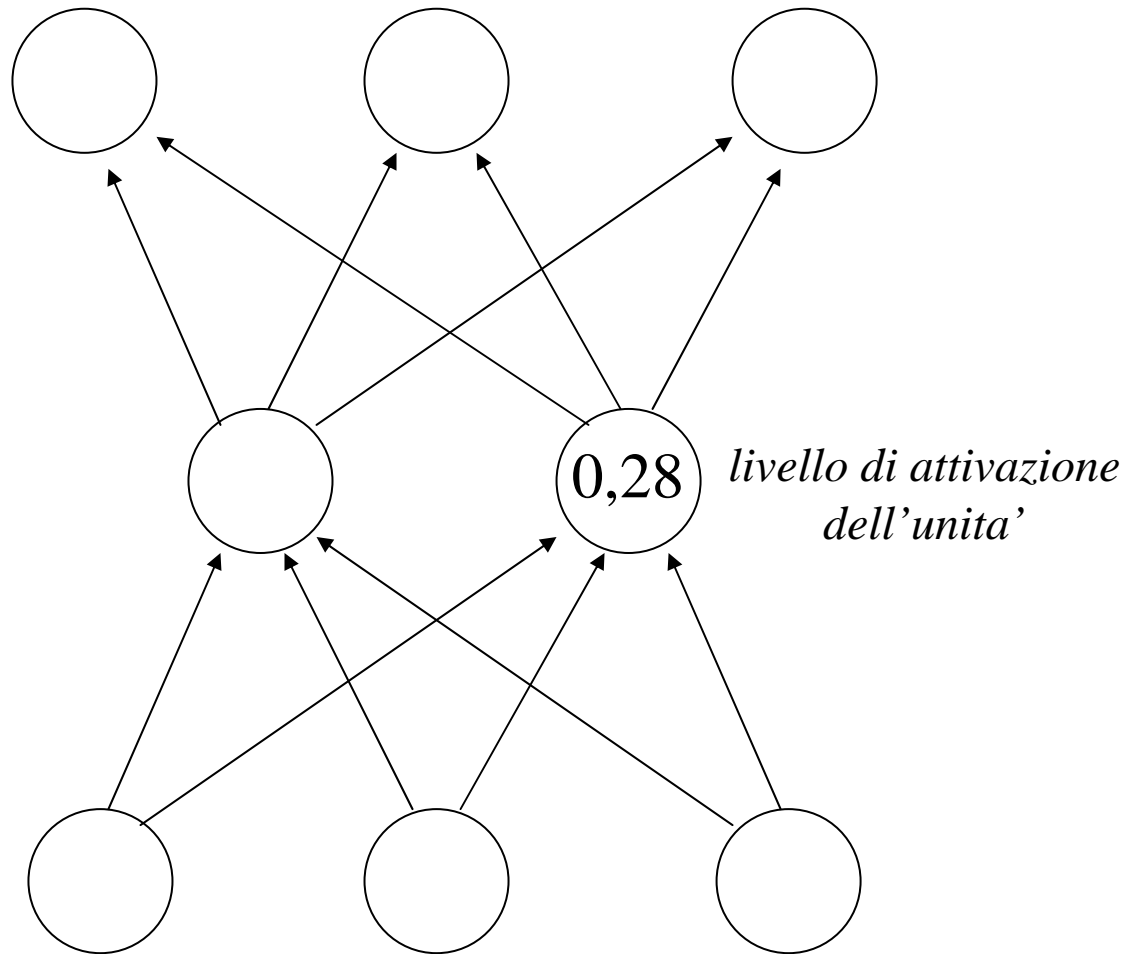
Una rete neurale è un insieme di unità (neuroni).....



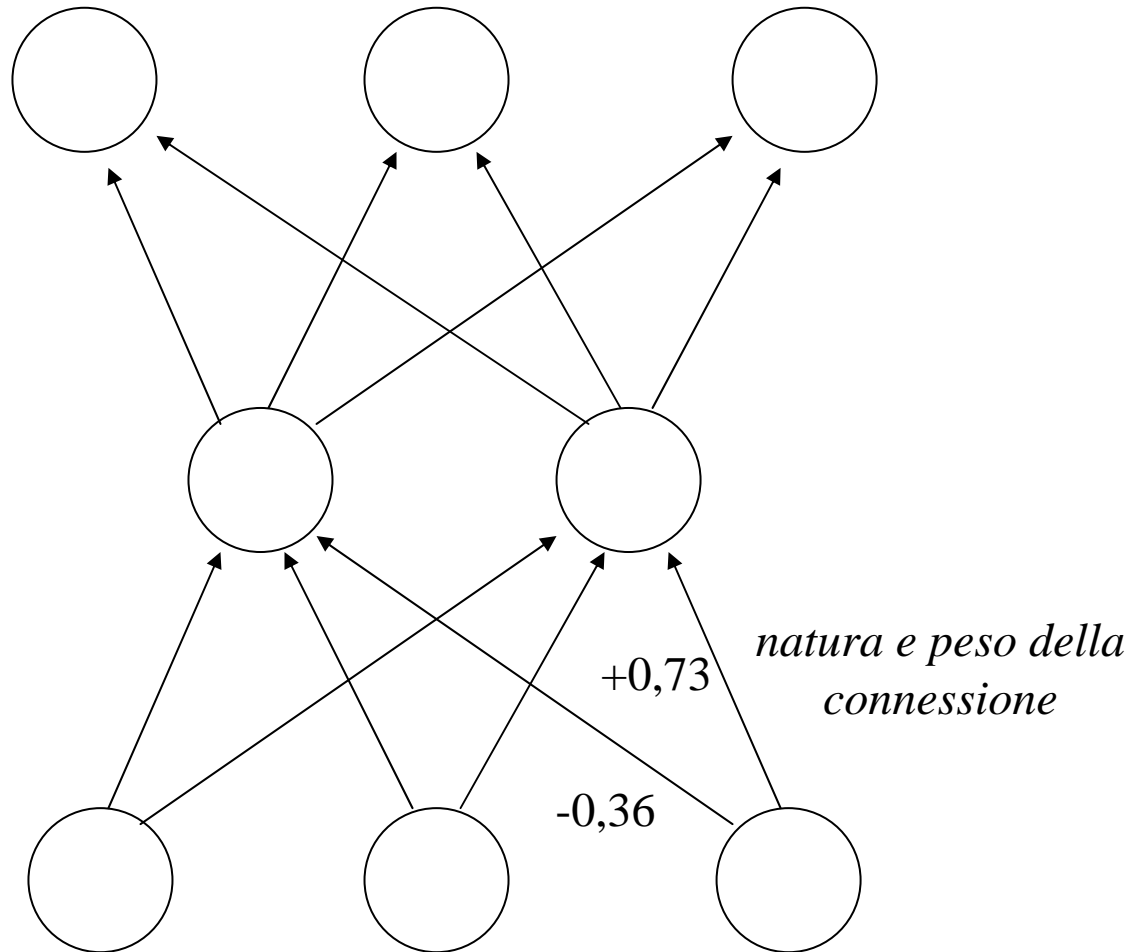
..... collegate tra loro da connessioni unidirezionali (sinapsi tra neuroni)



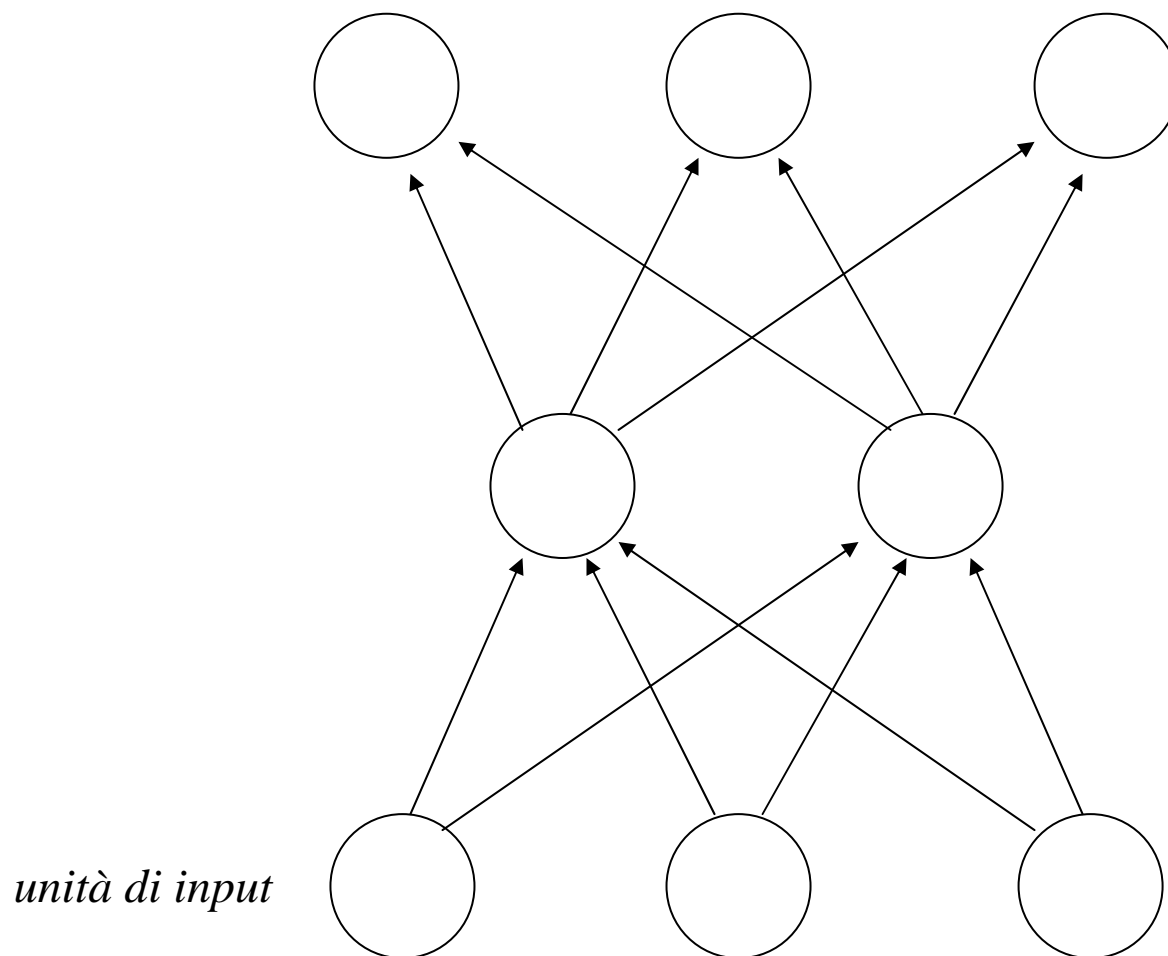
Le unità hanno livelli di attivazione (ritmo di sparo di impulsi nervosi) che possono variare da momento a momento



Le connessioni hanno un peso quantitativo (numero di siti del neurone post-sinaptico su cui agisce il neurone pre-sinaptico) e possono essere eccitatorie o inibitorie (tipo di neurotrasmettitore)

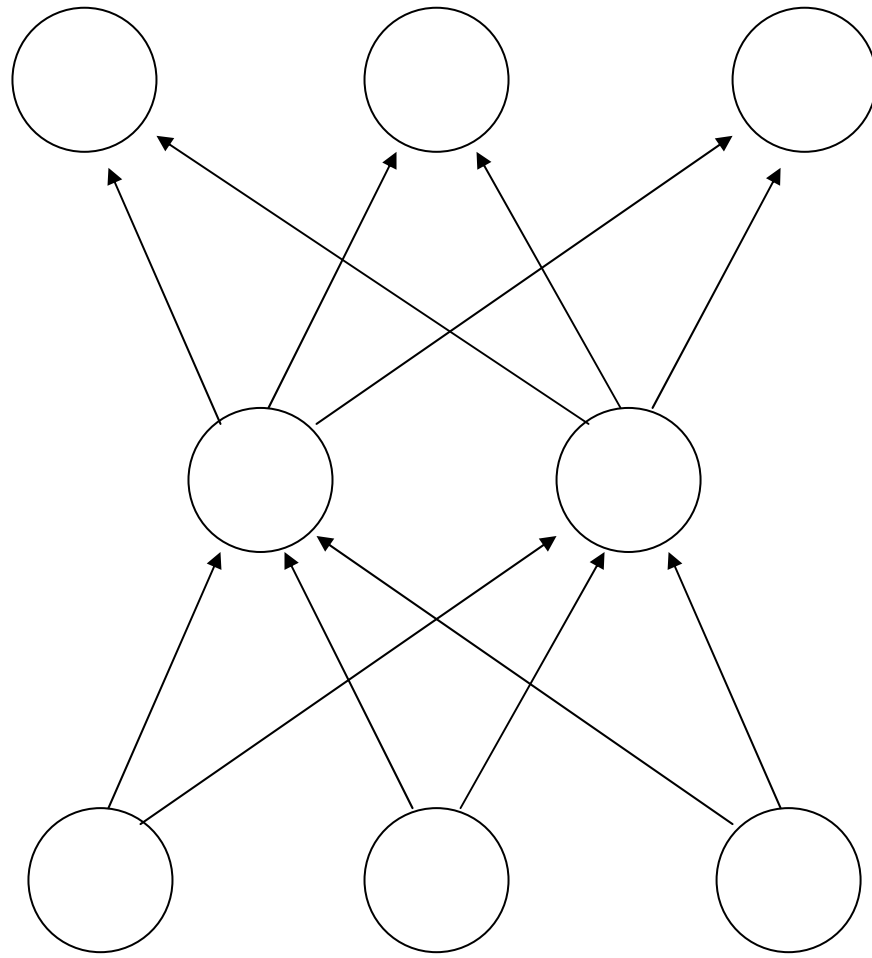


Le reti neurali hanno unità di input (recettori sensoriali)



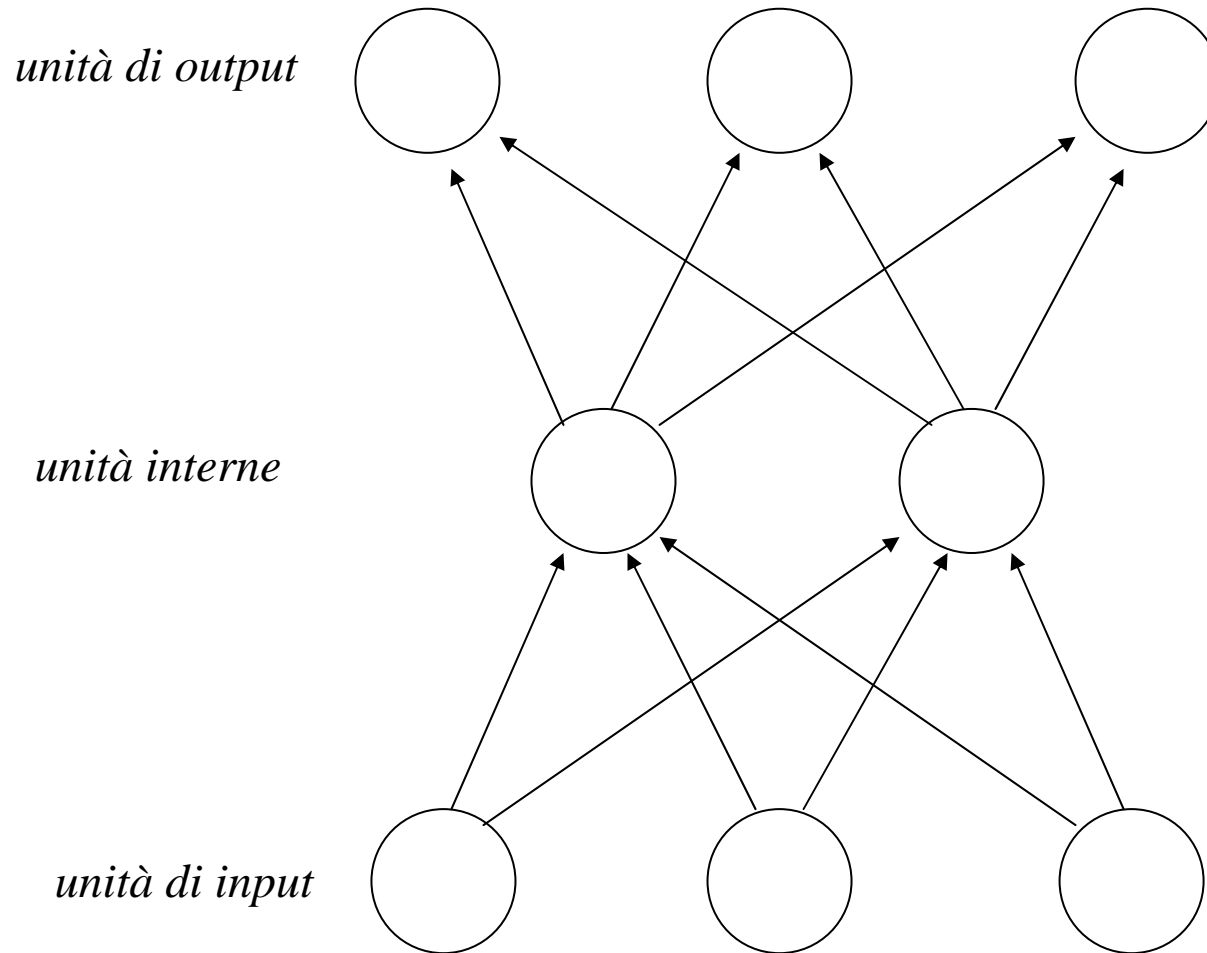
.... unità di output (neuroni motori)

unità di output



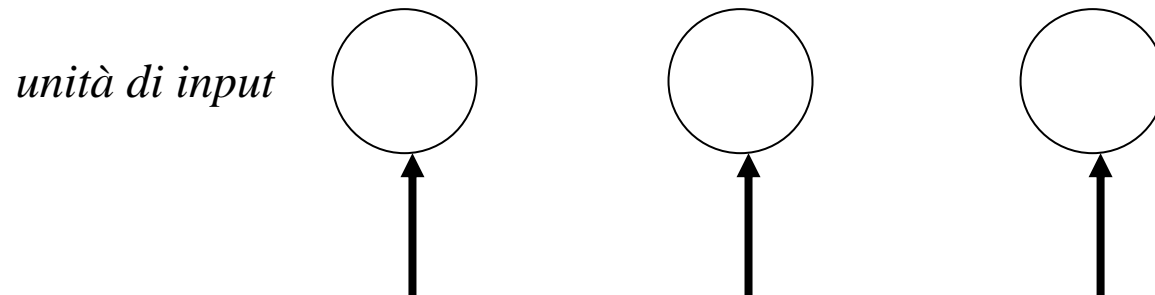
unità di input

..... e unità interne che collegano le unità di input con quelle di output (interneuroni)

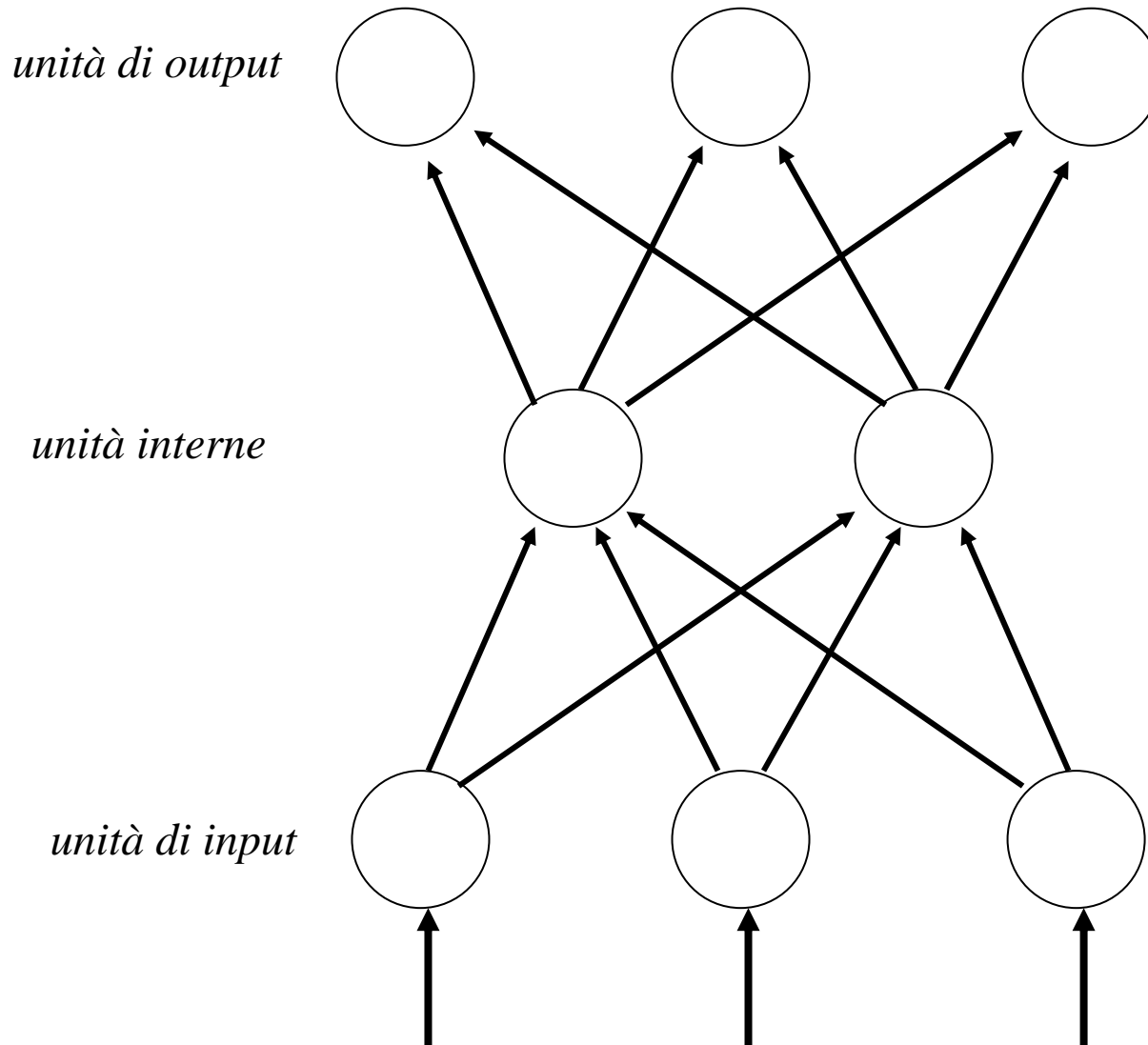


Da che cosa dipende il livello di attivazione delle diverse unità in ogni determinato istante?

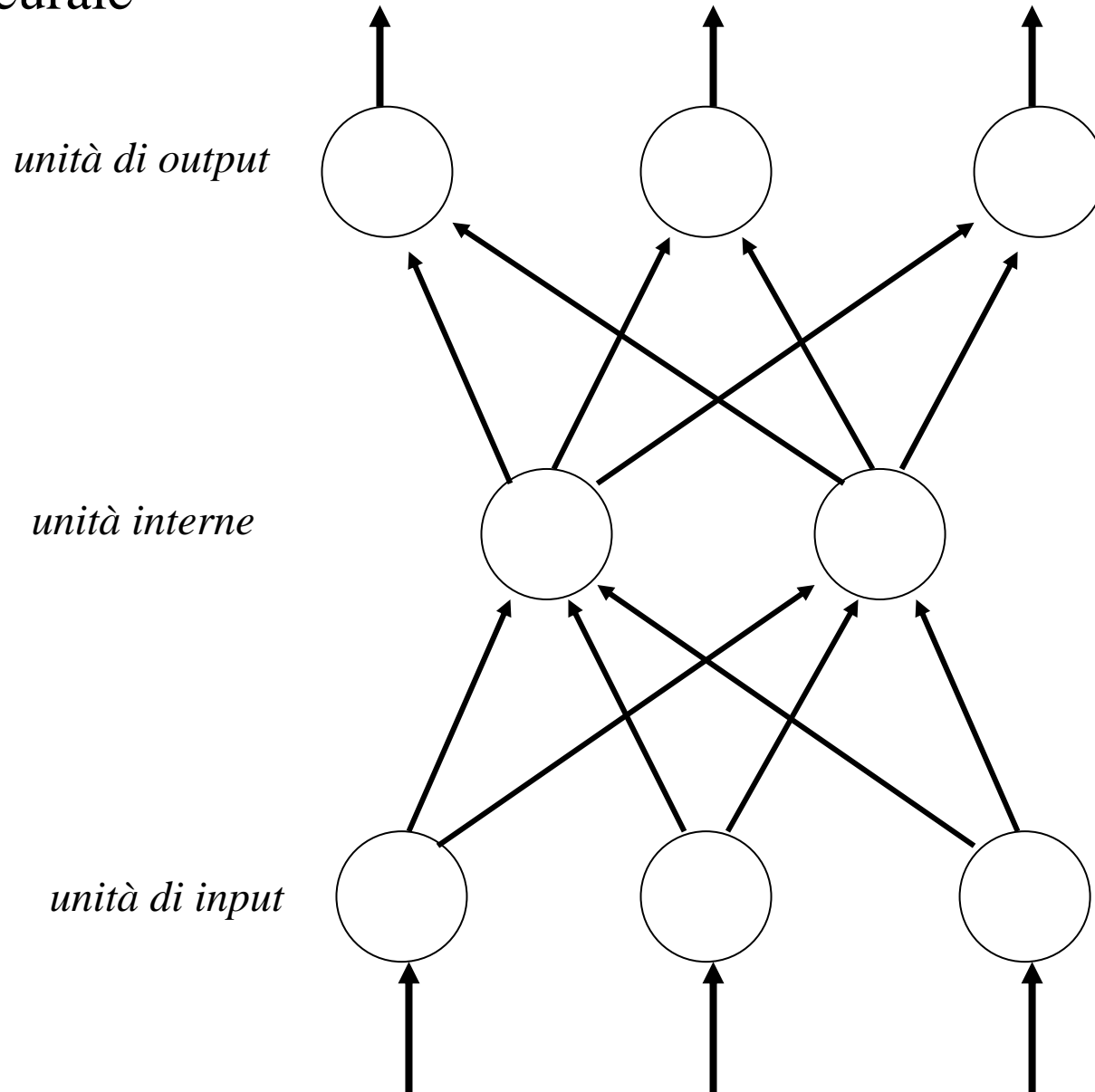
Il livello di attivazione delle unità di input dipende da stati e eventi fuori della rete neurale



Il livello di attivazione delle unità interne e delle unità di output dipende dalle eccitazioni e dalle inibizioni che arrivano a una unità dalle altre unità collegate



L'attivazione delle unità di output produce effetti fuori della rete neurale



La quantità di eccitazione o di inibizione che arriva a un'unità da un'altra unità dipende dal livello di attivazione dell'unità di partenza della connessione (neurone pre-sinaptico) e dal peso quantitativo e dalla natura (eccitatoria o inibitoria) della connessione

Da cosa dipende il modo in cui la rete neurale risponde a un input sensoriale, cioè il modo in cui l'organismo si comporta?

Dipende dall'architettura della rete (quante sono le unità e come sono connesse tra loro) e dai pesi delle connessioni

L'architettura della rete è in buona parte specificata nel genotipo che ogni individuo eredita alla nascita dai suoi genitori

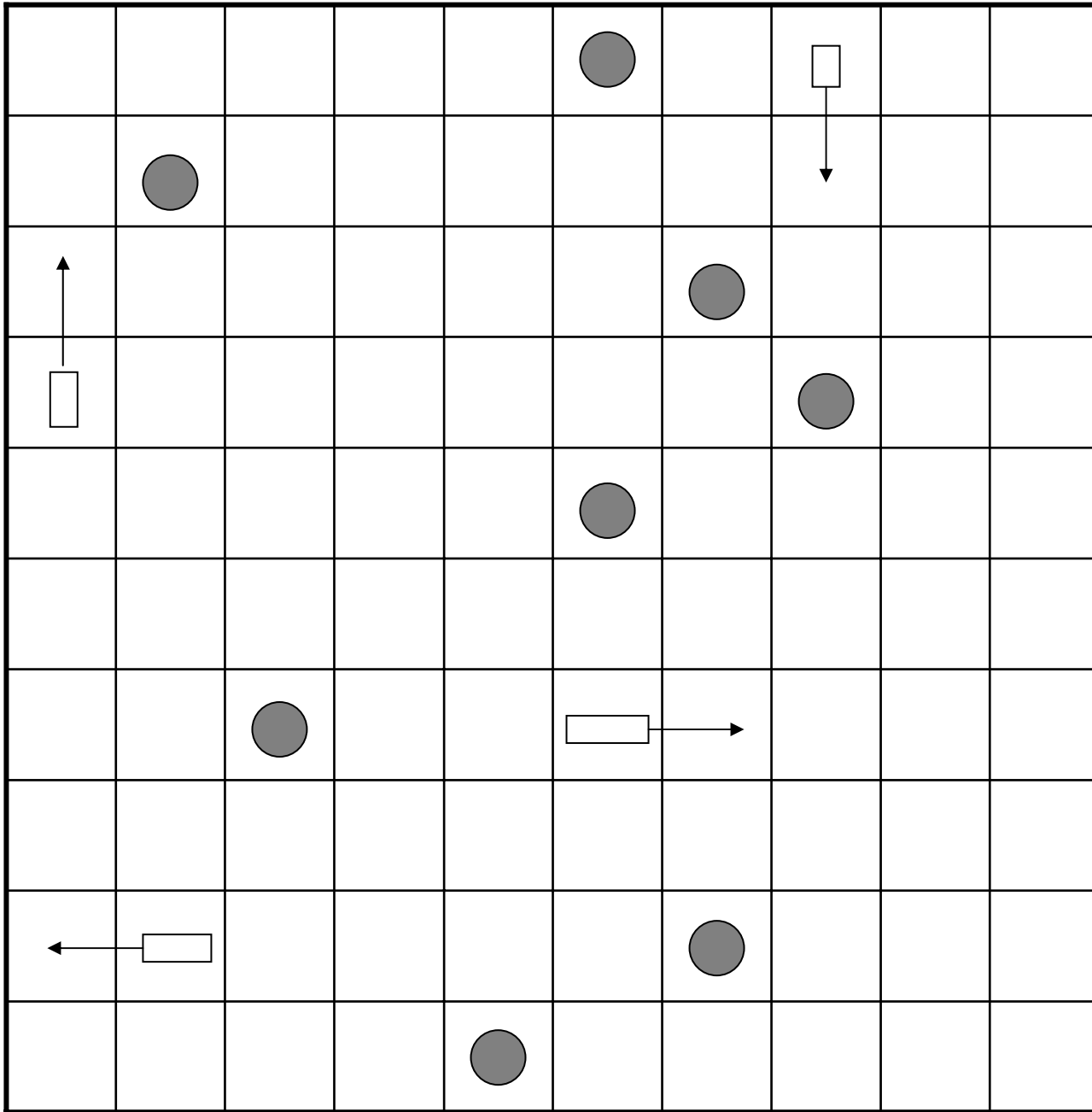
I pesi delle connessioni in buona parte dipendono dalle esperienze che l'individuo ha nel corso della sua vita (apprendimento)



organismo



cibo

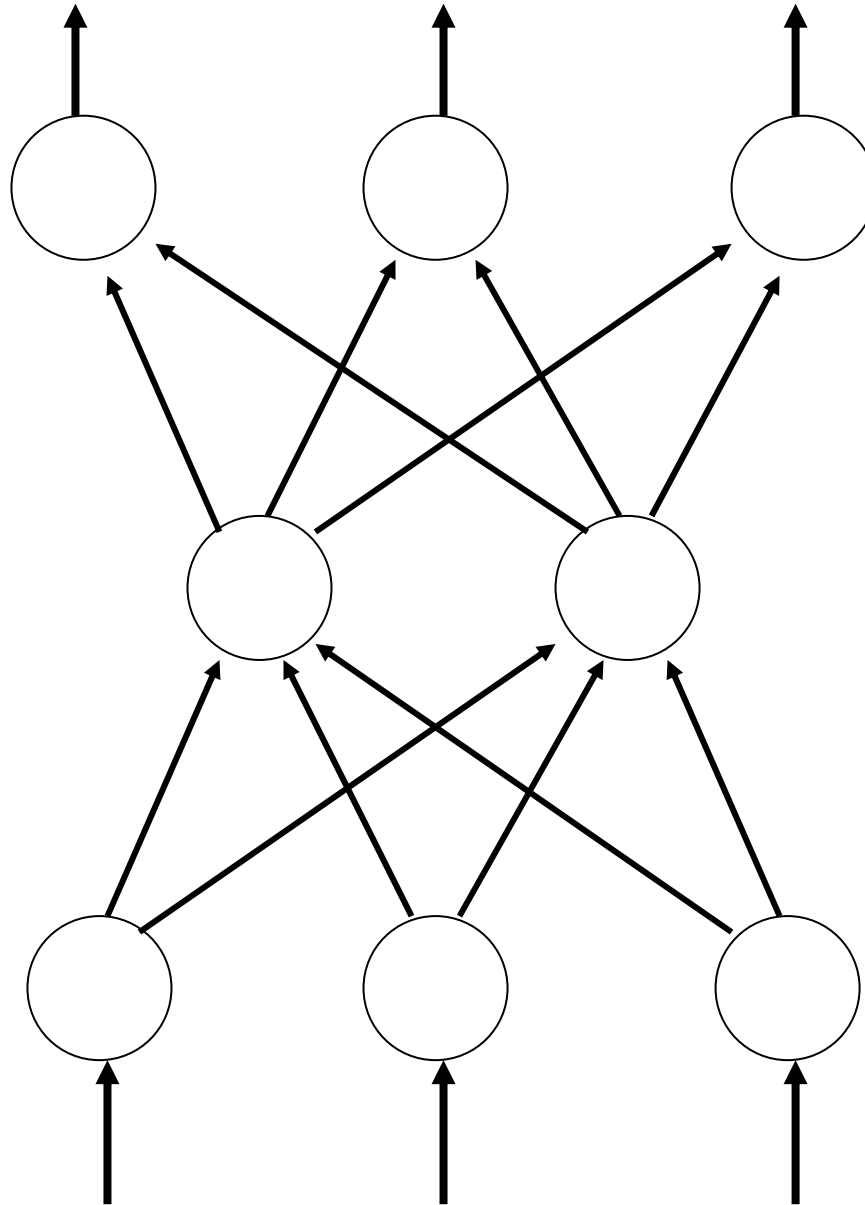


movimento nello spazio


unita' di output


unita' interne

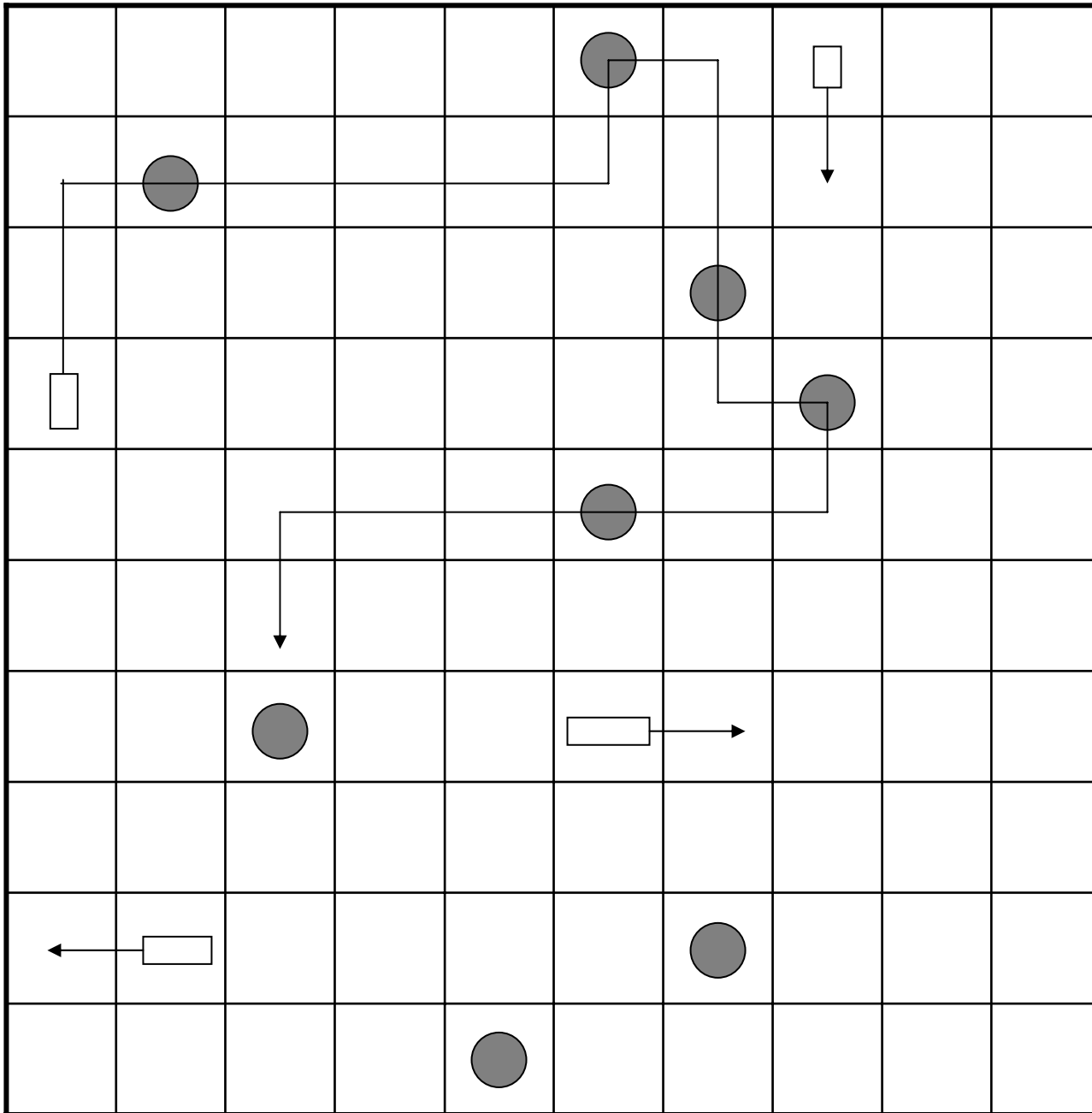
unita' di input



posizione del cibo piu' vicino


organismo


cibo



*fine
simulazione*



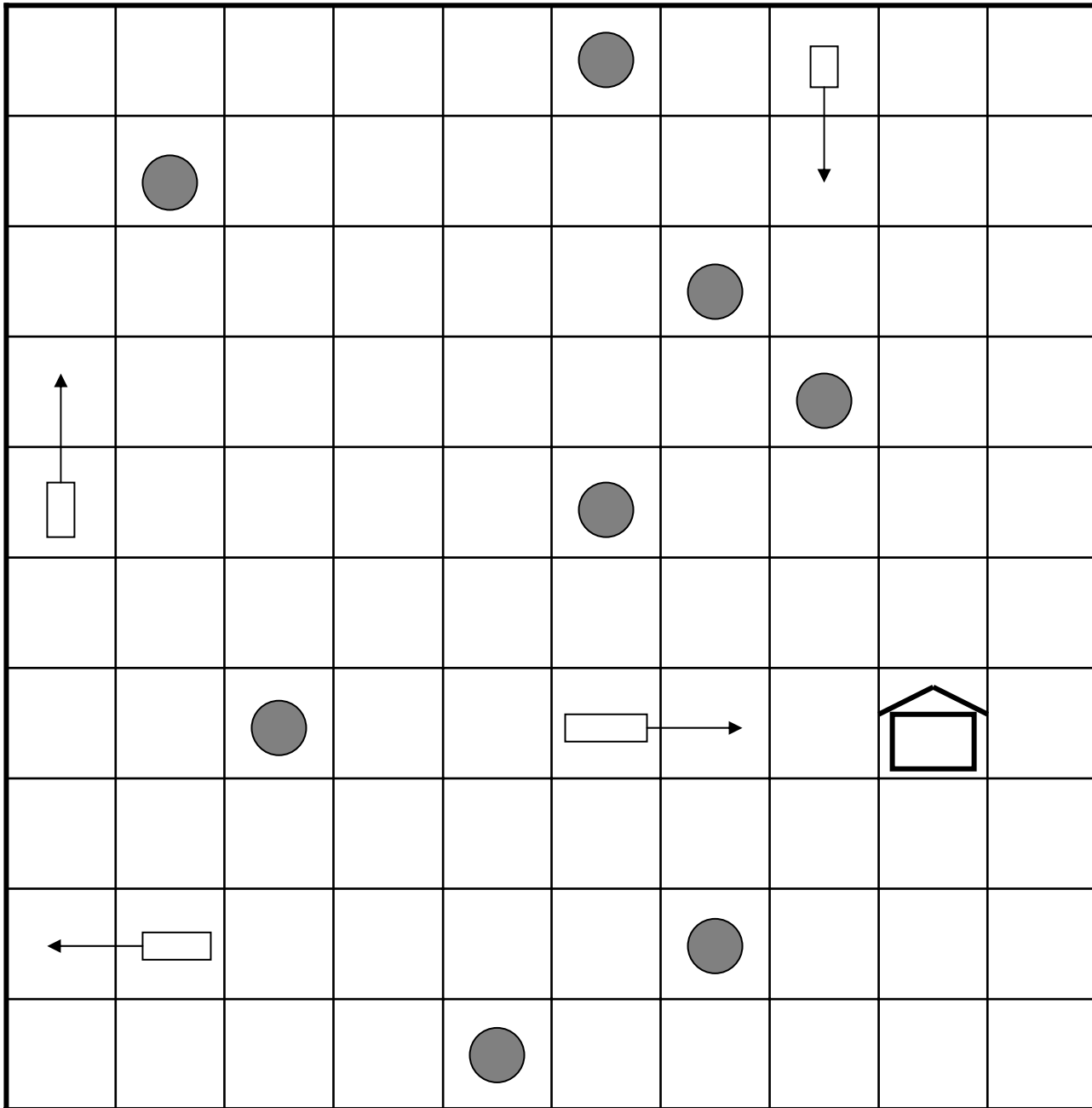
organismo



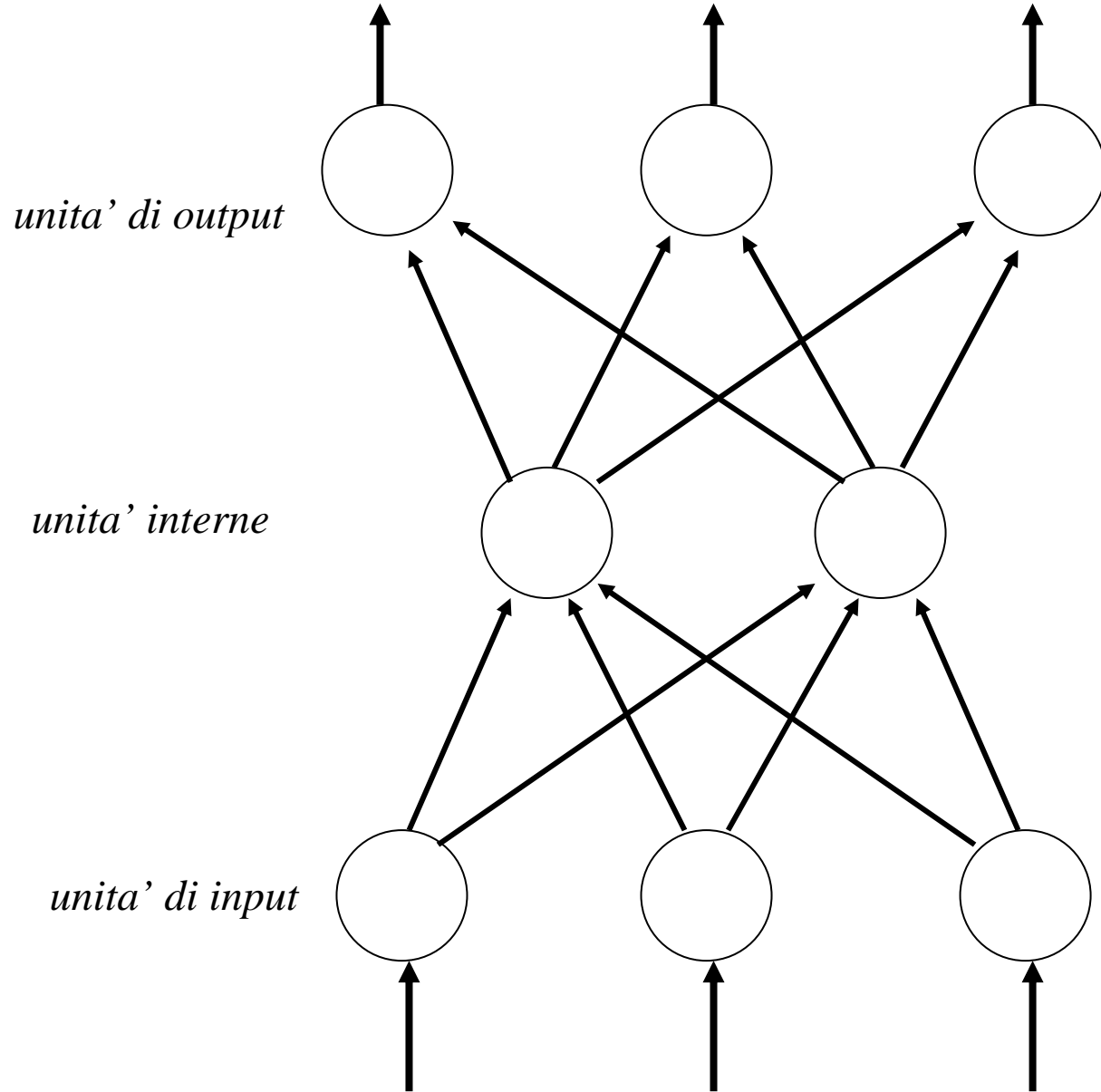
cibo



casa



movimento nello spazio





unita' di output


unita' interne

unita' di input

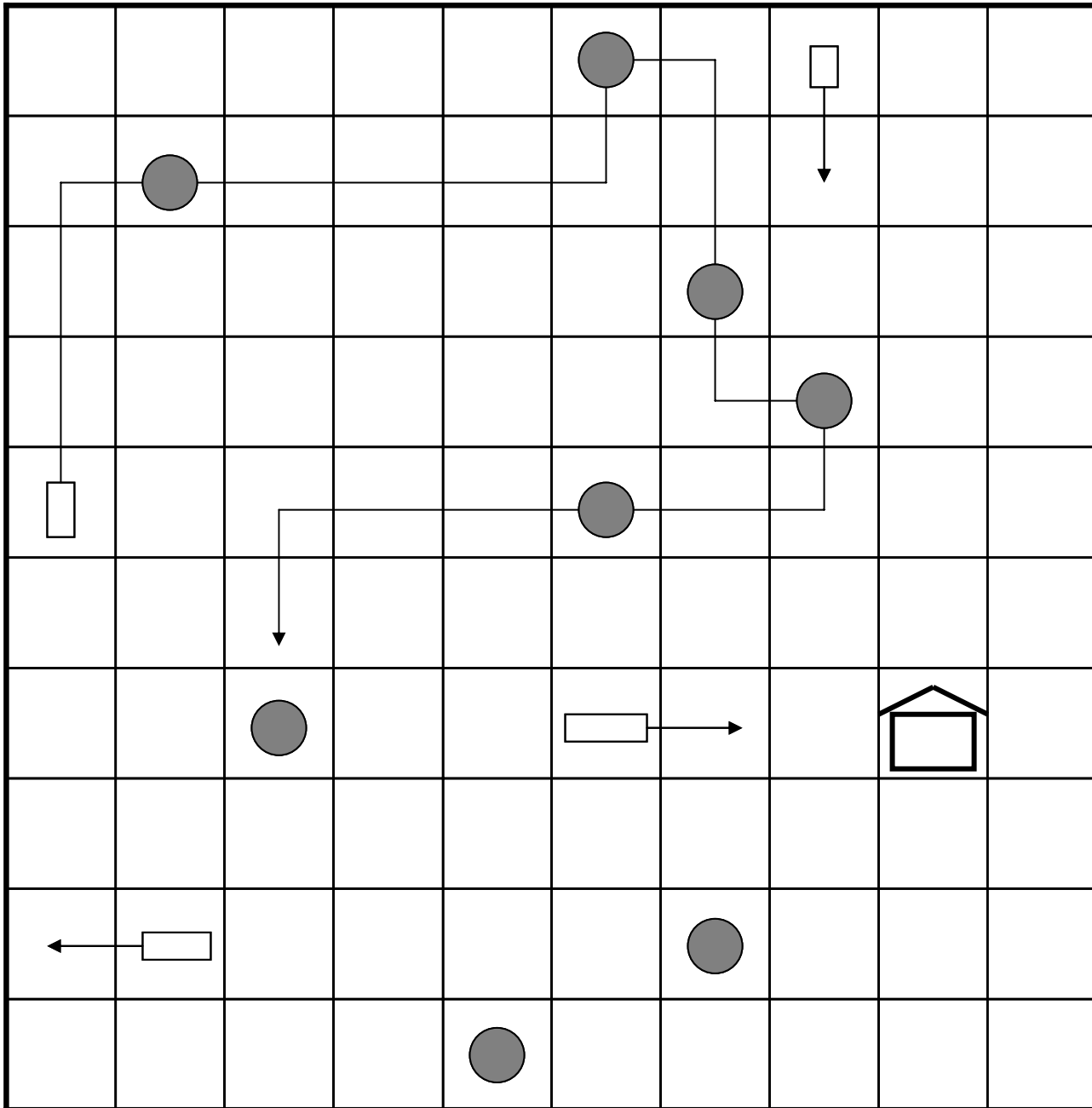
posizione del cibo piu' vicino, posizione della casa, luce/buio

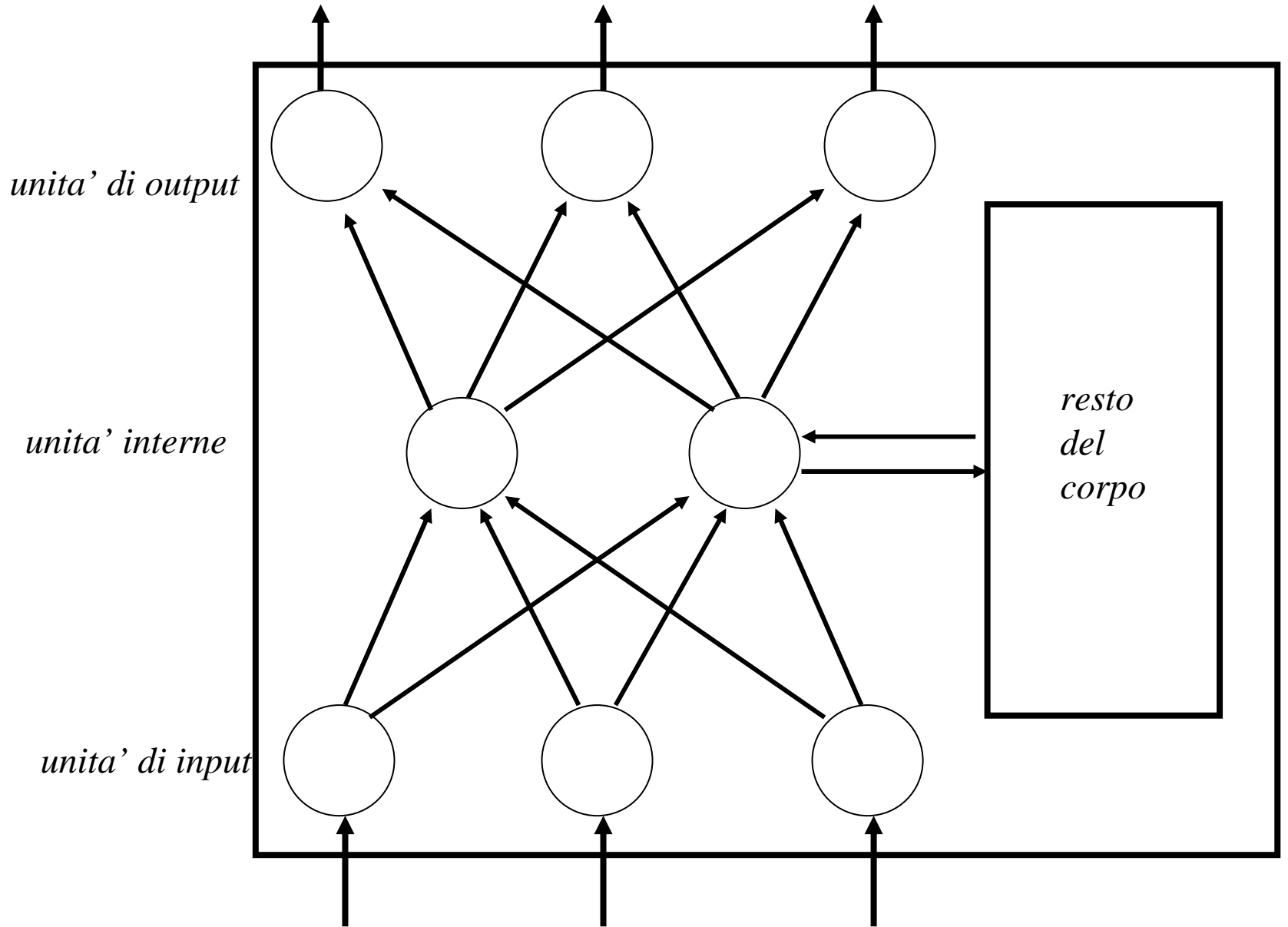

organismo


cibo


casa

GIORNO







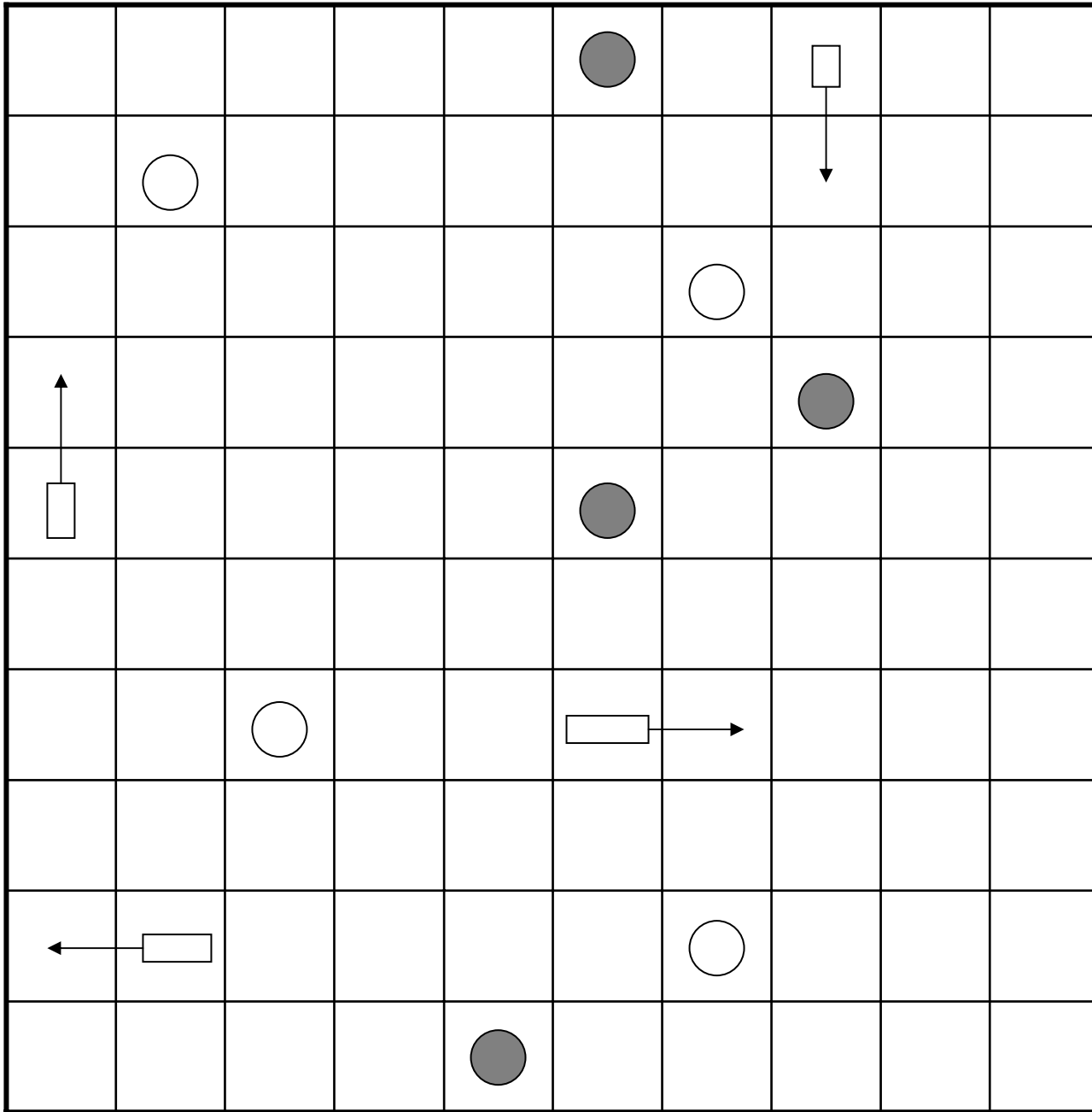
organismo



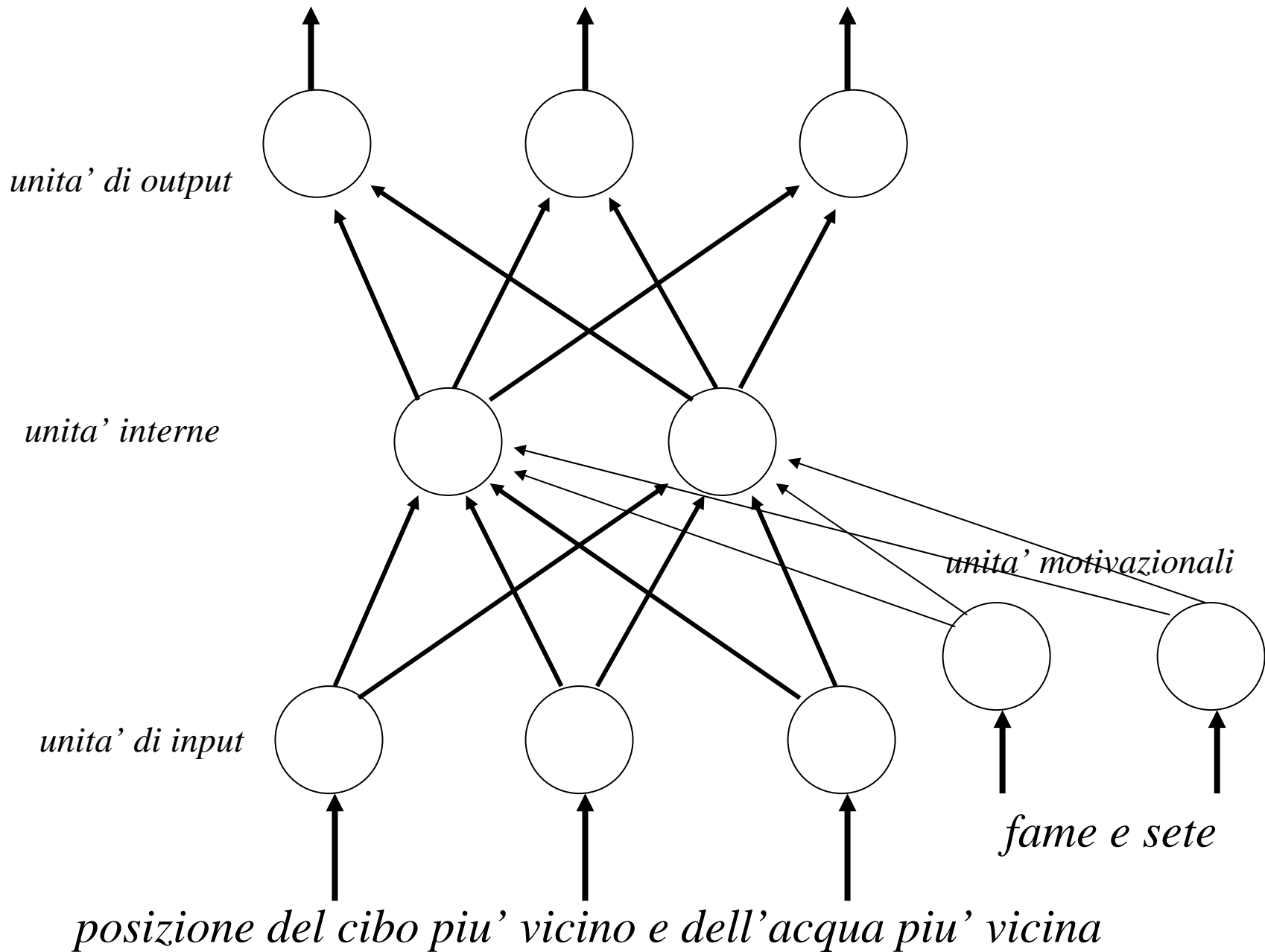
cibo



acqua



movimento nello spazio

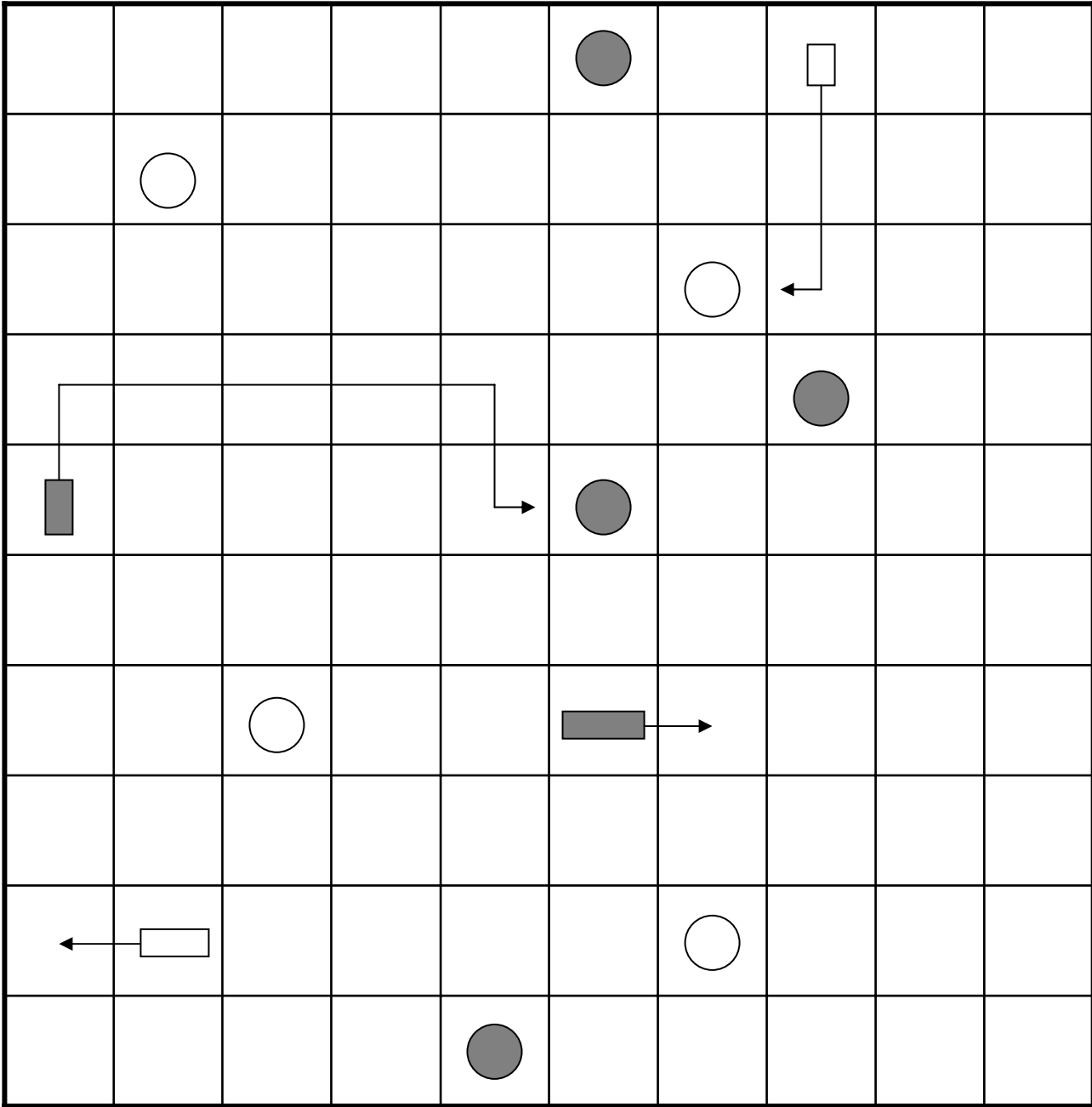


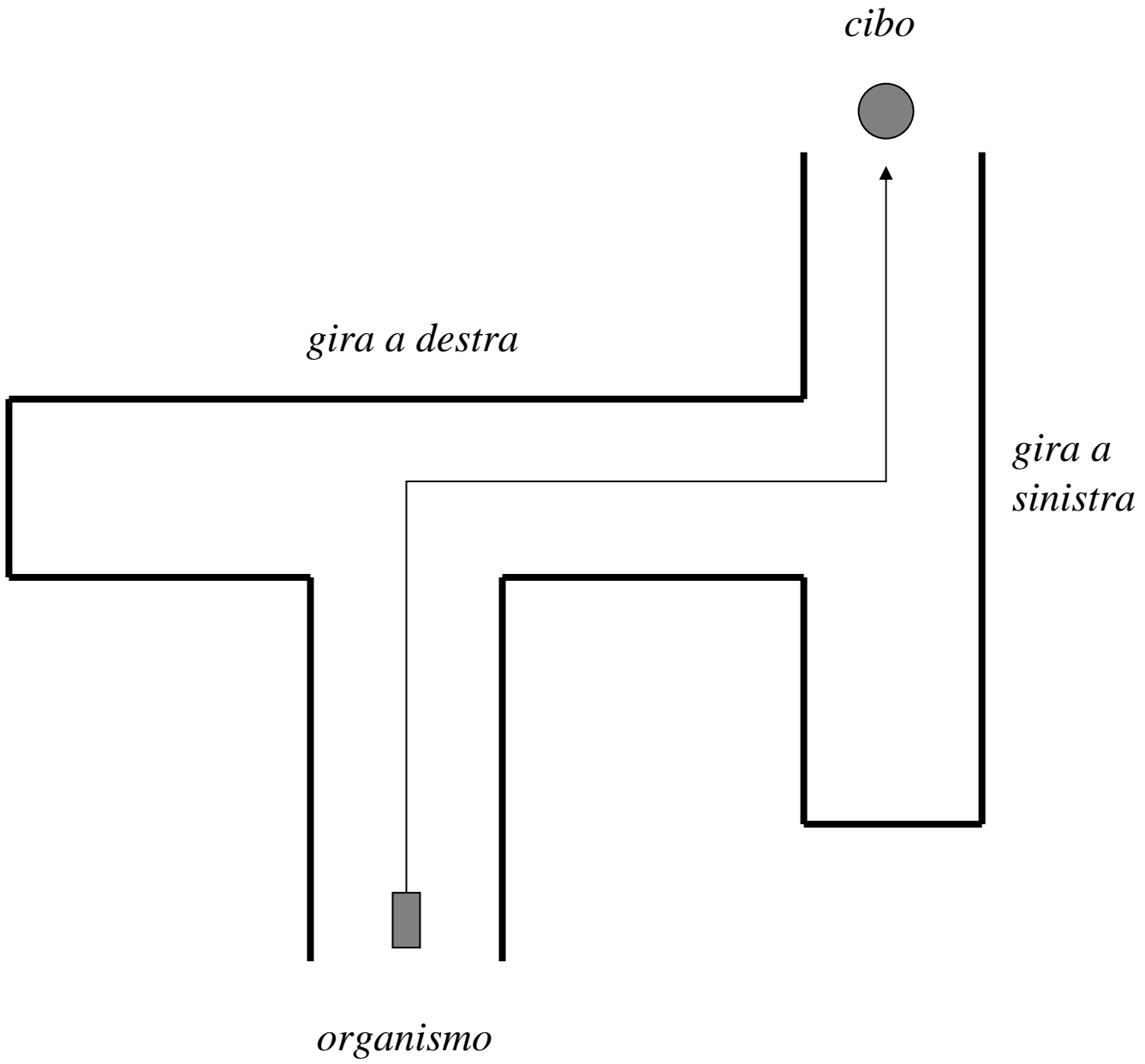
*organismo
con fame*

*organismo
con sete*

cibo

acqua



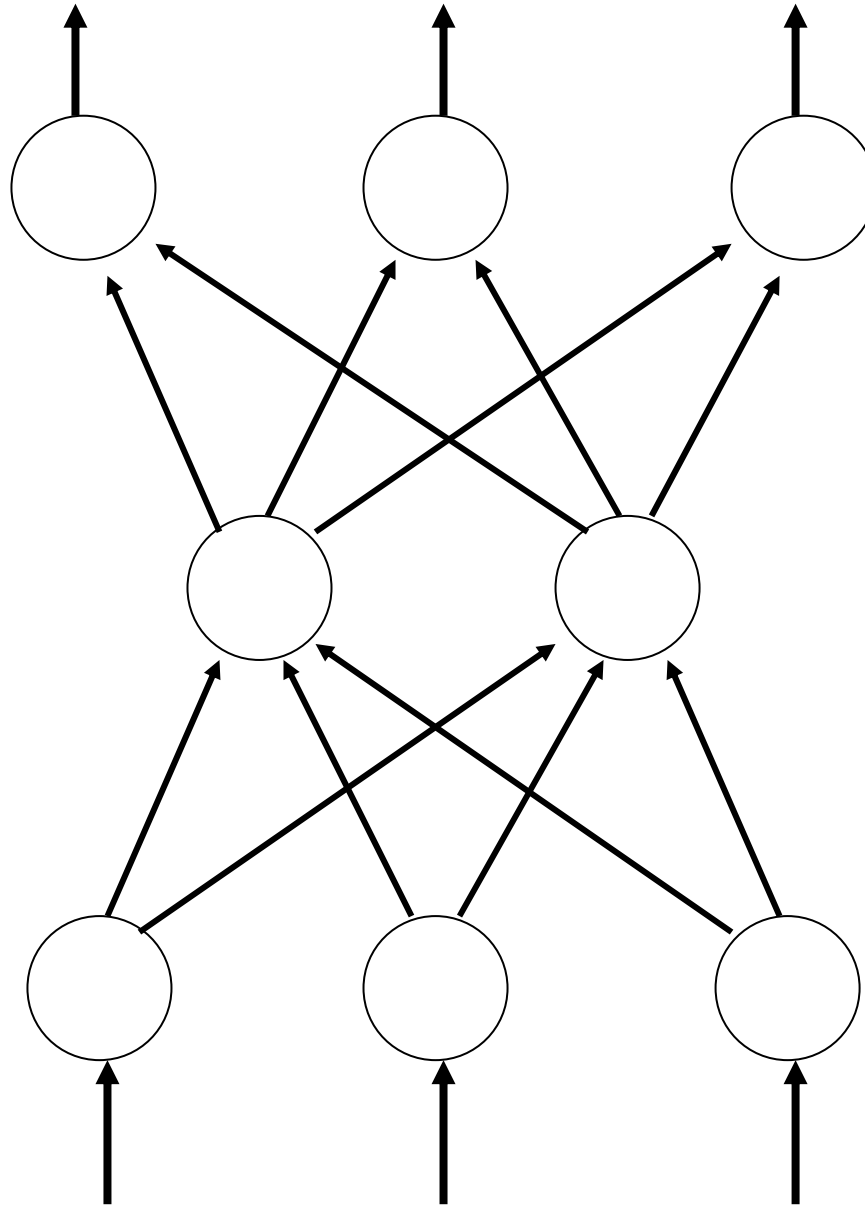


vai avanti o gira

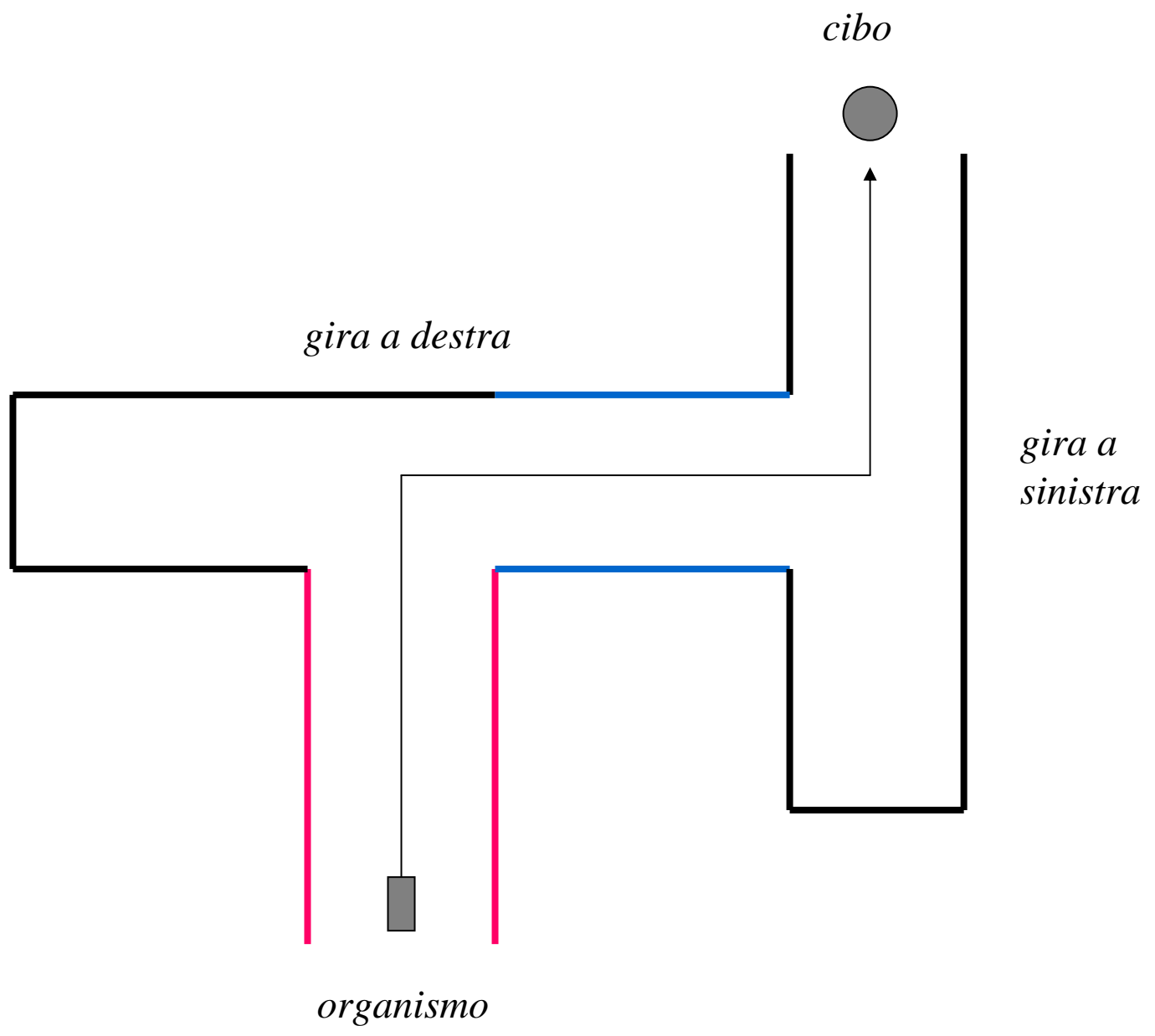
unita' di output

unita' interne

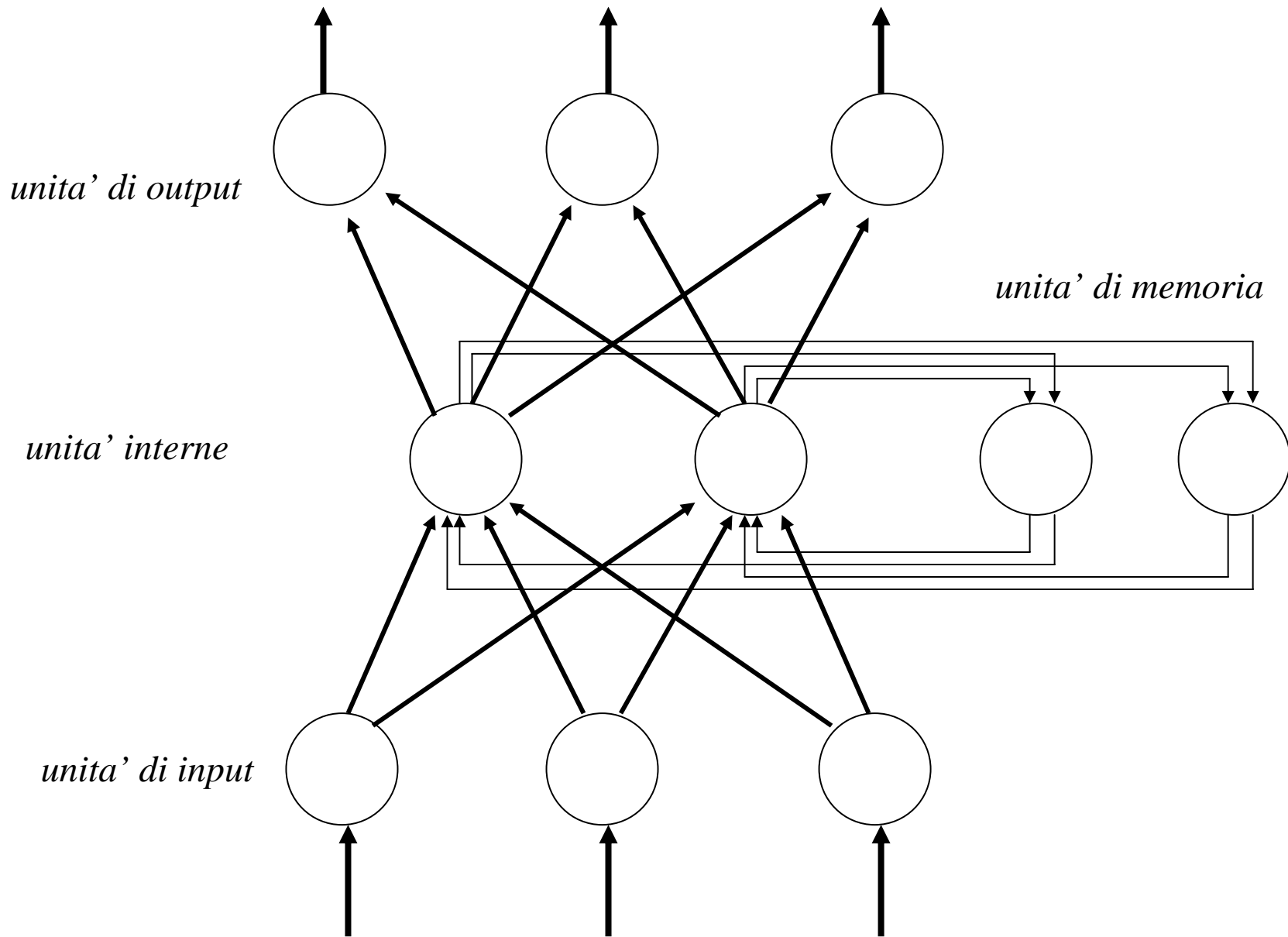
unita' di input



muro davanti?



vai avanti o gira a destra o a sinistra



muro davanti? e colore del muro laterale



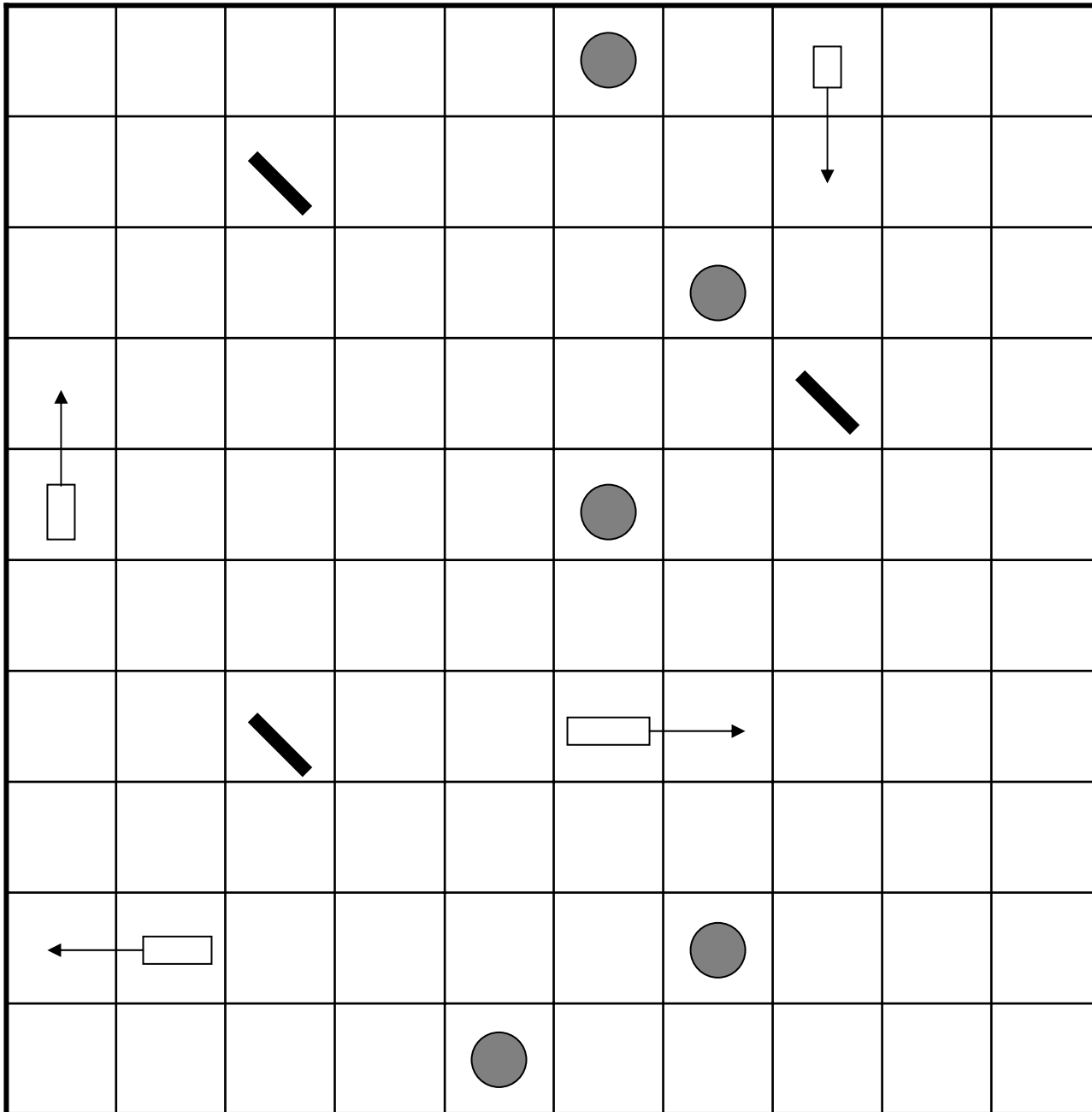
organismo



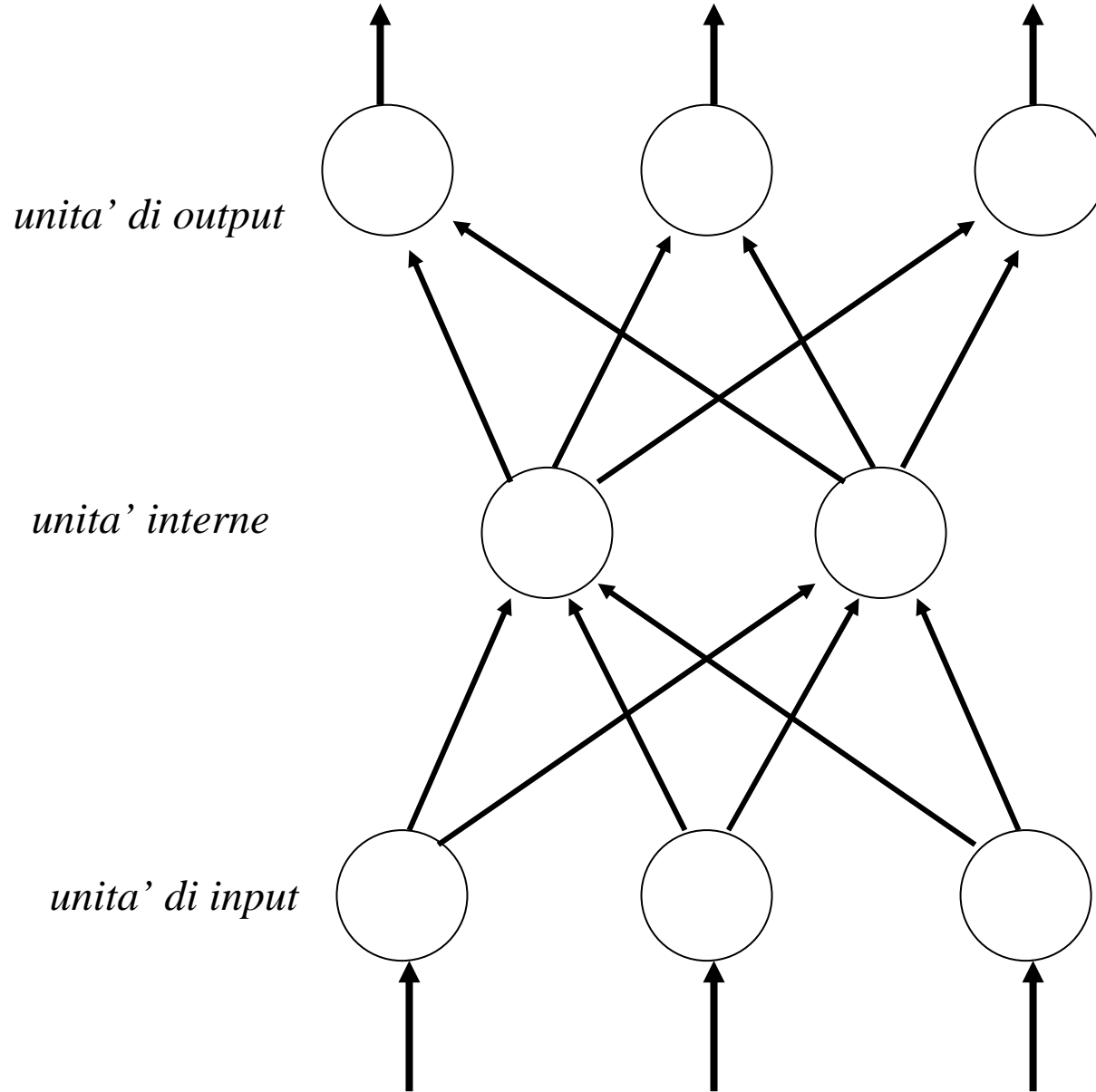
cibo



strumento



movimento nello spazio



unita' di output

unita' interne

unita' di input

posizione del cibo piu' vicino e dello strumento piu' vicino



organismo

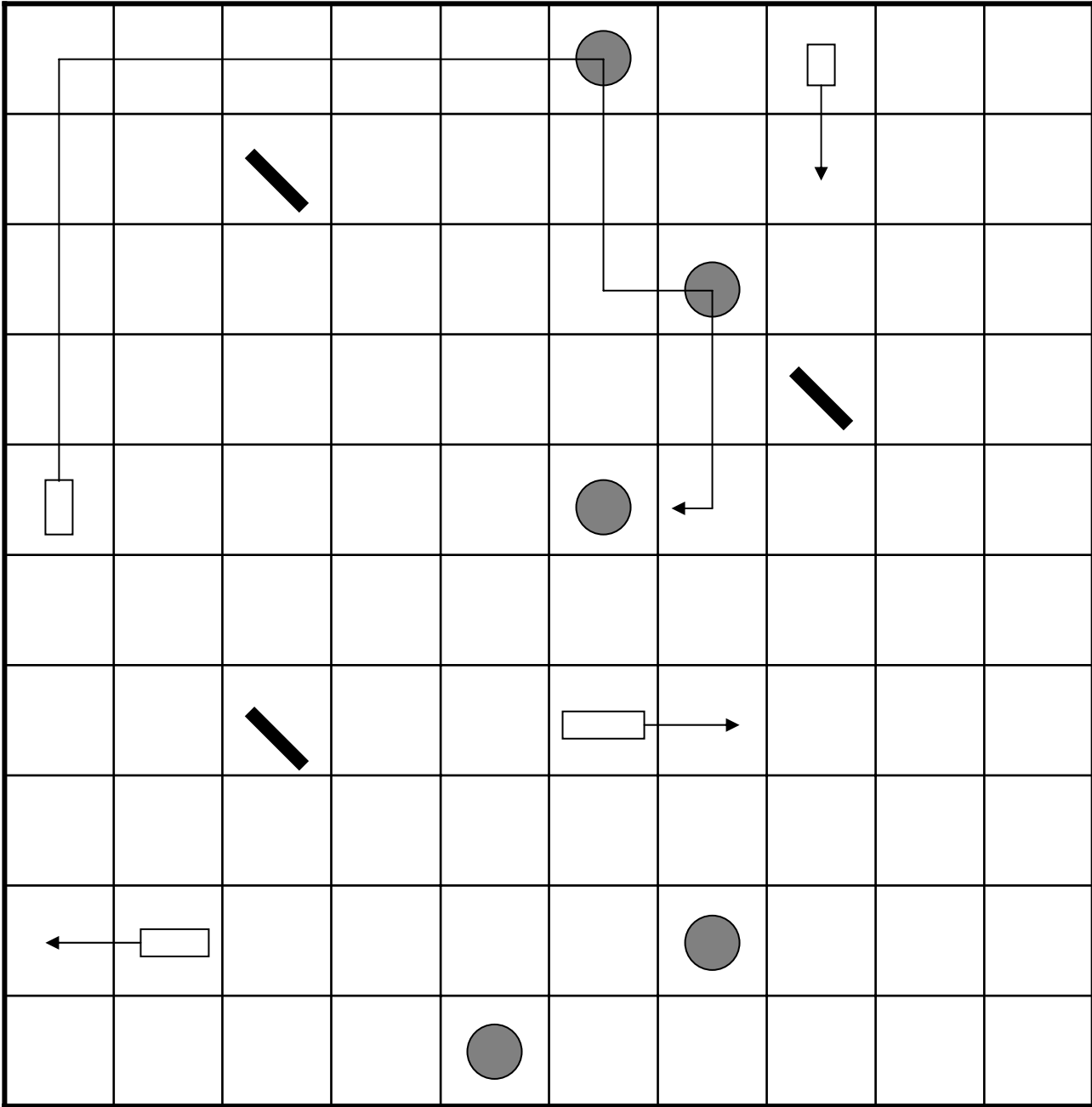


cibo



strumento

*inizio
simulazione*





organismo

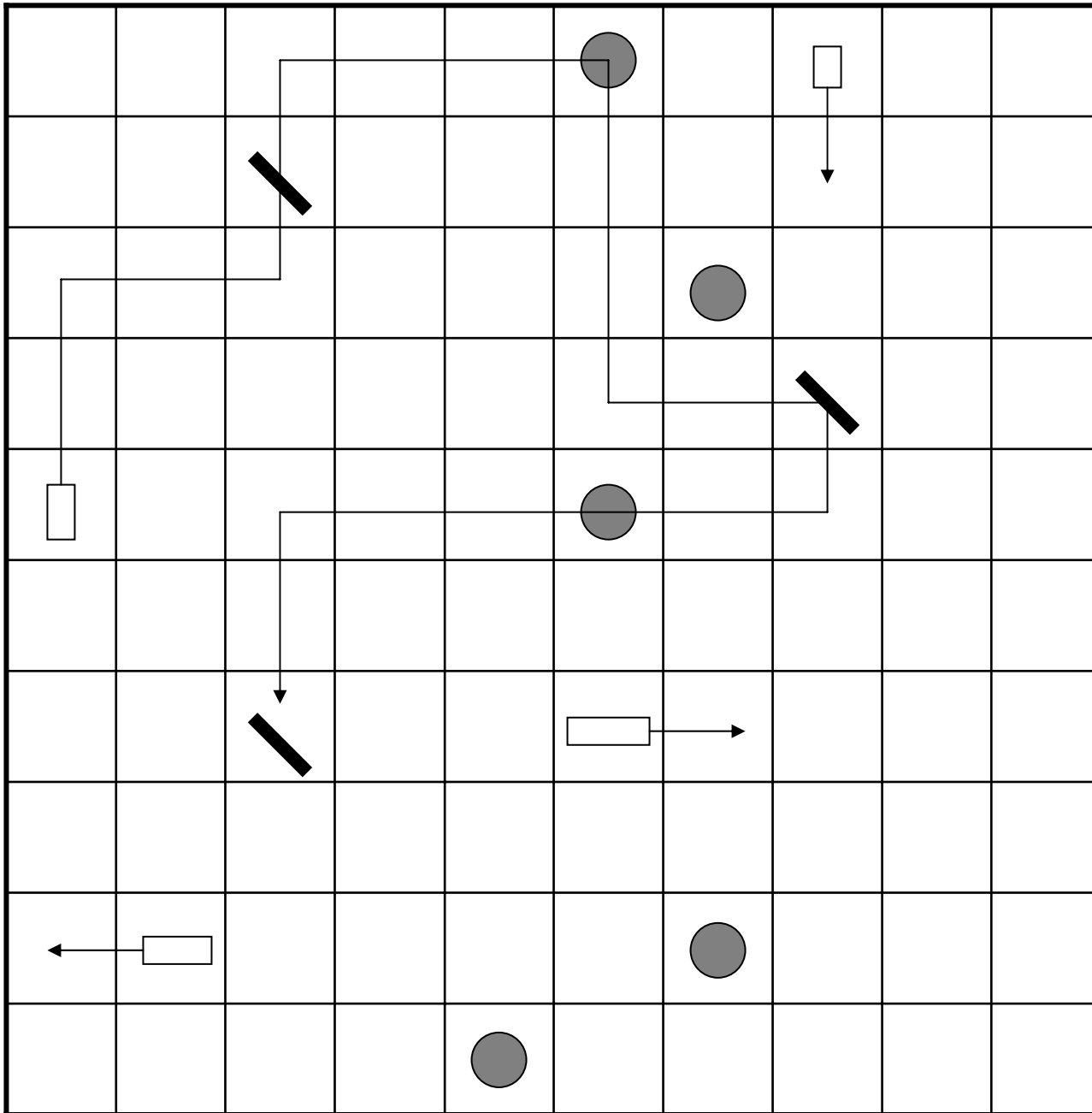


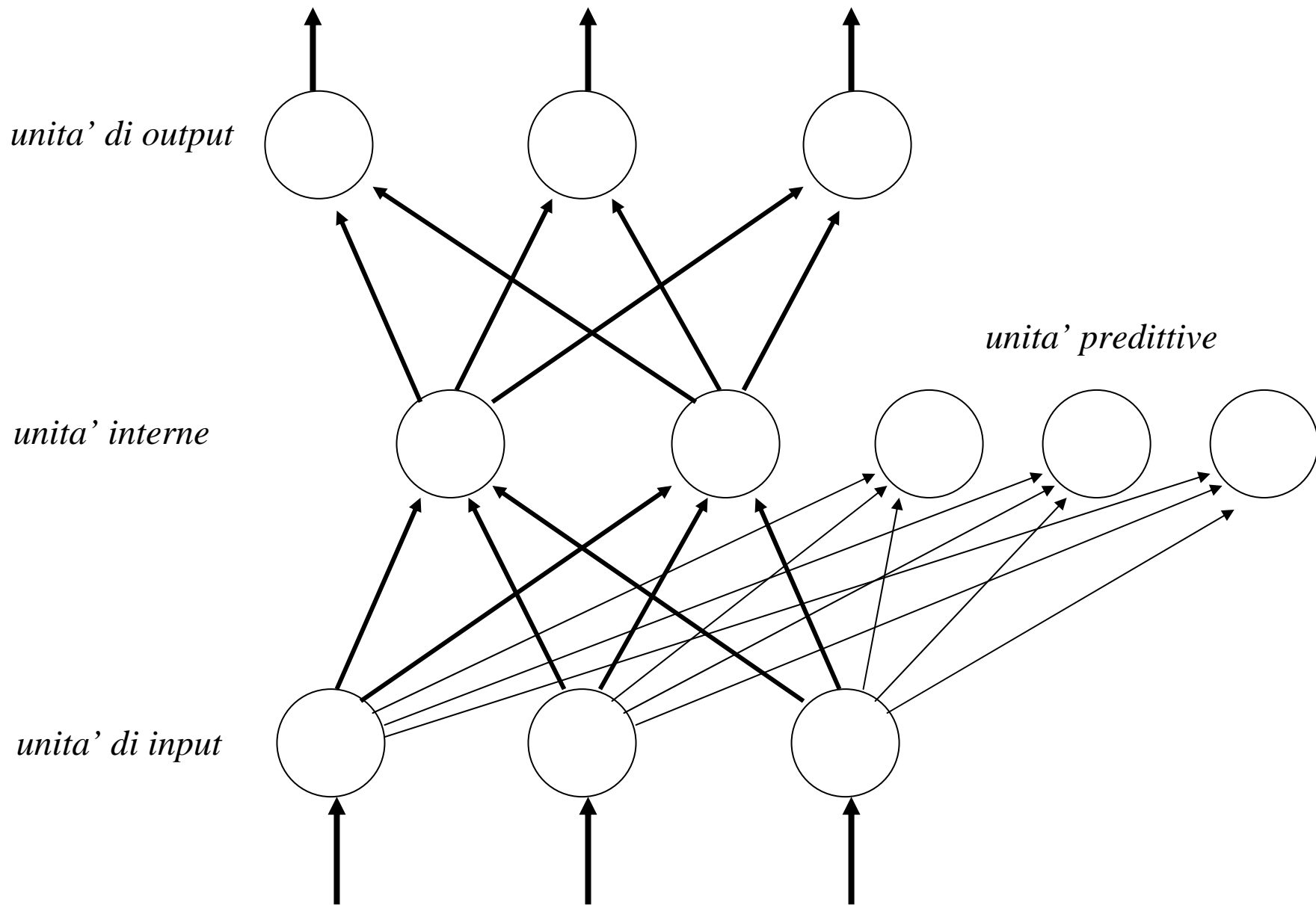
cibo

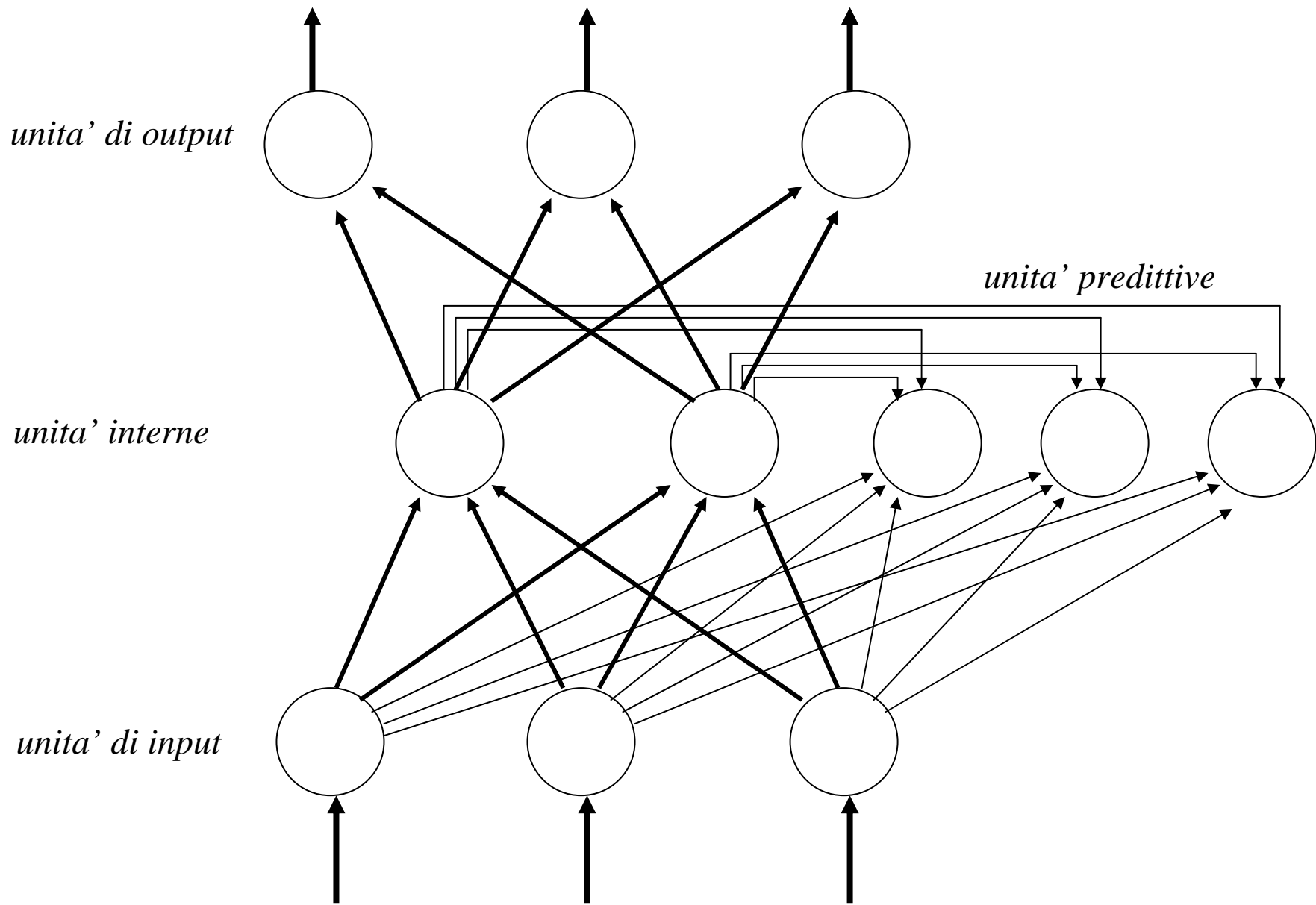


strumento

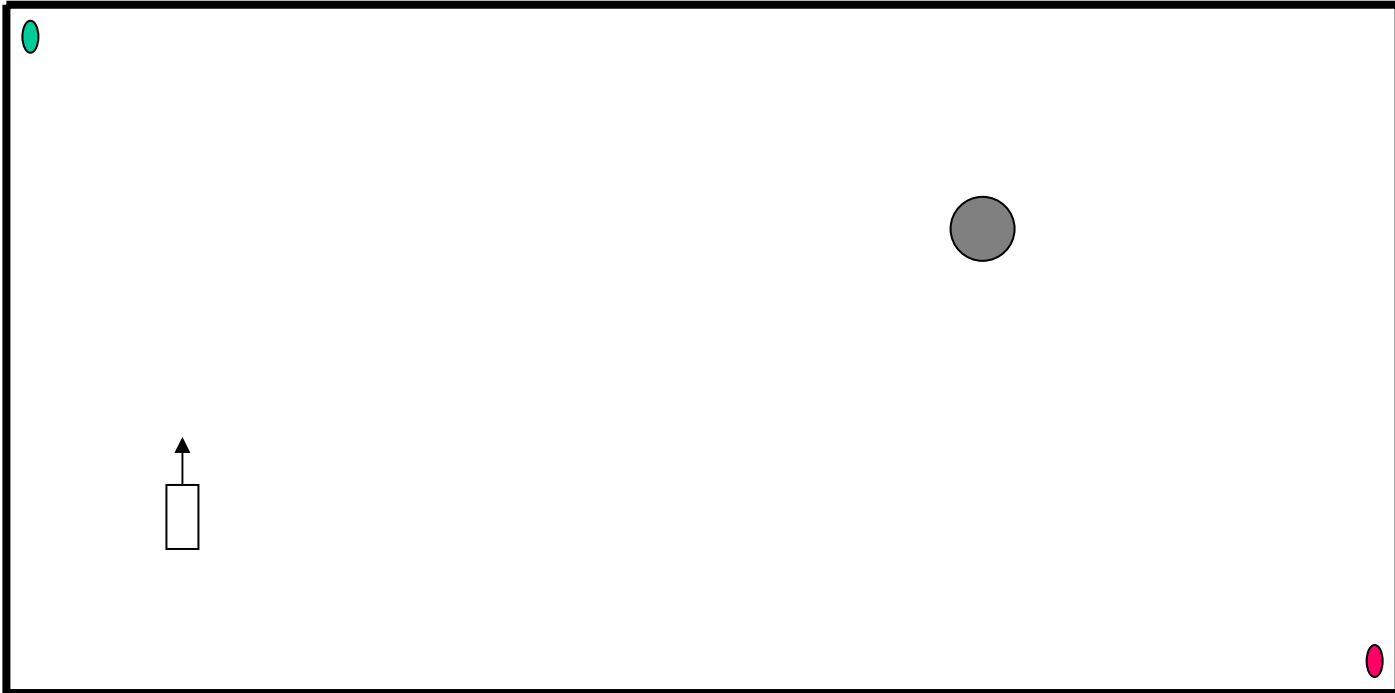
fine
simulazione







primo landmark



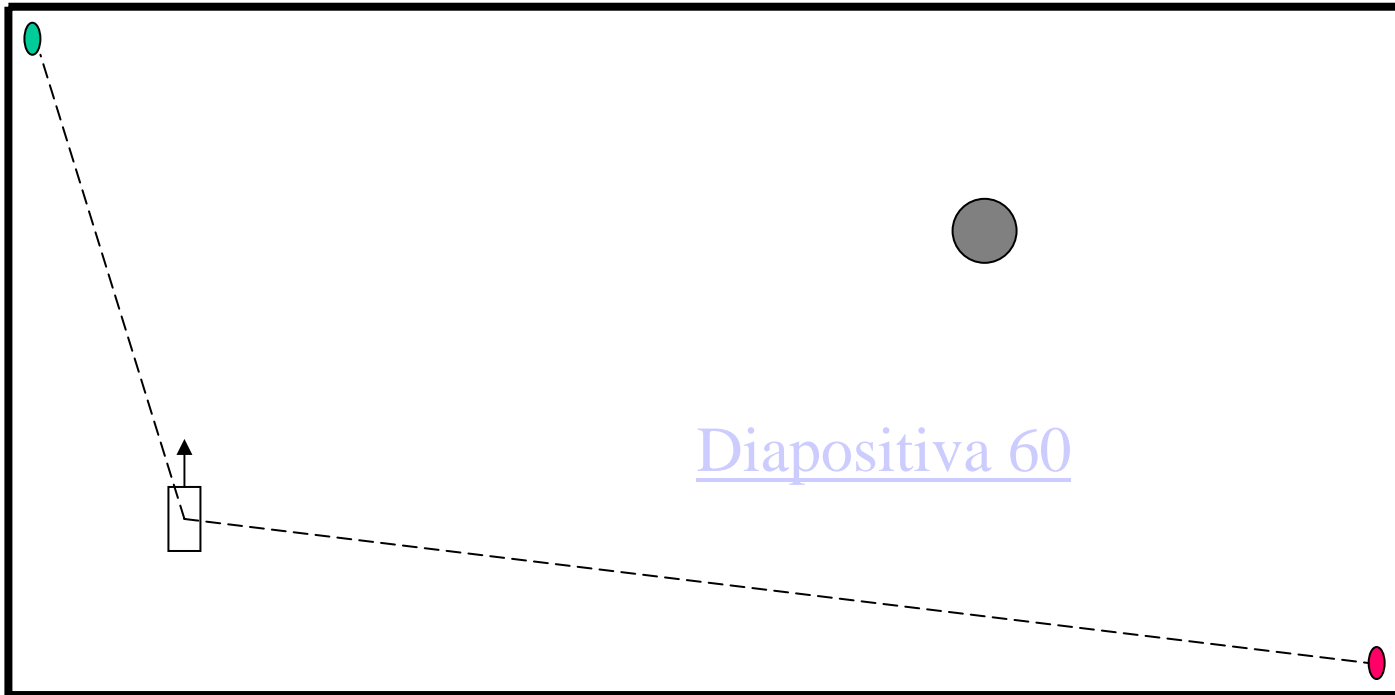
cibo



organismo

secondo landmark

primo landmark



Diapositiva 60



cibo



organismo

secondo landmark

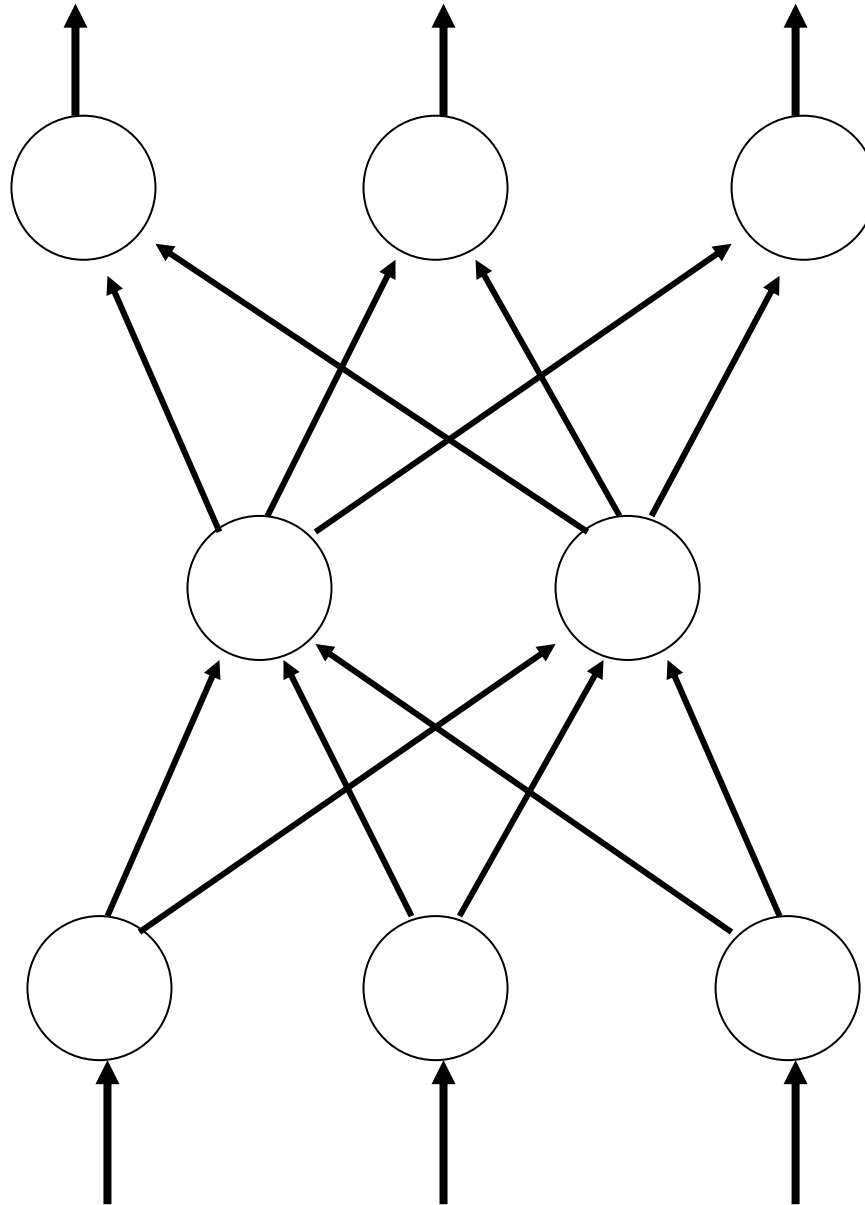
movimento nello spazio

unita' di output

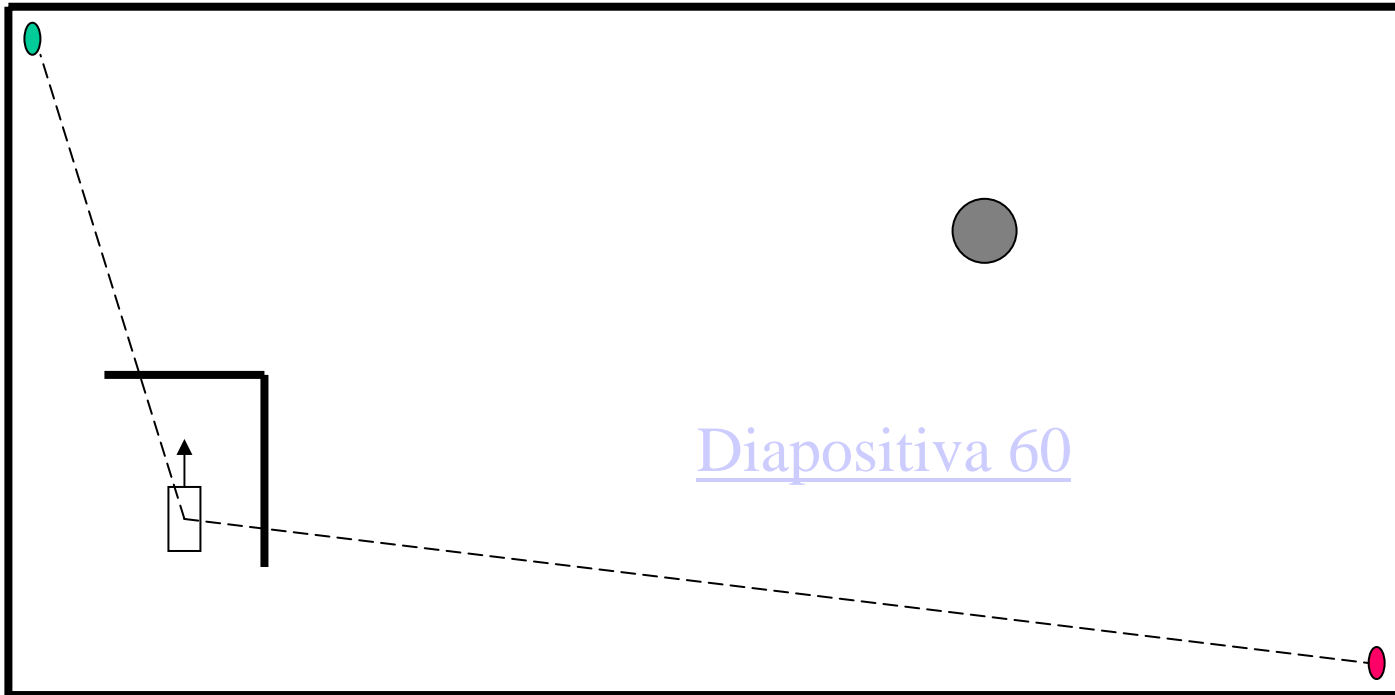
unita' interne

unita' di input

posizione rispetto al primo e al secondo landmark



primo landmark



Diapositiva 60

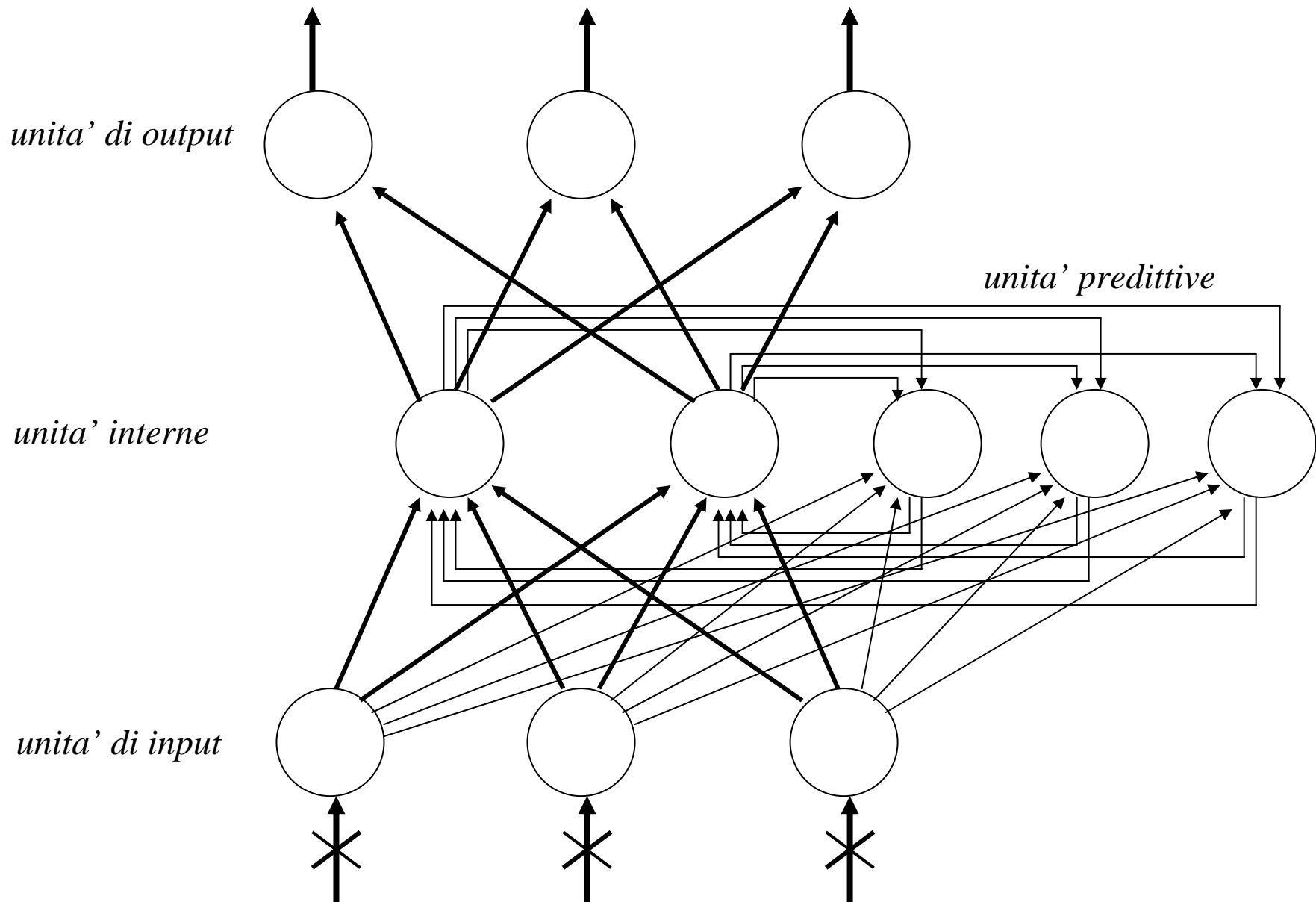


cibo



organismo

secondo landmark



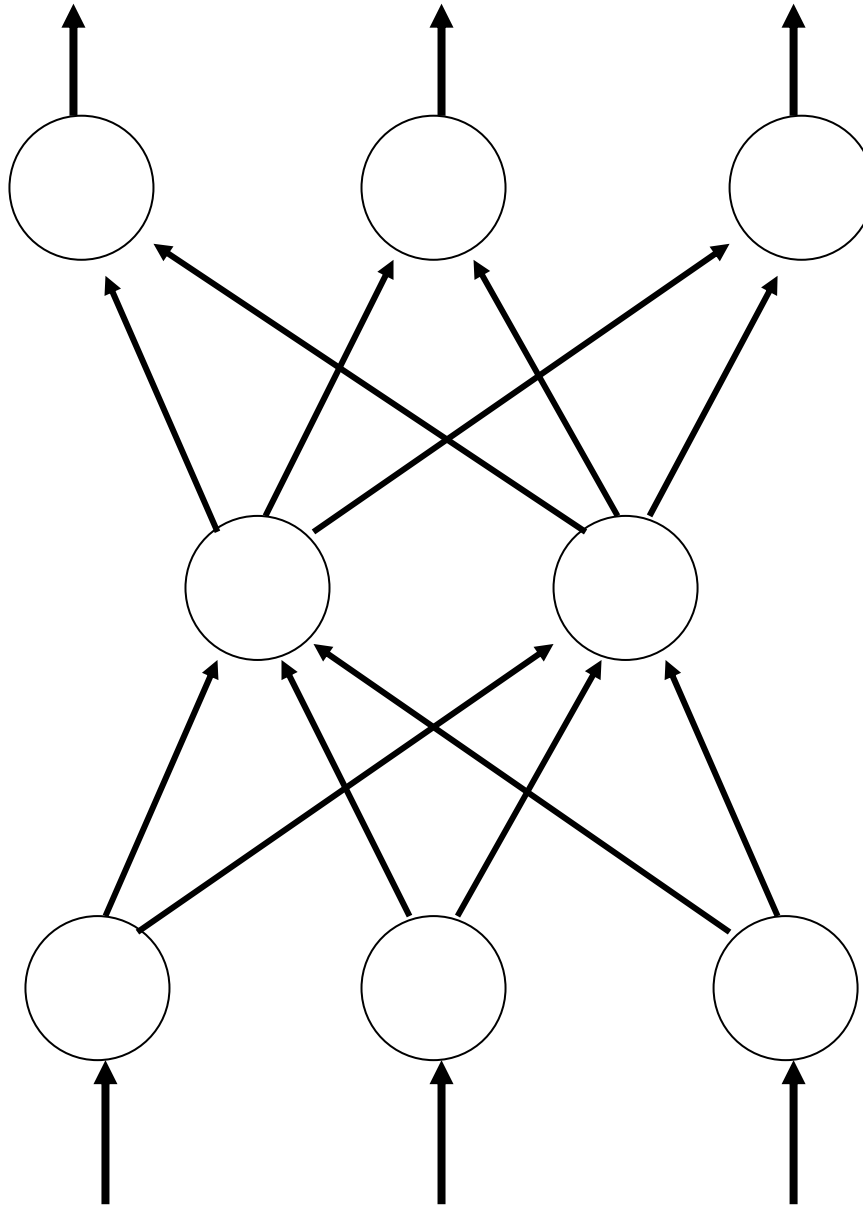
forza del lancio

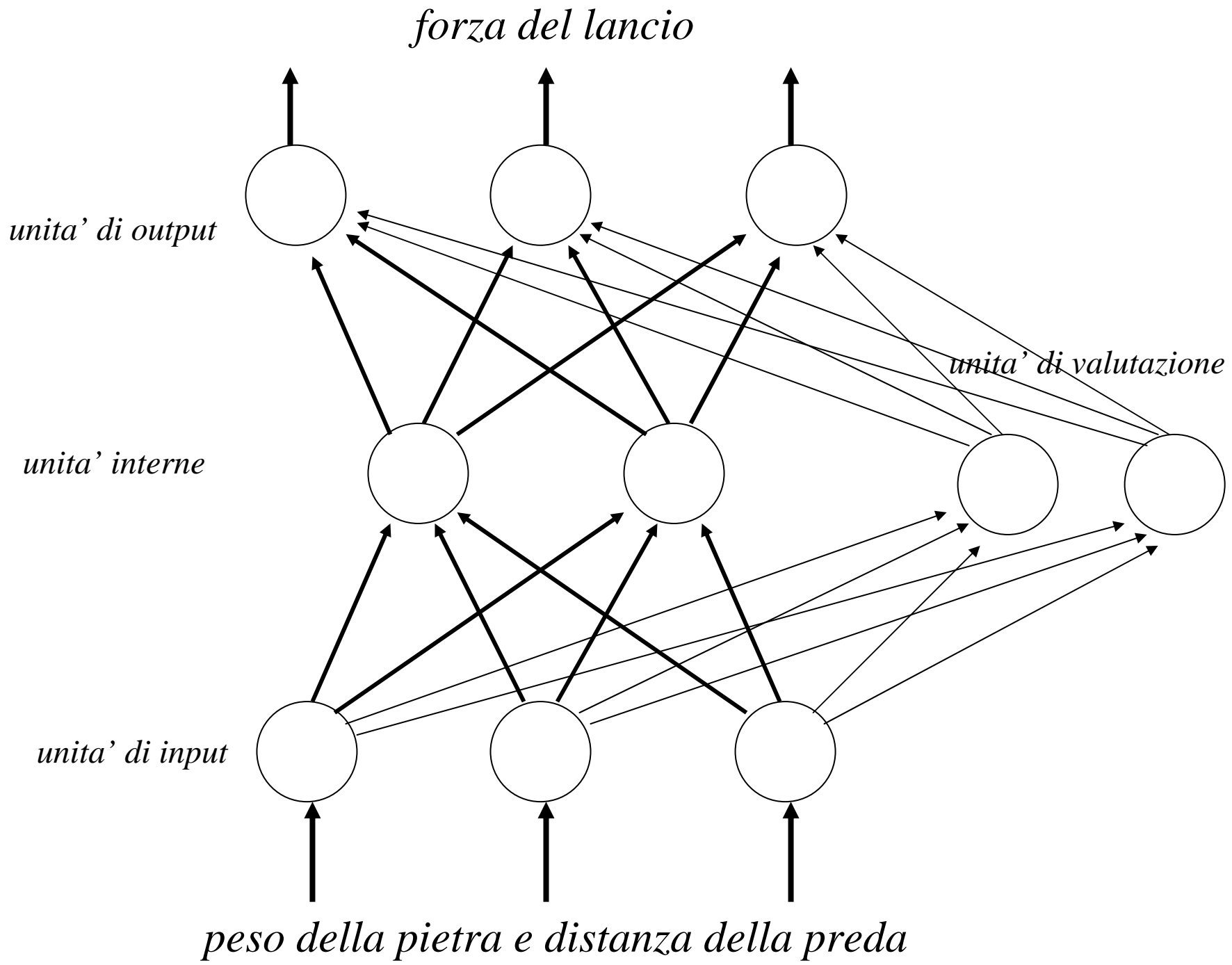
unita' di output

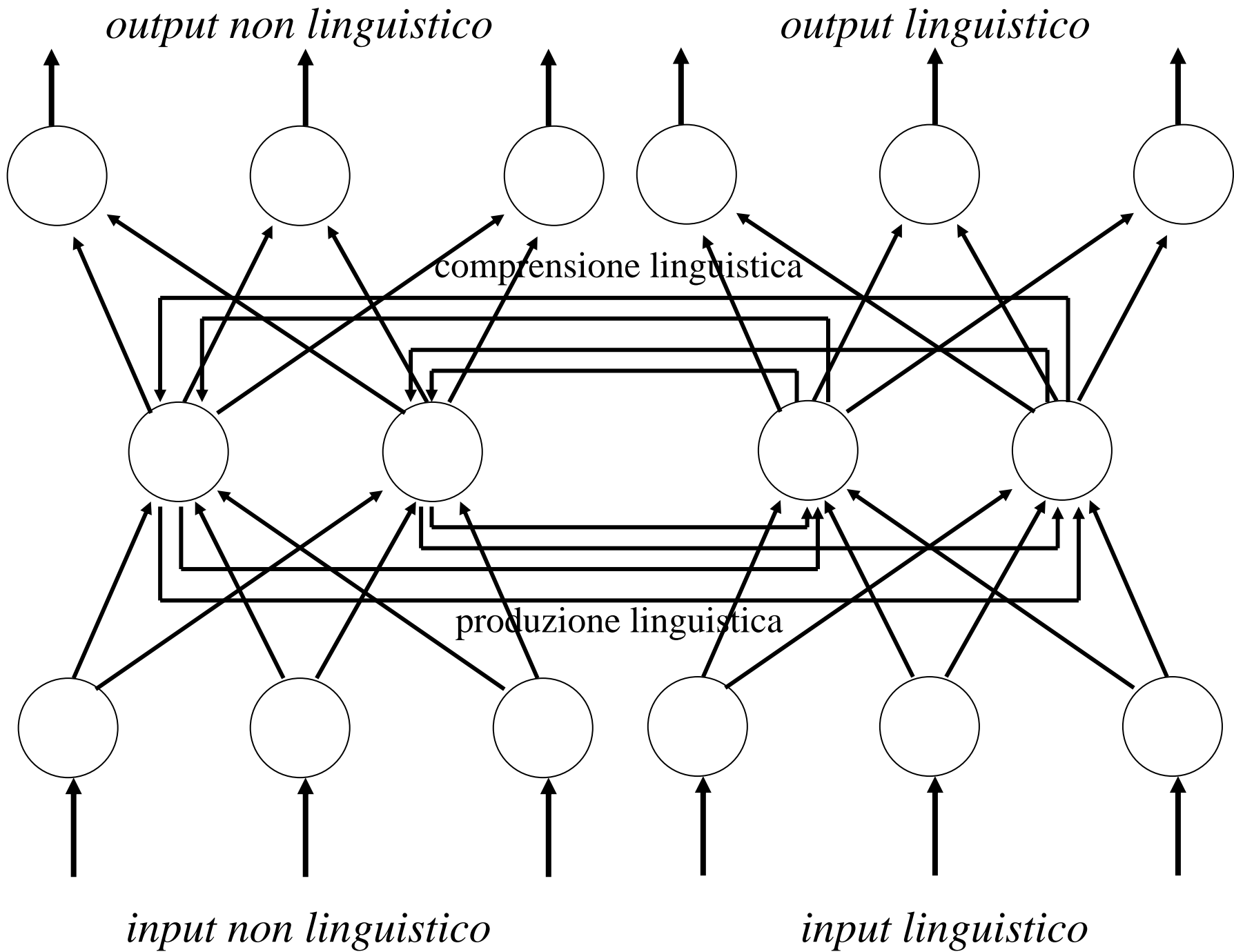
unita' interne

unita' di input

peso della pietra e distanza della preda







- Usare le reti neurali come modelli teorici per spiegare il comportamento e la vita mentale ha due vantaggi
- I dati empirici che possono essere usati per validare questi modelli teorici non sono più solo quelli del comportamento (psicologia) ma anche quelli del cervello, ad esempio le neuroimmagini (neuroscienze)
- I modelli teorici hanno una più ampia e più forte base empirica con cui confrontarsi
- Si elimina la divisione disciplinare tra la psicologia e le neuroscienze

- Ma il vantaggio principale dal punto di vista del problema da cui siamo partiti, cioè completare la rivoluzione iniziata dalla psicologia, è che le reti neurali forniscono un vocabolario teorico migliore di quello tradizionale derivato dalla filosofia e dalla vita di tutti i giorni
- Unità, connessione, livello di attivazione di un'unità, peso di una connessione, pattern di attivazione di un insieme di unità, architettura delle connessioni, e una serie di operazioni matematiche su questi concetti
- Il nostro compito rispetto al vecchio vocabolario teorico della psicologia è cercare di tradurlo nel nuovo vocabolario delle reti neurali, se questo è possibile
- E, se non è possibile, abbandonarlo