

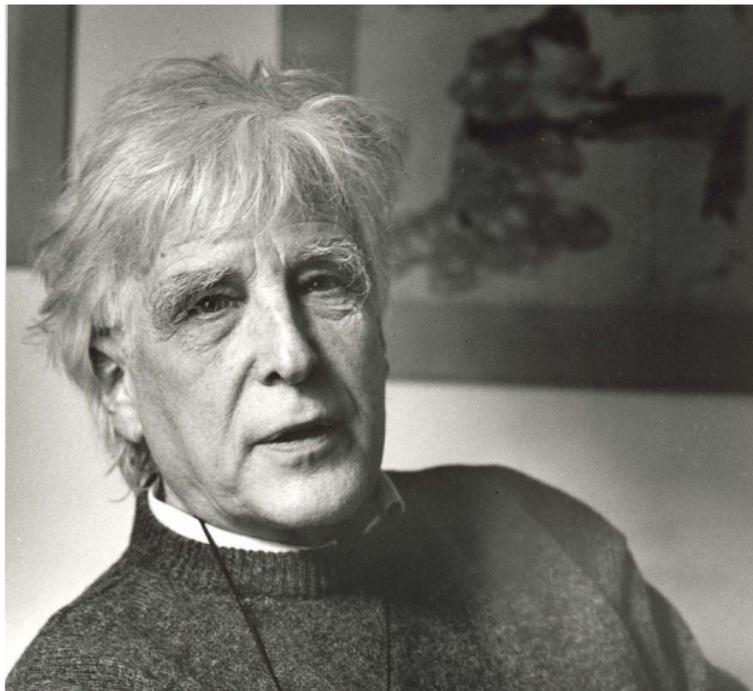
I veicoli pensanti di Valentino Braitenberg

Edmondo Trentin (DIISM)

Castel San Zeno (Zenoburg), Merano

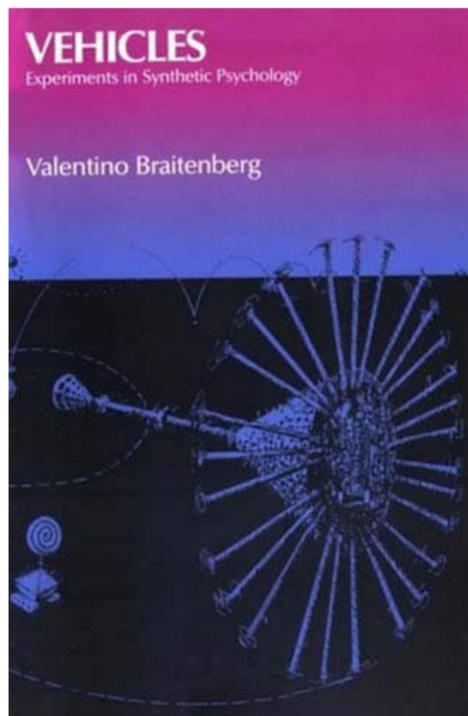


Valentino Braitenberg



Valentin von Braitenberg (1926-2011)

Vehicles: Experiments in Synthetic Psychology (1984)



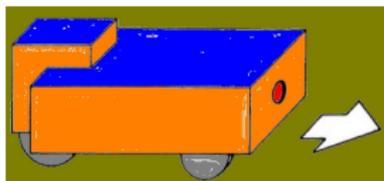
Trad. italiana: "I veicoli pensanti", Garzanti.

“Per togliersi di mente il problema della mente”

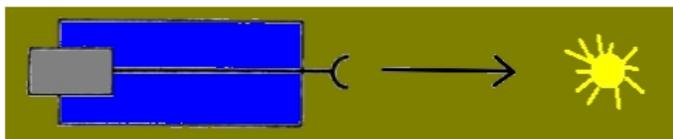
- ▶ “Mi è capitato, mentre contavo le fibre del secondo ganglio visivo della mosca, o le sinapsi nella corteccia cerebrale del topo, di accorgermi che (...) le difficoltà che avevo incontrato nei primi miei ingenui contatti con il problema filosofico della mente, andavano scomparendo” (V, Braitenberg)
- ▶ Costruiremo giocattoli (i **veicoli**) con una struttura interna semplicissima.
 - ▶ Ne osserveremo il **comportamento nel loro ambiente** naturale;
 - ▶ in modo spontaneo, useremo termini della psicologia per descriverlo.
- ▶ I veicoli si possono pensare come scatolotti muniti di motori e ruote che si muovono sulla superficie di un pianeta
- ▶ Essi sono introdotti come un particolare tipo di **agente stimolo-risposta**.

Veicolo 1: il vagabondo

Ha un solo sensore, collegato a un'unica ruota posteriore motorizzata. Se non riceve stimoli, resta in quiete:



Al comparire di uno stimolo (es. sorgente luminosa) la risposta è quella di azionare il motore che fa girare la ruota, tanto più velocemente quanto maggiore è lo stimolo:

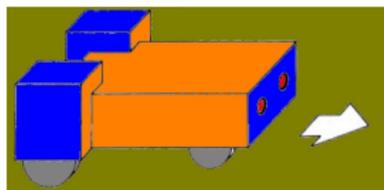


Procede in linea retta, a meno di asperità del terreno. Se lo stimolo svanisce il veicolo continua a vagare (se l'attrito è nullo) o rallenta fino a fermarsi (se ci sono attriti).

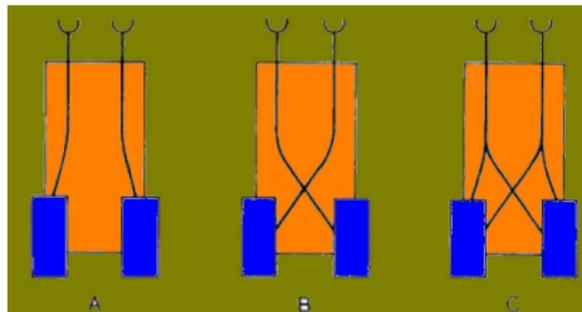
È animato da una **pulsione unica**, che ricorda la *libido* freudiana.

Veicolo 2: paura e aggressività

Ha due sensori, con due ruote posteriori motorizzate. Sembra ottenuto per una difettosa “duplicazione” del vecchio modello, come fosse formato da due Veicoli 1 affiancati:

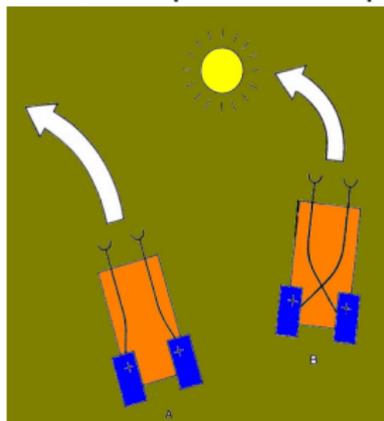


Ci sono 3 possibili schemi di connessione dei sensori ai motori:



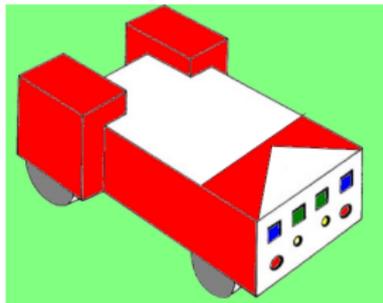
Ovviamente la variante **C** si comporta allo stesso identico modo del Veicolo 1.

Sia **A** che **B** se non ricevono stimoli restano in quiete. Al comparire di uno stimolo si muovono, comportandosi però in modo diverso:

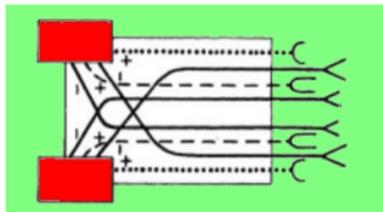


- **A** accelera, ruota dalla parte opposta alla sorgente, poi rallenta e si ferma dando le spalle alla luce. Si comporta come fosse **pauroso**, si allontana fino a non vedere più il “pericolo”
- **B** accelera, punta la sorgente e le si scaglia contro. È **aggressivo**.
- Entrambi sono fundamentalmente animati dalla stessa **pulsione unica** del Veicolo 1, che a causa delle diverse architetture interne produce però comportamenti diversi.

La variante **C** del Veicolo 3 comprende molti sensori sensibili a stimoli diversi (luce, temperatura, concentrazione di ossigeno o di sostanza organica):



Le connessioni interne sono dirette o incrociate, eccitatorie o inibitorie:



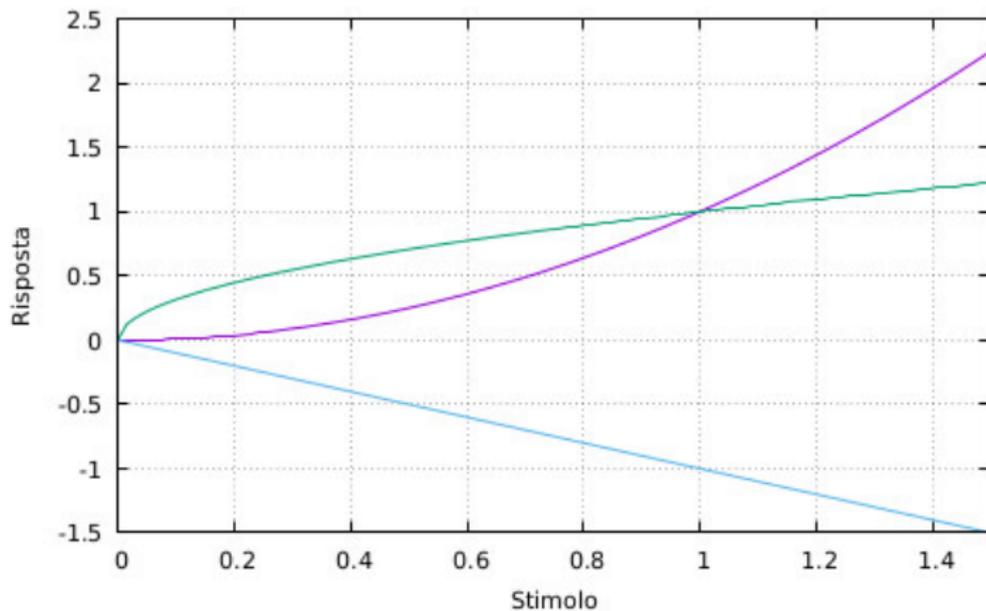
Un osservatore esterno è impressionato dalla gamma di comportamenti esibiti dal veicolo.

Comportamento del veicolo 3C:

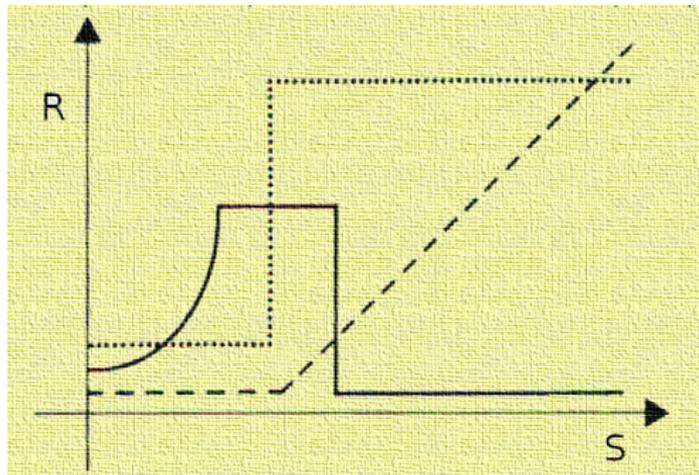
- ▶ “un veicolo (...) che non ama le alte temperature, e che quindi si allontana dai posti caldi, e che sembra inoltre odiare ancora più fortemente le lampadine accese, dal momento che ci corre contro e le distrugge. Sembra preferire piuttosto un ambiente ben ossigenato e contenente molecole organiche, dal momento che ci passa la maggior parte del suo tempo e ha l’abitudine di spostarsi quando la quantità di materia organica e specialmente la quantità di ossigeno diminuisce” (*ibidem*)
- ▶ appare dunque chiaro come **3C** abbia un **sistema di valori**
- ▶ appare altresì chiaro come **3C** possieda **conoscenze**:
 - “sa” distinguere tra lampadine accese e spente
 - “sa” che le lampadine accese vanno eliminate perché col loro calore esse aumentano la temperatura, rendendo invivibile l’ambiente
 - “sa” di necessitare di ossigeno e materia organica, che infatti va cercando quando scarseggiano.

Veicolo 4: istinti, decisioni e volontà

Finora si è assunta una **relazione continua e monotona** (crescente o decrescente) tra stimoli e risposte:



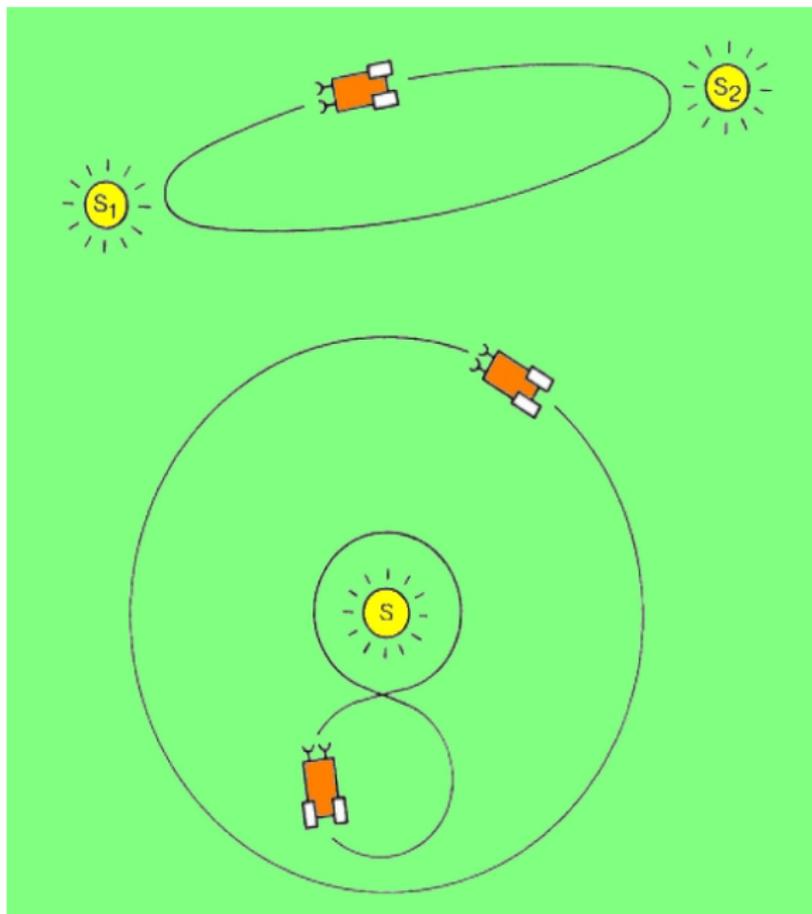
Il Veicolo 4 ha invece un'architettura identica a quella del Veicolo 3C ma, oltre alle connessioni monotone (dirette o incrociate, eccitatorie o inibitorie) consente anche arbitrarie **relazioni stimolo-risposta discontinue e non-monotone**:



incluse quelle **a gradino** tipiche delle threshold logic unit.

Esercizio: immagina la varietà di comportamenti complessi e “inspiegabili” dei veicoli di tipo 4 in un ambiente articolato e ricco di stimoli diversi e cangianti.

Eccone alcuni esempi:



Osservando queste macchine dall'esterno (se non le avessimo costruite noi) concluderemmo che:

- ▶ sono troppo **complesse** per comprenderle fino in fondo
- ▶ hanno **istinti**; guarda come fuggono quando sentono un certo odore in lontananza e come si avventano sulla preda quando ne sentono un altro in prossimità
 - ▶ *(e come diavolo avrà fatto madre natura a instillare istinti nei cervelli?!)*
- ▶ a volte, prima di muoversi, sembrano *riflettere* (finché uno stimolo non supera una soglia); poi, agiscono con determinazione: sono dunque in grado di prendere **decisioni**
- ▶ questo processo decisionale non può dunque che essere la conseguenza di una loro precisa **volontà**.

Nota 1: più avanti parleremo di **libero arbitrio** nelle macchine e nell'uomo.

Nota 2: stanno iniziando ad emergere **comportamenti chiaramente "intelligenti"** (nell'accezione degli psicologi Sperimentalisti). *Esercizio: verificalo.*

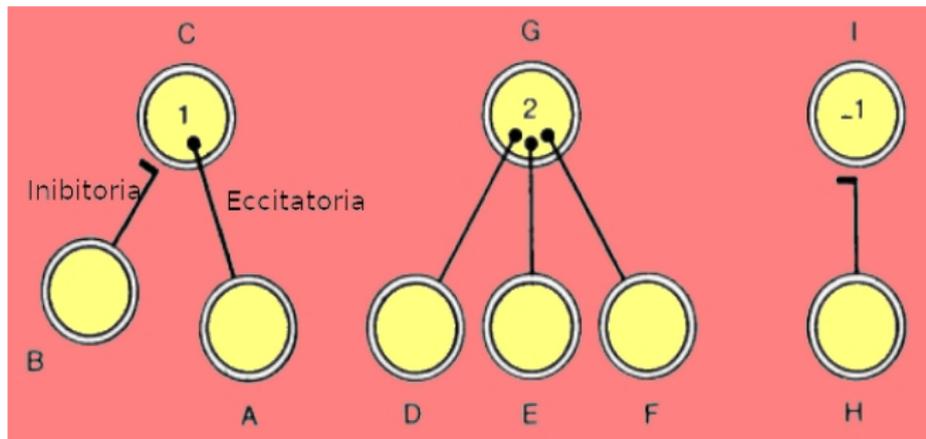
Legge della maggior fatica analitica

È più facile costruire (cioè, sintetizzare) giocattoli che si comportino in un certo modo (anche se a volte il loro comportamento risulta poi parzialmente impreveduto alla prova dei fatti) di quanto non sia capire dai loro comportamenti (cioè, analizzare) come essi siano strutturati internamente.

- ▶ L'induzione è insomma più difficile della deduzione
- ▶ Psicologicamente, il timore dell'abisso della complessità senza perimetro prestabilito che avvertiamo ci atterrisce
- ▶ Oggettivamente, molte strutture interne diverse di un dato veicolo potrebbero causare comportamenti molto simili o addirittura indistinguibili tra loro
- ▶ Per analizzare un giocattolo fino in fondo, con confidenza dell'esito, bisogna romperlo e guardare dentro come sia fatto.

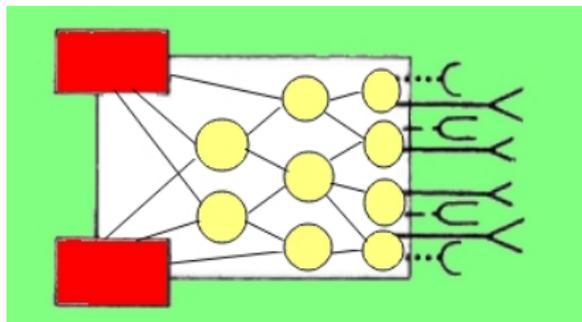
Veicolo 5: cervelli, numeri e logica

Arricchiamo la circuiteria dei veicoli introducendo **elementi a soglia** a cascata tra sensori e motori:



Essi sono una versione *naive* delle **threshold logic unit**: le connessioni in ingresso possono essere eccitatorie o inibitorie, la soglia è regolata su ciascun elemento ruotando una manopola, funzionano esattamente come le TLU.

Possiamo dotare il veicolo di un **cervello** grande a piacere e con tutte le connessioni inibitorie o eccitatorie che vogliamo:



- Esso ha facoltà **logiche** (le TLU possono calcolare qualsiasi funzione logica) e **aritmetiche** (reti di TLU hanno lo stesso potere di calcolo di un computer digitale).
- Il suo comportamento con altri veicoli presenti nel suo ambiente sarà tarato sui loro comportamenti, esibendo **capacità relazionali**.
- Potrà fare qualsiasi cosa un calcolatore possa fare, e osservandolo da fuori si resterà sbigottiti dalla sua **inesplicabile complessità interiore**.

Veicoli: demo 1

Veicoli: demo 2

Veicoli: sviluppi

Valentino Braitenberg si spinge oltre, proponendo veicoli dal cui comportamento emergono:

- i concetti
- le idee
- il pensiero
- l'egoismo e l'ottimismo.

Noi torneremo a servirvi dei meravigliosi veicoli pensanti, più avanti nel corso, per avvicinarci ad altri paradigmi fondamentali dell'IA.

Esercizio(/castigo): guarda il film trash *Screamers* di Christian Duguay (Canada - USA, 1995) FINO ALLA FINE.

Le figure presentate in queste slide, qualora non originali, sono mie elaborazioni grafiche basate sui disegni realizzati da Caterina Tosoni per la prima edizione italiana de *I veicoli pensanti*, Garzanti (1984).