

Psiche e complessità

4. L'approccio *bottom-up* ai problemi

Complessità della mente



FENOMENI LINEARI (LOGICA, RAZIONALITA',
CONTENUTI ESPLICITI)

FENOMENI NON LINEARI
(ASSOCIAZIONI
ANALOGICHE,
CONTENUTI IMPLICITI)

Complessità del software



*PROGRAMMI NON LINEARI (RETI NEURALI,
AUTOMI CELLULARI, VITA ARTIFICIALE)*

*PROGRAMMI LINEARI
(TUTTI QUELLI
“TRADIZIONALI”)*

Complessità: perché?

- **Data la superiorità dei sistemi complessi (naturali) nell'affrontare e risolvere i problemi complessi, i ricercatori stanno studiando modelli e programmi (artificiali) con caratteristiche e prestazioni simili a quelle dei sistemi complessi**

Complessità: perché?

- I programmi sviluppati finora se la cavano molto meglio dei programmi tradizionali
- *Ma i problemi complessi che sono in grado di affrontare sono di una complessità infima rispetto a quella dei problemi complessi reali*

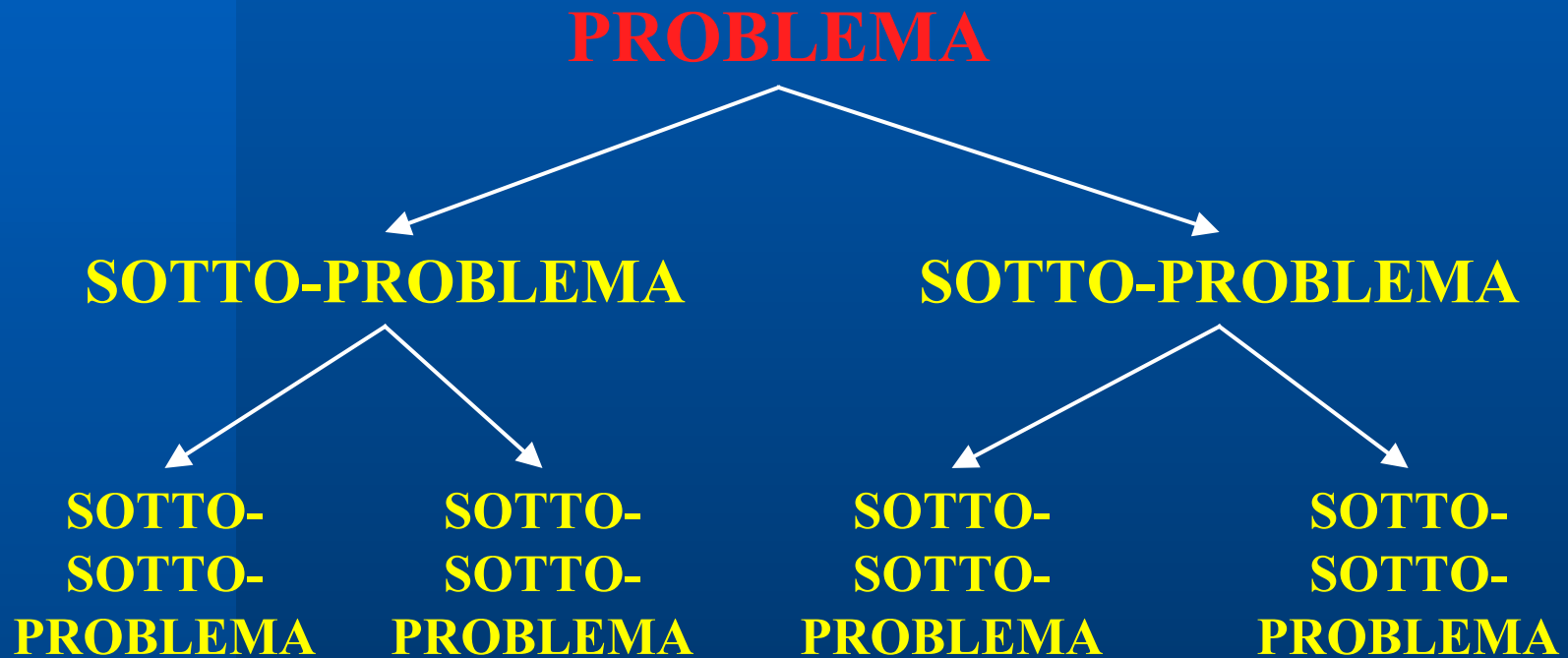
Complessità: perché?

- **Oggi cercheremo di capire meglio in che senso i sistemi complessi (naturali o artificiali) sono nettamente superiori ai sistemi complicati nell'affrontare e risolvere problemi complessi**

Complessità: perché?

- Chiamiamo “**approccio dall’alto**” (*top-down*) lo stile di *problem solving* tipico dei sistemi complicati
- Chiamiamo “**approccio dal basso**” (*bottom-up*) lo stile di *problem solving* tipico dei sistemi complessi

Approccio dall'alto



Approccio dall'alto

- **Sotto-problema 1**
 - **Sotto-sottoproblema 1.1**
 - **Sotto-sottosottoproblema 1.1.1**
 - ...
 - **Sotto-sottoproblema 1.2**
 - **Sotto-sottosottoproblema 1.2.1**
 - ...
- **Sotto-problema 2**
- ...

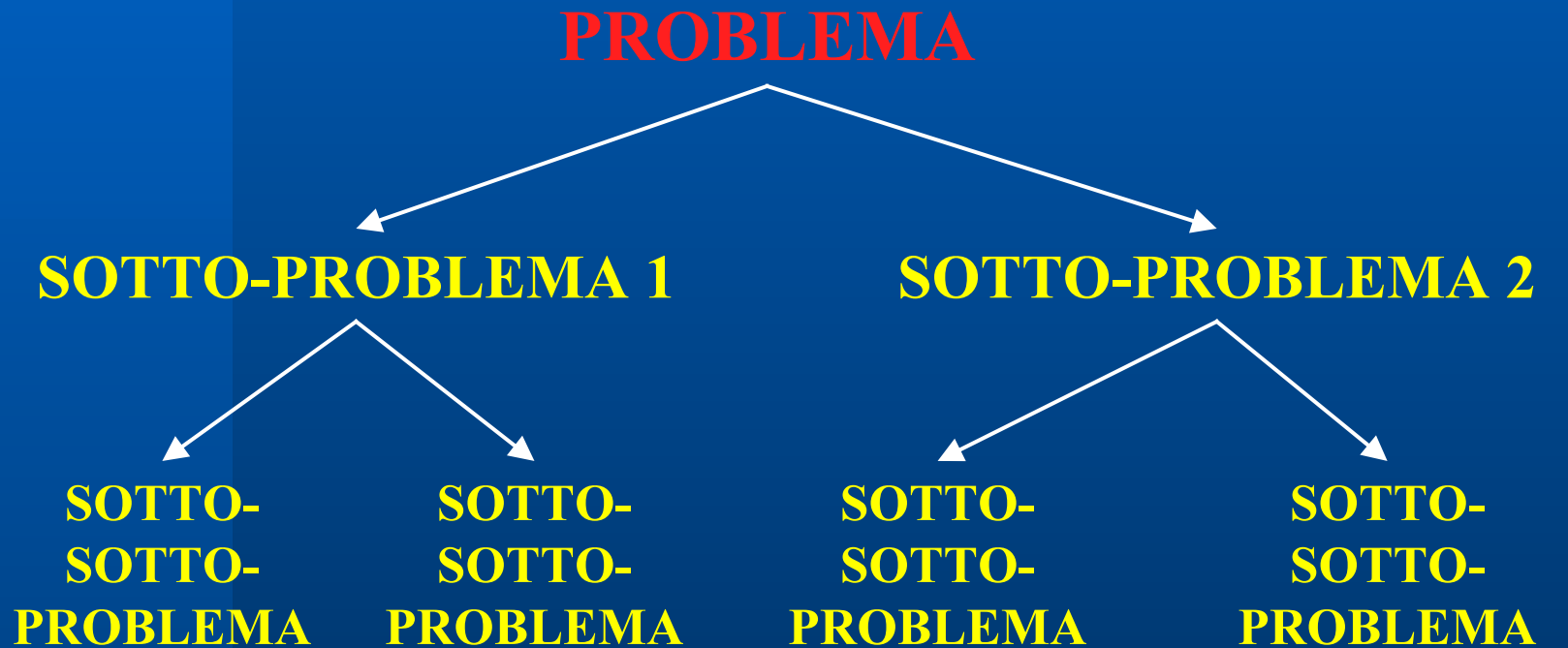
Approccio dall'alto

- Una volta scomposto il problema nelle sue componenti più semplici, un “**agente**” (elaboratore, processore) risolve sequenzialmente (cioè linearmente) i vari sotto-problemi fino alla soluzione del problema iniziale

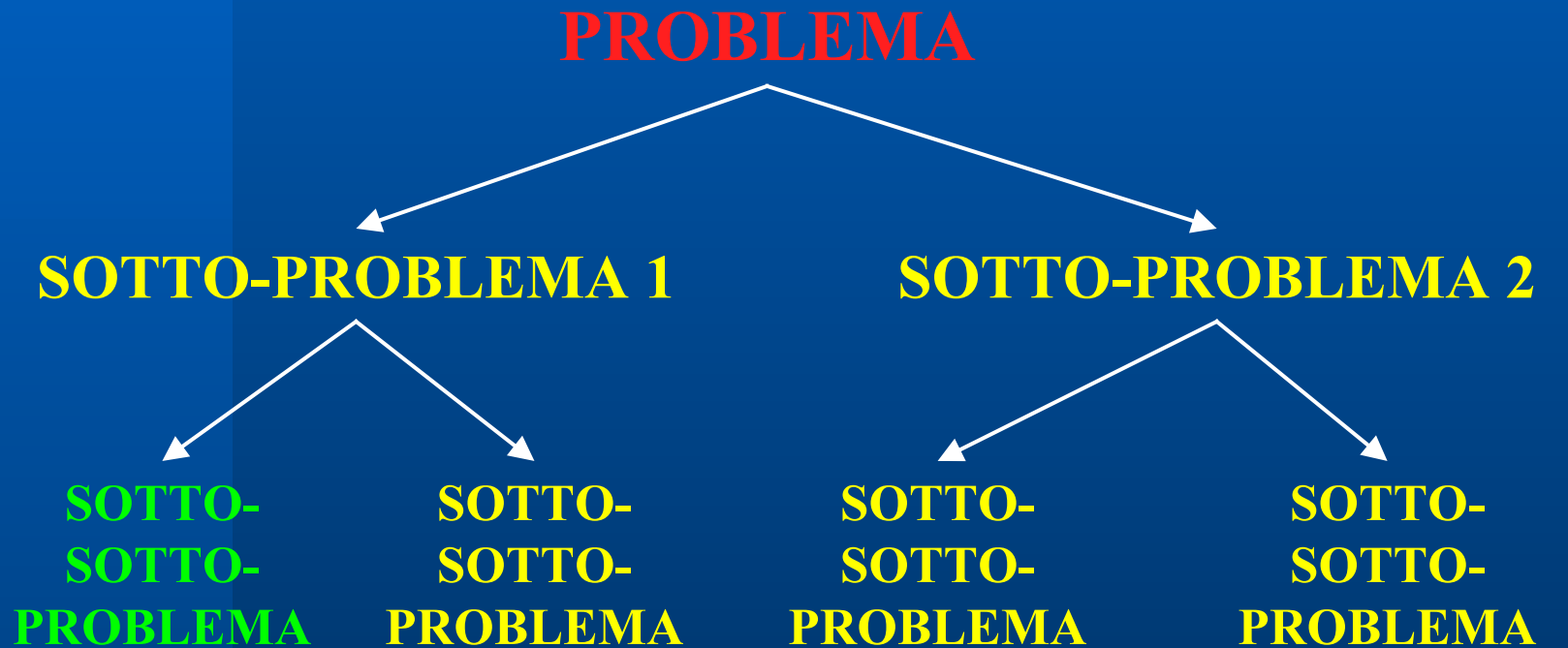
Approccio dall'alto

- **Con l'approccio dall'alto si arriva a una soluzione del problema che, se non si sono commessi errori, è l'unica corretta oppure, se non è l'unica, è la migliore**

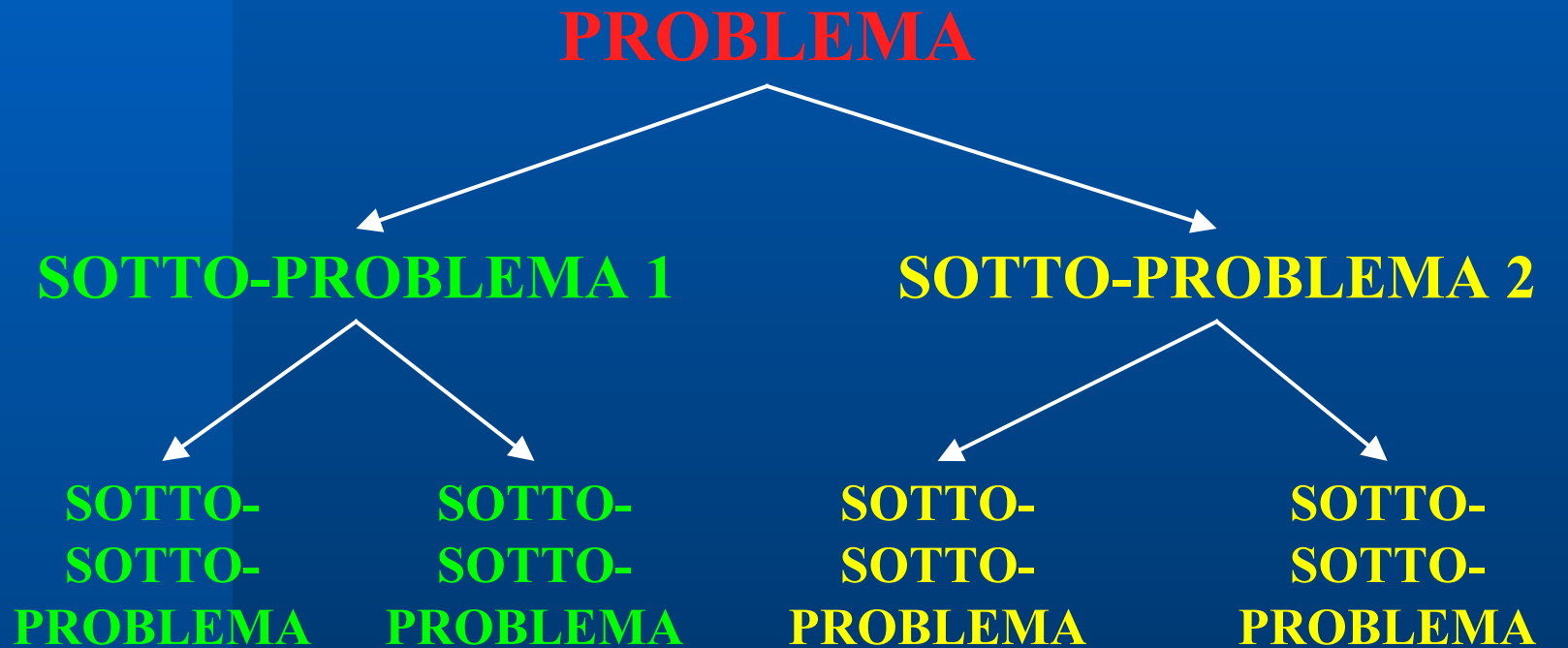
Approccio dall'alto



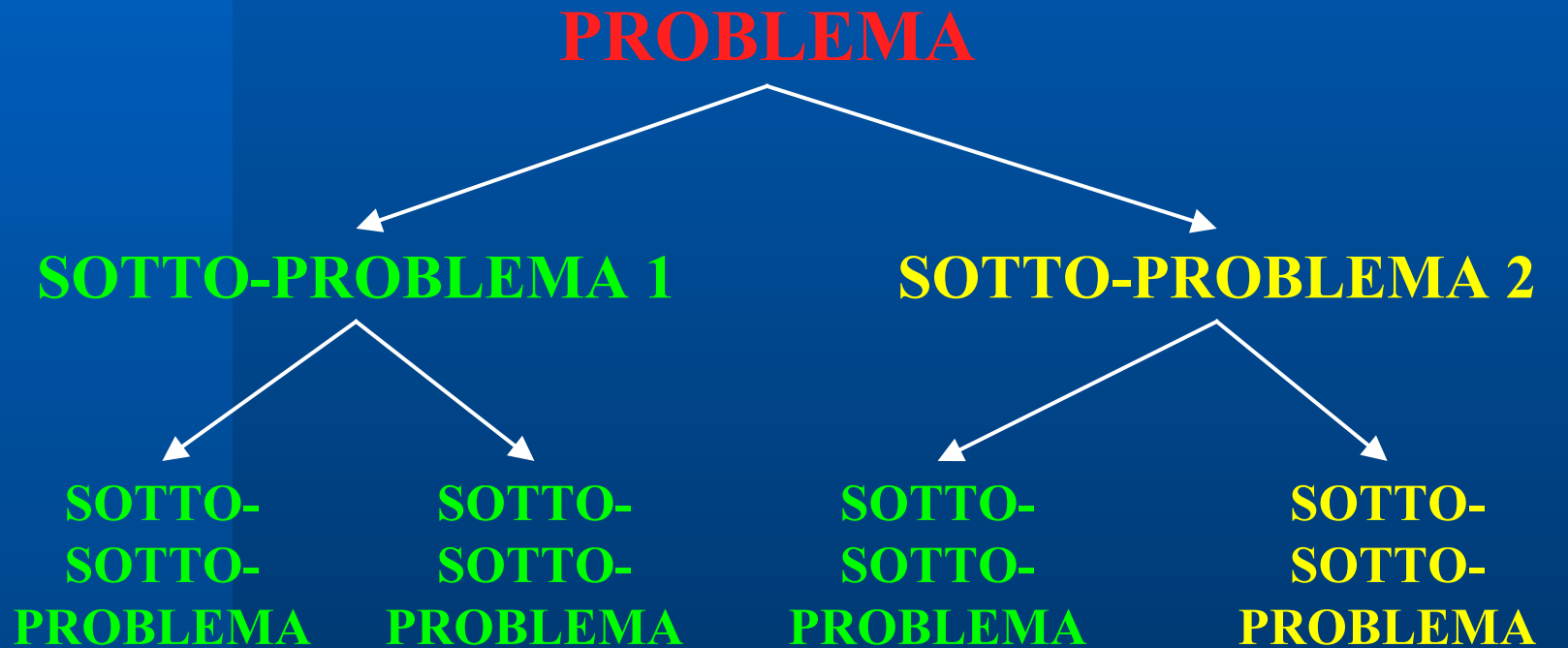
Approccio dall'alto



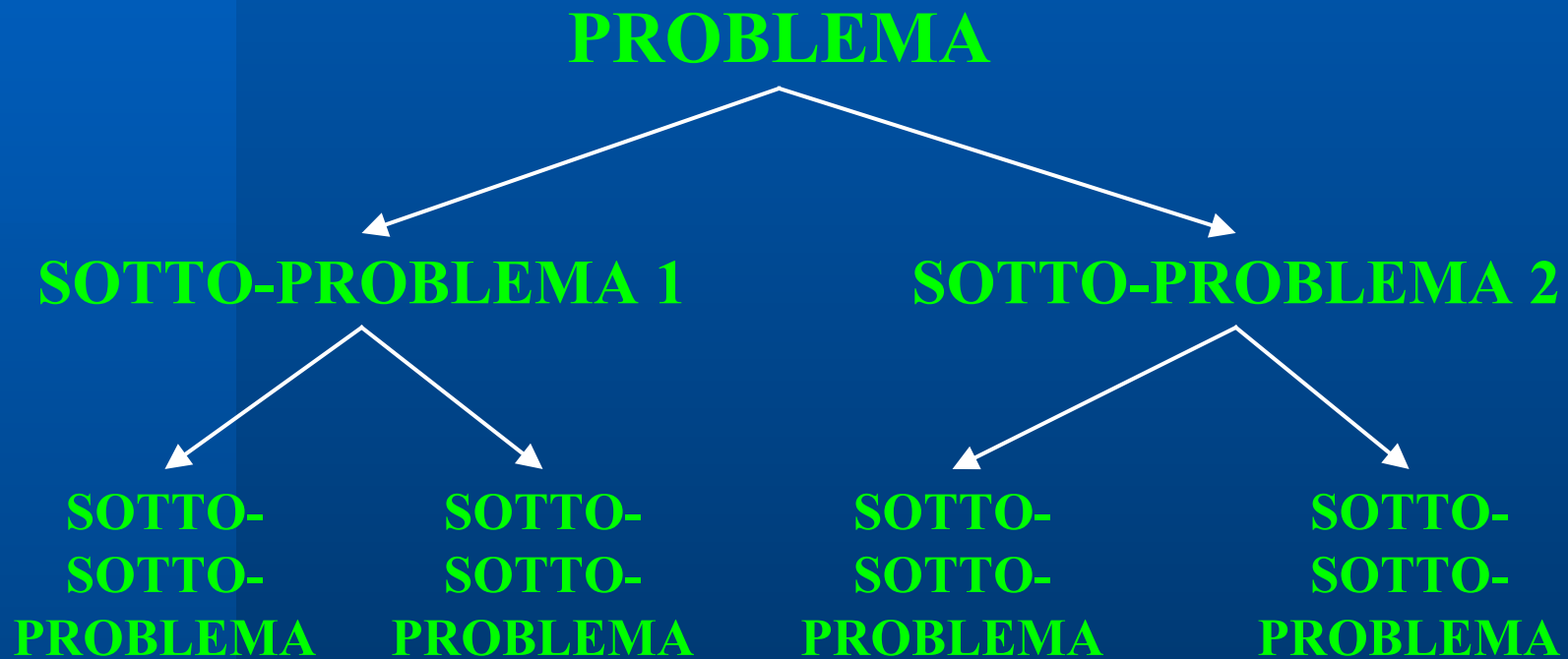
Approccio dall'alto



Approccio dall'alto



Approccio dall'alto



Esempio

- Per esempio, un problema potrebbe essere il seguente:
- *Riconoscere un carattere (ad esempio una lettera dell'alfabeto) tra tutti quelli disponibili nella memoria del sistema*

Esempio

- Di quale lettera si tratta?



- Sotto-problema 1: confrontare il carattere con tutte le “a” in memoria
- Sotto-problema 2: confrontare con tutte le “b” in memoria
- ...

Approccio dall'alto

- E' chiaro che questo approccio può funzionare con i problemi complicati, ma *non* con i problemi complessi
- I problemi complessi hanno un numero *spropositato* di sotto-problemi e ridurli alle loro “componenti elementari” richiederebbe un tempo infinito

Esempio

- Un problema complesso potrebbe infatti essere:
- *Riconoscere un carattere (ad esempio una lettera dell'alfabeto) scritto in uno stile mai visto prima*

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 𑀓 | 𑀔 | 𑀕 | 𑀖 | 𑀗 | 𑀘 | 𑀙 |
| 𑀚 | 𑀛 | 𑀜 | 𑀝 | 𑀞 | 𑀟 | 𑀠 |
| 𑀡 | 𑀢 | 𑀣 | 𑀤 | 𑀥 | 𑀦 | 𑀧 |
| 𑀨 | 𑀩 | 𑀪 | 𑀫 | 𑀬 | 𑀭 | 𑀮 |
| 𑀯 | 𑀰 | 𑀱 | 𑀲 | 𑀳 | 𑀴 | 𑀵 |
| 𑀶 | 𑀷 | 𑀸 | 𑀹 | 𑀺 | 𑀻 | 𑀼 |
| 𑀽 | 𑀾 | 𑀿 | 𑁀 | 𑁁 | 𑁂 | 𑁃 |
| 𑁄 | 𑁅 | 𑁆 | 𑁇 | 𑁈 | 𑁉 | 𑁊 |
| 𑁋 | 𑁌 | 𑁍 | 𑁎 | 𑁏 | 𑁐 | 𑁑 |
| 𑁒 | 𑁓 | 𑁔 | 𑁕 | 𑁖 | 𑁗 | 𑁘 |

Esempio

- L'approccio dall'alto non può funzionare in questo caso, perché in questo problema **ci sono infiniti sotto-problemi** (*uno per ciascuno stile in cui può essere scritta una lettera dell'alfabeto*)

Approccio dal basso

- Esaminiamo ora l'approccio dal basso...
- I sistemi complessi non hanno un unico agente, ma un gran numero di componenti connesse tra loro, che formano **sottosistemi funzionali** *ciascuno dei quali* è in un certo senso un "agente"

Approccio dal basso

- In natura gli “agenti” di un sistema complesso possono essere:
 - Metaboliti (in una cellula)
 - Cellule (in un organo)
 - Organi (in un organismo)
 - Reti di neuroni (nel cervello)
 - Individui (in una società)

Approccio dal basso

- I sistemi complessi artificiali (in genere, programmi per computer che simulano i sistemi complessi naturali) hanno “**agenti virtuali**” (*software objects*). Per esempio:
 - Formiche virtuali
 - Neuroni virtuali

Approccio dal basso

- Ciascun agente (fisico o virtuale) ha a disposizione (come previsto dalla genetica o dal programma) un repertorio fisso di azioni semplici (chiamate **strategie pure**)
- *Nessuna di queste strategie, da sola, può risolvere il problema di partenza (sono troppo semplici)*

Approccio dal basso

- Ogni agente mette in atto una delle *strategie pure* del proprio repertorio con una certa probabilità (decisa dall'evoluzione o dal programmatore)
- Il comportamento dell'agente è dunque *probabilistico* e non predeterminato

Approccio dal basso

- **Agente 1**
 - Strategia pura 1.1 (probabilità 10%)
 - Strategia pura 1.2 (probabilità 40%)
 - Strategia pura 1.3 (probabilità 50%)
- **Agente 2**
 - Strategia pura 2.1
 - ...
- ...

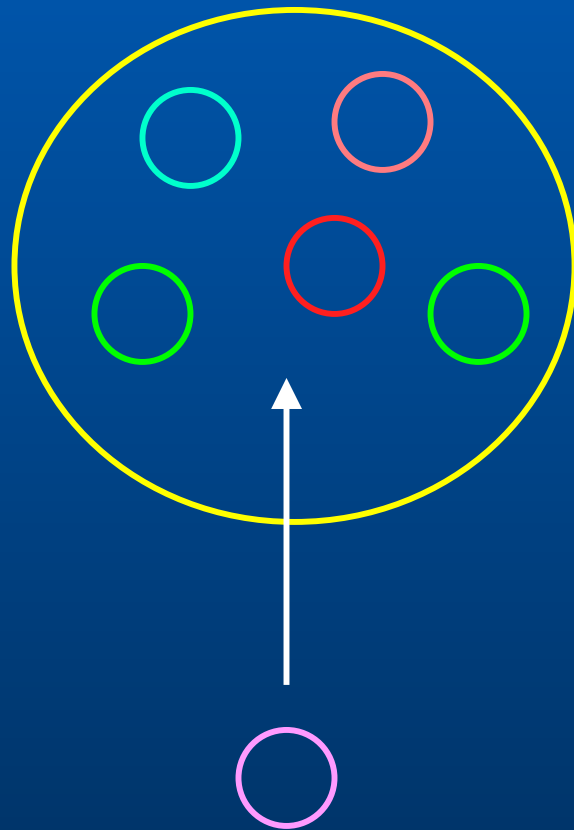
Approccio dal basso

- **Comportamento dell'agente 1:**
 - Strategia pura 1.1 il 10% delle volte
 - Strategia pura 1.2 il 40% delle volte
 - Strategia pura 1.3 il 50% delle volte
- Il comportamento probabilistico di un agente è chiamato **strategia mista** di quell'agente

Approccio dal basso



Approccio dal basso



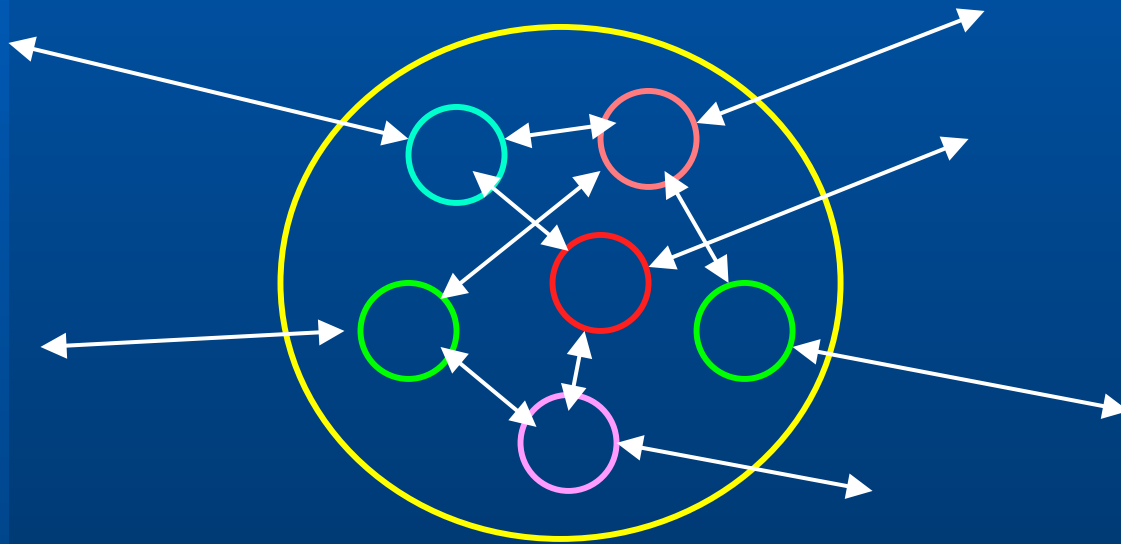
**SISTEMA
COMPLESSO**

AGENTE

Approccio dal basso

- L'approccio dal basso consiste nel lasciare interagire liberamente i vari agenti – *tra loro e con l'ambiente* - senza alcun controllo “dall'esterno” o “dall'alto”

Approccio dal basso



Approccio dal basso

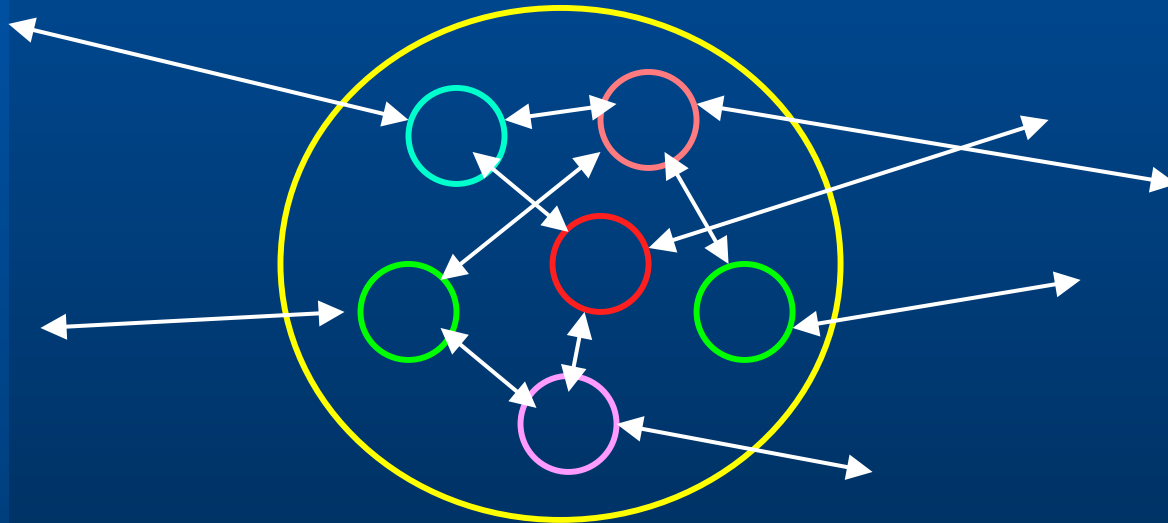
- Dopo un certo periodo di tempo, il sistema raggiunge un equilibrio che *rappresenta una possibile soluzione al problema di partenza*
- Si dice che la soluzione “**emerge**” dall’interazione degli agenti

Approccio dal basso

PROBLEMA COMPLESSO



*SOLUZIONE
EMERGENTE*



Approccio dal basso

- In condizioni ideali, la soluzione che emerge è la migliore possibile
- Se le condizioni non sono ideali (e nelle situazioni reali non lo sono mai), dall'interazione degli agenti emerge *comunque* una buona soluzione

Esempio

PROBLEMA: che lettera è?



SOLUZIONE: lettera F



Osservazioni

- Si noti che nell'approccio dall'alto **si parte dal problema** (che viene scomposto in sotto-problemi)
- Per far ciò occorre che *qualcuno* abbia una visione globale del problema e abbia l'**intelligenza** di scomporlo in modo corretto

Osservazioni

- L'approccio dall'alto presuppone dunque **un'intelligenza “di tipo umano”**, che richiede a sua volta la presenza di un *essere umano*
- Ecco perché i sistemi complicati sono tutti artificiali e non si trovano in natura

Osservazioni

- Nell'approccio dal basso **nessun agente si occupa del problema**, anzi nessun agente ha per così dire una “visione dall'alto” del problema
- Gli agenti che compongono il sistema si limitano solo a interagire fra loro e con l'ambiente (*interazioni locali*), ignorando il problema

Osservazioni

- Inoltre, nei sistemi complessi *naturali*, il repertorio di strategie di ciascun agente è il risultato di un processo di evoluzione naturale
- ***Quindi nessuna intelligenza di tipo umano è richiesta...***

Osservazioni

NOTA BENE:

- Anche quando la soluzione del problema iniziale può essere definita “intelligente”, *nell’approccio dal basso l’intelligenza non è comunque un requisito necessario!*

Esempio

PROBLEMA: come avere cibo?



Esempio

- Alcune specie di formiche allevano “mandrie” di afidi da cui estraggono la melata...
- *Non è una soluzione “intelligente”?*



Esempio

PROBLEMA: come avere cibo?



SOLUZIONE: allevamento



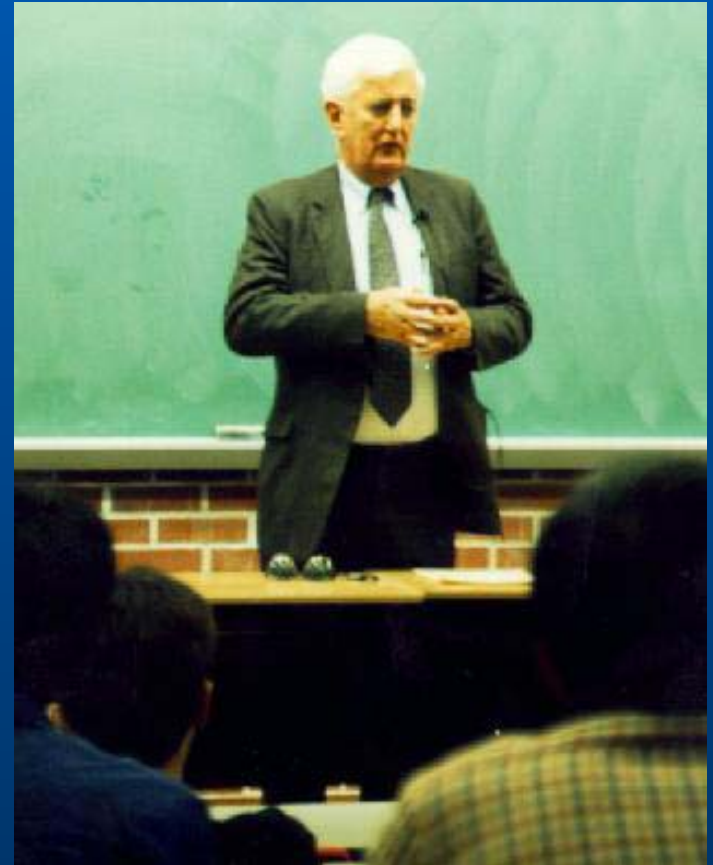
| <i>Approccio</i> | <i>Dall'alto</i> | <i>Dal basso</i> |
|-------------------------------|-------------------|------------------|
| <i>Tipico dei sistemi</i> | Complicati | Complessi |
| <i>Adatto a problemi</i> | Complicati | Complessi |
| <i>Soluzioni intelligenti</i> | SI | SI |
| <i>Richiede intelligenza</i> | SI | NO |

Il modello di Selfridge

- Il grande studioso d'intelligenza artificiale **Oliver Selfridge**, nel 1959, ha dimostrato che soluzioni intelligenti a problemi complessi possono *emergere* dall'interazione di tanti agenti non intelligenti (o *non molto* intelligenti)

Pandemonium

- Selfridge ha chiamato ***Pandemonium*** il suo modello
- Oggi questo modello viene chiamato **modello multi-agente**



Fine della quarta parte

Tullio Tinti