

# Advanced School in Artificial Intelligence

## Strategie di ricerca

Marco Alberti

[marco.alberti@unife.it](mailto:marco.alberti@unife.it)

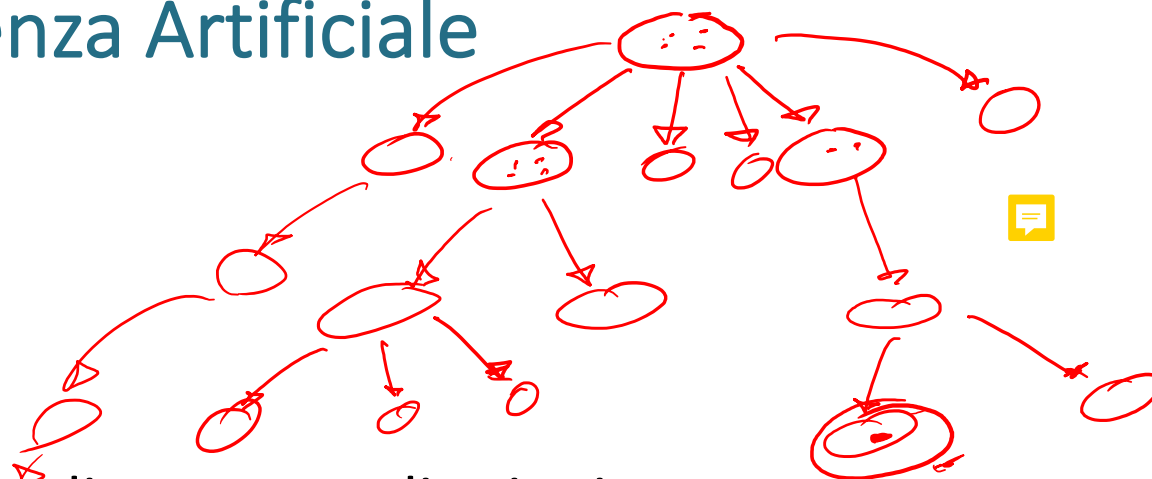
*Progetto di alta formazione in ambito tecnologico economico e culturale per una regione della conoscenza europea e attrattiva approvato e cofinanziato dalla Regione Emilia-Romagna con deliberazione di Giunta regionale n. 1625/2021*



**Università  
degli Studi  
di Ferrara**

## Ricerca come tecnica di Intelligenza Artificiale

- In un sistema basato su conoscenza
  - quali regole applicare?
  - a quali fatti?
  - in quale ordine?
- A priori, la scelta è fra un grande numero di sequenze di azioni
- Ricerca (in questo ambito) significa valutare le (molte) sequenze di azioni possibili per determinare quali portano a una soluzione del problema considerato, possibilmente ottimale
- I metodi con cui esplorare lo spazio delle possibilità si applicano anche al di fuori dei sistemi basati su conoscenza (es. pathfinding)

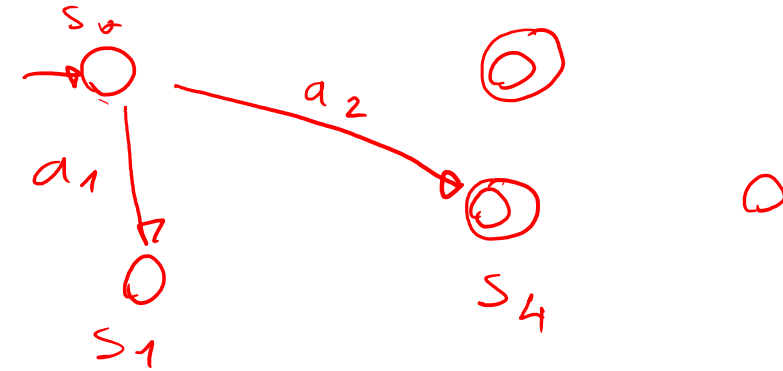


## Testo di riferimento

- Stuart Russell, Peter Norvig - Artificial Intelligence: A Modern Approach (4a edizione)
- Codice: <https://github.com/aimacode>

## Problema di ricerca

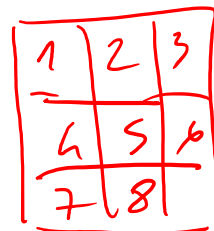
- Insieme di stati (o spazio degli stati  $S$ )
- Stato iniziale ( $s_0 \in S$ )
- Stati finali ( $S_F \subseteq S$ )
- Azioni ( $A$ )
- Modello di transizione ( $Result: S \times A \rightarrow S$ , funzione parziale)
- Funzione di costo ( $C: S \times A \times S \rightarrow \mathbb{R}$ )



$s_0 \quad a_1 \quad s_1$   
 $s_0 \quad a_1 \quad s_1 \quad 2.5$



## Esempio: gioco dell'8



L ↓



7	<del>2</del>	4
5	2	6
8	3	1

Start State

	1	2
3	4	5
6	7	8

Goal State

- Spazio degli stati: tutte le disposizioni possibili dei pezzi nella griglia
- Stato iniziale: una disposizione (come quella in figura)
- Stati finali: tutte le disposizioni che lette dall'alto in basso e da sinistra verso destra risultano ordinate
- Azioni: fisicamente si muovono i pezzi, ma possiamo pensare di muovere la lacuna in modo opposto (sinistra, destra, alto, basso)
- Modello di transizione: data una disposizione e un movimento possibile della lacuna, disposizione risultante
- Funzione di costo: ogni mossa costa 1



## Esempio: viaggio in Romania

- Stati: città
- Stato iniziale: città di partenza
- Stato finale: città di arrivo
- Azioni: spostamento in una città direttamente raggiungibile
- Modello di transizione: città raggiunta
- Costo di un'azione: la distanza percorsa

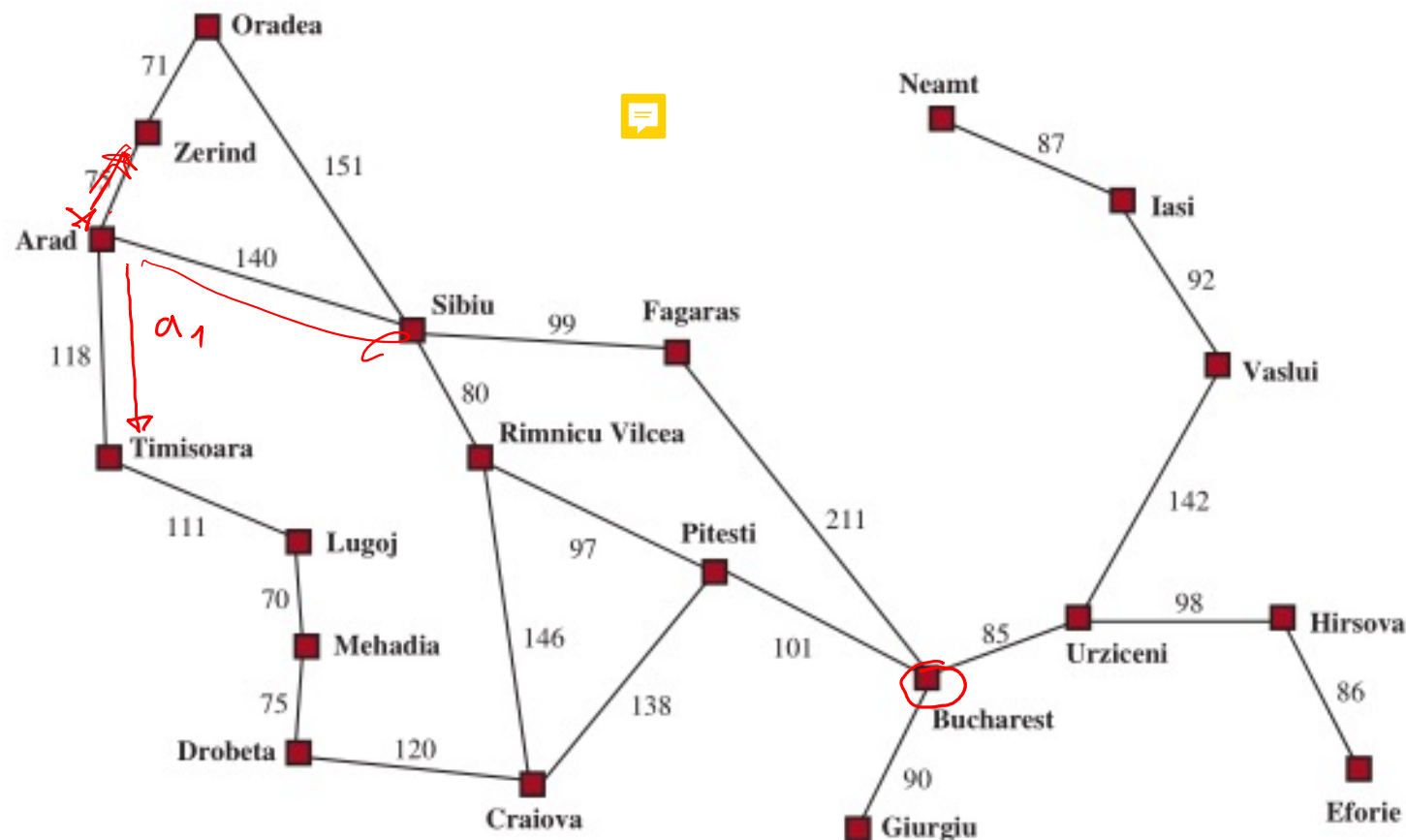


Figure 3.1 A simplified road map of part of Romania, with road distances in miles.

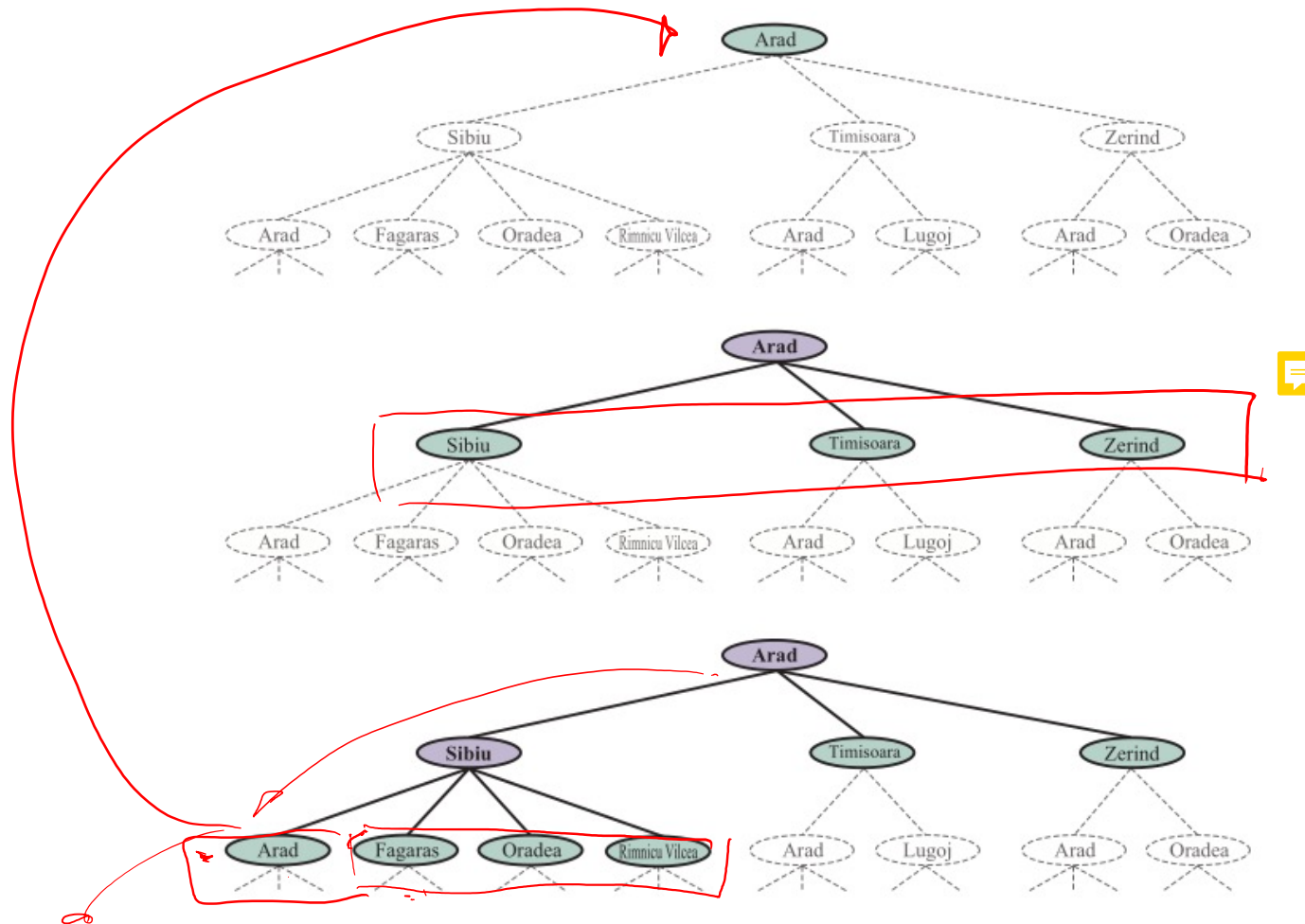
## Risoluzione di problemi tramite ricerca

[Arad  
Timisoara]

1. Si parte dallo stato iniziale e sequenza di azioni vuota
2. Si seleziona uno stato; se non ce ne sono, la ricerca **fallisce**
3. Se lo stato è finale, si restituisce la sequenza di azioni che ha portato allo stato (**soluzione**)
4. Si considerano le azioni applicabili allo stato e gli stati risultanti
5. Si torna a 2.

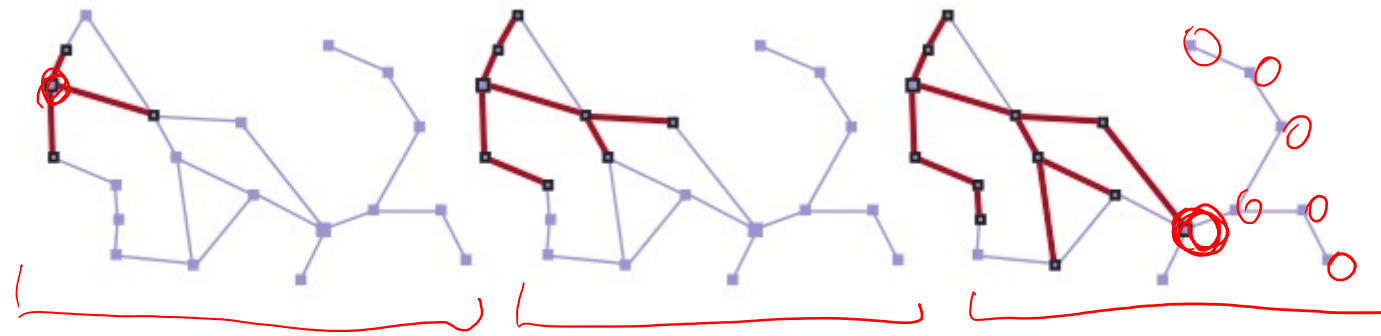
Il criterio secondo cui si seleziona lo stato al passo 2 definisce la strategia di ricerca

## In Romania: da Arad a Bucarest





## Albero di ricerca sovrapposto a grafo degli stati



## Valutazione strategie di ricerca

- **Completezza:** la strategia trova una soluzione, se essa esiste?
  - Gli stati possono essere infiniti
  - Alcune strategie sono soggette a loop .
- **Ottimalità:** la strategia trova la soluzione di costo minimo?
  - Da Arad a Bucarest ci sono diversi percorsi: variano per costo totale e numero di tappe
- **Complessità temporale:** numero massimo di stati considerati .
- **Complessità spaziale:** numero massimo di stati da memorizzare .