



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

Cerca: el graf d'estats

Albert Sanchis
Alfons Juan

DSIC

Departament de Sistemes
Informàtics i Computació

Objectius formatius

- ▶ Caracteritzar la cerca convencional en un graf d'estats.
- ▶ Conèixer alguns problemes clàssics de cerca convencional.

Índex

1	La cerca convencional en un graf d'estats	3
2	La ruta més curta entre dos punts	4
3	L'aspiradora	5
4	El 8-puzle	6
5	Les vuit reines	7
6	Les torres de Hanoi	8

1 La cerca convencional en un graf d'estats

Formulació dels problemes de cerca convencional [1]:

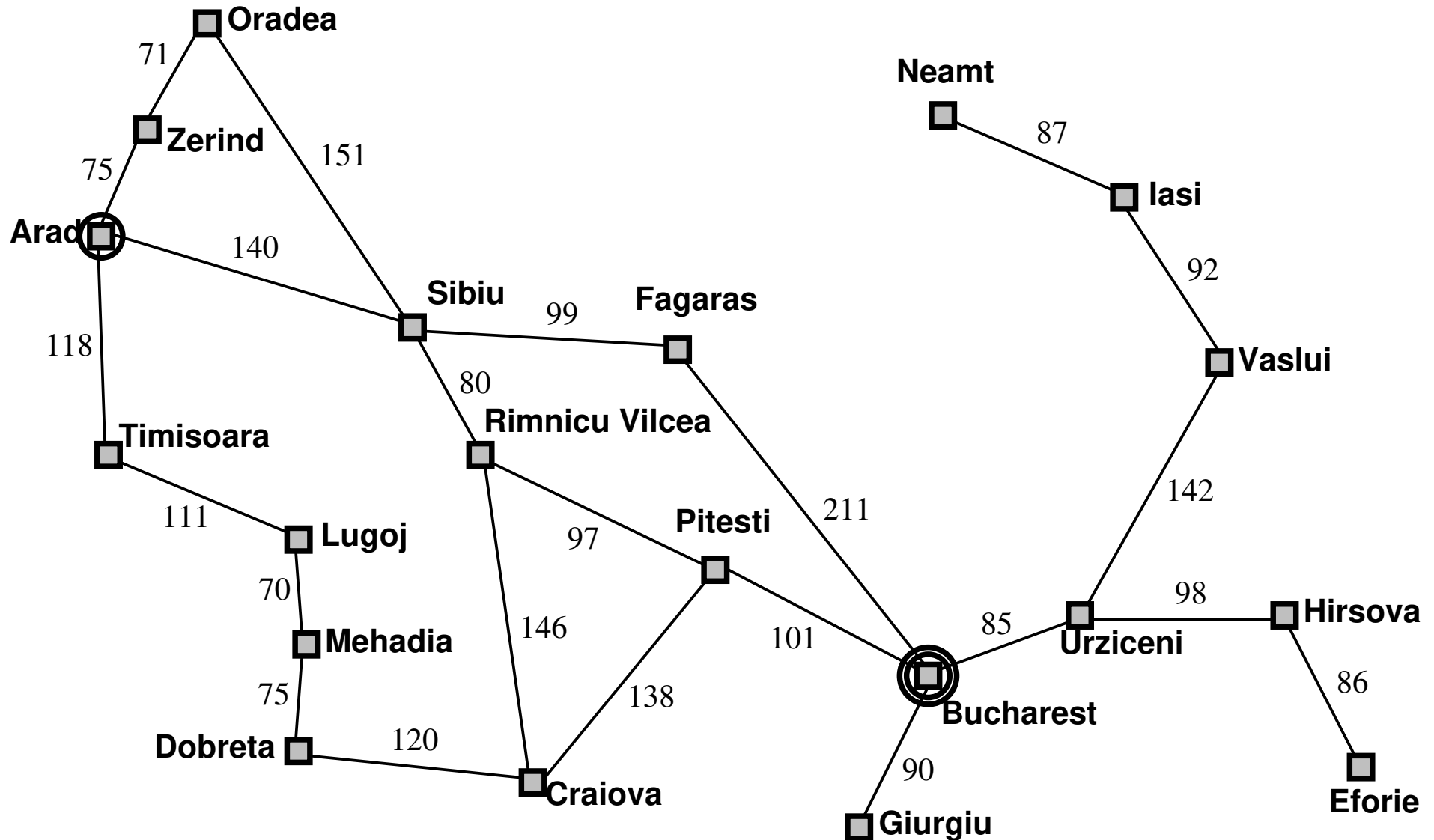
- ▶ *Espai d'estats*: conjunt de possibles “estats del món”.
- ▶ *Estat inicial* s_0 : estat des d'on comença la cerca.
- ▶ *Accions*(s): accions aplicables a l'estat s .
- ▶ *Resultat*(s, a): estat successor obtés per aplicació d' a a s .
- ▶ *Objectiu*(s): indica si l'estat s és solució o no.
- ▶ *Cost*(c): cost del camí c (seqüència d'accions).

Graf d'estats: els nodes són estats i les arestes accions.

Cerca convencional: trobar un **camí òptim** en el graf d'estats.

2 La ruta més curta entre dos punts

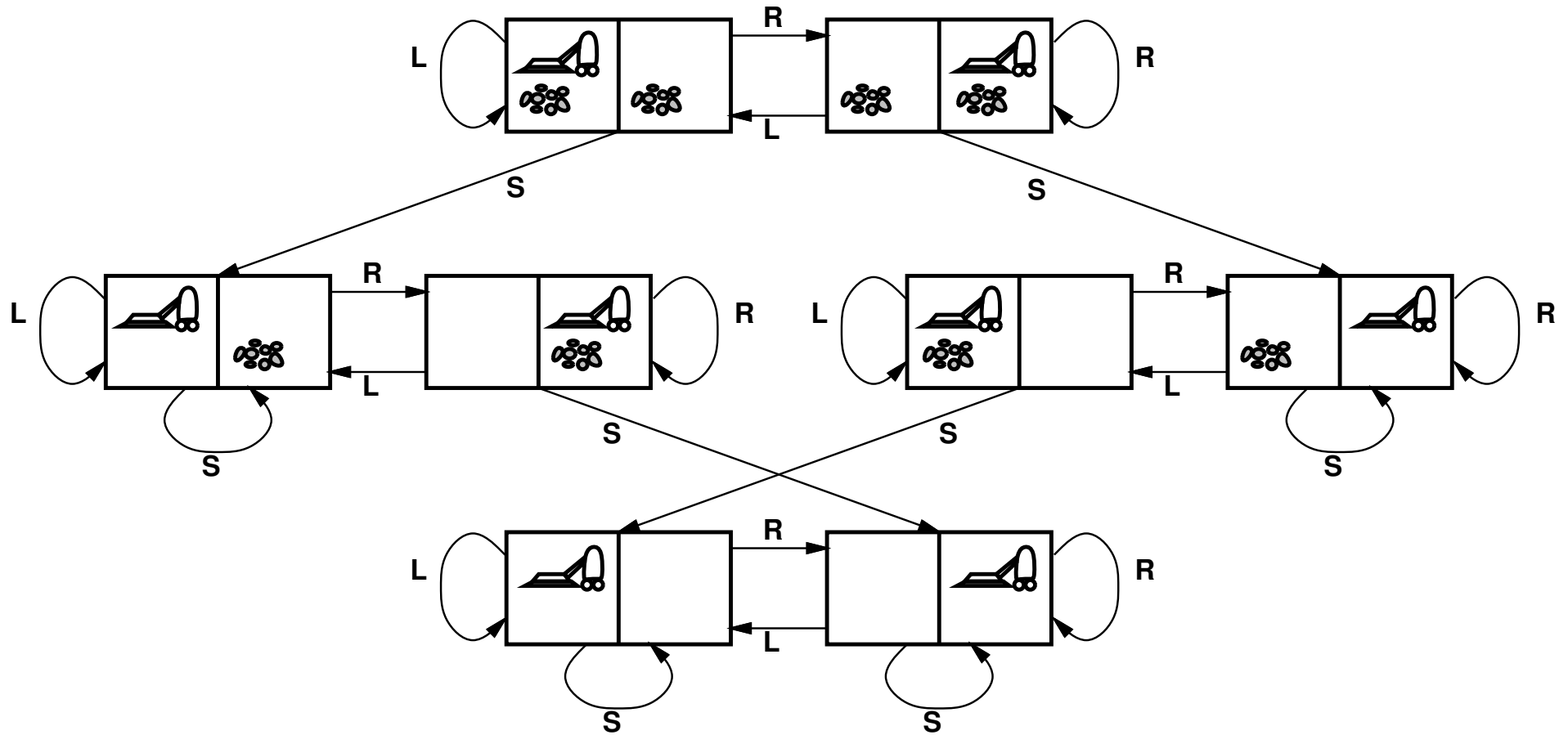
Cerca d'una ruta més curta des d'Arad a Bucarest [1]:



$\text{Accions}(\text{Arad}) = \{\text{Anar}(\text{Sibiu}), \text{Anar}(\text{Timisoara}), \text{Anar}(\text{Zerind})\}.$

3 L'aspiradora

Cerca d'una ruta més curta de neteja (*Left, Right, Suck*) [1]:



Estats per a n caselles: $n \times 2^n$ (localització d'aspiradora i brutícia).

4 El 8-puzle

Cerca d'una seqüència més curta de moviments del buit (0) [1, 2]:

7	2	4
5		6
8	3	1

Start State

	1	2
3	4	5
6	7	8

Goal State

n-puzle: $(n + 1)!$ estats (permutacions de “01...*n*”)

$n = 3$

0	1
2	3

24

$n = 8$

0	1	2
3	4	5
6	7	8

362 880

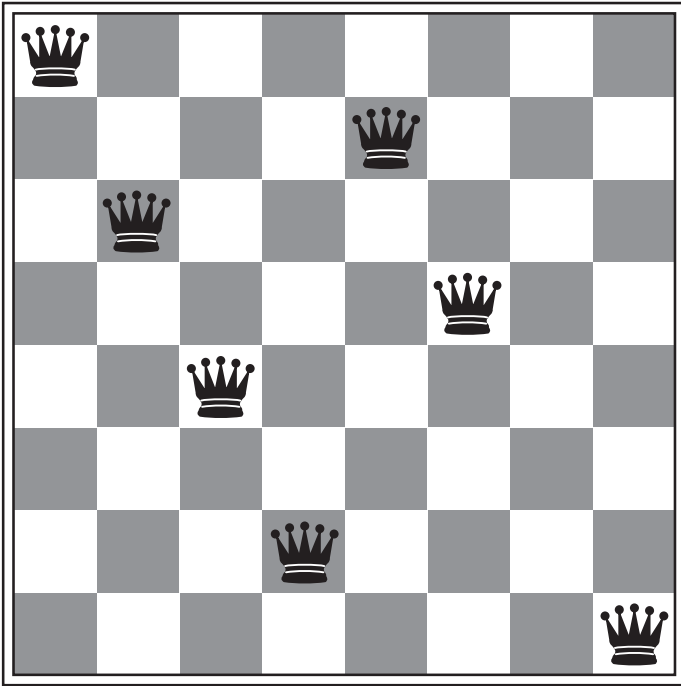
$n = 15$

0	1	2	3
4	5	6	7
8	9	10	11
12	13	14	15

$2 \cdot 10^{14}$

5 Les vuit reines

Cerca d'una disposició de vuit reines no atacades [1, 3]:



Formulació completa:

Estats: qualsevol disposició de 0 a 8 reines; $\approx 2 \cdot 10^{14}$ estats.

Accions: afegir reina a escac buit.

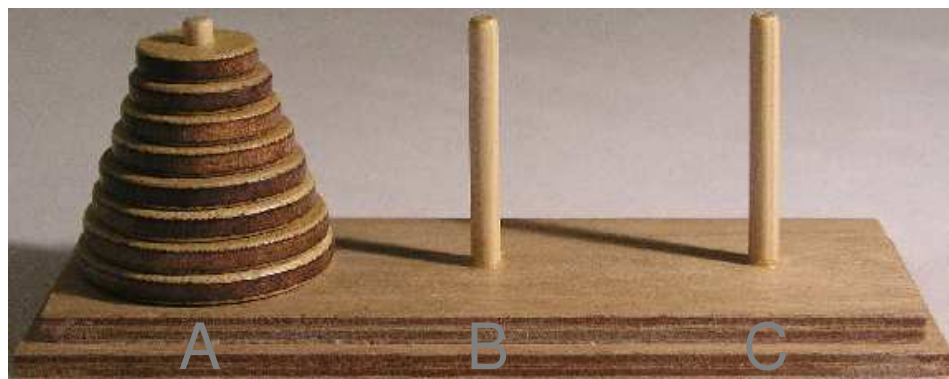
Formulació incremental:

Estats: disposicions de n reines ($0 \leq n \leq 8$) no atacades, una per columna, a les n columnes més a l'esquerra; 2057 estats.

Accions: afegir una reina a qualsevol escac de la columna buida més a l'esquerra, de manera que no siga atacada.

6 Les torres de Hanoi

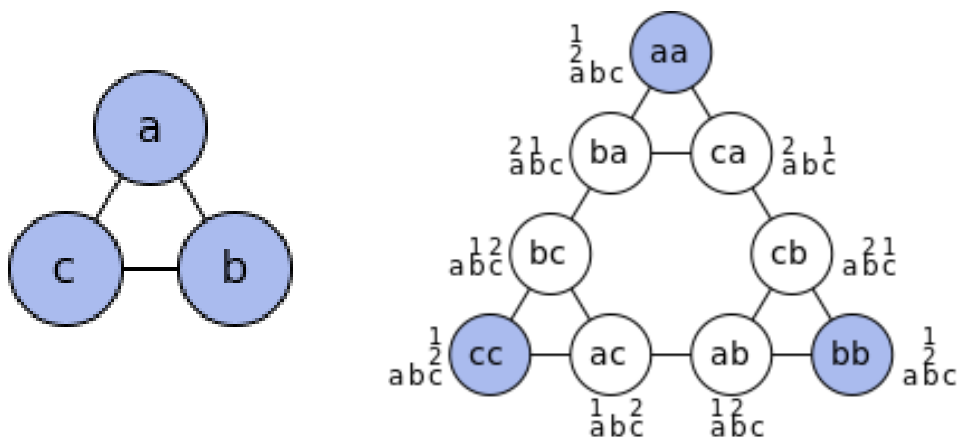
Cerca d'una seqüència més curta de moviments individuals de discs per a moure una torre de n discs de la vara A a la C [4]:



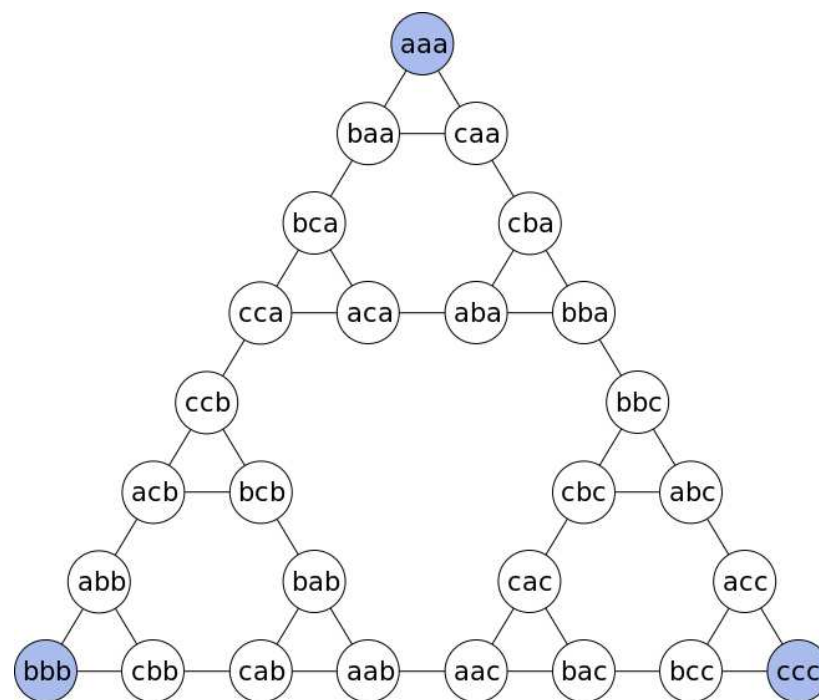
Regla 1: només es poden moure discs al cim de les torres.

Regla 2: els discs menuts van damunt dels grans.

Grafs de 3^n nodes:



Camí òptim: $2^n - 1$ moviments!



Referències

- [1] S. Russell and P. Norvig. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson, third edition, 2010.
- [2] J. Slocum and D. Sonneveld. *The 15 Puzzle*. Slocum Puzzle Foundation, 2006.
- [3] A000170: Number of ways of placing n nonattacking queens on an $n \times n$ board. <https://oeis.org/A000170>.
- [4] Tower of Hanoi. <https://en.wikipedia.org>.