

INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL I

PAC1 – 2009_2 Prova d'Avaluació Continuada

- Per a dubtes i aclariments sobre l'enunciat, adreceu-vos al consultor responsable de la vostra aula.
- Cal lliurar la solució en un fitxer Word, OpenOffice, PDF o RTF fent servir una de les plantilles lliurades conjuntament amb aquest enunciat. Adjunteu el fitxer a un missatge adreçat a la bústia **lliurament d'activitats**.
- El nom del fitxer ha de ser *CognomsNom_IA1_PAC1* amb l'extensió *.doc* (Word), *.odt* (OpenOffice), *.pdf* (PDF) o *.rtf* (RTF), segons el format en què feu el lliurament.
- La data límit de lliurament és el: **22 de Març** (a les 24 hores).
- **Raoneu la resposta en tots els exercicis. Les respostes sense justificació no rebran puntuació.**

Formulació d'un problema

Suposem que tenim dues gerres d'aigua. La gerra A té una capacitat de 4 litres, i la gerra B té una capacitat de 3 litres. Inicialment les dues gerres estan plenes. Es desitja arribar a una situació en la que la gerra A estigui buida i la gerra B contingui 1 litre. Les úniques manipulacions que podem fer sobre el contingut de les gerres són aquestes:

- Omplir totalment qualsevol de les dues gerres amb l'aigua de l'aixeta.
- Abocar tot el contingut de qualsevol de les dues gerres a la pica.
- Traspasar aigua d'una de les dues gerres a l'altra, fins que la primera quedi buida o la segona estigui plena. Per exemple, si les dues gerres tenen 2 litres, podem passar el contingut de la primera a la segona fins que aquesta està plena, i quedaria 1 litre a A i 3 litres a B.

Es demana formalitzar aquest problema i contestar les preguntes enunciades als següents apartats:

1. ¿Quina informació hi haurà a cada estat? ¿Quants estats possibles hi haurà al graf d'estats? ¿Tots els estats són accessibles des de l'estat inicial donat?

A cada estat guardarem el contingut (en litres) de la gerra A i la gerra B. Podem representar un estat amb una llista $(x\ y)$, on x és el contingut d'A i y és el contingut de B.

Amb les operacions de les que es disposa, el contingut de cada gerra serà sempre un nombre enter (no podem tenir 1.5 litres en una gerra). Per tant, hi haurà entre 0 i 4 litres a A i entre 0 i 3 litres a B. Això dóna un total de 20 estats possibles.

No és possible accedir a tots els estats des de l'estat inicial (p.e. no es pot passar de cap manera, amb les accions donades, de l'estat $(4\ 3)$ a l'estat $(1\ 1)$). Aquest aspecte es detalla més al següent apartat.

2. ¿Quants operadors tindrem? ¿Quins seran aquests operadors? ¿Com relacionen els operadors els estats que s'han descrit més amunt? Representeu gràficament una fracció del graf d'estats que tingui com a mínim 8 nodes. Mostreu cicles de 2, 3 i 4 passos en el graf.

[Important: noteu la diferència entre el *graf d'estats* demanat en aquest apartat i els *arbres de cerca* que es demanen posteriorment]

Tindrem 6 operadors, que seran els següents:

- Op. 1: omplir A.
- Op. 2: omplir B.
- Op. 3: buidar A.
- Op. 4: buidar B.
- Op. 5: passar aigua d'A a B.
- Op. 6: passar aigua de B a A.

Les condicions d'aplicació d'aquests operadors sobre un estat $(x\ y)$ són aquestes:

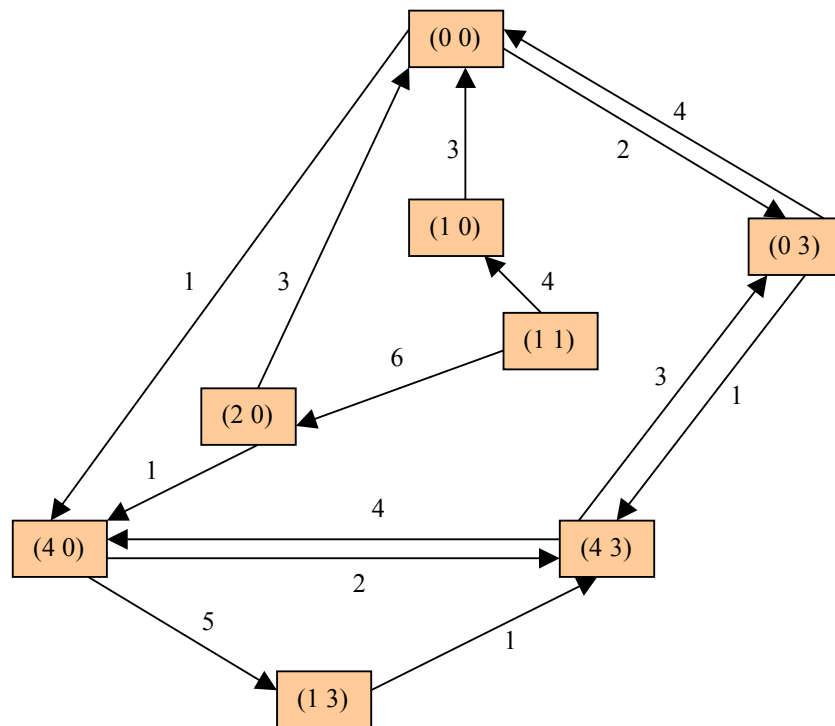
- Op. 1: $x < 4$.
- Op. 2: $y < 3$.
- Op. 3: $x > 0$.
- Op. 4: $y > 0$.
- Op. 5: $x > 0, y < 3$.
- Op. 6: $x < 4, y > 0$.

L'efecte de cada operador, aplicat a un estat $(x\ y)$, és aquest:

- Op. 1: $(4\ y)$
- Op. 2: $(x\ 3)$
- Op. 3: $(0\ y)$
- Op. 4: $(x\ 0)$
- Op. 5: Si $x+y \leq 3$, passem a $(0\ x+y)$. Si $x+y > 3$, passem a $(x-(3-y)\ 3)$.
- Op. 6: Si $x+y \leq 4$, passem a $(x+y\ 0)$. Si $x+y > 4$, passem a $(4\ y-(4-x))$.

Noteu que, aplicant qualsevol d'aquests operadors, no és possible arribar a cap d'aquests 6 estats: $(1\ 1)$ $(1\ 2)$ $(2\ 1)$ $(2\ 2)$ $(3\ 1)$ $(3\ 2)$. Per tant, cap d'aquests estats és accessible des dels altres.

A la figura següent es mostra un tros de l'espai d'estats (amb 8 nodes dels 20 que té i 14 arestes de les 86 que té). No es mostren totes les arestes que surten d'aquests 8 nodes.



Exemples de cicles:

- De 2 passos: $(0\ 0) \Rightarrow (0\ 3) \Rightarrow (0\ 0)$
- De 3 passos: $(4\ 0) \Rightarrow (1\ 3) \Rightarrow (4\ 3) \Rightarrow (4\ 0)$
- De 4 passos: $(0\ 0) \Rightarrow (4\ 0) \Rightarrow (4\ 3) \Rightarrow (0\ 3) \Rightarrow (0\ 0)$

3. Doneu la definició de l'estat inicial (segons la vostra representació) i descriviu com identificar l'estat objectiu.

L'estat inicial és el $(4\ 3)$, i l'estat final és el $(0\ 1)$.

4. Apliqueu els algorismes de cerca en amplada i profunditat per a trobar una solució del problema. Per a *cada desenvolupament* de l'arbre de cerca, doneu-ne una representació gràfica i responeu les següents qüestions:

[Important: noteu que, tal i com està explicat el tema de cerca al material de l'assignatura, l'estat final s'identifica *quan s'agafa per generar els seus successors*, i no quan s'inclou a la llista de pendents.]

A les planes següents podeu trobar els arbres de cerca en amplada i en profunditat.

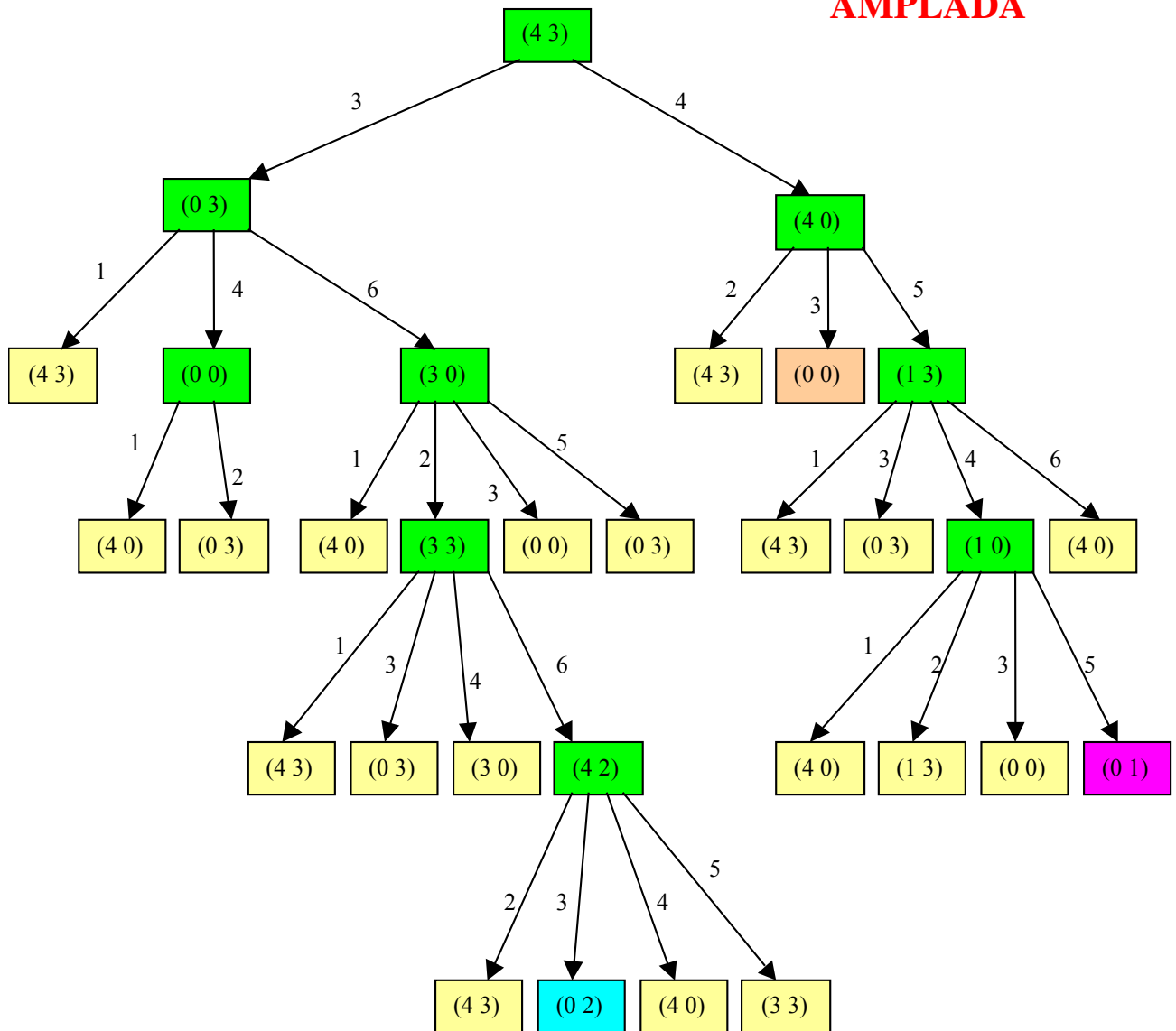
Al recorregut en amplada l'evolució de la cua de pendents és aquesta:

Cua de pendents
(4 3)
(0 3) (4 0)
(4 0) (0 0) (3 0)
(0 0) (3 0) (1 3)
(3 0) (1 3)
(1 3) (3 3)
(3 3) (1 0)
(1 0) (4 2)
(4 2) (0 1)
(0 1) (0 2)

Al recorregut en profunditat l'evolució de la pila de pendents és aquesta:

Pila de pendents
(4 3)
(0 3) (4 0)
(0 0) (3 0) (4 0)
(4 0) (3 0) (4 0)
(1 3) (3 0) (4 0)
(1 0) (3 0) (4 0)
(0 1) (3 0) (4 0)

AMPLADA



Node expandit



Node no insertat a la cua de pendents porque ja havia estat expandit amb anterioritat



Node no insertat a la cua de pendents porque ja està en aquesta cua

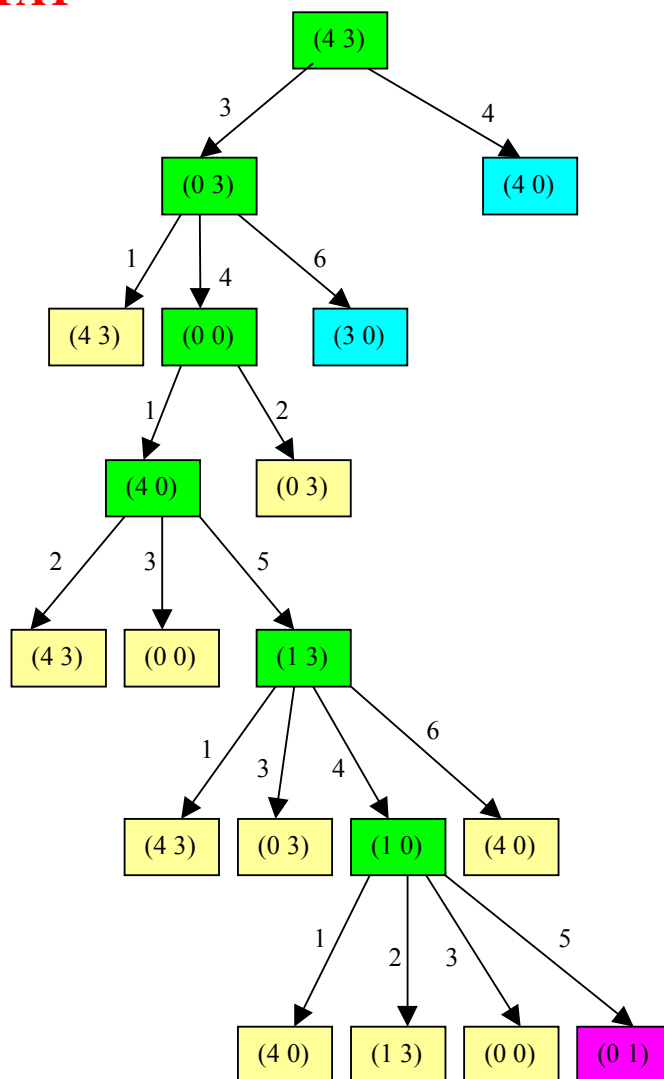


Estat final

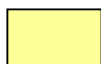


Node que queda a la cua de pendents al final de la cerca en amplada

PROFUNDITAT



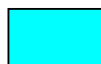
Node expandit



Node no insertat a la pila de pendents porque ja havia estat expandit amb anterioritat



Estat final



Node que queda a la pila de pendents al final de la cerca en profunditat

- a. ¿Quina d'aquestes 6 opcions heu escollit per tractar els nodes repetits?
- A: No els he tractat de cap manera especial.
 - B: Després de generar els successors d'un node, no incloc a la llista de pendents els que ja han estat tractats.
 - C: Abans de generar els successors d'un node, comprovo si ja s'ha tractat aquell node.
 - D: Després de generar els successors d'un node, no incloc a la llista de pendents els que ja han estat tractats o els que ja estan a la llista de pendents.
 - E: B+C.
 - F: Altres tractaments (especificar-los).

Amplada: Opció D.

Profunditat: Opció E.

[Els arbres d'exploració i, per tant, les respostes a les preguntes dels apartats següents, són diferents segons l'opció escollida]

- b. ¿En quin ordre heu aplicat els operadors sobre cada node?

En l'ordre en el qual s'han donat a l'apartat 2.

- c. ¿Quina és la solució que heu trobat? ¿Podeu estar segurs de que és la més curta possible?

Amplada: (4 3) => (4 0) => (1 3) => (1 0) => (0 1)

Solució de 4 pasos. El recorregut en amplada sempre garanteix trobar la solució més curta.

Profunditat: (4 3) => (0 3) => (0 0) => (4 0) => (1 3) => (1 0) => (0 1)

Solució de 6 pasos. El recorregut en profunditat no garanteix trobar la solució més curta.

- d. ¿Quants nodes heu generat?

Amplada: S'han generat 31 nodes, comptant l'estat inicial. D'aquests, 20 no han estat insertats a la cua de pendents, degut al control de repetits.

Profunditat: S'han generat 19 nodes, comptant l'estat inicial. D'aquests, 10 no han estat insertats a la pila de pendents, degut al control de repetits.

- e. ¿Quina és la quantitat de memòria més gran que heu necessitat per guardar els nodes pendents d'expansió? (expressada en nombre de nodes) ¿Quants nodes hi havia pendents de ser tractats en el moment de trobar l'estat final?

Amplada: a la cua de pendents hi ha hagut un màxim de 3 nodes (p.e. després d'expandir l'estat (0 3)). A la cua de pendents només quedava un node (0 2) quan hem trobat l'estat final.

Profunditat: a la pila de pendents hi ha hagut un màxim de 3 nodes (p.e. després d'expandir l'estat (0 3)). A la pila de pendents quedaven 2 nodes ((3 0) i (4 0)) quan hem trobat l'estat final (encara que l'estat (4 0) ja l'haviem expandit).

- f. ¿Quina ha estat la profunditat màxima a la que heu hagut d'arribar en cada expansió?

Si diem que l'arrel està a profunditat 0, en el cas del recorregut en amplada hem arribat a profunditat 5 (encara que finalment hem trobat la solució a profunditat 4). En el cas del recorregut en profunditat, hem arribat a profunditat 6, que és on hem trobat la solució.