

INTEL·LIGÈNCIA ARTIFICIAL

PAC1 – 2010_1 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 PDF fent servir la plantilla lliurada conjuntament amb aquest enunciat. Adjunteu el fitxer a un missatge a l'apartat de **Lliurament i Registre d'AC (RAC)**.
- El nom del fitxer ha de ser *CognomsNom_IA_PAC1* amb l'extensió *.pdf* (PDF).
- En cas que el lliurament sigui molt gran, podeu entregar la PAC comprimida en un fitxer ZIP.
- La data límit de lliurament és el: **18 d'Octubre** (a les 24 hores).
- **Raoneu la resposta en tots els exercicis. Les respostes sense justificació no rebran puntuació.**

Enunciat

En un tauler 3x3 hi ha una peça per casella, cada una d'un de 4 colors possibles: blau (b), verd (g), vermell (r) i groc (y). Els colors s'ordenen de feble a fort de la següent manera: blau és més feble que verd, verd és més feble que vermell, vermell és més feble que groc i groc és el més fort de tots. Anomenant '<' a la relació “ser més feble que” podríem dir que: blau < verd < vermell < groc, o també, en la versió abreujada, $b < g < r < y$ (cal considerar que la relació '<' és transitiva).

El tauler inicialment té un color en cada casella (inicialment podem trobar qualsevol color a qualsevol casella, qualsevol color pot aparèixer les vegades que calgui), per exemple:

b	g	r
g	r	y
y	r	b

A partir d'aquesta situació podem definir un joc per a dos jugadors, que juguen per torns, de manera alternada.

Cada jugador pot triar una casella i una direcció (horitzontal - esquerra/dreta - o vertical - dalt/baix -, sempre que això sigui possible). Aleshores el color s'anirà

movent en la direcció indicada, “menjant-se” els colors més febles, fins que passa una de les següents situacions:

- troba un color més fort (aleshores aquest color se'l “menja” a ell)
 - troba un color igual (aleshores tots dos desapareixen)
 - es troba sense més caselles que recórrer (la taula s'ha acabat en la direcció escollida)
 - es troba sense cap color a la casella veïna (per tant un color només es pot moure en una direcció si en aquesta direcció té algun color com a veí).
- Guanya el jugador que fa el darrer moviment (o, el que és el mateix, perd qui es queda sense poder moure cap color).

Per exemple: Si partim del tauler de l'exemple anterior i triem per moure el color groc de la casella (2,3) (considerem que la casella (1,1) és la de dalt a l'esquerra) en direcció horitzontal cap a l'esquerra, el tauler quedarà:

b	g	r
y		
y	r	b

ja que y és el color més fort i se'ls ha “menjat” a tots fins al final del recorregut. Amb aquesta taula podem il·lustrar les diverses possibilitats:

a) No podem triar l'r de (1,3) en direcció vertical cap a baix, ni el g de (1,2) en direcció vertical cap a baix, ni el y de (2,1) en direcció horitzontal dreta, ni l'r de (3,2) en direcció vertical cap a dalt, ni el b direcció vertical cap a dalt perquè els veïns en les direccions triades són caselles buides. Recordem que cal un color veí per iniciar el moviment en la direcció escollida i que una casella buida atura el moviment d'un color.

b) Triant l'y de (3,1) en direcció vertical cap a dalt la taula queda:

b	g	r
	r	b

ja que l'y es troba amb un altre y i, seguint les instruccions, tots dos desapareixen.

c) Triant l'r de (3,2) en direcció horitzontal esquerra acabem així

b	g	r
y		
y		b

perquè $r < y$, i en canvi si triem la direcció horitzontal dreta, acabarem així

b	g	r
y		
y		r

ja que $b < r$.

Hi ha altres possibilitats, però esperem que amb aquests exemples la mecànica del joc hagi quedat clara (podeu visitar <http://www.cut-the-knot.org/Games/cball.shtml> per jugar a aquest joc i entendre'l millor; és el mateix joc però jugat amb fruites, que representen els colors)

De cara a les següents preguntes partirem de l'estat inicial:

b	g	r
	r	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 només cal saber quin color hi ha cada casella, o si una casella està buida. Podem representar una taula com un *string* de caràcters, representant amb una X l'espai buit. Així doncs tindrem que la primera taula de l'enunciat seria: 'bgrgryrb', la taula després de moure l'y de (2,3) cap a l'esquerra seria 'bgryXXyrb'.

El nombre d'estats possibles és senzillament $5^9 = 1.953.125$, ja que cada combinació de colors i espais buits és un estat vàlid del joc. En canvi, el nombre d'estats inicials és només $4^9 = 262.144$, ja que no hi ha espais buits a l'estat inicial.

Òbviament no tots els estats són accessibles des d'un estat inicial. Només aquells que resulten de les operacions mencionades a l'enunciat a partir de l'estat inicial (només cal pensar que no poden aparèixer colors nous seguint les regles del joc).

2. Quants operadors tindrem? Quins seran aquests operadors?

Tindrem un operador per cada moviment possible de qualsevol color a una casella determinada. L'aplicabilitat o no de l'operador dependrà de la configuració específica del tauler. La idea seria tenir un operador per moure el color de la casella X en una direcció Y. Com que hi ha 9 caselles i 4 direccions tindríem 36 operadors. Ja d'entrada podem desestimar bastants operadors ja que no tenen sentit: l'operador "moure el color de la casella (1,1) en horitzontal cap a l'esquerra" no existeix ja que no hi ha res a l'esquerra de la casella (1,1). Així doncs, si traiem els que sabem que no tenen sentit, ens quedem amb **24** operadors.

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

De cara a les següents preguntes partirem de l'estat inicial 'bgrXXXXrb', és a dir, la taula

b	g	r
	r	b

Reconeixem l'estat objectiu ja que, seguint les regles del joc, no podem moure cap color.

4. Apliqueu els algorismes de cerca en amplada i profunditat per a trobar una solució del problema. Fixeu-vos que cada nivell de l'arbre de cerca correspon a jugadors que van alternant el torn, però això ara no ens importa. 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 pendants.]

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 pendants 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 pendants els que ja han estat tractats o els que ja estan a la llista de pendants.

E: B+C.

F: Altres tractaments (especificar-los).

b) En quin ordre heu aplicat els operadors sobre cada node?

En tots dos casos (amplada i profunditat) primer hem provat de moure els colors de les caselles començant per la (1,1), i després, si podem triar direcció, primer horitzontal esquerra i després horitzontal dreta (el vertical no importa perquè no apareix en el cas concret que estem tractant).

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

Profunditat: 'XxrXXXXXr'

Amplada: 'gXrXXXXrX'

Per definició, la solució trobada en amplada és la més propera a l'estat inicial, en altres paraules, la més curta.

d) Quants nodes heu generat?

Profunditat: 13

Amplada: 33

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?

Totes dues preguntes tenen la mateixa resposta, ja que el màxim de nodes guardats apareix al final.

Profunditat: 9

Amplada: 22

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

Profunditat: 3

Amplada: 2

Cerca en profunditat:

Node a expandir	Nodes expandits	Nodes per expandir
bgrXXXXrb	-	XgrXXXXrb gXrXXXXrb bXrXXXXrb rXXXXXXrb bgrXXXXXr bgrXXXXrX
XgrXXXXrb	bgrXXXXrb	XXrXXXXrb XrXXXXXrb XgrXXXXrX XgrXXXXXr gXrXXXXrb bXrXXXXrb rXXXXXXrb bgrXXXXXr bgrXXXXrX
XXrXXXXrb	bgrXXXXrb XgrXXXXrb	XXrXXXXXr XXrXXXXrX XrXXXXXrb XgrXXXXrX XgrXXXXXr gXrXXXXrb bXrXXXXrb rXXXXXXrb bgrXXXXXr bgrXXXXrX
XXrXXXXXr	bgrXXXXrb XgrXXXXrb XXrXXXXrb	XXrXXXXrX XrXXXXXrb XgrXXXXrX XgrXXXXXr gXrXXXXrb bXrXXXXrb rXXXXXXrb bgrXXXXXr bgrXXXXrX

I el procés acaba quan XXrXXXXXr no es pot expandir. És un estat objectiu.

Cerca en amplada:

Node a expandir	Nodes expandits	Nodes per expandir
bgrXXXXrb	-	XgrXXXXrb gXrXXXXrb bXrXXXXrb rXXXXXXrb bgrXXXXXr bgrXXXXrX
XgrXXXXrb	bgrXXXXrb	gXrXXXXrb bXrXXXXrb rXXXXXXrb bgrXXXXXr bgrXXXXrX XXrXXXXrb XrXXXXXrb XgrXXXXrX XgrXXXXXr
gXrXXXXrb	bgrXXXXrb XgrXXXXrb	bXrXXXXrb rXXXXXXrb bgrXXXXXr bgrXXXXrX XXrXXXXrb XrXXXXXrb XgrXXXXrX XgrXXXXXr gXrXXXXrX gXrXXXXXr
bXrXXXXrb	bgrXXXXrb XgrXXXXrb gXrXXXXrb	rXXXXXXrb bgrXXXXXr bgrXXXXrX XXrXXXXrb XrXXXXXrb XgrXXXXrX XgrXXXXXr gXrXXXXrX gXrXXXXXr bXrXXXXrX bXrXXXXXr
rXXXXXXrb	bgrXXXXrb XgrXXXXrb gXrXXXXrb bXrXXXXrb	bgrXXXXXr bgrXXXXrX XXrXXXXrb XrXXXXXrb XgrXXXXrX XgrXXXXXr gXrXXXXrX gXrXXXXXr bXrXXXXrX bXrXXXXXr

		bXrXXXXXr rXXXXXXXr rXXXXXXXrX
bgrXXXXXr	bgrXXXXrb XgrXXXXrb gXrXXXXrb bXrXXXXrb rXXXXXXXrb	bgrXXXXrX XXrXXXXrb XrXXXXXrb XgrXXXXrX XgrXXXXrX gXrXXXXrX gXrXXXXrX bXrXXXXrX bXrXXXXrX rXXXXXXXr rXXXXXXXrX XgrXXXXrX gXrXXXXrX bXrXXXXrX rXXXXXXXr
bgrXXXXrX	bgrXXXXrb XgrXXXXrb gXrXXXXrb bXrXXXXrb rXXXXXXXrb bgrXXXXrX	XXrXXXXrb XrXXXXXrb XgrXXXXrX XgrXXXXrX gXrXXXXrX gXrXXXXrX bXrXXXXrX bXrXXXXrX rXXXXXXXr rXXXXXXXrX XgrXXXXrX gXrXXXXrX bXrXXXXrX rXXXXXXXr XgrXXXXrX gXrXXXXrX bXrXXXXrX rXXXXXXXrX
XXrXXXXrb	bgrXXXXrb XgrXXXXrb gXrXXXXrb bXrXXXXrb rXXXXXXXrb bgrXXXXrX bgrXXXXrX	XrXXXXXrb XgrXXXXrX XgrXXXXrX gXrXXXXrX gXrXXXXrX bXrXXXXrX bXrXXXXrX rXXXXXXXr rXXXXXXXrX XgrXXXXrX gXrXXXXrX bXrXXXXrX rXXXXXXXr

		XgrXXXXrX gXrXXXXrX bXrXXXXrX rXXXXXXrX XXrXXXXXr XXrXXXXrX
XrXXXXXrb	bgrXXXXrb XgrXXXXrb gXrXXXXrb bXrXXXXrb rXXXXXXrb bgrXXXXXr bgrXXXXrX XXrXXXXrb	XgrXXXXrX XgrXXXXXr gXrXXXXrX gXrXXXXXr bXrXXXXrX bXrXXXXXr rXXXXXXXr rXXXXXXrX XgrXXXXXr gXrXXXXXr bXrXXXXXr rXXXXXXXr XgrXXXXrX gXrXXXXrX bXrXXXXrX rXXXXXXrX XXrXXXXXr XXrXXXXrX XrXXXXXXr XrXXXXXrX
XgrXXXXrX	bgrXXXXrb XgrXXXXrb gXrXXXXrb bXrXXXXrb rXXXXXXrb bgrXXXXXr bgrXXXXrX XXrXXXXrb XrXXXXXrb	XgrXXXXXr gXrXXXXrX gXrXXXXXr bXrXXXXrX bXrXXXXXr rXXXXXXXr rXXXXXXrX XgrXXXXXr gXrXXXXXr bXrXXXXXr rXXXXXXXr XgrXXXXrX gXrXXXXrX bXrXXXXrX rXXXXXXrX XXrXXXXXr XXrXXXXrX XrXXXXXXr XrXXXXXrX XXrXXXXrX XrXXXXXrX
XgrXXXXXr	bgrXXXXrb XgrXXXXrb	gXrXXXXrX gXrXXXXXr

	gXrXXXXrb bXrXXXXrb rXXXXXXrb bgrXXXXXr bgrXXXXrX XXrXXXXrb XrXXXXXrb XgrXXXXrX	bXrXXXXrX bXrXXXXXr rXXXXXXXr rXXXXXXXrX XgrXXXXXr gXrXXXXXr bXrXXXXXr rXXXXXXXr XgrXXXXrX gXrXXXXrX bXrXXXXrX rXXXXXXXrX XXrXXXXXr XXrXXXXrX XrXXXXXXr XrXXXXXrX XXrXXXXrX XrXXXXXrX XXrXXXXXr XrXXXXXXr
gXrXXXXrX	bgrXXXXrb XgrXXXXrb gXrXXXXrb bXrXXXXrb rXXXXXXrb bgrXXXXXr bgrXXXXrX XXrXXXXrb XrXXXXXrb XgrXXXXrX XgrXXXXXr	gXrXXXXrX gXrXXXXXr bXrXXXXrX bXrXXXXXr rXXXXXXXr rXXXXXXXrX XgrXXXXXr gXrXXXXXr bXrXXXXXr rXXXXXXXr XgrXXXXrX gXrXXXXrX bXrXXXXrX rXXXXXXXrX XXrXXXXXr XXrXXXXrX XrXXXXXXr XrXXXXXrX XXrXXXXrX XrXXXXXrX XXrXXXXXr XrXXXXXXr

I el procés acaba quan gXrXXXXrX no es pot expandir. És un estat objectiu.