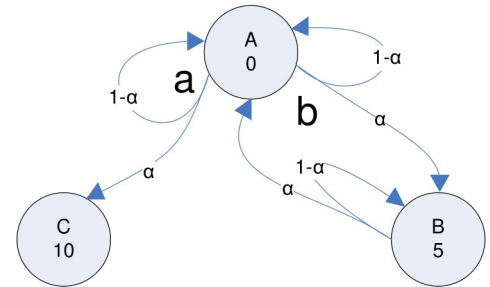


# Inteligentni multiagentski sustavi

## Pismeni ispit

1. (18 bodova) Markovljev proces odlučivanja (MDP) prikazan je slikom desno. Nagrade su prikazane u čvorovima koji predstavljaju odgovarajuća stanja, a vjerojatnosti prelaska u novo stanje naznačene su uz odgovarajuće lukove. Neka je koeficijent umanjenja  $\gamma=0.8$ .



- Odredite korisnosti stanja nakon prva dva koraka algoritma iteracije vrijednosti, uz početne vrijednosti  $u(A)=u(B)=u(C)=0$  (za općeniti  $\alpha$ ).
- Prema kojim vrijednostima algoritam konvergira uz  $\alpha=0$ ?
- Za  $\alpha=1$ , koju će akciju agent odabrati u stanju A? Hoće li ga ta akcija odvesti u stanje s najvećom nagradom? Zašto je ta akcija prikladna za agenta?

2. (18 bodova) Razmatramo problem četiriju kraljica. Potrebno je rasporediti četiri kraljice na šahovskoj ploči dimenzija  $4 \times 4$  tako da se međusobno “ne napadaju”, tj. tako da nijedna nije u istom retku, stupcu ili dijagonali s bilo kojom drugom. Početna situacija prikazana je slikom.

	1	2	3	4
Q <sub>1</sub>				
Q <sub>2</sub>				
Q <sub>3</sub>				
Q <sub>4</sub>				

- Formulirajte opisani problem kao problem raspodijeljenog zadovoljavanja ograničenja (navesti agente, domene, ograničenja; prikazati grafički).
- Neka se jedan ciklus algoritma asinkronog vraćanja (ABT) sastoji od:
  - (paralelnog) računanja pokrenutog porukama primljenim u prethodnom ciklusu
  - (paralelnog) slanja poruka na temelju izračuna u tekućem ciklusu

Uz pretpostavku da je prioritet agenata određen njihovim leksikografskim poretком te da agenti odabiru vrijednosti varijabli također leksikografskim poretком, prikažite aktivnosti agenata (pridruživanja vrijednosti i poruke poslane drugim agentima) za prva četiri ciklusa algoritma asinkronog vraćanja?

- Nalazi li algoritam rješenje u prva četiri koraka? A u nekom konačnom broju koraka? Obrazložite!

3. (18 bodova) Dva učeća agenta koriste algoritam učenja NashQ. Agenti su jednakih karakteristika i u svakom trenutku su im na raspolaganju dvije akcije:  $a_1$  i  $a_2$ . Zadano je:

- u nekom koraku  $t$  vrijedi:  $Q_1^t(s_1, a_1, a_1) = 1$  i  $Q_1^t(s_2, a_2, a_2) = 2$ ;
- nakon što oba agenta u koraku  $t$  u stanju  $s_1$  izvedu akciju  $a_1$ , novo stanje koje opažaju je  $s_2$ , a neposredna nagrada za svakog agenta iznosi 4;
- točka Nashove ravnoteže za razmatrani dio igre u stanju  $s_2$  je  $(a_2, a_2)$

- Odredite  $Q_1^{t+1}(s_1, a_1, a_1)$  uz  $\lambda^t = 1/3$  i  $\gamma=0.5$ .

- Uz pretpostavku da je gore navedena točka Nashove ravnoteže jedinstvena i da vrijedi  $Q_2^t(s_1, a_1, a_1)=1$  i  $Q_2^t(s_2, a_2, a_2)=2$ , odredite  $Q_2^{t+1}(s_1, a_1, a_1)$  (također uz  $\lambda^t = 1/3$  i  $\gamma=0.5$ ).

- Koliko Q-funkcija će naučiti agent 1, a koliko agent 2? Obrazložite.

4. (14 bodova) U nekoj kombinatoričkoj aukciji za 4 predmeta zaprimljene su sljedeće ponude:

predmeti	vrijednost
{1}	6
{2}	3
{3,4}	12
{1,3}	12
{2,4}	8
{1,3,4}	16

Konstruirajte stablo grananja po predmetima i odredite skup najpovoljnijih ponuda za prodavača.

5. (12 bodova) Igra u karakterističnom obliku za tri agenta zadana je sljedećom karakterističnom funkcijom:

$$v(\{1\}) = v(\{2\}) = v(\{3\}) = 0$$

$$v(\{1, 2\}) = v(\{1, 3\}) = 4$$

$$v(\{2, 3\}) = 6$$

$$v(\{1, 2, 3\}) = 20$$

- (a) Odredite koalicijske strukture za koje je moguće postići rješenje u jezgri.  
(b) Odredite Shapleyeve vrijednosti pojedinih agenata za koaliciju {1, 2, 3}.