

## Játékelmélet feladatok

Véges fákkal ábrázolt játékok

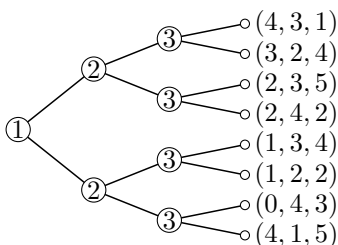
**1. Feladat.** Egy 20-pontú fának 18 darab 1-fokú pontja van.

- (a) Mennyi lehet a további két pont fokszáma?
- (b) Hány élt tartalmaz a leghosszabb útja?
- (c) Hány ilyen fa van, ha a pontokat nem különböztetjük meg?

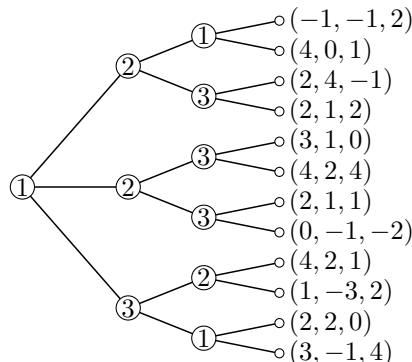
**2. Feladat.** Egy erdő 5 fájában összesen 16 él van. Hány pontja van az erdőnek?

**3. Feladat.** A síkban adott 14 különböző pont. Andi és Balázs felváltva kötnek össze két különböző pontot egy éllel. A játék kezdetén semelyik két pont sincs összekötve, az első élt Andi rajzolja. Az veszít, aki olyan élt rajzol be, amellyel a gráfban keletkezik kör. Milyen esélye van Andinak, illetve Balázsnak, hogy nyerjen?

**4. Feladat.** Határozza meg a következő véges gyökeres fával ábrázolt játék egyensúlyát.



**5. Feladat.** Határozza meg a következő véges gyökeres fával ábrázolt játék egyensúlyát.



**6. Feladat.** Egy áruházlánc ellenőrzése alatt tart egy piacot, amire belép egy vállalkozó. Az áruházláncnak két stratégiája van: engedi, hogy a vállalkozó a piacon maradjon vagy kiszorítja. A vállalkozó stratégiái: megmarad a piacon vagy kilép. Az egyes kifizetések a következők: ha a vállalkozó kilép, akkor az áruházlánc nyeresége 4 egység a vállalkozóé 1 egység. Ha a vállalkozó nem lép ki a piacról, de az áruházlánc utána kiszorítja, akkor nem nyernek semmit, ha nem szorítja ki, akkor mindkét szereplő 3-3 egységet nyer. Adja meg a problémához tartozó véges gyökeres fát, és határozza meg az egyensúlyát.

A  $2 \times n$ -es és  $n \times 2$ -es mátrixjátékok

**7. Feladat.** Az alábbi  $A$  mátrix egy  $2 \times 2$ -es mátrixjáték kifizetési mátrixa. Adja meg mindkét játékos optimális stratégiáját, valamint a játék értékét.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}.$$

**8. Feladat.** Az alábbi  $A$  mátrix egy  $2 \times 2$ -es mátrixjáték kifizetési mátrixa. Adja meg mindkét játékos optimális stratégiáját, valamint a játék értékét.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 5 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}.$$

**9. Feladat.** Az alábbi  $A$  mátrix egy  $2 \times 2$ -es mátrixjáték kifizetési mátrixa. Adja meg mindkét játékos optimális stratégiáját, valamint a játék értékét.

$$A = \begin{pmatrix} 6 & 4 \\ 2 & 5 \end{pmatrix}.$$

**10. Feladat.** Andi és Balázs szócsatát játszik. Andi az  $a$ ,  $\tilde{u}$ , míg Balázs az  $r$ ,  $z$ ,  $d$  betűkből választ egyet-egyet egyszerre. Ha Andi olyan értelmes szót tud alkotni a kiválasztott két betűből, ami nem ige, akkor 1 Ft-ot kap Balázstól, ha ige, akkor 5 Ft-ot kap, ha nem tud értelmes szót alkotni, akkor Balázs kap 3 Ft-ot Anditól. Adja meg a játék kifizetési mátrixát. Határozza meg mindkét játékos optimális stratégiáját, valamint a játék értékét.

**11. Feladat.** Az alábbi  $A$  mátrix egy  $2 \times 5$ -ös mátrixjáték kifizetési mátrixa. Adja meg mindkét játékos optimális stratégiáját, valamint a játék értékét.

$$A = \begin{pmatrix} 5 & 4 & 3 & 2 & 6 \\ 1 & 5 & 5 & 4 & 2 \end{pmatrix}.$$

**12. Feladat.** Az alábbi  $A$  mátrix egy  $2 \times 5$ -ös mátrixjáték kifizetési mátrixa. Adja meg mindkét játékos optimális stratégiáját, valamint a játék értékét.

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 6 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 0 & 5 & 5 \end{pmatrix}.$$

**13. Feladat.** Az alábbi  $A$  mátrix egy  $2 \times 3$ -as mátrixjáték kifizetési mátrixa. Adja meg grafikus módszer segítségével mindkét játékos optimális stratégiáját.

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 6 \\ 4 & 7 & 1 \end{pmatrix}.$$

**14. Feladat.** Az alábbi  $A$  mátrix egy  $2 \times 3$ -as mátrixjáték kifizetési mátrixa. Adja meg grafikus módszer segítségével mindkét játékos optimális stratégiáját.

$$A = \begin{pmatrix} 7 & 1 & 3 \\ 1 & 4 & 2 \end{pmatrix}.$$

**15. Feladat.** Az alábbi  $A$  mátrix egy  $5 \times 2$ -es mátrixjáték kifizetési mátrixa. Adja meg grafikus módszer segítségével mindkét játékos optimális stratégiáját.

$$A = \begin{pmatrix} -3 & 4 \\ 1 & 2 \\ 3 & -1 \\ -1 & 0 \\ 0 & -3 \end{pmatrix}.$$

A  $3 \times 3$ -as mátrixjátékok

**16. Feladat.** Az alábbi  $A$  mátrix egy  $3 \times 3$ -as szimmetrikus mátrixjáték kifizetési mátrixa. Adja meg mindkét játékos optimális stratégiáját, valamint a játék értékét.

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & -2 \\ -1 & 0 & 3 \\ 2 & -3 & 0 \end{pmatrix}.$$

**17. Feladat.** Az alábbi  $A$  mátrix egy  $3 \times 3$ -as mátrixjáték kifizetési mátrixa. Alakítsa át a mátrixot úgy, hogy egy szimmetrikus mátrixjátékot kapjon. Adja meg mindkét játékos optimális stratégiáját, valamint a játék értékét.

$$A = \begin{pmatrix} -3 & 0 & 2 \\ 1 & -2 & 0 \\ 0 & 3 & -1 \end{pmatrix}.$$

**18. Feladat.** Az alábbi  $A$  mátrix egy  $3 \times 3$ -as mátrixjáték kifizetési mátrixa. Adja meg mindkét játékos optimális stratégiáját, valamint a játék értékét.

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 0 & 2 \\ 4 & 5 & 1 \\ 2 & 3 & -1 \end{pmatrix}.$$

**19. Feladat.** Az alábbi  $A$  mátrix egy  $3 \times 3$ -as mátrixjáték kifizetési mátrixa. Adja meg az egyik játékos optimális stratégiáját, valamint a játék értékét. (Segítség: mind az első, mind a második játékos optimális stratégiájának mind a három komponense pozitív.)

$$A = \begin{pmatrix} 4 & -2 & 4 \\ 1 & 2 & 5 \\ 3 & -3 & 9 \end{pmatrix}.$$

**20. Feladat.** Az alábbi  $A$  mátrix egy  $3 \times 3$ -as mátrixjáték kifizetési mátrixa. Adja meg mindkét játékos optimális stratégiáját, valamint a játék értékét.

$$A = \begin{pmatrix} 6 & 0 & 6 \\ 8 & -2 & 0 \\ 4 & 6 & 5 \end{pmatrix}.$$

**21. Feladat.** Az alábbi  $A$  mátrix egy  $3 \times 3$ -as mátrixjáték kifizetési mátrixa. Adja meg mindkét játékos optimális stratégiáját, valamint a játék értékét.

$$A = \begin{pmatrix} 6 & 0 & 3 \\ 8 & -2 & 3 \\ 4 & 6 & 5 \end{pmatrix}.$$

## Diagonális játékok

**22. Feladat.** Az alábbi  $A$  mátrix egy  $4 \times 4$ -es diagonális mátrixjáték kifizetési mátrixa. Adja meg mindkét játékos optimális stratégiáját, valamint a játék értékét.

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 5 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}.$$

## Lineáris programozás

**23. Feladat.** Számolja ki a következő mátrix inverzét elemi bázistranszformáció segítségével.

$$\begin{pmatrix} 3 & -4 & 5 \\ 2 & -3 & 1 \\ 3 & -5 & -1 \end{pmatrix}$$

**24. Feladat.** Oldja meg a következő normál feladatot szimplex algoritmus segítségével.  $(y_1, y_2, y_3 \geq 0)$

$$\begin{array}{rcll} & y_2 & +3y_3 & \leq & 1 \\ y_1 & +2y_2 & -y_3 & \leq & 5 \\ 2y_1 & & +y_3 & \leq & 2 \\ \hline 2y_1 & +4y_2 & +y_3 & \rightarrow & \max \end{array}$$

**25. Feladat.** Oldja meg a következő normál feladatot szimplex algoritmus segítségével.  $(y_1, y_2 \geq 0)$

$$\begin{array}{rcll} & y_1 - y_2 & \leq & 3 \\ 2y_1 - 3y_2 & \leq & 8 \\ \hline 2y_1 + y_2 & \rightarrow & \max \end{array}$$

**26. Feladat.** Oldja meg a következő normál feladatot szimplex algoritmus segítségével.  $(y_1, y_2, y_3, y_4, y_5 \geq 0)$

$$\begin{array}{rcll} & y_1 - y_5 & \leq & 20 \\ & y_1 + y_3 & \leq & 30 \\ & y_1 + y_2 + y_4 & \leq & 10 \\ & y_2 - y_3 - y_4 + y_5 & \leq & 0 \\ \hline y_1 + 2y_2 + 3y_3 + 4y_4 + 5y_5 & \rightarrow & \max \end{array}$$

**27. Feladat.** Az alábbi mátrix egy  $3 \times 3$ -as mátrixjáték kifizetési mátrixa. Adja meg az egyik játékos optimális stratégiáját lineáris programozás segítségével.

$$\begin{pmatrix} 1 & 1 & 3 \\ 1 & 3 & 2 \\ 3 & 2 & 2 \end{pmatrix}.$$

**28. Feladat.** Oldja meg a következő lineáris programozási feladatot kétfázisú módszer segítségével.  $(x_1, x_2, x_3 \geq 0)$

$$\begin{array}{rcll} 2x_1 & +2x_2 & +x_3 & \leq & 8 \\ x_1 & +2x_2 & +2x_3 & \geq & 10 \\ \hline x_1 & +x_2 & +x_3 & \rightarrow & \max \end{array}$$

**29. Feladat.** Oldja meg a következő lineáris programozási feladatot kétfázisú módszer segítségével.  $(x_1, x_2, x_3 \geq 0)$

$$\begin{array}{rcll} 2x_1 & +x_2 & & \leq & 11 \\ x_1 & +2x_2 & +x_3 & = & 12 \\ 2x_1 & +3x_2 & +2x_3 & = & 21 \\ \hline x_1 & +x_2 & +x_3 & \rightarrow & \max \end{array}$$

## Bimátrixjátékok

**30. Feladat.** Oldja meg azt a  $2 \times 2$ -es bimátrixjátékot, ahol az 1. játékos kifizetéseit a következő  $A$  mátrix, a 2. játékos kifizetéseit pedig az  $A'$  mátrix tartalmazza.

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 2 \\ 5 & 4 \end{pmatrix}, \quad A' = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}.$$

**31. Feladat.** Oldja meg azt a  $2 \times 2$ -es bimátrixjátékot, ahol az 1. játékos kifizetéseit a következő  $A$  mátrix, a 2. játékos kifizetéseit pedig az  $A'$  mátrix tartalmazza.

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 4 & 2 \end{pmatrix}, \quad A' = \begin{pmatrix} 8 & 2 \\ 1 & 5 \end{pmatrix}.$$

**32. Feladat.** (*Fogoly-dilemma*) Két férfit fegyveres rablással gyanúsítanak, nincs döntő bizonyíték ellenük, de ők ezt nem tudják. A rendőr felajánlja mindkettőjüknek, hogy ha bevallja a rablást, de a másik tagad, akkor a beismerő vallomást tevő rabot felmentik, a tagadó rab 20 évet kap. Ha mindketten vallanak, akkor az enyhítő körülmény, így 5-5 évet kapnak. Ha mindketten tagadnak, akkor a rájuk bizonyítható tiltott fegyverviselésért 1-1 évet kapnak. Oldja meg a feladathoz tartozó bimátrixjátékot.

**33. Feladat.** (*Ajándékozási-dilemma*) A Young házaspárnak mindössze két kincse van, Jim családi örökségéből származó aranyórája és Della szép, hosszú haja. Karácsonyra meg akarják lepni egymást valami szép ajándékkal. Tudják egymásról, hogy mire vágnak; Jim egy óraláncra, Della pedig egy fésűs csatra. Mivel szegények, ezért pénzt csak a meglévő kincsük eladásával tudnak szerezni, de ezzel értéküket veszítik az ajándékok is. Ha mindketten eladják az értékeiket, akkor annak a szituációnak az értéke legyen 0. Az ajándékozás örömét értékeljük 2 egységgel, a megajándékozott örömét 1 egységgel. Oldja meg a feladathoz tartozó bimátrixjátékot.

**34. Feladat.** (*Családi vita*) Egy fiatal házaspár este szórakozni akar menni. A férfi egy ökölvívó mérőzést szeretne megnézni, a nő pedig színházba szeretne menni. Nem tudják előre megbeszélni, de csak akkor mennek el valahova, ha ugyanazt választják. Ha odamennek, amit szeretnének, annak legyen 2 egység az értéke, ha nem odamennek, annak 1 egység, ha pedig otthon maradnak, annak  $-1$  egység. Oldja meg a feladathoz tartozó bimátrixjátékot.

**35. Feladat.** (*Duopólium*) Egy kis országban csak két vállalat gyárt acélt. Mindkét cég kétféle árajánlatot tehet, magasat vagy alacsonyat. Ha mindkét vállalat magas árat ajánl, akkor legyen a profitjuk 10 egység, ha az egyik alacsonyat ajánl, a másik magasat, akkor az alacsonyabbat fogják választani a vásárlók, így annak vállalatnak a profitja legyen 14 egység, a másiké  $-1$  egység. Ha mindketten alacsony árat ajánlanak, akkor legyen a profit 7 egység. Oldja meg a feladathoz tartozó bimátrixjátékot.

**36. Feladat.** (*Legnagyobb kedvezmény elve*) Egy kis országban csak két vállalat gyárt acélt. A vállalatok szerződésben garantálják a vevőknek, hogyha a jövőben másnak alacsonyabb árat ajánlanak, akkor a tőle kért árat is erre az alacsonyabb szintre szállítják le. Ha mindkét vállalat magas árat ajánl, akkor legyen a profitjuk 10 egység, ha az egyik alacsonyat ajánl, a másik magasat, akkor az alacsonyabb árat ajánló vállalatnak az árgaranciákat is be kell váltani, így annak vállalatnak a profitja legyen 9 egység, a másiké  $-1$  egység. Ha mindketten alacsony árat ajánlanak, akkor legyen a profit 7 egység. Oldja meg a feladathoz tartozó bimátrixjátékot.

## Kooperatív játékok

**37. Feladat.** Egy halastó tulajdonosa el akarja adni a tavat. Két vevő pályázik rá, az egyik horgásztavat akar kialakítani, a másik egy csúszdaparkot szeretne építeni a tónál. Mivel a csúszdázók elijesztenék a halakat, így a két tervet egyszerre nem lehet megvalósítani. A halastó haszna 5 millió forint, a horgásztóval 10 millió forint, a csúszdaparkkal 15 millió forint hasznot érhetnek el. Adja meg a feladathoz tartozó 3-személyes kooperatív játék karakterisztikus függvényét.

**38. Feladat.** Az ENSZ biztonsági tanácsának 5 állandó és 10 választott tagja van. Egy határozat akkor lép életbe, ha az 5 állandó, és legalább 4 választott tag megszavazza. Adjon meg a feladathoz tartozó olyan súlyozott többségi szavazást, ahol a választott tagok súlya legyen 1, és az állandó tagok súlya a lehető legkisebb egész szám.

**39. Feladat.** Végezzen  $(0, 1)$ -normalizációt az  $(N, v)$  4-személyes kooperatív játékon, ha  $N = \{1, 2, 3, 4\}$ , és a karakterisztikus függvény tetszőleges  $S \subseteq N$  koalícióra a következő:

$$v(S) = \begin{cases} 2, & \text{ha } |S| = 1; \\ 5, & \text{ha } |S| = 2; \\ 7, & \text{ha } |S| = 3; \\ 10, & \text{ha } S = N. \end{cases}$$

**40. Feladat.** Végezzen  $(0, 1)$ -normalizációt az  $(N, v)$  6-személyes kooperatív játékon, ha  $N = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ , és a karakterisztikus függvény tetszőleges  $S \subseteq N$  koalícióra a következő:

$$v(S) = \begin{cases} 1, & \text{ha } |S| = 1; \\ 3, & \text{ha } |S| = 2; \\ 5, & \text{ha } |S| = 3; \\ 7, & \text{ha } |S| = 4; \\ 10, & \text{ha } |S| = 5; \\ 12, & \text{ha } S = N. \end{cases}$$

**41. Feladat.** Határozza meg a  $(3; 4, 1, 1)$  súlyozott többségi szavazáshoz tartozó karakterisztikus függvényt, és döntse el, hogy teljesül-e a szuperadditivitás.

**42. Feladat.** Igazolja, hogy a **37. Feladatban** megadott karakterisztikus függvény szuperadditív. Határozza meg az elosztások halmazát, és a kooperatív játék magját.

**43. Feladat.** Legyen  $(N, v)$  3-személyes kooperatív játék, ahol  $N = \{1, 2, 3\}$ , és a karakterisztikus függvény tetszőleges  $S \subseteq N$  koalícióra a következő:

$$v(S) = \begin{cases} 0, & \text{ha } |S| = 1; \\ 0, & \text{ha } S = \{1, 3\}; \\ 2, & \text{ha } S = \{1, 2\}; \\ 4, & \text{ha } S = \{2, 3\}; \\ 4, & \text{ha } S = N. \end{cases}$$

Határozza meg az elosztások halmazát és a játék magját.

**44. Feladat.** Legyen  $(N, v)$  3-személyes kooperatív játék, ahol  $N = \{1, 2, 3\}$ , és a karakterisztikus függvény tetszőleges  $S \subseteq N$  koalícióra a következő:

$$v(S) = \begin{cases} 0, & \text{ha } S = \{1\}; \\ 0, & \text{ha } S = \{2\}; \\ 6, & \text{ha } S = \{3\}; \\ 6, & \text{ha } S = \{1, 2\}; \\ 16, & \text{ha } S = \{1, 3\}; \\ 26, & \text{ha } S = \{2, 3\}; \\ 36, & \text{ha } S = N. \end{cases}$$

Határozza meg az elosztások halmazát és a játék magját.

**45. Feladat.** Igazolja, hogy a **37. Feladatban** megadott 3-személyes kooperatív játék esetén az alábbi  $B$  stabil halmaz (millió forintban számolva):

$$B = \{(x_1, x_2, x_3) : 5 \leq x_1 \leq 15, x_2 = 0, x_3 = 15 - x_1\}.$$

**46. Feladat.** (*Szitakötő vírus*<sup>1</sup>) A Nagy Kerekerdő közepén ott áll a Toboz nevű kisfalú, szélén a Kék tavacskával, ahol sok szitakötő él. Egy meleg nyári délután Józsi bácsi a falu kis közösségének tyúkhúsleveset főzött falunapra, sokan ettek a házi finomságból. Másnap Piri néni elkezdett szédelegni, így elment a faluorvoshoz, hogy kivizsgálta magát. Dr. Kör Albert szitakötő vírust diagnosztizált. Kiderült, hogy Józsi bácsi tyúkjá beteg szitakötőt evett, így a tyúkhúsleves fertőzött volt. Mivel Piri néni állapota súlyos volt, ezért Dr. Kör Albert elküldte őt a patikába Károly bácsihoz, hogy vegyen Szitikusz gyógyszert, és szedje azt két hétig, majd utána jöjjön vissza ellenőrzésre. Sanyi is Piri nénihez hasonló panaszokkal érkezett meg a rendelőbe, de mivel az ő állapota nem volt olyan súlyos, ezért neki a doktor úr csak egy házi főzetet írt fel, amit Károly bácsi a patikában készített el. Dr. Kör Alberthez egyre több beteg érkezett szitakötő vírussal, ezért rendelt a gyógyszergyártótól Szitikuszt, hogy rögtön oda tudja adni a betegeknek a gyógyszert. Így Dr. Kör Albert és a gyógyszergyártó közös haszna 2,5 rut volt. Mivel a faluban elterjedt a hír, hogy szitakötő vírust kaptak el azok, akik Józsi bácsi tyúkhúsleveséből ettek, ezért voltak akik rögtön Károly bácsihoz mentek Szitikuszért. Károly bácsinak is rendelnie kellett Szitikuszt. Abban az esetben, ha a beteg a doktor urat kihagyva rögtön Károly bácsihoz ment gyógyszerért, akkor Károly bácsinak és a gyógyszergyártónak a közös haszna 2,5 rut. Ha a beteg először Dr. Kör Alberthez ment, a doktor úr pedig Károly bácsihoz küldte Szitikuszért, akkor Dr. Kör Albert, Károly bácsi és a gyógyszergyártó közös haszna 3 rut. Akinél Sanyiéhoz hasonló volt a betegség lefolyása, vagyis a kezelés megoldható volt Szitikusz nélkül, azoknál Dr. Kör Albert és Károly bácsi haszna 2 rut. Az egyes esetek bekövetkezése egymástól független és egyenletes. Hogyan oszthatják szét az együttműködés során befolyó pénzt? Adja meg a feladathoz tartozó 3-személyes kooperatív játék karakterisztikus függvényét. Határozza meg az elosztások halmazát, és a játék magját. Meg lehet adni stabil halmazt?

<sup>1</sup>Kiskároly Tímea feladata