

Intelligens elosztott rendszerek, ZH, 2020. 04. 20., Megoldások

1. Két szenzor által biztosított információt fuzionálunk. A következő eseményeket modellezzük, és a két szenzor a táblázatban megadott mop-okat szolgáltatja.

Mekkora fuzionált mop-ot kapunk az AD eseményre Dempster-Shafer fúzió alkalmazásakor?

	A	B	C	D	AC	AD	ABCD (=Ω)
Szenzor1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1
Szenzor2	0,1	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,4

$$m^{(1,2)}(Z) = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m^{(1)}(X) \cdot m^{(2)}(Y)}{1 - \sum_{X \cap Y = \emptyset} m^{(1)}(X) \cdot m^{(2)}(Y)} = \frac{\sum_{X \cap Y = Z} m^{(1)}(X) \cdot m^{(2)}(Y)}{\sum_{X \cap Y \neq \emptyset} m^{(1)}(X) \cdot m^{(2)}(Y)}$$

ahol Z most az AD.

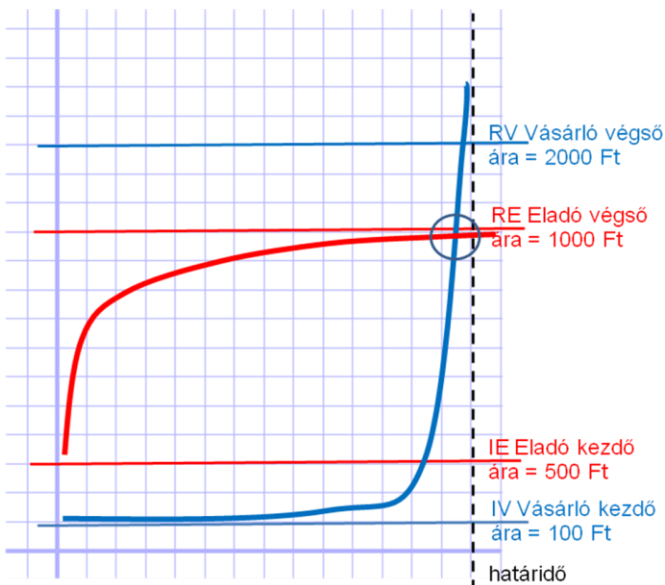
Számláló: $m^{(1)}(AD) \cdot m^{(2)}(AD) + m^{(1)}(\Omega) \cdot m^{(2)}(AD) + m^{(1)}(AD) \cdot m^{(2)}(\Omega) = .1 \times .2 + .1 \times .2 + .1 \times .4 = .08$

Nevező: $m^{(1)}(A) \cdot m^{(2)}(A) + m^{(1)}(A) \cdot m^{(2)}(AC) + m^{(1)}(A) \cdot m^{(2)}(AD) + m^{(1)}(A) \cdot m^{(2)}(\Omega) +$
 $m^{(1)}(B) \cdot m^{(2)}(B) + m^{(1)}(B) \cdot m^{(2)}(\Omega) +$
 $m^{(1)}(C) \cdot m^{(2)}(C) + m^{(1)}(C) \cdot m^{(2)}(AC) + m^{(1)}(C) \cdot m^{(2)}(\Omega) +$
 $m^{(1)}(D) \cdot m^{(2)}(D) + m^{(1)}(D) \cdot m^{(2)}(AD) + m^{(1)}(D) \cdot m^{(2)}(\Omega) +$
 $m^{(1)}(AC) \cdot m^{(2)}(A) + m^{(1)}(AC) \cdot m^{(2)}(C) + m^{(1)}(AC) \cdot m^{(2)}(AC) + m^{(1)}(AC) \cdot m^{(2)}(AD) + m^{(1)}(AC) \cdot m^{(2)}(\Omega) +$
 $m^{(1)}(AD) \cdot m^{(2)}(A) + m^{(1)}(AD) \cdot m^{(2)}(D) + m^{(1)}(AD) \cdot m^{(2)}(AD) + m^{(1)}(AD) \cdot m^{(2)}(AC) + m^{(1)}(AD) \cdot m^{(2)}(\Omega) +$
 $m^{(1)}(\Omega) \cdot m^{(2)}(A) + m^{(1)}(\Omega) \cdot m^{(2)}(B) + m^{(1)}(\Omega) \cdot m^{(2)}(C) + m^{(1)}(\Omega) \cdot m^{(2)}(D) + m^{(1)}(\Omega) \cdot m^{(2)}(AC) + m^{(1)}(\Omega) \cdot m^{(2)}(AD) +$
 $m^{(1)}(\Omega) \cdot m^{(2)}(\Omega) =$
 $.1 \times .1 + .1 \times .2 + .1 \times .2 + .1 \times .4 +$
 $.1 \times .2 + .1 \times .4 +$
 $.1 \times .1 + .1 \times .2 + .1 \times .4 +$
 $.3 \times .2 + .3 \times .2 + .3 \times .4 +$
 $.1 \times .1 + .1 \times .1 + .1 \times .2 + .1 \times .2 + .1 \times .4 +$
 $.1 \times .1 + .1 \times .2 + .1 \times .2 + .1 \times .2 + .1 \times .4 +$
 $.1 \times .1 + .1 \times .2 + .1 \times .1 + .1 \times .2 + .1 \times .2 + .1 \times .2 +$
 $.1 \times .4 = .81$

mop(AD) = .08/.81 ≈ 0.09

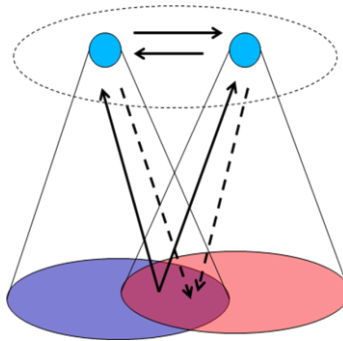
2. Egy eladó (E) és egy vásárló (V) ágens egy üzletről tárgyalnak. A két ágens kezdő és rezervációs árszintjei a következők: IV = 100 Ft, IE = 500 Ft, RE = 1000 Ft, RV = 2000 Ft.

Ha a vásárló ágens a Boulware-féle, az eladó ágens viszont a Condencer-féle stratégiát alkalmazza, és mindkettő nagyjából azonos határidővel számol, milyen lesz a tárgyalás várható kimenetele (azaz milyen érték közelében állapodnak meg az ágensok)?



RE = 1000 Ft közelében, azaz az eladó jobb üzletet fog csinálni.

3. Magyarázza meg, hogy mit fejez ki az alábbi ábra és mit jelentenek rajta a folytonos és a szaggatott vonalak?

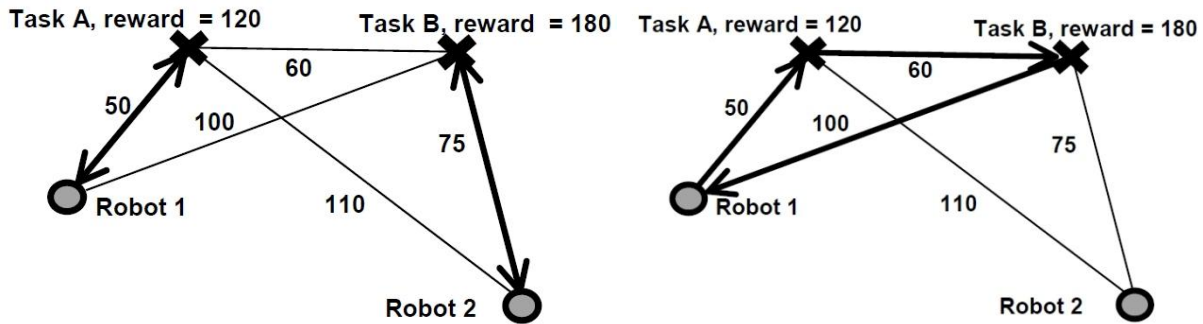


A felső "krumpli" az ágensek közös kommunikációs környezete. Az alsó "krumplik" az ágensek fizikai (feladat) környezetei, amelyek jelen esetben átlapolódnak. A közös fizikai környezetrészre irányuló **szaggatott nyílak** ágensek olyan **fizikai cselekvéseit** jelképezik, amelyek pozitív (pl. segítségnyújtás), vagy negatív (zavarás) kölcsönhatásba kerülnek. A közös területből az ágensek felé irányuló **folytonos nyílak** a közös dolgokra/ problémákra vonatkozó **információszerzést** jelentik, ami, ha konzisztens, alapot adhat kooperatív, vagy konfliktusfeloldó együttműködés **megtárgyalására (vízszintes folytonos nyílak)**.

4. Két feladat van és hozzá két robot. A feladatok elvégzésének költsége a távolságok megtételével mérhető, amely számok a gráf élein vannak feltüntetve. Egy-egy feladat végrehajtásáért jutalom jár, amelynek értéke a feladat mellett olvasható. A team megszervezésére az első ötlet, hogy az R1 robot vigye el a T1 feladatot és az R2 robot pedig vigye el a T2 feladatot. Milyen magas akkor a team szociális jóléte? Miután a szervezők felé az R2 robot a T2 feladatot elvállalta, titokban ajánlattal fordul az R1 robot felé, hogy az a T1 feladatának elvégzése után az alaphelyzetébe ne térjen azonnal vissza, hanem iktassa még a pályájába a T2 feladat elvégzését is. A T2 feladatért járó jutalmat R2 ugyan már bezsebelte, de hajlandó a fáradozásáért egy bizonyos összeget R1-nek megfizetni.

(a) Kérdés, mennyit ajánljon (legalább, legfeljebb), hogy ez az üzlet a korábbi elképzelésnél előnyösebb legyen mindkettő számára (azaz most e üzletből többet profitáljanak külön-külön, mint a feladatok eredeti felosztásából)?

(b) Milyen fizetés maximálni fogja az új helyzetben a team szociális jólétét?



(a) Az első ötletnek (R1-T1, R2-T2) hasznosságai az alábbiak:

R1: költsége 2 x 50, nyeresége 120, **hasznossága $u_1 = 20$** .

R2: költsége 2 x 75, nyeresége 180, **hasznossága $u_2 = 30$** . Szociális jólétük $u_1 + u_2 = 50$.

A T2 feladat eladásánál a helyzet a következő (legyen F a fizetés mértéke):

R1: költsége $50 + 60 + 100 = 210$, nyeresége $120 + F$, hasznossága $u'_1 = -90 + F$.

R2: költsége 0, nyeresége $180 - F$, hasznossága $u'_2 = 180 - F$.

Az üzlet feltétele, hogy **kölcsönösen jobb legyen**, azaz hogy:

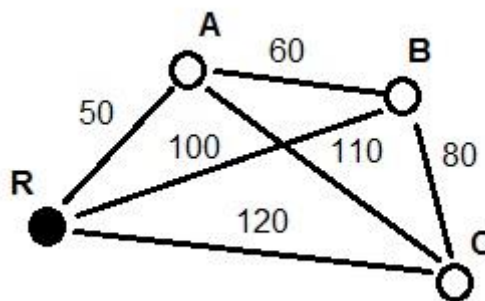
$u'_1 \geq u_1$, $u'_2 \geq u_2$, azaz $-90 + F \geq 20$, $180 - F \geq 30$, és belőle: $110 \leq F \leq 150$.

(b) A fizetésnél a **szociális jólét**: $u'_1 + u'_2 = -90 + F + 180 - F = 90$, a fizetéstől függetlenül (feltéve, hogy az F a megfelelő korlátok közé esik).

5. A szekvenciális árverés lépései az optimális team irányába tartó keresésnek foghatók. Milyen keresési algoritmusra lehet itt gondolni és miért?

Mivel minden körben a pillanatnyi legolcsóbb feladat kel el, ez egy **lokális optimum** kereső algoritmus. Mivel a "legolcsóbb" mögött egy heurisztikus megítélés áll (a licit megfogalmazásához a feladattal járó költségeket becsülni kell), az algoritmus egy **heurisztikus** algoritmus. Mivel az árverés eredménye nem a tökéletes team-optimum, tehát egy lokális optimum, végül az alkalmazott keresés a **hegymászó keresés**.

6. Egy R robot már két A és B feladatot vállalt fel (szekvenciális árverésben, MinSum team-et építve). Most a C feladatot is meg szeretne szerezni. A licitje kiszámításához az R robot beszűrős heurisztikát használ. Lássuk be a példában, hogy a beszűrős heurisztika tényleg legfeljebb a 2x faktossal rosszabb az elvi optimumnál!



Az R robot már rendelkezik (A,B) feladatokkal. Az ábra alapján azok költsége min. $50 + 60 = 110$.

Ha a robot a C feladatot is szeretne magának, akkor fel kell mérnie, hogy ha (A,B,C) feladatokkal már rendelkezne, mi lenne a végrehajtásuk min. költsége. Ehhez alkalmazza a **beszűrési heurisztikát**, azaz a C feladatot sorra más-más helyre szúrja be az eddigi feladatok optimális R-A-B végrehajtási láncába, azaz az **R-C-A-B**, **R-A-C-B**, és **R-A-B-C** sorozatok költségét tekinti át. Lássuk:

$R-C-A-B = 120 + 110 + 60 = 290$

$R-A-C-B = 50 + 110 + 80 = 240$

$R-A-B-C = 50 + 60 + 80 = 190$

Itt az R-A-B-C fogható fel az optimális megoldásnak, ehhez képest $290/190 = 1.53 < 2$.

7. Egy ágensközösség szavazati profilja az alábbi:

Szavazati csoportok:	1	2	3	4	5	6
Csoportonként szavazók száma:	30	1	10	29	10	1
1. hely	x	x	y	y	z	z
2. hely	y	z	z	x	x	y
3. hely	z	y	x	z	y	x

- (a) Ki a Condorcet győztes?
 (b) Ki a Borda győztes?
 (c) Ez az eredmény a Borda szavazás milyen tulajdonságát eleveníti fel?
 (d) Hány szavazó véleményét módosítani kellene, hogy a két szavazás eredménye egybeessen?

(a) Képezzük páronkénti összehasonlítások eredményét: $x : y = 41 : 40$, $x : z = 60 : 21$, $y : z = 69 : 12$, azaz x a páronkénti (Condorcet) győztes.

(b) az x súlya: $2 \times 30 + 2 \times 1 + 0 \times 10 + 1 \times 29 + 1 \times 10 + 0 \times 1 = 101$
 az y súlya: $1 \times 30 + 0 \times 1 + 2 \times 10 + 2 \times 29 + 0 \times 10 + 1 \times 1 = 109$
 a z súlya: $0 \times 30 + 1 \times 1 + 1 \times 10 + 0 \times 29 + 2 \times 10 + 2 \times 1 = 33$

azaz y a Borda győztes.

(c) Hogy nem teljesíti a Condorcet-kritériumot, azaz, ha létezik Condorcet-győztes, akkor a szavazási algoritmus köteles azt kihozni győztesnek.

(d) Egy szavazóé, ha a páronkénti összehasonlításnál $x : y = 40 : 41$, akkor y lenne egyaránt Condorcet- és Borda-győztes.

8. Egy probléma kapcsán $x = (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)$ adatsorozathoz juttottunk hozzá. Normálizáljuk ezeket az adatokat nulla várhatóértékűre és egységnyi szórásúra! A normálizáláshoz számított empirikus szórást egész számjegyre kerekítsük! Mennyire tér el az egységnyitől az így normálizált adatok tényleges empirikus szórása?

Ehhez ki kell számítani az empirikus várható értéket (középértéket) m és az empirikus szórásnégyzetet s^2 :

$$m = (1+2+3+4+5+6+7) / 7 = 28/7 = 4$$

$$s^2 = (3^2+2^2+1^2+1^2+2^2+3^2) / 6 = 28/6 = 14/3 \approx 4.66 \rightarrow s \approx 2 \text{ (egész számjegyre kerekítve)}$$

Ezzel a **normálizált adatsor**: $(1-4)/2, (2-4)/2, (3-4)/2, (4-4)/2, (5-4)/2, (6-4)/2, (7-4)/2$
 $-3/2, -1, -1/2, 0, 1/2, 1, 3/2$

ennek az adatsornak az empirikus szórásnégyzete: $(9/4+1+1/4+1/4+1+9/4)/6 = 7/6 \approx 1.16$

9. A megismert ágensszervezetek közül mely szervezet működésének lényegi vonása a zártság, és mely szervezetké a nyíltság (magyarázatot kérek!)?

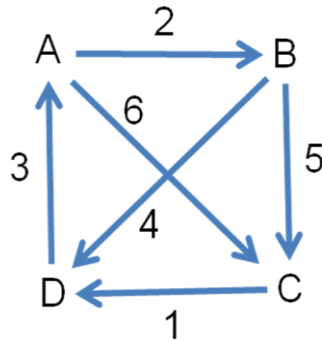
A zártság lényege az alábbi szervezeteknek:

- **Team**: a team összeállítása a teamfeladat függvénye, induláskor szükséges a megfelelő számú és képességű ágens jelenléte. Utána elvben ágensek váltására nincs szükség.
- **Kongregáció**: a szervezetbe elvben minden olyan ágens tartozik, akinek csak a szervezetbe lehetnek cselekvési partnereik. Elhagyni kongregációt büntetett. Idegent befogadni nem ajánlatos.
- **Föderáció**: föderáció ágensei a képviselői által a világtól el vannak zárva.

A nyíltság lényege a:

- **Koalíció**: ha a koalíció mérete/ereje nem elegendő, új tagokat a szervezetbe muszáj kooptálni.
- **Közösség**: önmagában a közösség csak egy "búra". Be kell fogadnia (kellő óvatossággal) ágenseket, hogy valami érdemleges feladatvégzés megtörténjen benne.
- **Piac**: az árverések lényege a licitálók szabad mozgása az árverések között, illetve az árú árverésre vitele. Más szervezeteknél a zártság/nyíltság nem a lényegi vonásuk, inkább működési opció.

10. Az ábrán egy többségi gráf látható, a gráf élein a páronkénti szavazások győzelmi margói vannak feltüntetve. A Schultze-féle módszernél megismert módon számítsa ki az egyes jelöltpárookra a legnagyobb erősségű tranzitív győzelmi láncok $P[X,Y]$ erősségét, és ennek alapján állapítsa meg, hogy melyik jelölt kerül ki győztesen, azaz sorra zárja ki a többieket!



A gráf alapján számított **$P[X,Y]$ erősségek** mátrixa az alábbi:

	A	B	C	D
A	--	2	6	2
B	3	--	5	4
C	1	1	--	1
D	3	2	3	--

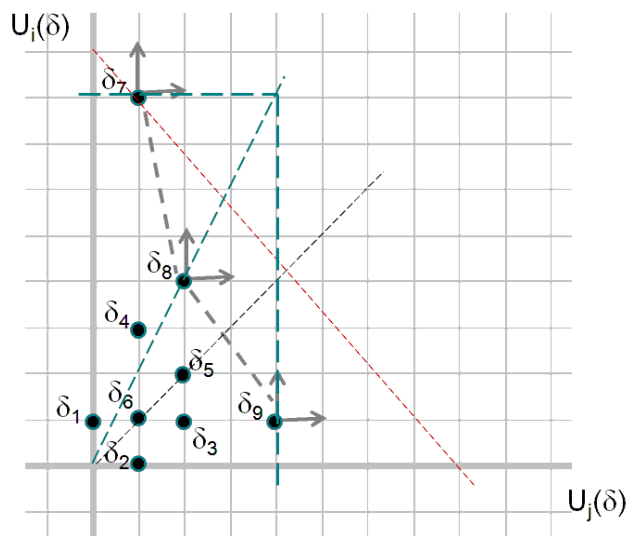
Most nézzük sorra: $P[A,B] < P[B,A]$, B erősebb, azaz A kiesik
 $P[C,B] < P[B,C]$, B erősebb, azaz C kiesik
 $P[D,B] < P[B,D]$, B erősebb, azaz D kiesik, és B marad győztesnek.

11. A "Master-Slave protokoll áthárítással", illetve a "Vállalkozási hálók rekurzióval" protokollokban egy beosztott ágens átadhatja a rábízott feladatot másnak. Mi e két esetben a legnagyobb különbség a feladatot áthárító ágens szemszögéből?

M-S protokollban beosztott ágens találhat maga helyett egy lehetséges helyettesítőt, de a döntés, hogy a kiosztott feladat tényleg ő hozzá kerüljen a Master ágensé, a beosztott csak egy **passzív közvetítő**. V-H protokollban a beosztott jelentkezik a feladatra és a Menedzser ágens ki is osztja azt az ő számára. Ezek után a beosztott ágensnek **szabad önhatalmúlag** a feladatot továbbadni és **az átvevő ágens identitásáról önmagának dönteni**.

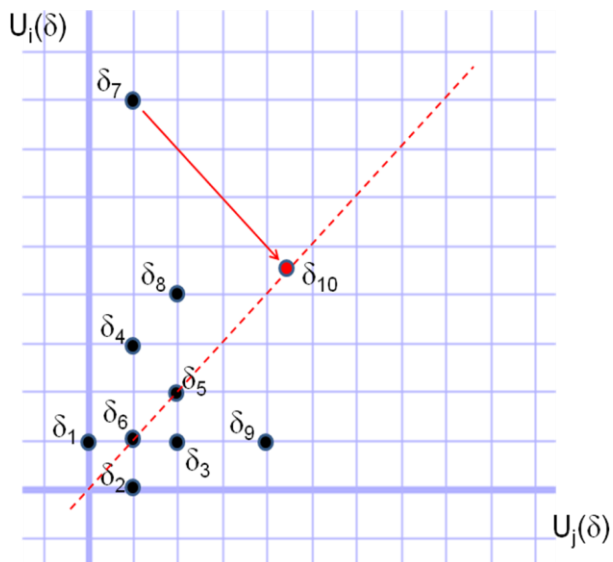
12. Legyenek egy kétágenses üzlettér üzletei az alábbiak (az i-ik ágens hasznossága az y tengely, az j-ik ágens hasznossága az x tengely):

δ_i	$u_i(\delta)$	$u_j(\delta)$
δ_1	1	0
δ_2	0	1
δ_3	1	2
δ_4	3	1
δ_5	2	2
δ_6	1	1
δ_7	8	1
δ_8	4	2
δ_9	1	4



- Melyik üzletek a Pareto-fronton helyezkednek el? δ_7 , δ_8 , és δ_9 (szürke szaggatott mentén)
- Melyik üzlet az egalitáriánus üzlet? δ_5 (max. a fekete szaggatott mentén)
- Melyik üzlet az utilitáriánus üzlet? δ_7 (max. az origó felé tolt piros ferde egyenes mentén)
- Melyik üzlet a Nash-alkú üzlet? δ_7 , vagy δ_8 , ($u_i(\delta) \times u_j(\delta) = 8 = \max$)
- Melyik üzlet a Kalai-Smorodinsky üzlet? δ_8 (Pareto-front és a $(\max u_i(\delta), \max u_j(\delta))$ téglalap metszése)

13. Az előbbi (12.) példában a kecsgetető üzletek halmazát fizetés bevonásával szeretnénk javítani. Melyik ottani üzlet fizetés révén történő módosításával maximálizálható a Nash-alkú? Kinek és mennyit kell fizetnie, illetve mennyi a kapott Nash-alkú értéke?



δ_7 üzletet kell fizetéssel módosítani. Ha i -ik ágens fizet 3.5 egységet j -ik ágensnek, akkor a δ_{10} üzletben kötnek ki, amelyben $u_i(\delta_{10}) = 8 - 3.5 = 4.5$, $u_j(\delta_{10}) = 1 + 3.5 = 4.5$, és a Nash-alkú értéke (8 helyett) $4.5 \times 4.5 = 20.25$