

Fókuszban az együttműködés

Együttműködés = megosztás + kommunikáció

Mit lehet megosztani:

adat, információ, tudás, eredmény, konklúzió, hipotézis, ...

ilyen megosztásból általában „homogén” közösségek („tudásban egyenlők”) profitálnak

feladat, erőforrás, eszköz, cél,

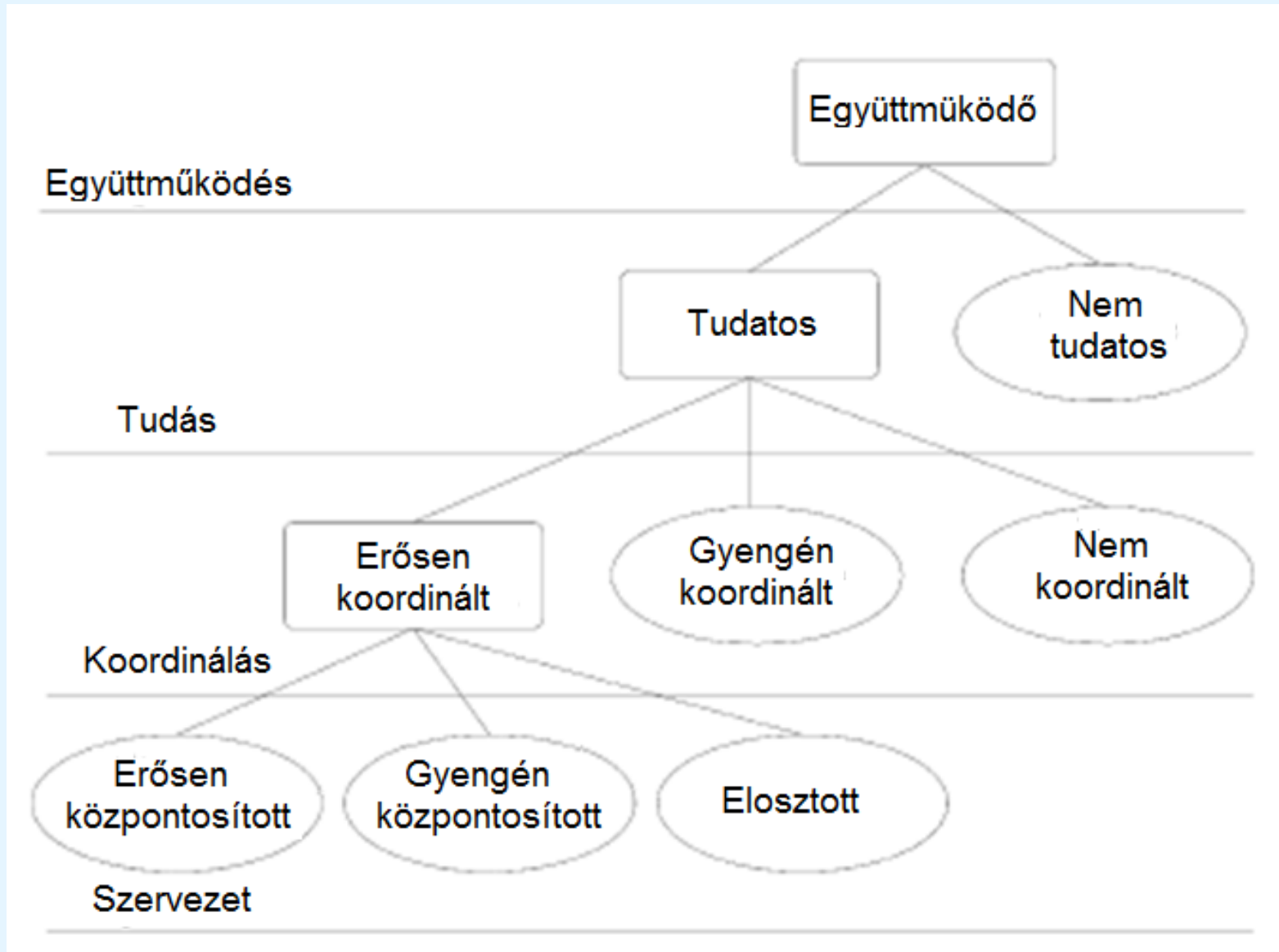
ilyenből pedig „strukturált” közösségek (specializálódás) profitálnak .

Együttműködés lehetséges, ha a felek :

- kognitív módon elismerik egymást
- közös céljuk van (akár csupán a negatív jelenségek mérséklése)
- etikailag elismerik egymást
- megbíznak egymásban.

...

Együttműködés szintjei



Koordinálás dimenzió

Együttműködés szintje: ... együtt tevénykedni valamilyen globális feladat érdekében.

Tudás szintje: ... tudatában vannak egymás létezésének
(de kecsegtető a nem tudatos együttműködés)

Koordinálás szintje: ... együttműködés, ha ágensek cselekvéseikben kölcsönösen veszik egymást figyelembe úgy, hogy ennek eredménye konzisztens és hatékony működés. A kérdés a koordinálási protokoll ...

Szervezet (avagy a döntés) szintje: ...

Rendszer dimenzió

Direkt (eszköz) – indirekt (környezet módosítása, sztigmergia: *stigma+ergon*)
kommunikáció

Szervezeti összetétel: heterogén – homogén

Rendszer architektúra: cél-orientált – reflexszerű

Feladatarchitektúra: (kommunikáció ... döntés ... tanulás ...)

single-task (**ST**) agents – multi-task (**MT**) agents,
single-agent/robot (**SR**) tasks – multi-agent/robot (**MR**) tasks,
instantaneous assignments (**IA**) - time-extended assignments (**TA**)

Hiedelemrevízió problémája

Konzisztens hiedelmek ágensek körében, beszélhetünk itt:

megosztott adatokról (*shared data*)

privát adatokról (*private data*)

Ágensközösség lehetséges állapotai:

inkonzisztens - néhány ágens önmagában is inkonzisztens lehet,

lokális konzisztencia - az egyes ágensek konzisztensek, de a globális konzisztencia hiányzik,

lokális és megosztott konzisztencia - ágensek egyenként és legalább egy csoportjuk is konzisztens,

globális konzisztencia – ha az összes ágens tudását összemásoljuk, egy konzisztens tudásbázist kapunk eredményül.

Megjegyzés: ha kommunikáció nincs, akkor legfeljebb egy lokális konzisztencia érhető el, ha van kommunikáció, akkor cél lehetne a globális konzisztencia, **de ez nem praktikus**.

Miért nem praktikus?

Globális konzisztencia = minden egyes ágens, minden egyes új tény feltárásánál (szenzorai, közlés) maradéktalanul igyekezzon minden következményét deduktív módon levezetni és mindenki mással közölni. Ennek kommunikáció igénye túl nagy lenne.

Praktikus cél: a konzisztencia csakis a megosztott adatok szempontjából.

A megosztott adatok a legfontosabbak –
más ágensek problémamegoldó képességét befolyásolják.

A cél tehát: a lokális és a megosztott konzisztencia, és ne törekedjünk globális megosztott konzisztenciára, ha ez a lokális konzisztenciát esetleg veszélyeztetne!

Kérdés: ha egy ágens formális modelljét még meg is tudnánk vizsgálni, mi a helyzet az egész ágenscsoport formális modelljével?

Együttműködési protokollok

Globális koherencia elérése a működésben (közös kontextus, célok, stb.), de az egyéni **autonómia** meg nem sértése.

Megosztott célok, közös feladatok azonosítása, de a szükségtelen protokollok (kritikus erőforrások terhelése) **kerülése**.

Tudás- és bizonyíték **fuziója**, **feladatok megfelelő képességekkel párosítása**, de figyelni a kommunikáció és a szinkronizálás költségeinek csökkentésére.

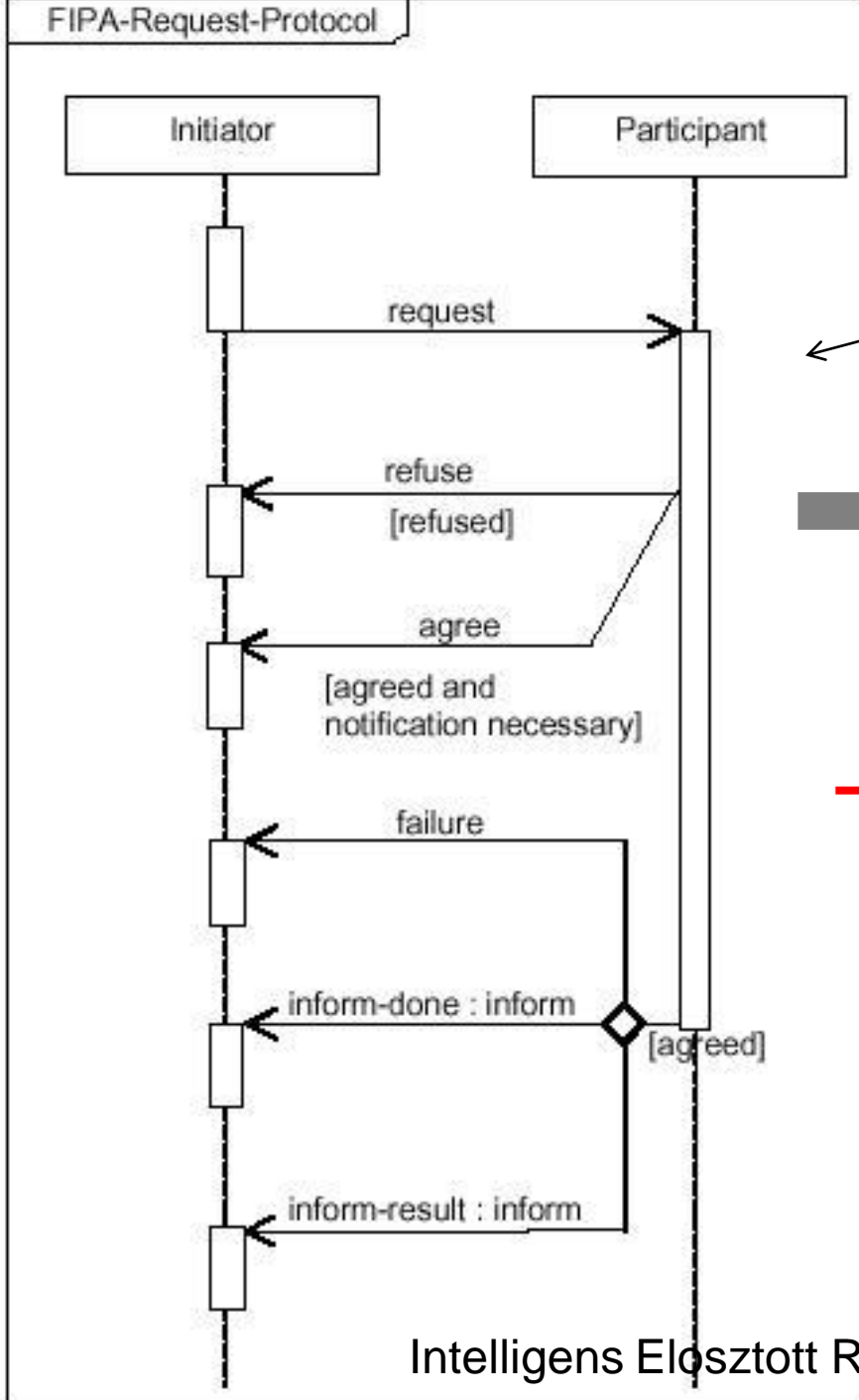
protokoll ⇒ informális megadása
 ⇒ formális megadása
 ⇒ leírása gráfokkal **A(gent extended)UML**, XML, FSM, stb.
 ⇒ logikával (információs attitűdök, modalitások, idő)

protokoll verifikálása:

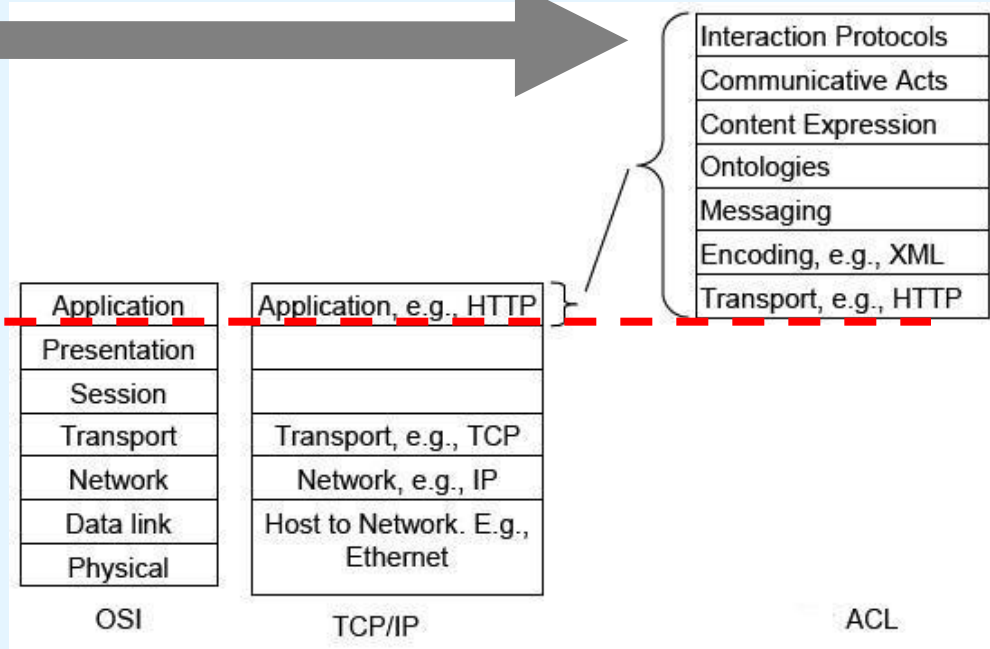
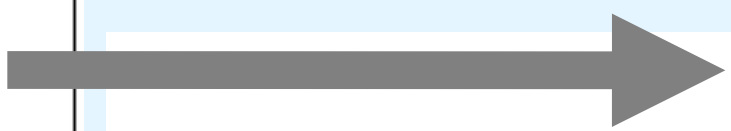
logikai **biztonság** tulajdonság (**safety property**): ‘meglegyen a cél’
 élénkség tulajdonság (**liveness property**): ‘legyen mozgás’

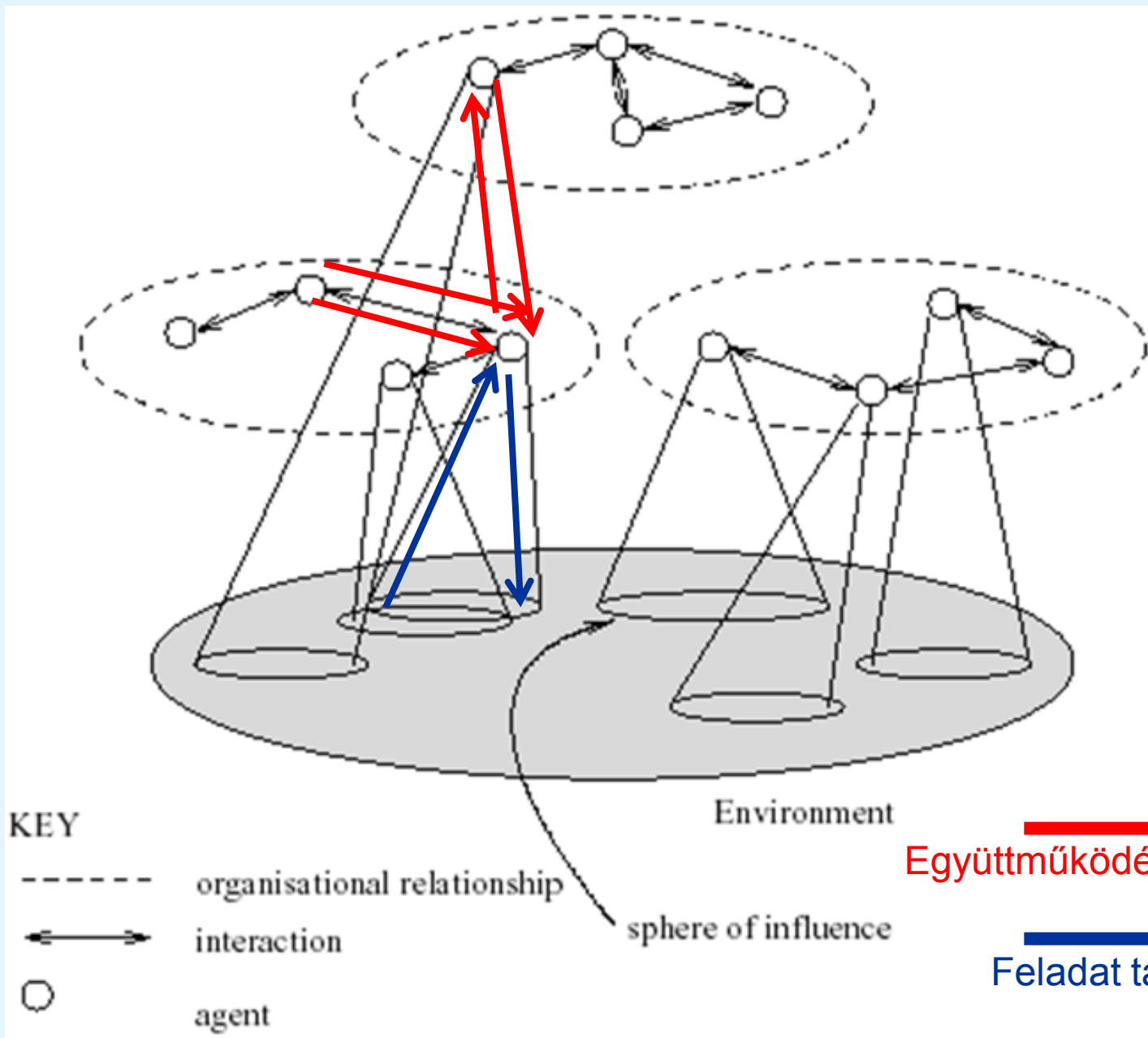
heurisztikus: szimulációk

(pl. komplex gyártási folyamat, elosztott ágensek, ...)



AUML modell





Protokollok típusai (nagyban a szervezettől függenek)

Zárt(abb) szervezet (hierarchia, team, közösség, ...)

üzenetváltás szekvencia

merev (mechanikus, eltérés nem lehetséges)

nem kiterjeszhető („bedrótzott”)

szervezet **erősen strukturált**, megjelenik benne **főnöki szerep**

taszkiosztás folyik, tip. protokoll: Master/Slave protokoll

szervezet **gyengébben strukturált**, megjelenik benne

aszimmetrikus menedzseri, vállalkozói szerep

taszkfelajánlás folyik, tip. protokoll: **Vállalkozási Hálók protokoll**

Nyílt(abb) szervezet (piac, ..., web, e-kereskedelem, ...)

hiedelem-, cél alapú, rugalmas, **egyenlősi** közösség,

nagyjából szimmetrikus hatások:

információ, **eredménymegosztás** folyik, tip. protokoll: FA/C,

érvelés alapú tárgyalási protokollok, **aukciók**, **szavazás**

Gyengén strukturált közösségekben, megjelenik a **döntnöki** szerep

versengő-/konfliktushelyzetek kezelése speciális információ-megosztó protokollokkal

Taszk megosztás Master/Slave protokollal

1. Master a megrendelőtől kapott feladatot dekomponálja és Slave ágenseknek kiosztja
2. Slave ágensek a részfeladatukat megoldják és a megoldásukat a Master ágenssel közlik
3. Master ágens a teljes feladat megoldását összerakja és továbbítja a felhasználó felé.

Jellegzetességek:

Master ágens tudása lényegesen több, mint Slave ágenseké:
tartalmazza a feladat dekomponálási elveit,
a megoldás szintetizálásának képességét és
a Slave ágensek képességi modelljét
(hogyan tudjon, hogy mire mit érdemes kiosztani).

Master/Slave protokoll a feladatok áthárításával

1. Master a kapott feladatot dekomponálja, Slave ágenseknek kiosztja,
.....
2. S1 Slave ágens megkérdezi valamelyik más ágenstől (pl. Sk-tól), hogy az képes-e az S1-nek eredetileg kiosztott feladatot megoldani,
3. Sk közli S1 ágenssel, hogy igen,
4. S1 közli Master ágenssel, hogy „Sk tudja”,
5. Master ágens átadja Sk-nak az eredetileg S1-nek szánt feladatot,
6.
7. Master a teljes feladat megoldását összerakja, továbbítja

Jellegzetességek ([tanulás](#), [hibatűrés](#)):

Ha az ágensek képességeiről alkotott elképzelése nem teljesen helytálló, az áthárítás révén Master új, helyes információt megkap, beépíti a folytatott protokollba, azaz [tanul](#). ([később kevesebb párbeszéd kell](#)).

[Slave tudása most több, képes önértékelésre, alprotokollokra \(alkuszok\), a protokoll rugalmasabb, dinamikus, bonyolultabb környezetben.](#)

Taszkmegosztás Vállalkozási Hálók protokollal (*Contract Nets*)

1. Menedzser ágens átveszi a feladatot és kisebb „porciókra”, „taszkokra”. lebontja (egyben eldönti, hogy nem képes egyedül megoldani)
2. Menedzser ágens vállalkozókat keres taszkjához, vagy taszkjának egyes részeihez.
3. E célból szétküldi (broadcast) a taszkok (probléma) leírását (esetleges megkötésekkel, pl. határidő, míinőség) és kedvező ajánlatokra vár.
4. Vállalkozó ágensek összemérik a meghirdetett taszkok leírását a saját képességeivel (tudás modellel) és vagy nem reagálnak, vagy beküldik a jelentkezésüket (milyen feltételekkel vállalkoznak a feladatra, milyen minőségű megoldást képesek szállítani, stb.).
5. Menedzser ágens választja ki a legjobbnak tűnő ajánlatokat és a feladatokat véglegesen adja ki elvégzésre.
6. Vállalkozó ágensek a rájuk bizott feladatokat megvalósítják és a megoldásokat a Menedzsernek beküldik.
7. A befutó megoldásokból a Menedzser ágens összerakja a teljes feladat megoldását és a felhasználónak elküldi.

Vállalkozási Hálók protokoll (*Contract Nets*)

Szükséges üzenetek (informálisan)

Taszkok meghírdetése

Licitbeküldés

Taszk odaítélése

Előrehaladás beszámolója

Végleges beszámoló (eredménnyel együtt)

Termináló üzenet (hátha a Menedzser a szerződést fel szeretne bontani)

Vállalkozási Hálók protokoll (*Contract Nets*)

Jellegzetességek:

A feladatot végző konkrét ágens identitása előre **ismeretlen**.

Menedzser ágens tudása lényegesen több, mint a Vállalkozó ágenseké, abban, hogy az ő feladata kapcsolattartás a felhasználóval és a feladat dekompozíciója /megoldásának szintézise.

Nem kell tudnia a feladatot megoldani, nem kell mindig ismernie a Vállalkozók képességeit, viszont tudnia kell mérlegelni a beküldött jelentkezéseket (mások modellje, feladat modellje, stb. alapján).

Minden vállalkozó ágensnek rendelkeznie kell viszont:

- **problématerületre** vonatkozó problémamegoldó tudással,
- **önmaga** tudásával, hogy a vállalkozás sikerét mérlegelni tudja.

Szabad autonóm módon **elutasítani** is ...

Lehetőség: a **fokozatos romlás** biztosítása (szuboptimális viselkedés, ...)

VH protokoll iterációval

....

A beküldött javaslatok, ill. elutasítások alapján Menedzser arról kap tulajdonképpen képet, hogy az általa kiírt feladatok mennyire értelmesek (mennyire jól sikerült a feladat dekompozíciója egy adott vállalkozási közösség szempontjából).

Hiányos jelentkezések esetében a Menedzser átdolgozza a feladat felbontását és ismételten ír ki versenytárgyalást, az ágensek képességeihez most jobban illeszkedő taszkok elküldésével.

Jellegzetességek:

Menedzser **tanul**.

A rendszer **optimális(jobb)** megoldás felé tart.

A rendszer **változó** körülményekhez is igazodik (kieső vállalkozók, ...) (hibatűrés, fokozatos romlás).

VH protokoll rekurzióval (alvállalkozás)

...(eredeti VH)...

Egy részfeladatra vállalkozó és azzal megbízott ágens nem kezd bele a feladatba, hanem a kapott feladatra (annak alkalmas dekomponálásával) maga ír ki további versenytárgyalást (ugyanilyen VH protokollal),

...(beágyazott VH)...

A beküldött (rész)rész megoldásokból összerakja és a kifelé vállalt feladat megoldását az eredeti protokoll szerint átadja Menedzsernek.

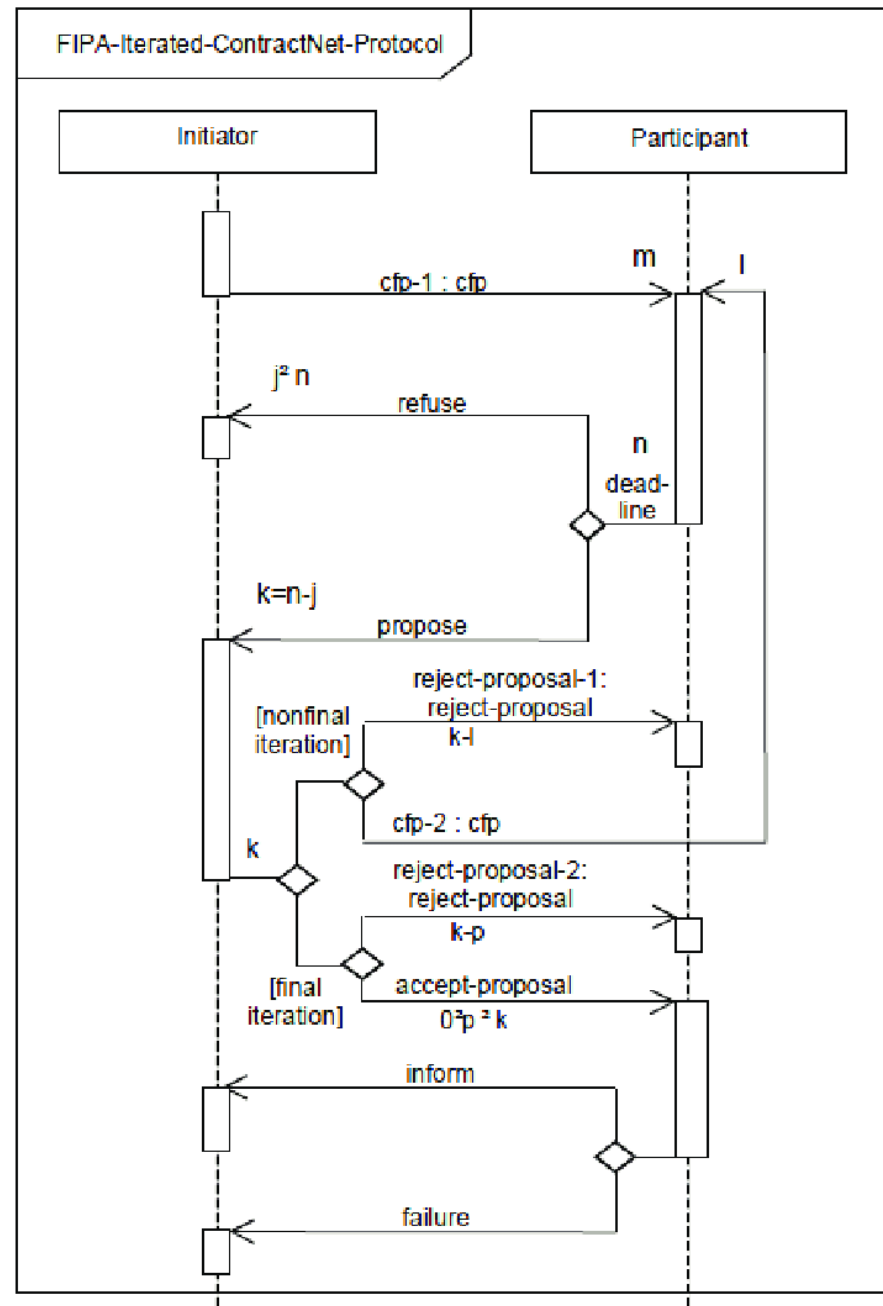
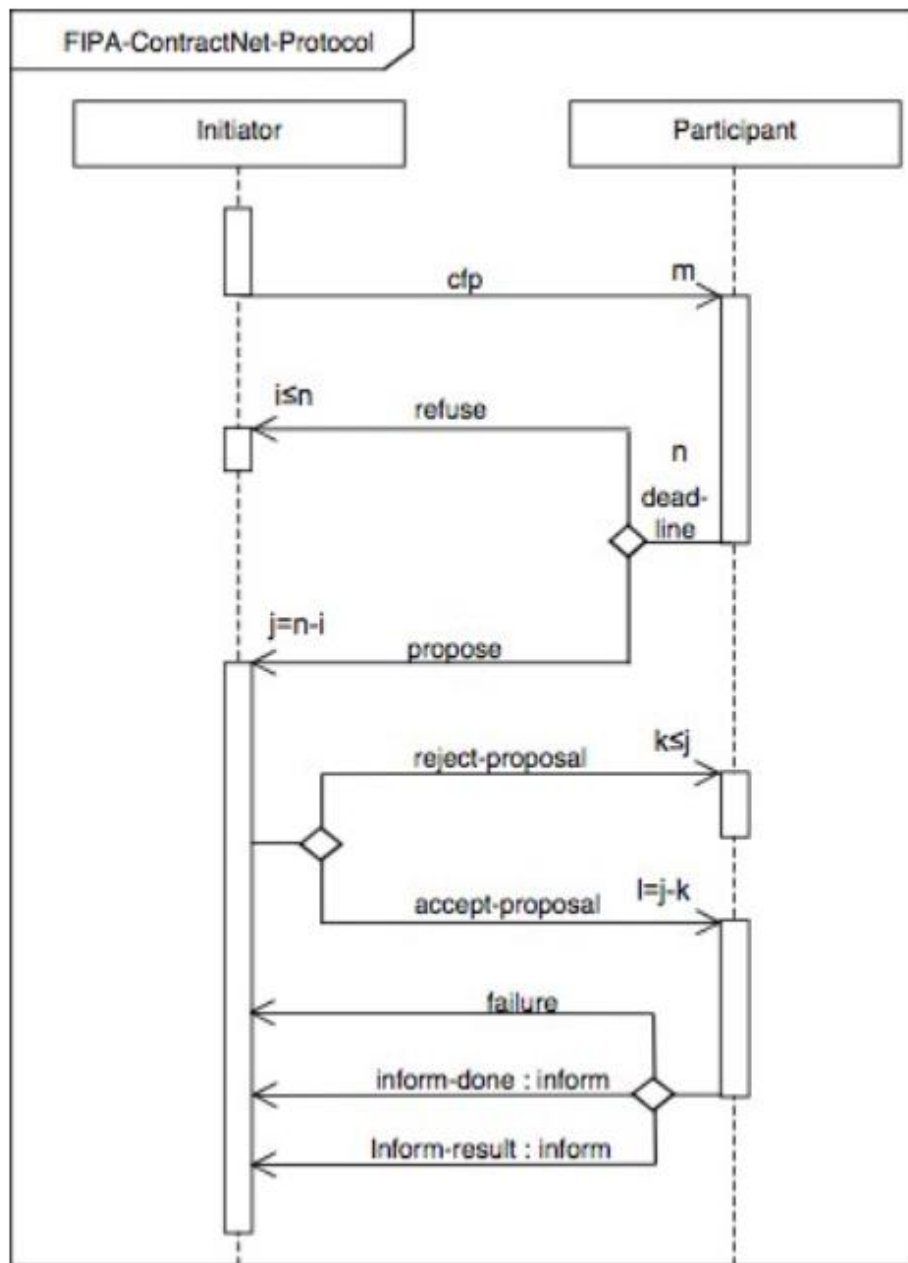
...(eredeti VH)...

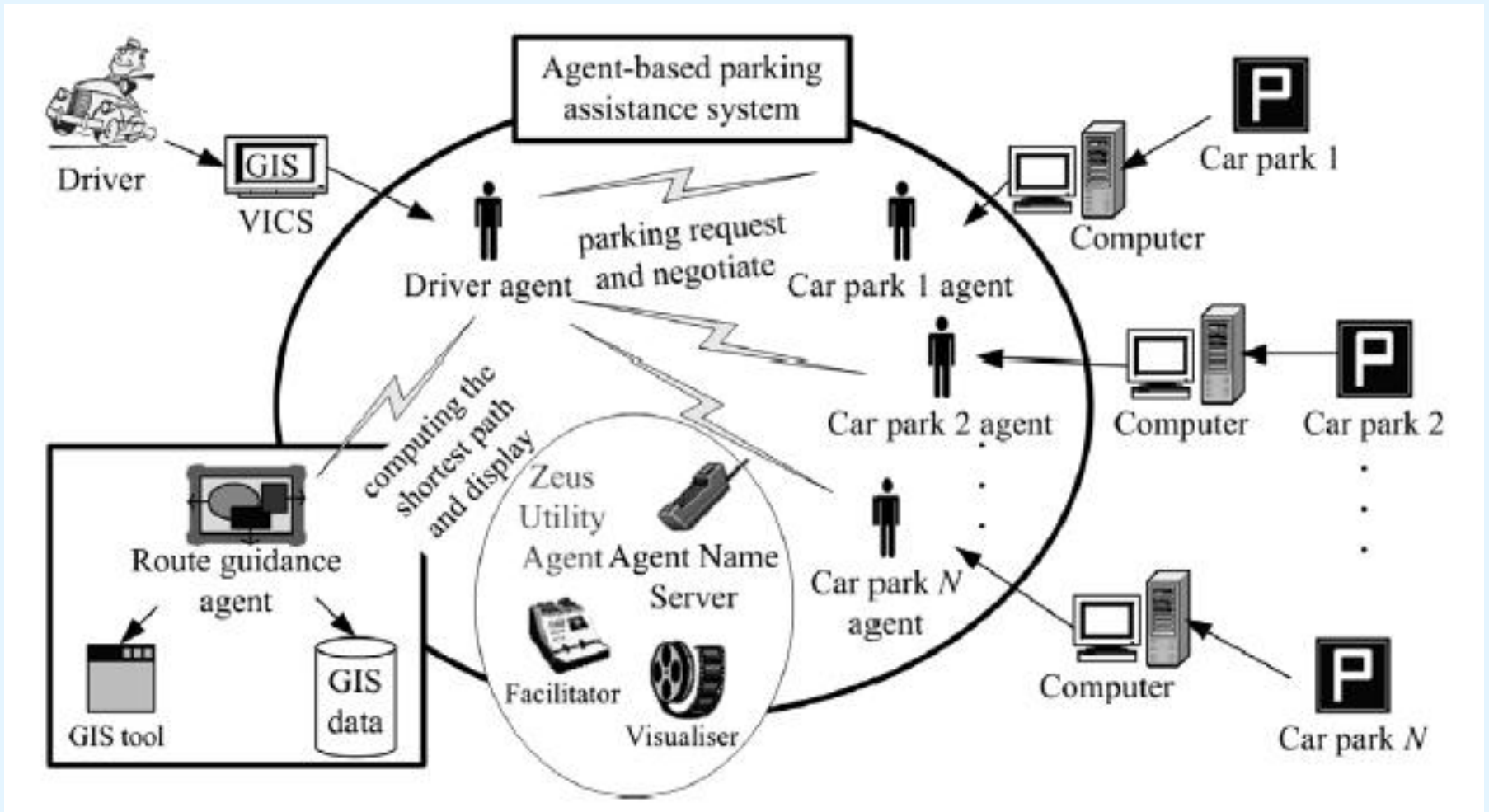
Jellegzetességek:

A rekurzív protokollban résztvevő **vállalkozó ágensnek** rendelkeznie kell az eddigieken túlmenően **(alacsonyabb bonyolultsági szinten):**

**a feladat dekomponálási/megoldás szintetizálási képességgel,
ugyanilyen szinten a beküldött javaslatok mérlegelési képességgel.**

Mi a rekurzió lehetséges terminálása?





P+R megválasztása

Task/adatmegosztás alkusz-, mediátor protokollal

Az Interneten információt kereső ágens fő problémája, hogy NEM ISMERI A CÍMZETTET (az információforrás helyét)

„Lekérdezés címzett nélkül” egy lehetséges protokollja:

A tényleges címzettet az alkusz, ill. alkuszok „közössége” ismeri.

Igénylő ágens → *felkérés* → *Facilitator(ok)* (VH?)

Facilitator → *továbbítás* → *Alkusz(ok)* (VH?)

...

Alkusz → *továbbítás* → *Ontológia-szerver(ek)*

Alkusz ← „*lefordított felkérés*” ← *Ontológia-szerver*

Alkusz → *felkérés* → *(Információforrás) ágens(ek)* (VH?)

.....

Alkusz ← *válasz* ← *(Információforrás) ágens*

Alkusz → *továbbítás* → *Ontológia-szerver*

Alkusz ← „*lefordított válasz*” ← *Ontológia-szerver*

Facilitator ← *továbbítás* ← *Alkusz*

Igénylő ágens ← *továbbítás* ← *Facilitator*

Alkusz-, mediátor protokollok

Jellegzetességek :

- az igénylő ágens nem csak nem tudja a forrás címét, de a nyelvezetét (fogalmi rendszerét) sem,
- az alkusz sem tudhatja minden információforrás nyelvi formátumát,
- ontológia szerver szerepe, hogy a kérést az igénylő „nyelvezetéről” a forrás „nyelvezetére” (és fogalmi rendszerére) tegye át,
- a facilitator szerepe egyfajta „sárga oldalak” szerep, azaz az igény-szolgáltatás relációk karbantartása egy lokális környezetben,
- metaprotokollok, protokollok ágyazása.

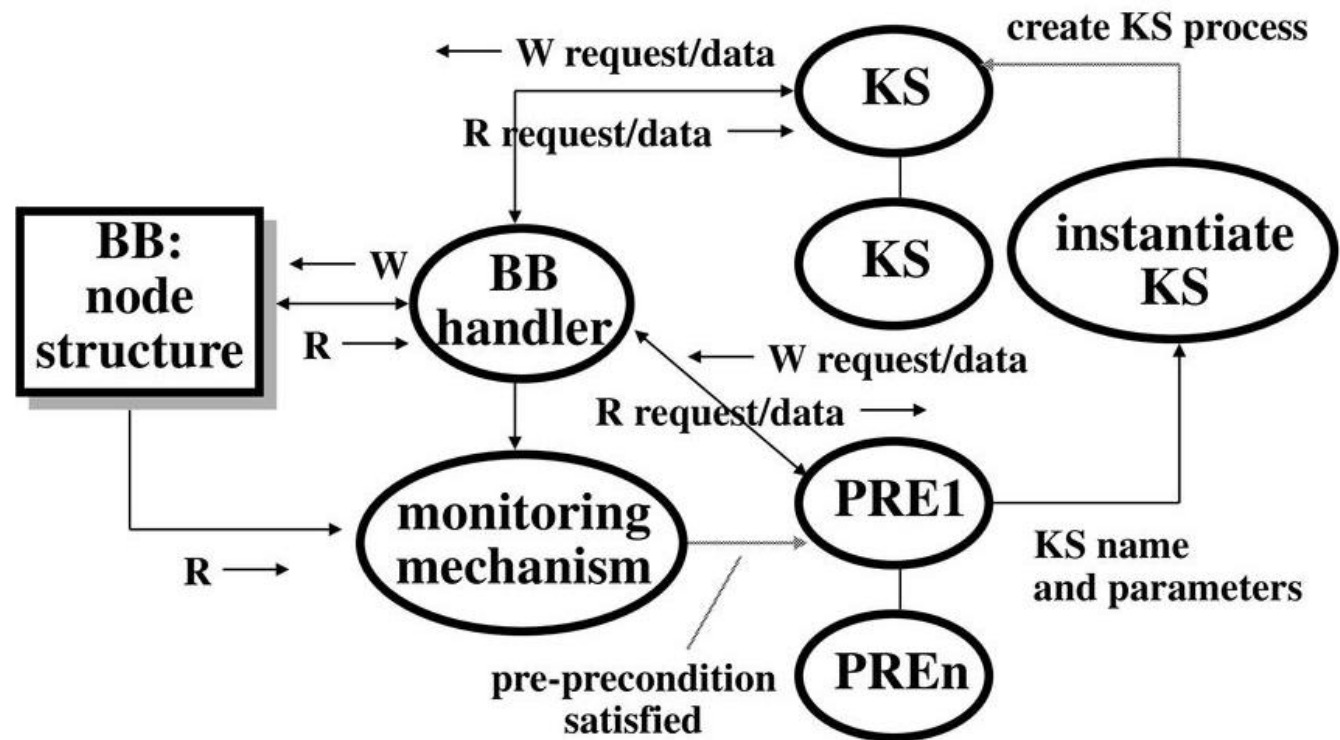
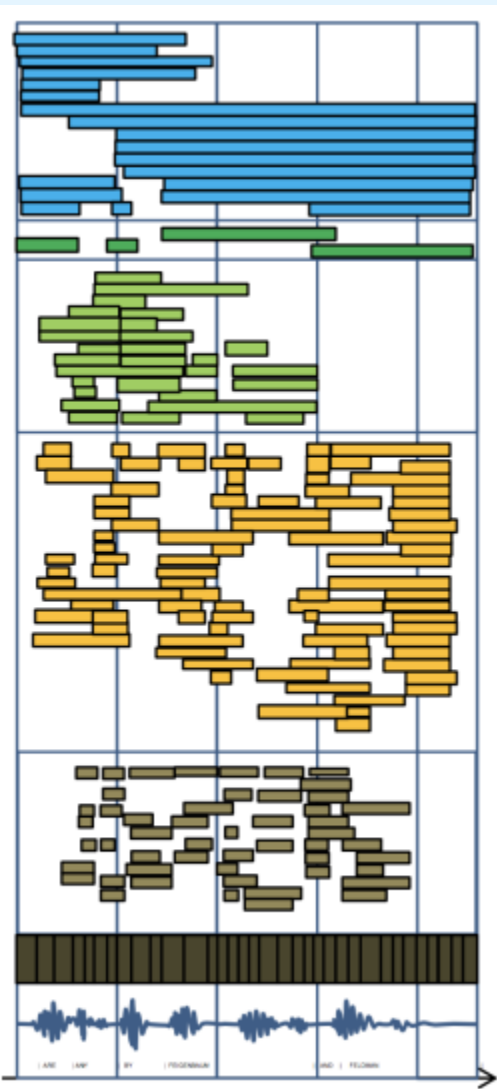
Eredménymegosztási stratégiák

- Független részmegoldások keresztellenőrzése.
- Lokális perspektívák fuzionálása jobb globális rálátás érdekében.
- Eredmény-megosztás a megoldás pontosságát növelheti.
- Eredmény-megosztás támogatja az erőforrások parallel kihasználását.
- ...

Most jellemző az ágenscsoportra:

- a feladat-dekompozíció kezdetleges,
- egyes ágensek taszkjai, ill. azok megoldásai hatással vannak egymásra,
- az eredménycsere kisebb kommunikáció, mint a nyers adattömegek cseréje,
- az egyedi ágensek nem tökéletesek, korlátos tudásuk szerint cselekszenek, a „kognitív horizontjuk” véges.

Eredménymegosztás Fekete Iskolatábla (Blackboard) architektúrában (Hearsay-II, 1975)



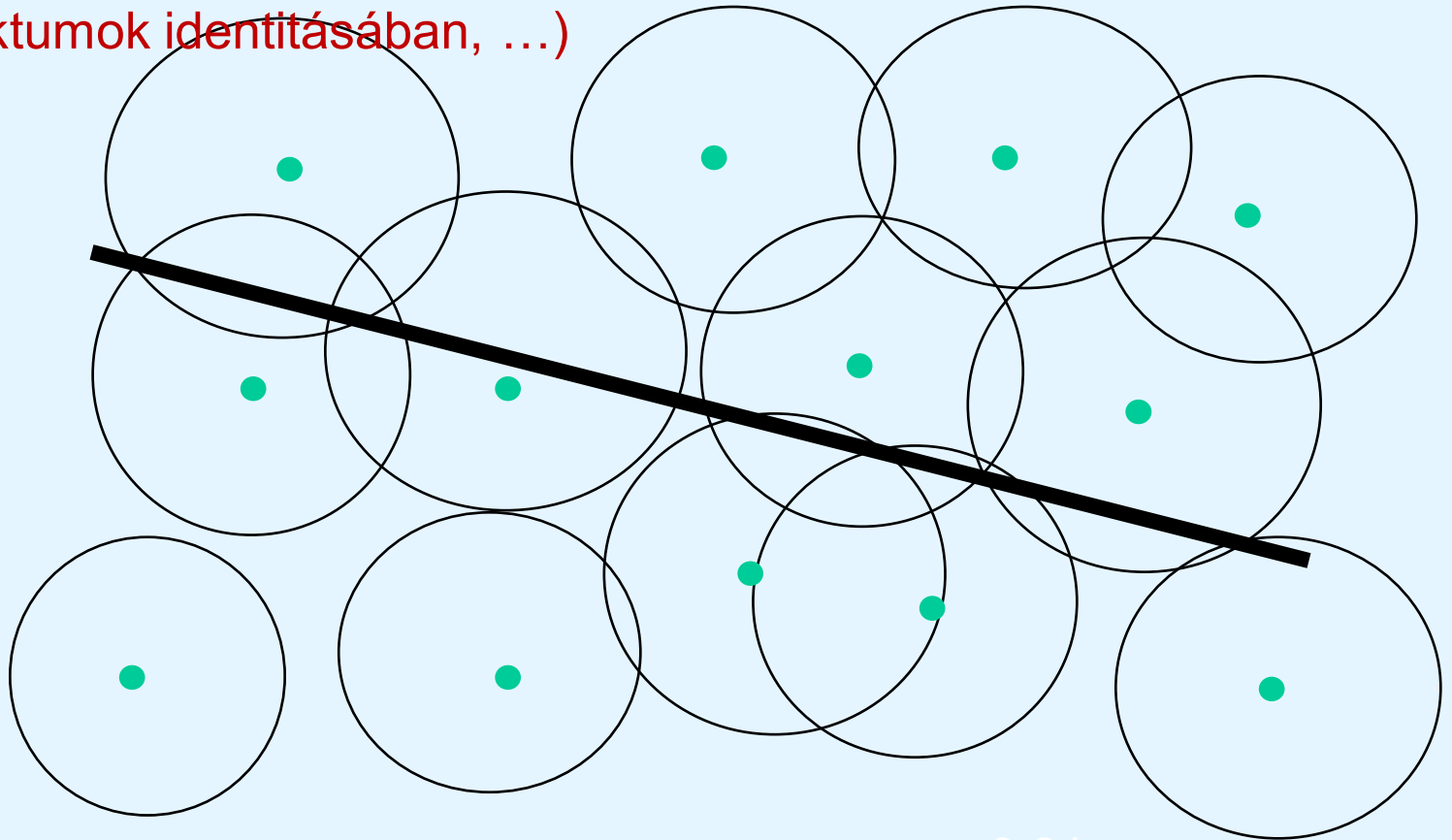
Eredménymegosztás „Elosztott szenzor” szervezetekben

Elosztott (szenzor) követési sémák (*DSI - Distributed Sensor Interpretation*)

„party problema” (kontextus követése zajos környezetben), ...

... vihar-, repülő követése radarállomás-hálóval ...

Kommunikáció kell (mert a problémák átlapolódnak: a lefedett térben, a követett objektumok identitásában, ...)



FA/C együttműködés – Functionally Accurate/ Cooperative

A cél: az ágensek (részproblémák) közötti függőségek kihasználása inkonzisztenciák és bizonytalanságok kirekesztésére és így a globálisan konzisztens megoldás elérése.

A konzisztens lokális megoldás stratégiája

1. Lokális megoldások kiszámítása lokális hiedelmek alapján.
2. Ha a részmegoldása kellően 'érett', ágens elküldi ezt azoknak, akikkel 'probléma-átlapolódásban' van.
3. Elküldi azoknak is, akiktől megoldást kapott (és akik a 2. pontban nem szerepeltek), mindaddig, amíg azok a részére is megküldik.
4. Ágens egyenként fuzionálja a kapott megoldásokat a sajátjával:
ami konzisztens, azt felhasználja, ami nem, azt eldobja.
5. Terminálás: mindenki elküldött mindent, további eredménycsere nincs.
6. A globális megoldás: a végső lokális megoldások uniója.

Konvergál egy ilyen „cserebere” egy jó minőségű globális megoldáshoz ?
Általában nem, bizonyos gyakorlati esetekben mégis igen!

Elvileg képes lenne a szervezet a közös megoldást előállítani, de ehhez speciális interpretáció és együttműködés szükséges, amely nem reális. 'Közelítő' reális stratégia: ágens arra törekszik, amit lokálisan legjobbnak tart, általában nincs garancia konvergenciára
közel monoton_problématerületen viszont igen!

Nem monoton probléma: evidencia hozzáadásával a hipotézis (megoldás) minősége romolhat (orvosi diagnózis, hírszerzés, ...)

Közel monoton probléma: olyan nem monoton probléma, amely monoton módon viselkedik, ha bizonyos feltételek (elegendően erős hipotézis, evidencia) már fennállnak. Egy nagyon jó hipotézist a további evidencia általában már nem képes megcáfolni (a kellően érett megoldás nem lehet tévedés!).

Közel monoton probléma: lokális megoldások konzisztenciája erős jelzés, hogy a globális összevont megoldás a legjobb megoldás lesz!

Reális feltételek: legalább egy ágens képes legyen jó minőségű megoldásra, ehhez elegendő hiedelem, átlapolódás kell a tudásbázisokban, hogy az inkonzisztens megoldások esélye kicsi legyen.

Együttműködő következtetés (eredmény- és taszkmegosztás)

A szokásos módon (pl. szabályalapú rendszerek) megtervezett rendszerek problémamegoldó képességeinek fokozása: a környezetükben lévő más hasonló rendszerek problémamegoldó képességeire támaszkodva.

Ágens: saját lokális problémamegoldó tudása,
környezeti modell (environment model): a környezetbe ágyazott más ágensek 'képességeinek' (**skills**) és 'érdeklődési köreinek' (**interests**) a leírása.

Ágens üzenetei: **felkérés (request)**,
válasz (response), és
közlés (inform) .

Célvezérelt következtetés (backward chaining): hipotézis, hogyan tovább?
'Képességek' listája alapján a hipotézisről az azt igazolni tudó ágensnél érdeklődik (request).

Adatvezérelt következtetés (forward chaining): a tény levezetésekor 'érdeklődések' listája alapján a tényt az érdekelt részére elküldi (inform).

Együttműködő következtetés (eredmény- és taszkmegosztás).

