

# CASCADAS – Autonóm kommunikáció és pervazív, helyzetfüggő szolgáltatások

BENKŐ BORBÁLA, KATONA TAMÁS, SCHULCZ RÓBERT

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Híradástechnikai Tanszék  
{bbenko,tkatona,schulcz}@hit.bme.hu

**Kulcsszavak:** autonóm kommunikáció, pervazív szolgáltatások, önszerveződés, tudásháló, pervazív felügyelet

A CASCADAS<sup>1</sup> egy IST-FET<sup>2</sup> projekt, melynek célja a komplex, elosztott, pervazív<sup>3</sup> szolgáltatások új generációjának meg-  
alapozása mind elméleti síkon, mind mintaalkalmazásokon keresztül. Az autonóm és persze automatikus kommunikációra  
épülő, helyzetudatos/helyzetfüggő, önszerveződő hálózat alapegysége – egyfajta absztrakcióként – az ACE<sup>4</sup>, az autonóm  
kommunikációs elem. Az ACE szolgáltatásokat nyújt és használ, alkalmazkodik a szituációhoz, tervet készít, tudáshálót  
épít, illetve autonóm döntései alapján mozog, önszerveződik. Külön érdekesség, hogy csak Layer2 hálózatot tételezünk fel,  
így lehetőség nyílik egy új, a fizikai közelséget is alapul vevő Layer3 kommunikáció kidolgozása is.

## 1. Bevezetés

A CASCADAS [1] egyike annak a négy IST-FET projekt-  
nek (ANA, HAGGLE, Bionets, Cascadas), melyek hely-  
zetfüggő, autonóm technológiákat kutatnak különböző  
szemszögekből [2]. A CASCADAS célkitűzése a jövő  
összetett, nagyban elosztott, pervazív, kommunikáció-  
intenzív szolgáltatásainak (menedzsment, fejlesztés, kon-  
figuráció stb.) költségeit csökkenteni azáltal, hogy a há-  
lózati autonóm építőelemekből áll, önszerveződik, tudást  
menedzsel és alkalmazkodik a körülményekhez.

A CASCADAS célja több külön síkon is megfogal-  
mazható. Elméleti síkon célunk egy közös absztrakció  
kidolgozása (ez az ACE<sup>4</sup>) és erre épülve az önszerve-  
ződéshez, tudásháló-építéshez, pervazív felügyelethez  
és biztonsági vonatkozásokhoz modellek, algoritmusok,  
és általános elvek megfogalmazása. Gyakorlati síkon,  
– ahogy ez szokás – az elvek működőképességét min-  
taalkalmazások készítésével demonstráljuk. Másodla-  
gos cél emellett egy olyan kommunikációs modell kidol-  
gozása is, mely csupán Layer2 hálózatot követel meg,  
és hasznosítja a hálózati topológiában rejlő fizikai köz-  
elség információt (mely egyébként IP használatával  
elvész)<sup>5</sup>. Egy másik irányzat szerint az ACE-ek egy  
CPN<sup>6</sup>, azaz kognitív csomaghálózat [3] felett futnak.

## 2. A CASCADAS vízió

Lássuk, mi a projekt célkitűzése, illetve milyen motiváló  
erők, elvek húzódnak a háttérben!

### 2.1. A vízió

A CASCADAS vízió szerint a világ az autonóm, per-  
vazív, helyzetfüggő szolgáltatások felé halad; cél a fel-  
merülő problémák feltérképezése, modellek kidolgozá-  
sa, és megoldásokat nyújtása [4]. Az absztrakció alap-  
ja egy közös, pehelysúlyú modell, az ACE. A jövő szol-  
galtatásai ACE-eken keresztül lesznek elérhetőek.

Az ACE-ek autonóm és automatikus módon – em-  
beri beavatkozás nélkül – oldják meg a szolgáltatások-  
kal kapcsolatos kommunikációs és menedzsment fela-  
datokat, egyfajta optimalizációra törekedve.

- Az ACE-ek autonóm módon észlelik és  
rendszerzik a tudást, mely a helyzet megértéséhez  
szükséges, ideértve a fizikai, technológiai,  
szociális, felhasználó-specifikus illetve kérés-  
specifikus elemeket is.
- Az ACE önkonfiguráló és önadaptáló. A helyzethez  
alkalmazkodva módosítja saját magát, illetve  
paraméterezi az általa nyújtott szolgáltatást.
- Az ACE-ek (például szolgáltatás-optimalizálási  
céllal vagy új szolgáltatás létrehozásához)  
önszerveződő struktúrákba tömörülhetnek.
- Az ACE-ek ön-\* (ejtsd: öncsillag) tulajdonságokkal  
rendelkeznek (például öngyógyítás, önazonosság,  
önkonfiguráció).

Az autonóm, önszerveződő kommunikációs eleme-  
ket a projekt témakörökre bontva vizsgálja. (1) *Az ACE  
modell.* Egy közös absztrakció definiálása, modellezés,  
keretrendszer létrehozása. (2) *Szemantikus önszerve-  
ződés.* Csoportalkotás, összeolvadás; ACE mobilitás.  
(3) *Tudásháló.* A tudásháló felépítésének és a tudás

<sup>1</sup> CASCADAS: Component-ware for Autonomic, Situation-aware Communications, And Dynamically Adaptable Services  
(CASCADAS: Komponenstechnológia autonóm, helyzetfüggő kommunikációhoz és dinamikusan alkalmazkodó szolgáltatásokhoz),  
IST-FET EU 6. keretprogram projekt

<sup>2</sup> IST-FET: Information, Society, Technology – Future Emerging Technologies  
(Információ, társadalom, technológia – A jövő előretörő technológiái), Európai Unió 6. keretprogram

<sup>3</sup> pervazív: átható, mindenütt jelenlévő

<sup>4</sup> ACE [ejtsd: ész]: Autonomic Communication Element (Autonóm Kommunikációs Elem)

<sup>5</sup> Erre a megkötésre – amellyel, hogy elméletileg is érdekes téma –, praktikus okokból is szükség volt, hisz egyes felmerülő primitív operációs  
rendszerek (például a TinyOS) kifejezetten csak Layer2-t támogatnak.

<sup>6</sup> CPN – Cognitive Packet Network (Kognitív Csomaghálózat)

rendszeresítésének kérdései. (4) *Átfogó felügyelet*. Az elosztott rendszer folyamatainak figyelése, és szükség esetén beavatkozás (pl. egyfajta rendszer-öngyógyítási képesség). (5) *Biztonsági vonatkozások*. A klasszikus feladatokon (azonosítás, hozzáférési jogok, titkosítás) kívül egy hírnév (reputation) alapú biztonsági modell is.



1. ábra Elvek és eszközök a CASCADAS vízióban

## 2.2. Kulcsszavak és a mögöttük rejlő elvek

A CASCADAS – csakúgy mint a másik három kapcsolódó projekt – számos, a telekommunikációs szektorban talán szokatlan fogalmat, kulcsszót vonultat fel. Sok köztük a hasonló vagy átfedő jelentésű, és akad olyan is, mely tulajdonképp csak egy új név egy már régóta ismert fogalomra.

### Autonóm

Az „autonóm” szó elsőként 2001-ben került a figyelem középpontjába, amikor az IBM elindította az autonóm számítástechnika (autonomic computing) kezdeményezést, melynek célkitűzése egy – az emberi idegrendszer működéséhez hasonló – önmenedzselő rendszer volt. Az IBM által azonosított funkcionális elemek, melyek az autonóm működéshez szükségesek:

- Önkonfiguráció (self-configuration): az összetevők önálló, automatikus beállítása.
- Öngyógyítás (self-healing): az összetevők meghibásodásának érzékelése, hiba esetén a rendszer átrendezése, a hiba kijavítása, vagy legalábbis a negatív következmények csökkentése.
- Önoptimalizálás (self-optimizing): az erőforrások monitorozása és optimális használata az elvárásoknak megfelelően.
- Önvédelem (self-protection): a támadások azonosítása, proaktív védelem.

Szokás különbséget tenni az autonóm és az automatikus vonatkozások között. Az automatikusság jelentése, hogy önállóan, külső (például emberi) beavatkozás nélkül folyik. Az autonóm természetesen automatikus is egyben, de hangsúlyozni szokás a rendszer ön-<sup>\*</sup> aspektusait (mely egyfajta intelligencia).

A CASCADAS ACE autonóm módon működik, tehát rendelkezik a fenti négy tulajdonsággal.

### Autonóm kommunikáció

Az autonóm kommunikáció lényege, hogy a kommunikáció ön-<sup>\*</sup> tulajdonságokkal bír. Egyrészt maga a kom-

munikációs technológia hibatűrő, önoptimalizáló, másrészt a kommunikáló elemek is autonóm módon döntenek (üzenetküldés, fogadás, az üzenet értelmezése, cselekvés az üzenet hatására).

Absztrakt szinten nézve az IBM autonóm rendszere egy viszonylag ismert környezethez optimalizálta a saját belső komponenseit. Autonóm kommunikációs rendszernél ez a környezet is nagyban változó, de kommunikáció révén lehetőség nyílik a környezet bizonyos fokú befolyásolására.

Az autonóm kommunikáció egyben azt is jelenti, hogy a rendszerben az intelligencia nem egy központi helyen, hanem az elemek között szétszórva van jelen. Az autonóm kommunikáció a CASCADAS projekt alapja.

### Pervazív szolgáltatások

Pervazív, mindenütt jelenlevő (pervasive, ubiquitous, everywhere) szolgáltatások alatt értjük, hogy a szolgáltatás forrása elsősorban (logikailag) a környezet, nem pedig egy konkrét számítógép. Ez többféle dolgot jelenthet, például szemantikus/tulajdonság alapú címezést; valamiféle hely/lokálitás fogalmat (például a szolgáltatást csak a közeli felhasználók érhetik el); nagyfokú logikai mobilitást (a szolgáltatás forrása szabadon mozog a neki legmegfelelőbb hely felé); illetve azt, hogy a környezet az igényeknek megfelelően átszervezi magát (például a népszerű szolgáltatást nyújtó elemek számát növeli). De olyan értelmezés is létezik, miszerint a szolgáltatások egyszerűen csak körülveszik a felhasználót (még a kenyérpírító is számítógép).

A pervazivitás – a ma szokásos értelmezés szerint – tipikusan párosul valamilyen intelligens vonatkozással, például önszerveződéssel, autonomiával. A pervazivitás a CASCADAS vízió egyik alapja, így a projektben elsősorban pervazív szolgáltatásokkal foglalkozunk.

### Helyzettudatos, helyzetfüggő

A helyzetfüggőség (situation-, context-awareness, environment-aware) egyfajta újragondolása azoknak az elveknek, melyek már régóta jelen vannak a szabályozástechnikában és számos szoftveres területen (pl. ágensmodellek). A név beszédes, jelentése, hogy az elem megfigyeli a kontextust, és ennek megfelelően reagál. A feladat tehát négy lépésből áll: a kontextus megfigyelése, a kinyert információ értelmezése, a reakció kiszámítása és végül maga a reakció.

A helyzetfüggőségi modellek megjelenése után nagyon hamar nyilvánvalóvá vált két probléma. Az egyik a kommunikáció exponenciális robbanása: az információ – például a helyzetet leíró elemi üzenetek – mennyisége az elemszám növelésével exponenciálisan nő; így a modell, mely egy kis kísérleti rendszeren működött, nem skálázható a valóságos feladatmérethez. A másik probléma a megértés körül van; feltételezhetünk-e egy mindenki által ismert, háttérbeli ontológiát, amely garantálja, hogy ha a vett üzenetet az elem megérti, akkor helyesen érti meg? A CASCADAS megoldása szerint minden egyes ACE rendelkezik egy saját környezetmodellel (mely nem fix, hanem például az észlelt új infor-

mációk hatására alakul, finomodik), és az üzenetek értelmezése a környezetmodell használatával történik. Az ACE helyzetudatos elem.

### Helyfüggettség, lokalitás elve

A pervazivitás egyik értelmezése nagyon hasonló a lokalitás elvéhez. A lokalitás eszerint azt jelenti, hogy a rendszerben – önszervezés, mobilitás stb. eredményeként – a szolgáltatást nyújtó és használó fél egymáshoz közel vannak, így tulajdonképpen csak lokális kommunikációra van szükség (például az üzeneteket csak a hálózat közeli részein kell terjeszteni, hiszen úgyis ott van az, akit érdekel). Egy másik megvilágítás szerint a lokalitás azt jelenti, hogy egy információ értéke a keletkezés környékén a legnagyobb, időben és térben távolodva az információ értéke/pontossága/helyessége csökken.

A pervazív rendszerekben nagy szerepe van a lokalitásnak – értve ezalatt logikai vagy fizikai helyet –, hisz a szolgáltatás forrása lokális, a közvetlen környezetben található. A CASCADAS tudásháló támogatja a lokális működést (is).

### Mobilitás

A CASCADAS vízió szerint az ACE mobil természetű. A félreértések elkerülése végett: az ACE mobilitás alatt nem fizikai mobilitást értünk – például nem azt, hogy egy ACE eltávolodik és kikerül a WLAN hatósugarából –, hanem logikai mobilitást, tehát hogy az ACE tetszése szerint mozoghat a fogadására alkalmas helyek között.

## 3. Eszközök

Vizsgáljuk meg közelebbről, milyen eszközökkel valósítja meg a CASCADAS a projekt vízióban vázoltakat!

### 3.1. Tudásháló

Alacsony szintről közelítve, az ACE a környezetre vonatkozó információt egy tudáshálóból nyeri. A tudásháló azonban több, mint a környezet pusztá absztrakciója; képes a tudást megszerezni, önmagát optimalizálni. A tudáshálót – az önazonosság paradigmáját követve – maguk az ACE-ek építik fel, és ha valamelyik ACE arra érdemes információval rendelkezik, elhelyezi a tudáshálóban.

A tudásháló támogatja a lokalitást, tehát azt, hogy a benne tárolt információk elsősorban a közvetlen környezetnek szánja, és az idő múlásával értékük/értelmük csökken. A lokalitás lehet fizikai vagy logikai természetű. Fizikai jellegű lokalitásnál a keletkezési hely a lényeges, logikainál a keletkezési ACE. A különbség akkor látható, ha az ACE elmozog egy másik fizikai helyre, hisz logikai lokalitásnál az információnak követnie kell (ezt egyébként a legegyszerűbb úgy megoldani, hogy az ACE a hozzá kötött információt saját magában tárolja).

A tudásháló emellett nemlokális, önrendező működésre is képes. Az önszerveződést hierarchikus fedőhálózatok (hierarchical overlays) segítségével képzeljük el. A skálázhatóság érdekében a jelenlegi álláspont szerint a hierarchiaszinten belüli kommunikáció lokális természetű; az emiatt keletkező korlátok pedig a hierarchiák közötti, vertikális irányú kommunikációval hidalhatók át.

A tudásháló tudásatomokból áll, ezek a tudásháló önrendezésének alapegységei.

### 3.2. Önszerveződés

Az önszerveződés célja többféle lehet, például a szolgáltatás és a kliens kapcsolódásának segítése (pl. fizikai közelítés), a szolgáltatás minőségének növelése (pl. elérhetőség növelése replikációval, azonos szolgáltatást nyújtó elemek csoportbafoglalása és terhelés-egyenlítés), vagy akár új szolgáltatás létrehozása.

Az önszerveződés alapművelete az csoportbafoglalás (aggregáció), mely lehet laza vagy szoros jellegű. A szoros aggregáció kizárólagos.

Az önszerveződés eredményeképpen létrejött struktúra technikai értelemben hierarchikus overlay hálózatnak felel meg. Viszont a felsőbb hierarchiaszinten ugyanúgy autonóm kommunikációs elemek vannak (és az autonómításból adódóan nem biztos, hogy a megszokott determinisztikus módon működnek).

### 3.3. Pervazív felügyelet

Az átfogó felügyelet (pervasive supervision) a rendszer öngyógyítását és önoptimalizációját segíti. A felügyelő szerv megfigyeli a rendszer – illetve a nem az egész rendszer, csak az ebbe beleegyező ACE-ek – működését, valamint a kontextust. Hibák vagy optimalizálható elemek után kutat és ha szükséges, beavatkozik: például utasítást ad az eddigi önszerveződés átalakítására, mozgásra utasítja az ACE-t, a hibás környezetmodell kijavítását kezdeményezi. A felügyelet szerződésen alapul, a szerződés a felügyelt ACE-t a kapott utasítások feltétlen végrehajtására kötelezi, tehát az ACE autonómiaja felügyelt módban korlátozott.

Mitől átfogó a felügyelet? A pervazív szó azért került bele az elnevezésbe, mert a felügyelet egyszerre működik minden szinten (hálózat, kommunikáció, tartalmi szint, önszerveződés, szociális vonatkozások).

Elvi nézőpontból a pervazív felügyelet az egyik legfontosabb elem, ezáltal kerülnek ki az ACE-ek a kvázi-véletlenszerűen önszerveződő, hibára érzékeny, kissé rugalmatlan állapotból, és kapnak esélyt az önjavításra és az önoptimalizációra.

### 3.4. Biztonság

A biztonsági rendszer alapfeladata a CASCADAS projektben a támadások elleni védelem (azonosítás, hitelesítés, sértetlenség, DoS elleni védelem). Emellett kiegészítő információként hozzájárul az ACE-ek környezetmodelljének alakulásához. Létrehoz egy hírnév (re-

putation) rendszert, melyben az egyes ACE-ek előléteinek kivonata található. A partnerrel való együttműködést segítheti az előélet ismerete (például a rossz hírnév óvatosságra int).

#### 4. Az ACE modell

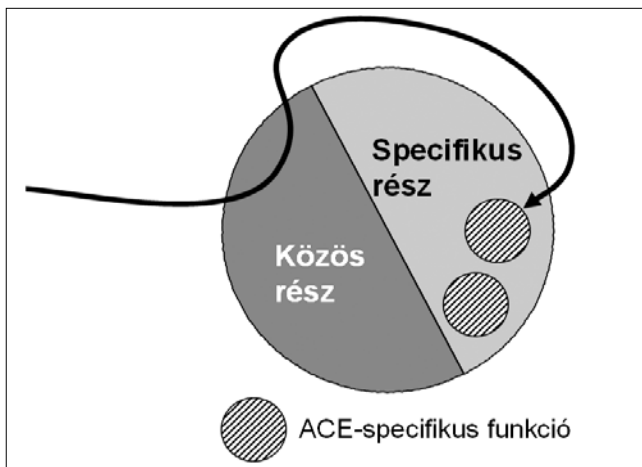
Az ACE az a közös absztrakció, mely körül a négy másik témakör felsorakozik. Az ACE egy komponensmodell, illetve ennek levetítése egy konkrét architektúrára (az architektúrára jelen cikkben nem térünk ki).

##### 4.1. Az alap ACE modell

Az ACE különböző absztrakciós szinteken vizsgálható. Nézzük ezeket az általánosabb megfogalmazástól a konkrétumok felé haladva [5]!

###### Közös rész és specifikus rész

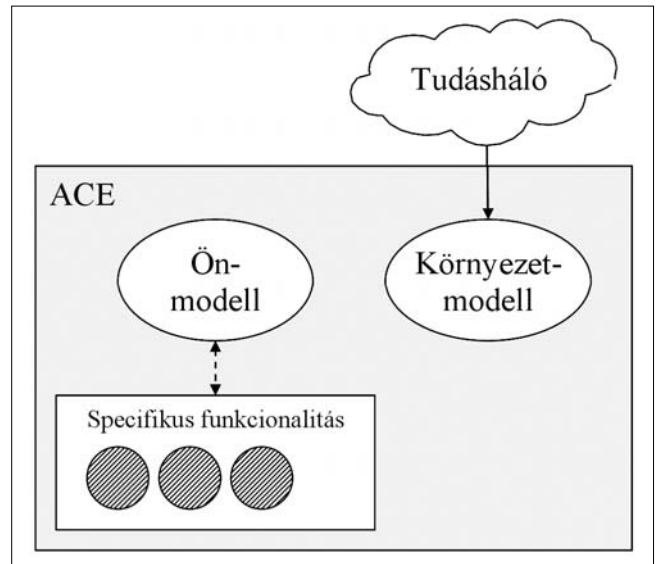
A CASCADAS ACE modellje két részből áll: egy közös és egy specifikus részből (2. ábra). A közös részben azok a funkciók vannak, melyek minden egyes ACE példányban megtalálhatók. A specifikus részben van minden ezen felüli dolog, például a szolgáltatást nyújtó képesség. A specifikus részben található elemek a közös résszel való kommunikáció által térképezhetők fel, érthetők el.



2. ábra Az ACE két része

###### Mi alapján működik az ACE?

Az ACE két modellel rendelkezik: egy önmodellel és egy környezetmodellel (3. ábra). Az önmodell a saját működését és céljait írja le, a környezetmodell a környezetet. Mindkét modell változhat, finomodhat. Az ACE ismeri saját céljait és lehetőségeit, ez alapján tervet készít és a terv alapján jár el. A cselekvések lehetnek reaktívak (például szolgáltatást nyújt egy bejövő kérésre válaszként) vagy proaktívak (szolgáltatás igénybevétele kezdeményezi). Az ACE belső „intelligens” része az önmodell és a környezetmodell alapján határozza meg a cselekvést (mely nem csak üzenetküldés jellegű lehet, hanem akár valamelyik modell átalakítása is).



3. ábra

Az ACE az ön- és a környezetmodell alapján működik

###### Elvi modell

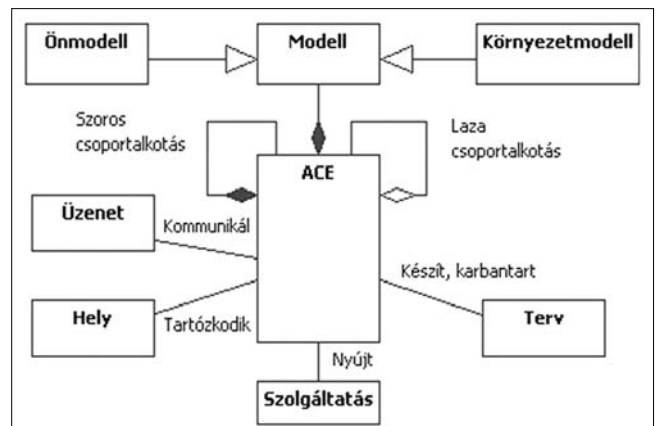
Az ACE-ek szolgáltatást nyújthatnak más ACE-eknek. Az ACE-ek üzenetekkel kommunikálnak. A kommunikáció három lépésből áll: *felfedezés* (a felek megtalálják egymást), *szereződéskötés* (megegyeznek az együttműködés feltételeiben), *együttműködés*. A lépések nem feltétlen különülnek el explicit módon (tehát egy szolgáltatást hirdető üzenet egyben magában foglalhatja az alapértelmezett szerződést is). Létezhetnek előre megkötött szerződések, melyeket már példányosítás pillanatában érvényesnek tekinthetünk (például az SEE ACE szolgáltatásainak használatára – bővebben lásd a következő szakaszban).

Minden ACE példány egyszerre egy helyen van (persze később elmozoghat).

##### 4.2. Futtatási környezet

Biztonsági és egyéb megfontolásokból definiáltunk egy különleges ACE típust, az SEE-ACE-t (Service Execution Environment ACE – Szolgáltatásfuttatási környezet ACE). Az SEE kötelezően az első ACE az adott

4. ábra Az ACE koncepció



helyen (pl. számítógépen), explicit kell példányosítani, helyváltoztatásra képtelen. Minden, nem SEE ACE szabadon mozoghat azzal a megkötéssel, hogy a mozgás célhelyén már kell hogy legyen minimum egy ACE (ennek a feltételnek az SEE ACE nyilvánvalóan megfelel). Tehát más megfogalmazásban az ACE-ek szabadon mozognak az SEE ACE-ek között.

Mivel ezáltal garantált, hogy ahol ACE van, ott van SEE ACE is, lehetőséget kaptunk arra, hogy bizonyos általános „platform” funkcionalitást az SEE ACE specifikus részében helyezzünk el. Az új helyre mozgó vagy ott más okból keletkező ACE előbb feltérképezi a helyi SEE ACE-t, majd rajta keresztül használja a platform szolgáltatásait.

### 4.3. ACE modell és a CASCADAS részfeladatok

#### Tudásháló

ACE modell a tudáshálón keresztül szerez információt a környezetről (kontextusról), és ez alapján építi fel a környezetmodelljét. A tudásháló konkrét kérdésekre válaszol, illetve egy feliratkozásos rendszerű értesítő szolgáltatást nyújt.

Technikai oldalról nézve két modell lehetséges a tudásháló és az ACE-ek viszonyára: vagy minden ACE tagja a tudáshálóknak, vagy létezhetnek olyan ACE-ek, melyek nem tartoznak a tudáshálóba (de esetleg használják azt). A jelenlegi álláspontunk a második változatot támogatja, hisz a tudásháló túlzott erőltetése elnehezítené az amúgy pehelysúlyúnak szánt komponenset. Ezért a jelenlegi modell szerint a tudáshálóban résztvevő ACE-ek specifikus részében található meg az a funkcionalitás, amely a tudás tárolásához, rendszerezéséhez, lekérdezéséhez, törléséhez szükséges.

#### Önszerveződés

Az ACE-ek szoros és laza aggregációt képesek létrehozni.

Laza csoportalkotás esetén az együttműködő felek továbbra is autonóm elemek maradnak, csak valamifajta együttműködésre szorultak. A szerződés értelmében lehetséges, hogy az együttműködés idejére egymásról bizalmasabb információik is vannak (például ismerik egymás önmodelljének absztrakcióit), az együttműködés sikeresebbé tétele érdekében. Egyazon ACE több laza csoportban is részt vehet egyidejűleg.

Szoros csoportalkotás esetén megkülönböztetjük a bennfoglaló ACE-t (nevezzük főnöknek) és a bennfoglalt ACE-eket. Az együttműködés lényege, hogy a főnöknek teljes körű hozzáférése és irányítási joga van a bennfoglalt ACE-ek felett. Nem csupán a saját specifikus részéhez fér hozzá, hanem a bennfoglalt elemek specifikus részéhez is. Természetesen ahhoz, hogy ezeket a funkcionalitásokat használni tudja, előbb integrálnia kell a bennfoglalt ön- (és környezet-) modelljeit a saját ön- (és környezet-) modelljébe.

Jegyezzük meg, hogy ebben az együttműködésben a bennfoglalt elemek autonómiája tulajdonképpen elvész, minden döntés a főnök kezében van, a bennfoglalt elemek nem érhetők el többé közvetlenül. Viszont a szoros együttműködés olyan új dolgokat tesz lehetővé, mely laza esetben nem lett volna lehetséges. Ilyen például az új szolgáltatások megalkotása: a bennfoglalt önmodellek integrációja után a főnök szabadon kombinálhatja a bennfoglalt specifikus részekben megvalósított funkciókat.

### 4.4. Átfogó felügyelet

A felügyeletnek sokkal több információhoz kell hozzáférnie, mint bárki másnak. Szinte mindent monitorozhat: nem csak az üzeneteket, hanem az ACE belsejét is, az önmodellt, a környezetmodellt, a döntés folyamatát és a cselekvést (a kimenetet).

A felügyelt ACE a szerződésben szereplő információkat a felügyelő szerv rendelkezésére bocsátja. A felügyelet elméletileg csak a közös részben található elemeket képes teljesen megfigyelni, hiszen a specifikus részben található elemekkel kapcsolatban semmilyen előfeltevéssel nem élhet (a specifikus rész lehet gépi kódtól a Prolog gépen át egy áruház jósnőig bármi). A specifikus rész monitorozása elméletileg csak a ki/bemeneti csatornákon keresztül (üzenetküldés és -fogadás) lehetséges, az itt tapasztaltak pedig összevethetők az funkcionalitás önmodellbeli absztrakt leírásával. Lehetséges, hogy az ACE nem a teljes önmodelljét bocsátja a felügyelő szerv rendelkezésére, hanem csupán annak egy absztrakcióját – ilyenkor a felügyelet lehetőségei korlátozottabbak (például lehet hogy nem determinisztikusnak észlel egy valójában determinisztikus hibát?).

Természetesen – hogy a rendszer önazonos legyen – a felügyeletet végző elem is ACE, csak szigorúbb (biztonsági) előírásoknak felel meg, mint egy „normál” ACE.

## 5. Minta forgatókönyvek

Az eredményeket két közérthető mintaalkalmazáson keresztül fogjuk demonstrálni.

### 5.1. Pervazív tartalomszolgáltatás

A pervazív tartalomszolgáltatás több részből áll, pervazív reklámból, ismerőskeresésből és pervazív információs rendszerből.

A legérdekesebb – és más projektektől leginkább különböző – a pervazív reklám alkalmazás. A városban ACE-ek által irányított, adaptív reklámfelületek vannak elhelyezve (pl. képernyők). A reklámszolgáltatást üzemeltető ACE megfigyeli a környezetében található em-

<sup>7</sup> Vegyünk alapul egy nagyon egyszerű együttműködési modellt. Normál esetben ha Jancsi ad Juliskának egy almát, Juliska örül. De ha közben Jancsi a haját is meghúzza Juliskának, akkor Juliska mégsem örül. Ha az absztrakt modellben az alma átadásának módja nem szerepel, akkor a felügyeleti szerv nem tudja a hiba okát feltárni, így nem tud javítási javaslatot sem adni.

berek preferenciáit (például a mobiltelefonokon futó, felhasználói preferenciát leíró ACE-eket használva), és a nézőközönséghez leginkább illeszkedő reklámot jeleníti meg. Például a fiatalok egy csoportja előtt a rockkoncert reklámját mutatja, menedzsereknek pedig a legújabb karóramodellt. Természetesen komoly etikai/biztonsági problémák merülnek fel: például hiába preferálná a többség a véres horrorfilm ajánlóját, ha kisgyerek van a közelben, nyilván nem etikus megjeleníteni.

A forgatókönyv kiválóan alkalmas a pervazív, helyzetfüggő elemek demonstrálására.

## 5.2. Elosztott árverés

Az elosztott árverés alkalmazásnál ha a felhasználó valamit venni vagy eladni akar, felparaméterez egy kereskedő ACE-t és kiküldi a hálózatba. Az ACE a hálózaton bolyong és aukciót indít vagy csatlakozik egy aukcióhoz. A rendszer igen nagyszámú kereskedőt feltételez, ezért az árverések mindig lokálisan folynak. A kereskedő alapvető célja ezért, hogy a számára lehető legideálisabb helyre kerüljön mind hálózati szempontból (gyors hálózati kapcsolat, kis késleltetés a kommunikációban), mind tartalmi szempontból (a lehetséges partnerek közelébe).

A forgatókönyv demonstrálja az önszerveződést, a tudásháló használatát (önszerveződési céllal vagy csak kideríteni, hogy mennyibe került mostanában az adott termék), az előélet-információ használatát (mennyire megbízható a partner, követett-e már el csalást) és az átfogó felügyeletet is.

## 6. A kommunikációs modell felé

Az ACE kommunikációs modell még kidolgozási fázisban van, jelen fejezet csupán bepillantás jelleggel mutatja be az alapokat.

Az ACE kommunikáció üzenetküldés-alapú. Az ACE tudja saját magáról, hogy mely üzenettípusokat ismeri (környezetmodell). Vannak olyan üzenettípusok, melyeket minden ACE ismer (a szolgáltatás felderítéséhez szükséges üzenetek, szívdobbanás üzenet a felügyeletnek).

Az üzenetek címzése háromféle sémán alapulhat.

(1) *Üzenetszórásos*. Az üzenet mindenkinek/bárkinek szól. Azonban figyelembe kell venni, hogy az üzenet továbbítást is ACE-ek végzik, tehát lehetséges, hogy nyomós ok esetén az üzenet végül mégsem jut el minden, a hálózatban megtalálható ACE-hez (például az elárasztásos túlterhelést elkerülendő).

(2) *Címzéses*. Az üzenet azoknak az ACE-eknek szól, melyek azonosítói egyeznek a címzésben megadottal. Az azonosító nem feltétlenül egyedi, így lehetőség van csoportos címzésre vagy esetleg tulajdonság alapján történő címzésre is. Lehetőség van kézbesítési visszajelzést kérni.

(3) *Közeli*. Az üzenet a közelben található (szomszédos vagy néhány ugrásnyi távolságra található) ACE-ek-

nek szól. Az üzenet küldője nem kell, hogy ismerje a címzettet, a kézbesítés a hálózat struktúráját használva történik. Ez a fajta címzés számos érdekes mellékhatással járhat. Például ACE X kiküld egy üzenetet a közeli elemeknek, a szomszédok közül ACE Y válaszol, ugyanígy, közeli címzést alkalmazva. Viszont a válaszüzenet címzettjei itt már nem biztos, hogy ugyanazok lesznek, mint X üzenetének a címzettjei. Ez megoldható úgy, hogy a közeli címzésnél a középpontot is megadjuk (pl. közeli(X)).

A közeli címzés erősen különbözik az IP feletti világban megszokottól, és láthatóan jól illeszkedik a pervazívítás által támasztott követelményekhez.

## 7. Összefoglalás

A cikk átfogó képet adott a CASCADAS projekt céljairól és rövid bepillantást engedett a jelenleg folyó munkába (forgatókönyvek, ACE modell, kommunikáció).

Mi az ambiens intelligencia a CASCADAS-ban?

A projekt célja egyfajta ambiens intelligencia modell kidolgozása. Intelligens elemek vannak a hálózat minden pontján és a felsőbb szinteken is; a rendszer elosztottan működik, nem központosított. Az intelligens elemek önálló döntései, együttműködése, csoportosulása és egymást befolyásoló hatása, felügyelete intelligens vonatkozásokat mutat. A rendszer több különböző szinten is autómá válik (önoptimalizál, öngyógyít, önkonfigurál).

## Irodalom

- [1] CASCADAS weboldal:  
<http://www.cascadas-project.org>
- [2] F. Sestini,  
Situating and Autonomic Communication an EC FET European initiative, ACM SIGCOMM Computer Communication, Review, Vol. 36, Issue 2, April 2006. pp.17–20.
- [3] E. Gelenbe, P. Liu,  
QoS and routing in the cognitive packet network, Proc. of the 6th IEEE International Symposium on a World of Wireless, Mobile and Multimedia Networks ISBN: 0-7695-2343-0, 2005. pp.517–521.
- [4] A. Manzalini, F. Zambonelli,  
Towards Autonomic and Situation-Aware Communication Services: the CASCADAS Vision, IEEE Workshop on Distributed Intelligent Systems konferenciakiadványa, Prága, 2006.
- [5] E. Hoefig, B. Wuest, B. K. Benko, A. Mannella, M. Mamei, E. Di Nitto,  
On Concepts for Autonomic Communication Elements, IEEE International Workshop on Modelling Autonomic Communications Environments konferenciakiadványa, Dublin, 2006.