

Adatmenedzsment Ambient Control Space-ekben

KIS ZOLTÁN LAJOS

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Távközlési és Médiainformatikai Tanszék
kiszl@tmit.bme.hu

Kulcsszavak: adatmenedzsment, hash táblák, minta alapú menedzsment

A cikk bemutatja, hogy az Ambient Control Space adatmenedzsment mechanizmusa megvalósítható egy olyan keretrendszer segítségével, mely implementálja az elosztott hash táblákat – az indexelési, illetve adattárolási, archiválási feladatokhoz, valamint a minta alapú menedzsment üzenetküldési modelljét az adatok begyűjtéséhez illetve terjesztéséhez.

1. Bevezető

A mára széles körben elterjedő vezeték nélküli számítógép-hálózati technológiák új kutatási területeket hoztak a telekommunikációba. Az egyik ilyen terület a mobil, ad-hoc hálózatok dinamikus együttműködésének, önszerveződésének kutatásával foglalkozik.

Az EU által támogatott Ambient Networks projekt [1] is ennek a területnek vizsgálatára jött létre. Célja egy egységes, a felhasznált hálózati technológiáktól független keretrendszer létrehozása, mely lehetővé teszi a hálózati elemek önszerveződését. Az Ambient Network-ökben (körülölelő hálózatok) a hálózati elemek emberi beavatkozás nélkül képesek hálózatokat létrehozni és azokban kapcsolódni egymással. Továbbá ezek a hálózatok is képesek újabb, magasabb szintű hálózatokba szerveződni, így tetszőlegesen nagy sugarú és mélységű hálózatok jöhetnek létre.

Az Ambient Network-öket felépítő elemek egy közös vezérlő téren, az Ambient Control Space-en (körülölelő vezérlő tér) osztoznak. Ez egy egységes keretrendszert nyújt a hálózati elemeken futó vezérlési és menedzsment feladatokat ellátó funkcionális egységei számára (1. ábra).

Egyrészt egy általános kommunikációs felületet biztosít, melyben a funkcionális egységek helyüktől és szintjüktől függetlenül képesek egymással kommunikálni, másrészt pedig ezeknek a funkcionális egységeknek egy általános adatmenedzsment szolgáltatást nyújt.

Jelen cikk ez utóbbi megvalósításának kérdéseit vizsgálja. Az adatmenedzsment szolgáltatás feladata a funkcionális egységek igényei szerint adatok szétterjesztése a hálózatban, adatok begyűjtése, aggregációja, illetve az adatok biztonságos eltárolása.

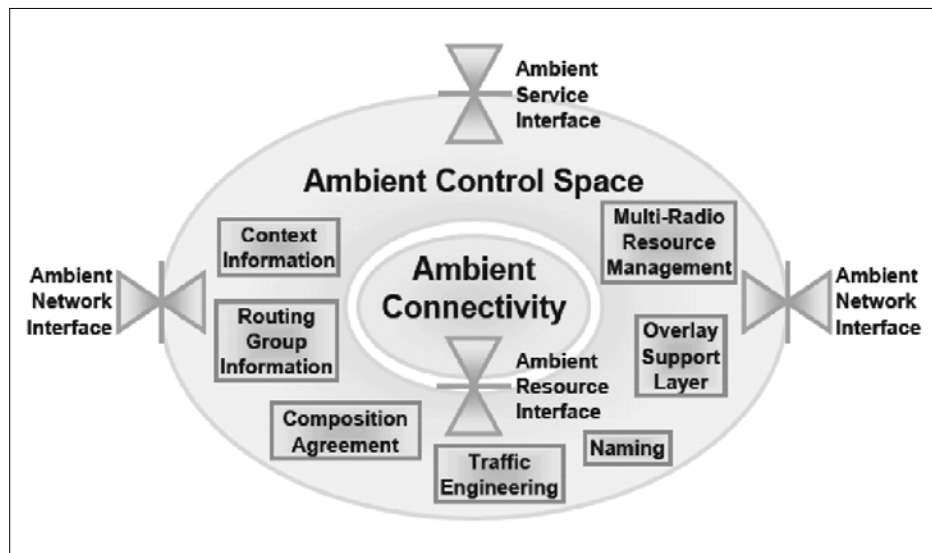
A következő fejezet áttekinti, hogy az Ambient Control Space-ekben milyen adatmenedzsment igények léphetnek fel, illetve ezeket milyen technikákkal lehet kielégíteni. A 3. és 4. fejezetek ezen a technikákat részletezik, majd a 5. fejezet megmutatja, hogyan szervezhetőek ezek egy közös keretrendszerbe. A cikk végül összefoglalással zárul.

2. Adat-hozzáférési modellek

Az adat-hozzáférési modell egy olyan – adatok köré épülő – leírás, amely megadja az adat felhasználásával kapcsolatos információkat. Ilyen információ lehet például az, hogy mely hálózati elemek hozhatják létre vagy férhetnek hozzá az adatot, vagy például, hogy szükséges-e az adat biztonságos tárolása. A fenti jellemzők lehetnek a priori ismertek, de akár statisztikai meghatározásuk is lehetséges.

Ha az általános problémát tekintjük, akkor természetesen végtelen sok jellemző létezik. Azonban az Ambient Control Space esetében csak a vezérlési és

1. ábra Ambient Control Space



menedzsment adatok kezelésével kell foglalkoznunk, így elégséges ezen adattípusok lehetséges jellemzőinek az áttekintése.

2.1. A felhasználási modellek kategorizálása

Az Ambient Control Space szempontjából fontos hozzáférési modelleket négyféle kategória szerint csoportosíthatjuk: a modell szerinti forrás és cél szerint, illetve az általa érintett adatok maradandósága, valamint a modell igénybevételének módja szerint.

Forrás – Egy hozzáférési modellben azokat a hálózati elemeket tekintjük forrásnak, amelyek a modellben érintett adat egészét, vagy annak egy részét képesek előállítani, vagy frissíteni.

Eszerint az adat forrása lehet egyetlen vagy több hálózati elem. Az előbbi esetben természetesen az elem kiléte időben változhat, ám ennek transzparens kezeléséhez szükséges egy indexelő mechanizmus bevezetése. Az utóbbi esetben a hálózat tagjai külön-külön csak egy-egy részét képesek előállítani az adatnak. Ez esetben az adat-részletek összegyűjtésének, aggregációjának megoldása is szükséges.

Cél – Egy modell céljai azok a hálózati elemek, amelyeknek szüksége lehet a modell adatainak aktuális tartamára, így képesnek kell lenniük arra, hogy igény szerint az adat aktuális értékét kinyerjék. Egy modell célja lehet egyetlen hálózati elem, például egy megválasztott hálózat-felügyelő elem, melyet szintén egy indexelő mechanizmus segítségével kezelhetünk transzparensen. Itt is előfordulhat azonban, hogy több tag is érdekelt az adatokban aktuális értékében; ez esetben gondoskodni kell a változások igény szerinti megfelelő szétterjesztéséről.

Maradandóság – Egy adatelem maradandó, ha az akkor is érdekes lehet a modell céljai számára, ha a forrás elemek elhagyták a hálózatot. Ez esetben nem elégséges az adatok forrásokban való tárolása, hanem szükség van azok redundáns eltárolására, hogy bármilyen hálózati hiba esetén azok továbbra is rendelkezésre álljanak.

Igénybevétel – Az ACS által menedzselt adatok értéke folyamatosan változik, ezért az egyes modellekben folyamatos frissítési illetve lekérdezési műveletek lesznek. Ezek gyakoriságának ismerete (vagy becslése, mérése) elengedhetetlen, hiszen arányuk alapvetően befolyásolja az alkalmazott menedzsment technika kiválasztását. Például egy olyan modellben, melyben a frissítések száma lényegesen kisebb, mint a lekérdezéseké, a választott megoldás a frissítés után az új érték azonnali szétterjesztése, míg ellenkező esetben a hagyományos lekérdezéses módszer alkalmazása lehet kifizetődő.

Ezek alapján például az Ambient Network policy-ját [8] a következő modell írhatja le:

Forrás: a hálózat minden egyes eleme

Cél: az aktuálisan megválasztott képviselő elem

Maradandóság: ideiglenes (bármilyen hálózati változás esetén megváltozik az értéke)

Igénybevétel: közel egyforma számú frissítés és lekérdezés (mindkét esemény a hálózat kompozíciójának változásából fakad)

2.2. Adatmenedzsment módszerek

A kategóriák áttekintése után összefoglalható, hogy milyen adatmenedzsment feladatok megoldására van szükség, illetve, hogy ezek milyen technikákkal valósíthatók meg az Ambient Control Space-ben.

Először is szükséges egy indexelési technika alkalmazása, mely segítségével az egy-forrású, illetve -célú modellekben az ideiglenesen megválasztott elemek transzparens módon megtalálhatóak. Ennek a feladatnak a megvalósítására a napjainkban igen népszerű elosztott hash táblák (Distributed Hash Table) [2,3] a legalkalmasabbak.

Több forrású modellek esetén megoldandó az adat-részletek összegyűjtése, azok változásainak követése, illetve az így összegyűjtött adat-elemek aggregálása, majd célba juttatása. Erre kínál megoldást a minta alapú menedzsment (Pattern Based Management) [4], mely a hálózatban rejlő elosztott számítási kapacitás segítségével skálázható módon párhuzamosítja az adatok gyűjtését és aggregációját.

A több célú modellekben az igénybevételi aránymutatótól függően szükség lehet többesadás illetve üzenetszórás jellegű üzenetszórás megoldásokra. Ezekre szintén jó megoldást adnak a minta alapú menedzsmentben alkalmazott technológiák.

Végezetül szükség van a maradandó adatok redundáns tárolására, illetve az így eltárolt adatokhoz való transzparens hozzáférés biztosítására. Erre szintén az elosztott hash táblák, ígérnek megoldást.

Látható, hogy két módszer, az elosztott hash táblák illetve a minta alapú menedzsment alkalmazásával minden támasztott igény kielégíthető. A következő két fejezet ezeket a technológiákat mutatja be, az azt követő pedig ezek lehetséges keretrendszerbe foglalását.

3. Elosztott hash táblák

Az elosztott hash táblák nagyméretű hálózatok transzparens adattárolásának megoldására jöttek létre. Lényegében egy leképzést valósítanak meg az adatok azonosítói és a hálózati elemek között, így minden egyes hálózati elem tudhatja, hogy egy bizonyos kulcsú adat melyik hálózati elem van eltárolva. Segítségükkel a rájuk épülő alkalmazások egy egységes programozói interfészen érhetik el a kívánt adatokat, függetlenül attól, hogy azt melyik hálózati elem tárolja aktuálisan. A programozói interfész lényegében megegyezik a hagyományos hash táblák által biztosítottal, vagyis egy egyedi azonosítóval rendelkező adat értékét tudja írni, illetve olvasni segítségével az alkalmazás.

3.1. Jelenlegi megoldások

Az elosztott hash táblák kutatásának elsődleges területe az adatok visszakeresésének idejének illetve forgalmának minimalizálásával foglalkozik. Éppen ezért, bár számos implementáció létezik, azok főleg az útválasztási algoritmusukban illetve az adatok hálózati elemekhez rendelésében különböznek.

Ezek a hálózat menedzsment szempontból fontos kérdésekre sajnos nem adnak megoldást. A hálózati elemek kiesésével csak az útválasztás robusztusságának biztosítása miatt foglalkoznak, de az elemek kiesésével elvesző adatok minimalizálásával nem törődnek. Ezen kívül nem támogatják a hash táblák összeolvadását, esetleg csak egy központosított megoldás erejéig.

Látható, hogy az elosztott hash táblák, mint elv jó megoldást nyújtanak, ám szükség van a jelenlegi megoldások módosításokra, hogy az megfelelően minden Ambient Control Space számára fontos követelménynek.

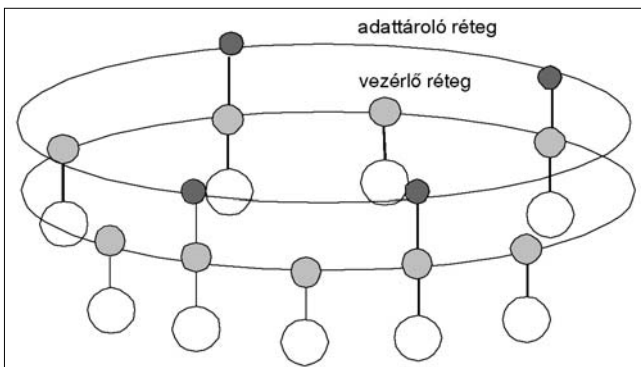
3.2. ACS hash-tábla

A fentebb említett problémák kiküszöbölésére az elosztott hash táblát a funkciók kiválasztása miatt két rétegre – egy vezérlő és egy adattároló – osztottuk fel (2. ábra). A vezérlő réteg felelős a hálózati elemek egységben tartásáért, illetve az elosztott hash tábla vezérléséért, monitorozásáért. A vezérlő réteg feladata még, hogy a begyűjtött adatok alapján a hálózat bizonyos elemeit adattároló funkcióra is kijelölje, amelyek így a másik – adattároló – rétegbe is csatlakoznak. A kívüllég csak a vezérlő réteggel van kapcsolatban, így annak további feladata a hagyományos elosztott hash tábla interfész biztosítása. A kívülről érkező parancsokat azután ez továbbítja az adattároló réteg megfelelő elemei felé, illetve az onnan érkező válaszokat a kívüllég felé. Ezáltal a kívüllég számára teljesen rejtett marad az adattároló réteg. Ez lehetőséget ad arra, hogy egy vezérlő réteg több adattároló réteget is fenntartsion, amivel egyszerűbbé válik a hálózatok összeolvadásának megoldása. Az adattároló réteg pedig csak az adatok tárolásával foglalkozik, így könnyebbé vált annak redundánsná tétele.

3.3. A vezérlő réteg

A vezérlő réteg feladata – a kívülléggal való kapcsolattartáson kívül – a hálózat integritásának megőrzése.

2. ábra ACS hash tábla



A hálózat egészét átlátja így, lehetősége van különböző statisztikák gyűjtésére (mint például a hálózati elemek száma, tárolt kulcsok száma). Ezek alapján a képes annak megítélésére, hogy a hálózat mely elemeknek kell részt vennie az adattároló rétegben.

Hálózatok összeolvadásakor az elosztott hash táblának minél hamarabb konzisztens képet kell mutatnia a funkcionális elemek számára. Az ACS hash tábla ezt úgy oldja meg, hogy a vezérlőrétegek képesek gyorsan összeolvadni, majd az új vezérlőréteg mindkét adattároló réteget képes párhuzamosan fenntartani (3. ábra), illetve azok összeolvadását levezényelni. Ez alatt az átmeneti időszak alatt a beérkező kéréseket mindkét adattároló réteg felé továbbítja.

3.4. Adattároló réteg

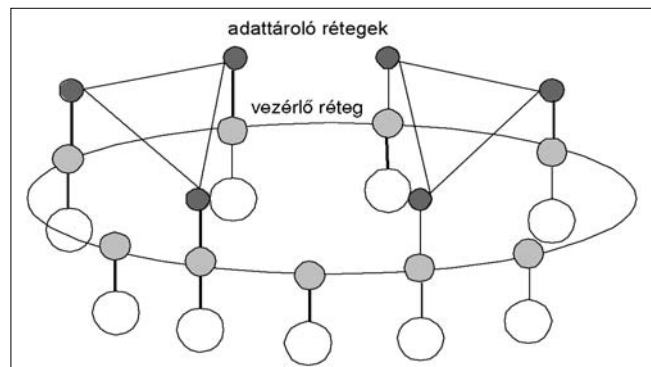
Az adattároló réteg feladata az általános elosztott hash tábla megoldásokkal szemben csak az adattárolás illetve indexelés, hiszen a hálózat fenntartás feladatának egy részét átveszi a vezérlő réteg. Az adattároló réteg feladata továbbá, hogy a vezérlő rétegtől érkező adatokat redundánsan tárolja el, vagyis önállóan hozzon létre belőle megfelelő számú másolatot. Hasonlóan, elemek kiesése esetén ennek a rétegnek a feladata a kiesett másolatok helyett újak létrehozása.

4. Minta alapú menedzsment

A mobil ügynök architektúra [5] jelentős változást hozott a hálózat menedzsment számára, hiszen segítségével az addig központosítottan végrehajtott feladatok elosztottá tétele jelentősen leegyszerűsödött. Később ennek az általános architektúrának számos specializált változata jött létre (mint például az aktív hálózatok [6], programozható hálózatok [7]), melyek mind a mobil ügynök elv más-más aspektusára helyezik a hangsúlyt.

A minta alapú menedzsment (Pattern Based Management) is egy hasonló specializált változat, mely a hálózati elemek által nyújtott számítási kapacitás párhuzamos felhasználásában rejli lehetőségeket igyekszik kihasználni. A koncepció alapeleme a navigációs minta, ami lényegében azt írja le, hogy az adott menedzsment funkció milyen módon terjedjen szét a hálózatban, illetve hogyan térjen vissza az összegyűjtött infor-

3. ábra ACS hash tábla – összeolvadás után



mációval. A konkrét menedzsment feladat így ráültethető az annak elvégzéséhez legmegfelelőbb navigációs mintára, aminek segítségével az végrehajtható a hálózatban.

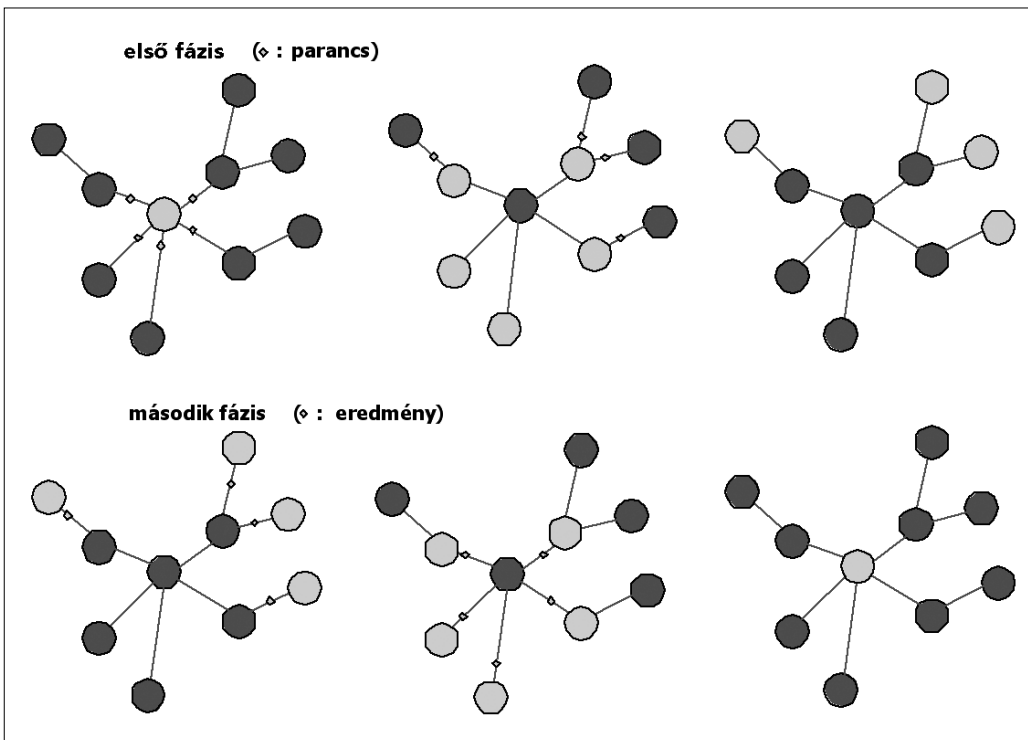
A számítási feladatok általában állandóak, így az üzenetek csak az aktuális állapotokat tartalmazzák, programkódot nem. Továbbá az alapvető minták csak egy ugrásos kommunikációt használnak, így nincs szükségük útválasztó algoritmusok futtatására. Ez utóbbi két tulajdonság miatt a minta alapú menedzsmenttel lényegesen gyorsabb futás érhető el a többi megoldáshoz képest.

4.1. Minta alapú üzenetszórás

A minta alapú menedzsment során felfedezett egyik leghasznosabb navigációs minta a visszhang (echo) minta [4], amely igen sokrétű felhasználhatóságot ígér. Az alap visszhang minta a PIF (Propagation with Information Feedback – terjesztés információ visszacsatolással) algoritmuson alapszik. Működése két fázisból áll (4. ábra). Az első fázisban a menedzsment funkciót végrehajtó elem elárasztja a hálózat egy részét (vagy akár egészet) egy adott menedzsment paranccsal. Az elárasztás, mivel csak szomszédok közötti kommunikációt használ gyors, és sávszélesség-hatékony is.

A második fázis akkor kezdődik, amikor a minta elért olyan elemeket, amelyek már nem tudják azt tovább terjeszteni (mert minden szomszédjuk már megkapta a mintát). Az első fázis tulajdonképpen egy feszítőfát húz ki az aktuális fizikai topológiára, és a második fázis ennek mentén gyűjti be a válaszokat. Az egyes csomópontok megvárják az összes függő választ, és azt csak egyben, aggregálva küldik tovább.

4. ábra Visszhang minta



Ez a minta skálázható megoldást kínál mind az információk szétterjesztésére, mind pedig a pull-jellegű menedzsment feladatok skálázható végrehajtására. Ez a tulajdonsága teszi ideálissá az Ambient Control Space-ben való alkalmazásra, hiszen megoldhatóvá teszi az adatok szétterjesztését, illetve az igény szerinti, egész hálózatra kiterjedő menedzsment feladatok végrehajtását.

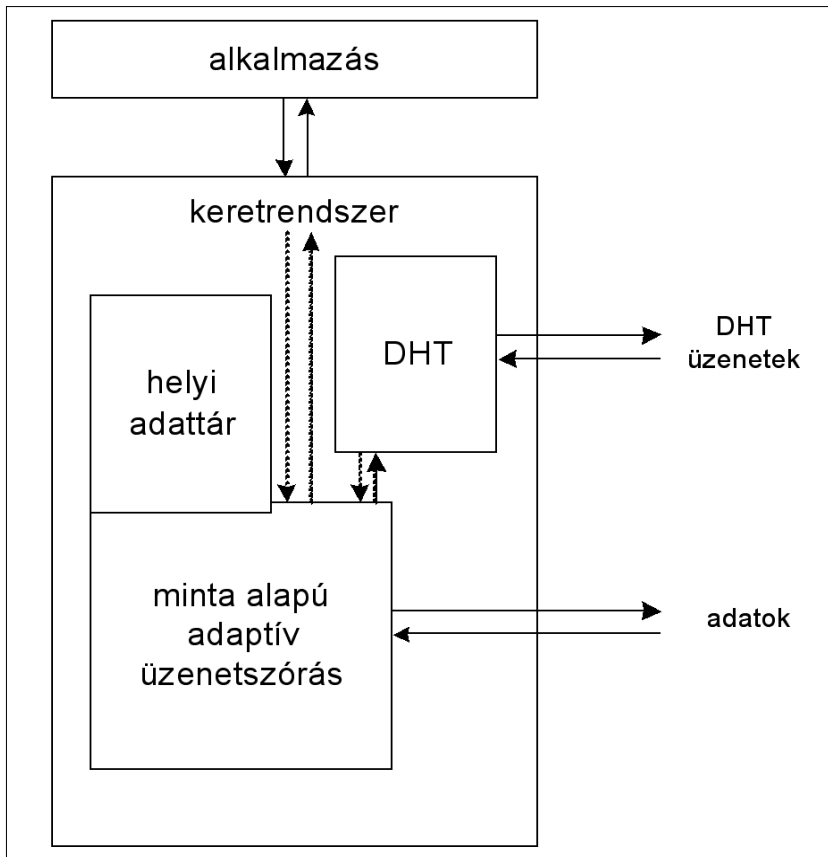
4.2. Minta alapú adaptív üzenetszórás

Az adatok frissülésének és lekérdezésének arányától függően a modell optimális kiszolgálásához más-más technikát kell alkalmaznunk. Az egyik szélsőséges esetben – amikor az adat igen ritkán frissül, ám arra igen sűrűn szüksége van az elemeknek, a legcélravezetőbb, ha frissüléskor üzenetszórással tájékoztatjuk az elemeket. Ellenkező esetben – amikor az információ igen sűrűn frissül, ám csak ritkán van rá igény, a legcélravezetőbb a hagyományos lekérdezés.

A két szélsőség közti átmenet kiszolgálásához megoldást nyújt a két módszer kombinálása, melyben a forrástól bizonyos (fizikai szintű) környezetéig többesadás jelleggel jutna el az információ, az ezen a környezeten kívüliek pedig a hozzájuk legközelebb eső tagtól kérdezik.

A rendszer elindításakor az információ automatikusan senkinek sem továbbítódik, mindenki kérés-válasz jelleggel igényli azt. Ebből a forrás annyit érzékel, hogy melyik fizikai szomszédján át mennyi lekérdezés érkezik hozzá. Amennyiben úgy ítéli meg, hogy valamelyik szomszédjától nagyobb arányú igény érkezik, mint az adat frissítése, akkor ettől kezdve azt a szomszédot automatikusan értesíti amikor az adat frissül. Így egyrészt csökkentik az egymás közti forgalmat, másrészt az eddig erről érkező lekérdezésekre mostantól az értesített elem is tud válaszolni, így mindenki egy ugrással rövidebb távolságból kapja meg a választ. Hasonlóan, az így értesített elemek is továbbíthatják a frissített értékeket a szomszédaiknak, amennyiben úgy ítélik, hogy szükségesek.

Ezáltal megoldható az adatok optimális és skálázható frissítése, hiszen a hálózat nagyságától függetlenül a „belső” elemek csak a szomszédjaiknak továbbítják a változásokat, és csak a hálózat szélein működnek lekérdezések.



5. ábra ACS keretrendszer

4.3. Minta alapú változás-követés

Egy másik minta, mely az echo egyfajta általánosítása, a GAP (Generalized Aggregation Pattern – általános aggregáló minta). Ez – az echo-val ellentétben – a push típusú megközelítést alkalmazza. Segítségével lehetőség nyílik a hálózati elemek adat változásának folyamatos, elosztott megfigyelésére.

Az alap GAP működése hasonló az echo mintához, mindössze annyiban tér el, hogy miután az első fázis lezajlott, a második fázist minden egyes hálózati elem elindíthatja, ha olyan változást észlel az adataiban, vagy kap a szomszédjától, melyet jelentenie kell.

A GAP az echo mintához hasonlóan kiváló megoldást nyújt az Ambient Control Space-ben a több forrású adatok skálázható frissítésére.

5. ACS adatmenedzsment keretrendszer

Szükség van még a fenti két ismertetett technika együttes keretrendszerbe foglalására, amely egy általános interfészt biztosít az ACS-ben működő funkcionális elemek számára (5. ábra). Az interfész két parancsa természetesen az adat értékének frissítése, illetve lekérése.

Frissítés esetén a keretrendszer első lépésben az elosztott hash táblába regisztrálja az adott hálózati elemet, mint forrást, illetve az adatot eltárolja a keretrend-

szert az elem futó részében, illetve ha a hálózati elem kérte, az elosztott hash táblában is eltárolja az értéket. Amennyiben több elem is beregisztálta magát forrásként, a keretrendszer kijelöl egy ideiglenes aggregátor elemet, amely kiépíti a forrásokhoz egy-egy útvonalat, majd a GAP minta segítségével gyűjti tőlük az adatokat.

Lekérés esetén a keretrendszer kikeresi az elosztott hash táblából a forrást, majd lekérdezi tőle az aktuális értéket. Az adatok küldése minden esetben az adaptív üzenetszóró rendszeren keresztül történik.

Az így kialakult keretrendszer skálázhatóságát biztosítja, hogy az azt alkotó technikák is skálázhatóak.

Irodalom

- [1] N. Niebert, H. Flinck, R. Hancock, H. Karl, C. Prehofer, "Ambient Networks – Research for Communication Networks Beyond 3G," 13th IST Mobile & Wireless Communications Summit, Lyon, France, June 2004.
- [2] I. Stoica, R. Morris, D. Karger, M. F. Kaashoek, H. Balakrishnan., "Chord: A Scalable Peer-to-peer Lookup Service for Internet Applications," ACS SIGCOMM, San Diego, USA, August 2001.
- [3] S. Ratnasamy, P. Francis, M. Handley, R. Karp, S. Shekner, "A Scalable Content-Addressable Network," ACS SIGCOMM, San Diego, USA, August 2001.
- [4] K.-S. Lim, R. Stadler, "Developing Pattern-Based Management Programs," MMNS, Chicago, USA, October 2001.
- [5] A. Silva and J. Delgado, "The agent pattern for mobile agent systems," 3rd European Conference on Pattern Languages for Programming and Computing, 1998.
- [6] David L. Tennenhouse, Jonathan M. Smith, W. David Sincoskie, David J. Wetherall, Gary J. Minden, "A Survey of Active Network Research," IEEE Communications Magazine, Vol. 35, No.1, pp.80–86., January 1997.
- [7] A. T. Campbell, H. G. De Meer, M. E. Kounavis, K. Miki, J. B. Vicente, D. Villela, "A Survey of Programmable Networks," ACM SIGCOMM Comp. Commun. Rev., April 1999.
- [8] Erdei M., Wagner A., „Policy keretrendszer – adatmodell és algoritmusok – dinamikus hálózatkompozíciók automatizált tárgyalási folyamatához”, Híradástechnika, 2005/7.