

## HA-OSCAR: a magas rendelkezésre állású OSCAR

Ha egy géptelep mérete eléri a több ezer csomópontot, meg kell szüntetni a leggyengébb láncszemeket. A HA-OSCAR a megoldás.

**A**z Open Cluster Group (OCG) és a belőle kifejlődött Open Cluster Application Resources (OSCAR) projekt magját néhány hasonlóan gondolkodó ember ültette el anno 2000. február 17-én, a Department of Energy által támogatott tanácskozást követő vacsorán. Ez a csoport vitatta meg fehér asztal mellett, hogy milyen programok szükségesek egy nagy teljesítményű Beowulf-géptelep felépítéséhez. A csoport egyetértett abban, hogy egyszerű feladat géptelep úgy létrehozni, hogy vezetékkel sok közönséges számítógépet kötnek össze. Megállapították azt is, hogy a Beowulf-géptelep telepítése, s a programkörnyezet beállítása túlságosan nagy erőfeszítést igényel. Ez sokaknak csak nagy nehézségek árán megy, egyszerűen mindenkinek számára fárasztó. Megszületett a folyamat egyszerűsítésének ötlete.

Az elképzelés tovább érlelődött Oak Ridge-ben (Tennessee), ugyanazon év áprilisában egy másik tanácskozáson, ahol az ipar, az akadémiai szféra és a kutatóintézetek képviselői vettek részt. Ez volt az első hivatalos alkalom, ahol az OCG-t megalakították, és elkezdtek dolgozni az OSCAR-on, különösen a Beowulf-géptelep programjain és a hozzá kapcsolódó telepítési folyamaton. Ezen a konferencián a csoport három alapelvben egyezett meg:

1. A géptelepek addig nem tudnak betörni a nagyteljesítményű számítások piacára, amíg nincsen olyan széles körben elfogadott és megbízható programkörnyezet, amit az átlagfelhasználó is képes kezelni.
2. Az OCG a nyílt forráskód modellt használja, ezért az OSCAR csak szabadon terjeszthető kódot tartalmazhat, és előnyt élveznek a Berkeley-stílusú felhasználási szerződéssel terjesztett kódok.
3. Az OCG elérheti a célját, ha a jelenleg hozzáférhető legjobb gyakorlatot tükröző kódokat használja fel.

Az OCG és az OSCAR kezdetéről részletesebben is volt már szó a Linuxvilág hasábjain (2002. július – Az OSCAR-forradalom). Az OSCAR rövid története során a csoport mindvégig ki tudott tartani e három elv mellett, miközben másféle programokat is befogadtak az OSCAR-ba. Bár az OSCAR maga csak szabadon terjeszthető kódot tartalmaz, mások készíthetnek olyan OSCAR-csomagokat, amelyek nem részei ugyan az OSCAR-terjesztésnek, de egy meglévő OSCAR-telepítés alá felpakolhatók.

Az OSCAR projekten továbbra is vegyesen dolgoznak az ipar és a tudomány képviselői. A projekt vezetése a résztvevő szervezetek munkatársaiból két évente megválasztott irányító testület kezében van.

Tavaly két OCG-munkacsoport is létrejött más géptelepkörnyezetek kutatására. Az új csoportok a saját géptelepváltozatokhoz felhasználják az OSCAR eredményeit; ez a két csoport a Thin-OSCAR és a HA-OSCAR. A Thin-OSCAR vezető tagja a kanadai Université de Sherbrooke – céljuk a merevlemez nélküli OSCAR kifejlesztése. A HA-OSCAR csoportot e cikk szerzői vezetik, és érdeklődésük homlokterében a magas rendelkezésre állású OSCAR létrehozása áll.

### HA-OSCAR: küldetés, célok és emberek

2001 júliusában egy értekezletet tartottak a kanadai Ericsson Researchnél, *Ibrahim Haddad* ott vetette fel a magas rendelkezésre állású ötletét a géptelepekkel végzett számításokban. Az eredeti téma a magas rendelkezésre állású távközlésben volt. Ahogy a beszélgetés haladt előre, világossá vált, hogy a bevezetni kívánt, több tízezer csomópontból álló, nagyteljesítményű számításokra használt géptelepeknél a magas rendelkezésre állás világból származó megoldások emelhetik a hibátűrés szintjét.

Ibrahim csoportja az Ericsson Researchnél lényegében egyedül dolgozott a magas rendelkezésre állás elérésén, amíg *Dr. Chokchai Leangsuksun* és csapata a Louisianai Műszaki Egyetemről nem csatlakozott hozzájuk, illetve *Stephen Scott* az ORNL-től el nem kezdett érdeklődni a HA-OSCAR iránt, még 2002 szeptemberében. 2002-ben a HA-OSCAR munkacsoportot hivatalosan is elismerte az OCG. A csoport elsődleges célja, hogy a meglévő OSCAR-megoldások felhasználásával a magas rendelkezésre állás tulajdonságával ruházzák fel az OSCAR géptelepeket. A megoldásnak elsősorban a távközlésben és a nagyteljesítményű számítások világában lehetnek felhasználói.

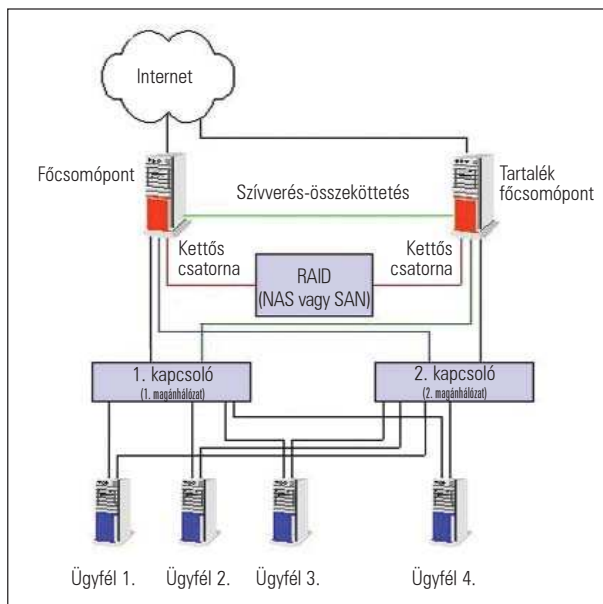
### A HA-OSCAR többlétszolgáltatásai az OSCAR-hoz képest

A HA-OSCAR az OSCAR-hoz képest számos továbbfejlesztést és új képességeket tartalmaz, főként a rendelkezésre állás, a méretezhetőség és a biztonság területén. A legtöbb új képesség megfeleltethető az ITU (International Telecommunication Union), a TMN (Telecommunication Management Network) és a FCAPS (Fault-management, Configu-

ration, Accounting, Performance and Security) ajánlásnak. Ezeket az ajánlásokat széles körben használják a távközlésben a hálózati eszközök kezelésére.

### Két főcsomópont és tartalékolás

A szokásos géptelepeknél sok csomópont van, amelyek bizonyos fokú rendelkezésre állást biztosítanak; a legtöbbször viszont csak egyetlen főcsomópont van, amely nincs tükrözve, ezért könnyen lehet a leggyengébb láncszem. Az OSCAR jelenlegi kiadása is ilyen, és ez a létfontosságú rendszerekhez nem felel meg, mert számos olyan elem található benne, amely egyedi és hiba esetére nincs tartalék. A magas rendelkezésre állás (HA) követelményeinek kielégítéséhez a géptelepeket olyan képességekkel kell felruházni, amelyek megszüntetik a leggyengébb láncszemeket. Az eszközök többszörözése, a tartalék hálózati kapcsolat



A HA-OSCAR gépteleprendszer felépítése

mindennapos módszer a számítógéprendszerek megbízhatóságának és rendelkezésre állásának növelésére. A HA-OSCAR géptelepnél először a főcsomópont többszörözését szükséges megoldanunk. Ilyen elrendezés többféle módon is megvalósítható, például az aktív-aktív, aktív-meleg és aktív-hideg tartalék módszerével. Az aktív-aktív módszer a teljesítményt és a rendelkezésre állást is növeli, mert mindkét főcsomópont egyszerre működik. A gond csak az, hogy ezt nehéz megvalósítani, és hiba esetén ellentmondásos adatok keletkezhetnek. Emiatt a másik két módszert terjedt el. Egy tartalék kiszolgáló figyeli az elsődleges kiszolgáló egészségi állapotát, és hiba esetén átveszi az irányítást. Jelenleg az aktív-meleg módszert használjuk. *Ábránk* a HA-OSCAR gépteleprendszer felépítését mutatja. Kísérleteztünk Linux virtuális kiszolgálóval (LVS) és a Heartbeat- (szívverés) megoldással, és ezt terveztük beépíteni kiindulási aktív tartalék HA-OSCAR-változatunkba. Ezt a kiindulási felépítést a tartalékváltozat kiadása után kibővítenénk, hogy támogassa az aktív-aktív HA-t is. Az aktív-aktív felépítés jobban kihasználja az erőforrásokat,

mert mindkét főcsomópont egyszerre képes szolgáltatások nyújtására. A két főcsomópont hibátűrő DHCP, NTP, TFTP, NFS és SNMP-kiszolgálókat futtathat. Ha az egyik főcsomópont kiesik, minden általa nyújtott szolgáltatást a másik, tartalék főcsomópont veszi át, és csökkent teljesítménnyel szolgáltat tovább (elméletileg csúcsterhelésen ötven százalékos teljesítménnyel).

A HA-OSCAR másik HA-tulajdonsága a magas rendelkezésre állású hálózati összeköttetés, amit egyetlen gépbe épített több ethernetkapu használatával érünk el. Ráadásul a teljes hálózatot az összekötő elemeket (kapcsolók, vezetékek) is megkét-szerezettük. Ez teszi lehetővé, hogy a géptelep mindegyik csomópontja két vagy több úton is kapcsolódjon a hálózatához. A tartalék etherneteteknek köszönhetően a géptelep hálózati rendelkezésre állása nő; ráadásul ha mindkét hálózat működik, az adatcsere is növekszik, mert a redundáns kapcsolattartási útvonalakon például kihasználható az üzenetek csatornához kötésének módszere. A HA-OSCAR felhasználja más megvalósítások és már létező projektek eredményeit, például ilyen a High-Availability Linux, a Kimberlite és a Linux Virtual Server. A továbbfejlesztéseket és eredményeket vissza fogjuk juttatni a közösségnek.

### Mindkét IP-verem támogatása (IPv4 és IPv6)

Az IPv6 az internetprotokollnak az IETF által tervezett következő nemzedéke, amely le fogja váltani a jelenleg használatos IPv4-et. Az interneten manapság többnyire az IPv4-et használják, ami korát meghazudtolóan rugalmas, de vannak vele gondok. A legfontosabb ilyen az IPv4-címek egyre növekvő hiánya, márpedig minden új, internetre kötött eszköznek címre van szüksége. Az IETF azért dolgozta ki az IPv6 szabványt, hogy az IPv4 gondjait megoldja és tovább is fejlessze azt a jövő internete számára. Ezek a továbbfejlesztések sok területen jelentkeznek, ilyen például az útválasztás, az önműködő beállítás, a biztonság, a QoS és a mobilitás.

A HA-OSCAR alából támogatja az IPv6-ot. A legtöbb internetszolgáltató és távközlési társaság az IPv4 és az IPv6 közös használatával kísérletezik. Minden HA-OSCAR-géptelep-csomópont támogatja az IPv6-ot, és közvetlenül a hálózati segédprogramokba is alapvető IPv6-képességek vannak belefördítva.

### A sérült lemezek kezelése

Az OSCAR feltételezi, hogy az ügyfélcsomópontok merevlemezei, amelyekre települ, hibátlanok. Ez nem mindig van így: egyes csomópontok merevlemezei hibásak lehetnek. A HA-OSCAR ezzel is törődik, és nem feltételezi, hogy minden csomópont merevlemeze jó alap a telepítéshez. Emiatt a telepítés során különleges parancsfájlok futnak és a rendszer-mag programból megvalósított RAID-et használ. Ezzel párhuzamosan kifejlesztettük a merevlemez tartalmának egyeztetésére szolgáló parancsfájlokat is, így ha a merevlemez elromlik, az adat nemvész el. Ráadásul a telepítővarázsló megpróbálja kijavítani a sérült lemezt. A HA-OSCAR támogatja még az egyidejű működést, a merevlemez eltávolítását, illetve hozzáadását, valamint a programból megvalósított RAID-et. A programból megvalósított RAID engedélyezésével a HA-OSCAR-t futtató géptelepek növekedett adatbiztonsággal és jobb teljesítménnyel üzemelnek.

## Linux virtuális kiszolgáló (LVS) és a Heartbeat beépítése

Már áttekintettük a HA-OSCAR vasának a felépítését. A legfontosabb újítás a kettős főcsomópont bevezetése, amely, ha az elsődleges főcsomópont kiesik, tartalék főcsomópontot ad. A tartalék vas azonban nem elég önmagában a HA-hoz, észlelési és helyreállítási képességekkel is fel kell szerelni. Létezik néhány megoldás, amely a kiesést észlelni tudja. Kipróbáltuk és kiválasztottuk a hibátűrő LVS-t. A megoldás részei: LVS, Linux Director Daemon (ldirectord), Heartbeat és Coda. A Linux virtuális kiszolgáló egy olyan program, amely a hálózati kapcsolatokat több kiszolgálóhoz továbbítja, így osztva el közöttük a terhelést. A Heartbeat az elsődleges főcsomópont kiesését figyeli a soros vonalon és UDP-kapcsolaton keresztül. A Coda egy hibátűrő osztott fájlrendszer. Ez a megoldás nemcsak magas rendelkezésre állást kínál, hanem terheléskiegyenlítést is. A további LVS-szolgáltatásokat viszont fejleszteni kell a HA-OSCAR-ban, így például a SIP, PBS és webszolgáltatásokat. Egy külső „szívverésfigyelőt” szintén beépítettünk a hibakezelő rendszerbe, ami akkor riaszt (értesíti a rendszergazdát), ha minden leáll, például mindkét főcsomópont kiesik.

## A géptelep biztonságá

Az OSCAR-t jelenleg főként magánhálózatokra telepítik, ahol a biztonsági kockázat alacsony. Ez annak köszönhető, hogy ezek a géptelepek a laboratórium falain kívüli hálózathoz nem csatlakoznak. Ha viszont a HA-OSCAR-t internetre kötött géptelepre telepítik, a biztonság létfontosságú. A biztonság nemcsak azért életbevágó az OSCAR és a HA-OSCAR számára, mert egy betörő elérheti a géptelepet és a rajta elhelyezett adatokat, hanem mert egy rossz szándékú betörő tönkretelheti a rendszert és annak rendelkezésre állását. Sok biztonsági megoldás létezik, a külső megoldásoktól (tűzfal) a belső megoldásokig (épségellenőrző program). Sajnos ezek mindegyike csak egyetlen csomópont esetében használható, és a géptelepet nem képes egyetlen egységként kezelni. A sokféle biztonsági megoldás telepítése, foltozása, beépítése és kezelése rengeteg időt vesz igénybe. A megemelkedett karbantartási nehézségek hamarosan a biztonság csökkenését vonják maguk után, ahogy a különböző elemek frissítései növelik az együttműködési gondokat. Következésképpen kezdeményeztük az Osztott biztonsági háttér (Distributed Security Infrastructure, DSI) nevű nyílt forrású projekt elindítását, hogy a távközlési szintű telepbe szervezett kiszolgálók számára megfelelő biztonsági megoldást szolgáltatassunk. A DSI egy olyan biztonsági keretrendszer, amely a gépteleprendszeren futó programok számára osztott biztonsági szolgáltatásokat nyújt, például hozzáférés-kezelést, valamint az adatcsere épségét és megbízhatóságát. Ellenőrző szolgáltatásokat is kínál az egyes folyamatok szintjéig részletezve. A HA-OSCAR sokkal sikeresebb lehet a távközlésben és más létfontosságú területeken, ha támogatja a fejlett biztonsági szolgáltatásokat; emiatt a HA-OSCAR a DSI-t átvette az Ericssontól.

## Csomópontok dinamikus hozzáadása és eltávolítása

A HA-OSCAR támogatja a géptelep csomópontjainak menet közbeni hozzáadását és eltávolítását. Ezek a műveletek a felhasználó számára észrevehetetlenek, a futó alkalmazásokat sem zavarják. Két nyílt forrású projekt nyújt hasonló szolgál-

tatást: az Eddie, amely az Ericsson nyílt forrású kezdeményezése, valamint az LVS. Jelenleg azt vizsgáljuk, hogy melyik a legjobb megoldás, és be fogjuk építeni azt a HA-OSCAR-ba. A célunk az, hogy észrevétlen művelet legyen, ha a nagyobb terhelés elviselésére új csomópontokat adunk hozzá, illetve a karbantartás idejére csomópontokat távolítunk el, és ne legyen hatással a rendszer rendelkezésre állására.

## Linux-rendszermag

Felmerült a kérdés, hogy melyik rendszermagot használjuk, és hogy magunk foltozzuk-e a HA-OSCAR rendszermagját, vagy próbáljuk meg bejuttatni a foltjainkat a fő rendszermagfába. Úgy döntöttünk, hogy a legújabb megbízható 2.4-es rendszermagot fogjuk használni, és az általunk készített foltokat beküldjük a rendszermag levelezőlistájára. A HA-OSCAR-rendszermag építését egy segédprogram segítségével megpróbáljuk leegyszerűsíteni. A felhasználók a rendszermagot maguknak a helyi beállításainak megfelelően fordíthatják újra.

## Hálózati fájlrendszerek támogatása

A géptelep építésének egyik alapköve a hálózati, illetve osztott fájlrendszer. Sok nyílt forrású projekt célja a linuxos géptelepek hálózati fájlrendszerének megvalósítása. A korábbi kutatásainkból és kísérletezéseinkből azt a következtetést vontuk le, hogy a géptelepen futó alkalmazástól függően más-más fájlrendszer felel meg a célnak. Például a párhuzamos virtuális fájlrendszer (PVFS) a nagy állományok mozgatójában jeleskedik, ezért hang- vagy videokiszolgálóhoz kiváló. Másfelől a beállításfájlok megosztása a géptelep csomópontjai között NFS-sel is elérhető, ehhez nem kell nagy adatátviteli teljesítmény. Ha a magas rendelkezésre állás és a SAN-ok támogatása fontos, akkor a naplózási képességekkel felruházott OpenGFS a megfelelő. Emiatt a HA-OSCAR minden lehetséges hálózati fájlrendszert támogatni fog, amelyet a célkörnyezetben használni lehet.

## Gyors géptelep-telepítés

Fontos tényező az az idő, amelyet a géptelep megépítésére, elindítására és üzembe helyezésére kell fordítani. Ez kis géptelepeknél nem nagy gond, de ahol 256 vagy még több csomópont van, ott a csomópontok telepítésére és indítására fontos önműködő és jól időzített rendszert létrehozni. A HA-OSCAR-nál a géptelep több szintre osztását fontolgatjuk. Ez a fajta kísérletezés arra is jó, hogy azonosítsuk és felgyorsítsuk a rendszer telepítésének lassú folyamatait; például a LinuxBIOS a szokásos BIOS helyére tehető, és a vas egy kis piszkálgatása után egy tömörített Linux-rendszermag tölthető be a hidegindítás után – így gyorsabb lesz az indulás. A következő OSCAR-kiadás már csoportos adatszórás fog használni, amit több mint ötszáz csomóponton már kipróbáltunk. A telepítés ideje jelentősen csökkent. A HA-OSCAR ezt a módszert az alap telepítési folyamatához át fogja venni és tovább fogja fejleszteni.

## Választható csomagok

Az OSCAR telepítéséhez hasonlóan a HA-OSCAR felhasználói is szabadon dönthetnek, hogy melyik alkalmazás-csomagot kívánják telepíteni. Alapértelmezésben a HA-OSCAR önműködően telepíti a géptelep létfontosságú

részeit, majd megkérdezi a felhasználót, hogy milyen alkalmazásokat szeretne futtatni. A telepítési folyamat figyelembe veszi a meglévő beállításokat és a csomópontokra már telepített csomagokat. Bizonyos csomagok érzékenyek az adott rendszerkönyvtár – például a *glibc* – típusára. A felhasználóknak tudniuk kell arról, hogy a HA-OSCAR telepítése miatt a rendszerüket esetleg frissíteniük kell, hogy kielégítsék ezeket a függőségeket. Ugyanígy az eltávolítás is megoldott: minden HA-OSCAR-hoz tartozó összetevő törölhető a rendszer épségének (dependencies) elvesztése nélkül. Ez a lehetőség azoknak a felhasználóknak fontos, akik csak ismerkedni szeretnének a HA-OSCAR-ral. Érdemes megemlíteni, hogy a telepítést és eltávolítást végző csomag a v2.0 óta része az OSCAR-alapcsomagnak, és nemsokára kijön egy új, továbbfejlesztett változat.

### Frissítés a hálózaton keresztül

A HA-OSCAR fejlesztőcsapata azt tervezi, hogy a rendszer leállítása nélkül megvizsgálja a programok választható hálózaton keresztüli frissítésének lehetőségét. A hálózati frissítés érdekes módszer az alkalmazások és az operációs rendszer foltozására. A legtöbb Linux-terjesztés manapság önműködő hálózati frissítési lehetőséggel rendelkezik, amely megkönnyíti az unalmas karbantartási munkát. Nagy géptelepek karbantartása esetén a HA-OSCAR felhasználói e képesség segítségével gond nélkül frissíthetik az alkalmazásukat, a szolgáltatások nem szakadnak meg. A hálózati frissítés leegyszerűsíti a géptelep karbantartását, és jobb programkezelést segít elő a csomópontokban. Ráadásul a HA-OSCAR-ban van egy segédprogram, amelylyel a felhasználó úgy változtathatja meg menet közben a géptelep beállításait, mint ahogyan a LinuxConfot lehet használni. Ez még gyerekcipőben jár, de a közeljövőben dolgozni fogunk rajta.

### Mentés, helyreállítás, hibaelhárítás

Egy számítástechnikai rendszerben nem lehet megbízni, ha nincs hozzá mentési és helyreállítási terv. A létfontosságú programoknál – például a távközlésben – fontos, hogy a rendszert bármilyen program- vagy géphiba után helyre lehessen állítani. Emiatt minden HA-rendszernek létfontosságú része a mentési és helyreállítási alrendszer. A végzetes hiba utáni helyreállítás képessége és sebessége nagyon fontos. A HA-OSCAR minden teljes újratelepítése vagy rendszermagjának frissítése előtt és után a lemezképet a mentési kiszolgáló egy megadott helyére és szalagra mentjük. A Ghost for Unix pillanatfelvételt készít a régi és az új rendszermagról, tömöríti azt és elküldi a másodlagos főcsomópontra, valamint a katasztrófa utáni kijelölt helyreállító gépre. A lemezképe fontos adatok, alkalmazások és beállításfájlok is felvehetők. Általában naponta szalagra mentjük az éjjeli pillanatfelvételek különbségeit, de a teljes lemezképeket csak hetente. A gyorsabb helyreállítás és a megbízhatóbb mentés érdekében lemezképkészítést, állománynaplózást és adatszorosozást alkalmazunk.

### Webes géptelepek támogatása

A HA-OSCAR egyik célja, hogy webkiszolgálóként is telepíthető legyen, és magas rendelkezésre állású webkiszolgáló-telepet lehessen létrehozni nagyszámú ügyfél számára.

A cél eléréséhez egy lépés az Apache-nak minden csomópontra való telepítése; az Apache lehet az egyik csomag, amelyet a csomópontokra lehet másolni. Ezután egyetlen IP-címet rendelünk a géptelephez, valószínűleg az LVS közvetlen útválasztás segítségével, mert az bizonyítottan méretezhető megvalósítás.

### Aszinkron folyamatvégrehajtás támogatása

A távközlési alkalmazásokat fel kell készíteni a kivételes és a váratlan helyzetekre. Még a hétköznapi helyzetekben is nagy nyomás alá helyezik az előfizetők a szolgáltatókat, magasak az elvárások a rendszer teljesítményével és rendelkezésre állásával kapcsolatban. Az előfizetők nem tűrik el a programok hibáját vagy a hívásuk bizonyos időn túli késleltetését. Ez különösen igaz a távközlés más szolgáltatási területeire, néhány kimondottan valós idejű tulajdonságokat követel. A távközlési alkalmazásokat az előfizetők igényeinek, a programok karbantartási és frissítési költségeinek, valamint a rendszer rendelkezésre állásának és méretezhetőségének figyelembe vételével kell elkészíteni. A bonyolult osztott programok különleges programozási elveket kívánnak meg. Az évek során bebizonyosodott, hogy a bonyolult rendszerfelületek növelik a hibakereséshez szükséges időt és a programhibák valószínűségét.

Az aszinkron események módszere (AEM) eseményvezérelt fejlesztési módszer, amellyel üzembiztos alkalmazások készíthetők. A rendszereseményekre az alkalmazás a felhasználói térben megvalósított visszahívó függvényre adja a vezérlést. Az AEM-megvalósításban a rendszermag fontos szerepet játszik az események kezelésében és növeli az alkalmazások megbízhatóságát. Emiatt az AEM rugalmas megoldást jelent a programtervezők számára, mert kiterjeszhető keretrendszert nyújt, az új képességeket futási időben hozzá lehet adni a programokhoz, a rendszer vagy a programok újraindítása nélkül. A távközlési szintű követelmények kielégítése érdekében a HA-OSCAR az AEM hatékony támogatását tervezi.

### A cikkhez tartozó Kapcsolódó címek megtalálhatóak

➔ [http://melleklet.linuxvilag.hu/04\\_2004\\_Aprilis/OSCAR\\_konyvtarban](http://melleklet.linuxvilag.hu/04_2004_Aprilis/OSCAR_konyvtarban).

*Linux Journal* 2003. november, 115. szám

### Ibrahim Haddad (Ibrahim.Haddad@Ericsson.com)

Kutató a montreali Ericsson Corporate Kutatórészlegnél, ahol harmadik nemzedékbeli vezeték nélküli IP-hálózatokon dolgozik.

### Chokchai Leangsuksun (box@latech.edu)

Docens a Louisianai Műszaki Egyetem Vállalkozás és Informatíotechnológia Centrumában. Hét évet töltött a Lucent Technologies K+F osztályán, ahol rendszerek megbízhatóságával és magas rendelkezésre állású számítógép- és távközlési rendszerekkel foglalkozott.

### Stephen L. Scott (scottsl@ornl.gov)

Vezető kutató az Oak Ridge National Laboratory számítástechnika és matematika osztályán. Alapító tagja az OCG-nek, jelenleg a 2. változat kiadását szervezi. Ezelőtt ő volt az OSCAR projekt munkacsoportjának az elnöke.