

HÁLÓZATHASZNÁLATI KIHÍVÁSOK A CSILLAGÁSZATBAN

Holl András, holl @ konkoly . hu

Srágli Attila, sragli @ konkoly . hu

MTA Konkoly-Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézete

Előadásunkban áttekintjük a hálózathasználat csillagászati gyakorlatát és lehetőségeit, különös tekintettel a hazai helyzetre, azon belül is az MTA KTM Csillagászati Kutatóintézete (CsKI) esetére, ám némi kitekintést is adunk a csillagászat nemzetközi hálózathasználati igényeire.

A CsKI négy telephellyel rendelkezik: Budapesten, Debrecenben, Pizskéstetőn és Gyulán. Ezeket a telephelyeket hálózatnak kell összekötnie. Alapelvnek tekintjük, hogy a hálózat hiánya nem lehet a kis vidéki telephelyek üzemeltetésének akadálya, ellenkezőleg, a hálózatnak csökkentenie kell a távolság okozta problémákat, és a hálózat költségei nem jelenthetnek jelentős terhet, hanem éppenséggel költségmegtakarításokat kell eredményezniük.

A csillagászat erős nemzetközi kapcsolatrendszerrel rendelkezik: a CsKI üzemeltet nemzetközi együttműködésben megfigyelőállomást külföldön (WHAT, Izrael), szakfolyóiratot ad ki - elektronikus formában is - a Nemzetközi Csillagászati Unió megbízásából (IBVS), valamint jelentős a kutatók mobilitása, nemzetközi együttműködése.

A CsKI hálózati (WAN) története a budapesti telephely X25-ös kapcsolatával kezdődött (1989), ha nem számítjuk a korábban a CsKI-hez tartozó Bajai Obszervatórium távoli terminál-kapcsolatát a SzTAKI nagyszámítógépével. A következő táblázat a hálózatfejlődés állomásait foglalja össze.

Budapest:

1989	1992	1995	2000	2002
X25	19.2k bridge	64k bérelt v.	512k	1G sötét üveg

Debrecen:

1993	2004
üveg 10M	100M

Pizskéstető:

2000	2002	2004
64k bérelt v.	128k	256k

Gyula:

2005
1M privát mikro

A csillagászat nemzetközi hálózathasználati igényeit vizsgálva megemlíthetjük az RFC 1017-et 1987-ből: Network Requirements for Scientific Research

(<http://www.rfc-archive.org/getrfc.php?rfc=1017>). A Gemini Obszervatórium két megfigyelőhelye (Hawaii és Chile) 2002-ben 155 M ill. 77 M kapcsolatokkal rendelkezett. Az Internet2 csillagászati bemutató alkalmazása egy 2004-es e-VLBI (nagy bázisvonalú rádió-interferometria) kísérlet volt, amikor az Egyesült Államok, az Egyesült Királyság, Svédország, Hollandia és Lengyelország obszervatóriumait kötötték össze, rádiótávcsövenként 32 Mbps sávszélességgel

(<http://science.internet2.edu/vlbi.html>). Az e-VLBI ma 1 Gbps-os adatátvitel 24 órán keresztül való fenntartását igényli, amit Dante Geant hálózata biztosít néhány európai rádióteleszkóp számára a

hollandiai JIVE központtal. A jövőre nézve az igények még merészebbek: 4-10 Gbps átviteli sebességekre lehet szükség. A James Webb Space Telescope 600 GB-nyi adatot fog egy nap alatt termelni, amit tömörítve, egy 5.35 GB/nap kapacitású X-sávú rádió-kapcsolaton kell majd a Földre lehozni. A Large Synoptic Survey Telescope pedig naponta 13 TB adatot „termel” majd (<http://www.lsst.org/Project/docs/data-challenge.pdf>).

A sávszélesség-igények exponenciálisan nőnek: megfigyelési adatok hálózati szállítása esetén az elektronikus detektorok méret-növekedésének (Moore-törvény?), számuk gyarapodásának, a feldolgozási kapacitás növekedésének (processzorteljesítmény: Moore-törvény), a feldolgozási párhuzamosság növekedésének, ill. az adattárolási kapacitások növekedésének (Kryder törvénye, 13 havonként duplázódnak) függvénye lehet. A lehetőségek növekedéséről a szakirodalomban hasonló adatok találhatóak: a rendelkezésre álló sávszélesség Nielsen szerint 2 évente duplázódik meg, ezt támasztja alá Edholm és Eslambolchi is, akik a Moore-törvény szerinti növekedést igazolják.

1. Megfigyelési adatok szállítása

A csillagászatban nagytömegű megfigyelési adat keletkezik az anyaintézménytől vagy feldolgozási helytől távol (hegytetőn, világűrben) levő obszervatóriumban. Ezen adatok mozgatására a legjobb lehetőség a hálózat. B. Pirenne (2004, ASPC, 314, 525) áttekinti az Európai Déli Obszervatórium (ESO) adattárolási és szállítási igényeit a következő öt év távlatában. Arra a következtetésre jut, hogy az adatok tárolására (archiválására) a winchester diszk + mágnesszalagos technológia a leginkább alkalmas, szállításukra pedig a hálózat a kívánatos eszköz. A CsKI Piszkéstető-Budapest adatszállítási gyakorlata (a CCD kamerák megjelenésétől kezdve) előbb DAT mágneskazettákra, majd kivehető winchester diszkekre, ill. írható CD majd DVD lemezekre épült.

A CsKI jelenlegi adatforgalmi igényeit a következő táblázatok foglalják össze:

Budapest: 2 – 20 GB / nap
 Piszkéstető: 500 MB – 15 GB / nap
 Debrecen: 1 GB / nap
 Gyula: 500 MB / nap

sávsz.		transzfer	Az adott adatmennyiség letöltéséhez				
sávsz. kb/s		ráta	szükséges idő, órákban				
sávsz.	kb/s	kB/s	500M	1G	10G	20G	100G
64k	64	8	17.75	36.38	364.13	728.13	3640.88
128k	128	16	8.88	18.19	182.06	364.06	1820.48
256k	256	32	4.44	9.09	91.03	182.03	910.22
512k	512	64	2.22	4.55	45.52	91.02	455.11
1M	1024	128	1.11	2.27	22.76	45.51	227.55
2M	2048	256	0.55	1.14	11.38	22.75	113.78
10M	10240	1280	0.11	0.23	2.28	4.55	22.76
36M	36864	4608	0.03	0.06	0.63	1.26	6.32
100M	102400	12800	0.01	0.02	0.23	0.46	2.28
1G	1048576	131072	0.001	0.002	0.02	0.04	0.22

A fenti táblázatok tanúsága szerint Gyulán ADSL sebességű kapcsolatra, Piszkéstetőn 1-36M sávszélességre lenne szükség. (Meg kell jegyezni, hogy mindkét helyen a feltöltés igény a nagyobb, adatszállítás esetén.)

A CsKI budapesti telephelyén a HERSCHEL űrszonda adatainak (jelenleg teszt-adatok, 2007-től valódi adatok) fogadása jelenti: itt akár 100 GB-os adatsomagok letöltésére van szükség.

2. Távészlelés

A távészlelés alatt a lehetőséget értjük, hogy a csillagásznak nem kell a teleszkóp mellett lennie a megfigyelés során, hanem távolról irányíthatja azt. A mérés távvezérlése mellett (vagy helyett) igény lehet a távfelügyeletre, amikor a megfigyelő (például egy egyetemi hallgató) a távcső mellett van, de a mérések menetét egy másik kutató (például a hallgató tanára) távolról követi.

Létezik egy alacsony sáv szélesség igényű változat is: a robotizált teleszkóp automatikus időbeosztó rendszerének csak a megfigyelési program leírását kell eljuttatni. Változócsillagok fotometriai megfigyelésénél nemcsak ez a leírás (mely tartalmazza többek között a megfigyelendő objektumok listáját, a mérések kért időpontjait, prioritását), de maguk a mérési eredmények sem nagyméretűek. Ez esetben a kommunikáció történhet e-mailen keresztül.

A szakirodalomban említett első távészlelési kísérletek egyikét S. Maran írta le 1967-ben (Science, 158, No. 3803, 867): az Egyesült Államokbeli Kitt Peak obszervatórium 60cm-es távcsövének távvezérlését oldották meg. Az ESO-ban 1987-től végeztek kísérleteket egyes La Silla-i (Chile) távcsövekkel - 64K sáv szélességű műholdas bérelt vonalon keresztül. A modern távészlelés sem igényel nagy sáv szélességet: a technológia alapja a vezérlő számítógép(ek) távirányítása, ami történhet X-Windows vagy VNC (Virtual Network Computing, <http://en.wikipedia.org/wiki/Vnc>) alapon. Az X-Windows esetében is lehetőség van viszonylag lassú vonalak használatára pl. az NX technológiával (http://en.wikipedia.org/wiki/NX_technology). A CsKI-ban a svábhegyi távcsővel folyó megfigyelések távfelügyeletéhez a programban résztvevő kutatók otthoni kábel-modemes kapcsolata (~1Mbps) alkalmasnak bizonyult.

A távészlelés legnagyobb problémája az, hogy a berendezések nem mindig működnek tökéletesen, és hibák, elakadások esetén a vezérlő számítógép képernyője nem ad elég információt. Ezért alkalmazzák a gyakorlatban a technikát inkább csak távfelügyeletre, vagy "közele" távészlelésre, amikor a megfigyelő csak néhányszor 10 vagy 100 méterre van a teleszkóptól, fűtött helyiségben (esetleg egyszerre több távcsővel dolgozik). Távfelügyelet esetén a megfigyelő és a felügyelő között hang kapcsolat is van – de ez egyszerűen megoldható telefon segítségével is. Az információhiány csökkentésére kísérleteket tervezünk webkamera alkalmazására. Itt problémát jelent az a tény, hogy a piszkástetői / svábhegyi megfigyelések sötétben zajlanak, és a jelenlegi webkamerák érzékenysége nem megfelelő. Hiba esetén a megfigyelés azonban megszakítható, a kupola megvilágítható.

3. Vagyonbiztonsági távfelügyelet

További lehetséges alkalmazás webkamerák alkalmazása biztonsági / vagyonvédelmi célokra. A távcsövek elhelyezésére szolgáló kupolákban sokszor nincs állandó személyzet, s többnyire elhagyatott helyeken állnak. A svábhegyi 60cm-es távcső kupolájába több betörés történt már. Adódik az informatikai hálózat, és esetleg akár a távészlelésnél használt kamerák biztonsági felhasználásának lehetősége.

Mint ahogy az előző pontban említettük, a megfigyelni kívánt helyiségekben a megvilágítás erőssége tipikusan 1 lux alatti (általában csupán néhány tized lux), és a jelenleg kereskedelmi forgalomban kapható webkamerák érzékenysége pedig a ~0.5-30 lux tartományban mozog, így ezek a kamerák e célra nem felelnek meg. Alkalmazhatók viszont a biztonsági kamerák, melyek egy része UTP csatlakozóval és beépített webszerverrel is rendelkezik. Az általuk generált hálózati forgalom a kamera felbontásától (0.2-0.4 megapixel), a képfrissítési sebességtől (10-25 fps) és az

alkalmazott tömörítési eljárástól (általában JPEG) függően változik, azonban – főként több kamera telepítése esetén – jelentős lehet (egy kamera használható képfelbontás és -frissítés mellett min. ~64 kb/s sávszélességet foglal le).

4. Adatok tükrözése távoli helyszínre

Minthogy az adattárolás leginkább költséghatékony megoldása egyre inkább az adatok winchester diszken való tárolása, és a CsKI telephelyei közül a Svábhegyi Intézet és a Debreceni Napfizikai Observatórium nagy sávszélességű (üvegszálas) kapcsolattal rendelkezik, felmerül az adatok biztonsági mentésének lehetősége a telephelyek között. Az adatbázisok tükrözése a rendelkezésre állási biztonságot növeli.

Az adatbázis tükrözés sávszélesség-igénye erősen függ az alkalmazott technikától (időszakos, inkrementális mentés, részleges vagy teljes mentés, tranzakció alapú replika). E módszerek - a teljes mentés kivételével – használata esetén a sávszélesség-igény az adatok változásának, az adatbázis bővülésének mértékével arányos. Adatbázis tükrözés jelenleg is történik a svábhegyi Intézet és a KFKI között a PhysHun projekt keretében, az adatbázis mérete jelenleg kb. 100 MB.

Létezik egy technika a csillagászatban, ami lehetővé teszi az adatbázisok távoli *fail-over* redundanciájának megteremtését: ez a Strasbourg-i CDS-ben kifejlesztett GLU.

A hálózat lehetővé teszi a tárolóhely-kapacitások kihasználásának optimalizálását is: például egy több TB-os adattároló egység pillanatnyilag kihasználatlan kapacitásait a másik telephely kutatóinak is fel lehet ajánlani.

5. Kisigényű telekonferencia, VoIP kommunikáció

Véleményünk szerint a telekonferencia alkalmazásának elterjedéséhez szükséges, hogy az NIIF által jelenleg alkalmazott technológiáknál olcsóbbak álljanak rendelkezésre. A CsKI-ban igény lenne az össz-intézeti értekezletek telekonferencia alapon való megrendezésére. Célszerű lenne megteremtteni a CsKI tudományos szemináriumainak, illetve az ELTE Csillagászati Tanszékén megrendezett országos csillagászati szemináriumok telekonferencia jellegű elérhetőségét is. Ezek a rendezvények, ezek az intézmények nem feleltek meg az NIIF eddigi videokonferencia pályázatainak követelményeinek – olcsóbb megoldásokat kell keresni. Bár mind a svábhegyi, mind a debreceni telephelyen néhány km-es közelségben van NIIF telekonferencia csomópont, a gyakorlatban ezek használata nem megoldható.

Úgy véljük, érdemes lenne kipróbálni olcsóbb technológiákat, melyekkel kevesebb költséggel lehet az előadótermeket felszerelni, és a konferencia követésére, hallgatói hozzászólásokra pedig akár egy notebook számítógépnek (webkamerával) is elegendőnek kell lennie.

A CsKI kisebb telephelyeinek VoIP elérésére az NIIF által jelenleg alkalmazott “hardveres” technológiáknál célszerűbbnek tűnik a “szoftveres” technológiák alkalmazása. A kommersz szélessávú szolgáltatók is különböző “soft-phone” megoldásokat ajánlanak. (Az NIIF VoIP terveiről az előző előadásban volt szó a Networkshop-on (Ilyés G. - Mészáros M. - Szabó Sz.: Az NIIF VoIP szolgáltatásának aktualitásai).

A korábbi GnomeMeeting újabb változata, az Ekiga (<http://en.wikipedia.org/wiki/Ekiga>, <http://www.ekiga.org>) peer-to-peer kommunikációra (PC-PC, PC-telefon, telefon-PC irányokban), illetve kisebb, néhány fős csoportok számára ajánlott, hang- és videokapcsolatot biztosító, illetve azonnali üzenetküldő szoftver. Funkcionalitását tekintve szinte mindenben megegyezik az ismert

Skype-pal, azonban azzal ellentétben szabad szoftver, valamint szabványos protokollokra épül ([SIP, H.323](#)). Ez megkönnyíti a már létező infrastruktúrába való integrálását is (heterogén hálózatok, tűzfal, NAT).

A hálózattal szemben minimális igényeket támaszt:

- 1720-as TCP és az 5000-5007-es UDP portok megnyitása a csomagszűrőn (konfigurálható)
- legalább 12 kB/s szabad sávszélesség / kapcsolat.

Előnye, hogy könnyen és gyorsan telepíthető, konfigurálható, viszont inkább peer-to-peer, mint csoportos kommunikációra tervezték. A felek közvetlenül, a saját felhasználói nevükből és a szoftvert futtató host nevéből képzett cím felhasználásával érhetik el egymást (usernev@host). E címzési modell hátránya, hogy a cím munkaállomáshoz és nem felhasználóhoz kötődik, így használata bizonyos esetekben kényelmetlen lehet. Erre nyújt megoldást az, ha VOIP szolgáltatónál (pl. <http://www.ekiga.net/>) accountot regisztrálunk, amelyet a külön munkaállomásokra telepített szoftverek között hordozhatunk, így ez a cím már felhasználóhoz köthető. Ha SIP szolgáltatónál accountot regisztrálunk, hívhatunk hagyományos vagy mobil telefonkészülékeket is. Az NIIF is tervezi SIP gateway üzemeltetését, amely a közeljövőben kielégítheti az akadémiai hálózat ilyen irányú igényeit.

A fizikai tudományokban külföldön elterjedt az AccessGrid technológia

(<http://www.accessgrid.org/>, <http://www.e-science.clrc.ac.uk/ewb/projects/accessgrid>).

Az AccessGrid csoportok közti költséghatékony videokonferenciára nyújt megoldást, szintén szabványos technológiák felhasználásával, szabad szoftverkomponensekkel ([AccessGrid ToolKit](#)). Multicast alapú kommunikációt használ, így csoportok között egyértelműen hatékonyabb, mint a PC-s VOIP szoftverek, ellenben hardverigénye miatt peer-to-peer vagy néhány résztvevős kapcsolattartásra kevésbé ajánlható.

6. Nagy adatbázisok hálózati szolgáltatása

Jelenleg a CsKI-ban a Svábhegyen ~2 GB, Debrecenben ~58 GB adat érhető el on-line. A svábhegyi 2 GB-os tárolt adatállománynak évente körülbelül 20-50-szeres nagyságrendű letöltésével számolhatunk. A Svábhegyen (zömében analóg formában) fellelhető információs vagyon kb. 6-7 TB, mely évente kb. 1 TB-al gyarapszik (teljes egészében digitális formában). A debreceni (analóg) információs vagyon is kb. 6 TB, az (analóg, de digitalizált) éves gyarapodás kb 0.3 TB. Ezeket az információkat célszerű lenne elektronikus formában közzétenni. Nehéz megbecsülni, hogy a teljesen digitalizált információmennyiség mekkora adatforgalmat generálna – érzésünk szerint a teljes volumen 1-10 %-át tölthetnék le évente. (A Space Telescope Science Institute MAST archívuma esetében egy év alatt nagyjából a tárolt összes adatmennyiséggel megegyező adatot töltenek le. A mi esetünkben ennek valószínűleg csak a töredékével kellene számolnunk.)

7. A Virtuális Observatórium kihívásai és lehetőségei

A csillagászat jelenlegi e-Tudomány projektjét Virtuális Observatóriumnak (VO) nevezik.

Jellemzője a nagy survey-programok adatbázisainak elérhetővé tétele, a nagy adatmennyiségeken operáló eljárások, eszközök biztosítása, és az ehhez szükséges szabványosítás. A felhasználók részére a VO a hálózati sávszélesség növelése nélkül tudja majd biztosítani nagy adattömegek használatát: az adatok feldolgozása a felhasználtól távol történik, hozzá csak a nagyságrendekkel kisebb méretű eredmények jutnak el. Budavári T. és szerzőtársai írják le egy VO-alkalmazást nagy elosztott adatbázisok használatára (2004, ASPC, 314, 177).

Amennyiben a CsKI mint szolgáltató is megjelenik a VO-ban, a helyzet megváltozik. Az előző

pontban említett nagy adatbázisok VO-keretekbe való integrálása – az egyszerűbb, szabványos elérési lehetőségek, a hatékonyabb *“knowledge discovery”* miatt a VO-n kívüli esethez képest növekedni fog.

A VO-technikák alkalmazása azt is jelenti, hogy a felhasználónak nem is kell tudnia arról, hogy azok az adatok, melyekre szüksége van, például éppen a CsKI-ban találhatóak meg, a VO (a *GRID*) gondoskodik arról, hogy az adatokat használhassa. Nem kell ismernie az adatok formátumát, nem kell rendelkeznie a feldolgozásukhoz szükséges programokkal – mindezt megoldja a VO.

Lehetőség van a VO technikák alkalmazására a tudományos ismeretterjesztésben, tudomány-népszerűsítésben, középiskolai oktatásban. Az *“outreach”* programok különösen az Egyesült Államokban népszerűek. A lényeg az érdeklődők bevonása tudományos programokba. A *“Hands on Universe”*-hez (<http://www.handsonuniverse.org>) hasonló hazai program lehetne akár az, hogy a CsKI Schmidt-teleszkópjával készült, digitalizált és hálózaton hozzáférhetővé tett felvételein lehetne érdeklődőknek, középiskolásoknak szupernóvákat keresniük.

8. QoS igények

A csillagászatban a hálózat rendelkezésre állási követelményeit a felhasználók szokásai szabják meg. A kutatók sokat dolgoznak (mint a Sztrugackij fivérek fantasztikus tanmeséje címéből kiderül, *”a hétfő szombaton kezdődik”*). A mérések sokszor éjszaka folynak, távoli vagy akár űrbéli obszervatóriumokban – a nap minden órájában szükség van a hálózatra. A CsKI által szolgáltatott elektronikus szakfolyóirat, az IBVS számaira több külföldi adatbázisból mutatnak linkek – és a linkeknek élniük kell. A 99.5%-os rendelkezésreállítás megkövetelése reális igénynek tűnik.

A hálózattal szemben támasztott technológiai jellegű igényeket támasztó alkalmazások a CsKI-ban a VoIP ill. videokonferencia, külföldi viszonylatban pedig az e-VLBI.