© Kiskapu Kft. Minden jog fenntartva

Műsorszórás az interneten

Ismerkedjünk meg a digitális műsorszórás rejtelmeivel és a kiszolgálóalkalmazásokkal!

Bizonyára sokan hallottak már a címben foglalt dologról, ám kevés olyan embert ismerek, aki részletesen ismerné a folyamat mikéntjét, tisztában lenne a szolgáltatás alapjaival, vagy épp rendszeresen igénybe venné azt. Jelen cikk egyik célja épp ezért az, hogy megismertesse az internetes műsorszórás alapvető technikai jellemzőit, vázolja a működését és eloszlassa az esetleges tévhiteket, amelyek a témával kapcsolatban a hiányos adatok miatt kialakultak. A cikk fennmaradó részében pedig a teljesség igénye nélkül szeretném néhány fő jellemzőjével bemutati a témához kapcsolódó linuxos programokat, megoldásokat. Az egyes programok részletes bemutatása a sorozat későbbi részeiben történik majd. Vágjunk bele!

Mi is ez tulajdonképpen?

Valószínűleg mindenki számára természetes és megszokott jelenség a 21. században a televíziózás vagy a rádiózás, arra azonban már kevesebben gondolnak, hogy mi történne, ha ezt a tartalmat egy teljesen másfajta közvetítő közeg juttatná el a közönséghez. Ilyen közeg lehet például az internet, amely tulajdonságait tekintve minden szempontból megfelel: emberek milliói használják, széles körben elterjedt, az előrejelzéseket figyelembe véve szinte minden területet meg fog hódítani; alkalmas adatok továbbítására, a végpontokon elhelyezkedő számítógépek képesek a digitális kép- és hangtartalom lejátszására stb. Egyszóval olyan környezetről van szó, amely minden adottsággal rendelkezik, csupán ki kell aknázni ezeket. A helyzet természetesen mégsem egészen ilyen egyszerű. Bár a fent leírt dolgok mindegyike igaz, van néhány – az átlagfelhasználók számára láthatatlan – technikai akadály, amelyek áthidalása jelenleg is folyamatban van. Ezek az akadályok miatt jár még csak gyerekcipőben a Világhálón történő műsorszolgáltatás.

A jövő

Hogy miért igyekeznek mégis elterjeszteni a technológiát? A válasz egyszerű: az új eljárás számtalan előnnyel jár. Egyik legfőbb előnye például az, hogy a szolgáltatást használó személy beavatkozhat a műsorfolyamba, vagyis kétirányú adattovábbítás van jelen a

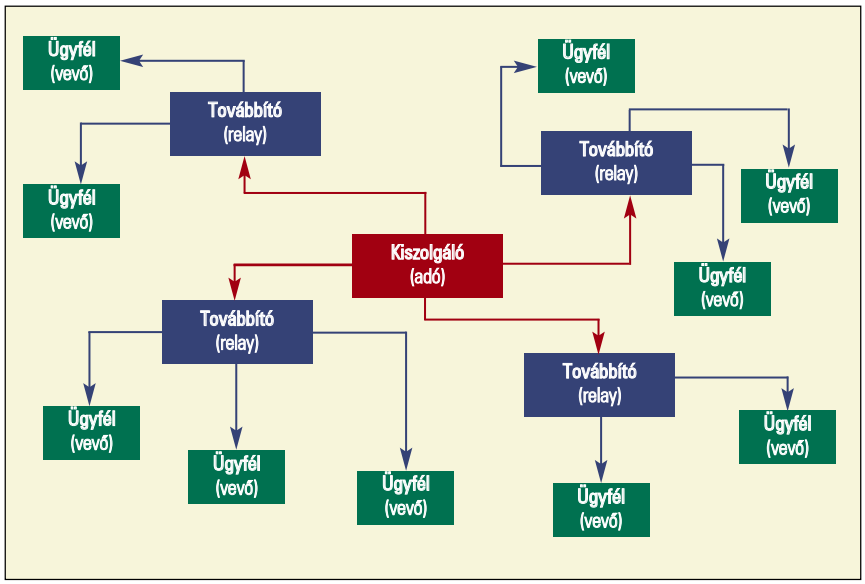
kapcsolat során – szemben a televízió- és rádióadással, ahol csak a stúdióból a vevő felé áramlik az adat. Nem kell hozzá túl sok fantázia, hogy felmérjük, miféle új szolgáltatások bevezetését teszi lehetővé egy ilyen technikai adottság: végre egyszerűen megvalósulhat az interaktív tévéadás, ahol a néző maga is alakíthatja a műsor menetét, a film tartalmának alakulását, vagy épp egy focimeccs közvetítése során megválaszthatja a kameraállást, bármikor visszanézheti az ismétléseket stb. (Ezzel egyébként most is kísérleteznek a hagyományos lehetőségek mellett: az adás megszokott módon jut el a tévénézőkhöz, de egy visszirányú kapcsolatot is biztosítanak ez lehet telefonos vagy műholdas), amelyen keresztül a felhasználó elküldheti az igényeit a „központnak”.
A másik fontos előny abból adódik, hogy a vevő szinte közvetlen kapcsolatban áll az adóval, így a nézettség egyszerűen mérhetővé válik; azonnal megoldható, hogy csak az nézhessen egy műsort, aki előfizetett rá. Ha valaki mondjuk nincs előfizetve, de most azonnal szeretné élvezni az adott adást, akkor arra bankkártyával azonnal előfizethet, és máris szemmel követheti – nem kell a kábeltévéseket megvárni, hogy mindezt lehetővé váljon. Nem kizárt annak megoldása sem, hogy a DVD-filmekhez megszokott módon feliratot, illetve nyelvet válasszunk ahhoz a műsorhoz, amit épp nézünk. Ezenkívül olyan információhoz is hozzájuthatunk, amelyet tévénézés vagy rádióhallgatás közben egyébként nem érhetünk el, például az adott műsor címéhez, a hozzá kapcsolódó összes adathoz, a következő programhoz. A legnagyobb előnye mégis az, hogy mindehhez nincs szükség új berendezésre, új eszközökre, új adatkapcsolatra, antennára – a jelenlegi, internetelérésssel rendelkező számítógép is megteszi.

A jelen

Meg kell jegyeznem, hogy azért az itt leírt előnyök kiaknázása még nem történt meg. Mint már említettem, még csak a gyerekcipős korszakban járunk, és jelenleg a hálózatok jelentős része sem teszi lehetővé az ehhez szükséges sávszélességet, néhol protokollt, de ennek ellenére szegényesebb szolgáltatási színvonallal már most is számtalan helyen alkalmazzák. Hogy tiszta vizet öntsünk a pohárba, szeretnék néhány szót szólni a folyamatról, a technikai nehézségekről, hogy ezek miből fakadnak, és hogy ezeknek a megoldására milyen kilátások vannak.
Maga a műsorszórás folyamata úgy zajlik, hogy van egy kiszolgáló, amely valamelyik előre meghatározott hálózati kapujára egy adatfolyamot továbbít. A kiszolgáló ezen kapujára kapcsolódva az ügyfelek hozzáférhetnek ehhez az adatfolyamhoz. Az egész úgy működik, mintha csak letöltenénk egy weblapról, de az adatfolyam itt nem kerül mentésre,

hanem egy átmeneti tárba jut, ahonnan egy – az adatfolyamot lejátszani képes – program kiolvassa és megjeleníti. A műsorfolyamnak tehát olyannak kell lennie, hogy bármelyik pillanatától olvasva hiba nélkül lejátszható legyen, tehát a folyam jellemzői valamilyen ismétlődő módon rövid időnként elérhetőek kell legyenek. Az ilyen adatfolyamokat szakaszolhatónak (streamelhetőnek) nevezzük, ilyen például az MPEG layer 3, az MPEG1, az MPEG2, a Winows Media Video/Audio vagy a RealMedia formátum. Ezek közül az utóbbi kettőt csak hang, vagy kép és hang továbbítására a felhasználó számára átlátszó módon egyaránt alkalmazzák, ezeket a formátumokat már kifejezetten az internetes műsorszórásra találták ki (ami természetesen nem jelenti azt, hogy helyi adattárolásra nem alkalmasak).

A fentiek lejátszásához magától értetődően sávszélességre van szükség mind az adó, mind a vevő oldalán. A sávszélesség az adás minőségének függvénye – az egyik technikai akadály rögtön ebből adódik. A kiszolgálók általában megfelelően nagy sebességű kapcsolattal rendelkeznek, ám ha sokan kapcsolódnak hozzá, pillanatok alatt ki lehet meríteni. Gondoljunk csak bele: gyenge minőségű képanyag továbbításához mostanában már elég 384 Kbit (egy szabvány ADSL kapcsolat sebessége – nem véletlen, hogy épp ilyen méretűre szabják az adatfolyamot). Ha egy kiszolgáló a hazai viszonyok mellett 100 Mbit sávszélességgel rendelkezik, az mindössze 260 ügyfél kiszolgálását teszi lehetővé, ami igazából semmi a televíziók több milliós nézőtáborához képest, és hosszú távon mindenképp halálra van ítélve. Az internetes rádiókkal is ugyanez a helyzet, bár azok kevesebb sávszélességet igényelnek (kb. a harmadát, a felét), tehát nem oldódik meg, hogy felhasználók százezrei kapcsolódhassanak az adáshoz. Ezt most úgy próbálják kiküszöbölni, hogy több szolgáltatónál több kiszolgálót üzemeltetnek, a nagyobbak gigabit nagyságrendű kapcsolattal, és a kapcsolatokat elosztják az egyes gépek között. Mondanom sem kell, hogy ez milyen költséges, és a közönség növekedésével milyen korlátokba ütközhet, tehát csak egy „átmeneti" megoldásról van szó. (Ma egyébként szinte az összes ilyen internetes rádióállomás így működik.) A viszonylagosan kicsi közönség ugyanakkor nehézkessé teszi egy ilyen állomás megélhetését, nem jelent ugyanis piacot a reklámipar számára, ám az adás költségei, ha nem is



1. ábra A kapcsolatok növekedésének egyik módja

olyan nagyok, ugyanúgy jelen vannak (a műsor jogdíjai, a fájlformátum jogdíja, a sávszélesség költsége stb.), s ezeket meg kell fizetni.

Egy lehetséges megoldás

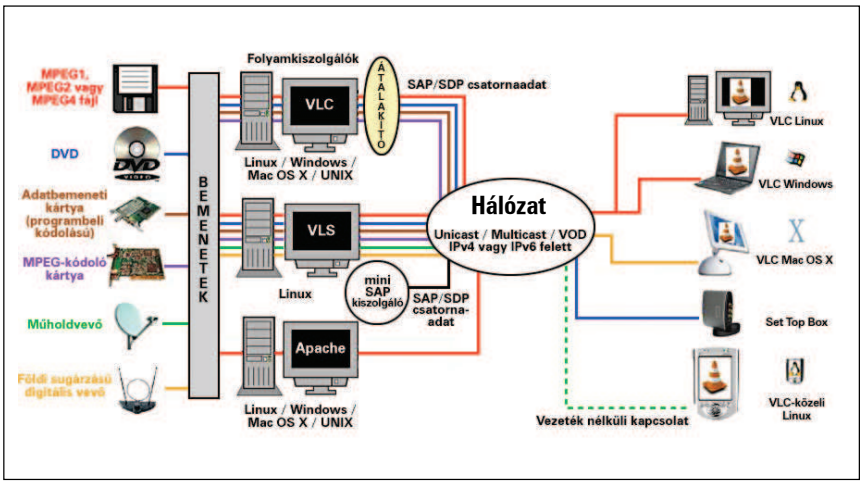
Erre a nehézségre azonban már megszületett a megoldás, már csak azt kell megvárni, hogy elterjedjen. A megoldás maga a hálózatok felépítésében rejlik, pontosabban az adattovábbítás módjában. Az interneten használatos TCP/IP protokoll IP-rétege felépítéséből adódóan csak az „unicast" (egyéni) módú csomagküldést teszi lehetővé a megszokott módszerrel, az egész hálózatra nézve. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy ha egy kiszolgálótól két ügyfél ugyanazt az adatfolyamot kéri (tehát ugyanabban az időben két gép is ugyanazt tölti le ugyanabban az időpillanatban), akkor a kiszolgáló mindkét gépnek kétszer elküldi ugyanazt a csomagot, ami tőle kétszer annyi kimenő sávot foglal le, s mivel ezek az adatfolyamok meglehetősen nagyméretűek, ez okozza a jelentős sávszélesség-igényt. Természetesen ez nemcsak az adó és a vevő közötti útvonalon áll fenn, sok adó esetén a teljes gerinchálózat is eldugulhat tőle. Létezik már azonban az alkalmazott IP protokoll kiterjesztése, amely már támogatja a „multicast" (csoportos) módú csomagküldést, s ez egy csapásra megoldja a felesleges sávfoglalást. Amikor ugyanis egy kiszolgálótól két ügyfél is ugyanazt a csomagot kéri, akkor a kiszolgáló mindössze egy üzenetet küld, amelyben a csomag összes címzettje fel van sorolva, és a csomag útja során csak a megfelelő csomópontban sokszorozódik, ott, ahol a csomag útja kettéválik. Így ha a fa felépítésű hálózatban haladunk, minden egyes szakaszon csak egy darab ugyanolyan csomag van jelen. Ezt azonban a hálózati eszközöknek, csomópontoknak is támogatniuk kell, ezért meg kell várni, amíg szép fokozatosan elterjed. A jelenlegi állapot szerint a csoportos üzenetküldés ugyan létezik, szabványok vonatkoznak rá, ám a használatához különleges beállításokra van szükség, az adónak előre meghatározott ügyfélcsoporttal kell rendelkeznie, és ami a legnagyobb probléma: nem tudjuk bárhol igénybe venni, ugyanis csak kis „szigetek" formájában létezik. Ez azt jelenti, hogy az internet egyes részein vannak meg csak a technikai feltételei, nincs teljes – de még nagy részt magába foglaló – lefedettség sem. Régóta törekszenek csoportos üzenetküldést támogató gerinchálózat megteremtésére, nem is sikertelenül: üzemel egy MBONE (Multicast Backbone) nevű virtuális gerinchálózat, ám ehhez többek között még Magyarországnak sincs kapcsolódási pontja (nálunk is csak kísérleti jelleggel léteznek fent említett „multicast-szigetek").

Emellett természetesen a végpontok jelentős részének is gyorsulnia kell körülbelül egy nagyságrendnyit, hogy az elején említett minőségű és szintű műsorszolgáltatás jöhessen létre.

Most, hogy ilyen remekül leírtam, hogy igazából nem is működik, itt az ideje, hogy bemutassam: valójában mégiscsak üzemel, s ezrek használják.

© Kiskapu Kft. Minden jog fenntartva

© Kiskapu Kft. Minden jog fenntartva



2. ábra Összetett lehetőségek a VideoLAN segítségével

Remekül működött például az elmúlt időszak során lezajlott valóságshow-áradat közepette, amikor is a helyszíneken zajló eseményeket a nap 24 órájában figyelemmel kísérhettük az interneten keresztül, csupán egy médialejátszó segítségével. A legtöbb helyen egy gyenge és egy jobb minőségű adatfolyam egyaránt elérhető volt (valójában ez is elég gyenge volt, de a célnak tökéletesen megfelelt), hogy kielégítsék a különböző sávszélességű kapcsolattal rendelkezők igényeit. Ez egyébként minden nagyobb ilyen szolgáltatás háza táján így működik. Ezenkívül számtalan rádióállomás működik folyamatosan, mp3-, asf- vagy vma-adatfolyamot „sugározva". Igazából ezek a népszerűbbek, hiszen nem nagy méretűek, és a minőségük megközelíti, vagy éppen meghaladja a földi sugárzású rádiók hangminőségét (beleszámítva az apró légköri zajokat). Ami a népszerűség mellett szólhat még, az az, hogy a lejátszóprogramokkal egyszerűen lehetőségünk nyílik az adatfolyam mentésére, tehát változatlan minőségben rögzíthetjük a meghallgatott adást (részben vagy egészben). A rádiók hallgatásához minőségtől függően elegendő a 80–500 kbit/s-os sávszélesség, de egy igen jó minőségű adafolyam lejátszásához már 130–160Kbit is megteszi, amit egy mai ADSL-es vagy kábelmodemes csatlakozás is bőségesen teljesít, és mellette még egyéb letöltések is folytathatók (webezés, levélolvasás stb.). Maga a szolgáltatás (kép, hang egységesen) a legtöbb helyen HTTP protokollon keresztül működik, amelyet minden internetre kötött gép feltétlenül ismer, hisz a világhálón elérhető legelterjedtebb szolgáltatásról van szó. Emiatt az ilyen módon elérhető adást sokan webrádiónak is nevezik. Most, hogy nagyjából ismerjük az effajta műsorszolgáltatás mikéntjét, szót ejthetünk arról, hogy milyen módszerekkel vehetjük igénybe ezt kedvenc operációs rendszerünk, a Linux segítségével. Rögtön bajban is vagyok, mivel nem tudom, hogy melyikkel is kezdjem, ugyanis igen jó támogatást nyújt mind a vevő, mind az adó oldalán. Remek lehetőségeket biztosít az adatfolyamok vételére és lejátszására, valamint az ilyen jellegű adások szórására, tehát a kiszolgálói feladatra. Azt hiszem, helyesebb volna először a fogadó (vevő) oldal programjait bemutatni, lássunk néhányat ezekből!

XMMS

Ez valójában a jól ismert MP3-lejátszó, amely a híres windowsos Winamp GPL-es változata. Számunkra most azért érdekes, mert kiválóan alkalmas internetes rádióadások hallgatására. Alapértelmezetten képes lejátszani az MP3 vagy OGG Vorbis alapú adatfolyamokat. Szerencsénkre számtalan olyan rádióadás létezik, amelyik ebben a formátumban sugároz (az ilyen rádióadók címei megtalálhatók például a ➲ http://www.shoutcast.com címen kategorizálva, kereshető formában). Csupán annyi a dolgunk, hogy a megszerzett címet URL-ként hozzáadjuk a lejátszási listához, majd elindítjuk azt. Léteznek azonban olyan rádióadók is, amelyek például asf formátumban sugároznak. Nem kell megijednünk, ugyanis egy XMMS bővítmény telepítésével képesek leszünk minden olyan formátum lejátszására, melyet az ***avifile*** könyvtár támogat. Ezek után már mindegy lesz számunkra, hogy épp melyik formátumú rádiót hallagtjuk.

RealOne Player

Ez a lejátszó alkalmas az egyik legősibb, szakaszolható formátum fogadására. Bizonyára sokan hallottak már a RealMedia által kifejlesztett, interneten sugározható formátumról, ugyanis ez volt az első, amelyik széles körben elterjedt. Az ilyen fájlokat a linuxos RealOne Player segítségével tudjuk egyszerűen lejátszani. Itt is hasonló elven kell meghallgatni a rádióadásokat, nevezetesen be kell írnunk egy RealMedia formátumban sugárzó kiszolgáló címét (ilyen címeket a ➲ http://www.real.com címen találhatunk). A lejátszó tudománya természetesen itt nem áll meg, ez ugyanis egy olyan formátum, amely kép továbbítására is szolgál, így tévéadások fogadására is lehetőségünk nyílik.

SHOUTcast

Ez egy kiszolgálóoldali adatfolyamszóró program, amely lehetővé teszi, hogy a hálózati csatlakozással rendelkező gépünkből rádióállomást készíthessünk. Maga a program úgy működik, hogy egy, a SHOUTcasttal együttműködni képes program egy előre kiválasztott bemenetről érkező hangot (vagy adatfolyamot) MP3 formátumúvá alakít (ilyen lehet például egy XMMS bővítmény), majd ezt „átküldi" a kiszolgálónak, amely – például HTTP protokollon keresztül – elérhetővé teszi a hozzánk csatlakozó számítógépek számára. Ezek után ha valaki csatlakozni szeretne a gépünkhöz mint rádióállomáshoz, nyugodtan megteheti, csak be kell írnia a lejátszóba gépünk IP-címét és a csatlakozási kapu számát, majd élvezheti a gépből kiáramló zenét. A programnak számtalan beállítási lehetősége van. Az egyik nagy csoportba a hálózati jellemzőkre vonatkozó kapcsolók sorolhatók, például a kimeneti kapu beállítása, a hálózati ügyfélazonosítás bekapcsolása, a lehetséges csatlakozások számának beállítása, és még sorolhatnám – ezt részletesen egy későbbi cikkben fogom bemutatni.

icecast

Ez egy GPL licenszes kiszolgálóprogram a SHOUTcast mintájára. Felhasználási szerződésén kívül egy fontos dologban különbözik az egyébként vele együttműködő SHOUTcasttól: az icecast téma keretein belül hozzáfejlesztett adatfolyam-készítő program a szabad Ogg Vorbis formátumot támogatja. Ennek az az előnye, hogy a SHOUTcast által előnyben részesített MP3 formátummal

szemben az Ogg Vorbist nem védik szabadalmak, bármilyen nemű használata nem ütközik törvénybe. Maga az icecast valójában három részből áll: először is a fent említett kiszolgálóból, amely a számára készített adatfolyamot a számítógépünkhöz kapcsolódó ügyfelek számára elérhetővé teszi. A másik része a ***shoutlib*** névre keresztelt függvénykönyvtár, amely a kiszolgálóval történő kapcsolattartást teszi lehetővé. A harmadik egység az a program, amelyik az ogg formátumú adatfolyamot előállítja a kiszolgálórész számára, a neve: iceS.

bitchasshola

Ez a program webalapú felület az icecast kiszolgálóhoz; lehetővé teszi, hogy különböző lejátszási listákat állítsunk össze, majd ezeket adatfolyamként elindíthatjuk, így a hozzánk csatlakozó ügyfelek rádióadásként hallgathatják.

CGIcast

A csomag néhány Perl-parancsfájl gyűjteménye, arra képes, hogy csupán egy webkiszolgáló program segítségével lehetőségünk nyíljon valós idejű internetes rádióállomás működtetésére.
A módszer akkor előnyös, ha valaki egy szolgáltatónál bérel webes tárhelyet, és ezen keresztül szeretne sugározni. Ebben az esetben nincs lehetőség a fentebb említett kiszolgálók telepítésére, viszont a legtöbb szolgáltatónál engedélyezett a CGI parancsfájlok futtatása. Három fő részből áll: az első a ügyfélgépen fut, ahonnan maga a műsor „készül". Innét továbbítja az MP3-szakaszokat a következő részhez, amely már a kiszolgálón fut, s tárolja az adatfolyam legutóbbi pár másodpercét. A program harmadik része fogadja a hallgatókat, és némi késleltetéssel elérhetővé teszi számukra a műsort.

Fluid Server Streaming

Ez egy Java nyelven írt GPL licenszes kiszolgálóprogram, amely MP3 formátumú hang szórására képes bármilyen TCP/IP alapú hálózaton. Szolgáltatásai között szerepel például, hogy képes egy Winamp/XMMS által használt lejátszásilista-formátum (m3u) adásához, ami számottevően egyszerűsíti a program használatát. Másik érdekes képessége, hogy az adatfolyamot továbbítani (relay) tudja egy másik Fluidot futtató kiszolgálónak, így kiszolgálók egész hálózata hozható létre, amely a bevezetésben is említett sávszélesség-igényt csökkenti azáltal, hogy a felhasználók nem csak egy kiszolgálóhoz csatlakozhatnak (*lásd az 1. ábrát*). Mindezt úgy oldja meg, hogy egy bemenő kapun fogadja az adatfolyamot, majd mindezt a kimeneti kapuján továbbítja. Ez azt is jelenti, hogy így bármilyen másik kiszolgálóval együtt tud működni, annak adatfolyamát továbbítani képes. Ezenkívül lehetővé teszi, hogy a kiszolgálóhoz `telnet` protokollon keresztül csatlakozva adatokat kérjünk le az állapotát illetően (csatlakozott felhasználók, terheltség stb). Ha még ez sem volna elég, a csomagban egy Java applet is megtalálható, amelyen keresztül egyéb érdekes dolgokat tudhatunk meg az éppen sugárzott adatfolyamról.

VideoLAN

A csomagban található kiszolgáló segítségével képanyag sugárzására is képesek vagyunk, olyan formátumokban, amelyek már messze túlmutatnak a „hagyományos" internetes műsorszórás eddig ismertetett alapjain (*lásd a 2. ábrát*). Az elterjedt MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4 vagy éppen DVD formátumú mozgóképadás mellett ugyanis digitális műholdas adásra vagy földi sugárzású digitális csatornák jelének alapjául szolgáló adatfolyamok szórására is lehetőség nyílik. Ezekhez természetesen különleges átjárókra van szükség, hogy mindez egy PC-ről lehetővé váljon. A DVB (Digital Video Broadcasting) formátumnak több változata is létezik. A DVB-S szabvány a műholdas műsorszórást, a DVB-C a kábeltelevíziós műsorszórást, míg a DVB-T a földi digitális műsorszórást jelenti, emellett akár LAN hálózatokon is továbbíthatjuk DVB formátumú mozgóképeinket. A műsorfolyamot tekintve mindegyik szinte ugyanolyan, kizárólag a továbbítás módja az, amelyben az egyes szabványok eltérnek egymástól. A műsorszórás természetesen a rádióadóknál ismertetett sémára épül, mondhatni teljesen ugyanaz. Maga a program két részből áll: az egyik a kiszolgálórész, másik a lejátszórész – érdekessége, hogy a lejátszó is használható kiszolgálóként.
A csomag egyik érdekessége, hogy képes csatornaadat-szolgáltatás kezelésére. Ez annyit jelent, hogy az adásokhoz hozzáadható némi szöveges adat, például a csatorna neve, profilja vagy bármi, ami a műsorral kapcsolatos. Minderről egy mini-SAP nevű program gondolkodik, amely a SAP/SDP szabvány használatával küldi el a csatorna adatait a vevőhöz. A videoLAN kiszolgáló a hagyományos egyéni (unicast) módú üzenetküldés mellett a csoportos (multicast) módú üzenetküldést is támogatja, emellett teljes IPv6-támogatást biztosít, amely a jövőre és a csoportos üzenetküldés fontosságára nézve igen előnyös.
A programcsomag mindezek felett még egy különleges műsorszórási eljárást is támogat, amely bár nem illik bele az eddig ismeretett valós idejű műsorszolgáltatások sorába, de valószínűleg minden felhasználó álma. Ez nem más, mint a Video On Demand (betűszóval VOD), ami a nevéből is kiolvashatóan igény szerinti videózást jelent. Ez a gyakorlatban annyit tesz, hogy a felhasználó vagy a vevő az adott műsort (például egy filmet) bármikor elindíthatja, nézés közben megállíthatja, előretekerhet, visszatekerhet. A szolgáltatás egyetlen hátránya az igen magas erőforrásigény, hiszen ezt a fajta adatfolyamot csak egyéni módú üzenetküldéssel lehet továbbítani. Arról nem is beszélve, hogy a kiszolgáló is megterhelődik, hiszen egyszerre akár több száz szálon kell merevlemezéről olvasni az adatokat, nem is szólva az egyéb terhelést jelentő kérésekről. A leírás szerint a megoldás lényege, hogy HTTP protokollon keresztül történik az adatszolgáltatás, ehhez csupán egy webkiszolgálóra van szükség, amely az adatfolyamot HTTP-csomagok formájában továbbítja, a HTTP 1.1 protokoll pedig a pozícionálást teszi lehetővé az adatfolyamban (így működnek a letöltést gyorsító programok is), ezt használják fel az előre- és visszapörgetésre. A lejátszáshoz csupán a csomag VLC nevű programjára van szükség, amely igen egyszerűen elindítja az általunk kért műsort.
Mint láthatjuk, az internetes műsorszórás feltételeit megteremtő programok palettája meglehetősen színes, bevallom, magam is meglepődtem, amikor a témába beleásva magamat a vártnál jóval több megoldást találtam, többet, mint amelyek más operációs rendszerek esetében rendelkezésre állnak. Hogy ezt az előnyt sikerüljön megőrizni, a cikksorozat következő részeiben a fent említett programokat szeretném a lehető legnagyobb részletességgel bemutatni, így nem csak tippeket fogunk kapni a témával kapcsolatban, hanem minden eszközünk meglesz ahhoz, hogy a rendelkezésünkre álló programokat hatékonyan is tudjuk használni.

Komáromi Zoltán
(komi@kiskapu.hu)
23 éves, a BME hallgatója, mellette PHP-programozóként dolgozik. Kedvenc területe a multimédia.

© Kiskapu Kft. Minden jog fenntartva