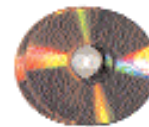


Linux teletanácskozás



A Linux a vezeték nélküli hálózatok területén is megállja a helyét.

A harmadik nemzedékbeli mobilszabványosító testület (3G) kitűzött célja az Internet- és más IP-alapú csomagkapcsolt hálózati szolgáltatások kiterjesztése a vezeték nélküli hálózatokra. Az úttörőmunka oroszlánrészét, amely még hátravan, a vállalatok átadták az Internet Engineering Task Force (IETF) szabványosítást végző testületeinek. Az IP átláthatósága következtében számos olyan szolgáltatást tesz elérhetővé a hordozható eszközökre is, amelyek már léteznek a vezetékkel Internetre kapcsolódók számára. Továbbá egyszerűíti az ötletes és új, kimondottan vezeték nélküli szolgáltatások bevezetését. Nyilvánvaló eredményként könyvelhető el a kereslet növekedése a vezeték nélküli kapcsolatok iránt a 3G szolgáltatók ügyfelei részéről.

A sávszélesség – amely a széles sávú adatátvitel rendelkezésére áll – azonban korlátozott és költséges. A 3G-szolgáltatásokhoz szükséges hullámhosszengedélyeket az Egyesült Királyságban 36 milliárd font értéken árverezték el a hálózatüzemeltetőknek. Nemrégiben a Szövetségi Kommunikációs Bizottság (Federal Communications Commission – FCC) hasonló árverésen 17 milliárd fontért kínálta hálózatot amerikai üzemeltetőknek. Ez arra ösztönzi az üzemeltetőket, hogy növeljék a sávszélesség kihasználásának hatékonyságát. Az IP hangtovábbításra való használata (például VoIP) megköveteli a hálózattól a valós idejű multimédia szállításának képességét, még akkor is, ha egyébként azon nem valós idejű átvitel zajlik. Egy teljes hullámhossz-tartományú hangkódoló – például a GSM jellegű hálózatoknál használt G721.1 – harminc ezredmásodperces hasznos jelet állít elő. Ehhez 40 bájttal kombinált IP-, UDP- és valós idejű protokoll (RTP) fejléccel illeszt. Ezt a Nemzetközi Távközlési Szövetség (ITU) a multimédia továbbításáról szóló H.323 szabványában megadott protokoll írja elő. A 30 ezredmásodperc hasznos jel jellemzően 20 bájtra kódolódik, így 33 százalékos hatékonyságú. Az IETF számára ajánlott, a fejléc tömörítésére használható eljárás a fejléccel egyenes terhelés esetén egy bájtra csökkenti, de összetettségének fokát változó. A fejléctömörítési eljárásnak bite pontos hasznos jelábrázolást, és egy, az adatokat magában foglaló IP-fejléccel kell biztosítania a mobilkészülékek számára. Erre az eljárásra adatvesztés nélküli tömörítésként is hivatkoznak.

A fejléctömörítés használata növeli a multimédiás távközlés hatékonyságát, különösen azóta, hogy a 90-es évek végén a Cisco által ajánlott CRTP elégtelennek bizonyult, illetve az IETF irányító bizottsága, valamint a 3GPP (Third Generation Partnership Project – a harmadik nemzedékbeli szabványok kidolgozásával foglalkozó testület) megbízhatatlannak minősítette.

Még nem dőlt el pontosan, az IETF melyik fejléctömörítési eljárást választja. A követelmények mindenesetre már kiforrtak, összefoglalásuk az *1. táblázatban* látható. Tény, hogy a jelenlegi javaslatok a követelmények nagy részét kielégítik, ennek ellenére legtöbbjüket még a magántulajdonnal kapcsolatos jogi kérdések terhelik, s ez épp az IETF fő célkitűzésével áll szöges ellentétben. Most azon gondolkodnak, hogy egy második kört is hirdetnek, s így más módszerek kristályosodhatnak ki. A jelenlegi eljárások az IP-, az UDP-, illetve az RTP-adatfolyamok tulajdonságait használják ki. A *3. a 4. és az 5. táblázat* az IP-, UDP- és RTP-fejlécek tulajdonságait osztályozza, a *2. táblázat* pedig az osztályozás szempontjait rögzíti.

1. táblázat RoHC-követelmények

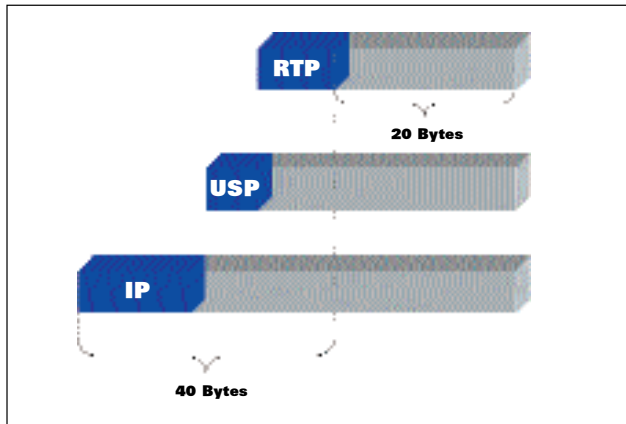
| Tulajdonság | Követelmény |
|-------------------------|--|
| Működési sebesség | A lehető legkisebb késést kell biztosítani az elvárt működési körülmények között. |
| IPv6, vagy IPv4 | Támogassa mind az IPv6-ot, mind az IPv4-et. |
| Összeférhetőség | Ne kelljen változtatni a meglévő IP-, UDP- és RTP-vermeken. |
| Cellák közötti átvadás | Hatékonyan kell kezelje, minden mezőnek átláthatónak kell lennie a folyamatban. |
| Pontosság | A tömörítés és a kicsomagolás ne okozzon adatvesztést. |
| Hibaterjedés | A fejléctömörítés által okozott hibaterjedést a lehető legkisebb mértékűre kell visszaszorítani, vagy teljesen el kell kerülni. |
| Késleltetés | A fejléctömörítés nem növelheti meg jelentősen a késleltetés mértékét. |
| Csomagvesztés | A fejléctömörítő eljárás lehetőség szerint független legyen a csomagvesztési aránytól. |
| Támogatott formátumok | Az RTP-vel továbbított hasznos adatok típusától függetlenül működjön. Általános elv, hogy az átvitelhez ne kelljen ismerni a hasznos adatokat. |
| Hívástípus-függetlenség | Működjön mobil–mobil és mobil–POTS hívások esetén is. |

A be- és kicsomagolás lényege

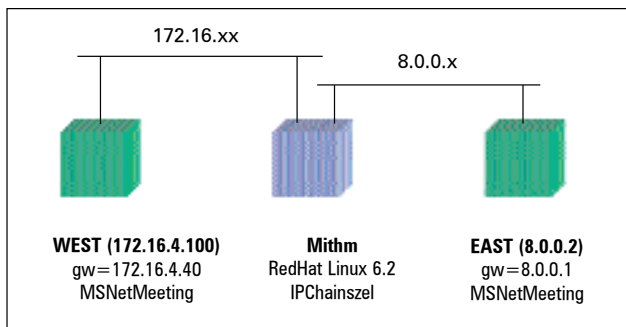
Ezen eljárások lényegét a fenti osztályozásból leszűrhető elvek képezik. Ezek a következők:

- ne küldd soha,
- közvetítsd legalább egyszer,
- közvetítsd legalább egyszer vagy frissítsd,
- közvetítsd, frissítsd, illetve frissítsd gyakran,
- biztosítsd a folyamatos terhelhetőséget,
- közvetítsd, ahogyan a csomagban van és hozd létre,
- állj készen a különbség frissítésére.

A fejléctömörítést ezen elvek szerint folytató távközlési vállalatok listája a Nokiától a Matsushitán át a Ciscoig terjed. Külön említést érdemel komoly erőfeszítéseiért az Ericsson. Az általuk kidolgozott eljárást részletesen kidolgozva benyújtották az IETF-hez. Az anyag a <http://www.dmn.tzi.org/ietf/rohc/> címen olvasható.



1. ábra A H.323 csomag hatékonysága



2. ábra Gép a modell közepén

A megoldás

A vezeték nélküli csatorna hatásai és a tömörítő eljárás modellezhető néhány alkatrész és program segítségével. Szükséges hozzá egy linuxos gép, két H.323 jelgenerátor, valamint néhány szabadon elérhető programkönyvtár. Az egyszerű összeállítás azért nélkülözhetetlen, hogy bemutathassuk: az egész rendszer modellezhető három számítógéppel, egy pár hangszóróval és mikrofonnal, néhány hálózati kártyával és két összekötő vezetékkel. A programszükséglet is hasonlóképpen kicsiny. Ha a 2. ábrán bemutatott összeállításban használjuk, különösen könnyen újraépíthető rendszert állíthatunk föl.

A nyílt H.323 projekt a szabványos csomagok előállításához szükséges programelemek kiváló lelőhelye. A <http://www.openh323.org/> weblapon Linux- és Windows-rendszerre is két-két lehetőséget találhatunk. Azok számára, akik már rendelkeznek Windowszal, az operációs rendszer részét képező Net Meeting kínál másik, a H.323 szabványnak megfelelő multimédiás motort.

A csatorna modellezésének legfontosabb lépései:

- **Indítás** – a kapcsolat kiépítésénél nagy megbízhatóság szükséges, hogy a tömörítő-kicsomagoló pár összehangoltan működhessen, a fent említett elvek szerint.
- **Átadás** – az átadás attól függ, hogy milyen gyorsan mozog a mobilkészülék, az elvesztett csomagok száma pedig kilences értékű Poisson-eloszlást követ. Ez a viselkedés elfogadhatónak minősül, hiszen a harmadik nemzedékbeli hálózatok lehetővé a kapcsolat átadását annak újraindítása nélkül teszik.
- **Elhalkulás** – ez a vezeték nélküli kapcsolattartás legnagyobb ellensége. Az elhalkulások jellemzően a rádiójelek pillanatnyi leárnýékolásának számlájára írhatók. Okozhatja a túlszűfolt területeken tapasztalható káros interferencia is. Elméleti szempontból ezek a fő korlátozó tényezők a harmadik nemzedékbeli mobil hálózatok működésének.

2. táblázat A fejlécmezők osztályozása

| | |
|----------------------|--|
| Statikus-ismert | Soha nem szükséges közölni. |
| Statikus-meghatározó | Statikusként kezelt adatfolyam-meghatározási mező. |
| Statikus-állandó | Legalább egyszer közvetítendő. |
| Változó | Látványlag véletlenszerű és előre nem látható, változatlanul kell továbbítani. |
| Következtetett | Olyan érték, amely a fejléc más mezőiből kiszámítható. |

Miután a linuxos gépet bekötöttük a hálózatba, foglalkozunk a TCP/IP-veremmel, hogy elkészíthessük az illesztőeljárásokat, kétirányú, moduláris, folyamatos, valós idejű, kiszolgálóalapú stílusban. Ezek IP Chains-szabályokkal megállítják a csomagok áramlását és a libcap felület segítségével a felhasználóhoz vezetik őket, elemzés és tömörítés, illetve kicsomagolás céljából.

Ha a 2. ábrán látható rendszert felépítettük, akkor máris létrehozhatjuk a megszakítás nélküli telekonferencia-kapcsolatot, melynek csomagjai linuxos gépünkön haladnak át. Ennek működéséhez az IP-továbbítást is engedélyeznünk kell, legfőképpen azért, mert az IP Chains használatával szeretnénk megállítani a csomagok áramlását. Az IP-továbbítás engedélyezését a következő sor beírásával ellenőrizhetjük:

```
echo /proc/sys/net/ipv4/ip_forwarding
```

Eredményül egyet kapunk, ha a gép készen áll a csomagtovábbításra. A következő lépésben ellenőrizzük, hogy az adatáramlás leállítható és újraindítható-e anélkül, hogy lezárnánk a munkamenetet (session). Ez azt jelenti, hogy a TCP-csomagoknak megszakítás nélkül kell érkeznük. Most csak az IP-, UDP-, RTP-csomagokra kell figyelnünk. A következő parancs megállítja és újraindítja az adatfolyamot:

```
ipchains -P forward -DENY
ipchains -P forward -ACCEPT
```

A -P kapcsoló figyelmen kívül hagyja a protokollokat, tehát a parancs az ICMP-, az ARP-, a TCP- és az UDP-csomagokat egyaránt megállítja. Most már miénk az adatfolyam, vagyis meghatározhatjuk, hogy melyik csomagot és miként továbbítsuk.

A kapcsolati rétegben szeretnénk elcsípní a csomagokat, hogy megkapjuk az összes IP-mezőt. A csomagokat a hálózati verem kapja. Egy sk_buff nevű kapsolt listaszervezetben lesznek sorba állítva, ahol ezeket a rendszermag felsőbb programmegszakításai szolgálják ki önműködően az ip_input.c, ip_forward.c és ip_forward.c-ben. A foglalat (socket) átmeneti tármemóriában történő kezeléséről Alan Cox „Network Buffers and Memory Management” (Hálózati átmeneti tárolók és a memóriakezelés) című cikkében olvashatunk (*Linux Journal*, 1996. október). A legtöbb felhasználói program a hálózati veremmel a Berkeley-féle csomagszűrőn (Berkeley Packet Filter – BPF) vagy INET foglalatokon keresztül tartja a kapcsolatot. Biztonsági okokból ezek a foglalatfelületek nem nyúlhatnak le az ethernet-vagy a fizikai rétegbe (PL). Megoldásként megnyithatunk egy nyers foglalatot, mellyel az IP-mezőket közvetlenül a verem IP-rétegéhez fordulva kaphatjuk meg. Noha a Libpcap támogatja a nyers csomagok olvasását, ezek továbbítása csak a Libpcap módosításával érhető el. A TCP/IP verem eddigi legszínvonalasabb leírása W. Richard Stevens „UNIX Network Programming” (Unix hálózati programozás) című könyvének I. kötetében található. A téma Linuxszal kapcsolatos

3. táblázat Az IP-fejlécmezők és osztályozásuk

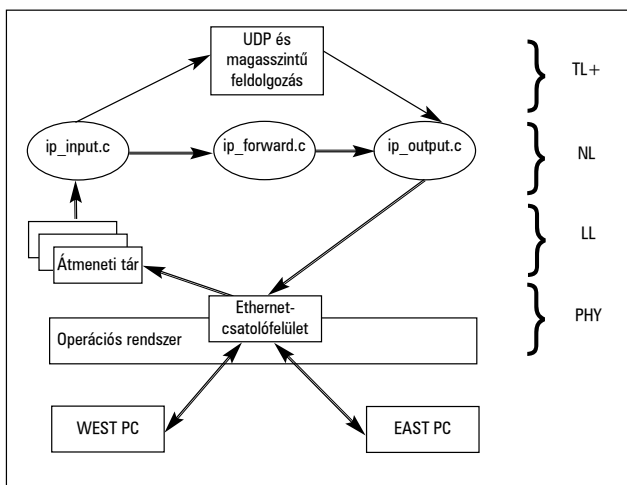
| IP-mező | Méret (bit) | Osztály |
|-------------------------|-------------|----------------------|
| Változat | 4 | Statikus-ismert |
| Fejléchsosz | 4 | Statikus-ismert |
| Szolgáltatástípus | 8 | Változó |
| Csomaghossz | 16 | Következtetett |
| Azonosító | 16 | Változó |
| Foglalt jelzőbit | 1 | Statikus-ismert |
| Töredék jelzőbit | 1 | Következtetett |
| Utolsó töredék jelzőbit | 1 | Statikus-ismert |
| Töredékeltolás | 13 | Statikus-ismert |
| Élettartam | 8 | Változó |
| Protokoll | 8 | Statikus-ismert |
| Fejléc-ellenőrzőösszeg | 16 | Következtetett |
| Forrás címe | 32 | Statikus-meghatározó |
| Cél címe | 32 | Statikus-meghatározó |

4. táblázat Az UDP-fejlécmezők és osztályozásuk

| UDP mező | Méret (bit) | Osztály |
|-----------------|-------------|----------------------|
| Forráskapu | 16 | Statikus-meghatározó |
| Célkapu | 16 | Statikus-meghatározó |
| Hossz | 16 | Következtetett |
| Ellenőrzőösszeg | 16 | Változó |

5. táblázat Az RTP-fejlécmezők és osztályozásuk

| RTP-mező | Méret (bit) | Osztály |
|---------------------|-------------|----------------------|
| Változat | 2 | Statikus-ismert |
| Köz | 1 | Statikus |
| Kiterjesztés | 1 | Statikus |
| CSRC számláló | 4 | Változó |
| Jelző | 1 | Változó |
| Hasznos adat típusa | 7 | Változó |
| Sorozatszám | 16 | Változó |
| Időbélyegző | 32 | Változó |
| SSRC | 32 | Statikus-meghatározó |
| CSRC | 0–480 | Változó |



3. ábra Linux TCP/IP-verem

részterületeiről a David A. Rusling által írt „The Linux Kernel” (A Linux-rendszermag) című munka 10. fejezetében olvashatunk, melyet a <http://www.linuxhq.com/guides/TLK/net/net.html> cím alatt találhatunk meg az érdeklődők.

A teljes, nyers csomagokat a hálózati kártya felé, illetve onnan kifelé is továbbítanunk kell, ehhez pedig a rendszermagban vagy a Libpcap-ban el kell végeznünk néhány módosítást. Ha azonban ezeket szeretnénk elkerülni, használjunk egy Perl5 CPAN csomagot, nevezetesen a RawIP-t (<http://quake.skif.net/RawIP/>). A 3. ábra egy diagramon ábrázolja a Linux TCP/IP-vermet és a tömörítendő csomagok kezeléséért felelős kódot a rendszermagban (2.2.x).

A Perl5 nyelven íródott első kódrészlet (<http://www.linuxhq.com/guides/TLK/net/net.html>) a megállított csomagok kiemelésének, az IP-azonosító mező megjelenítésének, a csomagok visszahelyezésének és végleges célja felé továbbításának alapvető eszköze. Csak a forrás és a cél IP-címét szükséges értéként megadni. A héjprogram különbséget tesz a protokollok között, így külön-külön figyelhetünk a hang- vagy a mozgóképcsomagokra.

A parancsfájl egy id_dump.txt nevű szöveges állományt állít elő, amely

megad egy – az adott kapcsolatban érvényes IP-azonosítóhoz tartozó – leírot. Ezt a többi mezőre is elvégezhetjük, amennyiben azt a parancsfájlban behelyettesítjük, ez az első lépés egy olyan gép beállítására felé, mely az IETF munkacsoportoknak benyújtott javaslatok bármelyikét megvalósítja. A 2. lista (<http://www.linuxhq.com/guides/TLK/net/net.html>) a Math::Random Perl5 CPAN csomagot használja az átlagosan húsz százalékos, egyenletes eloszlású adatcsomag-hibaarány, vagy – a VoIP esetében – kerethibaarány bevezetéséhez. Ennek hatása rögtön észrevehetővé válik az 1. kódrészlet átjárójának használatával, mely egyre inkább a magas szintű vezeték nélküli csatorna modelljére hasonlít. Ha valaki azt mondja, hogy az adatfolyam károsodására vonatkozóan megtalálta a középútat, annak annyit mondanék, hogy egy nagyon pontos, harmadik nemzedékbeli, széles sávú, osztott, többszörös hozzáférést, többszörös Raleigh-féle elhalkulásokkal rendelkező modulált csatornamodell szabadon letölthető a <http://w3.antd.nist.gov/wctg/3G/3G.html>-ről. Ennek használata, bár nyomtatékosan ajánlott, a Beowulf-telep hiánya esetén drámai következményekkel jár a kapcsolat valós idejű természetét illetően.

Továbbá ez a késleltetés csökkenti a rendszerekre egyénileg jellemző teljesítményt, melyet a mérnökök gyakran kiaknáznak a hangátviteli minőség meghatározásakor.

Most, hogy felszerelkeztünk egy mindenre alkalmazható rendszerrel, a következő lépés a mozgóképcsomagok vizsgálata és azok rugalmasságának tanulmányozása. A rendszer beágyazott környezetben is működhet tehát, mindenképpen olcsó teletanácsozás-eszközt biztosítana.



Izzet Agoren

villamosmérnök-hallgató a Pennsylvanai Állami Egyetem Információ- és Kommunikációtechnológiai Kutatóközpontjában. Érdeklődési területe a harmadik nemzedékbeli mobil hálózati módszerek alkalmazása.