

DIGITÁLIS VIDEOJELEK, HÁLÓZATOK ÉS SZOLGÁLTATÁSOK DIGITAL VIDEO: NETWORKS AND SERVICES

Stefler Sándor, Dr. Kerese István, Ötvös Tamás

MATAV PKI Távközlésfejlesztési Intézet

Tel: 280-6635 Email: stefler@cc.mata.v.hu ; t_otvos@cc.mata.v.hu

SUN Magyarország Kft.

Tel: 202-4415 Email: istvan.kerese@hungary.sun.com

Abstract

Developing digital video systems, and high-speed telecommunication networks represent big challenge toward computing technology. The SUN MediaCenter - used in the MATAV's experimental ATM network at the JENC'96 conference, Budapest - is a pioneer in broadband applications in Hungary.

1. Bevezetés.

Noha a távközlés-technikában (a beszéd- és adat-jelek átvitelében) a digitalizálás már közel 20 éve megkezdődött, igazi sikereit csak mostanában tapasztalhatjuk, amikor a számítástechnikai megközelítések válnak dominánssá. Figyelemreméltó az a tény is - bár technológiailag teljesen indokolt - hogy a videojelek digitalizálása csak legutoljára kezdődött meg, viszont gyors fejlődési és alkalmazási tendenciája egy új távközlési és szórakoztató-elektronikai korszak beköszöntét jelzi. Az igény szerinti videó (VOD), a multimédia, vagy a virtuális valóság csak a digitális videojelek korában lehet teljes értékű szolgáltatás. Noha a videojelek digitalizálása csak viszonylag későn kezdődött meg, gyorsan az új szolgáltatások és termékek húzóerejévé vált a távközlésben, a műsorszórásban és a fogyasztói elektronikában egyaránt. A digitális videojelek hatékony tömörítése az alapja a multimédiának és más információs szolgáltatásoknak is - így társadalmi hatása felbecsülhetetlen. A készülékfejlesztőkön kívül a műsor- vagy távközlési szolgáltatónak is nagyon oda kell figyelnie erre a technológiára, ha a jövőben nem kíván kimaradni a világ egyik legígéretesebb üzletágából.

Bár manapság már több multimédia alkalmazás létezik önálló, munkahelyi megoldásokra, hálózati szintű megvalósításai még gyerekcipőben járnak. A fejlett országokban ugyan megkezdődtek egyes nagysebességű számítógép hálózatokra (High Power Networks) épülő kísérleti (pilot-projectben történő) hálózatos alkalmazások, de ezeket a prototípusokat még tovább kell fejleszteni a heterogén hálózatokon futó reális, széles körben elérhető hálózatokká. Ezen fontos átmenet támogatására számos nemzetközi kezdeményezés született, ilyen pl. az európai COST 237 Multimedia Communication Project, vagy az amerikai Multimedia Communication Forum. Ezek a csoportok megállapították, hogy hiányzik a generikus rendszer-támogatás, ami akadályozza az elosztott multimédia alkalmazások széleskörű megvalósítását. Két alapvető technológiára van szükség a fentiek támogatásához:

- megfelelő szállító szolgáltatra a távközlési igények kielégítésére, és
- generikus multimédia távszolgáltatásokra,

amely megteremti a kereteket az alkalmazások fejlesztéséhez.

Elfogadott tény, hogy a jelenlegi szállító szolgáltatókat jelentősen bővíteni kell ahhoz, hogy ezek támogatni tudják a nagyléptékű, elosztott multimédia alkalmazásokat. Ez a bővítés a szolgáltatás-konfigurálhatóság és a multicast/multipeer összekapcsolhatóság minőségének javítására kell, hogy irányuljon, valamint számos nagysebességű hálózat-architektúrát kell, hogy támogasson. Hasonlóképpen kritikus a multimédia távszolgáltatás területe is. A generikus magas szintű szolgáltatások, mint pl. a bővített multimédia-posta (extended MM mail), a videokonferenciák és elosztott alkalmazások keretei szükségesek a jelenlegi pilot-alkalmazásoktól a kereskedelmi, együttműködő (kooperatív) szolgáltatásokig történő átmenethez.

Az, hogy mindezek ellenére a videojelek (jelentős mértékben és átvitel-technikai célból történő) digitalizálására csak az elmúlt néhány évben került sor, annak az oka, hogy ennek megvalósítása lényegesen nehezebb, mint a hangjel digitalizálása. A nehézség a videojelek nagy sávszélesség-igényében van. A problémák már a digitalizálás legelső lépésénél, a mintavételezésnél kezdődnek: u.i ehhez a mintavételi-tétel értelmében minimálisan a sávszélességnek megfelelő sebesség kétszerese szükséges. Márpedig a színes képet alkotó videojelek sávszélessége elvileg több, mint 200 MHz, és különböző optikai és szubjektív tényezők figyelembevételével is elvileg legalább 84 Mbit/s sebességű átviteli láncre van szükség a változatlan minőségű továbbításához. Márpedig ilyen nagy sebességű valós idejű jelfeldolgozás használatát csak a félvezető-technika legújabb eredményei tesznek lehetővé. A jelfeldolgozás fizikai lehetőségein kívül az átviteli csatornában rendelkezésre álló kapacitásokat is figyelembe kell venni, amikor a videojelek digitális átvitelét fontolgatjuk. Különösen akkor, ha - amint ez a műsorszórásban általános - sok program egyidejű átvitelére van szükség (lásd: a KTV-t!)

A korlátozott átviteli kapacitások 2 irányba indították el a fejlődést: egyrészt a kapacitások bővítése irányába (az átviteli sávszélesség növelésével), ennek az eredménye a fényvezető technika. A másik - és legalább ilyen jelentőségű - irány az információk átviteli sávszélességének a csökkentése; ennek az eredményei az egyre hatásosabb jelkompressziós (pl. JPEG, MPEG) és digitális modulációs eljárások (pl. a QAM, QPSK, OFDM, stb.) Mindkét technológia egyidejű használata tette lehetővé mára a videojelek digitális átvitelének lehetőségét a legkülönfélébb eszközökön: mikrohullámmal a föld felszínén, műholdon, réz- vagy fénykábelen, sőt a szokványos, földfelszíni műsoradókkal történő RF-sugárzásos módon is.

A videojel elsődrendű felhasználását a televízió igényli, ami döntő mértékben mind a mai napig analóg jelfeldolgozással, -továbbítással és műsorsugárással dolgozik. Ma a világon több száz millióra tehető az üzemelő TV-készülékek száma - és ez mind analóg elven működik! Erre épül a ma már az egész világra kiterjedő műholdas, földfelszíni sugárzásos és kábeles műsorterjesztő hálózat, ezért aztán nyilvánvaló, hogy meglévő, nagy értékű analóg infrastruktúrája miatt a videojelek digitalizálását nem ez a szektor kezdte el, viszont egy idő múltán ez fogja igazán hasznosítani!

A multimédia kommunikáció a legközelebbi jövő (az elkövetkező 2-3 év) legnagyobb kihívása, az EU országainak távközlési vállalatai, intézményei ennek megfelelően intenzíven foglalkoznak vele. Szinte minden hálózatelméleti konferencia foglalkozik a nagyteljesítményű számítógép-hálózatokban alkalmazott TCP-IP protokollok MM célokra történő módosítási lehetőségeiről, és az ezzel megvalósított, működő multimédia alkalmazásokról. Újabban örömmel állapítható meg ugyanez Magyarországról is. Erre jó példa volt a máj. 13-15 között Budapesten tartott nemzetközi JENC konferencia is, ahol a BME és a SZTAKI mellett már a MATÁV-PKI is jelentős eredményekről számolhatott be.

2. A digitális videojel a szórakoztató elektronikában ill. a műsorszórásban .

Úgy tűnik, ez az a terület, amely a digitális videó fejlődésének igazi motorja. Kezdődött néhány éve a műsorszórást kiszolgáló professzionális infrastruktúra (tv-stúdiók és műsorszóró rendszerek) modernizálásával, ahol is intenzív fejlesztésbe fogtak a végponttól végpontig terjedő teljes átviteli lánc digitalizálása érdekében. A tv-stúdiókban a jelfeldolgozás területén áttértek az analóg *kompozit* rendszerről a digitális *komponens* rendszerre, sőt már megjelent az első - a rögzítést is beleértve - teljesen digitális TV-kamera is. A műsorszóró rendszerekben pedig a mai napig nagy küzdelem folyik a világszerte egységes, minden átviteli közege alkalmazható és minden szintű igényt kielégítő (skalázható minőségű) tv-szabvány kialakítása érdekében. Az analóg rendszerekben ennek már semmi esélye sincs, de a digitális jelkompressziós és kódolási technika - úgy látszik - hozhat ilyen eredményt. A jelek szerint az ISO szakértői csoportja által kidolgozott MPEG kompressziós ill. kódoló algoritmus (Japán kivételével) Európa és Amerika minden fejlesztőjének és szabványosító grémiumának megnyerte a tetszését, és erre épül Amerikában a Digicipher II, Európában pedig a DVB (Digitális Videó Broadcasting) szabvány-tervezet. Lassan ez már nem csak "de facto" hanem "de jure" szabvány, egyes félvezető gyártók (pl. a Pioneer, Samsung, stb.) már megkezdték az MPEG-dekóderek bonyolult és igényes áramköreinek egy tokba történő integrálását, ami az árcsökkenés révén lehetővé teszi ennek a fogyasztói elektronika széles skáláján történő alkalmazását. Legtipikusabb felhasználási lehetősége a jövő kábeltelevíziós hálózatában alkalmazott digitális előfizetői adapterekben (un. "set-top-boxok"-ban), valamint a képmagnót egyre jobban fenyegető digitális képlemezjátszóknak lesz, amit a robosztus, nagyteljesítményű digitális technika még vonzóbbá tett. Ezek pedig a piacelemzők szerint már ma

is, de a jövőben még inkább az eladási statisztikák csúcsán álló, milliós nagyságrendben értékesíthető termékek.

3. Videó szerverek

A digitális videó-szerverek kulcs-szerepet fognak betölteni a jövő kábeltelevíziós hálózataiban. Ezek megléte feltétele az igény szerinti videó (VOD) szolgáltatásnak. Az igényelt (rendszerint mozifilm jellegű) műsorokat egy elektronikus videó-könyvtárból lehet majd kiválasztani, a kiválasztás után ennek az előfizető felé történő dedikált továbbítása azonnal megkezdődik, a továbbiakban pedig ennek a felhasználás helyén történő kezelése hasonló a képmagnóéhoz, azaz a műsort bármikor meg lehet állítani, előre-, vagy visszatekerni.

Jelenleg ismereteink szerint 2 **nagyobb méretű** valódi VOD (kísérleti) project van megvalósítás alatt. Az egyiket a Time Warner szervezi a floridai Orlandóban, a másikat a Viacom létesíti a kaliforniai Castro Valley-ben. Az elsőhöz a Silicon Graphics cég szállítja a videó-szervert, a másodikhoz pedig az AT&T. Kiseb VOD projectek már folynak Európában is, ezek közül figyelemreméltó a MATÁV-é is, amelyhez Európában először alkalmazzák videó-szerverként a SUN legújabb fejlesztésű Média Centerét.

A továbbiakban néhány elvi megfontolást szeretnénk tenni a videó-szerverekkel kapcsolatban. Először is úgy tűnik, nem lesz lehetséges egyetlen szabványos szerver alkalmazni minden célra, mivel ezek mérete, kapacitása és struktúrája (következésképpen az ára is) a mindenkori igények szerint fog változni, ezek pedig jelentősen eltérőek lehetnek helyről helyre. Valószínű az is, hogy az említett pilot-projectek tapasztalatai alapján az egyes cégek különböző módosításokat fognak eszközölni a konstrukción. Ennek ellenére a következő generikus megfontolások valószínűleg általános érvényűek.

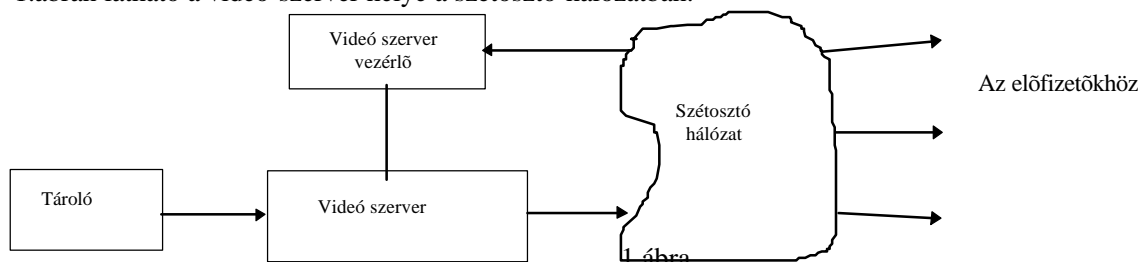
3.1 Számítástechnikai jellemzők

A videó-szerverek architektúrája ma tipikusan az ún. RAID (redundant arrays of inexpensive discs) azaz az "olcsó" diszkek redundáns rendszere. Ennek az elrendezésnek a fő jellemzője az adatok nagy megbízhatósággal történő (redundáns) rendelkezésre állása, sok diszken történő szegmentált, de párhuzamos tárolása (ún. "striping") révén. A RAID-nak különböző komplexitási szintjei vannak. Az 1.szinten az egyes diszkekre történő írás alkalmával az adatokat teljes egészében leképzik egy másik diszken is. Ha valamelyik meghajtó meghibásodna, a diszrendszer vezérlője automatikusan és azonnal átkapcsolja a rendszer minden be/kimenő funkcióját a párhuzamos diszke. Ily módon egyes diszkek kiesése nem okoz katasztrofális meghibásodást a teljes hálózatban, amit a magas előfizetési díjak mellett az előfizetők nem tolerálnának. A videó-szerverek azonban többnyire ennél magasabb szintű, a diszk-kapacitásokat gazdaságosabban kihasználó RAID-konfigurációval dolgoznak.

A másik jelentős számítástechnikai architektúra módosulás a videó szerverekben a szokásos komplex (CISC) helyett a csökkentett utasításkészletű (RISC)-architektúra (reduced instruction set computing) alkalmazása. Ez az eljárás teljesen eltér az Intel, vagy a Motorola ma általánosan használt processzorai által használttól. A ritkán fellépő, extrém feladatokat is ellátó, ezért nagyon bonyolult utasítások helyett a gyakran használtakra optimalizál, ezért kisebb, sokkal (mintegy 40%-al) gyorsabb és kisebb teljesítmény-igényű (tehát megbízhatóbb) processzorok állíthatók elő így.

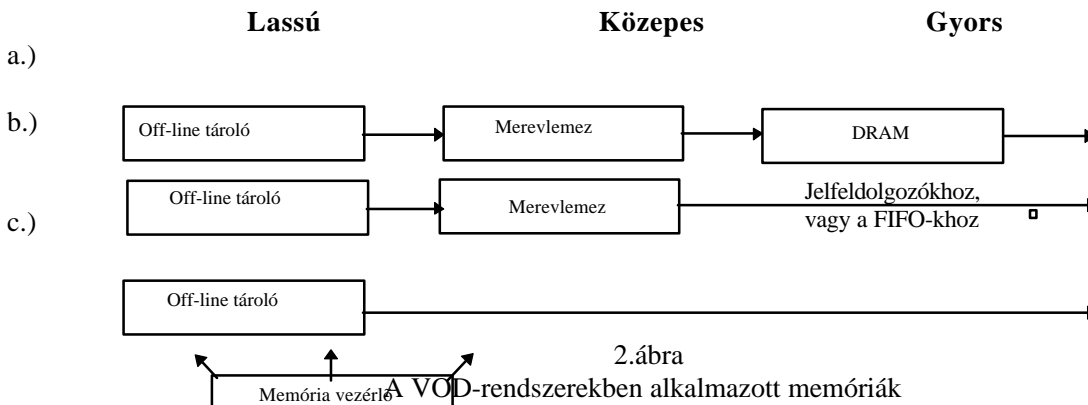
3.2 Átviteli megfontolások

KTV hálózatokban alkalmazott videó-szervereknél nagyon kritikus a kapacitás és az átviteli sebesség. Az 1.ábrán látható a videó-szerver helye a szétosztó-hálózatban.



1. ábra A videó szerver helye a KTV hálózatban

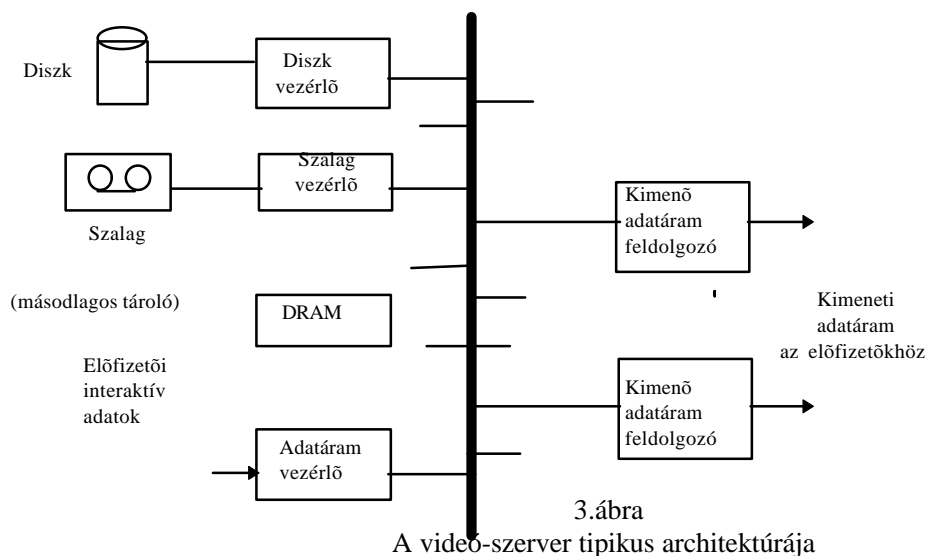
Az előfizetői igényre elindított digitális videojel-folyam forrása minden esetben a szerverek memóriája. Ez azonban többféle is lehet (lásd 2.ábrán)



A legegyszerűbb (csak elvi jelentőségű) esetben a "memória" egy dedikált (szalagos, vagy lemezes) tároló, amely a digitális képjeleket valamilyen (pl. MPEG-2) tömörített formában tartalmazza. Ez egyszerre csak egy programot tud generálni, így annyi lejátszó kell, ahány műsort akarnak egyidőben továbbítani. Előfizetői interaktivitás ezzel nem valósítható meg. A fejlettebb (b.) módszernél (ma ez a szokásos) már van lehetőség interaktivitásra. A kívánt programot az off-line tárolóból először a mágneses diszkekre töltik le, majd a szerver-vezérlő gondoskodik ezen on-line tárolt anyag szétosztásáról, a diszk-rendszer erőforrás lehetőségeinek megfelelően. Megfelelő vezérlés esetén itt lehetőség van a program megosztására is több előfizető között. Ez a módszer előfizetői interaktivitást és sokkal gazdaságosabb memória-felhasználást tesz lehetővé. A legfejlettebb megoldás (c) mágneslemezen történő tárolás helyett gyors, dinamikus félvezetős tárolókat (DRAM) alkalmaz. Ez a DRAM különböző célokat is szolgálhat. Leghatásosabb, ha a teljes mozifilm ebbe van betöltve. Költségessége miatt ez ma még csak akkor jöhet szóba, ha elegendően nagy számú nézője van egyidejűleg ugyanannak a VOD szolgáltatásnak. Végül használhatók a DRAM-ok átmeneti gyors-tárolóként is (cache). A program-anyag elosztásától függően (ha pl. sok előfizető nézi ugyanazt a programot) a cache jelentős megtakarításokat eredményezhet a diszk-állomásoknál. A cache-memória vezérlése egyik kulcs-kérdése a gazdaságos videó-szervereknek. De erre nincs általános szabály, az a mindenkor alkalmazási követelményektől függ.

3.3 Architektúra

A 3. ábrán látható egy alapvető video-szerver-architektúra.



Ez hat fő elemből áll:

- off-line (elsődleges) tároló
- merev-lemezes (másodlagos) tároló
- folyamatvezérlő
- nagysebességű busz
- DRAM (műsörtároló, vagy cache)
- kimeneti jelfeldolgozó (pl. FIFO, "bit-pumpa")

Az off-line tárolók rendszerint olcsó hordozóval dolgoznak (CD-ROM vagy képlemez lejátszók, esetleg képmagnók), ezért itt az adathozzáférés lassú (tipikusan 0,2-2 Mbit/s). Viszont hatalmas mennyiségű adat tárolására alkalmasak (több terabyte). Erre szükség is van, mivel egy 2 órás mozifilm digitalizálva (kompresszió nélkül) kb. 1,5 terabyte információt igényel, MPEG tömörítéssel is (minőségtől függően) mintegy 5-20 Gbyte.

A merevlemez on-line tárolók képezik a videó-szerverek alapját. A RAID-struktúrában sok diszk-egység van összekapcsolva, egy-egy egység kapacitása 2-3 Gbyte. E ilyen egység is elegendő egy, az MPEG-2 szerint kódolt és tömörített, szokásos méretű videofilm tárolására. A diszk-egységek általában SCSI interfészen kapcsolódnak egymáshoz, mivel ez biztosítja a 15-20 Mbit/s körüli átviteli sebességet.

A folyamatvezérlő a szerver legfontosabb eleme. Ez létesíti a logikai kapcsolatot a valamilyen forrásból származó bitfolyamok és az előfizetők között, a szegmensek letöltésével az előfizetői adapter FIFO egységébe. Az itt elvárható követelmény egy reálisnak tekinthető mennyiségű (pl. 200) különböző adatfolyam és 1,4 Mbit/s átviteli sebesség (valamint az egyéb feladatok figyelmen kívül hagyása) esetén mintegy 800 tranzakció/s.

Kritikus elem a nagysebességű busz is, mivel több RAID-egység alkalmazása esetén a teljes adatfolyam sebessége hatalmas lehet, 10 egység esetén mintegy 150 Mbit/s. Mivel az előfizetőknek szánt minden műsor keresztülmegy ezen a buszon, ezek sebessége és megbízhatósága döntő a rendszer hatékonysága szempontjából. Könnyen ez lehet a szűk keresztmetszet!

A félvezetős (DRAM) tárolók biztosítják a gyakran használt digitális adatok kezelését. Műsor-tárolóként történő alkalmazás esetén ezek teszik lehetővé, hogy több előfizető, egyidejűleg a műsor különböző részeihez férjen hozzá. (Ezt különösen a képmagnóként történő kezelhetőség indokolja). Sajnos a DRAM-ok ára igen magas: tipikusan 20 \$/Mbyte, ami pl. egy másfélórás film mintegy 3,6 Gbyte tárolási igénye esetén kb. 72000 \$-t jelent (1995-ös adatok!), tehát csak sok VOD előfizető esetén fizetődik ki.

3.4 Hálózatba kapcsolás

Az elmondottakból látszik, hogy a teljes interaktivitást biztosító igazi VOD rendszer költséges. Minden előfizetőnek dedikált adatfolyamot ill. műsor-utat kell biztosítani. Ha pl. 10 ezer előfizető fér hozzá a szerver adatfolyamhoz (és ezek közül egyszerre 20% aktív), akkor legalább 2000 különálló adatcsatornát kell biztosítani. FTTS (ellátási területig tartó) fényvezetős hálózat-topológia esetén tipikusan 5 optikai szál szükséges a 10000 előfizető ellátásához (2000 előfizető/szál). Szálanként 400 db, előfizetőnként 4 Mb/s-os MPEG-2 adatfolyamot feltételezve, 32 QAM moduláció és TDMA hozzáférési mód alkalmazásával mintegy 400 MHz sávzélességet kell minden szálban biztosítani a VOD számára. A költségeket tovább növelik a drága lézeres videó-modulátorok (Ezért az Orlando-i VOD-project ATM kapcsolástechnikával próbálkozik, amit az AT&T szállított, ez 20 Gb/s teljes adatátviteli sebesség biztosítására képes). Egyes ígéretes próbálkozások eredményeképpen a továbbfejlesztett (HFC) KTV-technológiával gazdaságosabban lehetne VOD-szolgáltatást nyújtani.

4. A Sun MediaCenter család

A Sun Microsystems 1995 őszén jelentette be SPARC processzor alapú media-szervereinek piacra bocsátását. A piacon már megjelent, vagy még fejlesztés alatt levő más video-szerverektől eltérően a Sun fejlesztőmérnökeinek célja nem egy sok százezer dolláros, egyedi architektúrára épülő készülék létrehozása, hanem egy olcsó, széles körben elérhető, a már meglévő vállalati/intézményi informatikai infrastruktúrákba is jól beilleszthető teljes termékcsalád kialakítása volt.

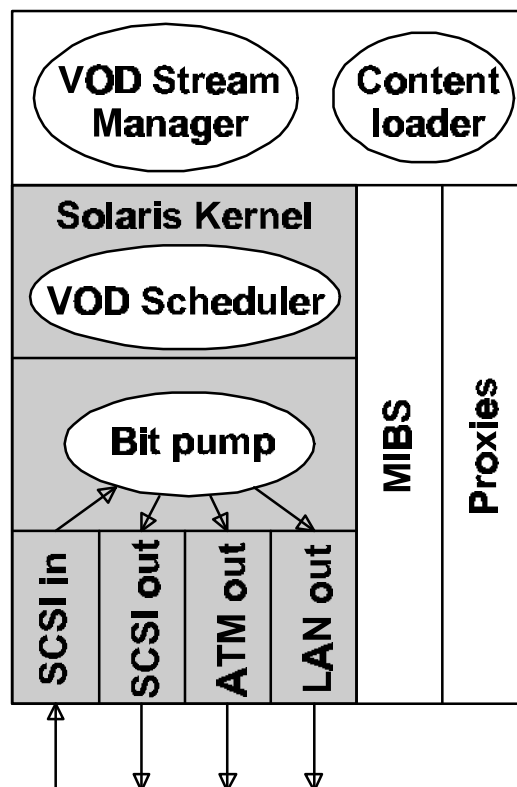
4. ábra



A Sun MediaCenter 5

A Sun MediaCenter család három különböző kiépíttségű tagja azonos szoftver architektúra mellett a standard SPARCserver család elemeire épül. Míg hardver felépítésükben a videoszerverek csak kismértékben térnek el egy általános célú szervertől, a videoszolgáltatás speciális igényeinek kiszolgálása érdekében a szoftver rendszer néhány alapvető módosítást tartalmaz a Sun gépeken használatos Solaris (UNIX) operációs rendszerhez képest:

- a video-információt tartalmazó diszkek RAID 4 (parity and striping) üzemmódban működnek
- a folyamatos video-szolgáltatás biztosítása érdekében a UNIX operációs rendszer standard ütemezési algoritmusától eltérő, egyfajta real-time működést lehetővé tevő ütemezés került megvalósításra, mely egy "push-mode"-ban üzemelő "bit-pumpát" vezérel



5. ábra

A Sun MediaCenter szoftver architektúrája

A Sun MediaCenter MPEG1 és MPEG2 kódolású bit-folyamok tárolására alkalmas. Átlagos képinformáció-változás mellett egy folyamatos MPEG1 video-folyam fenntartásához 1.5 Mbit/sec, míg

MPEG2 folyamhoz 4 Mbit/sec sávszélesség szükséges. A folyamatosan biztosítandó sávszélesség miatt a video-szerver tipikusan nem Ethernet, hanem ennél lényegesen nagyobb össz-sávszélességű környezetben kerülhet alkalmazásra, ezért a Sun Mediacenterek kétfajta kialakításban, 100 Mbit/sec-os Fast Ethernet (100-baseT sodort érpáras) vagy 155 Mbit/sec-os ATM (62.5 mikronos multimódusú optikai kábeles) output interfésszel kerülnek forgalomba.

A video szerver kliensei a befogadó környezet igényei és lehetőségei szerint UNIX-os munkaállomások, hardver vagy szoftver MPEG dekoderrel ellátott nagy teljesítményű PC-k, illetve normál TV-k elé csatolandó "set-top-box"-ok lehetnek. A kliens oldalról a video-szerver irányába a kommunikáció ("back-channel" vagy "return path") a video-folyam szolgáltatására használt Fast Ethernet vagy ATM interfészen, a standard Ethernet, ill. a soros porton keresztül történhet.

A valódi video-on-demand szolgáltatás egyik elengedhetetlen jellemzője a gyors előre és hátra történő "tekerceslés" (trick-play), melynek megvalósítása többféle módon történhet. A Sun fejlesztői által választott megoldás számára a normál sebességű video folyam mellett két másik video folyam is tárolásra kerül a video-szerver diszkjein: egyikük a gyors előre-, míg másikkuk a gyors hátratekerceslés során közvetítendő video információt tartalmazza. Az emiatt tárolandó többletinformáció csupán 10% extra diszk-helyet foglal el, segítségével azonban gyors átkapcsolás és hibátlan "tekerceslés alatti" képminőség érhető el. A normál sebességű és a trick-play video-folyamok adatai közötti időbeni hozzárendelést egy speciális index-file írja le.

A különböző kiépítettségű video-szerverek főbb műszaki paramétereit az 1. táblázat foglalja össze.

| | <i>MediaCenter 5</i> | <i>MediaCenter 20</i> | <i>MediaCenter 1000E</i> |
|---|----------------------------|------------------------------|----------------------------|
| Processzorok száma | 1 db 110 MHz microSPARC | 2 db 75 MHz SuperSPARC-II | 4 db 60 MHz SuperSPARC+ |
| Folyamatosan fenntartható bitfolyam | 50 Mbps | 100 Mbps | 400 Mbps |
| Egyidejű MPEG1 és MPEG2 (1.5 Mbps és 4 Mbps) videofolyamok száma | 33/12 | 70/25 | 270/100 |
| Video-tár kapacitás MPEG1 és MPEG2 kódolás esetén | 8/3 óra | 16/6 óra | 66/25 óra |

1. táblázat

A Sun MediaCenter család tagjainak főbb műszaki paramétereit

5. Video on Demand alkalmazás a JENC7-en

A PKI (a Matáv távközlésfejlesztési intézete) 1996 elején kezdte meg a szélessávú interaktív multimédia alkalmazásokkal kapcsolatos kísérleti munkákat. Ez év áprilisában érkezett meg a SUN MediaCenter család legkisebb tagja, a MediaCenter 5.

Az 1996 május 13-16 megrendezett JENC7 (Joint European Networking Conference) nemzetközi konferencián a PKI már a szakmai közönség előtt élőben is bemutatta a video on demand lehetőségeit.

A jelen esetben még csak kísérleti video szerverként üzemelő MediaCenter a PKI-ban került elhelyezésre. Innen indultak újtjukra azok az MPEG tömörített videofolyamok, melyek a MATÁV kísérleti

A videofolyamok a MediaCenter-től konstans sebességgel haladnak a kliensek felé, a filmek kódolásától függően 1.5-8 Mbit/s-os sebességgel.

A bemutató sikeres volt, az azonban tapasztalatként elmondható, hogy mind az ATM-et, mind a MediaCenter szoftverét, mind pedig a kliens alkalmazást tekintve vannak még hiányosságok.

6. Következtetések

A fentiek (és a jelenlegi költségek) alapján valószínű, hogy a VOD rendszerek nemigen lesznek általánosak a közeljövőben, legalábbis a kis KTV rendszerekben. Rövid távon minden bizonnyal nagyobb a realitása a "közel igény szerinti video"-nak, a NVOD-nak. Ennek lényegi eltérése a VOD-tól, hogy a műsorigények nem azonnal kerülnek kielégítésre, a filmek adott (kb. 10-15 perces) időközökben kezdődnek, és külön-külön TV-csatornán kerülnek továbbításra. Korlátozott mértékű interaktivitásra (visszirány) a telefon szolgál. Ez jelentős egyszerűsítéseket tesz lehetővé a technológiában, de ugyanakkor nem tesz lehetővé néhány valódi VOD szolgáltatást. Így a KTV várható fejlődése a fizetős tv-től (pay-tv) a NVOD-on keresztül a VOD-ig tart.

Műszakilag viszont még nem kristályosodott ki az előfizető-oldali végberendezés: a digitális TV-vevő, vagy az ezt előkészítő set-top-box (IRD). Különösen a digitális elektronikus játék-iparban sok egymással össze nem férő megoldás van (hogy pl. csak a Sega-t, vagy a Nintendót, vagy a CD-I-t említsük), a CD-ROM-on történő jeltárolási szabványért is folyik a cégek közti küzdelem, bár a legutóbbi időben ez megoldódni látszik (DVD). Különböző - multimédia-képességekkel megáldott - PC és TV-kombinációk is napvilágot láttak lakossági célra.

Tény, hogy videojelek digitalizálása és hatékony tömörítése új lehetőségeket és új igényt is támasztott a fogyasztói elektronika, a műsor-előállítás, -továbbítás és felhasználás, valamint a távközlés területén. Az átfogó elemzések még nem történtek meg, de az új interaktív szolgáltatások és szórakoztató-elektronika minden bizonnyal jelentős befolyással lesz az emberek mindennapi életére. Kétségtelen tény, hogy az információk minden fajtájának digitalizálása és egységes, integrált kezelése, a multimédia, az annak világméretű terjesztését lehetővé tevő információs autópályák (pl. az Internet) még sok meglepetést tartogatnak, de alakításában a távközlési és média-szektorok (a szabályozókkal együtt) döntő felelőséggel bírnak. Tapasztalataink szerint a sokak által megjövendölt "információs társadalom" már részben meg is érkezett, bár hatékonnyá tétele a jövő nemzedék kezében van. Vigyázzanak rá!