

PRETOČNI VIDEO ZA IZOBRAŽEVANJE

Dean Korošec

Matjaž Debevc

Povzetek

Prispevek predstavlja kratek pregled tehnologije pretočnih medijev za posredovanje učnih vsebin v internetu. V prvem delu podajamo nekatere osnovne koncepte, povezane s sprotnim prenosom medijskih podatkov (video, avdio, elektronske predstavitve) v podatkovnih omrežjih. V drugem delu pišemo o programskih produktih in orodjih, izpostavljam predvsem dva najbolj razširjena sistema: Real System in Windows Media. Prispevek zaokrožamo z lastnim izdelkom: spletnim vmesnikom za posredovanje posnetih predavanj kot kombinacijo indeksiranega pretočnega video posnetka, elektronskih prosojnic in podnapisov. Spletni vmesnik je bil izdelan v Centru za razvoj študija na daljavo Univerze v Mariboru.

Abstract

This paper gives a quick view to the Internet video streaming technology for educators. Some technological concepts and issues, related to digital on-line transmission of media data, are presented in the first part of the paper. In the second section two software systems are briefly overviewed, and an example of a web interface including streaming video for transmission of on-line or recorded lectures is described last.

Uvod

Izobraževanje, tudi tradicionalno, še veliko bolj pa seveda izobraževanje na daljavo, se danes v mnogih pogledih opira na tehnologijo. Prenos besedil in slik je s sodobnimi komunikacijskimi orodji popolnoma nezahteven, s spletnim vmesnikom pa na voljo vsem, ki imajo temeljno računalniško opremo in dostop do globalnega omrežja. Obenem postaja multimedija realnost za najširši spekter uporabnikov. Z razvojem takih tehnologij, kot so pretočni mediji, ki vse bolj zamenjujejo tradicionalen pristop 'presnemi-predvajaj' (*download & play*), je očitno, da je digitalna revolucija medijev na pohodu. Spletni 'video na zahtevo' (*video on demand*) se po predstavitve sicer še ne more kosati s televizijo, gotovo pa s svojo razširjenostjo in enostavnostjo uporabe odpira nove možnosti predvsem za izobraževanje. Učitelji in tisti, ki zagotavljajo učno vsebino, pa so s tem postavljeni pred nove izzive.

Za pričetek razmišljanja in načrtovanja novih učnih aplikacij je nujno vsaj osnovno razumevanje pojmov s področja teh razvijajočih se tehnologij. V tem prispevku jih poskušamo podati na poljuden in nezahteven način tudi tistim, ki niso računalniški in telekomunikacijski strokovnjaki.

Temeljni koncepti so kratko razloženi v drugem poglavju, tretje je posvečeno programskim orodjem. V zaključku pa predstavljamo lastno aplikacijo, razvito z naštetimi orodji - spletni vmesnik za posredovanje predavanj.

Prenos digitalnega zvoka in slike po podatkovnih omrežjih

Problem pasovne širine in rešitve

Internet je bil, kot večina podatkovnih omrežij, zasnovan za prenos digitalnih podatkov (v glavnem besedila in slik) brez omejitev realnega časa. Splošen pristop je, da je podatke potrebno najprej v celoti prenesti, šele nato jih lahko uporabimo. Primer: zelo dolgega sporočila, ki pride z elektronsko pošto, navadno ne moremo začeti prebirati, dokler se v celoti ne nahaja na našem računalniku. Prav tako je program, med katerega prenosom iz omrežja je prišlo do napake, za nas neuporaben in prenos moramo začeti znova ter ga uspešno zaključiti v enem samem poskusu.

Če se namesto z besedilom in slikami pričnemo ukvarjati z medijskimi zbirkami (datotekami), bo prvo, kar bomo opazili, njihova izredna dolžina. Informacijska vsebina video posnetka je zelo velika, mnogo večja od tiste v statičnih slikah ali besedilu. Celo za video posnetke v razmeroma slabi ločljivosti CIF (*Common Intermediate Format* predpisuje 288×352 zaslonskih točk pri 30 sličicah na sekundo (30 fps – *frames per second*)) dobimo konstanten podatkovni tok 3 Mb/s. Poskusimo primerjati to s pasovno širino, ki jo za

dostop do omrežja internet zagotavlja povezava ISDN: 64 Kbps! Rezultat: za sprotni prenos nestisnjenega videoposnetka v velikosti CIF potrebujemo natanko 371,25 telefonskih linij ISDN!

Stiskanje podatkov

Najpogosteje se za razrešitev tega dramatičnega razmerja zatekamo k tehnikam **stiskanja podatkov**. Spomnimo se, da obstajata na tem področju dva pristopa: **neizgubni** (*lossless*) in **izgubni** (*lossy*). Prvi, pri katerem se po rekonstrukciji (dekompresiji) dobljeni podatki v ničemer ne razlikujejo od izvirnih, je primeren za znakovno-številске podatke in nekatere tipe slik (denimo načrte in sheme). Drugi, izgubni način stiskanja podatkov, ki je izredno primeren za digitalne fotografije, zvok in video, pa dopušča, da se v postopku stiskanja določena informacija izgubi. Posebni algoritmi izločijo tisti presežek informacije, ki je naša omejena čutila ne bi zmogla zaznati. Znani formati JPG (digitalne fotografije), MP3 (glasba) in MPG (video) so zasnovani prav na teh predpostavkah. Ob tem je treba poudariti, da se merila za potrebno kakovost prezentacije medijskega gradiva lahko v posameznih aplikacijah zelo razlikujejo. Na primer: ponavadi bomo vedno dali prednost kakovosti zvoka – telefonska kakovost bo zadovoljiva za večino izobraževalnih aplikacij, nesprejemljiva pa bo za študij glasbe. Podobno lahko rečemo, da bo videoposnetek majhne velikosti in z občasno manjkajočimi slikami dober za posredovanje tradicionalnih predavanj, slab in moteč pa bo za prikazovanje bioloških eksperimentov z mnogimi podrobnostmi in poudarjeno vizualno noto. Velja naj splošno pravilo, da vedno uporabimo tisto največjo možno stopnjo stiskanja podatkov, pri kateri je bistvena informacija za gledalca/poslušalca/učenca nemoteče razvidna.

Drug pristop k stiskanju podatkov je **kodiranje** medijske vsebine z **značilkami** (*feature-based coding*). Dobro znan tovrsten primer je MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*) standard za snemanje in predvajanje instrumentalne glasbe. Namesto amplitudnega zvočnega zapisa (waveform) opišemo glasbo s toni, oz. natančneje s časom njihovega začetka, trajanjem, višino in kodo inštrumenta. Pravzaprav predstavlja tudi naša pisava kodiranje z značilkami (črke pomenijo glasove), zato bi lahko s standarnimi pretvorniki iz govora v besedilo in obratno (*speech-to-text* and *text-to-speech*) izredno zmanjšali količino medijskih podatkov. Nov multimedijски standard MPEG-4 vključuje mnoge oblike kodiranja z značilkami: predpisuje npr. nabore parametrov FDP in FAP (*Facial Definition in Facial Animation Parameters*), s katerimi bo mogoče izdelati videofone, ki bodo potrebovali daleč nižjo pasovno širino od danes obstoječih naprav. Vendar pa je takšno kodiranje izredno zahtevno, na področju videa se šele razvija, pa tudi pozneje bodo področja njegove uporabe ostala verjetno zelo omejena.

Prenašanje v celoti (*downloading*) in pretočno predvajanje (*streaming*)

Do nedavnega je bil edini način za ogled medijskih zbirk, dostopnih na internetu, ta, da jih je uporabnik najprej v celoti presnel na svoj računalnik in si jih nato ogledal. Več razlogov govori proti takšnemu postopku:

- Zvočni in videoposnetki so v primerjavi z drugimi tipi zbirk navadno zelo veliki in čas, potreben za njihov prenos, je dolg.
- Narava podatkov v medijskih datotekah je zaporedna (sekvenčna): za predvajanje je vedno potreben samo določen del in ne cela zbirka.
- Velikokrat želi uporabnik predvajati (videti/slišati) samo odsek (insert) ali opraviti hiter predogled vsebine. V tem primeru je odveč prenašati celotno zbirko.
- Uporabnik navadno ne potrebuje oz. ne želi hraniti celotnega zvočnega ali videoposnetka pri sebi. Pomislimo: tudi televizijskega ali radijskega programa ne snemamo vsega sproti, ampak le spremljamo njegovo predvajanje. Razlog, da so do sedaj uporabniki hranili celotno vsebino medijskih zbirk na svojih računalnikih, je navadno bil, da je niso želeli ponovno v celoti prenašati, če so si jo želeli ponovno ogledati. Če pa je vsebina stalno pripravljena za ogled na spletu brez prenašanja v celoti, to seveda nima več nobenega smisla.

Tehnologija pretočnih medijev ponuja dobre odgovore na vse navedene razmisleke. Vendar je težava v tem, da obstoječa podatkovna omrežja niso najbolj združljiva z njo. Informacijski pretoki v računalniški omrežjih danes niso stalni, ampak se pojavljajo v nepravilnih razmakih – izbruhih (*bursts*), zamiki (*delays*) pri prenosu so odvisni od prometa v omrežju. Čeprav je skupna pasovna širina oz. maksimalna prepustnost omrežja visoka, potrebujemo za pretočne medije drugačno vrsto zmogljivosti: stalno razpoložljivo pasovno širino.

Ideja pretočnih medijev

Preklopna in paketna omrežja

Digitalna računalniška omrežja so paketna, v nasprotju z npr. javnim telefonskim omrežjem (PSTN, *public switched telephone network*), ki je preklopno. Pri slednjem se za vsako povezavo s stikali v vmesnih centralah (*switches*) vzpostavi fizična povezava (bakrena parica) od enega do drugega konca. Tako je uporabnikoma, ki komunicirata, stalno na voljo polna pasovna širina. Obenem je maksimalno število aktivnih povezav omejeno s kapaciteto centrale, pa tudi vsakemu uporabniku je na voljo le ena simultana povezava.

Paketna omrežja na drugi strani izkoriščajo pasovno širino veliko pametneje in omogočajo več sočasnih logičnih povezav po eni fizični. Vsak posamezni digitalni podatkovni tok je najprej razkosan v manjše dele – pakete – v skladu s protokolom TCP (*Transmission Control Protocol*) v primeru Interneta. Ti paketi so nato od izvora (*source*) neodvisno drug od drugega usmerjeni (*routed*) skozi omrežje s pomočjo protokola IP (*Internet Protocol*) do svojega ponora (*destination*). Posamezni paketi istega sporočila lahko tako potujejo po različnih poteh, vendar so na drugi strani spet sestavijo v izvirno sporočilo.

Pretočna tehnologija

Razlika med sestavljanjem paketov, ki v izvirnem sporočilu predstavljajo (a) spletno stran ali (b) pretočno medijsko zbirko, je, da v prvem primeru uporabniku navadno ni mar za vrstni red pojavljanja elementov na spletni strani. V primeru (a) torej čas prihoda paketov na cilj ni pomemben in vsak paket lahko uporabimo za rekonstrukcijo izvirnega sporočila takoj. Nasprotno pa morajo biti v primeru (b) vsi podatkovni paketi najprej na voljo v originalnem vrstnem redu, preden jih lahko pravilno predvajamo na strani sprejemnika. Začasni shrambi paketov, ki čakajo na predvajanje, pravimo sprejemni vmesnik (*buffer*). Tak vmesnik je neogibno potreben, vendar je njegovo velikost treba previdno izbrati:

- Če je prevelik, bo zamik pri predvajanju večji. To je sicer manj pomembno pri ogledu shranjenih posnetkov, kritično pa je npr. pri videokonferenci.
- Če je sprejemni vmesnik premajhen, se bo dogajalo, da nekateri potrebni paketi morda ne bodo prispeli pravočasno za predvajanje.

Na splošno ni preprostega in univerzalnega odgovora na to dilemo, dober predvajalni program (*player, viewer*) mora obvladati obe situaciji in se ustrezno prilagajati spremenjenim pogojem v omrežju.

Če se določeni paketi med prenosom izgubijo oz. ne prispejo na cilj pravočasno, predvajalnik navadno nima veliko možnosti rekonstrukcije izvirne vsebine, saj redundance (ponavljajoče se ali podobne si vsebine) zaradi uporabljenih postopkov stiskanja skoraj ni. Večina predvajalnikov zato načelno raje uporablja daljši sprejemni vmesnik, saj je v večini aplikacij določen zamik pred začetkom predvajanja sprejemljiv. To velja predvsem za večino enosmernih komunikacij (*broadcasting*) pri spremljanju že posnetih programov, medtem ko je v primeru dvosmernega sprotnega pretočnega prenosa (videokonferenca ali telefonija prek IP) dovoljen zamik strožje obravnavan.

V tehničnem smislu gre pri pretočnem prenosu medijskih podatkov za to, da vsak paket, ki ga strežnik pošlje v omrežje, opremimo s časovno značko. Navadni spletni protokoli (denimo TCP ali HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*)) tovrstne informacije ne poznajo, čeprav je z določenimi omejitvami možno pretočne medije posredovati tudi prek njih z uporabo standardnih spletnih strežnikov. Posebno namenski medijski strežniki pa uporabljajo optimizirane protokole za pretočni prenos, kot sta UDP (*User Datagram Protocol*) in RTSP (*Real Time Streaming Protocol*) za hitrejše in učinkovitejše posredovanje podatkovnih tokov.

Pretočni sistemi, programski produkti in orodja

Za pretočni dostop do medijske vsebine so potrebne štiri vrste programske opreme :

- orodja za izdelavo medijske vsebine (avdio /videoprodukcija),
- kodirna orodja (za pretvorbo digitalne medijske vsebine v pretočno obliko),
- pretočni medijski strežniki (*media servers*) in
- predvajalniki (*viewers*).

Sistemi, ki so na voljo

Tehnologija pretočnih medijev se hitro spreminja. Univerzalnega standarda na trgu ni in večina razpoložljivih sistemov uporablja lastno tehnologijo in med seboj niso združljivi. Vendar pa si glavnino tržne

pogače in priljubljenosti med uporabniki delita samo dva programska sistema, ki vsak zase ponujata popoln nabor programov za izdelavo in uporabo pretočnih medijskih vsebin. To sta:

- RealNetworks s svojim RealSystem G2 Enterprise Edition in
- Microsoft s paketom Windows Media Technologies.

Nekateri drugi proizvodi na tem področju so: Streamworks - Xing Technology (www.xingtech.com), VDO Live solution – VDO Net (www.vdo.net), Vivo Active, Vosaic in Emblaze, vendar niti vsi skupaj bistveno ne vplivajo na tržišče, ki ga suvereno obvladujeta velika dva. Njihova uporaba za potrebe izobraževanja je zaradi manjše razširjenosti vprašljiva. Od vseh 'igralcev v drugi ligi' je morda še najbolj zanimiv Geo-v Emblaze (www.emblaze.com), saj na odjemni strani razen spletnega brskalnika z Javo ne potrebuje nobenega programskega dodatka (*plug-in*).

V praksi sta, če želimo zgraditi svojo prvo aplikacijo s pretočnim spletnim videom hitro, brez prevelikih zapletov in stroškov, na voljo dva preprosti izbiri: osnovni različici RealSystem in Windows Media je mogoče zastopj sneti s spletnih strani obeh proizvajalcev, obe pa sta zapakirani kot profesionalna, uporabniško prijazna in za uporabo izredno preprosta programska paketa.

RealSystem G2 Enterprise Edition [1]

Najmanj, kar potrebujemo, če se odločimo za ta sistem, je program RealProducer Basic, s katerim pretvorimo navaden digitalni videoposnetek v pretočno obliko za spletno predvajanje. Pozna formate .avi, .wav, .qt, .mpg in .au, obenem pa zmore tudi sam zajemati živo sliko in zvok iz kamere za sprotno predvajanje (*on-line broadcast*). Večino spletnih strežnikov je mogoče izkoristiti za posredovanje vsebine prek protokola HTTP, vendar je gotovo boljša izbira zastopjski RealServer Basic, ki pa je omejen na 25 simultanih pretočnih tokov.

Za gradnjo celostne spletne aplikacije, kot je denimo naš spletni vmesnik za posredovanje posnetih predavanj v kombinaciji z elektronskimi prosojnicami, ki ga predstavljamo v naslednjem poglavju, je treba spoznati jezik SMIL (*Synchronised Multimedia Integration Language*). Z njim opišemo medijske tokove ter sinhroniziramo in prožimo dogodke, kot so menjava vsebine na spletni strani, predvajanje druge medijske zbirke ipd. Se pa lahko tudi temu izognemo in uporabimo program RealPresenter, s katerim je mogoče združiti elektronske prosojnice, izdelane s PowerPointom in medijske zbirke v pretočno vsebino.

Uporabnik mora seveda v vsakem primeru pri sebi uporabljati RealPlayer, ki je v osnovni različici prav tako zastopj.

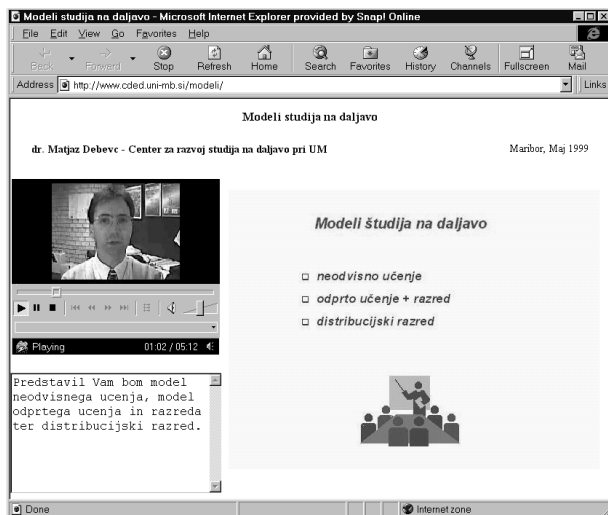
Windows Media Technologies [2]

Čeprav še ne tako popularen kot RealSystem pridobiva sistem Microsoft Media Technology vedno večji pomen na tem področju. Njegova velika prednost je, da je predvajalni program Windows Media Player že vključen v vse verzije najbolj razširjenih operacijskih sistemov – Windows. Za pretvorbo gradiva v pretočno obliko potrebujemo prosto dostopno zbirko programov Windows Media Tools. V njej je program Windows Media Encoder, s katerim lahko pretvorimo zbirko .mpg ali .avi v pretočni format .asf (*Advanced Streaming Format*). Ta format je zanimiv, ker pri njem ne gre le za kompresijsko shemo (*codec*), ampak tudi za način organiziranja medijske vsebine različnih tipov. Ena sama zbirka ASF lahko združuje več neodvisnih medijskih tokov, denimo video posnetkov MPEG, zvokovnih posnetkov kodiranih v obliki TrueSpeech, ali drugega. Naravni kodirni postopek za video je pri ASF enak kot v standardu MPEG-4, ki v celoti funkcionalno ravno tako predstavlja veliko več od same kompresijske metode. V Windows Media Tools sta dve orodji za izdelavo zbirk ASF: z Windows Media Authorjem lahko iz slik in zvočnih zapisov (brez videa!) s pomočjo skriptnih ukazov sestavimo samostojne elektronske predstavitve, medtem ko je Windows Media ASF Indexer namenjen dodajanju skriptnih ukazov (CAPTION, EVENT, URL in FILENAME) v zbirke ASF, ki vključujejo tudi video.

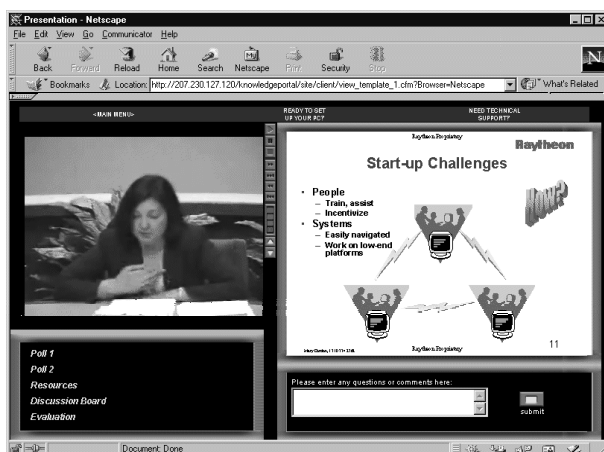
Primer aplikacije – spletni vmesnik za posneta predavanja

Predavanja, ki jih prenašamo po spletu, so lahko predhodno posneta, shranjena in stalno dostopna (*off-line*), ali pa jih lahko posredujemo sproti, ko tečejo (*on-line*). Za slednja se je že deloma uveljavil izraz *webcast* (iz *broadcasting over web*) ali *webinar* (iz *seminar on the web*). Na sliki 1 je predstavljen primer vmesnika za spletno posredovanje predavanja, sestavljeni iz videoposnetka predavatelja in elektronskih prosojnic. Posebnost tega vmesnika, ki smo ga prototipno izdelali v Centru za razvoj študija na daljavo Univerze v Mariboru[3], je, da vključuje tudi (a) kazalo celotnega predavanja in (b) besedilo v obliki podnapisov. S

prvim je bistveno olajšano večkratno spremljanje posameznih delov predavanja, z drugim pa postanejo tovrstna predavanja uporabna za slušno prizadete. Pisana beseda se izkaže tudi v primeru, ko gre za predavanja v tujem jeziku ali pa je kvaliteta posnetega govora slabša. Ob tem je mogoče pisano besedilo tudi različno oblikovati, dodati pojasnila akronimov in tujih izrazov ter tako povečati izrazno moč povedanega. Kazalo in podnapise je seveda mogoče izdelati le za že posneta in obdelana predavanja, sprotni prenos pa lahko zato opremimo z drugačnimi možnostimi: na sliki 2 je primer predavanja (Training Supersite[4]), ki vključuje (a) spisek virov, (b) sprotno anketo in (c) okence za sprotne komentarje udeležencev.



Slika 1: Primer spletnega vmesnika za posredovanje že posnetih predavanj



Slika 2: Primer spletnega vmesnika za sprotno predvajanje predavanj

Sklep

Pretočna tehnologija za spletno posredovanje medijske vsebine resnično predstavlja znatno obogatitev metod elektronskega izobraževanja. Stalna dostopnost do digitalnih video in zvočnih zapisov tudi prek razmeroma nizkoprepustnih računalniških povezav je pomembna novost tako za učence kot za učitelje.

Danes je na voljo več preprostih in cenениh (zastonj) sistemov za pretvorbo in posredovanje medijskega gradiva v pretočni obliki. Vendar pa je, preden se lotimo uporabe tovrstne tehnologije, zelo dobro poznati vsaj temeljne pojme s področja digitalnih medijev, stiskanja podatkov in omrežne tehnologije. Namen tega prispevka je bil, da poskuša te pojme približati tudi nestrokovnjakom za računalniško tehnologijo in jim nakazati, da lahko z današnjimi sistemi za pretočni video in avdio zelo preprosto pripravijo medijsko vsebino tudi tisti učitelji, ki se želijo namesto posvečanja računalniškim tehnologijam bolj ukvarjati s samo učno vsebino.

Literatura

- [1] RealNetworks: www.realnetworks.com
- [2] Microsoft Media Tools: www.microsoft.com/windows/windowsmedia
- [3] Prototip spletnega vmesnika za pretočno posredovanje predavanj, Center za razvoj študija na daljavo Univerze v Mariboru: www.cdcd.uni-mb.si
- [4] Training Supersite, www.trainingsupersite.com/traininglive