Plataformes de publicació i distribució d'àudio i vídeo

Alex Ribelles García

PID_00182430

UOC
Universitat Oberta de Catalunya

Els textos i imatges publicats en aquesta obra estan subjectes –llevat que s'indiqui el contrari– a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 Espanya de Creative Commons. Podeu copiar-los, distribuir-los i transmetre'ls públicament sempre que en citeu l'autor i la font (FUOC. Fundació per a la Universitat Oberta de Catalunya), no en feu un ús comercial i no en feu obra derivada. La llicència completa es pot consultar a http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.ca

Índex

Introducció 5

Objectius 6

1. Plataformes de publicació 7
- 1.1. Les tecnologies de publicació 7
- 1.2. Els contenidors de vídeo per a la reproducció en temps real 12
- 1.3. Solucions comercials de reproducció en temps real 18

2. Plataformes de distribució de continguts 22
- 2.1. La necessitat d'una PDC 22
- 2.2. Un cas il·lustratiu senzill 23
- 2.3. Estructura típica d'una PDC 27
- 2.4. L'origen de les PDC 32
  - 2.4.1. La carrera per a millorar la qualitat de servei 33
- 2.5. El mercat PDC en l'actualitat 36
- 2.6. Futur de les PDC 39
  - 2.6.1. Distribució intel·ligent de contingut 39

Introducció

A través dels mòduls anteriors hem presentat i seleccionat els paràmetres de codificació del vídeo i àudio de la manera més adequada al contingut que originalment havien de representar. En aquest mòdul presentem de manera pràctica com hem de lliurar aquests fluxos de dades de la manera més adequada a un públic ampli.

Figura 1. Algunes de les plataformes de distribució més populars

La primera part del mòdul se centra en plataformes de publicació de continguts, solucions de programari dedicades a la codificació i la publicació dels fluxos en funció de la qualitat que es vol aconseguir i el tipus de material que es vol transmetre. En la seva descripció, quedaran paleses algunes limitacions que reclamaran la necessitat de mecanismes addicionals per a assegurar la distribució d'aquests fluxos per la Xarxa. Ho il·lustrarem amb exemples de programari propietari que possibiliten donar servei de vídeo a la carta (*on-demand*) a petites i mitjanes empreses.

Les plataformes de distribució de continguts centraran la segona part del mòdul, i en descriurem les característiques i les funcions, i també donarem una visió actual del mercat de plataformes de distribució per a Internet. Ho il·lustrarem amb exemples d'empreses que ofereixen solucions de distribució de vídeo a escala mundial. Finalment, descriurem les línies d'investigació en el futur de les plataformes de distribució.

Objectius

Els objectius que l'estudiant assolirà després d'estudiar aquest mòdul són els següents:

1. Identificar i diferenciar les tecnologies de publicació d'àudio i vídeo.

2. Descriure els requisits d'un contenidor de vídeo compatible amb la reproducció en temps real i identificar els existents actualment.

3. Enumerar i descriure les solucions comercials més rellevants de publicació de reproducció en temps real d'àudio i de vídeo.

4. Definir una plataforma de distribució de continguts, la seva estructura i el seu funcionament.

5. Identificar les aplicacions d'una plataforma de distribució de continguts.

6. Valorar el cost d'ús d'una plataforma de distribució de continguts.

7. Conèixer les principals plataformes de distribució de continguts més importants en funcionament actualment.

1. Plataformes de publicació

Arribat el moment en què s'ha de seleccionar la manera mitjançant la qual publicar el material audiovisual per xarxa, cal plantejar-se quina **tecnologia** s'utilitzarà i el **tipus** de format del material que es vol transmetre.

Al llarg dels anys han anat millorant en paral·lel tant les tecnologies de publicació a la Xarxa com els formats contenidors de vídeo que agiliten aquesta publicació. Ambdues línies de desenvolupament estan íntimament relacionades.

1.1. Les tecnologies de publicació

Podem definir quatre **tecnologies de publicació audiovisual a Internet**, les quals presentem a continuació en ordre cronològic (coincident amb una complexitat més gran):

1) Primera tècnica: vídeo incrustat

Aquest model de plataforma de publicació bàsica va ser la primera aproximació a la integració d'àudio i vídeo al Web. Requeria un servidor web, per la qual cosa feia ús del protocol HTTP clàssic, senzill i amb mecanisme de confirmació pel client de les dades enviades, pensat per a la transmissió de fitxers petits a un conjunt simultani de clients. El fitxer de vídeo s'**incrustava** o integrava en una pàgina web en HTML com qualsevol altre fitxer mitjançant les instruccions HREF, EMBED, BGSOUND, etc.

El client sol·licitava el fitxer de vídeo, que es descarregava temporalment en la memòria cau del programa navegador que utilitzava, exactament igual que qualsevol altre tipus de fitxer que es pugui publicar en una pàgina web (imatges, .pdf, .doc, etc.).

La majoria de formats d'arxiu només permeten obrir-ne el contingut quan s'ha descarregat completament: per exemple, qualsevol document d'Office, els antics Adobe PDF (versió 5 o anterior), etc. No obstant això, uns altres sí que possibiliten iniciar-ne la visualització després de començar la descàrrega i accedir a un mínim del contingut. Per exemple, les imatges JPEG gravades en format progressiu, els documents PDF moderns, etc.

En aquells temps els formats contenidors de vídeo no estaven preparats per a poder ser reproduïts de manera progressiva, per la qual cosa es generava una espera directament proporcional a la durada del material. Pitjor conseqüència que aquest retard és que l'equip client havia de tenir prou recursos per a poder

carregar el fitxer en memòria i així obrir-lo: sens dubte no era vàlid per a dispositius mòbils. Malgrat tots aquests handicaps, aquest sistema de vídeo incrustat actualment s'utilitza per a la publicació de petits vídeos de durada breu.

Exemple: Macromedia Flash SWF (1998)

El format SWF és més antic i el primer que va possibilitar incrustar àudio i vídeo en una animació Flash. En publicar l'SWF en una pàgina d'un servidor web tradicional, el connector (*plug-in*) o complement Flash del navegador utilitzat per a visualitzar-la necessitava descarregar el fitxer per complet per a reproduir-lo, per això aquest sistema només era interessant per a vídeos que duraven uns quants segons.

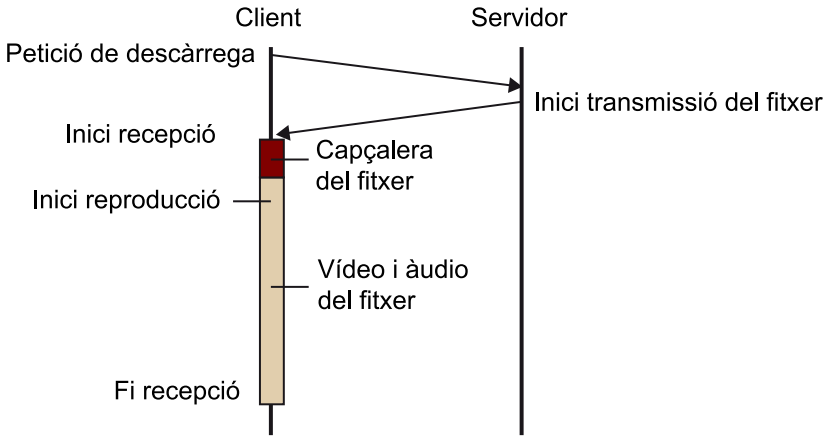
Altres limitacions clares eren que per a canviar una sola seqüència d'aquest vídeo s'havia de refer el fitxer SWF per complet i tornar-lo a publicar. Més encara: la càrrega en memòria de vídeos de llarga durada generava desincronitzacions amb l'àudio després de la reproducció de dos o tres minuts de la pel·lícula.

2) Segona tècnica: descàrrega progressiva

Aquestes limitacions i la demanda creixent de contingut multimèdia en el Web va portar al desenvolupament d'un mecanisme de distribució de **descàrrega progressiva** en què la reproducció és possible en rebre una part **suficient** de dades.

La descàrrega progressiva, a més de reduir l'espera del client, eludeix els problemes de sincronia àudio-vídeo i, sobretot, simplifica els requisits tècnics del reproductor en termes de memòria i obre la porta als dispositius mòbils.

Figura 2. Esquema de la descàrrega progressiva d'un fitxer de vídeo



No tots els formats són compatibles amb aquest sistema de descàrrega, el fitxer de vídeo ha de tenir un format contenidor que sigui capaç de suportar-lo. La seva estructura ha de tenir, almenys, una capçalera que prepari el programa reproductor indicant-li les dades bàsiques del tipus de codificació i durada per a preveure les necessitats de memòria que requerirà, i a més les dades de vídeo i àudio han d'estar degudament combinades, ja que si l'àudio és després de totes les dades de vídeo (o a l'inrevés), no serà possible reproduir res en condicions fins que no s'hagi rebut tot el fitxer. Tal com es pot veure en la taula resum de tipus de contenidors que hem presentat en el mòdul 2, en el cas d'arxius de vídeo alguns tipus de formats contenidors estan preparats per a la reproducció en temps real, és a dir, per a poder ser visualitzats sense esperar la descàrrega completa.

Vegeu també

Podeu veure la taula resum de tipus de contenidors en l'apartat 2.6 del mòdul 2.

No obstant això, la tècnica de descàrrega progressiva segueix basant-se en l'ús d'un servidor web genèric, dissenyat principalment per a emmagatzemar webs. Quan un client fa una petició, s'usa tota l'amplada de banda disponible per a descarregar les dades al client de la manera més ràpida possible.

En condicions normals, un servidor web envia nombrosos fitxers petits a un nombre limitat d'usuaris simultanis, la qual cosa divideix l'amplada de banda entre els enviaments simultanis, però n'hi ha prou perquè són de grandària petita. Però en el moment en què ha d'enviar fitxers d'àudio i vídeo a un nombre creixent de clients simultanis, l'amplada de banda sempre serà un recurs escàs.

No hi ha una distribució intel·ligent de l'amplada de banda entre els diferents clients: aquells que estan descarregant un vídeo codificat a 256 Kbps el rebran a la mateixa velocitat que els qui descarreguen un altre vídeo a 2 Mbps, ja que el servidor web no analitza prèviament les característiques del fitxer que s'envia.

El protocol web HTTP tradicional, a més, opera utilitzant protocol de transport TCP, el qual assegura la recepció de les dades (després dels enviaments ha de rebre les confirmacions de recepció del client; si no les rep reenvia les dades). Aquesta seguretat en la transmissió no és eficient per a àudio i vídeo, no pel

volum de dades, sinó perquè la pèrdua d'alguna dada no afecta sensiblement els ulls i les orelles del client, i perquè si reenvia dades que s'han perdut prèviament no es pot assegurar que arribin a temps per a ser reproduïdes.

Exemple. Descàrrega progressiva i el format contenidor FV de Macromedia Flash (2003)

Macromedia incorpora la descàrrega progressiva en introduir el nou format contenidor FLV (Flash Video). A part de les millores incorporades en la codificació d'àudio i vídeo (vegeu la taula de contenidors del mòdul 2), el fitxer SWF es podia associar a un fitxer extern FLV de vídeo i així s'independitzava el projecte del contingut audiovisual.

Per preveure pauses involuntàries de la reproducció de l'àudio i vídeo per falta de dades en connexions lentes, posteriorment Flash va redefinir la suficiència de dades com l'imprescindible per a assegurar la reproducció completa del fitxer FLV, fent una previsió conservadora segons la velocitat de descàrrega estimada, el pes total del fitxer i la durada del vídeo.

3) Tercera tècnica: reproducció en temps real de vídeo

Per aquestes raons es va definir un tercer mecanisme de distribució, la **reproducció en temps real** o ***streaming***, afegint un servidor addicional al servidor web (o servei addicional en el mateix servidor web) les característiques del qual superen les limitacions indicades.

El servidor de reproducció en temps real analitza la capçalera del contenidor del material abans de transmetre'l, amb la qual cosa coneix la velocitat de codificació (*bit rate*) necessària per a reproduir-lo correctament, i reserva una amplada de banda idèntica per a reproduir-lo en temps real.

Aquesta gestió intel·ligent personalitzada optimitza els recursos millor que qualsevol dels altres mecanismes de transmissió vistos.

Més i tot, a diferència de la descàrrega progressiva, és possible començar la reproducció en temps real des de qualsevol punt del fitxer. L'estructura del contenidor dels fitxers preparats per a aquest tipus de reproducció es divideix en petites unitats, cadascuna amb informació relativa a la seva porció de material audiovisual i amb una marca de temps que indica la seva posició en el conjunt del fitxer.

Com que el servidor de reproducció en temps real analitza les característiques del material que ha de transmetre, es condicionen els formats contenidors que es poden utilitzar en cada tipus de servidor de reproducció en temps real: un servidor Windows Media Server no pot transmetre fitxers en Real Video o Real Audio, però sí Windows Media Video o Windows Media Audio.

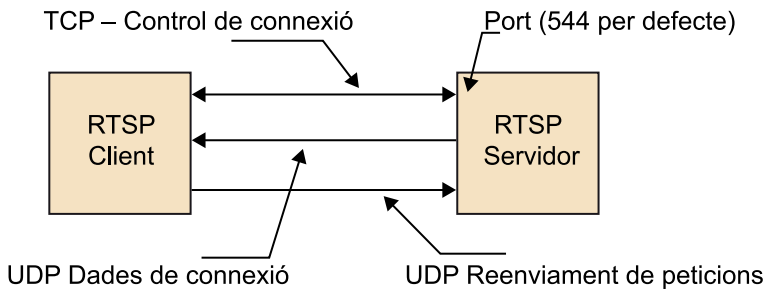
Sempre hi ha un retard entre l'arribada de les dades al client i l'inici de la reproducció perquè omple una memòria intermèdia (*buffer*) que prové de les variacions en el temps d'arribada dels paquets per canvis de congestió de la Xarxa.

La reproducció en temps real preveu, a més, la descàrrega dels fitxers d'àudio i vídeo per part del client, i així **redueix les possibilitats que es copiïn** (es pirategin), ja que envia els paquets de dades directament a l'aplicació client i els descarta una vegada reproduïts.

Utilitza el protocol UDP, el qual no retransmet dades perdudes en nom d'un millor rendiment en transmissions de dades en temps real, tolerants a la pèrdua de dades. Per la seva naturalesa, la UDP té més prioritat que el TCP en els encaminadors (*routers*) de trànsit, fins i tot en xarxes congestionades, i n'assegura el servei. Alguns fabricants utilitzen fins i tot UDP Resend, un esquema de retransmissió de dades perdudes que només les reenvia al client si hi ha temps per a reproduir-les (per exemple, Microsoft en els seus antics Windows Media Server).

Entre el client i el servidor de reproducció en temps real es crea una connexió paral·lela a la UDP però en protocol TCP per a transmetre les ordres de control del reproductor client (PLAY, PAUSE, etc.) al servidor o a l'inrevés, per a controlar càmeres IP remotament, per a enviar un codi de temps quadre a quadre, etc. Aquest sistema d'ús d'UDP per a dades i TCP per a control es denomina *RTSP* (*real time streaming protocol*).

Figura 3. Connexió RTSP



En aquelles situacions en les quals el protocol RTSP no està permès, alguns fabricants implementen solucions compatibles amb HTTP i el seu port 80, per exemple a les xarxes privades. Aquestes solucions es basen en *HTTP streaming*, una versió modificada d'HTTP. I en xarxes de molt alta velocitat i d'alta qualitat (de poques pèrdues de dades) com les xarxes òptiques, s'està tornant cap enrere utilitzant TCP com a protocol de tot el sistema per a assegurar la màxima qualitat de reproducció del material transmès.

Exemple: Adobe Flash Media Server (2005)

Adobe fa un pas més i planteja una solució més robusta i consistent per a distribuir àudio i vídeo que utilitzar descàrrega progressiva en un servidor web tradicional: ofereix un servidor dedicat (Adobe Flash Media Server) que gestiona de manera intel·ligent la capacitat de connexió de cada client i optimitza l'ús dels seus recursos (reproducció en temps real). El vídeo comença abans que amb la descàrrega progressiva, consumeix menys recursos del servidor i del client, i facilita el seguiment d'incidències i la facturació del servei.

No aposta per RTSP, sinó per un protocol de reproducció en temps real propietari RTMP o, des de la versió 10.1 de Flash Player, per *HTTP streaming*. En aquest últim cas, lligat a l'ús del contenidor FLV amb códec MPEG-4.

4) Quarta tècnica: P2P

Aquesta nova línia en ple desenvolupament trenca amb el model client-servidor utilitzat fins ara i aposta per un model descentralitzat basat en les xarxes **d'igual a igual** (***peer-to-peer***, P2P), en les quals cada client pot ser consumidor i, alhora, publica i distribueix. Es basa en algun dels protocols de reproducció en temps real que hem explicat.

Un exemple il·lustratiu: Adobe Flash Player 10 (2010)

Des d'aquesta versió es capacita els clients Flash Player a compartir àudio, vídeo i dades a través d'una connexió directa a altres clients sense passar per un servidor. Utilitza un protocol propietari d'Adobe, RTMFP, basat en UDF.

1.2. Els contenidors de vídeo per a la reproducció en temps real

No tots els formats contenidors són compatibles amb la reproducció en temps real, tal com hem vist en el mòdul 2. Per exemple, l'antic format **AVI 1.0** (que posteriorment es va modificar per a acceptar reproducció en temps re-

al) s'estructura en blocs de dades numerades denominades *chuncks*, posseeix una única capçalera a l'inici de l'arxiu en què indica les característiques del contingut: durada total del vídeo, màxima velocitat de transferència per a la descàrrega progressiva, nombre de fluxos d'àudio, vídeo i dades (subtítols) que conté, espai recomanat a reservar en la memòria intermèdia del receptor per a emmagatzemar *chuncks*, amplada i alçària del vídeo en píxels, freqüència de quadre, profunditat de color, códec de vídeo utilitzat, códec d'àudio utilitzat, etc.

En principi sembla tenir tota la informació necessària per a ser reproduït, però només des del principi. No és possible reproduir a partir de cert punt si no s'ha descarregat prèviament el fitxer fins, almenys, aquest punt. És, doncs, vàlid per a descàrrega progressiva però no per a reproducció en temps real; un contenidor de vídeo compatible amb reproducció en temps real ha de possibilitar la reproducció des de qualsevol punt del fitxer, en particular:

- Ha de tenir una capçalera que indiqui les característiques principals del contingut d'àudio i vídeo per a notificar al servidor de reproducció en temps real quins recursos de xarxa haurà de reservar per a transmetre'l en condicions òptimes.

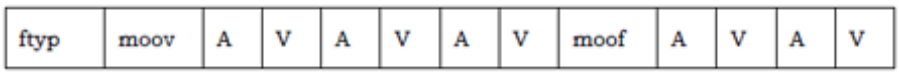
- S'ha d'estructurar en blocs independents d'àudio i vídeo denominats comunament *àtoms*[1], cadascun amb una capçalera que caracteritzi i posseeixi marques de sincronia per a identificar-lo dins del conjunt del fitxer i possibilitar l'accés directe a aquest punt.

(1) *Àtom* i *chunck* són el mateix concepte.

- Cada àtom ha de tenir la informació audiovisual suficient per a poder iniciar la reproducció en aquest punt, és a dir, ha d'abastar un segment sincronitzat de cada flux[2] (àudio, vídeo i dades).

(2) Usualment un àtom són diversos segons d'àudio o vídeo.

Figura 4. Estructura de qualsevol fitxer de vídeo preparat per a reproducció en temps real



Una capçalera amb informació general i una sèrie d'àtoms amb contingut fragmentat d'àudio i vídeo. Si el fitxer és molt gran, és habitual afegir algun àtom intermedi.

La ubicació dels fluxos en cada àtom ha de ser multiplexada, és a dir, a l'interior s'han de combinar alternativament i de manera intel·ligent les dades de tots els fluxos. Si s'emmagatzemés primer el flux de vídeo, després el d'àudio i finalment el de dades, fins a la lectura completa del bloc de vídeo, no es podria començar a reproduir el vídeo juntament amb l'àudio.

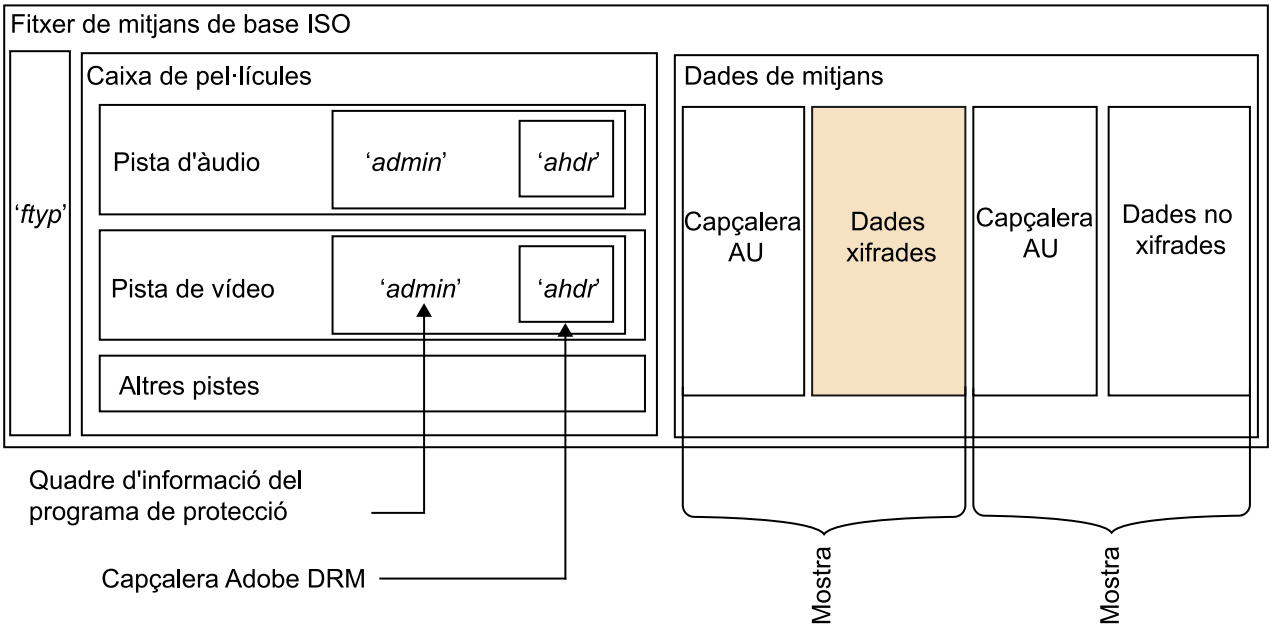
Un exemple: Flash Video i el format base ISO

El contenidor Flash Video és l'estàndard de reproducció en temps real més estès actualment, i seleccionat com el de referència per a empreses que ofereixen aquest servei com YouTube, BBC Online, Hulu, Yahoo Video, etc. Aquest contenidor s'emmagatzema com a fitxer de vídeo en els formats FLV i el millorat F4V (2010) i pot ser integrat dins d'un fitxer SWF.

L'F4V, igual que altres contenidors com MP4, 3GPP, etc., s'inspira en una idea més universal, l'especificació MPEG-4 Part 12, denominada comunament com a *base ISO*, un model global consensuat i ben especificat amb el suport universal de l'organització ISO, la qual el va dissenyar a partir del contenidor QuickTime per a facilitar l'edició, la presentació, la gestió i l'intercanvi del material per qualsevol mitjà, independentment del protocol utilitzat.

Centrant-nos en el cas F4V, l'estructura és bàsicament ISO, afegint les seves pròpies interpretacions:

Figura 5. Estructura de Flash F4V



Es pot veure que és modular, descomponible en objectes molt senzills cadascun amb una missió específica[3]. Cada objecte es denomina *caixa* (*box*) i no hi ha res que no formi part d'alguna caixa, i cada caixa pot contenir altres subcaixes. Sens dubte, la idea general d'àtom que hem comentat unes pàgines enrere coincideix plenament amb l'ús de la caixa com a element bàsic d'aquest contenidor.

(3) És, en l'argot, un format orientat a objecte.

1) Caixa *ftyp*

En primer lloc, hi ha una **caixa tipus de fitxer** (*ftyp*) amb un valor de 3 o 4 caràcters que informa el programa reproductor del tipus de material que conté.

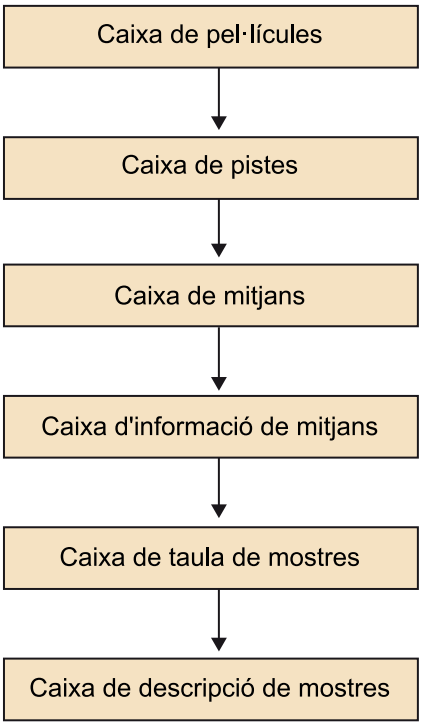
Webs recomanats

En podeu trobar una llista a http://www.mp4ra.org/filetype.html. S'hi pot veure clarament que no apareix cap *ftyp* que indiqui Flash Video; Adobe es va acollir a l'ISO base però de manera unilateral, sense registrar-se. Per tenir una llista de tots els *ftyp* (registrats o no), heu d'accedir a http://www.ftyps.com: f4v apareix com el de Flash Video.

2) Caixa de pel·lícules *moov*

La caixa *moov* és la capçalera única del fitxer *f4v*, pot contenir altres caixes que defineixen en conjunt l'estructura de les dades (una caixa de pistes per al vídeo, una altra caixa de pistes per a àudio, una altra caixa de mitjans, etc., vegeu gràfic adjunt), i és present en tots els contenidors que s'acullen a l'ISO base. Inclou un índex de marcs o *frames*, consell de pistes o *track hint*, útil tant en *streaming* com en descàrrega progressiva.

Esquema



3) Caixa de mitjans *mdat*

A continuació, i de manera multiplexada o paral·lela, les pistes de vídeo i d'àudio dins de la gran caixa *mdat*. Cadascuna de les pistes se subdivideix en petits subblocs, cadascun marcat amb un codi de temps, i poden tenir o no contrasenya o un altre mecanisme de protecció. Tota una picada d'ullet al seu ús en aplicacions de valor afegit.

Qualsevol punt del vídeo i àudio no és accessible de manera instantània: en voler reproduir des d'un punt específic, el qual se situa sempre dins d'un subbloc, és imprescindible llegir-ne la capçalera per tal de confirmar els drets d'accés al material i desplaçar-se dins del subbloc fins a accedir al punt exacte desitjat. Això comporta sempre cert temps d'anàlisi fins a poder reproduir el material audiovisual. Sens dubte, com més petits són els subblocs, menor és el

temps d'accés, però més gran és la sobrecàrrega en bits que comporta el nombre creixent de capçaleres, per la qual cosa és necessari un compromís entre l'eficiència en l'accés i la grandària del fitxer.

Exercici: validació de fitxers FLV

Abans de penjar un fitxer FLV o F4V a la Xarxa, és recomanable aplicar-hi l'eina *flvcheck* (versió Windows o Linux), ja que en valida l'estructura de caixes. Està limitat a fitxers de menys de 4 GB i pensat per a FLV, però funciona amb la majoria de F4V.

Descàrrega de l'eina *flvcheck*

Descàrrega de l'eina *flvcheck*: http://www.adobe.com/products/flashmediaserver/tool_downloads/

S'executa en la línia d'ordres i la seva sintaxi és:

```
flvcheck -f "fichero_a_analizar.f4v" -v
```

El resultat és la validació del fitxer i, a més, un abocament dels valors de cada caixa *ftyp* i *moov*.

Per exemple:

```
C:\Users\Alex>flvcheck -f "Flash10 P2P.f4v" -v

FLVCheck version 1.0 - Utility to validate flv and mp4 media files.
Copyright (C) 2008 Adobe Systems Incorporated. All rights reserved.
www.adobe.com

File: Flash10 P2P.f4v

ftyp/ 28
moov/ 648485
moov/mvhd/ 108
moov/trak/ 373763
moov/trak/tkhd/ 92
moov/trak/mdia/ 373663
moov/trak/mdia/mdhd/ 32
moov/trak/mdia/hdlr/ 44
moov/trak/mdia/minf/ 373579
moov/trak/mdia/minf/vmhd/ 20
moov/trak/mdia/minf/dinf/ 36
moov/trak/mdia/minf/stbl/ 373515
moov/trak/mdia/minf/stbl/stsd/ 171
moov/trak/mdia/minf/stbl/stsd/avc1/ 155
moov/trak/mdia/minf/stbl/stsd/avc1/avcC/ 69
moov/trak/mdia/minf/stbl/stts/ 117560
moov/trak/mdia/minf/stbl/stsc/ 12372
moov/trak/mdia/minf/stbl/stsz/ 58796
moov/trak/mdia/minf/stbl/co64/ 8256
moov/trak/mdia/minf/stbl/ctts/ 117560
moov/trak/mdia/minf/stbl/stss/ 58792
moov/trak/ 274183
moov/trak/tkhd/ 92
moov/trak/mdia/ 274083
moov/trak/mdia/mdhd/ 32
moov/trak/mdia/hdlr/ 68
moov/trak/mdia/minf/ 273975
moov/trak/mdia/minf/smhd/ 16
moov/trak/mdia/minf/dinf/ 36
moov/trak/mdia/minf/stbl/ 273915
moov/trak/mdia/minf/stbl/stsd/ 103
moov/trak/mdia/minf/stbl/stsd/mp4a/ 87
moov/trak/mdia/minf/stbl/stsd/mp4a/esds/ 51
moov/trak/mdia/minf/stbl/stts/ 32
moov/trak/mdia/minf/stbl/stsc/ 12372
moov/trak/mdia/minf/stbl/stsz/ 253144
moov/trak/mdia/minf/stbl/co64/ 8256
moov/trak/ 423
```

```
moov/trak/tkhd/ 92
moov/trak/mdia/ 323
moov/trak/mdia/mdhd/ 32
moov/trak/mdia/hdlr/ 55
moov/trak/mdia/minf/ 228
moov/trak/mdia/minf/nmhd/ 12
moov/trak/mdia/minf/dinf/ 36
moov/trak/mdia/minf/stbl/ 172
moov/trak/mdia/minf/stbl/stsd/ 32
moov/trak/mdia/minf/stbl/stsd/amf0/ 16
moov/trak/mdia/minf/stbl/stts/ 32
moov/trak/mdia/minf/stbl/stsc/ 36
moov/trak/mdia/minf/stbl/stsz/ 32
moov/trak/mdia/minf/stbl/co64/ 32
uuid/ 56013
mdat/ 48922658

11-07-17 20:19:04 Flash10 P2P.f4v passed
```

Si l'anàlisi retorna un error, aquesta eina només el pot corregir si és un fitxer FLV i l'error és en la metadada (si és en l'estructura poca cosa pot fer). En aquest cas s'aplica:

```
flvcheck -m "fichero_corrupto.flv" -v
```

Llista de missatges d'error i avisos generats per *flvcheck*

Llista de missatges d'error i avisos generats per *flvcheck*: http://help.adobe.com/en_US/FlashMediaServer/3.5_AdminGuide/W5b3ccc516d4fbf351i63i3d119f29261b7-7ffc.html

Exercici: validació de fitxer F4V

Hi ha una eina específica d'aplicació a fitxers F4V que detecta errors i corregeix problemes d'estructura: Adobe F4V PostProcessor.

Descàrrega de l'eina *f4vpp*

http://www.adobe.com/products/flashmediaserver/tool_downloads/

Entre les seves opcions ens centrem en la no documentada –c, que en corregeix l'estructura:

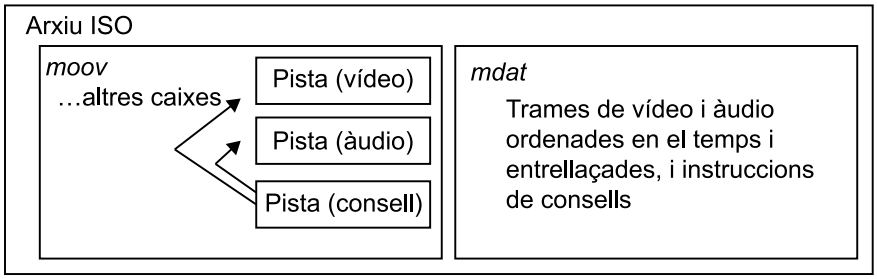
```
f4vpp -c "fichero.f4v"
```

En la documentació associada de l'eina s'indiquen els diferents missatges d'error que pot generar en la detecció de problemes.

Un altre exemple: 3GPP2 (2007)

A escala informativa, el format 3GPP2 (els fitxers del qual tenen l'extensió .3g2) també es basa en el contenidor base ISO, i la seva estructura és representable de la manera següent:

Figura 6. Estructura de 3GPP2



Bàsicament similar a la de Flash Video en tenir un origen comú.

1.3. Solucions comercials de reproducció en temps real

La majoria de solucions comercials de reproducció en temps real són plataformes propietàries o basades en programari de tercers, també propietari. En general, els nivells de servei que ofereixen són similars, i tendeixen a mantenir al client captiu fent-lo dependre d'un format contenidor en particular, suportat per la plataforma de reproducció en temps real.

No obstant això, com que és un mercat en expansió i apareixen amb força **proveïdors virtuals de solucions de reproducció en temps real**, s'estan redefinint per a ser més oberts, escalables i amb un cost de llicències decreixent.

Vegeu també

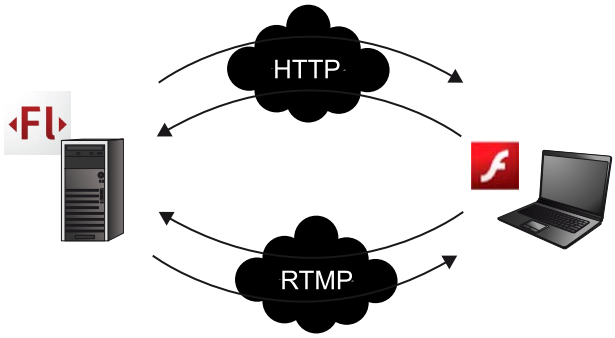
Dedicarem en exclusiva la segona part del mòdul als proveïdors virtuals de solucions de reproducció en temps real.

1) Adobe Flash Media Server i Adobe Flash Media Live Encoder

Programari que té versió per a Windows i Linux, possibilita publicar vídeo a la carta o vídeo en temps real a usuaris amb Adobe Flash Player, incloent-hi dispositius mòbils com iPad, iPhone, iPod[4] i Android. Sempre emet informació mitjançant fitxers Flash SWF, i si s'activa el seu servidor web propi (Apache) pot proveir també les pàgines web que incloguin el material.

(4)El suport a dispositius d'Apple a partir de la versió 4.5 d'Adobe Flash Media Server es va anunciar en la fira IBC 2011.

Figura 7. Comunicació entre Flash Media Server i el client

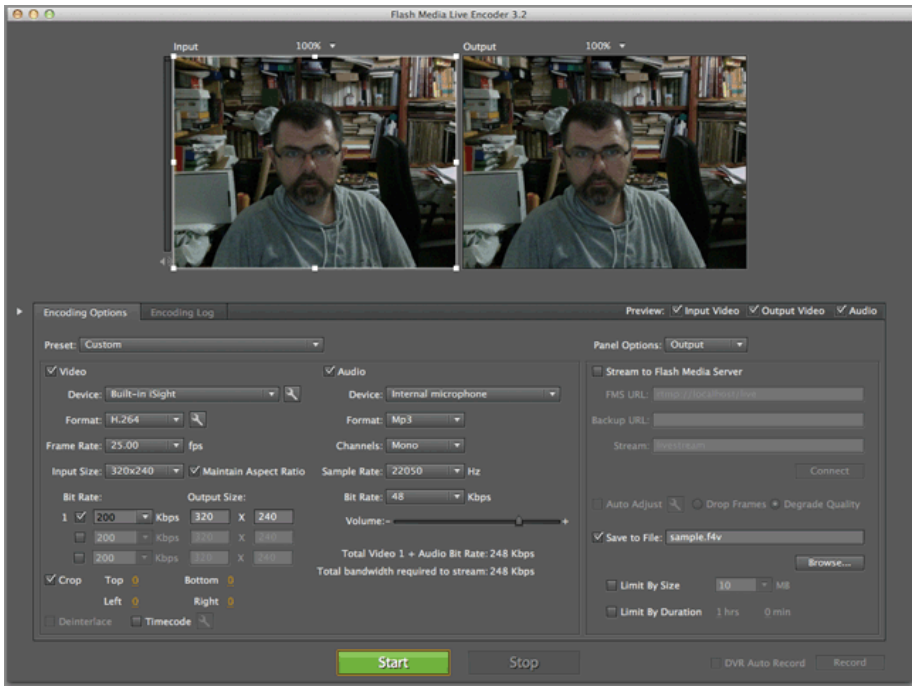


Treballa amb el protocol RTMP, però si s'instal·la el servidor web Apache juntament amb aquest, pot oferir continguts per HTTP clàssic (aquí és on entra la nova compatibilitat amb els dispositius iOS d'Apple, que utilitzen el protocol d'Apple HTTP Live Streaming).

Si treballa en una xarxa local tancada, pot fer multidestinació o *multicast* mitjançant RTMFP.

En el cas que es vulgui transmetre vídeo en temps real, es necessita d'un programari addicional, Adobe Flash Media Live Encoder (per a Windows o Mac), que gestiona el senyal de vídeo de la targeta capturadora i la codifica en H.264 o VP6, enviant el flux de dades o reproducció en temps real al Flash Media Server o, senzillament, creant un fitxer F4V.

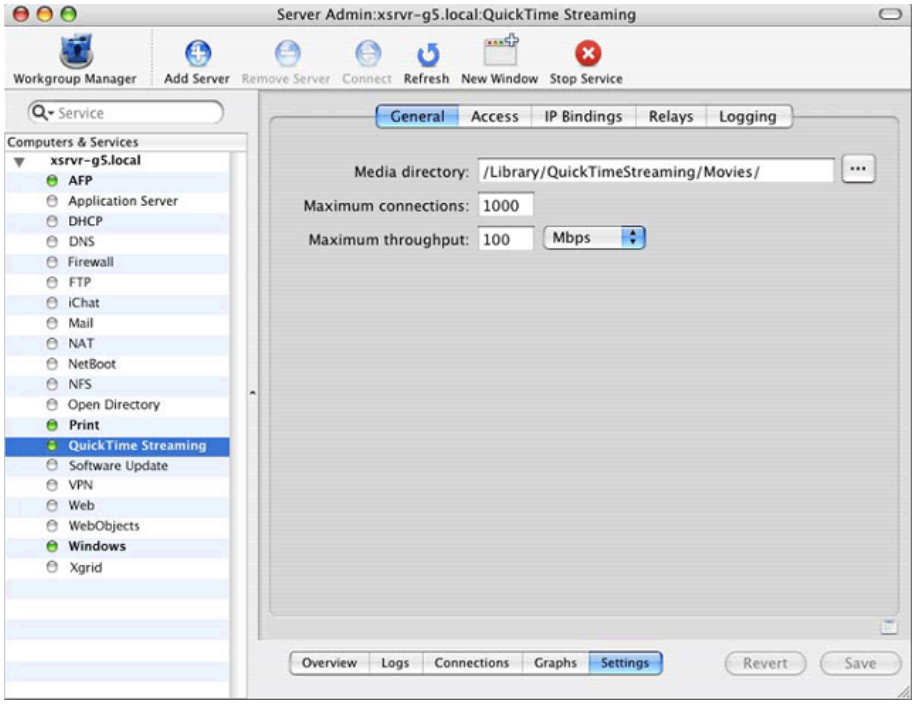
Figura 8. Pantalla de treball de Flash Media Live Encoder



2) QuickTime Streaming Server (QTSS)

És un servei integrat (*daemon*) en el sistema operatiu del servidor Mac US X, capaç de subministrar servei de reproducció en temps real en H.264 o 3GPP tant de vídeo en viu com de fitxers de vídeo.

Figura 9. Pantalla de configuració de QTSS



El seu funcionament és senzill: es defineix una carpeta (usualment */Library/QuickTimeStreaming/Movies/*) en la qual s'allotgen els vídeos que es volen publicar, el nombre màxim de connexions simultànies que es volen acceptar

i l'amplada de banda de sortida (*throughput*) màxima que donarà servei. Es recomana que aquest valor no superi el 75% de l'amplada de banda de pujada de la connexió del servidor a Internet (o a la xarxa local en la qual es trobin els clients si és que dóna servei intern a, per exemple, una empresa).

També pot gestionar ***relay streams***, és a dir, acceptar fluxos de dades o *streams* d'un altre servidor i reenviar-los a un tercer o a diversos. Això ocorre en el cas de voler transmetre vídeo en temps real, atès que necessita sempre un altre servei, QuickTime Broadcaster (inclòs també en el sistema operatiu), instal·lat en el mateix servidor o en un altre, que s'encarrega de codificar en temps real la font d'àudio i vídeo que es vol transmetre.

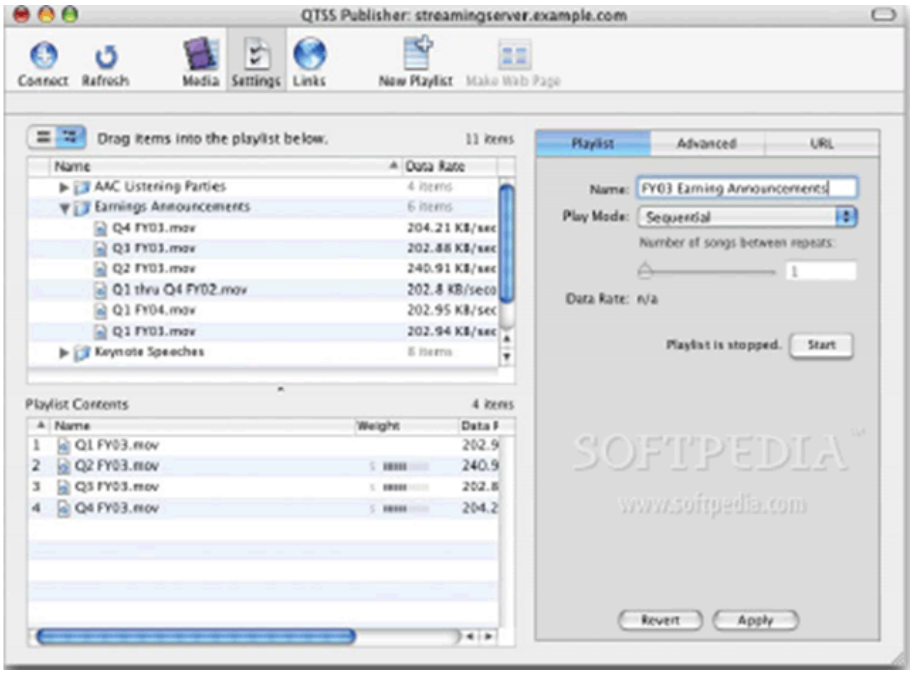
Per defecte, treballa amb el port 80 i amb els protocols RTSP sobre TCP i RTP sobre UDP. Si es treballa en una xarxa local, pot fer multidifusió.

Té gestió d'usuaris per a limitar l'accés als continguts que es volen distribuir. L'accés al contingut és tan senzill com indicar en el navegador:

```
rtsp://servidor/carpeta/subcarpeta/fichero
```

La gestió de continguts pot ser tan senzilla com emmagatzemar els fitxers en la carpeta seleccionada, però Apple ofereix una aplicació gratuïta, QTSS Publisher, que instal·lada en el mateix servidor o en un altre equip de la xarxa facilita la gestió.

Figura 10. Aplicació QTSS Publisher



Amb aquesta aplicació se simplifica la pujada dels fitxers al servidor, es preparen els fitxers per a reproducció en temps real o per a descàrrega progressiva, crea llistes de reproducció de fitxers d'àudio MP3, o de vídeo en MP4 o 3GP i fins i tot genera pàgines web bàsiques per oferir els continguts.

2. Plataformes de distribució de continguts

L'aparició del Web com un mitjà de comunicació present pertot arreu i amb el qual compartir contingut i serveis ha conduït a un ràpid creixement d'Internet. Al mateix temps, el nombre d'usuaris que accedeixen a continguts basats en el Web i als serveis en línia està creixent exponencialment. Aquest escenari ha portat a una gran demanda d'amplada de banda d'Internet i dels seus sistemes de gestió i emmagatzematge de continguts i d'aplicació, i l'explosió de l'accés a la Xarxa mitjançant dispositius mòbils no ha millorat el problema en absolut.

Els servidors web actuals, incloent-hi els servidors de reproducció en temps real explicats en l'apartat anterior, no poden oferir un servei de qualitat quan aconsegueixen connexions de milers d'usuaris concurrents. Com a resultat, molts llocs no són capaços de gestionar aquesta variada demanda i oferir els seus serveis de la manera oportuna. Cal canviar de plantejament.

Les **plataformes de distribució de continguts** (PDC) han sorgit com a mecanisme per a superar aquestes limitacions, oferint la infraestructura necessària i els mecanismes de presentació de continguts i serveis d'una manera escalable i millorar així l'experiència dels usuaris web.

L'ús d'aquestes plataformes es pot trobar en moltes comunitats, com ara institucions acadèmiques, mitjans de publicitat i companyies publicitàries centrades en Internet, centres de dades, proveïdors de serveis d'Internet (ISP), els venedors al detall de música en línia, els operadors mòbils, els fabricants d'electrònica de consum i d'altres.

Juntament amb el naixement, la proliferació i la consolidació del paisatge de PDC, estan entrant en escena noves formes de continguts i serveis d'Internet, mentre que la distribució i la gestió de continguts crea nous reptes tècnics que s'han de resoldre. De fons, es plantegen nous problemes en l'arquitectura, el disseny i l'aplicació de PDC que es tractaran al final del mòdul, centrant la nostra atenció en els conceptes bàsics, per a identificar la tecnologia subjacent, i el seu ús final en serveis de vídeo **en viu i a la carta**.

2.1. La necessitat d'una PDC

Plantegem alguns escenaris cada vegada més habituals:

Escenari A: es vol penjar un vídeo publicitari a la Xarxa perquè el visualitzin cada dia milers d'usuaris distribuïts per tot el planeta, assegurant l'amplada de banda a tots ell@s. I amb un pressupost limitat.

Escenari B: es vol crear una plataforma en línia internacional que doni servei simultani a més de 50.000 persones a tot el planeta, que sigui completament segura, ràpida i, fins i tot, econòmicament viable.

Escenari C: una televisió i una ràdio plantegen donar en directe per Internet la seva programació diària, però tenen un pressupost limitat per a adquirir i mantenir la gran infraestructura informàtica i de comunicació necessària per a donar aquest servei a milers d'usuaris simultanis de manera fiable.

Escenari D: una empresa internacional amb seus a diversos països vol compartir una sèrie de vídeos formatius i fer reunions amb videoconferència a través d'una xarxa que les intercomuniqui, sense necessitat de mantenir ni administrar una infraestructura de comunicacions complexa.

En les últimes dècades, els usuaris han estat testimonis del creixement i la maduresa d'Internet, que ha causat un augment del trànsit de xarxa enorme, impulsat per la ràpida implantació d'accessos de banda ampla en entorns domèstics i professionals, l'ús creixent de la Xarxa mitjançant dispositius mòbils i les xarxes 3G, l'augment de la complexitat dels sistemes i la riquesa audiovisual més gran dels continguts. L'evolució accelerada d'Internet genera nous reptes en la gestió i el lliurament de continguts als usuaris: per exemple, els serveis més populars d'Internet sovint pateixen congestió i es generen "colls d'ampolla" per la gran demanda que planteja en els seus serveis.

Aquest augment sobtat en el Web de les sol·licituds de continguts (com per exemple durant l'11-S als EUA, l'11-M a Espanya, etc.) és un fenomen denominat ***multitud de flaix*** (*flash crowds*[5]) o *efecte Slashdot*. Pot causar en minuts una gran càrrega de treball en un o diversos servidors web específics i, com a resultat, es pot crear un coll d'ampolla. Fer front a una demanda inesperada com aquesta causa una tensió significativa en el servidor web que, finalment, queda totalment aclaparat per l'augment sobtat de trànsit, i el lloc web que conté deixa d'estar disponible temporalment.

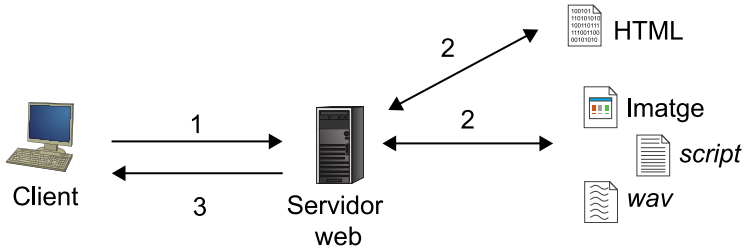
(5)De la novel·la de ciència ficció del mateix nom (Larry Niven, 1971).

2.2. Un cas il·lustratiu senzill

Habitualment, quan un navegador visita una pàgina d'un lloc web, fa una sèrie de peticions HTTP al servidor web que emmagatzema localment els fitxers de tot el lloc, tantes com elements posseeixi la pàgina web visitada en aquell moment (la pàgina HTML, les imatges que incorpora, el full d'estil associat, els *scripts* que inclogui la pàgina, fitxers d'àudio, de vídeo, etc.). Com que el navegador només pot gestionar la descàrrega simultània d'un nombre limitat d'elements en cada petició HTTP a un mateix domini (usualment només dos elements), ha de fer un llarg procés de peticions que redueix l'eficiència de la connexió.

Il·lustrem aquest mecanisme en un cas senzill d'un únic client contra un servidor web com a demanda d'una certa pàgina web.

Figura 1. Una connexió clàssica a un servidor web



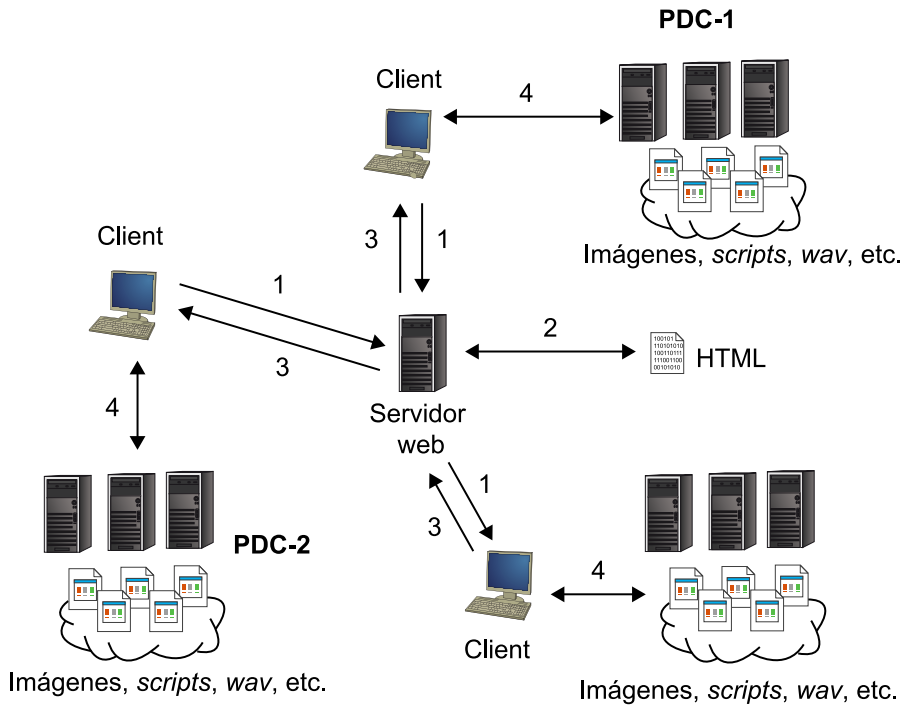
Inicialment **(1)** el navegador fa una petició HTTP al servidor web sobre aquesta pàgina específica. El servidor web **(2)** processa la petició i retorna un nombre limitat d'elements de la pàgina (generalment dos), per exemple el codi HTML i una de les imatges. Aquests són transmesos **(3)** al navegador, el qual comença la composició en pantalla. Per rebre a continuació dos elements més, com per exemple un *script* i *wav*, s'ha de repetir tot el procés (1) (2) (3).

Tal com es pot deduir, aquest mecanisme està compromès en situacions d'alta congestió, ja que el nombre de peticions pot superar la capacitat de gestió del servidor web. Aquest handicap s'intenta minimitzar amb diverses tècniques en el costat del servidor (afegint una memòria cau[6] o *caché*, servidors en paral·lel, etc.) i reduir la latència de les peticions. La majoria de les vegades és suficient, però si es vol un augment superior s'ha d'utilitzar un mecanisme de servei que es basi en una plataforma de distribució de contingut (PDC).

(6)Una memòria cau és simplement una memòria ràpida que emmagatzema una còpia de cada element que qualsevol client demana per primera vegada. La petició següent que fa qualsevol altre client es llegeix d'aquesta memòria ràpida en comptes de fer-ho des del disc.

La PDC no és més que una col·lecció col·laborativa d'elements de xarxa distribuïda per Internet, on el contingut es replica en diversos **servidors web mirall** amb la finalitat de fer el lliurament dels continguts als usuaris finals de manera transparent i eficaç. Les PDC s'han dissenyat per a superar les limitacions inherents d'Internet, possibilitant que l'usuari percebi una bona qualitat de servei (QoS) en tenir accés al contingut web en situacions tan congestionades. Així, proporcionen serveis que milloren el rendiment de la Xarxa, maximitzant l'amplada de banda, millorant l'accessibilitat, el manteniment i els canvis del contingut mitjançant un mecanisme de **replicació de contingut**.

Figura 12. Tres clients sobre un web basat en PDC

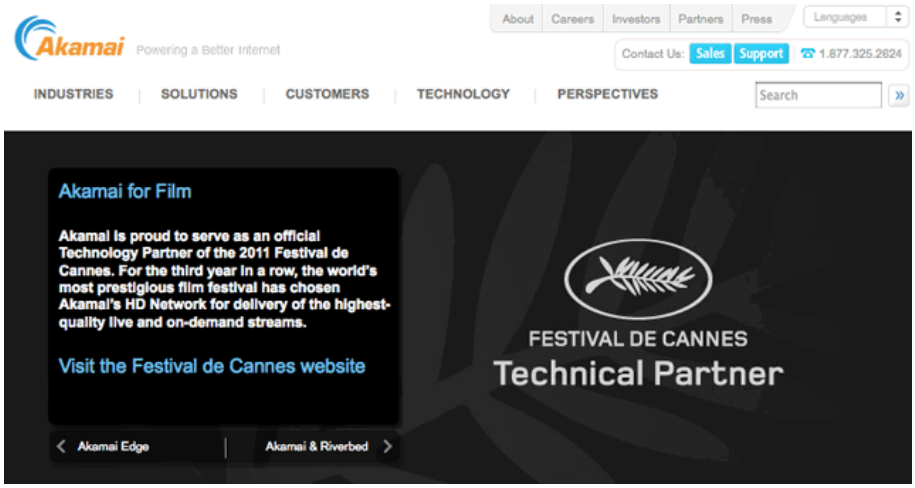


Seguint amb el nostre exemple, el contingut HTML es manté en el servidor web original (lamentablement el codi HTML no es pot "encauar") però la resta del contingut es duplica en diversos servidors mirall situats al voltant del món com si fossin una memòria cau massiva. En algunes referències són denominats ***el núvol*** (*the cloud*).

Una vegada cada client llegeix **(3)** la pàgina HTML recollida **(2)** com a resposta a la petició **(1)**, a la pàgina HTML s'indiquen les adreces genèriques d'ubicació dels elements, i mitjançant un mecanisme d'adreçament al PDC més proper al client es fan la resta de peticions **(4)**. A més, com que cada PDC són diversos servidors, el navegador pot fer diverses peticions en paral·lel sobre diferents servidors de cada PDC.

Sens dubte, s'accelera moltíssim la lectura de la pàgina web, fins i tot en condicions d'alta càrrega, de manera totalment transparent al client, però traslladant la major part del problema als mecanismes de sincronització i redireccionament interns de la PDC.

Figura 13. Akamai és actualment la PDC més extensa del planeta, i ofereix els seus serveis de manera transparent a les empreses més importants



A partir de l'exemple podem enumerar les funcions típiques d'una PDC:

- **Redireccionament de les sol·licituds i servei de prestació de continguts**, és a dir, redirigeix una sol·licitud de contingut al servidor de la PDC més proper al sol·licitant que tingui una còpia d'aquest contingut (servidor cau) utilitzant els mecanismes adequats per a evitar la congestió, i així solucionar situacions de sobrecàrrega.

- **Externalització dels continguts i dels serveis de distribució**, per a replicar o fer cau (còpia) del contingut des del servidor d'origen fins als servidors web distribuïts de la PDC.

Sobre la base d'això, la PDC necessita dos serveis addicionals igualment importants per a la seva supervivència:

- **Serveis de negociació del contingut**, per a satisfer les necessitats específiques de cada usuari o grup d'usuaris (accés de pagament, restriccions horàries de l'accés, restriccions per la ubicació geogràfica de l'usuari, etc.).

- **Serveis de gestió**, per a administrar els components de xarxa, per a portar la comptabilitat, i vigilar i informar sobre l'ús del contingut.

Els àmbits d'aplicació de la PDC són principalment els serveis públics de xarxes de contingut i les xarxes empresarials de grandària mitjana i gran. Com que PDC és un mercat pròsper en aquests moments, s'ha convertit en un camp d'investigació en el qual s'introdueixen constantment nous avenços, solucions i serveis, a un preu en caiguda constant.

L'àmbit d'aplicació de les PDC s'estén a tot un ventall d'aplicacions, com es pot veure en el quadre següent. En aquest curs es tracta la distribució de vídeo a la carta i vídeo en viu, com a exemple d'aplicació.

	En temps real	No temps real
Multimèdia	• Vídeo en viu • Videoconferència • Internet àudio en viu • Intercoms (*hoot & holler*)	• Replicació de vídeos entre servidors web • Distribució de continguts
Només dades	• Dades de la borsa • *News feeds* • Compartició de documents entre diversos usuaris en paral·lel (*whiteboarding*) • Jocs interactius	• Distribució d'informació de servidor a servidor i servidor a client • Replicació de bases de dades • Distribució de programari

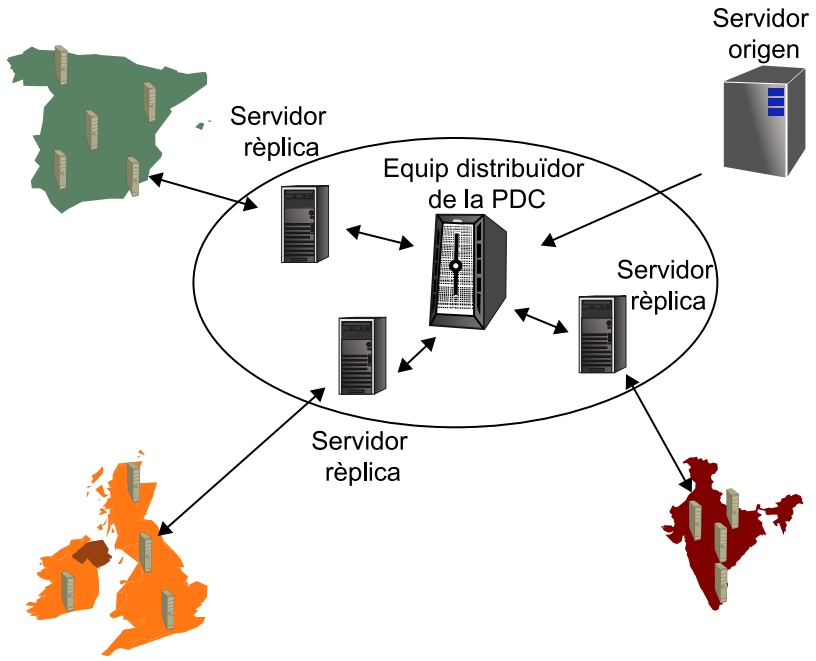
Font: Cisco Systems

Centrem aquest mòdul en la informació bàsica necessària per a comprendre aquestes plataformes, ja que per conèixer-ne l'"estat de l'art" (és a dir, el més nou) haurem de consultar la Xarxa.

2.3. Estructura típica d'una PDC

La figura següent mostra el model bàsic de la PDC en què els servidors web, replicats al llarg del planeta, se situen a les xarxes a les quals pertanyen els usuaris que s'hi connecten habitualment.

Figura 14. Estructura de PDC



La PDC distribueix el contingut a un conjunt de servidors web escampats pel món, intentant lliurar-lo als usuaris finals d'una manera eficaç i segura. El contingut es replica quan els usuaris sol·liciten aquest contingut o abans d'aquesta sol·licitud, mitjançant un mecanisme programat que distribueix el contingut nou al llarg de tots els servidors web distribuïts.

Cada usuari accedeix de manera transparent i involuntària al contingut del servidor web rèplica més proper. Així, l'usuari acaba, sense saber-ho, comunicant amb un servidor proper pertanyent a la PDC i accedint als arxius d'aquest servidor.

1) Terminologies

En el context de la PDC, la **distribució de continguts** es refereix a donar servei a una petició de l'usuari final sobre cert contingut específic (un vídeo, una aplicació en línia, una compravenda de producte en una plataforma en línia mundial, un flux de dades d'àudio o vídeo, etc.).

Contingut es refereix a qualsevol recurs en format digital que es compongui de dues parts fonamentals: les **dades** i les **metadades**.

Per ***dades*** s'entén qualsevol informació estàtica (p. ex. documents, imatges), dinàmica (p. ex. un blog, un web) o contínua (p. ex. un flux de dades d'àudio i vídeo), per la qual cosa el seu origen pot ser pregravat o originari de fonts vives, i la seva existència pot ser perible o perenne dins del sistema.

Per ***metadades*** s'entén una descripció del contingut que en facilita la identificació, la recerca, fins i tot la gestió si és multimèdia, i sobretot en fa més senzilla la interpretació. Aquestes metadades poden estar incorporades dins de les pròpies dades o ser una informació separada, lligada d'alguna manera a les dades corresponents.

Nota

Per als qui vulguin aprofundir en el model de xarxa TCP/IP, la PDC pot ser vista com una capa més, que ofereix serveis sobre protocols finals com HTTP, RTP i altres que hem tractat en el mòdul 2.

Respecte al sistema PDC en si mateix, es compon de tres elements:

- El **proveïdor de continguts**, que assigna un URL als objectes web que s'han de distribuir; és el propietari del servidor origen on s'emmagatzemen els originals d'aquests objectes web. Qualsevol empresa és client d'un proveïdor de continguts, que n'emmagatzema el contingut en línia.

- El **proveïdor de la PDC**, la companyia que proveeix de la infraestructura tècnica els diferents proveïdors locals o nacionals de continguts del planeta perquè puguin distribuir continguts d'una manera escalable i a escala nacional o planetària. Per exemple a escala mundial hi ha Akamai, Edgecast, Advection.net, etc.

- El **client final**, que accedeix al contingut a través del seu proveïdor local de contingut.

Per a replicar els continguts en els seus servidors, el proveïdor de la PDC utilitza *caching* de dades (copia les dades quan són demanades per un usuari) o en replica de manera programada els servidors situats en diferents localitzacions geogràfiques. Aquests servidors rèplica denominen ***subordinats o de frontera***, i el conjunt de servidors subordinats d'una PDC és el **clúster web**, el seu nucli.

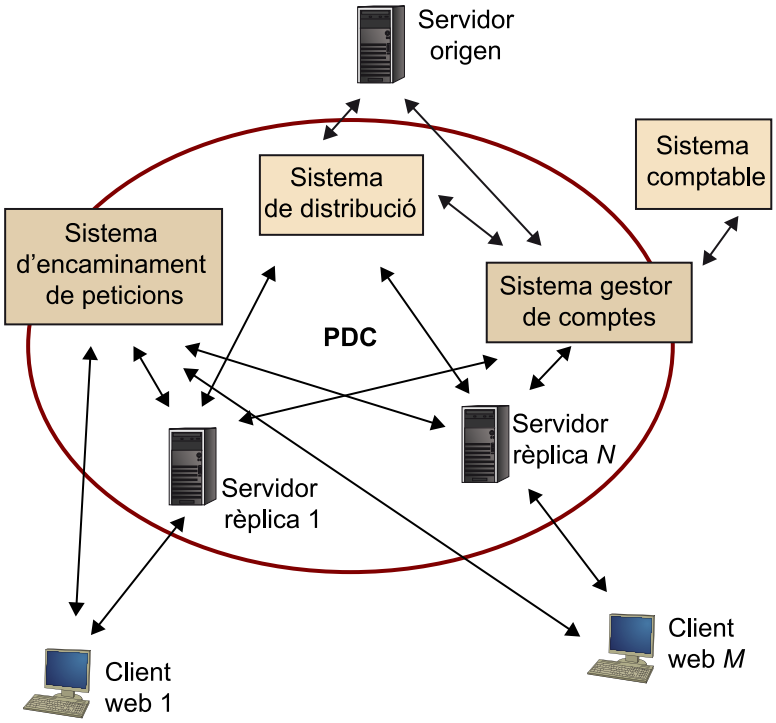
Els servidors subordinats comparteixen contingut i l'adreça URL. Les peticions dels clients són redirigides cap al servidor subordinat més proper i aquest li subministra els continguts demanats, sense que l'usuari faci cap operació addicional: és un mecanisme transparent. Igualment, si el subministrament de la informació té algun cost associat, el servidor subordinat envia la informació necessària al sistema de comptabilitat de la PDC i informa de l'usuari que l'ha demanat i el trànsit de dades cursat.

Sens dubte, la idea de proximitat a l'hora de seleccionar quin servidor subordinat ha de donar servei a cert usuari no està marcada exclusivament per la distància física, sinó que es valoren diferents paràmetres (qualitat de connexió fins a l'usuari, capacitat del proveïdor de continguts del client, preu per bit segons el camí, etc.) per a prendre una decisió a l'instant.

2) Components de la PDC

L'arquitectura bàsica de la PDC s'il·lustra en l'esquema següent, en què se n'indiquen els quatre components principals:

Figura 15. Components de la PDC



- El component de **lliurament de contingut**, que senzillament és el servidor origen i un conjunt de *N* servidors rèplica que lliuren les còpies del contingut als usuaris finals.

- El component de **distribució**, que s'encarrega de copiar el contingut del servidor original en els servidors rèplica de la PDC i assegura la consistència entre ells.

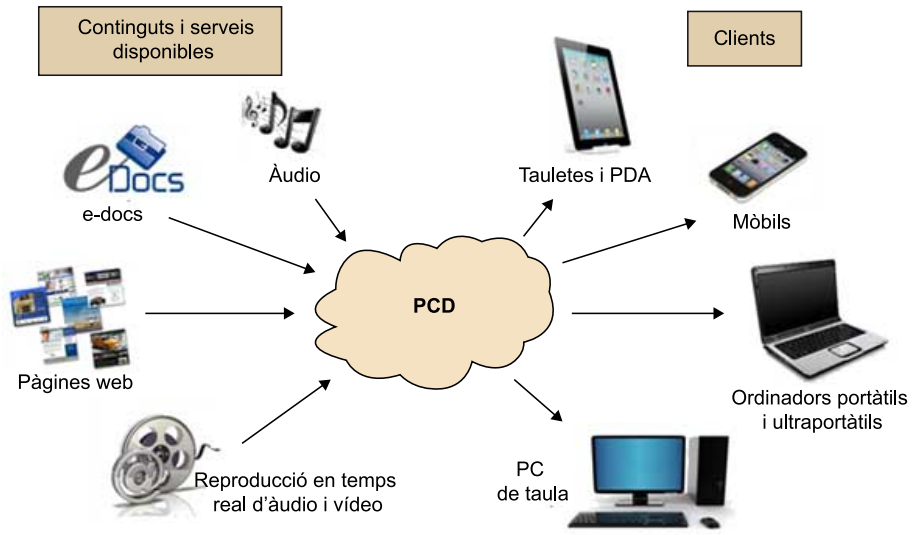
- El component d'**encaminament de la petició**, el responsable que, d'una banda, dirigeix els usuaris que han demanat el contingut als servidors rèplica adequats i, d'una altra, n'informa el component de distribució perquè tingui informació actualitzada de la consistència entre els servidors rèplica.

- El component **gestor de comptes**, que audita els accessos dels clients i l'ús que fan dels servidors de la PDC. Aquesta informació és important per a facturar els serveis als proveïdors de continguts o a tercers i també per a tenir informes de trànsit de dades del sistema.

La tasca fonamental de la PDC és construir la seva infraestructura de xarxa pròpia per a donar els serveis d'emmagatzematge i gestió de continguts de tercers, la seva distribució en els servidors rèplica, gestió de les còpies, gestió dels continguts estàtics (pàgines HTML estàtiques, imatges, documents, programari, actualitzacions, etc.), dinàmics (serveis de directori, serveis de comerç electrònic, serveis de transferència de fitxers, etc.) i de reproducció en temps real (Internet TV, IPTV, *audio streaming*), gestió de solucions de còpia de seguretat o *backup* i recuperació en cas de desastres, i monitoratge del rendiment i d'incidències.

Els seus clients, els proveïdors de continguts, contracten la PDC per a aprofitar aquesta infraestructura i els serveis comentats, i així tenen el contingut emmagatzemat en els servidors replicats. Aquests clients van des de grans empreses, proveïdors de serveis web, empreses de publicitat i de multimèdia en general, empreses de difusió o *broadcast* que amplien els seus serveis a Internet, etc., i fins i tot proveïdors virtuals d'Internet, plataformes de música en línia, operadors de telefonia mòbil, fabricants d'electrònica de consum, etc. La suma d'aquests tipus de clients possibilita el manteniment i l'actualització de la vasta xarxa pròpia de la PDC distribuïda al llarg de diversos països, o fins i tot de diversos continents.

Figura 16. Serveis i continguts freqüents proporcionats per una PDC



Els usuaris finals, aliens a l'existència de la PDC entre ells i el contingut del proveïdor, hi interactuen especificant el contingut que volen descarregar, visualitzar o escoltar dels proveïdors de continguts, ja sigui des del seu telèfon intel·ligent o *smartphone*, tauleta, mòbil, portàtil o ordinador.

La PDC cobra als seus clients, els proveïdors de continguts, d'acord amb el volum de dades lliurat (trànsit) des dels servidors rèplica als usuaris finals. Com ja s'ha comentat, la PDC té mecanismes per a obtenir aquesta informació gairebé en temps real i, fins i tot, detectar incidències en el servei o col·lapses interns. El cost d'aquest servei segueix essent elevat per a petites i mitjanes empreses, i també per a organitzacions sense ànim de lucre, encara que és obvi que anirà disminuint al llarg dels propers anys, encara que molt lentament a causa de les raons següents:

- És habitual una tarifa bàsica mensual mínima d'ús d'amplada de banda (en megabits per segon) de cost elevat. Amb els anys, aquest recurs seguirà creixent, per la qual cosa tret que es canviï el mecanisme de tarifació es penalitzarà els petits proveïdors de contingut que vulguin utilitzar la PDC.

- Si hi ha una variació de la distribució de trànsit acordada (és a dir, apareixen pics de trànsit no esperats en l'accés a un contingut), el proveïdor ha d'abonar el cost addicional que comporta l'ús puntual de recursos extres de la PDC.

- Si una part de la tarifació es fa sobre el volum de dades (gigabytes) que s'han d'emmagatzemar (que implica un esforç de la PDC en la replicació), aquest terme tendeix a créixer com més es recolza el proveïdor en la PDC, encara que l'augment no sigui lineal.

- Si es vol una PDC que arribi més enllà de les zones geogràfiques rendibles (és a dir, les urbs del primer món), el cost de l'augment de la infraestructura de la PDC en aquestes zones repercuteix en el proveïdor de continguts.

- Si s'exigeix a la PDC seguretat en les dades i confidencialitat dels continguts, el cost és superior (per exemple, una empresa global que basi la seva xarxa interna multimèdia en una PDC per a distribuir-la per totes les seus que té al planeta).

3) Cost d'un servei PDC

El cost de contractació d'un servei de PDC es divideix en dos conceptes:

- D'una banda, el **volum de dades** que s'han d'emmagatzemar en la PDC per a ser replicats. Així, un cost de 10 $/mes per cada gigabyte de dades emmagatzemat seria un valor habitual.

- D'una altra, el **volum de trànsit** que genera la descàrrega als clients d'aquestes dades és un segon concepte que s'ha d'afegir a l'anterior. Un cost de 2 o 3 $/mes per cada gigabyte de trànsit seria una referència.

No obstant això, la demanda és la que defineix el preu. Per a clients d'una mida determinada, és possible negociar preus a la baixa, sobretot en temps de crisi: preus d'alguns centaus de dòlar per gigabyte emmagatzemat o de trànsit són possibles.

Exemple

Hi ha algunes PDC de baix cost com la subministrada per l'empresa Value (http://www.valuecdn.com) i l'empresa MediaMotion (http://www.mediamotiononline.com). Accediu als seus webs i compareu els preus actuals que tenen. Usualment indiquen el volum de dades que es poden emmagatzemar i el volum de transferència d'aquestes dades en un mes.

2.4. L'origen de les PDC

Un proveïdor de continguts té sentiments contraposats a l'hora de pensar en la Xarxa. D'una banda, és un mitjà per a fer arribar contingut als usuaris finals de manera directa, però d'una altra, qualsevol retard o dificultat en aquest accés al contingut posa en un compromís la imatge del proveïdor.

Atès que els serveis per Internet han donat fins al moment beneficis econòmics a curt i mitjà termini a les empreses que s'han expandit per aquest canal i han creat nombroses i noves oportunitats de negoci, aquesta sensibilitat no és baladí. Les inversions fetes en infraestructures de comunicacions que faciliten la distribució de continguts no ha fet més que començar, i el seu paper serà tan important en els propers anys que en els entorns professionals ja es comença a utilitzar el terme ***xarxa de continguts*** en comptes de ***xarxa de comunicacions***.

2.4.1. La carrera per a millorar la qualitat de servei

En el terme *QoS* (qualitat de servei) s'engloben una sèrie de paràmetres empírics que, des d'un punt de vista humà, s'interpreten senzillament com a **rapidesa d'accés, fiabilitat de la comunicació i seguretat en les transaccions**, i que han guiat l'evolució des del servidor bàsic fins a la PDC.

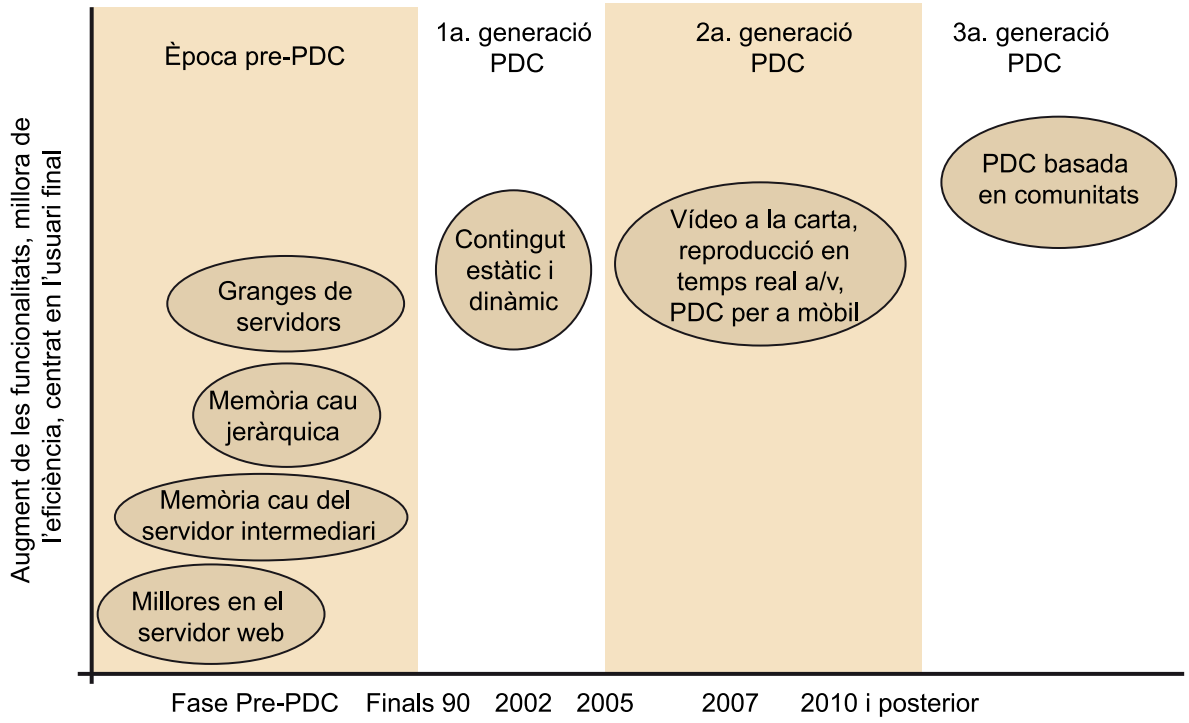
1) Abans de les PDC

Ja en els inicis de la Xarxa va aparèixer la necessitat de millorar aquesta qualitat de servei de l'usuari final; a causa de l'alt cost que representava augmentar la capacitat de la connexió, en aquella època era freqüent dur a terme **millores en el maquinari** en els servidors web, com ara augmentar-ne la memòria, el disc dur i actualitzar-ne el processador, i fins i tot apostar per equips multiprocessador. Una vegada esgotada la capacitat d'ampliació, se substituïa tot el servidor per un de més potent en un cicle de vida realment breu (com a màxim un o dos anys).

Pel que fa a programari, es va estendre l'ús de servidors intermediaris o *proxies* en els proveïdors d'Internet que milloraven l'accés dels clients de banda estreta (mòdem analògic o ADSL de 256 Kbps per xarxa telefònica, etc.) a costa de rebre alguna vegada informació no actualitzada. L'experiència global, en general, simulava un augment d'amplada de banda en visitar els recursos web més populars, accedint a la memòria cau del servidor intermediari en comptes de fer-ho al web demanat. Aquest mecanisme de memòria cau per servidor intermediari no solament s'aplicava (i se segueix aplicant) localment, sinó que se'n va estendre l'ús a memòries cau en els àmbits nacional i internacional per a reduir el trànsit entre proveïdors i millorar el temps d'accés, tècnica que es va denominar ***caching jeràrquic***.

La infraestructura dels proveïdors d'Internet va guanyar en eficiència amb **les granges de servidors**, una solució que facilita l'escalabilitat: un servidor principal analitzava les peticions d'un mateix lloc web que arribaven a la granja i les distribuïa entre els seus diferents servidors, els quals podien respondre a un gran volum de peticions en paral·lel. Aquesta infraestructura se segueix utilitzant i va originar un gran salt qualitatiu en la qualitat de servei.

Figura 17. Evolució del servei subministrat per les PDC des del seu naixement



2) Primera generació de PDC

Encara que les granges de servidors i el *caching* jeràrquic són tècniques molt útils per a canalitzar el problema de rendiment, tenen limitacions. Així, com que els servidors d'una mateixa granja estan propers geogràficament, són vulnerables a congestions de la connexió que comparteixen a la Xarxa. En aquests casos, tenir a més un *caching* pot esmenar el problema, però com que el *caching* es fa dels objectes que són demanats pels clients, també és sensible a la congestió de la connexió.

A la fi de la dècada dels anys noranta del segle passat, l'única opció del proveïdor de continguts era invertir en grans granges de servidors amb sistemes de balanç de càrrega i, sobretot, múltiples connexions d'alta velocitat d'alt cost per a fer front a la demanda. La investigació en sistemes de xarxa intel·ligents i distribuïts va portar en aquesta època als primers experiments d'estructures PDC documentades.

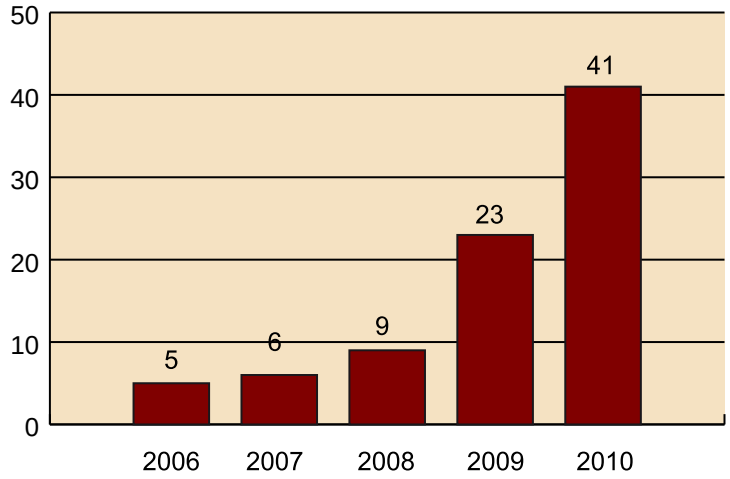
Amb la introducció de les PDC, els proveïdors de contingut van començar a traslladar els seus llocs web des de les granges, i es van adonar immediatament de la utilitat en aportar eficiència i escalabilitat sense la necessitat d'una infraestructura cara. Akamai Technologies va néixer d'un esforç d'investigació del MIT el 2002 dirigit a resoldre el problema de la multitud de flaix (*flash crowds*) que fins a l'atemptat de les Torres Bessones no havia estat valorat en la seva mesura, desenvolupant una sèrie d'algorismes d'encaminament intel·ligent i replicació de continguts sobre una gran xarxa de servidors distribuïts al llarg del planeta. En un parell d'anys, diverses empreses es van especialitzar com a

proveïdors de contingut seguint aquesta pauta, i el mercat de PDC es va establir amb grans inversions i beneficis abundants, centrant-se principalment en la distribució de llocs web de contingut estàtic i dinàmic.

3) Segona i tercera generació de PDC

La segona generació de PDC (2005-2010) va enfocar els seus esforços en el **vídeo a la carta**, i també en la reproducció en temps real d'àudio i vídeo amb capacitats d'interacció de l'usuari. A causa de l'auge dels mòbils amb capacitat multimèdia, es van iniciar experiències en aquest aspecte que actualment (2011) han començat a donar els fruits i han arribat al mercat convencional com un servei més.

Figura 18. El mercat PDC creix, i augmenta l'oferta



Nombre d'iniciatives PDC confirmades en l'àmbit mundial

Actualment la investigació que centra la tercera generació és l'establiment de serveis PDC basats en comunitats, en les quals tècniques com la d'igual a igual per mitjà de dispositius mòbils puguin ser una base suficient per a oferir distribució de continguts de manera transparent i eficient a un cost molt baix.

En paral·lel, el mercat de PDC és prou madur perquè reclami l'estandardització d'un servei com aquest per a assegurar la compatibilitat entre proveïdors PDC reduint costos, i un marc regulat amb el qual atreure més inversió i investigació al seu desenvolupament futur. Diverses organitzacions (Internet Engineering Task Force o IETF, Broadband Services Forum o BSF, el fòrum ICAP, Internet Streaming Media Alliance, etc.) han pres la iniciativa de promoure estàndards per a la distribució de contingut en banda ampla i reproducció en temps real de contingut enriquit (àudio + vídeo + dades) per Internet.

2.5. El mercat PDC en l'actualitat

L'entorn de crisi econòmica actual ha alentit la implantació de noves plataformes de distribució i ha augmentat la competència entre les existents, algunes de les quals han cedit davant la reducció dels marges comercials.

En general, aquelles empreses amb grans clients (Akamai, EdgeCast, Limelight), les que són derivades (*spin-off*) d'empreses amb èxit en un altre sector (Amazon Cloudfront) i les creades com a ampliació del seu servei de xarxes de dades (les denominades *Telco CDN*: ATT, BT, NTT, Telefónica, etc.) competeixen ferotgement per un mercat en augment.

Entre les PDC rellevants en el mercat destaquem la llista de proveïdors gratuïts i de pagament següent:

1) Akamai

http://spanish.akamai.com/enes/

Líder mundial del mercat de plataformes de distribució, gestiona el 60% del trànsit mundial d'Internet a través de la seva vasta xarxa EdgePlatform de 95.000 servidors interconnectats per 1.900 xarxes disperses al llarg de 71 països. Amb aquesta infraestructura, la llista de serveis que ofereix no té comparació:

- Solucions d'acceleració web
- Anàlisi de llocs web
- Solucions de seguretat
- Solucions per al mercat publicitari
- Solucions per a la distribució de vídeo HD
- Solucions de distribució de programari i jocs
- Solucions de servei i assistència (suport, educació, salut, etc.)

No solament Akamai té una infraestructura majúscula, sinó que els seus mecanismes de gestió d'informació i trànsit (EdgeControl) i el seu programari elaborat pel MIT és únic a minimitzar congestions i vulnerabilitats a Internet.

2) Amazon Cloudfront

http://aws.amazon.com/es/cloudfront/

Fins fa pocs anys un client d'Akamai, actualment ofereix serveis de distribució de continguts. Adobe ofereix servei virtual de Flash Media Server a través de la xarxa d'Amazon, tot un cas de simbiosi empresarial: http://www.adobe.com/products/flashmediaserver/amazonwebservices/

3) Windows Azure

http://www.microsoft.com/windowsazure/

L'aposta de Microsoft per la virtualització dels serveis de la seva xarxa de servidors Windows.

4) Google Page Speed Service

http://www.microsoft.com/windowsazure/

Servei iniciat el juliol del 2011, actualment és gratuït i ofereix millores en la velocitat de càrrega de pàgines web d'un 25% a un 60% (de contingut no HTML).

5) Telefónica

http://www.microsoft.com/windowsazure/

El passat 14 de setembre de 2011 Telefónica va anunciar la posada en marxa de la seva PDC, a punt per a Espanya i l'Argentina i que s'estendrà a Xile, Perú, el Brasil, Alemanya i Veneçuela abans de final del 2011.

Article recomanat

Ramón Muñoz, 14/09/2011. "Telefónica crea un servicio 'vip' de Internet para dar mayor calidad a los proveedores de contenidos": http://www.elpais.com/articulo/tecnologia/telefonica/crea/servicio/vip/internet/dar/mayor/calidad/proveedores/contenidos/elpeputec/20110914elpeputec_4/Tes

6) Level3 Communications

7) Limelight Network

8) Streamhoster

http://streamhoster.com

Petita empresa establerta a Los Angeles que ofereix reproducció en temps real de vídeo a la carta i reproducció en temps real en directe en Flash Video, Windows Media Video i QuickTime, tant per a equips de taula com per a dispositius mòbils (iPad, iPhone, iPod i Android). També ofereix descàrrega progressiva i fins i tot senzillament descàrregues. En funció del protocol seleccionat de reproducció en temps real, el reproductor pot ser Flash Player, Windows Media Player, Silverlight o QuickTime.

En el cas de vídeo a la carta, el client pot codificar el material sense restriccions de format o nivell de compressió, encara que Streamhoster ofereix també aquest servei per trenta dòlars per cada quinze minuts de material que s'ha de codificar.

Els seus plans van des dels quinze euros per mes (vídeo a la carta) o trenta euros per mes (reproducció en temps real en directe). Ofereix set dies de prova gratuïta per a un màxim de 500 MB de material.

El procés és senzill: després de donar-se d'alta es procedeix a la càrrega dels vídeos en el seu servidor FTP; Streamhoster proveeix d'una sèrie d'adreces HTTP amb les quals accedir al material en funció del tipus de reproducció en temps real que es vulgui, per exemple:

Windows Media Streaming
http://wms28.streamhoster.com/aribelles/yourfilename

QuickTime Streaming
http://dss28.streamhoster.com/aribelles/yourfilename

Progressive Download (ALL FORMATS)
http://web28.streamhoster.com/aribelles/yourfilename

Download File (ALL FORMATS)
http://wdl28.streamhoster.com/aribelles/yourfilename

Real Media Streaming
http://rss28.streamhoster.com/aribelles/yourfilename

Trieu l'adreça que vulgueu i inseriu-vos a la pàgina web a compartir.

9) Altres proveïdors

A Internet hi ha llistes actualitzades de proveïdors de PDC. Entre ells, Adobe presenta una llista dels que utilitzen tecnologia Flash:

http://www.adobe.com/products/flashmediaserver/fvss/

2.6. Futur de les PDC

Les tendències actuals en la investigació sobre mètodes més flexibles i econòmics de distribució de continguts apunten a dos fronts. D'una banda, a la millora dels protocols de comunicacions que participen en el mecanisme de multidifusió i de la gestió dels encaminadors que participen en la distribució.

D'una altra, s'aprofundeix en la millora d'un model encara més distribuït basat en el ***peer-to-peer streaming*** (*P2P streaming*), en què es combina la multidifusió amb el servei d'igual a igual (P2P) i s'aconsegueix que tots els participants puguin fer de clients i també de servidors. Aquest model de distribució s'anomena *distribució intel·ligent de contingut* o ***intelligent content distribution*** (ICD).

2.6.1. Distribució intel·ligent de contingut

No heu de confondre la injuriada compartició de fitxers en una xarxa P2P amb aquest servei: mitjançant *P2P streaming*, l'amplada de banda requerida per a la distribució és intel·ligentment distribuïda sobre la xarxa sencera de

participants, en comptes de dependre de la capacitat del servidor més proper que contingui el fitxer. S'aprofita de manera natural l'efecte crida: com més usuaris requereixen aquest contingut i hi accedeixen, més fonts i recursos de xarxa s'estan assignant a la transmissió d'aquest contingut sense afegir cap cost addicional.

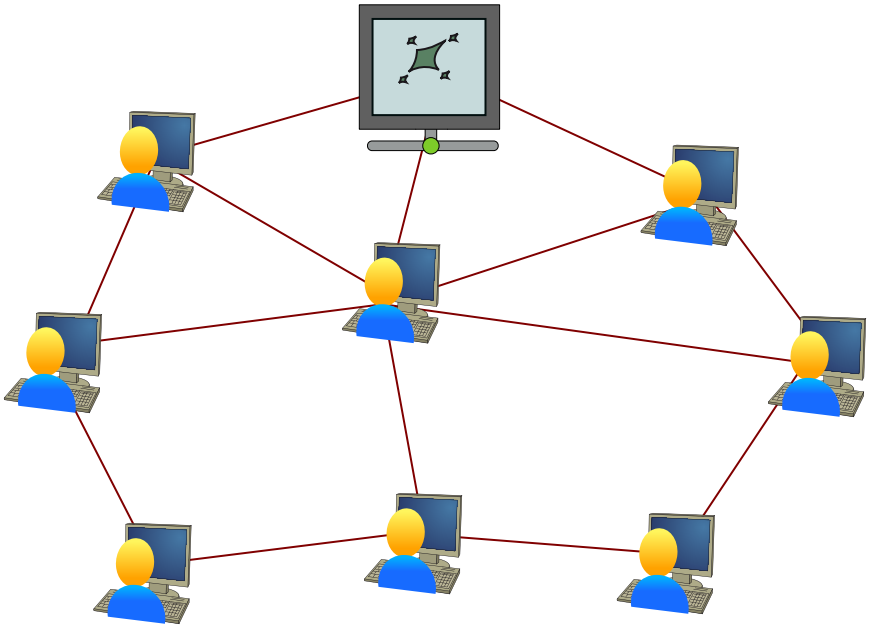
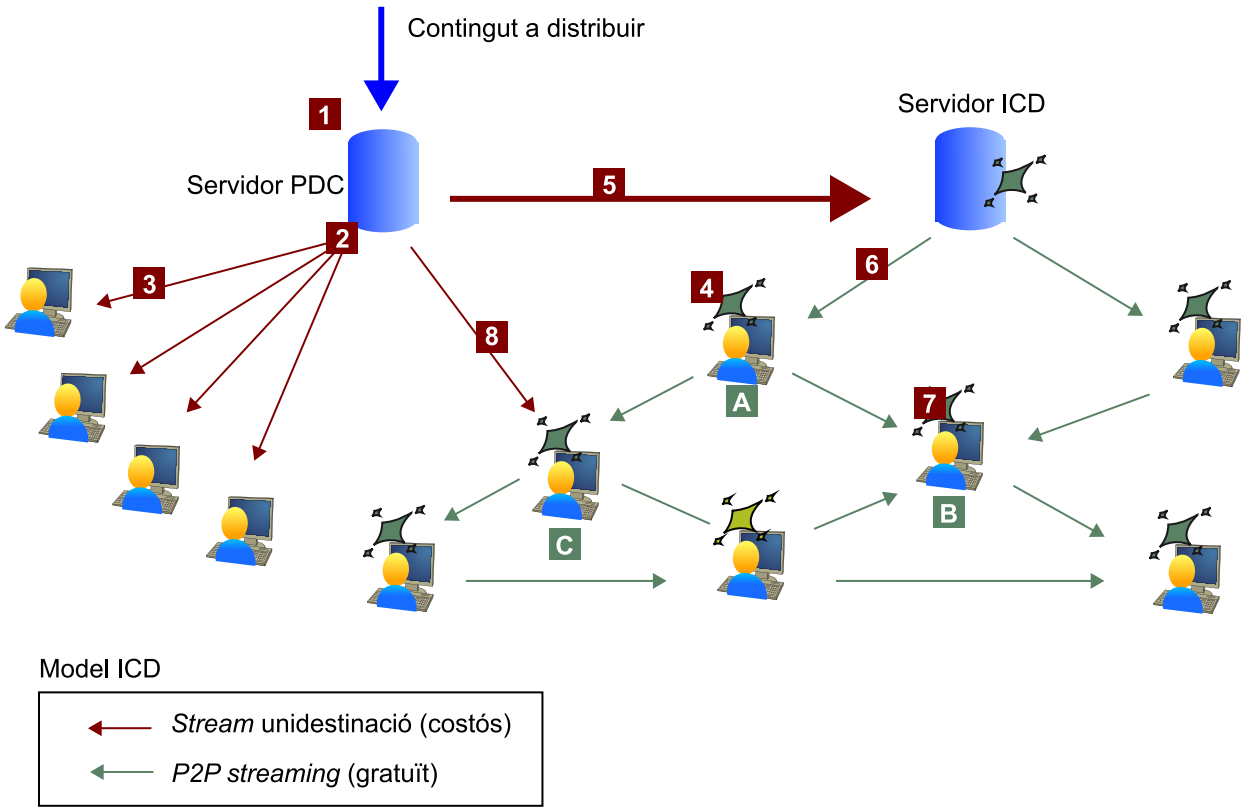


Figura 19. Distribució intel·ligent de contingut per P2P

Així, les ICD tenen com a base una estructura en reixeta (*grid technology*) per a distribuir vídeo i àudio en temps real o en fitxer, utilitzant els recursos dels clients per a redistribuir l'*stream* a altres clients. Mitjançant aquesta tècnica, com més augmenta l'audiència més creixen els recursos per a distribuir el contingut. El gràfic següent mostra un exemple d'un servidor ICD i un PDC:



- En **un sistema PDC clàssic**, el contingut que s'ha de distribuir és replicat en el servidor PDC **(1)** des del seu servidor mare i emmagatzemat **(2)**. Cada client **(3)** rep el contingut demanat per un *stream* únic (unidestinació o *unicast*).

- En **un sistema ICD**, el client A que demana el contingut **(4)** es connecta al servidor ICD, el qual demana al servidor més proper **(5)** el contingut. Es crea un *stream* únic amb el client **(6)**. No obstant això, quan un segon client B demana el mateix contingut **(7)**, el rep des del client A i des d'altres clients que també el puguin tenir. Sens dubte, el programari de cada client ha de poder gestionar la recepció des de diverses fonts d'un mateix contingut per a reconstruir-lo correctament.

No obstant això, es planteja alguna situació híbrida en què el servidor PDC pugui ajudar el servidor ICD, com ara que el client C rebi el contingut des d'altres clients sense l'amplada de banda necessària per a poder-lo reproduir. En aquest cas, el servidor ICD pot demanar al servidor PDC que enviï un *stream* directe unidestinació del contingut directament al client C**(8)**, i així també beneficia els clients que depenen de C.

Les iniciatives d'empreses com Internap (http://www.internap.com/cdn-services-content-delivery-network/), Octoshape, etc. marcaran la pauta per a definir el futur de les plataformes de continguts.