

Digitaali TV-tekniikka



36	4.9.2001	ke	johdanto/streaming media
37	11.9.2001	ke	digitv maailmalla, digitv tekniikka
38	18.9.2001	ke	digitv-tekniikka, referaattiaiheiden jako
39	26.9.2001	ke	!!!!!!!!!!!!Peruttu !!!!!!!!!!!!!!!
40	3.10.2001	ke	MPEG
41	10.10.2001	ke	MPEG2
42	17.10.2001	ke	MPEG2
43	24.10.2001		karvalakkiloma
44	31.10.2001	ke	DVB standardit
45	7.11.2001	ke	DVB
46	14.11.2001	ke	DVB-T
47	21.11.2001	ke	DVB data
48	28.11.2001	ke	MHP, referaattien palautus
49	5.12.2001		time shifting, digital video, VOD and the future
50	12.12.2001	ke	loppukoe

Digitaali TV-tekniikka

Suoritustapa

Loppukoe ja hyväksytysti palautettu referaatti (20.11.2001 mennessä)

- Kurssista järjestetään yksi välikoe , josta maksimipisteet on 20 p. (4 tehtävää, 5 p/tehtävä).
- Yhteensä hyväksytyyn läpäisyyn tarvitaan 40 % = 8 pistettä

Kurssille ilmoittautuminen kahden viikon kuluessa kurssin alkamisesta.

Kurssi perustuu jaettavaan kurssimateriaaliin, sekä webistä löytyvään oheismateriaaliin (päivittyy kurssin aikana)

Digitaali TV-tekniikka

Digitaalinen jakelu

- LAN / Internet multicast (IP:n päällä)
- Mbone
- Olemassa olevat/tulevat langattomat verkot 3G, WLAN ...
- Digitaalinen TV (DVB)
- ...

Digitaali TV-tekniikka

Miksi oma broadcast verkko TV:lle?

'bitit on bittejä'

- Luotettavuus
- Viiveet
- Kapasiteetti?
- Broadcast/multicast/return channel
- Interaktiiviset palvelut

Digitaali TV-tekniikka

Historiikki

http://www.digita.fi/digita_alasivu.asp?path=1840;1872;1883

<http://www.dvb.org/news/pdf/history-tv.pdf>

- B/W, väri, tekstiv, digitv (tässä useimmiten DVB)
- Digiradio (DAB)
- HDTV analoginen/digitaalinen
- Eri maiden TV standardit
- 4/3, 16/9 kuvasuhde

” **Digitaalisen radion DAB:n aikataulu**

40 prosentin väestöpeitto, 10 asemaa: valmistunut huhtikuussa 1999. Jatkoaikataulu asiakastarpeiden ohjaamana.” -Digita

Digitaali TV-tekniikka

Parannuksia analogiseen

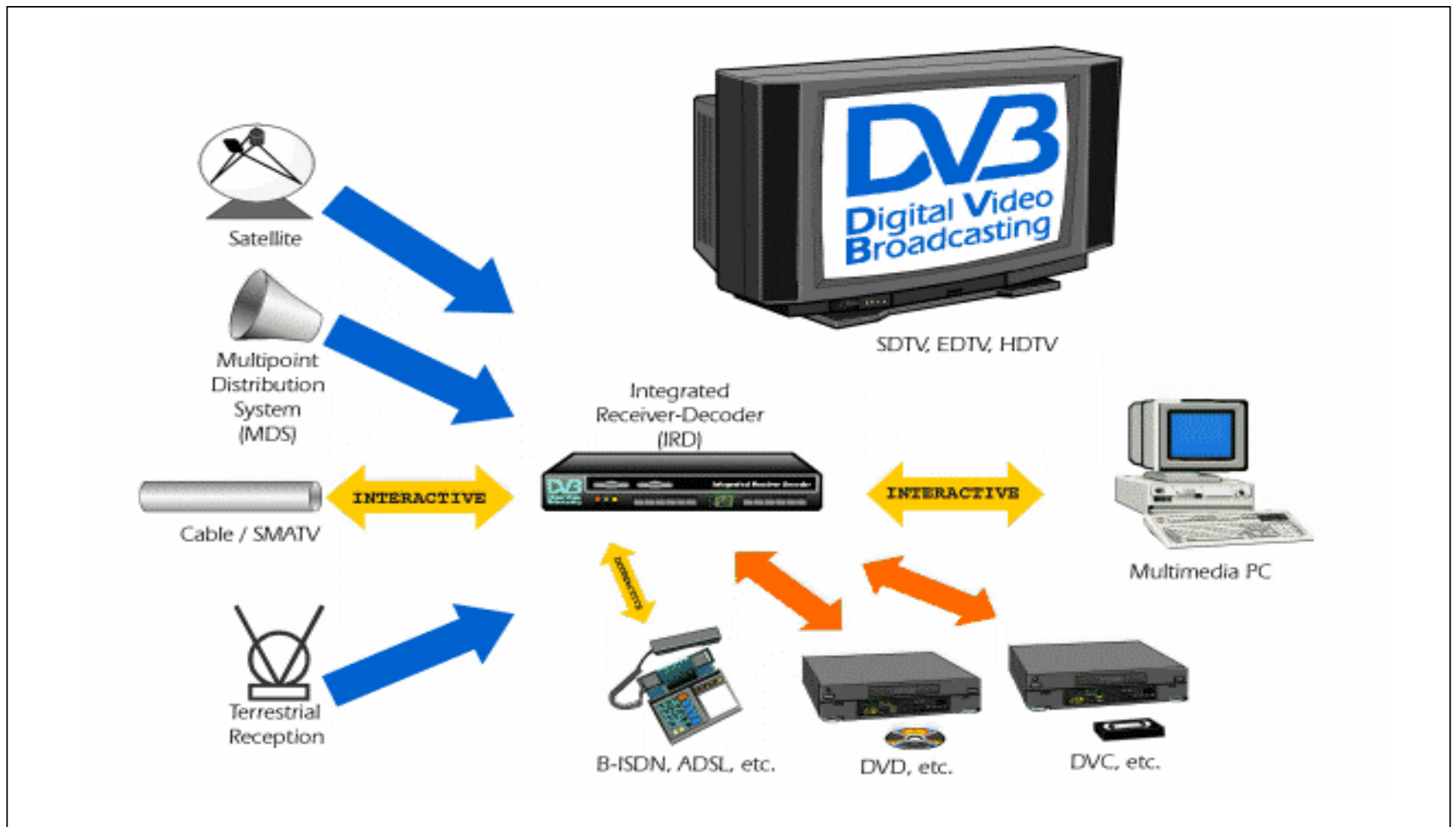
- Enemmän kanavia samaan kaistaan
- Vähemmän häiriöitä/haamukuvat pois
- Terävämpi kuva
- Monikanava ääni (ainaskin 2 :)
- Vuorovaikutteiset palvelut
- Huomattavasti paljon enemmän dataa audion ja videon lisäksi (vrt tekstiv) myös softaa vastaanottimeen
- Internet televisioon
- Mobiili vastaanotto
- Alueelliset ohjelmat

Digitaali TV-tekniikka

Mikä verkko

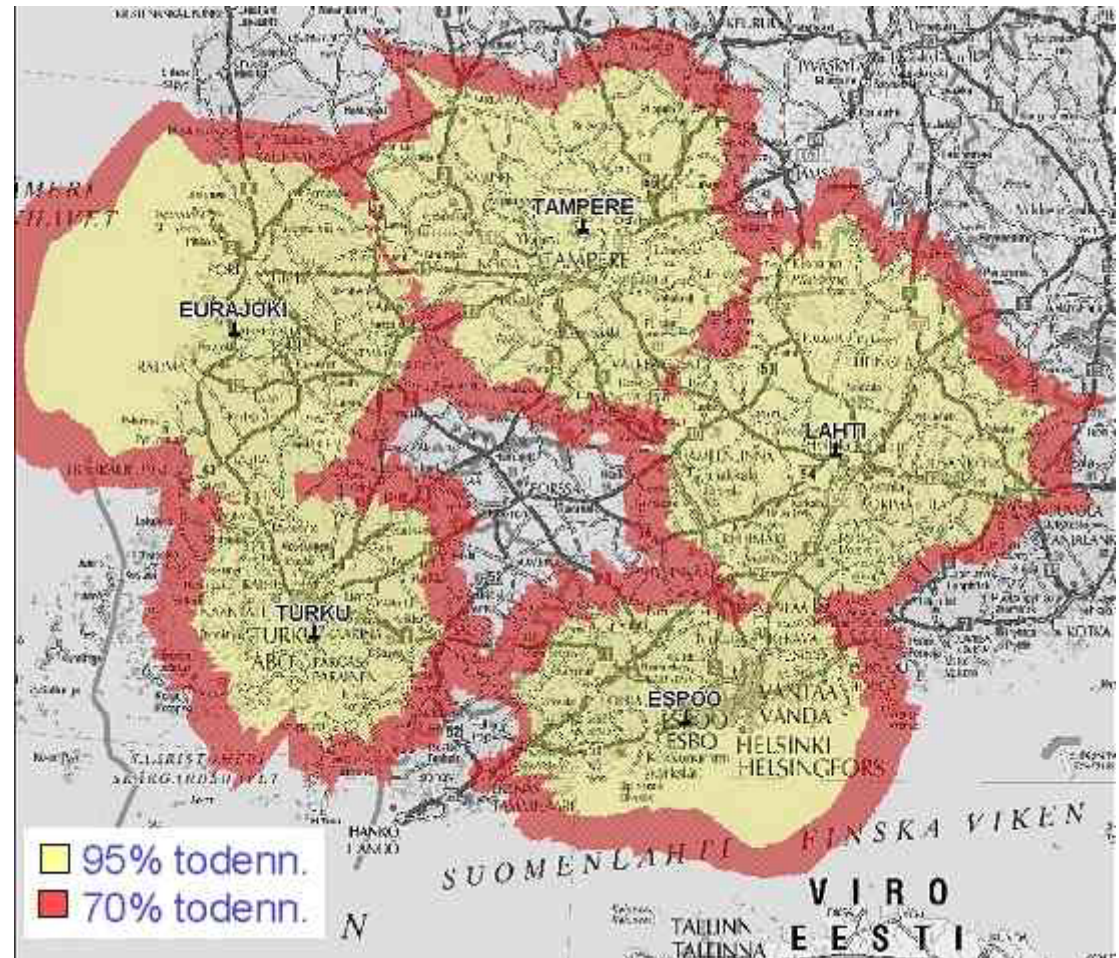
- Satelliitti
- Kaapeli
- Maanpäällinen
- (L)MDS (Multipoint Distribution System)
- (Internet ?)
- ...

Digitaalinen TV-tekniikka



Digitaali TV-tekniikka

Lähettimen vastaanottoalueen koko

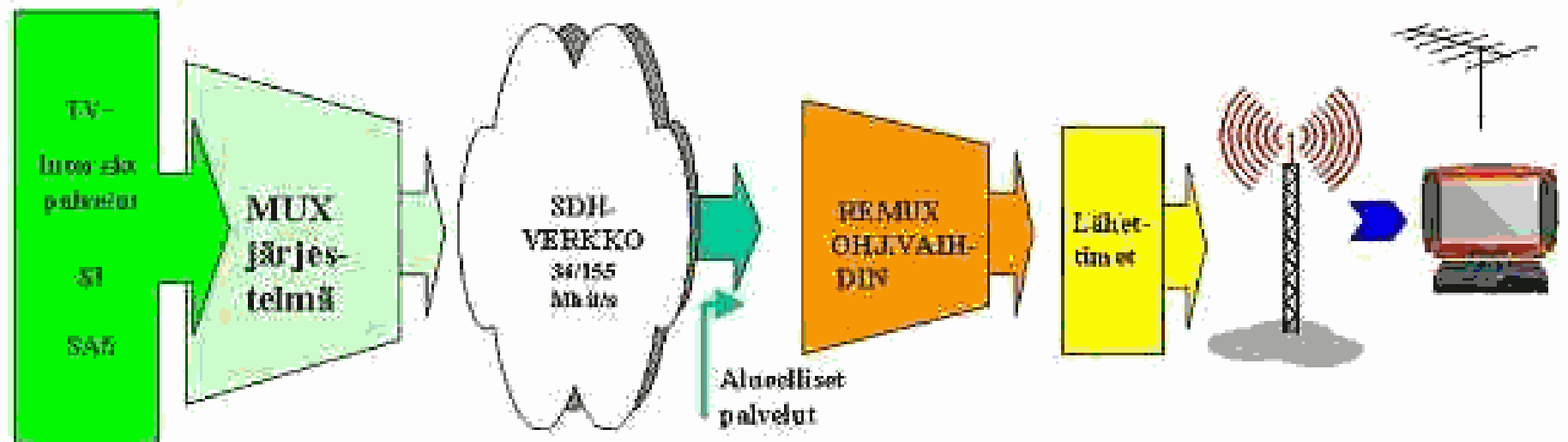


Maakohtainen vaihtelu verkkojen käytössä ja asukas tiheydessä

“Tutkimuksen mukaan saksalaistalouksista 52 prosenttia ottaa vastaan televisiolähetykset kaapeliverkosta, 38 prosenttia satelliitin välityksellä ja vain 8 prosenttia ilman kautta antennein.”

Turun Sanomat 15.9.2001

Digitaali TV-tekniikka



Digitaalinen TV-tekniikka

Streaming media

Tarkoittaa datavirtaa, jonka tulkinassa tärkeintä on jatkuvuus
Ääni, video...

Ymmärrettävyyden kannalta viiveet/viiveenvaihtelu kriittisempää
kuin esimerkiksi satunnaiset virheet

⇒ Laadun määrittelee käyttökohde

Digitaali TV-tekniikka

Streaming media

Rajoittavat tekijät multimedian jakelussa

- Käytössä oleva kaistanleveys (B/W)
- Vastaanottimen laskentakapasiteetti (CPU)
- Virheensietokyky (TOL)

Sama vai eri stream erilaisille vastaanottimille?

- Hierarkkinen koodaus

Digitaali TV-tekniikka

Vastaanottimet

- ”set top box”
- tietokone
- mobiili

Kaikille tarkoitettussa digitaalisessa jakelussa ei voi yhtä suurta hajontaa vastaanottimien kyvyissä kuin esimerkiksi Internetin multimedia jakelussa

Digitaali TV-tekniikka

Formaatti

Pakkaustapa/tiedonsiirto

- MPEG-1
- MPEG-2
- MPEG-4
- Muut

Internetissä X*vuodessa uusi versio
DigiTV aina sama?

Digitaali TV-tekniikka

Formaatti

Sisältö vaikuttaa pakkaussuhteeseen/vaadittavaan kaistaleveyteen

- urheilu
- viihde
- uutiset
- lähetyksen ulkopuolinen ”täyte”

Digitaalinen TV-tekniikka

Standardit

Yhteinen yleismaailmallinen vs. joka maassa oma

- Palvelujen määrä/laatu
- Palvelujen hinta
- Set-top box
- Valmistajakohtainen
- Avoin standardi
- Koska standardit/implementointi on valmis

Digitaali TV-tekniikka

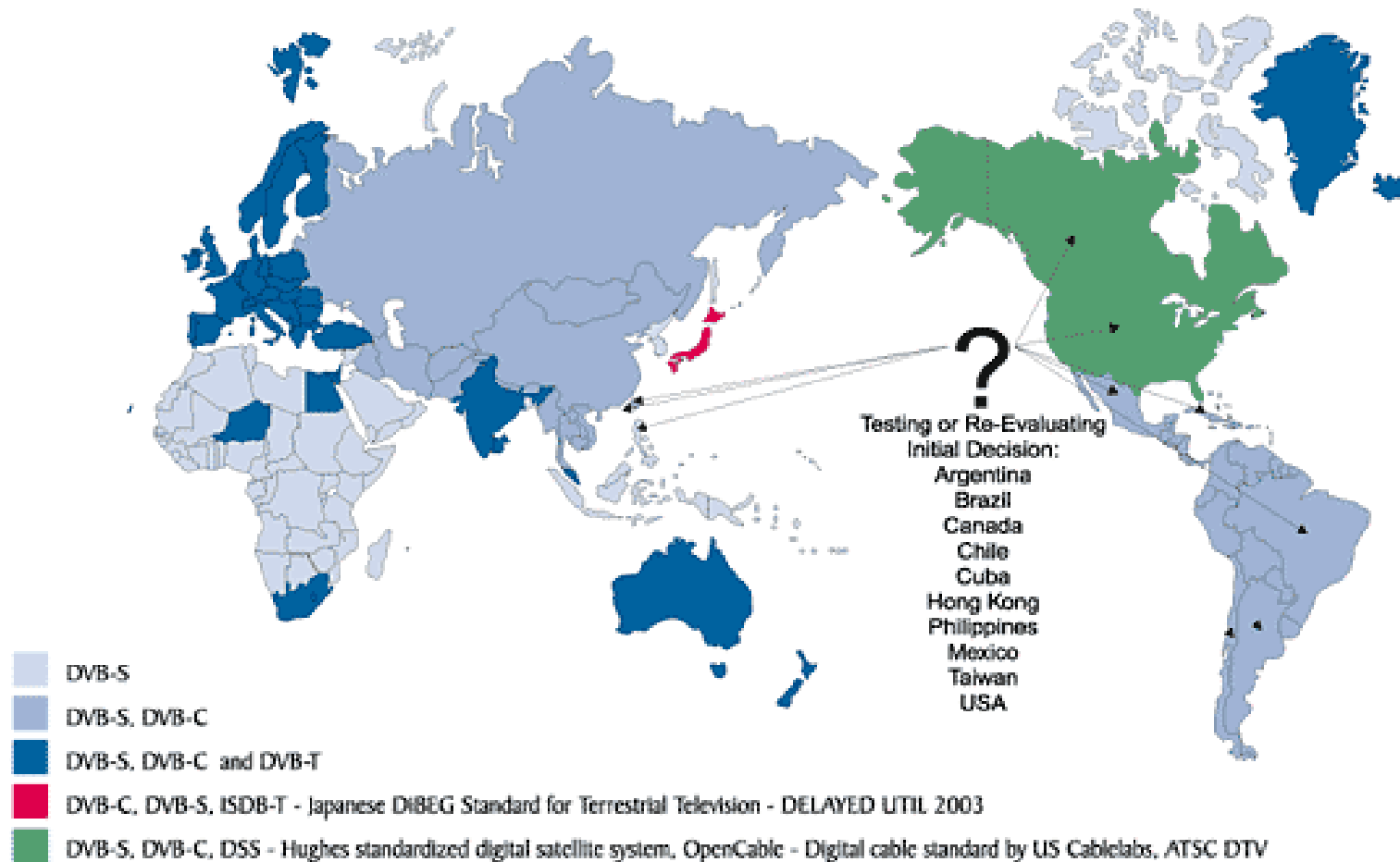
Palvelut

Mitä palveluita TV:stä halutaan?

- Interaktiivinen TV
- tilausvideo
- tekstitys
- tekstiv+palvelut
- Internet (surffaus)
- mail
- pelit
- ...

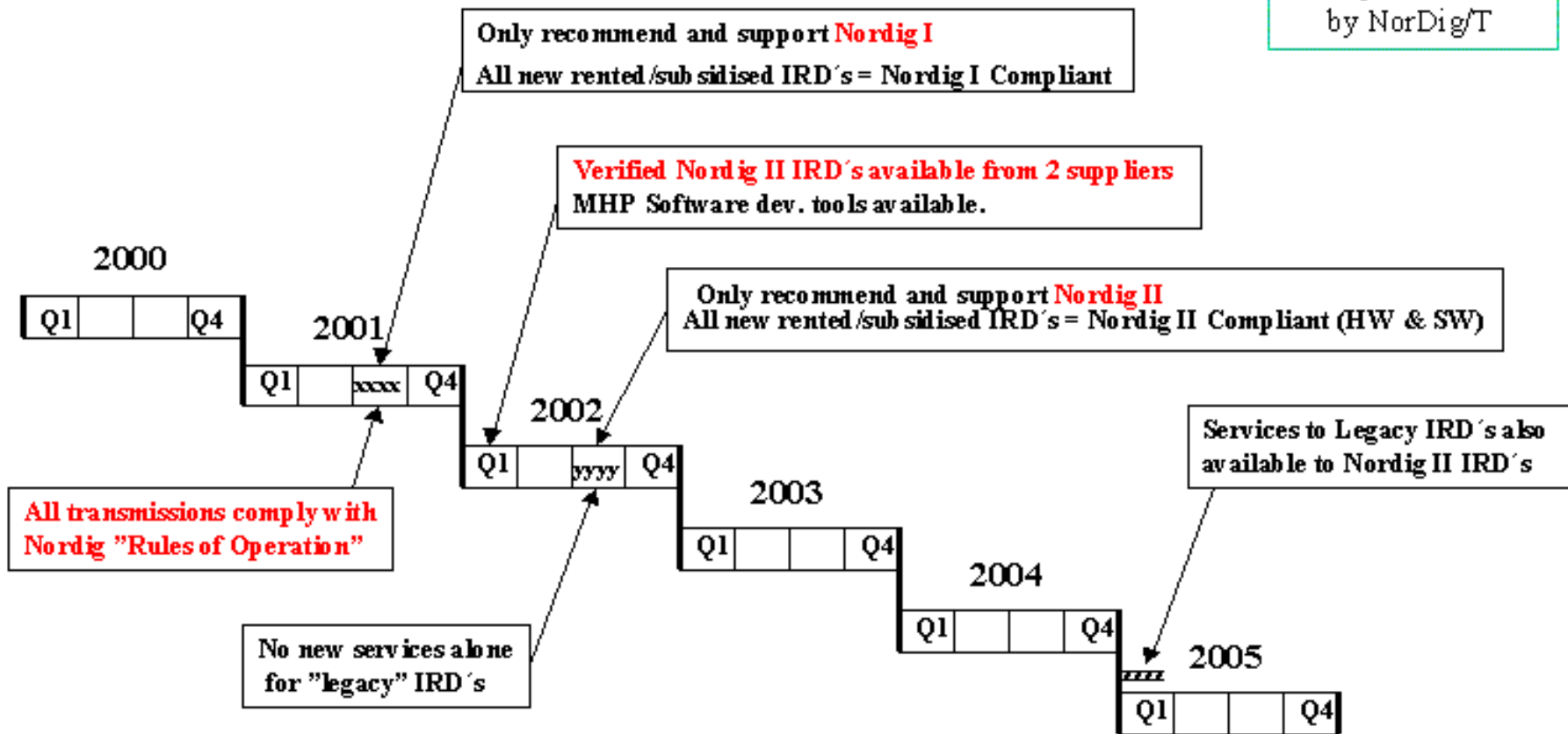
Digitaalinen TV-tekniikka

Digital Standards - Worldwide 2000



Nordig Migration plan -- Milestones

xx require actions by NorDig/T



Drawing based on Nordig Migration plan 01.03.01

Distributors allowed to tie subsidised IRD's to own Platform for a limited period, based on fair economic conditions (return on investments).

Digitaali TV-tekniikka

DTT = Digital Terrestrial Television

- DVB-T, Eurooppa
- ISDB-T, Japani muistuttaa läheisesti DVB:tä
- ATSC-DTV, USA, Korea, Taiwan Argentiina, paljon omia standardeja/niiden soveltamista

USA tuonut DVB-standardeihin myös omia näkemyksiä

- HDTV
- AC-3 monikanava ääni

Digitaali TV-tekniikka

Ohjelmointirajapintojen kehittäjätahot

- ATVEF, JavaTV, MHEG, DVB-MHP
(MHP=Multimedia Home Platform)

API/set-top boxin käyttöjärjestelmät

- OpenTV, D-Box, MediaHighway, MHEG, MHP
tuleeko lopulta siirtymä valmistajakohtaisista
avoimeen (ja kuinka avoin)

Digitaalinen TV-tekniikka

Modulaatiomenetelmät

<http://www.sbgi.net/dtv/cofdm8vsb.htm>

DVB-T:

- COFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

Luotettavampi, mahdollistaa mobiilin vastaanoton, sietää paremmin monitie-etenemistä

ATSC-DTV:

- 8-VSB

Digitaali TV-tekniikka

MPEG

MPEG - Moving Picture Experts Group

<http://www.cse.it/mpeg/>

ISO:n organisaatio pakkaukselle

Tuotantotason digivideo vaatii yli 200 Mbit/s

- Tiedonsiirto kallista
- Ei mahdu tallettamaan mihinkään

Digitaali TV-tekniikka

Videon pakkaus

Pakkauksen edut

- Nopeampi
- Halvempi

Haittoja

- Kuvanlaatu huononee
- Leikkaus vaikeutuu

Eihän analogistakaan pakattu, vai pakattiinko =>
lomittelu, värien lisäys, komposiittivideo?

Digitaali TV-tekniikka

Mitä pakataan videosignaaliin

Redundantti tieto

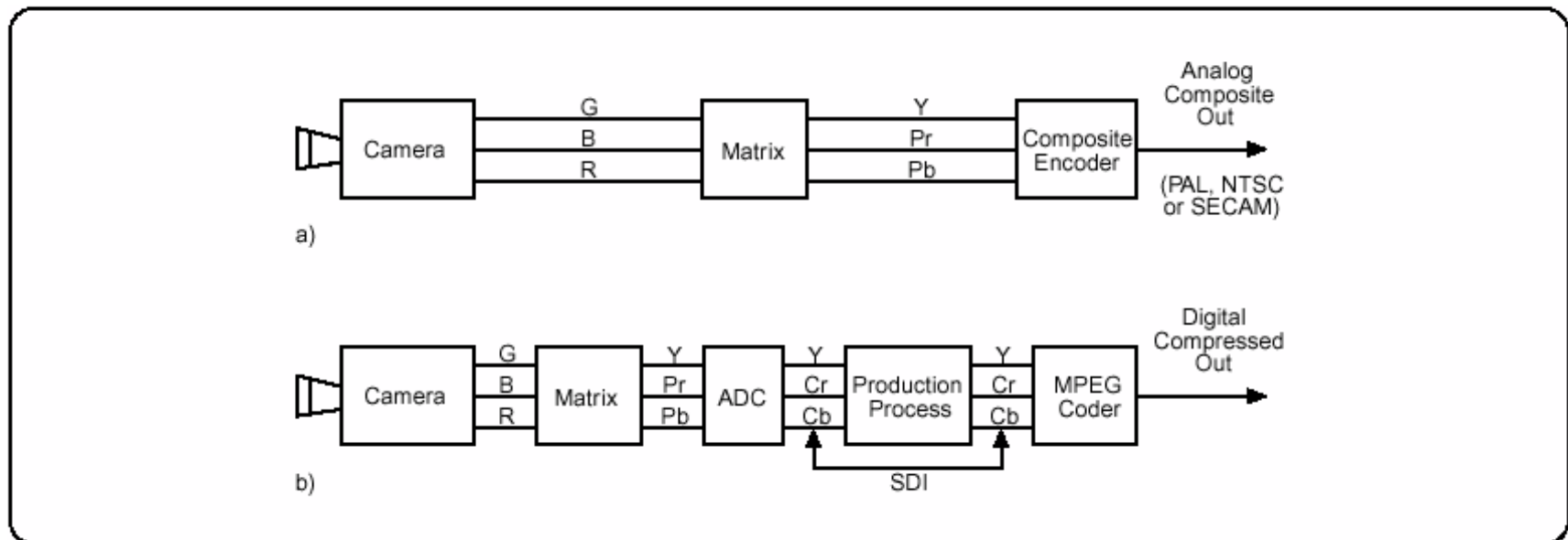
- Yhden kuvan digitalisoitu versio >> informaation sisältö (entropia)
- Peräkkäisissä kuvissa redundanttista tietoa

Ihminen ei havaitse => vähennetään informaatiota

- Värisignaalin ”korketaajuus” osat
- Liikkuvan kuvan tarkkuus

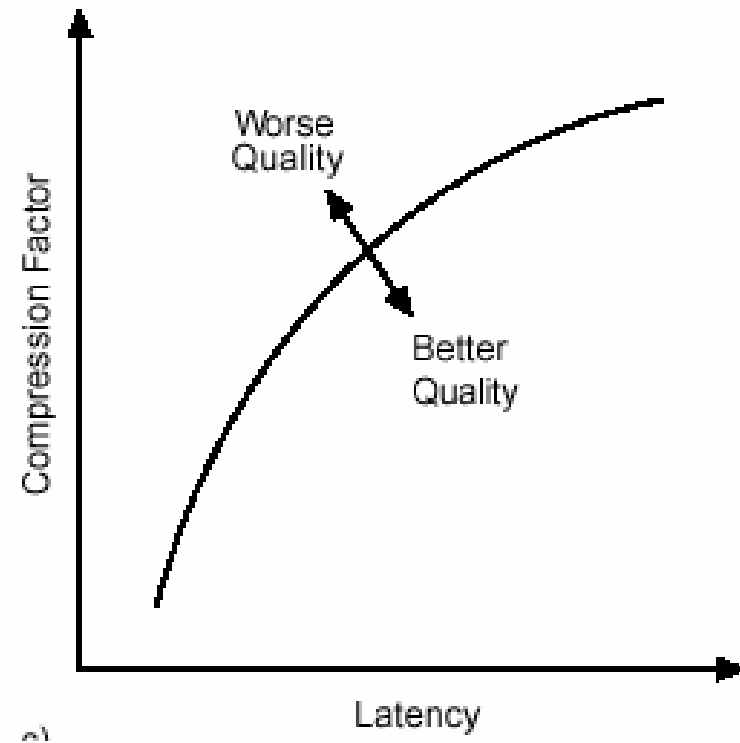
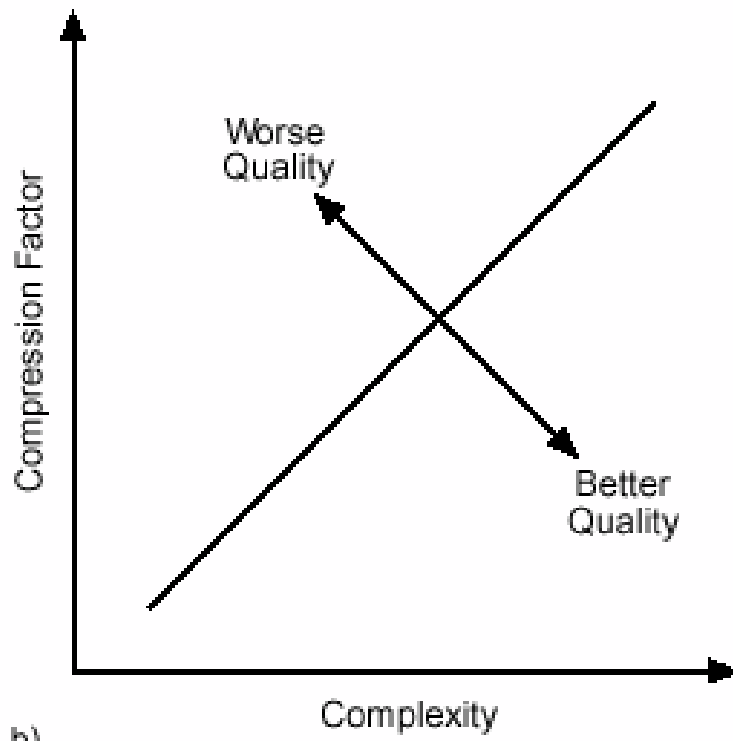
Digitaalinen TV-tekniikka

Perinteinen vs. digitaalinen



Digitaalinen TV-tekniikka

Pakkaussuhde (hinta, viive)



Digitaalinen TV-tekniikka

Sisällön vaikutus bittinopeuteen

CBR, Constant bit-rate

- vakionopeus, vaikeimman tilanteen mukaan
- helppo multipleksata
- vaatii enemmän tilaa tai huonolaatuisia kohtia

VBR, Variable bit-rate

- kaista vaihtuu kun pakkaussuhde muuttuu
- pienempi keskimääräinen kaista
- monta videota MUXattu, mitä tapahtuu kun kaikissa huonosti pakkautuva kohta?

Digitaali TV-tekniikka

Koodaus yhden kuvan sisällä = Intra coding

Kuvan (tai puolikuvan) sisältämät taajuudet (kaksiulotteisesti) yleensä keskittyvät matalille taajuuksille

Jotkut taajuudet puuttuvat kokonaan ja korkeammat vaimenevat nopeasti => voidaan jättää lähettämättä

Muunnokset kuten Fourier... purevat tällaiseen, MPEG2 käyttää DCT (Discrete Cosine Transform)

Digitaalinen TV-tekniikka

Peräkkäisten kuvien koodaus = Inter coding

Peräkkäisten kuvien osalta lähetetään vain erosignaalit

Kuvan liike tai kohteiden liike kuvan sisällä lisää erilaisuutta

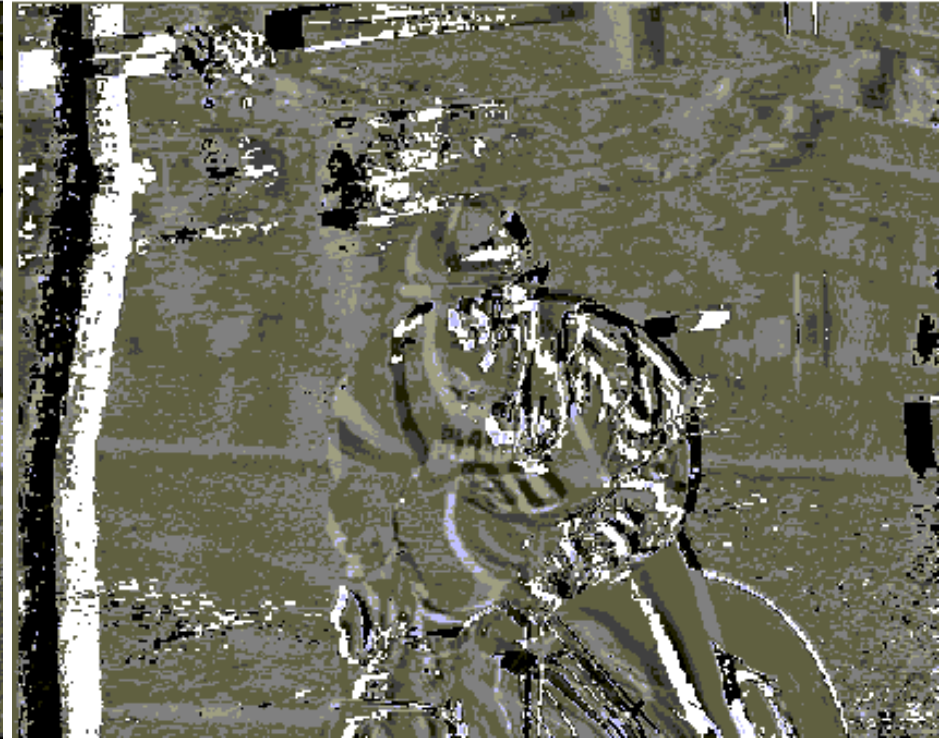
- liike vektori välittää tiedon mikä liikkuu minne, vaatii vähemmän tilaa kuin erosignaalien

liikkeen kompensointi + erotiedot = uusi kuvatieto joka voidaan pakata kuin yksittäiskuva.

Digitaalinen TV-tekniikka



Koodattava kuva

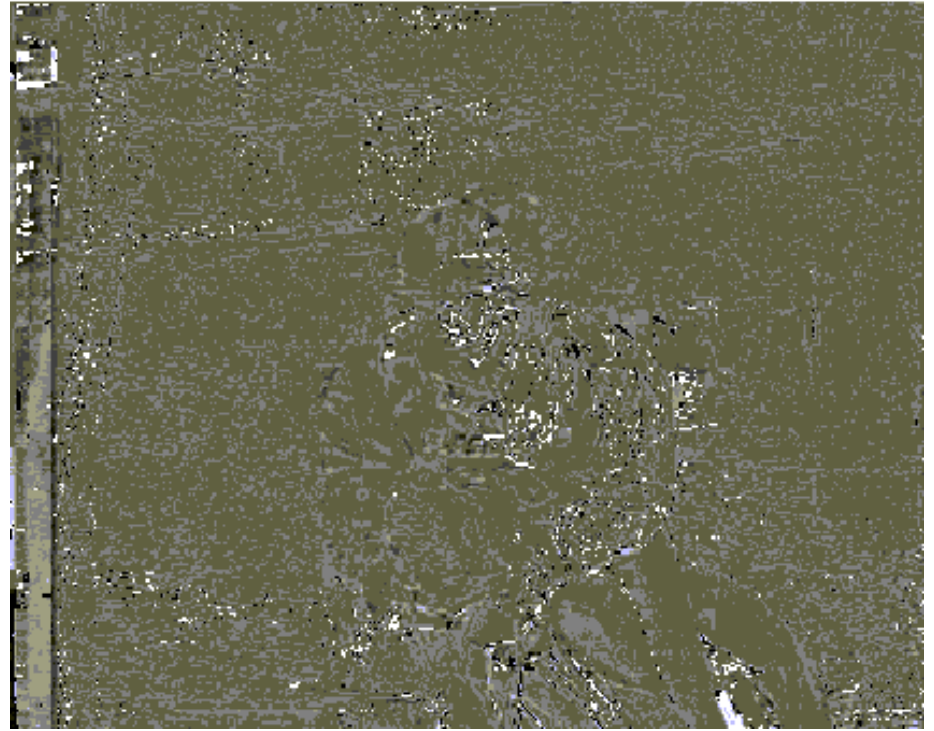


Ero edelliseen

Digitaalinen TV-tekniikka



Liikevektorit



Liikekompensoinnin jälkeinen ero

DigitaaliTV-tekniikka

Spatial coding (yksittäisten kuvien tai erotiedon pakkaus)

1. Muunnos taajuusavaruuteen

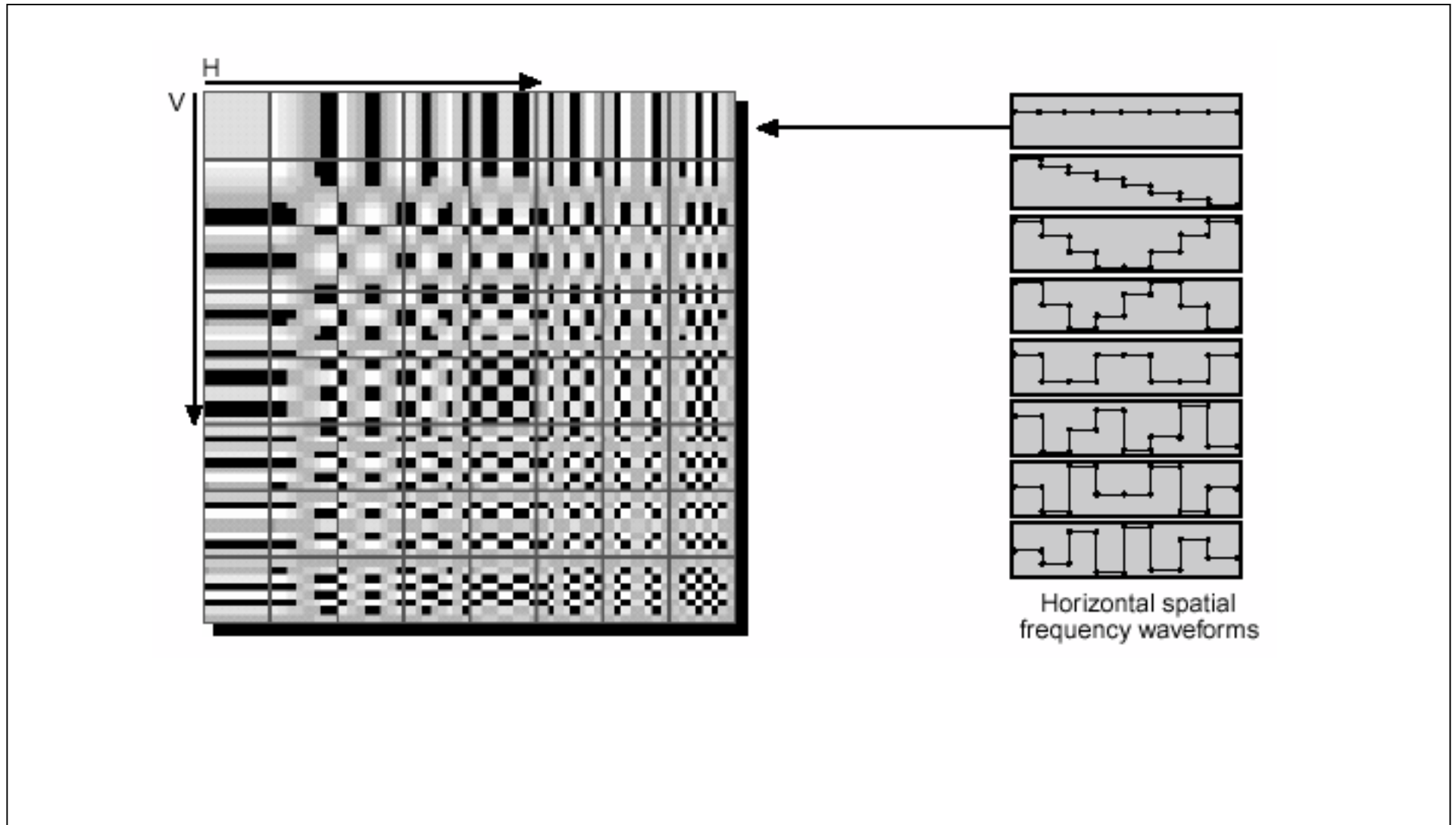
- Fourier muunnos vaatii sekä sini- että kosinikertoimet => käytetään kosinimuunnosta
- Digitaalinen => Discrete Cosine Transform DCT
- Koko kuvan muuntaminen kerralla hidasta, vaatii muistia, ei paljonkaan tehokkaampaa kuin pienempien osien käsittely => muunnos 8*8 pikselin lohkoissa

Digitaali TV-tekniikka

1... (muunnos taajuusavaruuteen)

- DCT EI PAKKAA, vaan pikemminkin kasvattaa, koska 8×8 pikselin kuva tuottaa 8×8 kerrointa, jotka useimmiten talletetaan useammalla bitillä
- Luminanssi ja krominanssi (2) signaalit joudutaan muuttamaan erikseen
- Normaalissa ohjelmassa yleensä suuri osa kertoimista nolliä (esimerkiksi suhteellisen tasaisissa värialueissa \Rightarrow perinteinen pakkaus koodaa ne pieneen tilaan, eli seurauksena ”häviötön” koodaus joka pakkaa kuvaa

Digitaali TV-tekniikka

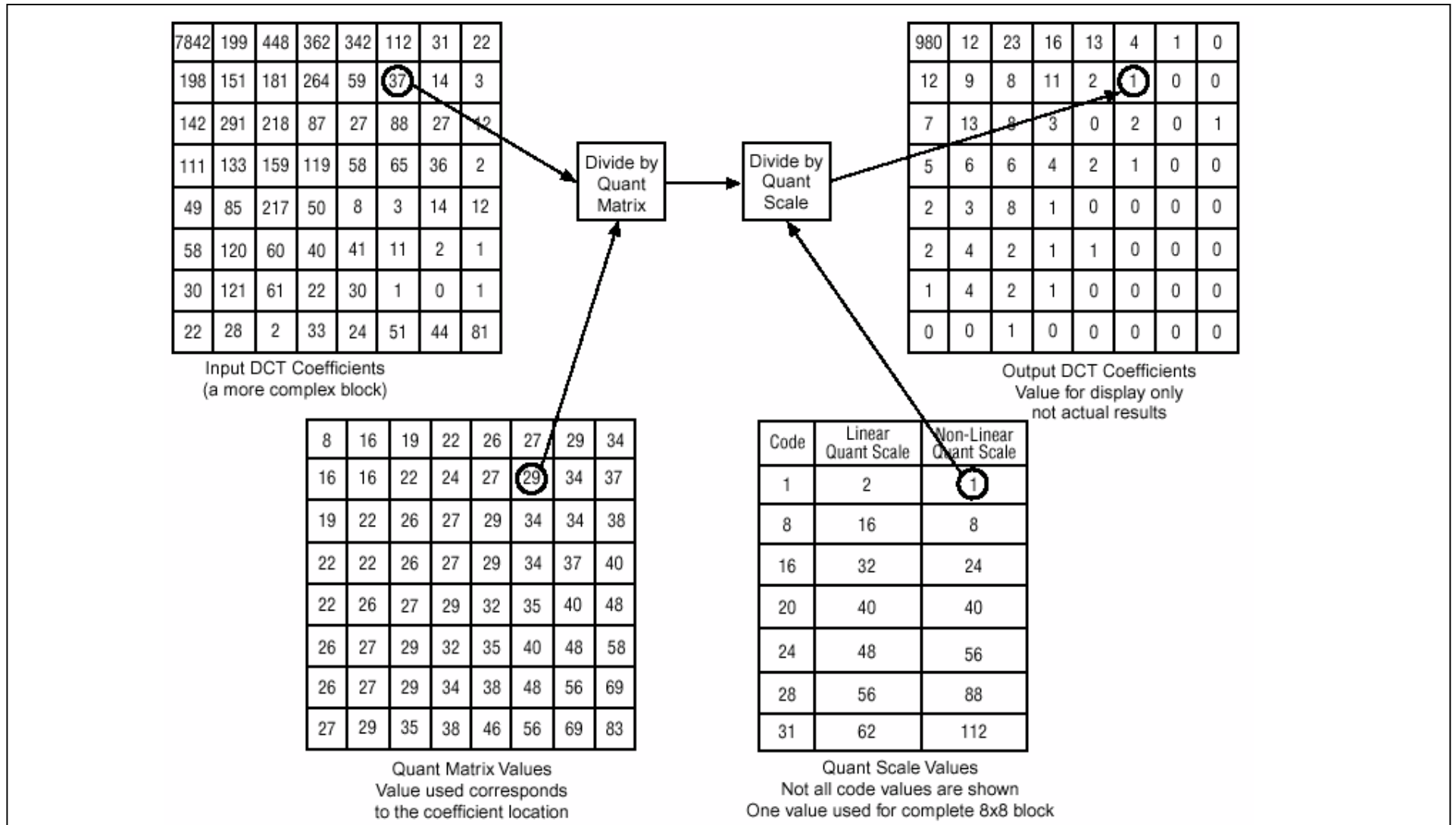


Digitaali TV-tekniikka

2. Painotus

- Ihmissilmä havaitsee kohinan parhaiten tasaisissa pinnoissa, suuremmilla kulmataajuuksilla signaalikohinasuhde voi olla paljon suurempi => tasakomponentit koodataan tarkemmin, suurtaajuusosat painotetaan pienemmällä painoarvolla => saadaan lisää pieniä/nollakertoimia

Digitaalinen TV-tekniikka



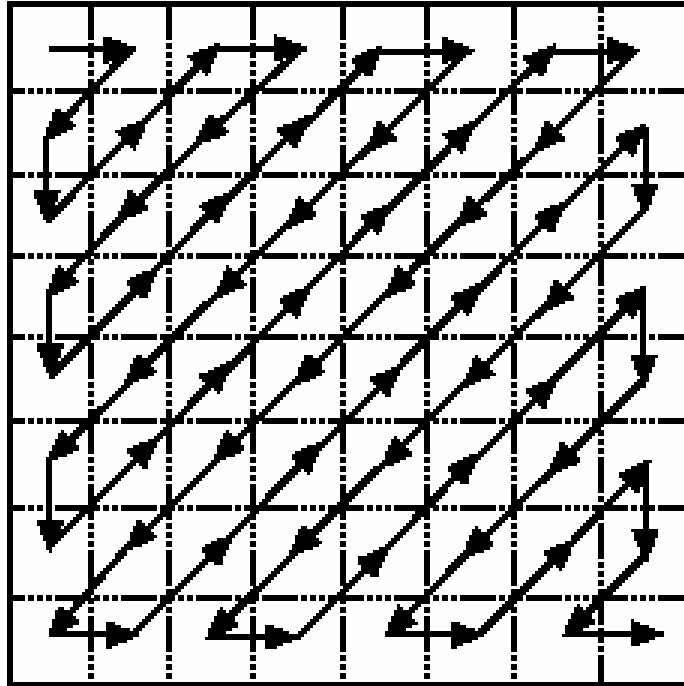
Digitaali TV-tekniikka

MPEG2:ssa on mahdollista lähettää erilaisille bittinopeuksille sopivat painotuskertoimet dekooderille.

3. Scannaus

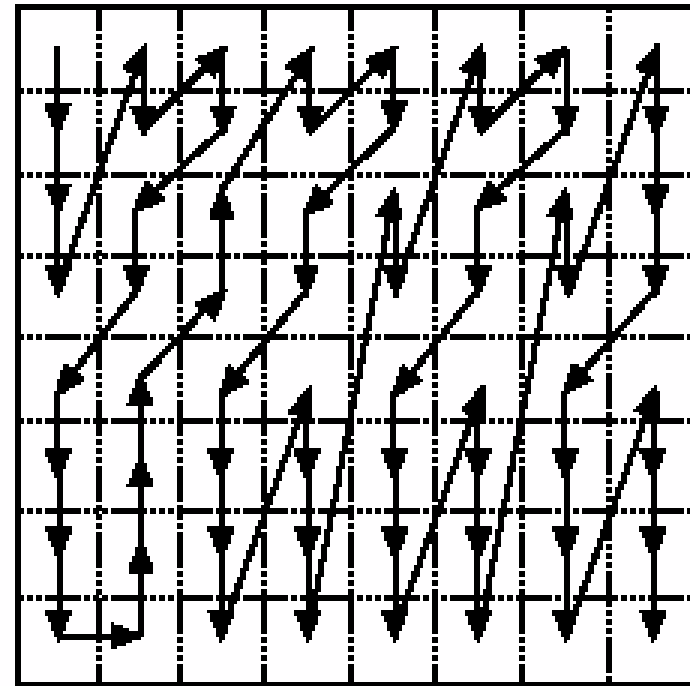
- Jos nollakertoimet saadaan yhteen jonoon peräkkäin, perinteiset pakkaus metodit pakkaavat datan paremmin, matalataajuusosat ovat vasemmassa yläkulmassa, suuritaajuusosat oikeassa alakulmassa => kertoimet järjestetään todennäköiseen suuruusjärjestykseen.

Digitaalinen TV-tekniikka



Zigzag or Classic (nominally for frames)

a)



Alternate (nominally for fields)

b)

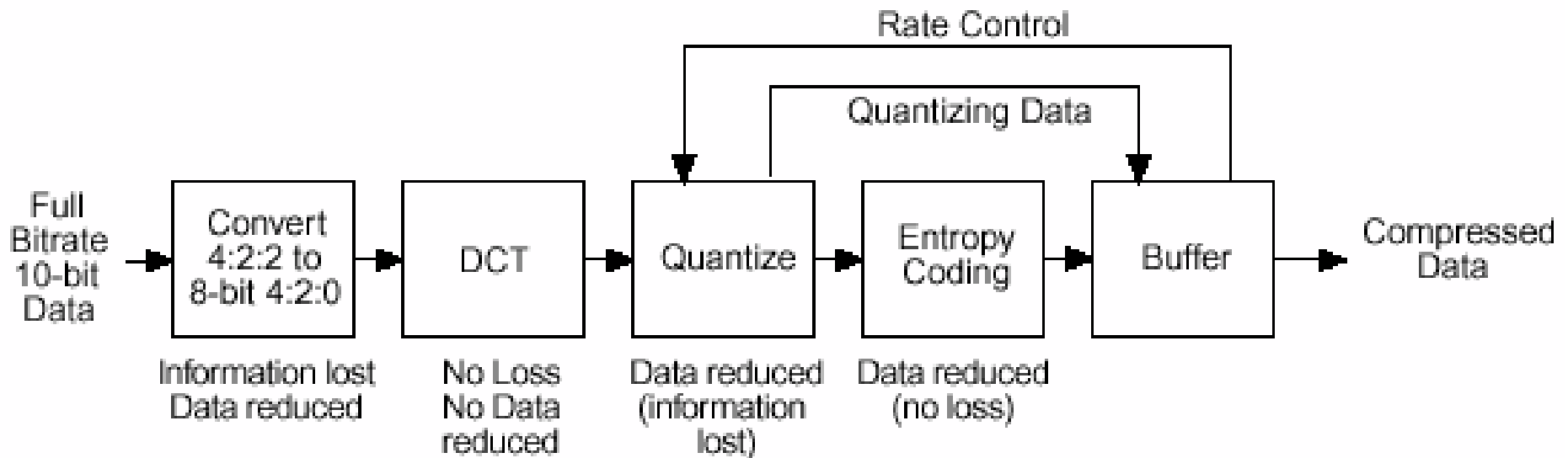
Digitaali TV-tekniikka

4. Kertoimien pakkaus

- Perinteiseen (häviöttömään) koodaukseen käytetään RLC (Run Length Coding) eli esimerkiksi lopun nollajonot koodataan koodilla joka kertoo montako nollaa tulee lopussa (tai peräkkäin)

Digitaalinen TV-tekniikka

Yhteenveto yksittäisten kuvien pakkauksesta



Quantizing

Reduce the number of bits for each coefficient. Give preference to certain coefficients. Reduction can differ for each coefficient

Entropy Coding

Variable Length Coding
Use short words for most frequent values (like Morse Code)

Run Length Coding
Send a unique code word instead of strings of zeros

Digitaali TV-tekniikka

Värikoodaus

Luminanssi (Y) koodataan kaikilta pisteiltään, mutta krominanssi (2 arvoa: värisävy (U, Cr) värikylläisyys (V, Cb)), useimmiten keskiarvoltaan

Studiotasoinen komponenttivideo (YUV erikseen) kaikki täydellä tarkkuudella: profiili 4:4:4

Digitaali TV-tekniikka

A:B:C – MPEG-2 profiilit

4:4:4 kaikki luminanssi ja krominanssi arvot tallella

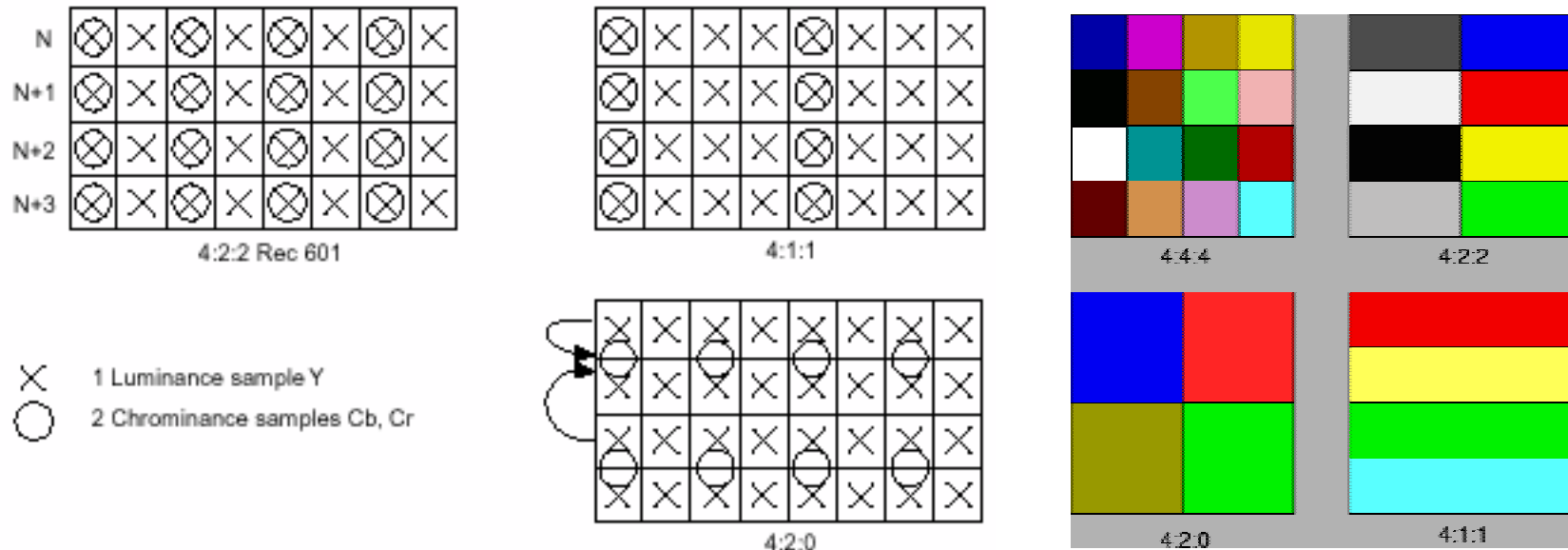
4:2:2 vaakapisteiden keskiarvotus =>neljää luminanssi signaaleja kohden lähetetään vain 2 Cr ja 2 Cb arvoa
(2/1 horisontal down sampling)

4:1:1 vaakapisteiden keskiarvotus =>neljää luminanssi signaaleja kohden lähetetään vain 1 Cr ja 1 Cb arvoa
(4/1 horisontal down sampling)

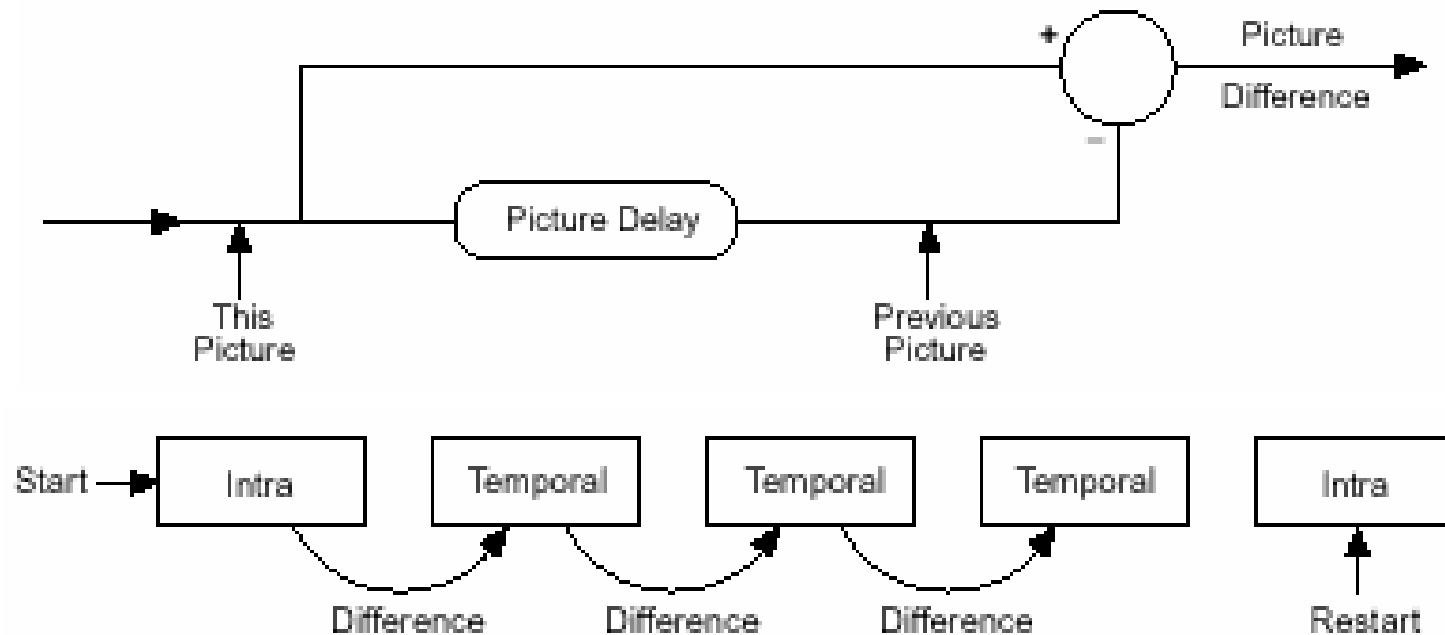
Digitaali TV-tekniikka

4:2:0 vaakapisteiden ja pystyjuovien keskiarvotus
=>neljää luminanssi signaaleja kohden lähetetään vain
1 Cr ja 1 Cb arvoa.

(2/1 horisontal down sampling and 2/1 vertical
down sampling and)



Temporal Coding (perättäisten kuvien pakkaus)



Peruspakkaus yksisuuntaiseen erokuvaan

Digitaalinen TV-tekniikka

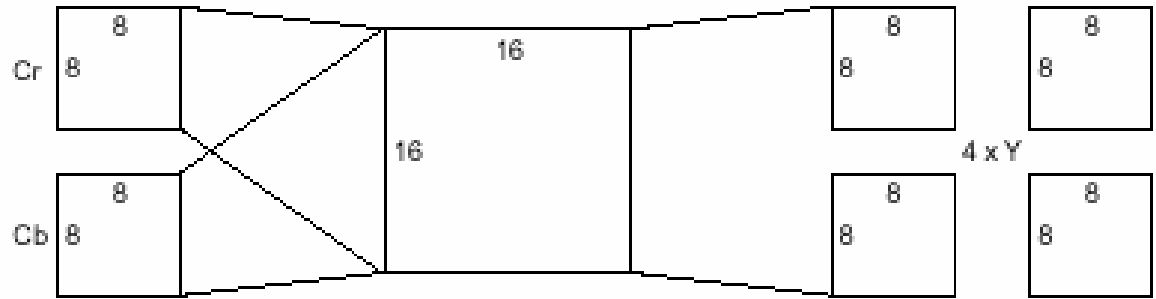
Liikkeen kompensointi

Kooderi laskee liikevektorin makrolohkolle ja lähetetään dekooderille

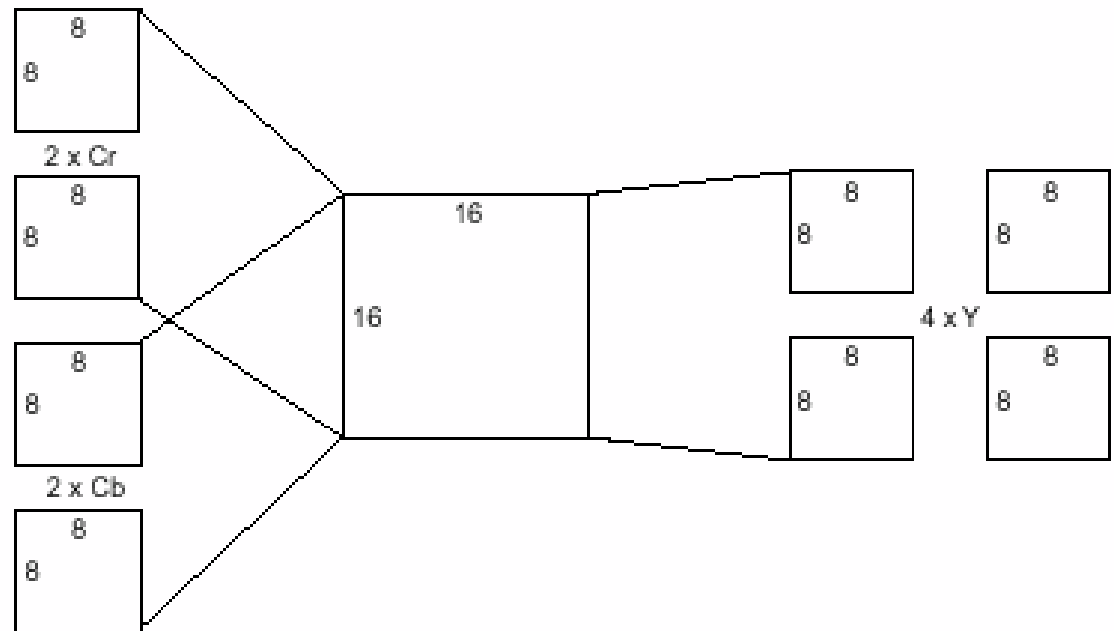
Makrolohko (= pel, Picture Element) $16 * 16$ pikselin kuvaelementti joka sisältää esimerkiksi 4:4:4 profiililla 4 kpl $8*8$ luminanssilohkoja ja 8 kpl $8*8$ krominanssilohkoja

Digitaali TV-tekniikka

Makrolohko:
luminanssi ja
krominanssi
lohkojen
määrät eri
profiileilla



a) 4:2:0 has 1/4 as many chroma sampling points as Y



b) 4:2:2 has twice as much chroma data as 4:2:0

Digitaali TV-tekniikka

Liikkeen kompensointi lasketaan peräkkäisistä luminanssi signaaleista, vaaka ja pystyvektorit $\frac{1}{2}$ pikselin tarkkuudella.

Liikkeen kompensointi ei perustu mihinkään objekteihin kuvassa, vaan 16×16 pikselin makrolohkoihin, jolloin sen kompensointiokyky riippuu liikkuvan objektrin koosta.

Digitaali TV-tekniikka

Kaksisuuntainen ennustaminen (B picture)

Leikkauksissa ja panoroinnissa (ja myös isoissa liikkuvissa objekteissa) paljastuu kuvasta uusia alueita joita ei voida ennustaa edellisistä kuvista. Sen sijaan taaksepäin ennustaminen toimii näissä osissa.

MPEG-2 standardi ei määrittele miten päätös eteenpäin/taaksepäin ennustamisesta tehdään vaan kooderin valmistaja joutuu päättämään jokaisen makrolohkon osalta erikseen mikä on koodaustapa.

Digitaali TV-tekniikka

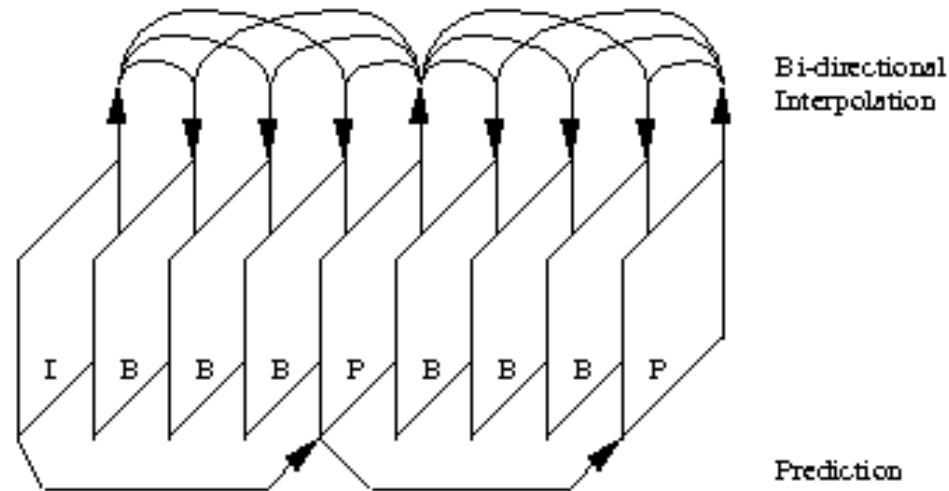
I, P ja B kuvat

I (Intra) yksittäispakattu kuva, lähetetään tyypillisesti 0,5 s välein, vaatii paljon dataa.

P (forward Predicted) Edellisestä ennustettu kuva eli liikevektoreilla edellisestä muutettu kuva + jokaisen makrolohkon ero edelliseen, vaatii noin puolet I-kuvan datasta (ennustaminen tapahtuu yhtä hyvin myös toisesta ennustetusta kuvasta)

Digitaali TV-tekniikka

B (Bidirectionally predicted) Ennustettu sekä edellisestä että seuraavasta kuvasta (tai sekä että). Liikevektorit kertovat mistä kuvasta ja mistä kohdasta kukin makrolohko on peräisin. Yleensä datan määrä on noin $\frac{1}{4}$ I kuvan datasta.

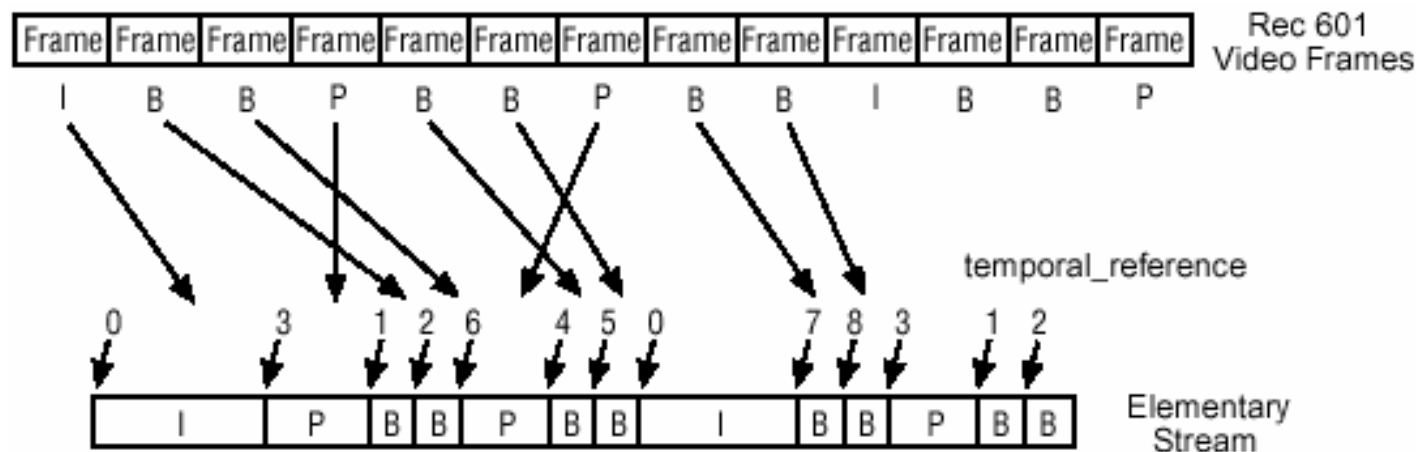


Digitaali TV-tekniikka

GOP (Group of Pictures)

Alkaa I-kuvasta ja päättyy seuraavaa I-kuvaa edelliseen kuvaan. Yleensä 12 tai 15 kuvaa pitkä ja koostuu toisiaan seuraavista kuvista: IBBP.

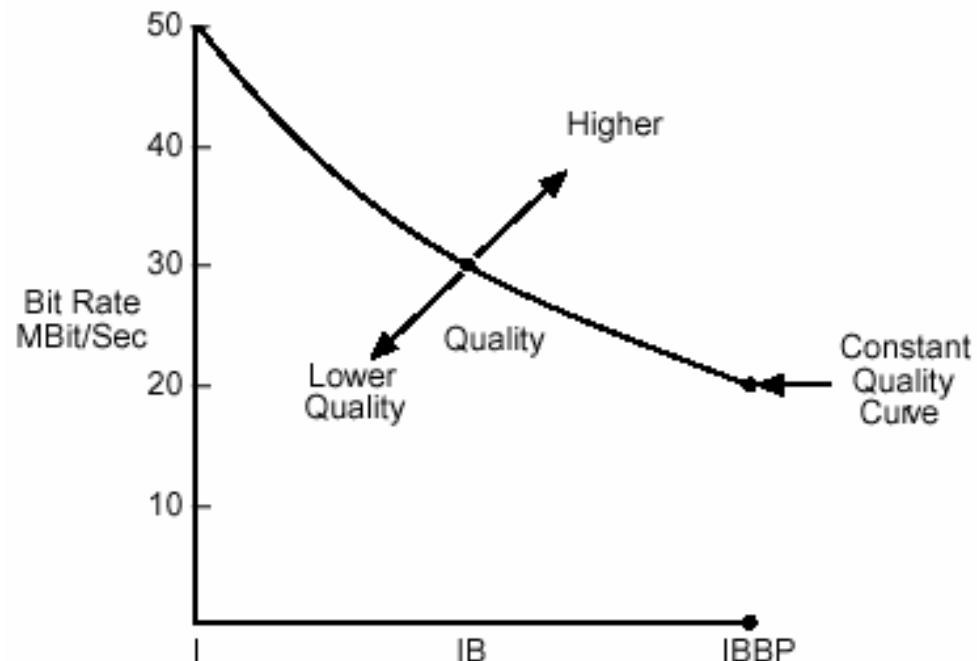
Kuvien lähetysjärjestys määräytyy siten että ennustetut kuvat ovat aina lähdekuvien jälkeen



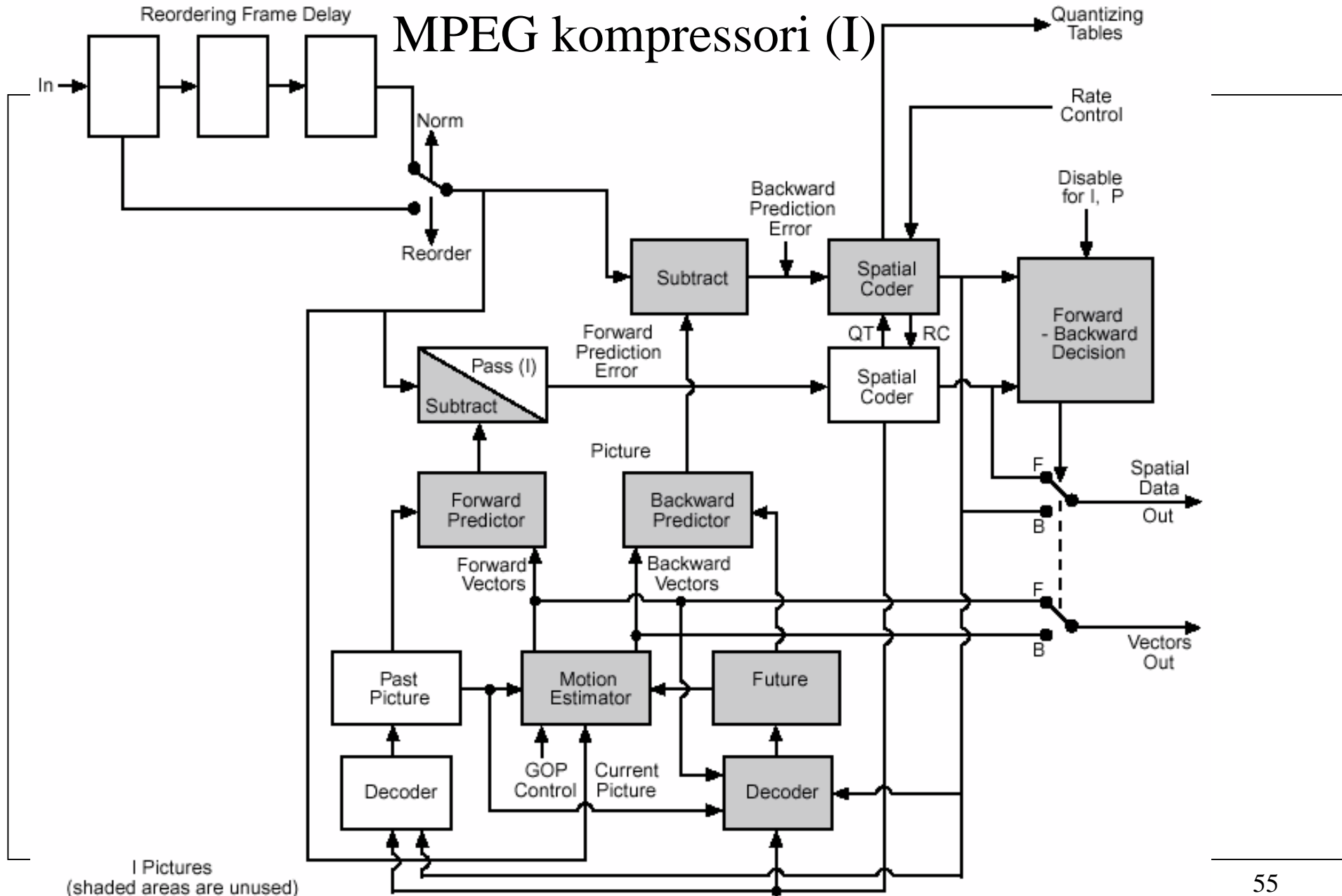
Digitaali TV-tekniikka

Lähetysjärjestyksen muuntaminen vaatii lisää muistia dekooderista ja lisää viivettä.

IB:stä koostuva GOP on hyvä kompromissi editoitaessa kuvia.

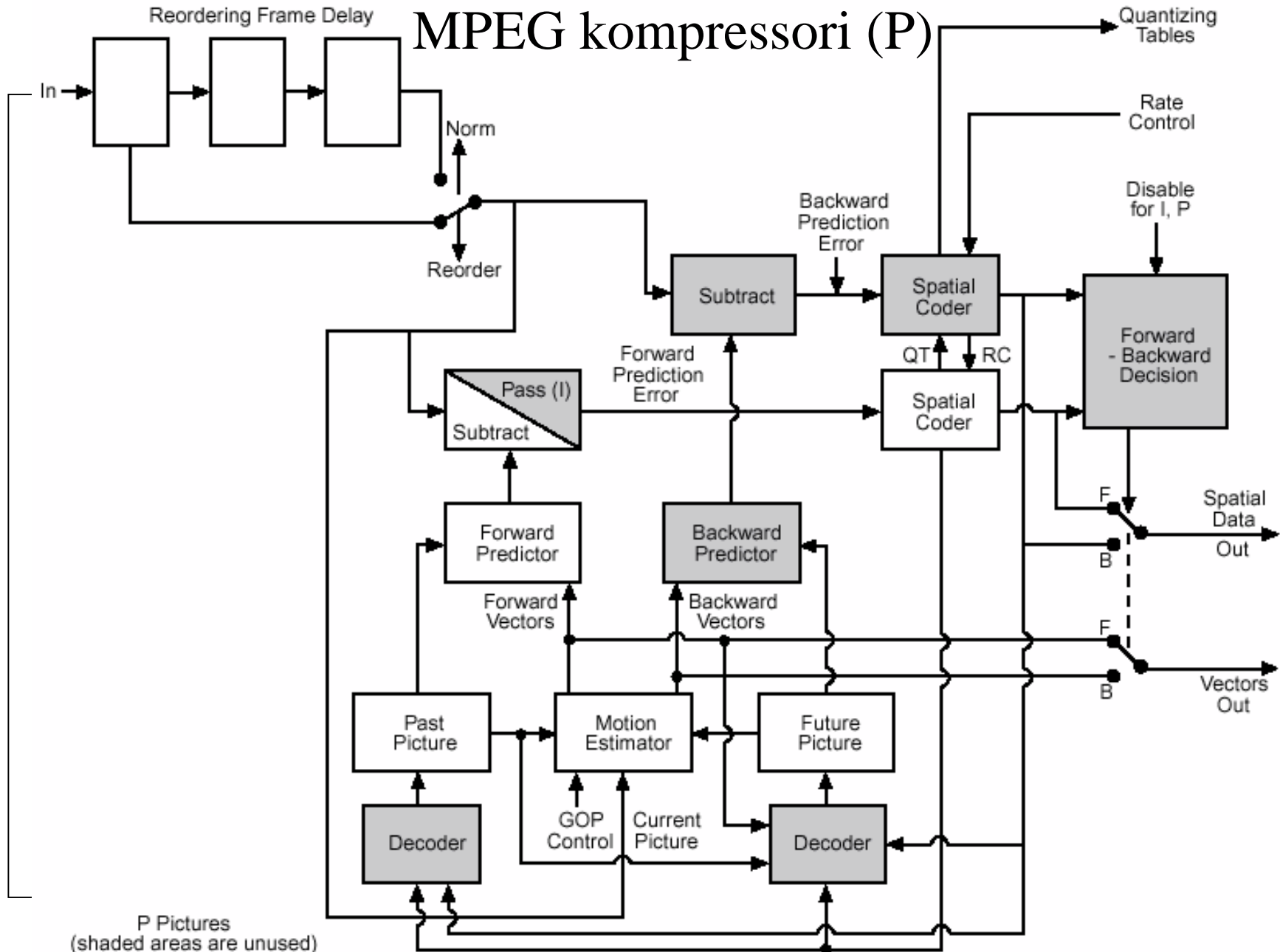


MPEG kompressor (I)

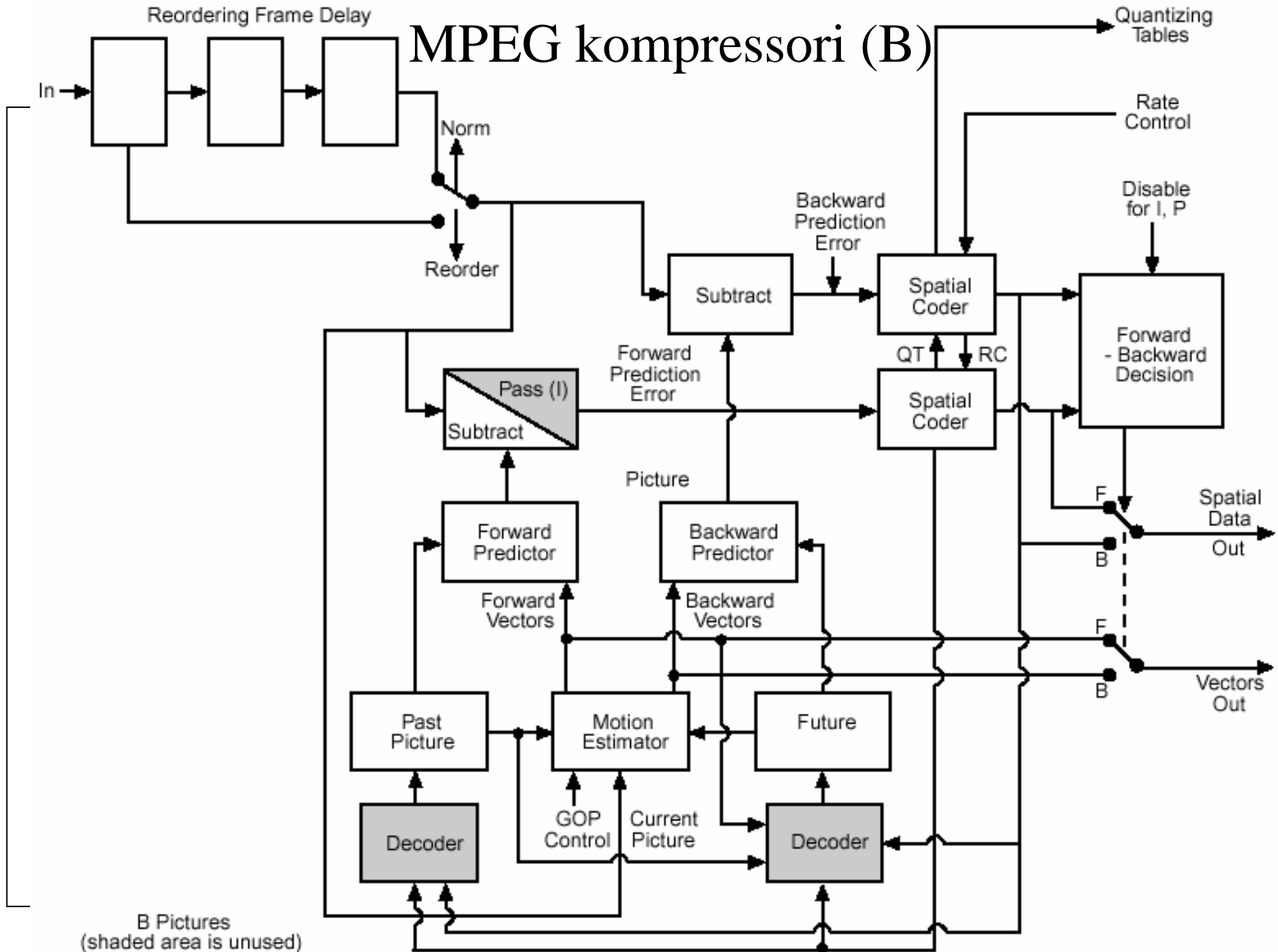


I Pictures
(shaded areas are unused)

MPEG kompressor (P)

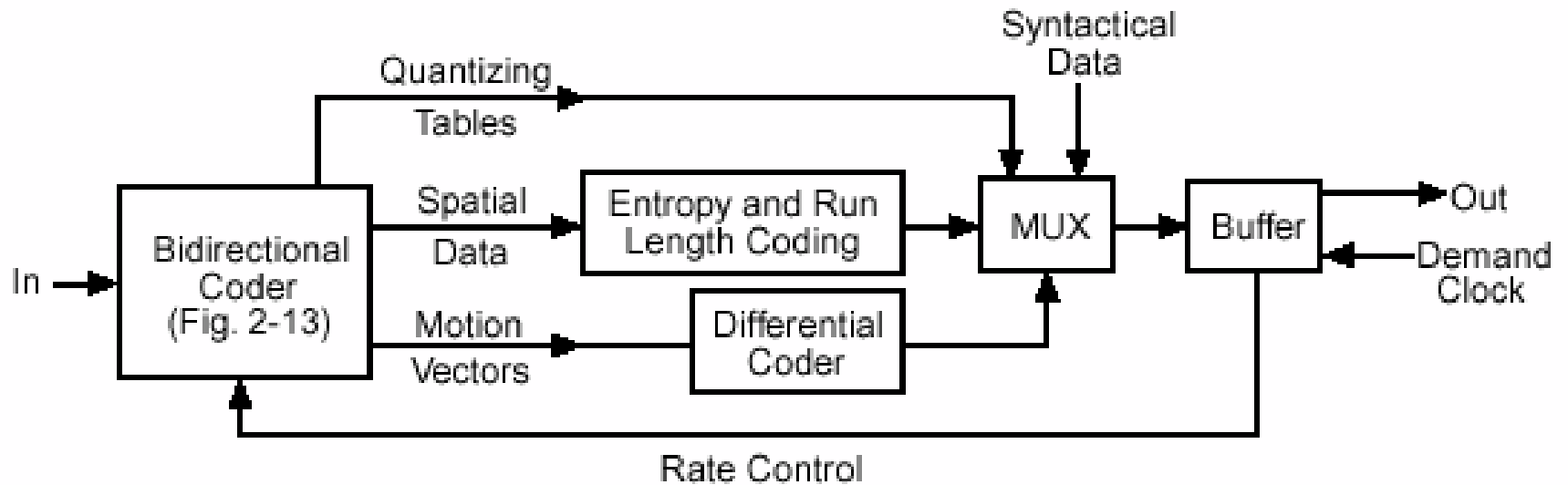


MPEG kompressor (B)



Digitaalinen TV-tekniikka

Kokonainen MPEG-2 kooderi



Digitaalinen TV-tekniikka

Ongelman aiheuttajat kuvanpakkauksessa

Kohina sekä filmirakeiden aiheuttama koko kuvan käsittävä satunnainen vaihtelu

Komposiittivideon tyypilliset häiriöt (kantoaalloista)

Alkuperäisen videon tärinä, huojunta ... yleensä poistetaan ennen kompressointia alipäästösuodattimella

Filmin konvertointi (telecine) 24 Hz => 50 Hz, 60 Hz

Digitaali TV-tekniikka

**MP@ML => Main Profile @ Main Level
resoluutit/profiilit MPEG2:ssa**

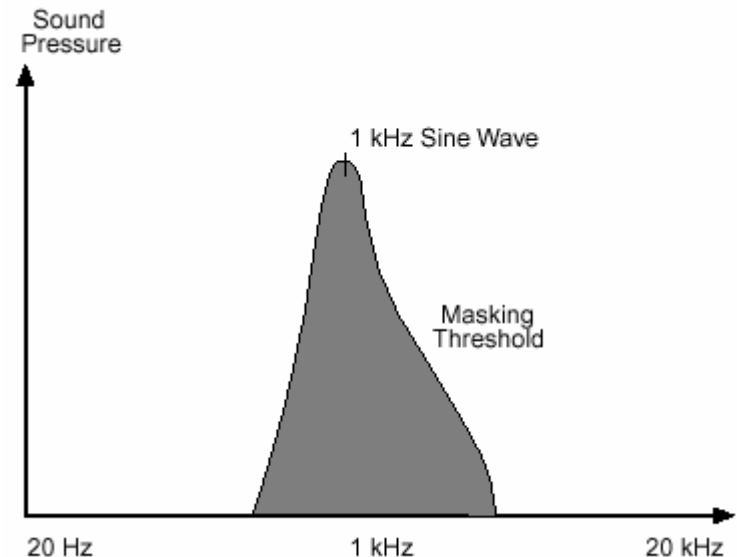
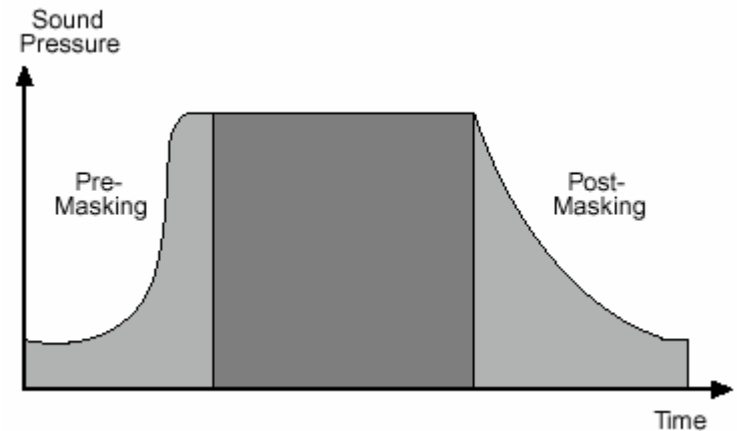
HIGH		4:2:0 1920x1152 80 Mb/s I,P,B				4:2:0, 4:2:2 1920x1152 100 Mb/s I,P,B
HIGH-1440		4:2:0 1440x1152 60 Mb/s I,P,B			4:2:0 1440x1152 60 Mb/s I,P,B	4:2:0, 4:2:2 1440x1152 80 Mb/s I,P,B
MAIN	4:2:0 720x576 15 Mb/s I,P	4:2:0 720x576 15 Mb/s I,P,B	4:2:2 720x608 50 Mb/s I,P,B	4:2:0 720x576 15 Mb/s I,P,B		4:2:0, 4:2:2 720x576 20 Mb/s I,P,B
LOW		4:2:0 352x288 4 Mb/s I,P,B		4:2:0 352x288 4 Mb/s I,P,B		
LEVEL PROFILE	SIMPLE	MAIN	4:2:2 PROFILE	SNR	SPATIAL	HIGH

Audiokoodaus

Subband coding

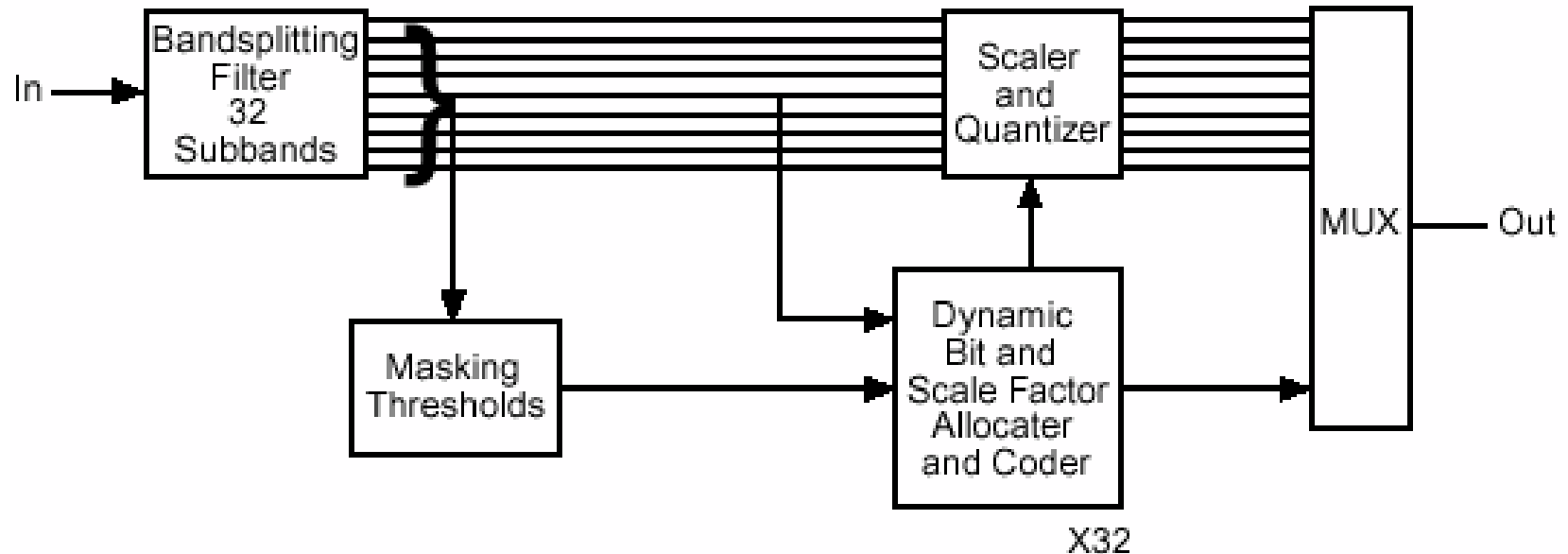
Kohinatasoa voidaan nostaa
kun on riittävä signaalitaso
 \Rightarrow SNR pysyy \sim vakiona

Lisäksi tietyn taajuinen
signaali peittää lähellä
olevien taajuuksien
havainnointia

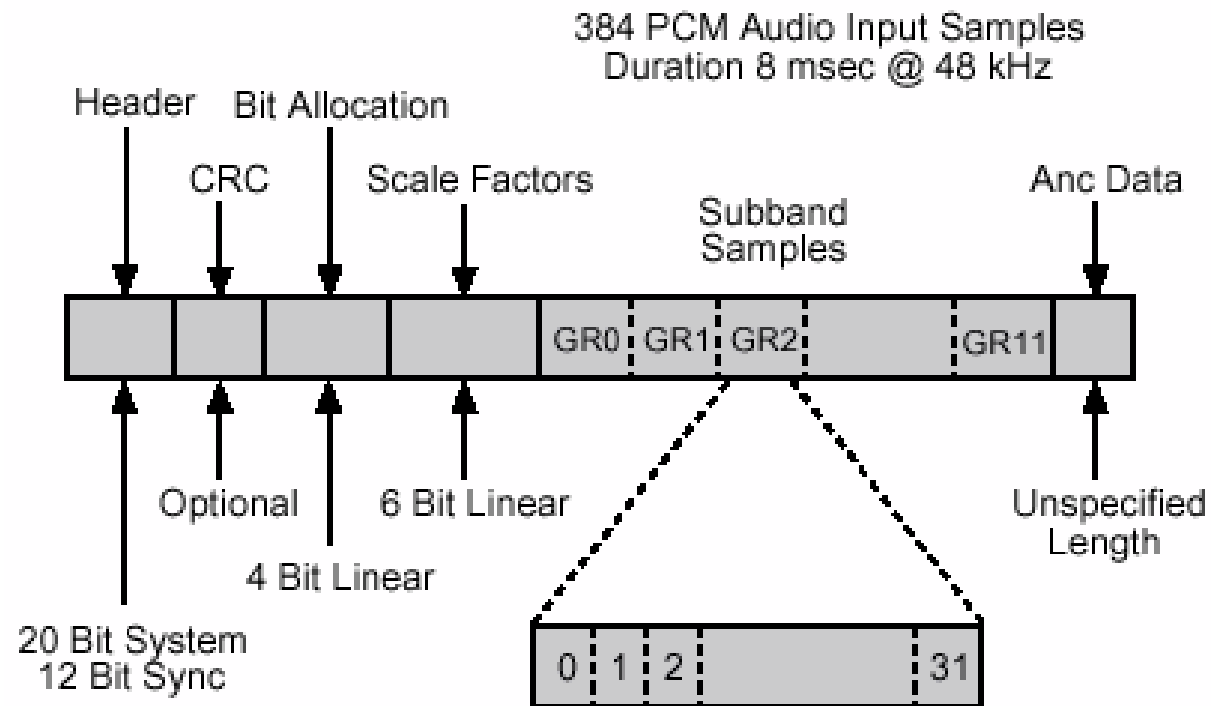


Digitaali TV-tekniikka

MPEG Layer 1 audio

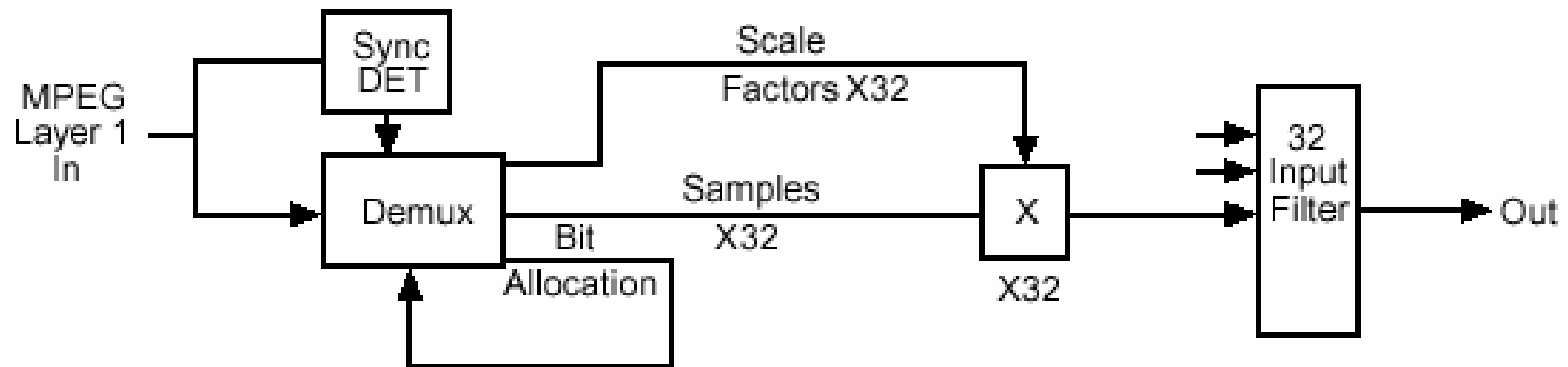


MPEG Layer 1 audio bit stream



Digitaali TV-tekniikka

MPEG Layer 1 dekooderi



Digitaali TV-tekniikka

MPEG Layer 2

Layer 1:n 32 kaistaa ei riitä kovin tarkkaan kohinatason määrittämiseen => Layer 2:ssa erikseen FFT alkuperäisestä eli saadaan tarkemmat taajuudet ja pienemmät painoarvot muille taajuuksille (lisäksi samasta syystä ikkunakoko 384 => 1152)

Audiosignaalin luonteesta riippuen lähetetään vain 1/3, 2/3 tai kaikki kolme peräkkäistä skaalauskerrointa alikaistoille

Digitaali TV-tekniikka

MPEG Layer 3 (MP3 :)

MPEG layer 3 käyttää samankaltaista koodausta kuin kuvallekin eli 384 näytteen DCT ja suodatus taajuustasossa jonka jälkeen Huffman koodaus vähentämään bittejä.

Taajuusmuunnetausta signaalista kertoimia ei tarvitse lähettää yhtä usein (korvan kuuloluun hitaus)

MPEG-2 Streams

1. Elementary stream (ES)

MPEG standardissa määritelty ”raaka” mediavirta kooderilta (video, audio..), joka sisältää kaiken informaation jota dekooderi tarvitsee. Mediavirta on suurinpiirtein reaaliaikainen

Video elementary stream

Kuvan elementtinä 8*8 lohko (yhtä hyvin Y, Cr, ja Cb) joiden kosinimuunnatut kertoimet lähetetään peräkkäin (alkaen tasakomponentista) ja loppuun EOB (End Of Block)

Digitaali TV-tekniikka

Lohkoista kootaan makrolohko (16*16)

Lohkon tunniste:

- Liikevektorit (kahteen suuntaan)
- Skaalauskerroimet

MPEG standardi määrittää Y, Cr, Cb lohkojen keskinäisen lähetysjärjestyksen

Slice: Vierekkäisten makrolohkojen viipale (yleensä vasemmalta oikealle. Voi olla eri pituisia ja useampia kuvan koko leveydellä.

Vektorit ja (kerroimet I kuville) lähetetään viipaleen ensimmäisten osalta normaalisti, seuraavien makrolohkojen osalta vain erona edelliseen.

Digitaali TV-tekniikka

Slice antaa mahdollisuuden purkaa synkronointi bittivirhetapauksissa, jolloin bittivirheet eivät näy kuin yhden viipaleen osalla

Slicet yhdistetään muodostamaan koko kuva (kenttä). Kuvan otsikko kertoo kuvatyypin (I, P, B), aikakoodin, ja yhteisen liikevektorin

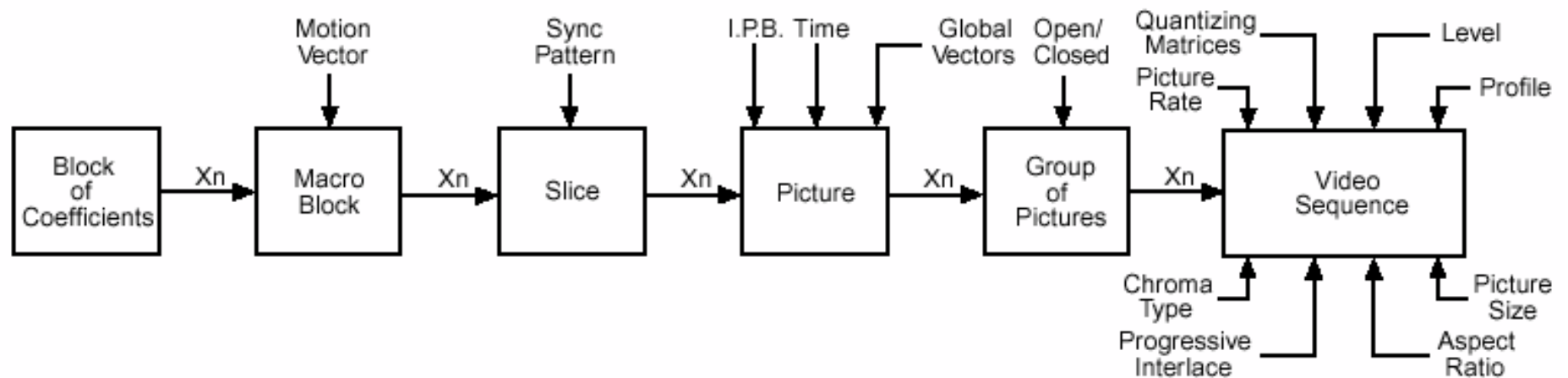
Kuvia ”voidaan” yhdistää GOP:ksi (Group of pictures) ei pakollinen mutta käytettäessä I, P, B kuvia välttämätön.

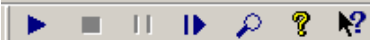
Open GOP = viimeistä B kuvaa seuraavan GOP:n ensimmäinen I-kuva tarvitaan dekodauksessa, Closed GOP = ei tarvita

Digitaali TV-tekniikka

Useita GOP voidaan yhdistää video sekvensseiksi, joilla on oma otsikko (sequence header), joka määrittelee resoluution, kuvasuhteen, kuvataajuuden, profiili, level, bittinopeuden ja kvantisointimatriisin. Otsikoita toistetaan yleensä määrävälejin jolloin katselu voidaan aloittaa sekvenssin keskeltä. (esim kanavan vaihto ...)

Ilman sequence headeria ei dekodauksta voida alkaa.





Transport Streams

- Stream (file: C:\temp\mpeg2 software\WebS...)
 - Program
 - Program 0001 (0x0001)
 - PID 1024 (0x0400) -> PES - video type B
 - PID 1025 (0x0401) -> PES - audio type B
 - PID 1026 (0x0402) -> PES 13818-6 type C
 - PID 1027 (0x0403) -> PES 13818-6 type B
 - PID 1028 (0x0404) -> PES - private sections
 - PID 1029 (0x0405) -> PES - private PES packets
 - Packet
 - PID 0000 (0x0000) -> PSI - PAT
 - PID 0001 (0x0001) -> PSI - CAT
 - PID 0016 (0x0010) -> PSI - NIT
 - PID 0017 (0x0011) -> PSI - SDT
 - PID 0018 (0x0012) -> PSI - EIT
 - PID 0020 (0x0014) -> PSI - TDT/TOT
 - PID 0256 (0x0100) -> PSI - PMT
 - PID 1024 (0x0400) -> PES - video type B
 - PID 1025 (0x0401) -> PES - audio type B
 - PID 1026 (0x0402) -> PES 13818-6 type C
 - PID 1027 (0x0403) -> PES 13818-6 type B
 - PID 1028 (0x0404) -> PES - private sections
 - PID 1029 (0x0405) -> PES - private PES packets
 - ?
 - PID 8191 (0x1FFF)

Program Map Table - 256

Section: PMT - Program Map Table

table_id	2 (0x02)
section_syntax_indicator	1 (0x01)
section_length	143 (0x8f)
program_number	1 (0x01)
version_number	1 (0x01)
current_next_indicator	1 (0x01) [Current]
section_number	0 (0x00)
last_section_number	0 (0x00)
PCR_PID	1024 (0x400)
program_info_length	0 (0x00)

Elementary Stream Loop [0]

stream_type	11 (0x0b) [ISO/IEC 13818-6 type B]
elementary_PID	1027 (0x403)
ES_info_length	26 (0x1a)

Stream Identifier Descriptor 82 (0x52) Length 1

component_tag	1 (0x01)
---------------	----------

association_tag_descriptor Descriptor 0x14, Length 13 not decoded
0x14 0x0d 0x00 0x01 0x00 0x00 0x08 0xff 0xff 0xff 0xff 0xff 0xff

Data broadcast id Descriptor 102 (0x66) Length 6

data_broadcast_id	262 (0x106)
data_broadcast_id	258 (0x102)
data_broadcast_id	0 (0x00)

Elementary Stream Loop [1]

stream_type	4 (0x04) [ISO/IEC 13818-3 Audio]
elementary_PID	1025 (0x401)
ES_info_length	18 (0x12)

Stream Identifier Descriptor 82 (0x52) Length 1

component_tag	2 (0x02)
---------------	----------

association tag_descriptor Descriptor 0x14, Length 13 not decoded

Table 1 of 1

Digitaali TV-tekniikka

Audio elementary stream

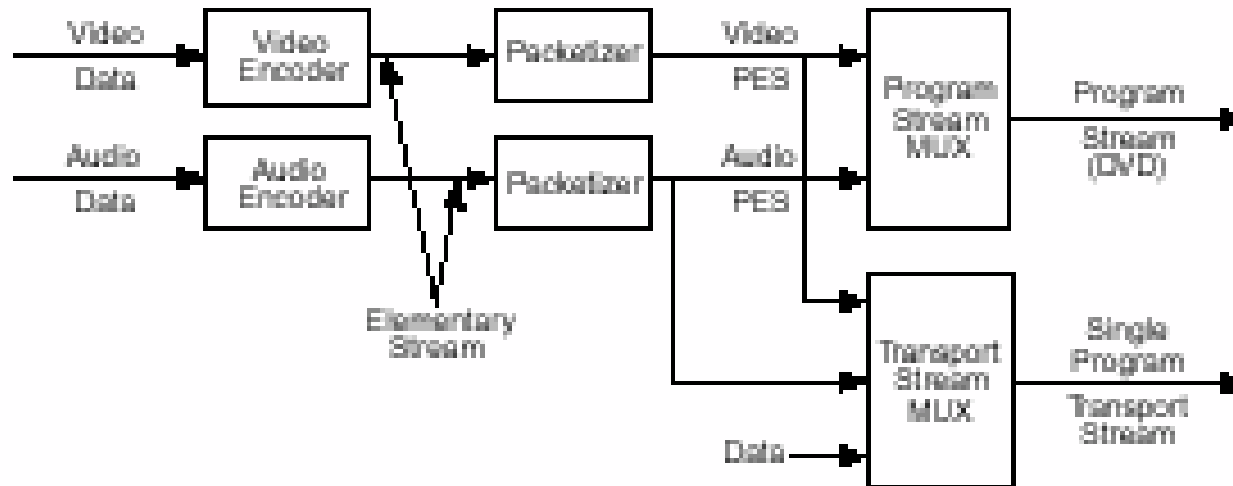
Audio streamin peruselementit sisältävät aina saman määrän dataa (ei mitään kehittyneitä ennustavia / vokoodereita)

Sequence header sisältää audioformaatin kuvauksen (sovittu bittikuvio) esimerkiksi Layer 1, 2, AC-3... tyyppi (Join Stereo...) ja alkuperäinen näytteenottotaajuus.

Audiosekvenssi koostuu erillisistä palasista (Access Unit, AU) jotka vastaavat periaatteessa videon erillisiä kuvia. MPEG audiossa AU on yksittäinen (tai ryhmä) kooderilta tulleita näytteitä

2. Packetized Elementary Streams (PES)

Lähes reaaliaikainen raakadata täytyy paketoida sopivan kokoisiin paketteihin jotta se voidaan käytännössä lähettää samaan aikaan (video, audio..) Paketit varustetaan aikaleimalla synkronointia varten



Digitaali TV-tekniikka

PES paketti

Paketin koko
riippuu käyttö-
tarkoituksesta
muutamasta
kilotavusta
satoihin
kilotavuihin.

The screenshot shows the TransportStreamAnalyser interface. The main window title is "TransportStreamAnalyser - [View PES packets PID 0x0401]". The interface includes a menu bar (File, Stream, View, Window, Help), a toolbar with playback controls, and a tree view on the left. The tree view shows the following structure:

- Transport Streams
 - Stream (file: C:\temp\mpeg2 software\WebS:
 - Program
 - Program 0001 (0x0001)
 - PID 1024 (0x0400) ->PES - video type B
 - PID 1025 (0x0401) ->PES - audio type B
 - PID 1026 (0x0402) ->PES 13818-6 type C
 - PID 1027 (0x0403) ->PES 13818-6 type B
 - PID 1028 (0x0404) ->PES - private sections
 - PID 1029 (0x0405) ->PES - private PES packe

- Packet
- PID 0000 (0x0000) ->PSI - PAT
- PID 0001 (0x0001) ->PSI - CAT
- PID 0016 (0x0010) ->PSI - NIT
- PID 0017 (0x0011) ->PSI - SDT
- PID 0018 (0x0012) ->PSI - EIT
- PID 0020 (0x0014) ->PSI - TDT/TOT
- PID 0256 (0x0100) ->PSI - PMT
- PID 1024 (0x0400) ->PES - video type B
- PID 1025 (0x0401) ->PES - audio type B
- PID 1026 (0x0402) ->PES 13818-6 type C
- PID 1027 (0x0403) ->PES 13818-6 type B

The right-hand pane displays the following metadata for the selected PES packet:

Stream ID:	0xc0
PES Packet Length:	3464
PES_scrambling_control:	0
PES_priority:	0
data_alignment_indicator:	1
copyright:	1
original_or_copy:	1
PTS_DTS_flags:	2
ESCR_flags:	0
ES_rate_flag:	0
DSM_trick_mode_flag:	0
additional_copy_info_flag:	0
PES_CRC_flag:	0
PES_extension_flag:	0
PES Header Data Length:	5
PTS:	6707379108
PTS (d:h:m:s:c):	00:20:42:06:43
PCR:	6707371572
PCR (d:h:m:s:c):	00:20:42:06:35

Below the metadata, a hex dump shows the first few bytes of the packet:

```
00000 47 44 01 1a 00 GD...
00005 00 01 c0 0d 88 ....
0000a 87 80 05 2d 3f ....-?
```

At the bottom, the status bar indicates "Transport packet 1 of 19." and "PES packet 2 of 7." with navigation buttons. The bottom right corner features the SOFTTEL logo.

Digitaali TV-tekniikka

Aikakoodit (PESsissä)

Koodatut kuvat lähetetään eri järjestyksessä, ne vaativat erilaisen määrän muuta dataa sekä siirto ja multipleksointi lisää vaihtelevaa viivettä. Jotta audio ja video pysyvät samassa tahdissa tarvitaan ajastusignaaleja.

Aikaleima muodostetaan 90 kHz kellolla ohjatusta laskurista 33 bit numerona. 90 kHz kello saadaan jakamalla 27 MHz/300

Kaikissa ei tarvita omaa aikakoodia vaan se voidaan interpoloida edellisistä, Kuitenkin aikakoodi tarvitaan vähintään 700 ms välein

Digitaali TV-tekniikka

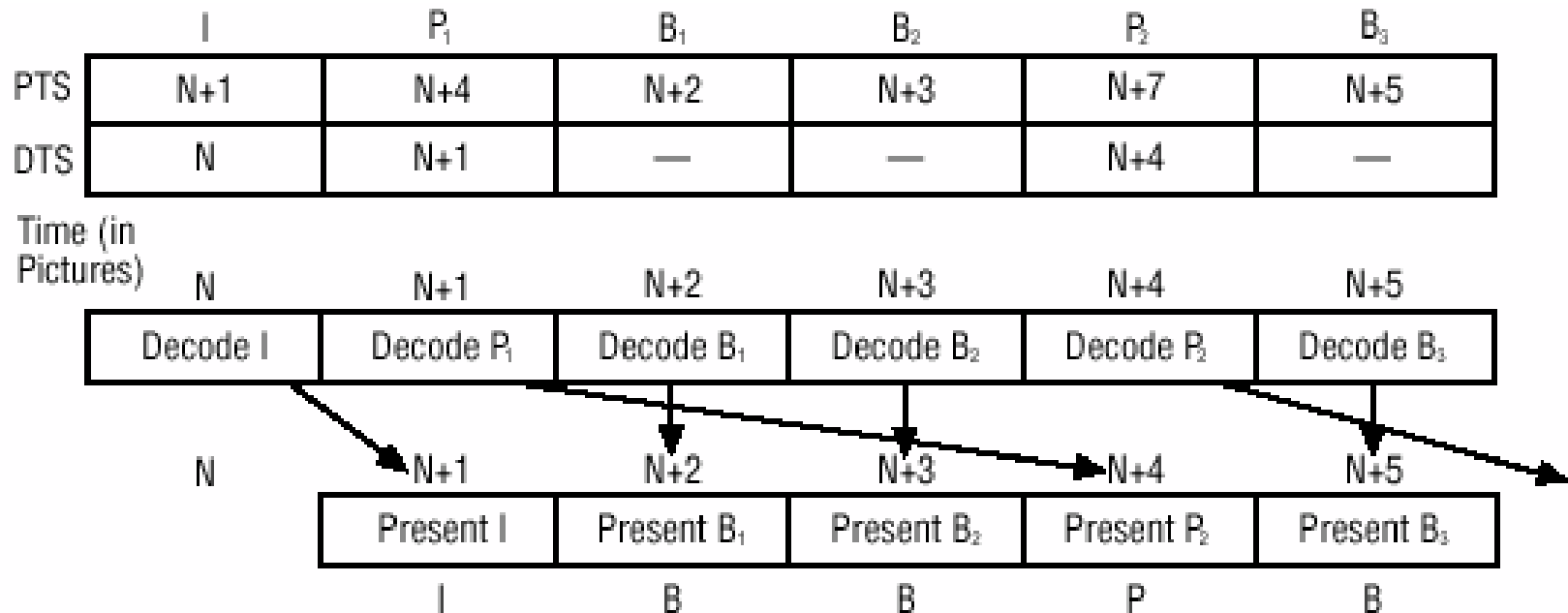
Aikaleima sisällytetään sekä video- että audio-sekvenssin otsikkoon, jolloin dekooderi saadessaan PES paketin se purkaa jokaisen paketin puskurimuistiin ja se luetaan sieltä kun kello saavuttaa kyseisen aikaleiman. Synkronoinnin lisäksi se uudelleen ajastaa myös siirtotien viiveet.

PTS/DTS

IBBP kuvat lähetetään eri järjestyksessä IPBB, jolloin tarvitaan kaksi eri aikaleimaa Decode Time Stamp (DTS) kertoo koska kuva täytyy dekodata, Presentation Time Stamp (PTS) koska se pitäisi saada ulos dekooderista.

Digitaali TV-tekniikka

Dekooderi voi purkaa vain yhden kuvan kerrallaan joten IPBB sekvenssin saapuessa aikaleimat (dekoodaus ja purku) ovat seuraavan kaltaisia



3. Program Streams (PS)

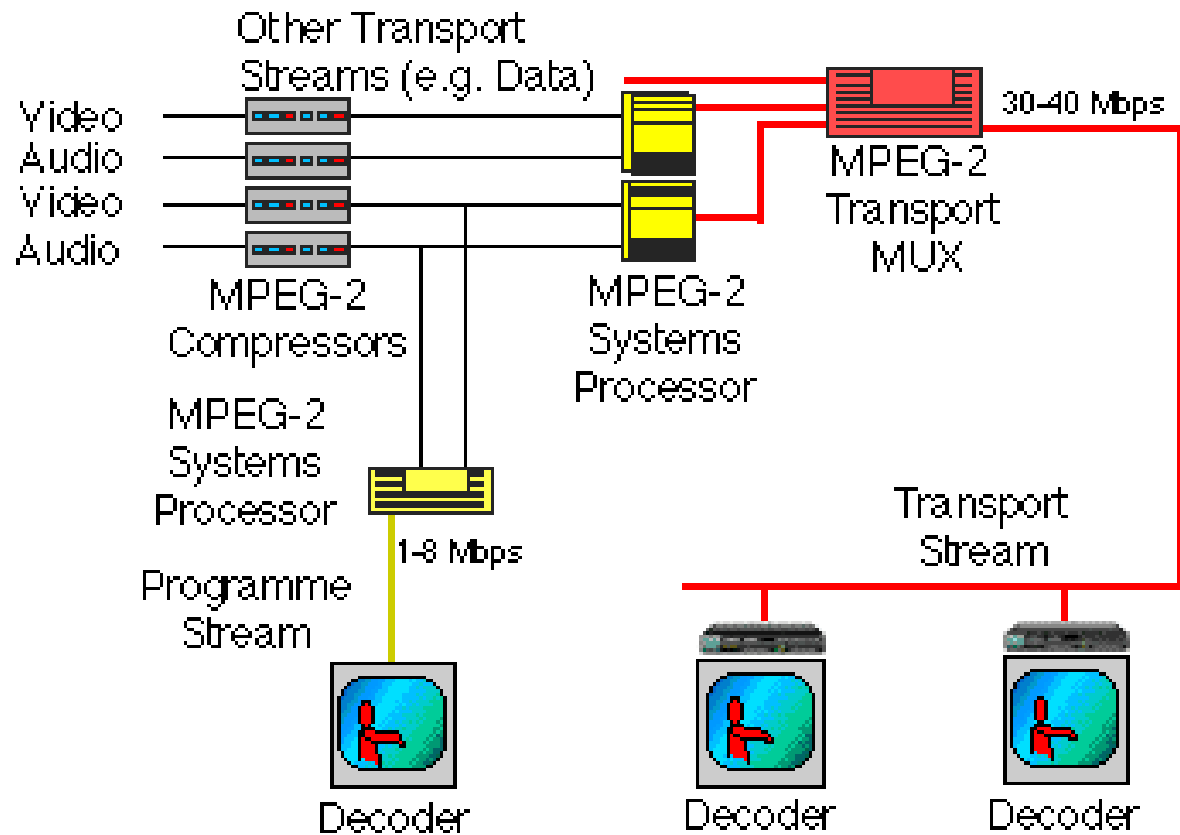
PS on yksi tapa yhdistää erillisiä PES streameja yhdeksi ohjelmaksi. Yleensä käytössä toisto (äänitys) sovelluksissa (DVD, verkko...). Sopii sovelluksiin joissa bittivirhesuhde ei ole merkittävä

”se simppelimpi stream”

Jos halutaan säilyttää kuvan laatu samanlaisena voidaan bittinopeutta muuttella kuvan vaikeuden mukaan. DVD:ssä voidaan pyörimisnopeutta muuttaa vastaamaan haluttua siirtonopeutta kussakin videon kohdassa, pyritään pitämään puskurimuisti sopivan täynnä dekooderille

Digitaali TV-tekniikka

PS (Program Stream) ja TS (Transport) erot



Digitaali TV-tekniikka

Puskurin täyttäminen puskurin tilan mukaan eri PES streameilla onnistuu vain jos ne on koodattu samalla kellolla.

Kellon ei tarvitse olla mitenkään aivan tarkasti synkronissa koodauksessa käytettyyn kelloon vaan esityksessä voi käyttää paikallista (frames/sec) synkronointia ja hakea levyltä (verkko...) siihen sopivaan tahtiin.

PS toimii hyvin yhden vaihtelevalla nopeudella koodatun ohjelman siirrossa, jos halutaan useampia ohjelmia samaan streamiin tarvitaan Transport Stream (TS). Broadcast tyyppisessä sovelluksessa vastaanottimien täytyy olla synkronissa lähettäjän kanssa, jolloin tarvitaan kello (PCR, Program Clock Reference)

Digitaali TV-tekniikka

PS

- Koostuu samalla masterkellolla koodatuista multipleksatuista PES-paketeista
- PES streamit voivat olla esimerkiksi kuva ja sen ääni (et) tai esimerkiksi monikanavainen ääni
- Videossa pakettien koot vaihtelevat, tyypillisesti siten että yhtä kuvaa koskevat datat ovat samassa PS (ja PES) paketissa.
- Äänessä tyypillinen PES paketti on vakiokokoa joita on useampia PS paketissa
- Videon ja audion pakettien multipleksauksessa paketit osuvat harvoin kohdalleen aika-akselilla

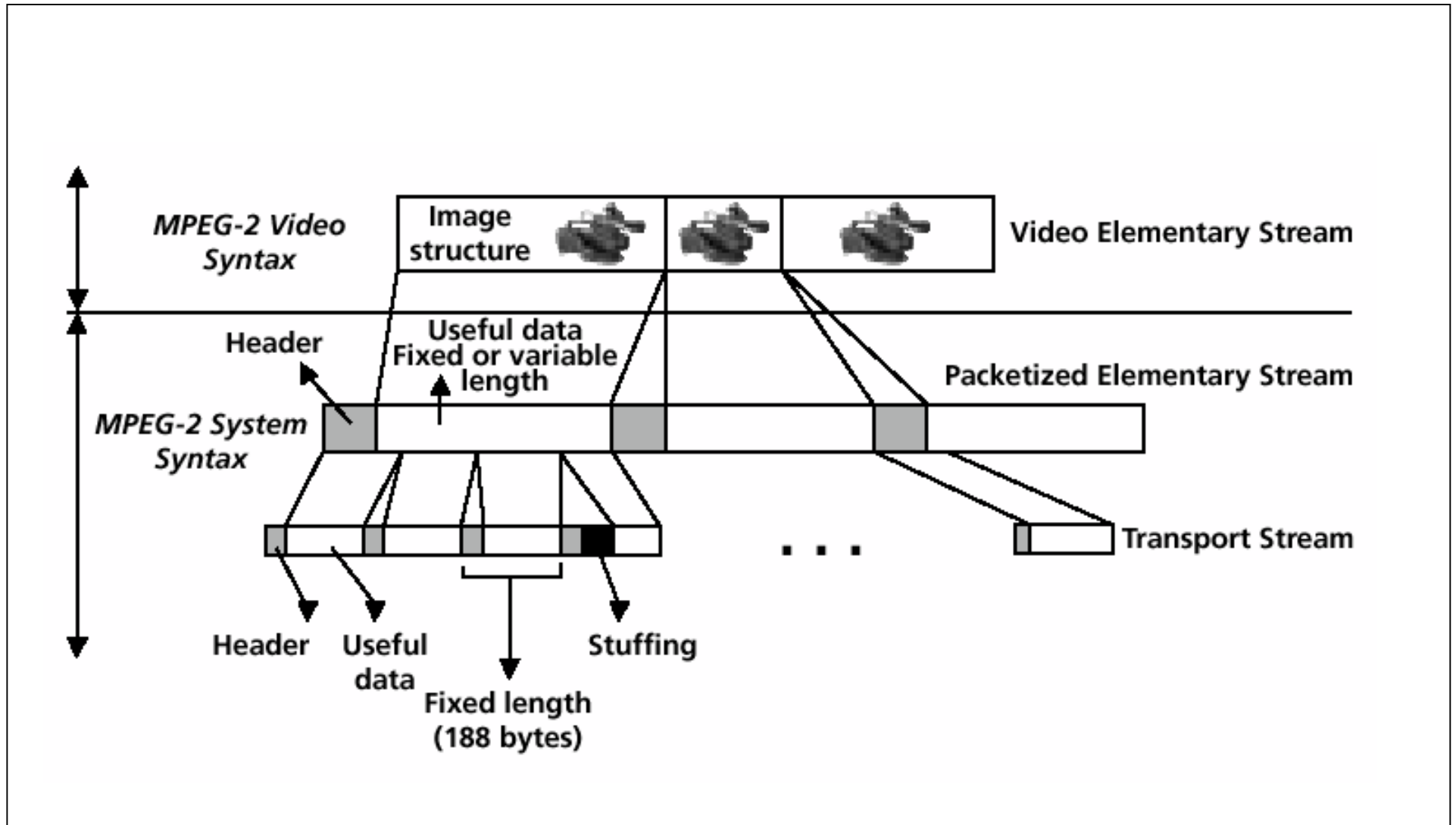
4. Transport Stream (TS)

Transport Stream voi sisältää useita erillisiä, toisiinsa liittymättömiä ohjelmia. Saman streamin sisällä voi eri ohjelmien bittinopeus vaihdell, vaikka koko streamin nopeus pysyy vakiona

PES pakettien aikaleimojen (PTS, DTS) lisäksi vaaditaan vastaanottimien synkronointi lähettäjään. Synkronointi tapahtuu määrävälein streamin mukana tulevalla tai erillisellä PCR kellolla

Lisäksi TS on paloitetu pienempiin paketeihin, joita voidaan siirtää esimerkiksi ATM verkossa.

Digitaalinen TV-tekniikka



Digitaali TV-tekniikka

PSI (Program Specific Information)

Paketit jotka kertovat mitä muut paketit sisältävät ”metadata”

Vastaanottimen (dekooderin) täytyy voida valita haluttu ohjelma onien joukosta, kenties oikea kieliversio halutun videon ääneksi, muuta tietoa, ohjelma voi olla salattu... nämä asiat hoidetaan PSI paketeilla

Digitaali TV-tekniikka

SPTS (Single Program Transport Stream)

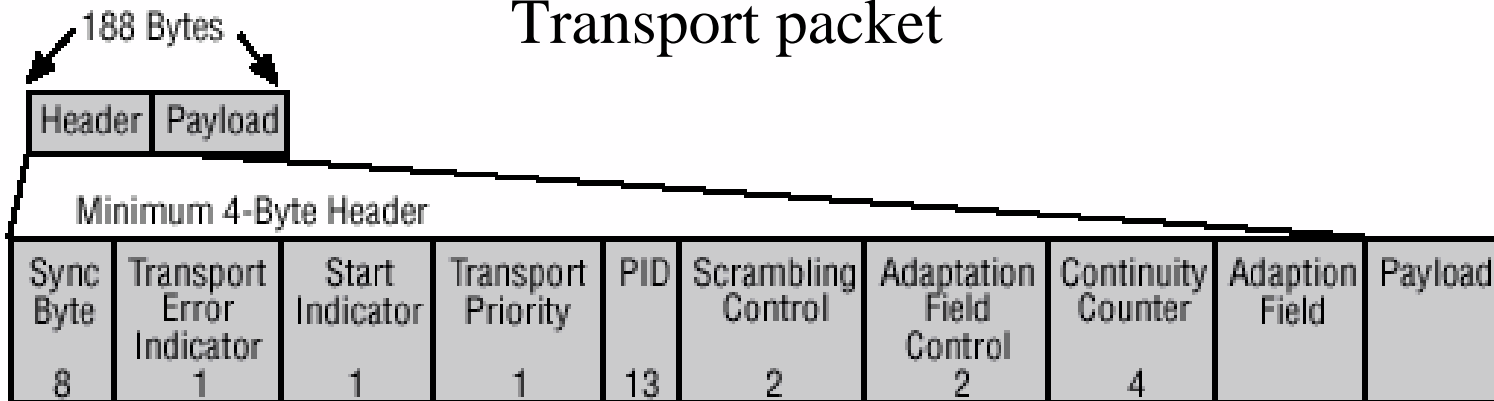
Erillinen PCR-stream tuottaa yhteisen kellon sekä audio että video streameille.

MPTS (Multiple Program Transport Stream)

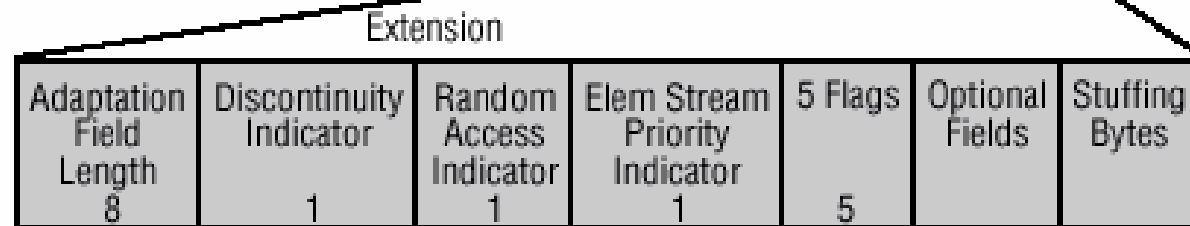
Eri streamit eivät välttämättä ole keskenään synkronissa, jolloin jokaisella on oma PCR, lisäksi PSI taulut jotka kuuluvat saman multipleksin streameihin

Digitaalinen TV-tekniikka

Transport packet



a)

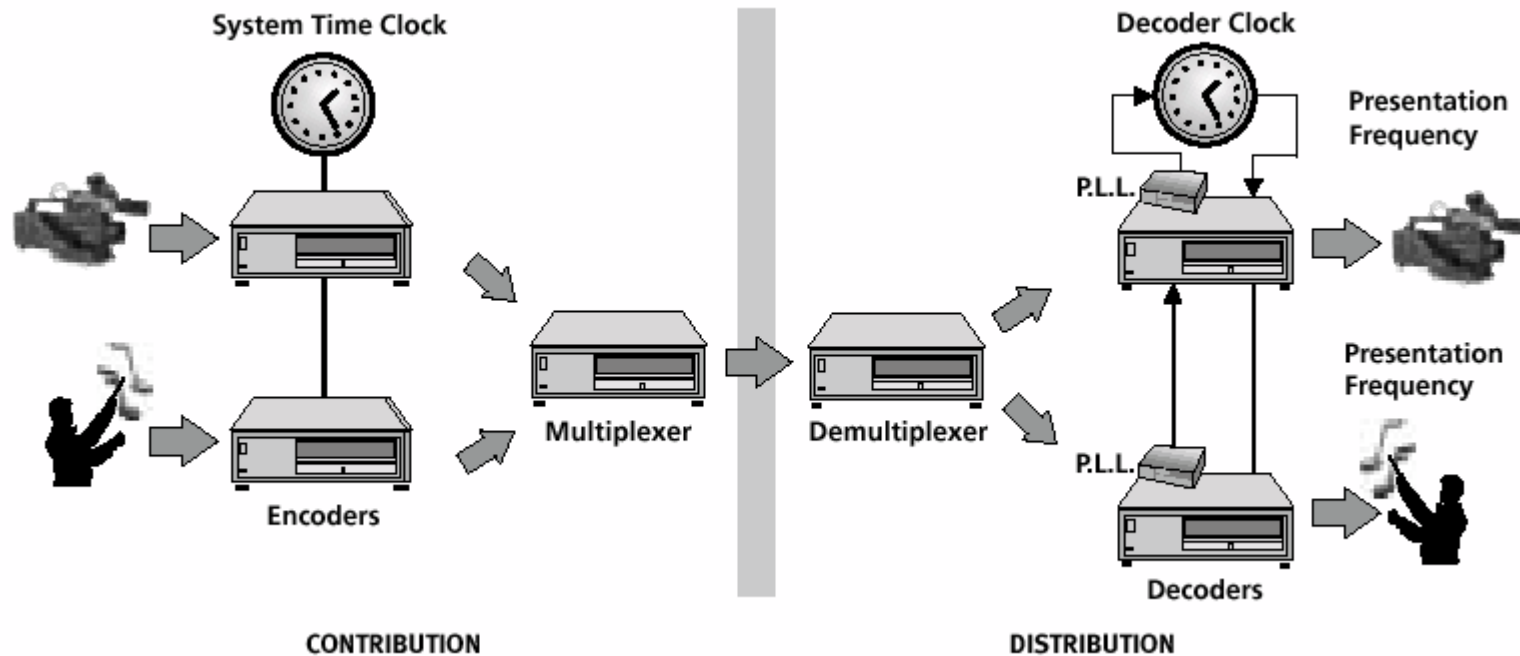


b)

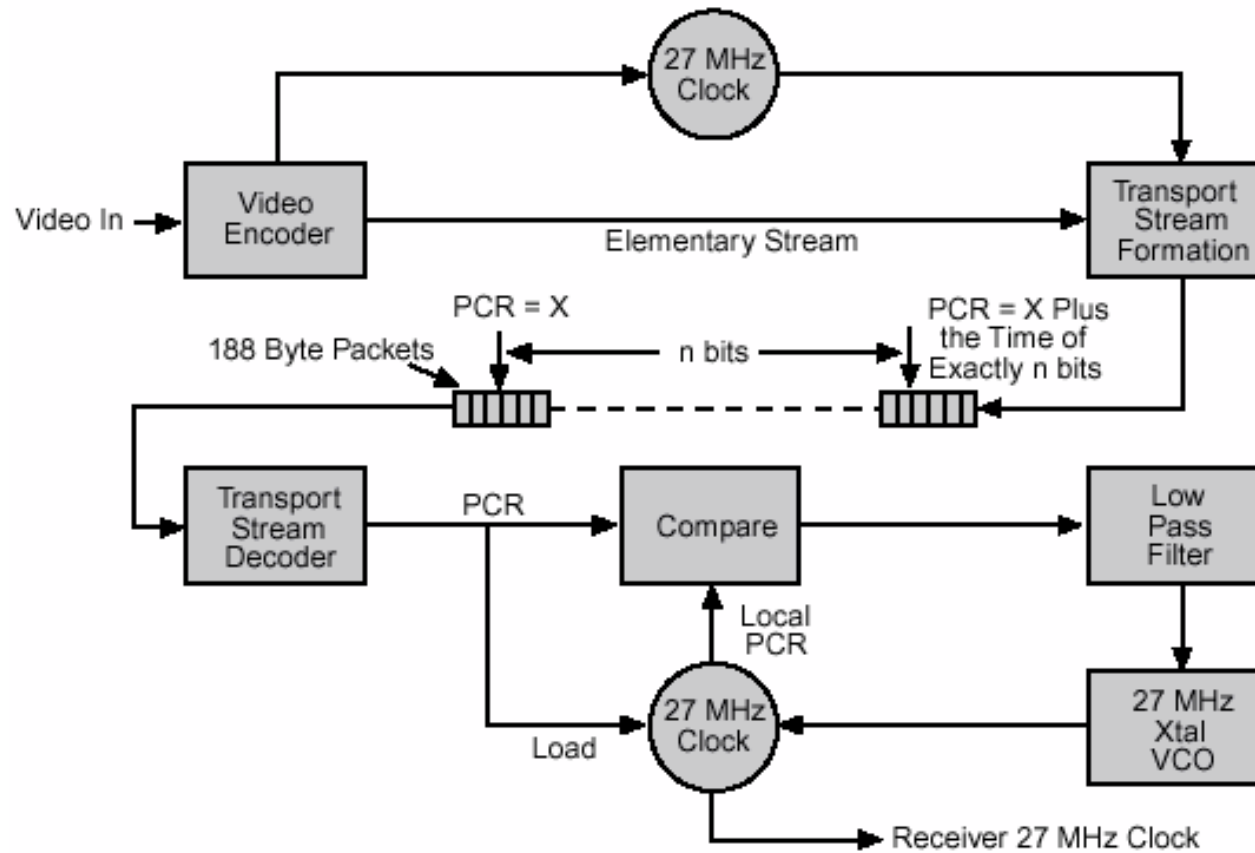


Digitaalinen TV-tekniikka

Määrävälein paketin adaptation header sisältää PCR:n joka ohjaa vastaanottimen kelloa. PCR:ään voi tulla muutos, (esim ohjelmaa vaihdettaessa) jolloin discontinuity bitti asetetaan



Digitaali TV-tekniikka



Digitaali TV-tekniikka

PID (Packet Identification)

13 bittinen numero, joka erottelee eri streamit, vastaanottimen demultiplekseri suodattaa vain halutun PIDin omaavat streamit => ”kanavan” valinta multipleksin sisällä

Tietyille PIDeille on varattu MPEG, DVB ja ATSC... standardeissa erikoiskäyttö

PSI taulut kertovat mitkä PIDit sisältävät mitäkin tietoa

PSI taulut (SI, Service Information)

Program Specific Information, PSI, tietoa kuljetetaan omilla PIDEillä, osa standardoitu MPEG:ssä, osa kerrotaan muissa tauluissa, osa standardoitu esim DVB, ATSC

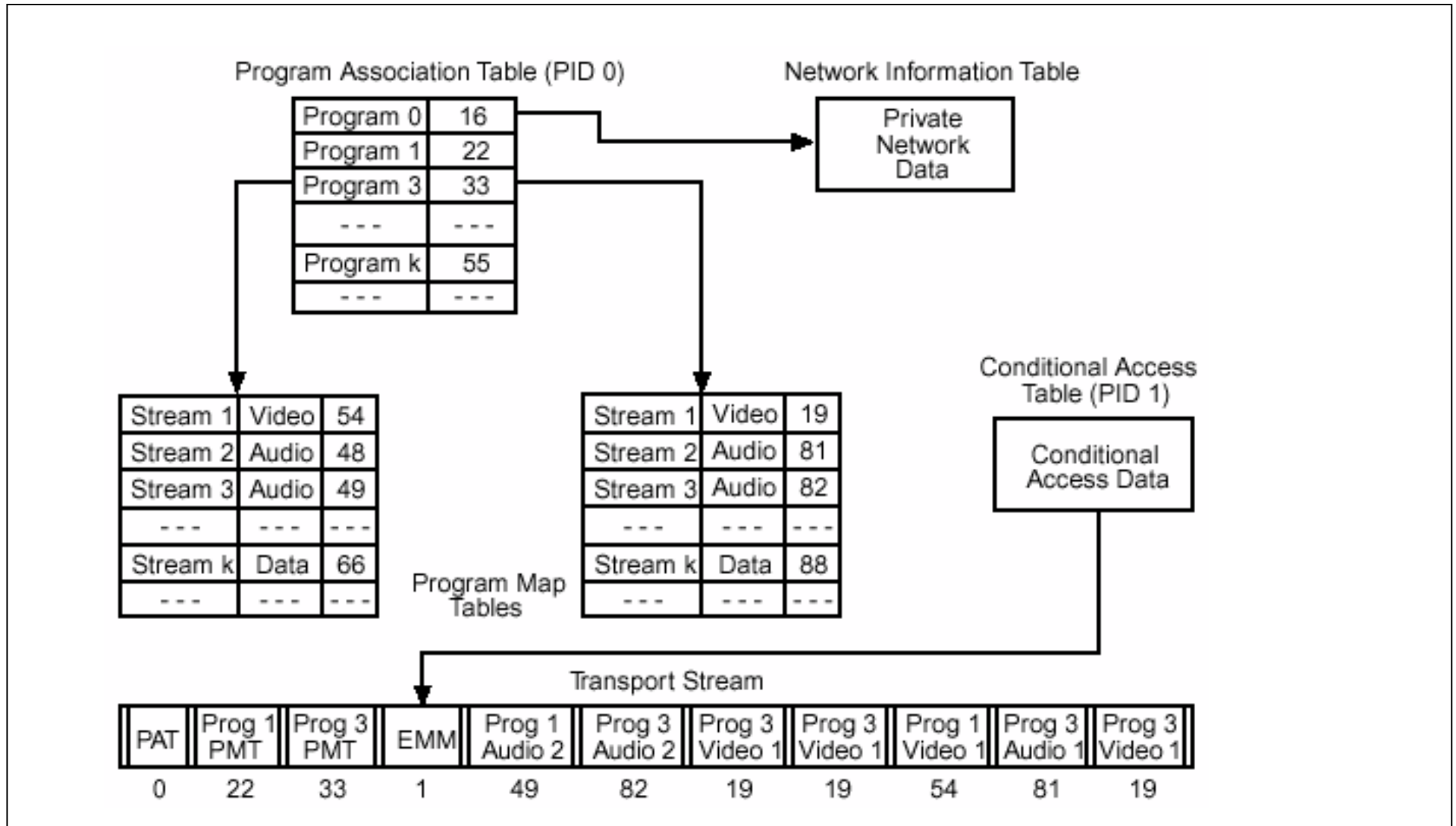
MPEG, kiinteä PID:

PID 0 = Program Association Table (PAT), määrittelee muiden taulujen sijainnin, eli kertoo mitä ohjelmia (Esim PMT, NIT)

PID 1 = Conditional Access Table (CAT), salattujen kanavien suojaus

PID 8191 = Null packet (tyhjiä paketteja saamaan kiinteä bittinopeus)

Digitaalinen TV-tekniikka



Digitaali TV-tekniikka

PSI taulut

MPEG, PID löytyy muista tauluista:

PMT, Program Map Table, kertoo mitkä PIDit kuuluvat kyseiseen ohjelmaan ja mitä streamia se kuljettaa

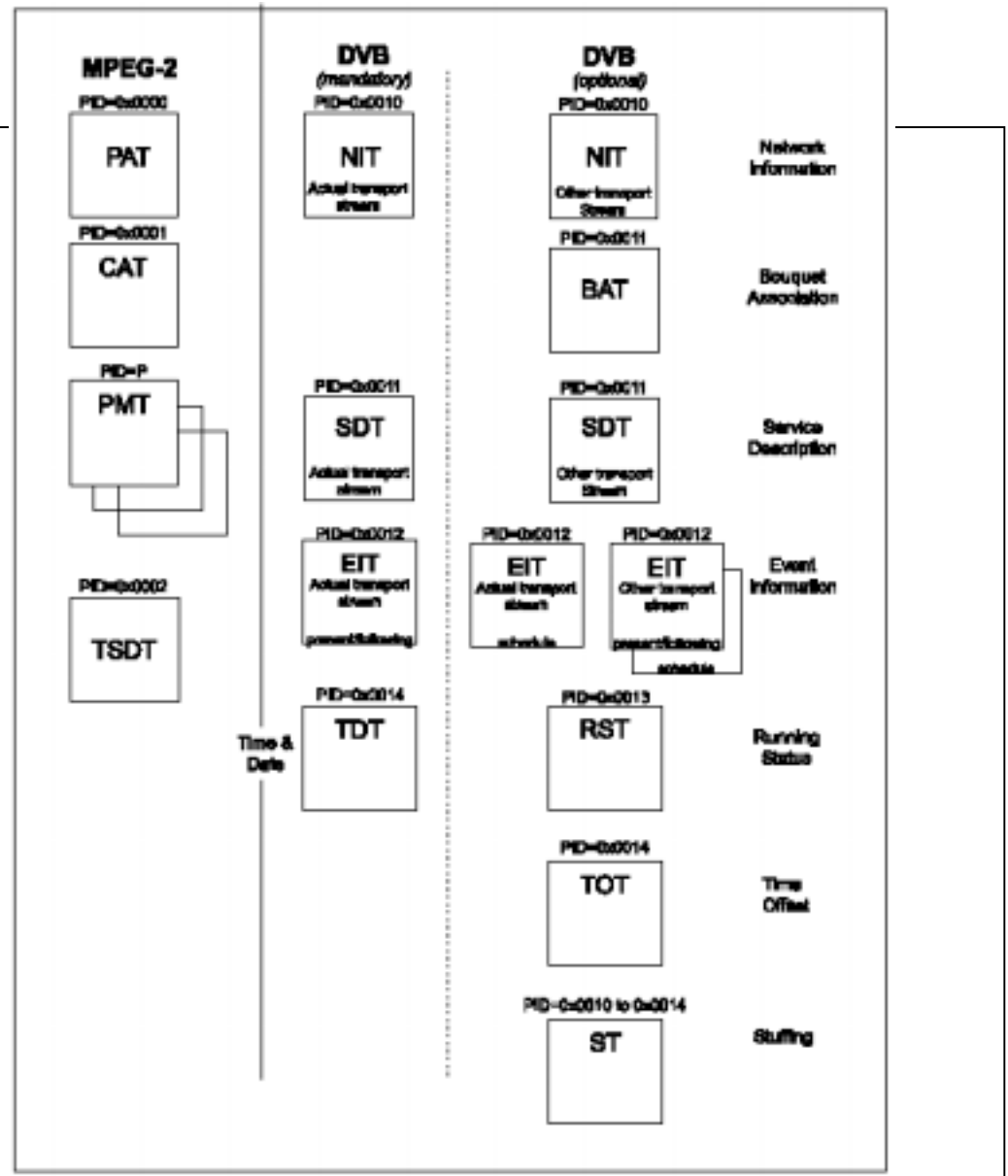
NIT, Network Information Table, kertoo, kuka ”omistaa”
lähetysverkon, taajuuksia... (DVB PID = 10h)

(DSM-CC, Digital Storage&Media Command and Control
TSDT, Transport Tream Description Table)

Nämä taulut kertovat vain tietoja saman multipleksin sisältämistä streameista, DVB määrittelee lisäksi tauluja jotka kertovat koko lähetysverkon (tai jopa muiden verkkojen) tietoja

Digitaalinen TV-tekniikka

Table	PID value
PAT	0x0000
CAT	0x0001
TSDT	0x0002
reserved	0x0003 to 0x000F
NIT, ST	0x0010
SDT, BAT, ST	0x0011
EIT, ST	0x0012
RST, ST	0x0013
TDT, TOT, ST	0x0014
network synchronization	0x0015
reserved for future use	0x0016 to 0x001B
inband signalling	0x001C
measurement	0x001D
DIT	0x001E
SIT	0x001F



Digitaali TV-tekniikka

PSI taulut

DVB määrittelee 9 eri taulua:

BAT, Bouquet Association Table, niputtaa palveluja ryhmiin
(esim Yle, ruotsinkieliset, urheilut...)

SDT, Service Description Table, kertoo palvelun tarjoajan tiedot,
nimen, mistä ja kenelle

EIT, Event information Table, antaa tarkempia tietoja ohjelman
tapahtumista, nimi, alku ja loppuaika

Digitaali TV-tekniikka

PSI taulut

DVB:

RST, Running Status Table, kertoo EIT:n sisältämien tapahtumien tilan, mahdollistaa automaattisen siirtymisen

TDT, Time and Date Table, nykyinen aika ja päiväys

TOT, Time Offset Table, aikavyöhyketiedot

ST, Stuffing Table, tyhjää täynnä

Digitaali TV-tekniikka

PSI taulut

DVB:

SIT, Selection Information Table, käytetään vain osittaisissa streamin pätkissä (esimerkiksi äänitetyissä), pitää sisällään sopivan valikoiman tauluista joita tarvitaan kuvaamaan äänitetyt streamit

DIT, Discontinuity Information Table, kuten edellä, kertomaan että kyseisen streamin SI tiedot voivat sisältää epäjatkuvuuskohtia

Digitaali TV-tekniikka

Yhteensä SI-taulut toteuttavat dekooderin vaatimia toimintoja ja muodostavat tavan toteuttaa sähköinen ohjelma opas (EPG, Electronic Program Guide)



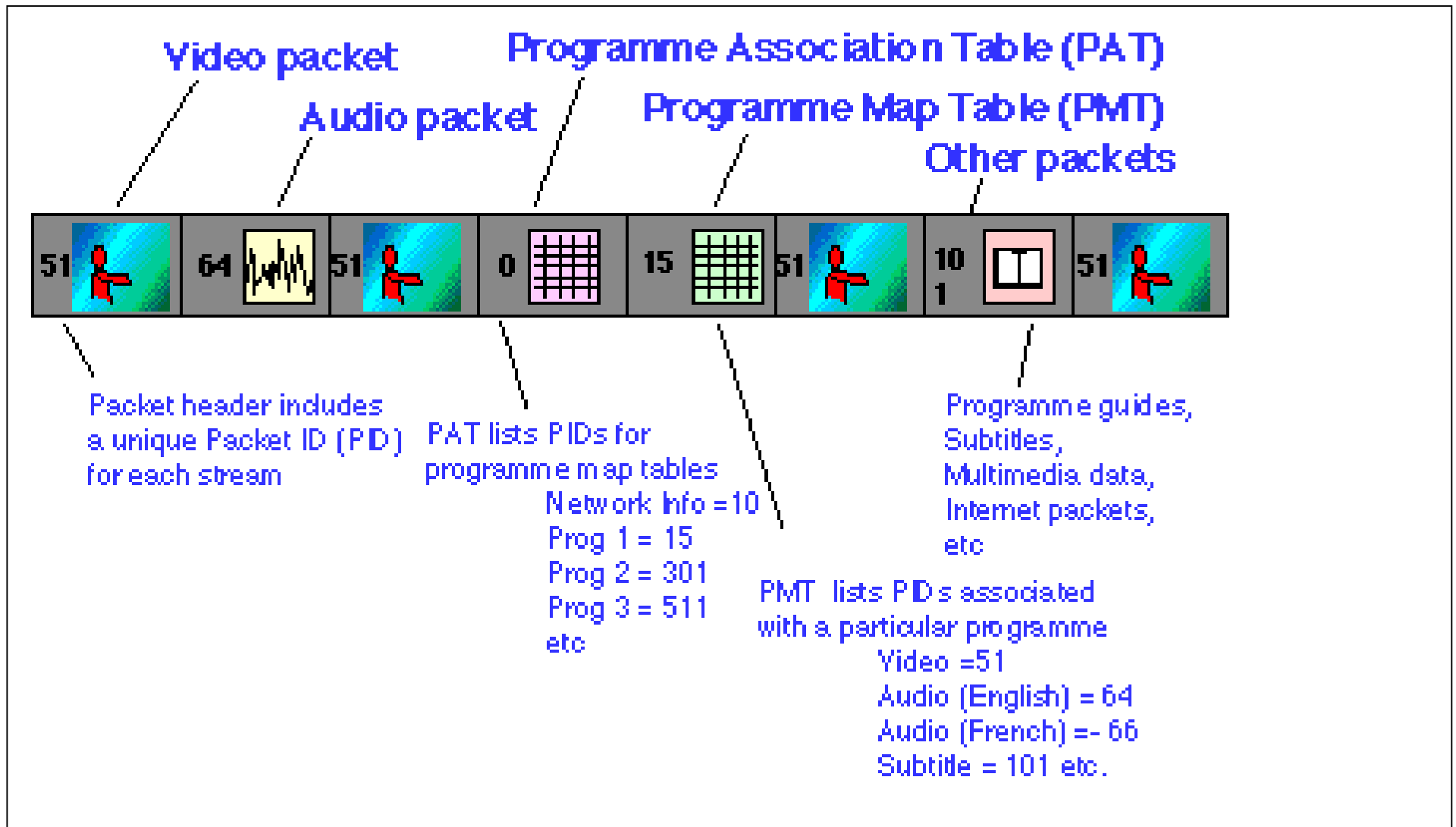
Digitaalinen TV-tekniikka

MPEG PSI taulut lähetetään 25 kertaa sekunnissa, jolloin viive on luokkaa (ka) 80 ms, maksimi 0,5 s, DVB:n osalta (DVB-T):

(SI data ~ 0,2...0,5 % riippuen kanava määrästä ...)

- a) all sections of the NIT shall be transmitted at least every 10 seconds;
- b) all sections of the BAT shall be transmitted at least every 10 seconds, if present;
- c) all sections of the SDT for the actual multiplex shall be transmitted at least every 2 seconds;
- d) all sections of the SDT for other TSs shall be transmitted at least every 10 seconds if present;
- e) all sections of the EIT Present/Following Table for the actual multiplex shall be transmitted at least every 2 seconds;
- f) all sections of the EIT Present/Following Tables for other TSs shall be transmitted at least every 20 seconds if present.

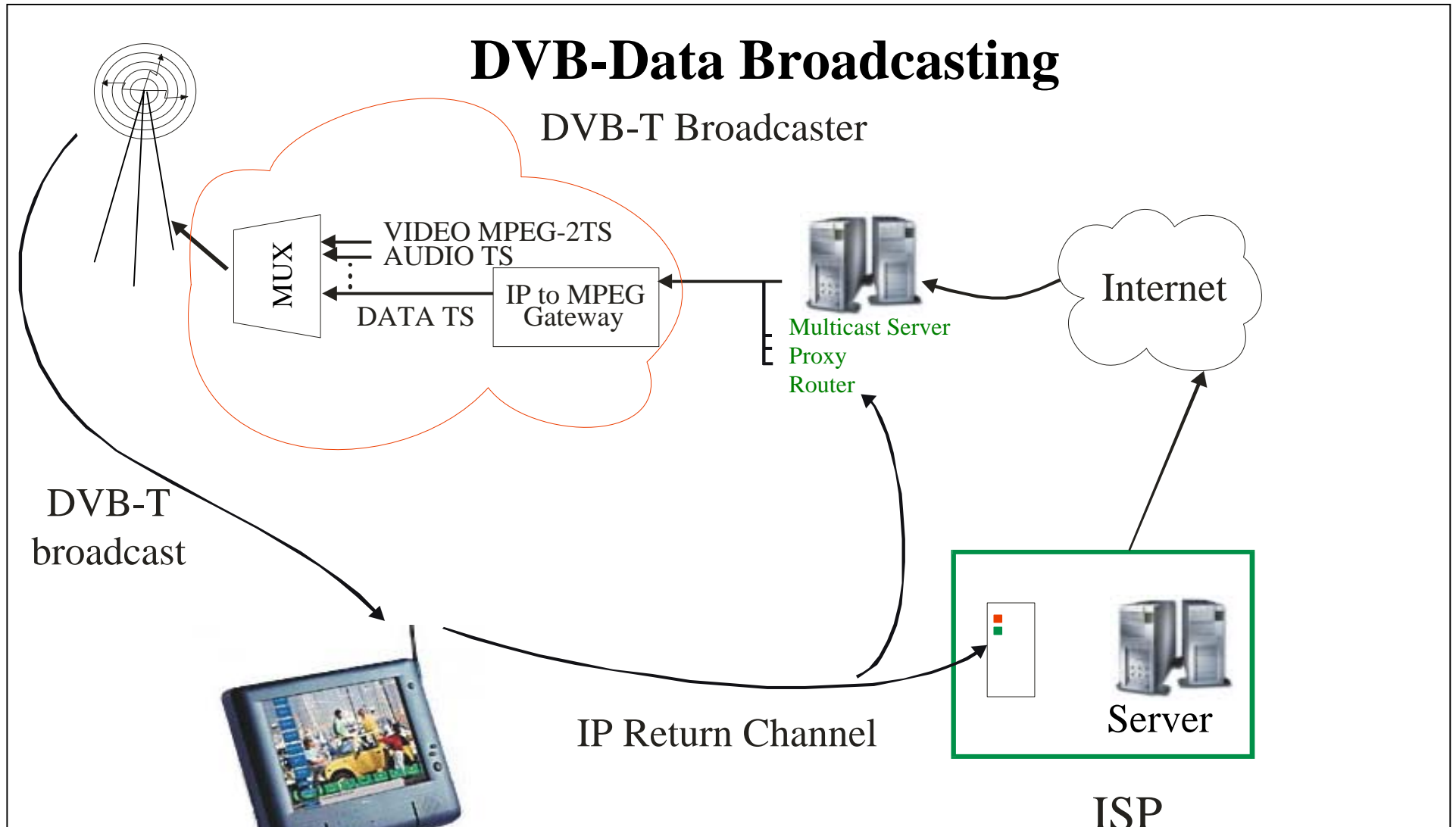
Digitaalinen TV-tekniikka



Digitaali TV-tekniikka

DVB-Data Broadcasting

DVB-T Broadcaster



DVB-T
broadcast

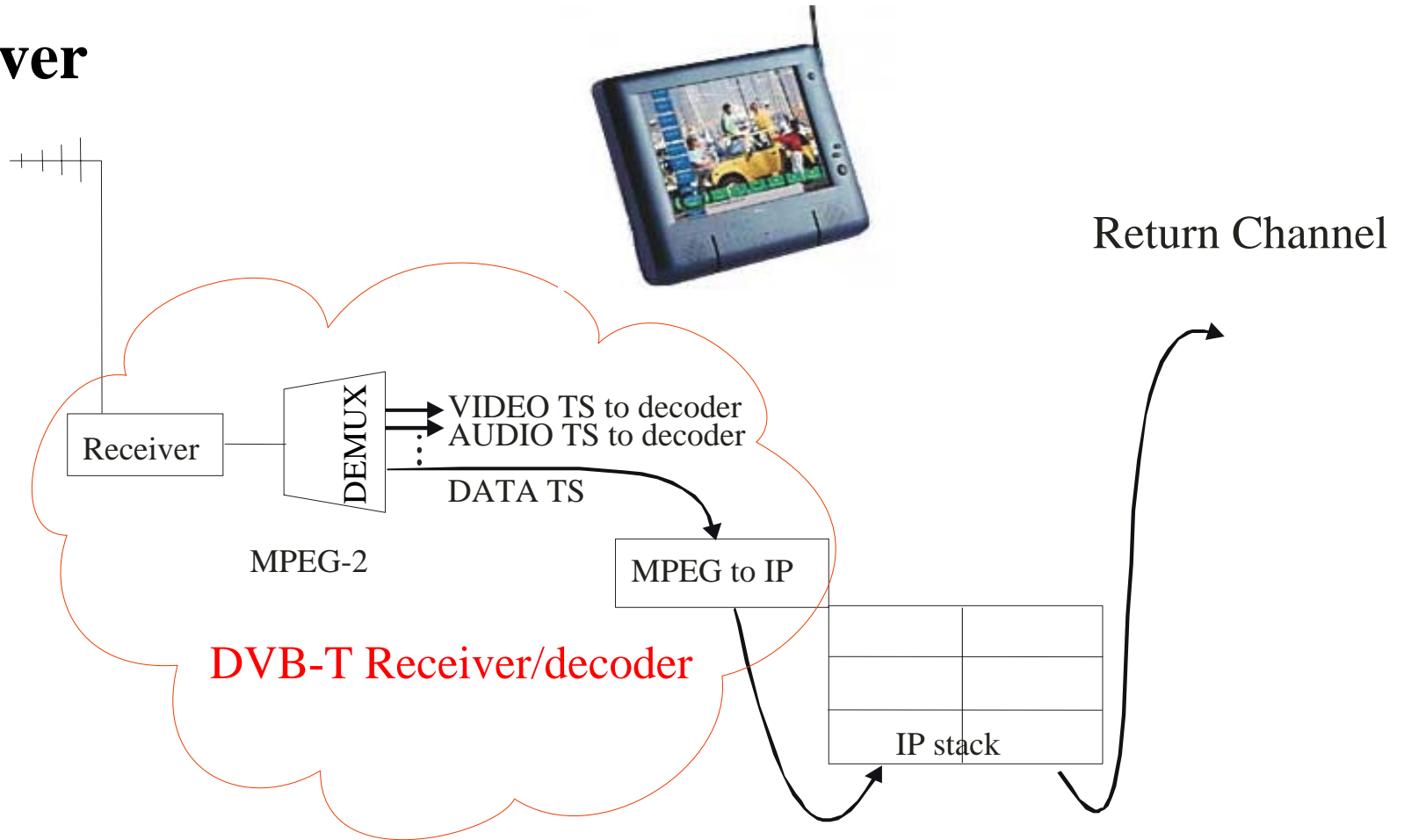


IP Return Channel

ISP

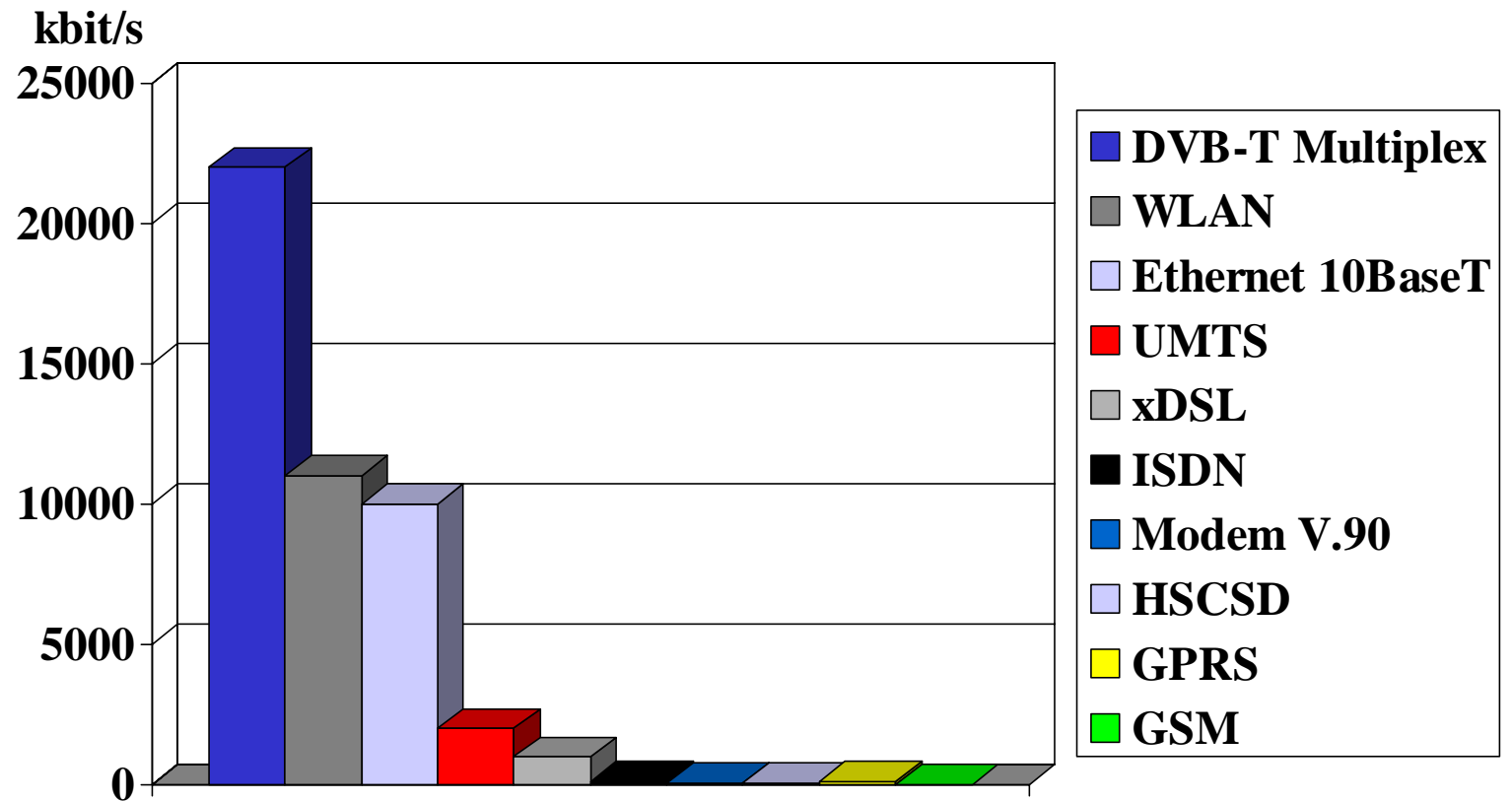
Digitaali TV-tekniikka

Receiver



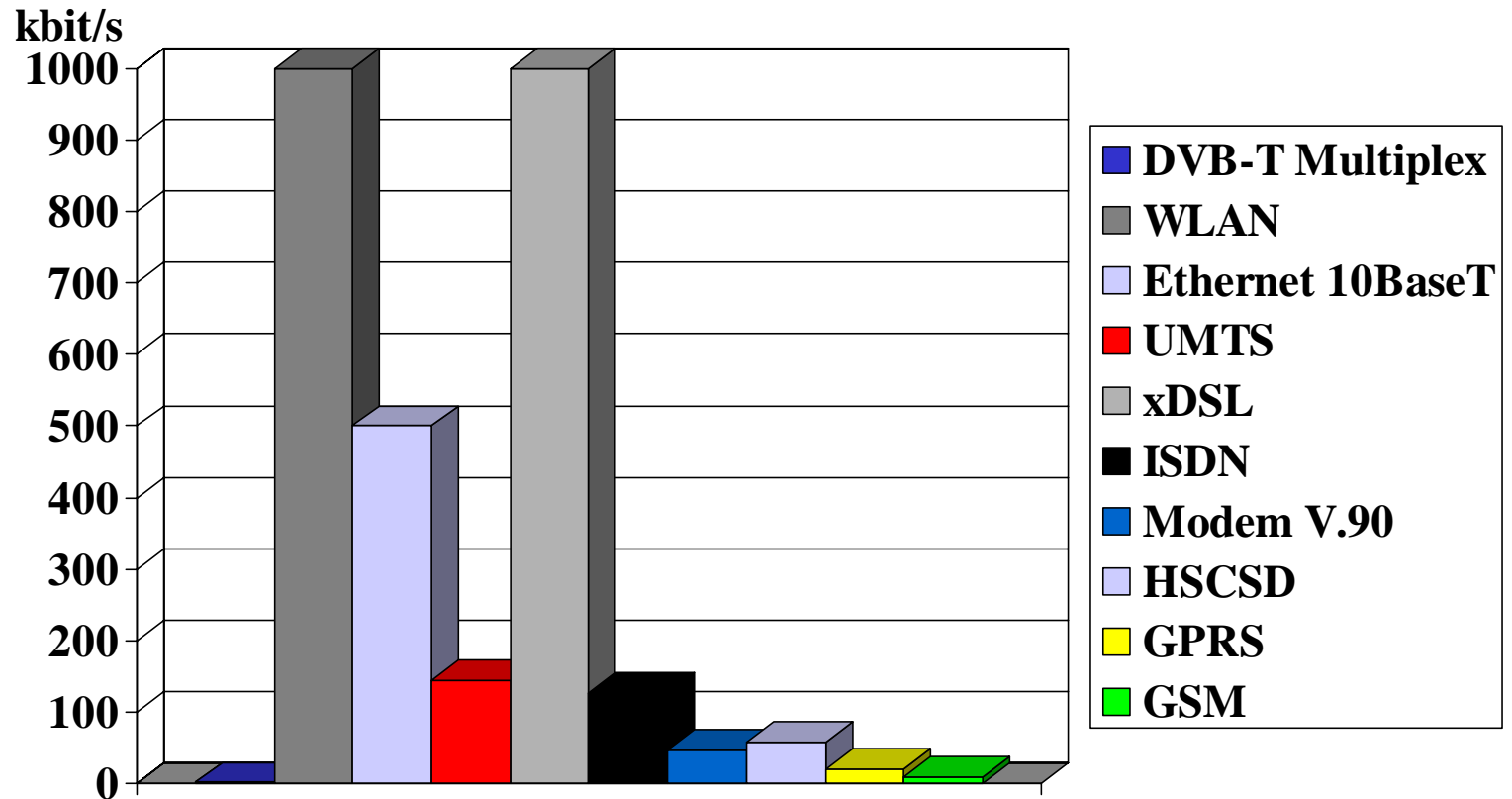
Digitaali TV-tekniikka

Erilaisten siirtoteiden siirtokapasiteetteja



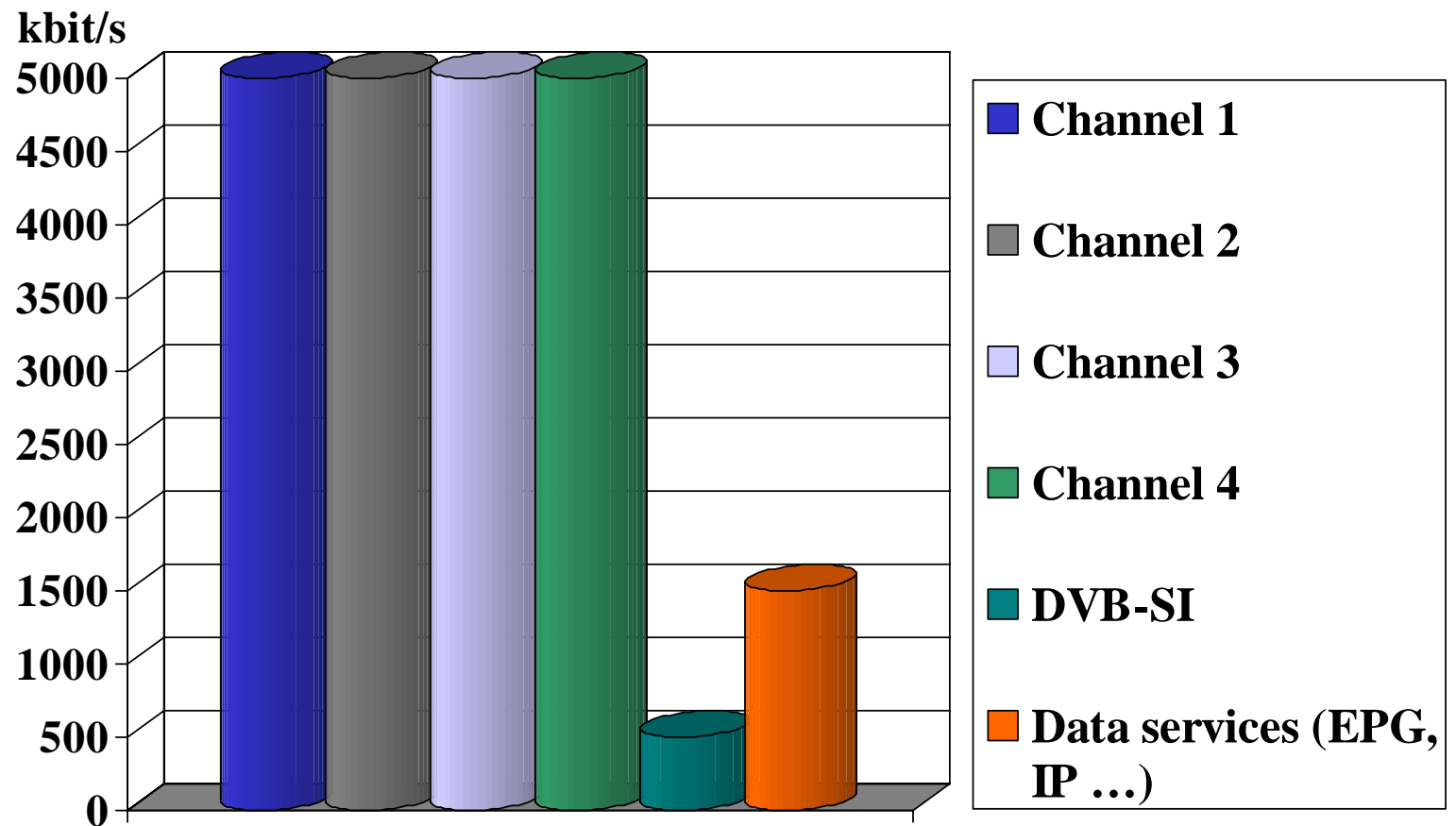
Digitaali TV-tekniikka

Erilaisten siirtoteiden siirtokapasiteetteja/käyttäjä



Digitaali TV-tekniikka

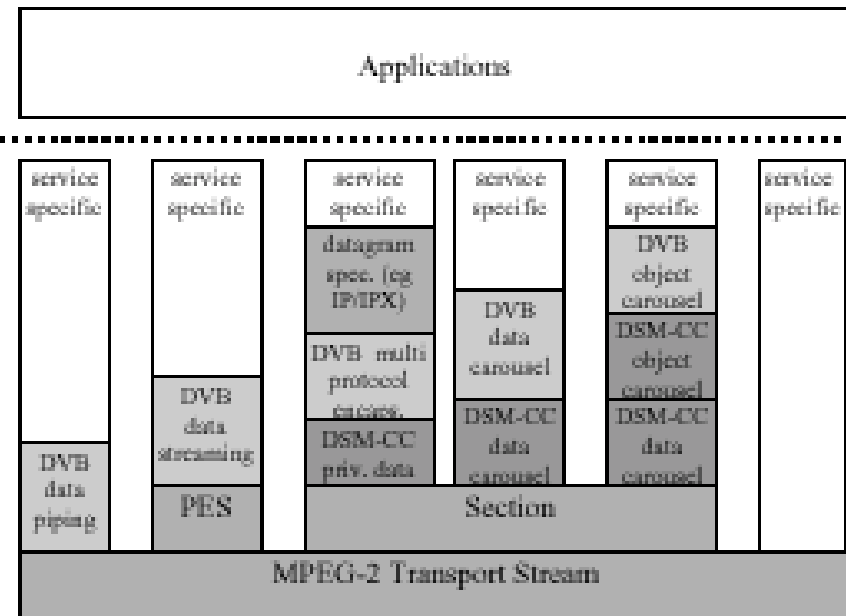
DVB-T multipleksin kapasiteetti/ohjelma



Digitaali TV-tekniikka

Eri tapoja lähettää dataa MPEG-2 TS sisällä

Application level interface



Application area:	Data Piping	Data Streaming	Multi-protocol encapsulation	Data Carousel	Object Carousel	Registered service
data_broadcast_id:	0x0001	0x0002 0x0003 0x0004	0x0005	0x0006	0x0007	t.b.d.

- : Service specific
- : DVB defined
- : Other standards (IETF,ISO)
- : DSM-CC defined

Digitaali TV-tekniikka

Yleensä minkä tahansa protokollan kuljettama data on jaettu paketteihin, datagram

Siirtokerroksessa MPEG jakaa datan 188 B (maks 184 B hyötydataa) vakiokokoisiin paketteihin, jolloin tarvitaan uudelleen paloittelu paketeille ja vastaanottopäässä vastaavasti palojen kokoaminen alkuperäiseksi paketiksi

Kolme eri tapaa paloittaa paketteja

- Data piping (tee-se-itse mekanismi)
- MPEG-2 PES (maksimi 64 KB)
- MPEG section (maksimi 4 KB) (näistä tämä eli MultiProtocol Encapsulation on täydellisin ja käytetyin IP:n siirtoon)

Digitaali TV-tekniikka

Data Pipe

Asynkroninen siirtotapa, data on suoraan TS pakettien kuormana, ei erillistä standardoitua tapaa uudelleen paketointiin

Ei tukea kellään?

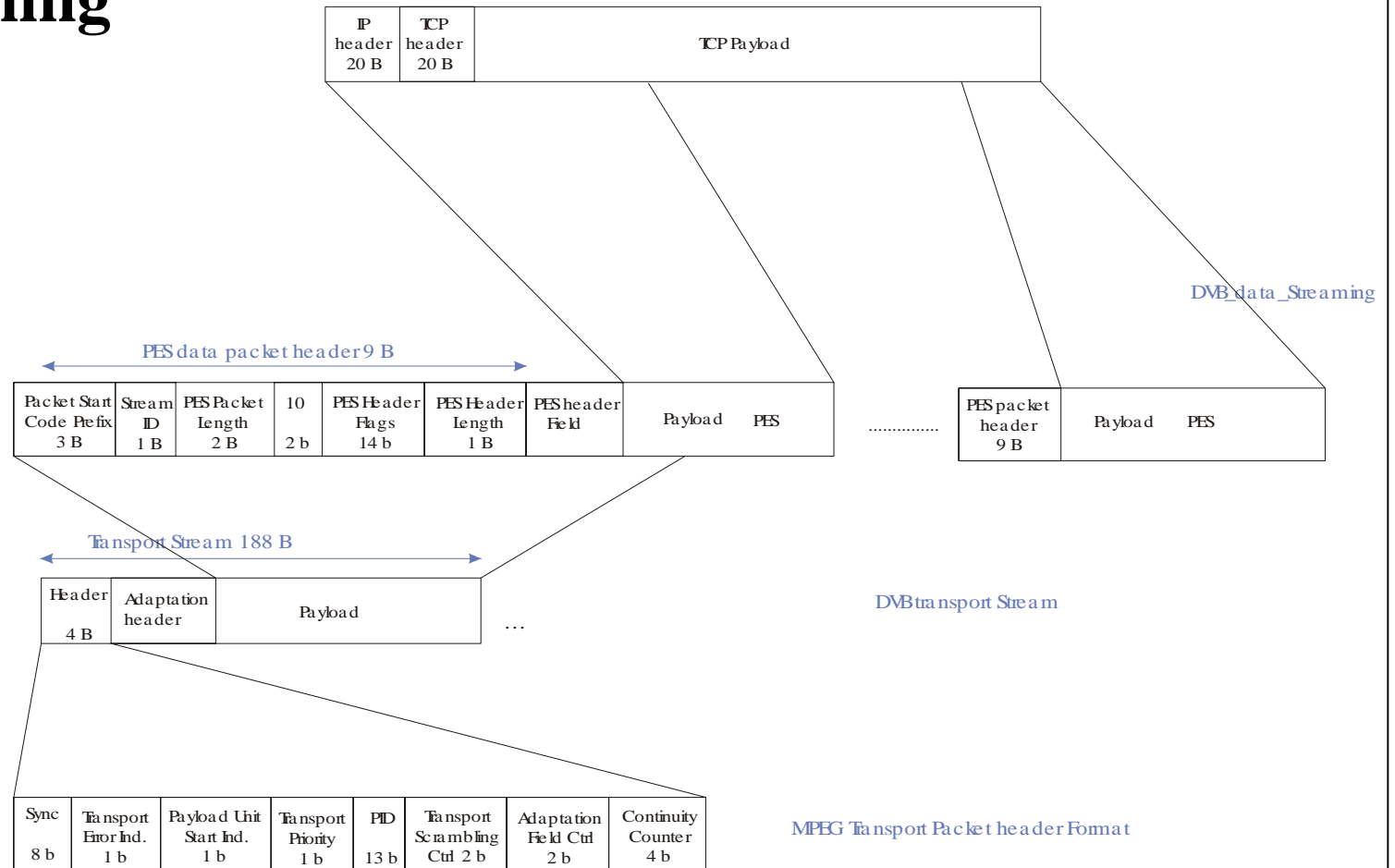
Data Streaming (paketoituna PES paketeiksi)

Mahdollisuus lähettää dataa asynkronisena tai synkronisena (synkronoituna) käyttäen normaalia PCR:ää

Digitaalinen TV-tekniikka

Data Streaming

IPv4



Digitaali TV-tekniikka

Multiprotocol Encapsulation (MPE)

Mahdollistaa normaalien verkkokerroksen protokollien siirron MPEG-2 TS:n yli. Optimoitu IP:lle (v4) mutta käy melkein mille tahansa (LLC/SNAP encaps)

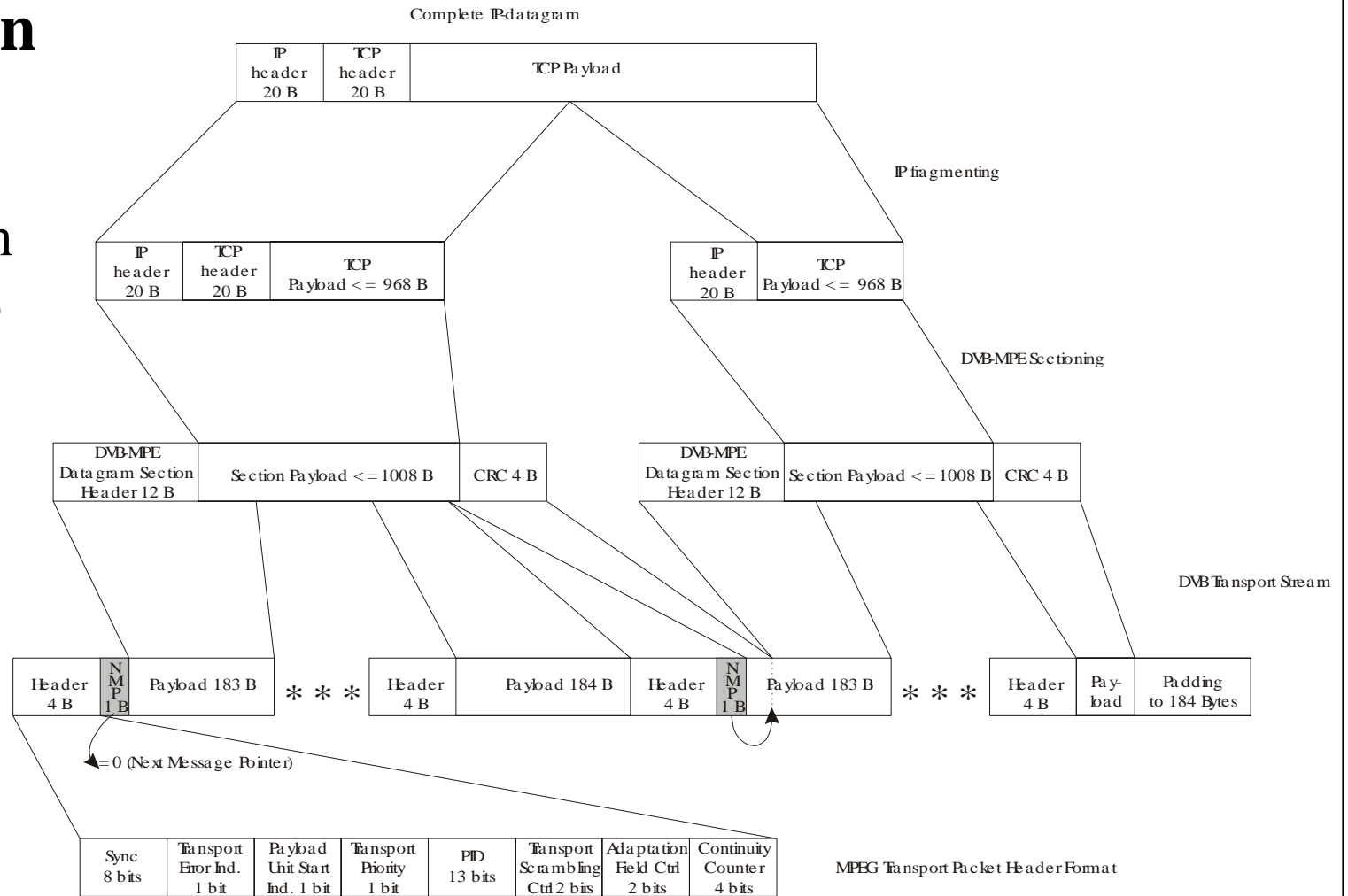
- Unicast
- Multicast
- Broadcast

Vastaanottimien tunnistaminen MAC (48 bit) osoitteella. Tukee salausta ja dynaamista MAC osoitteen vaihtoa

Digitaalinen TV-tekniikka

MPE-section

Esimerkissä
1024 B section
Maksimi 4096

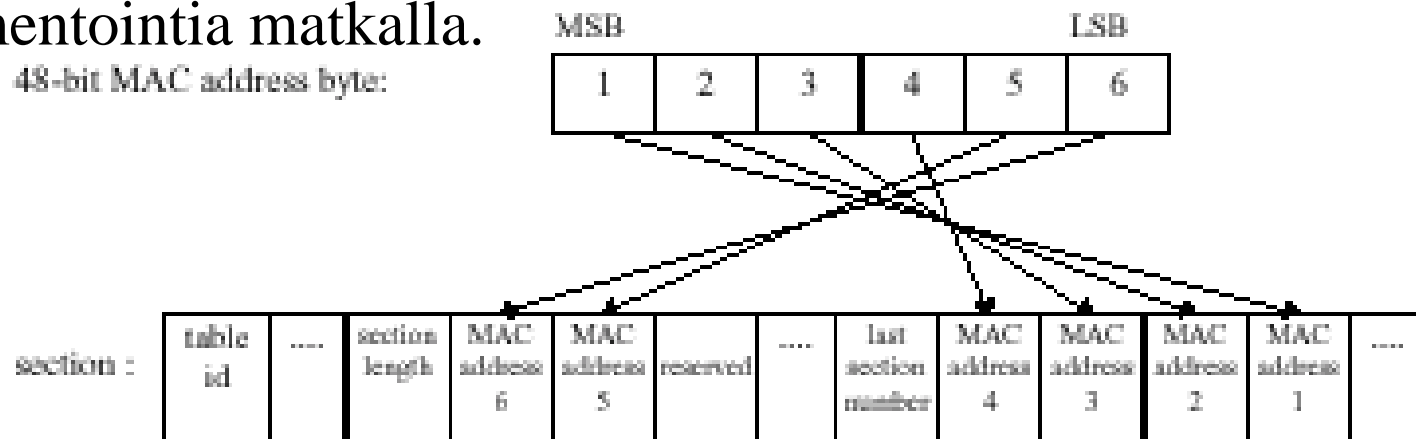


Digitaali TV-tekniikka

MPE

Maksimi datagrammin hyötydatan pituus 4080 (tai LLC/SNAP 4074) Eli jos IP paketti (MTU) on alle tämän ei tarvita fragmentointia matkalla.

48-bit MAC address byte:

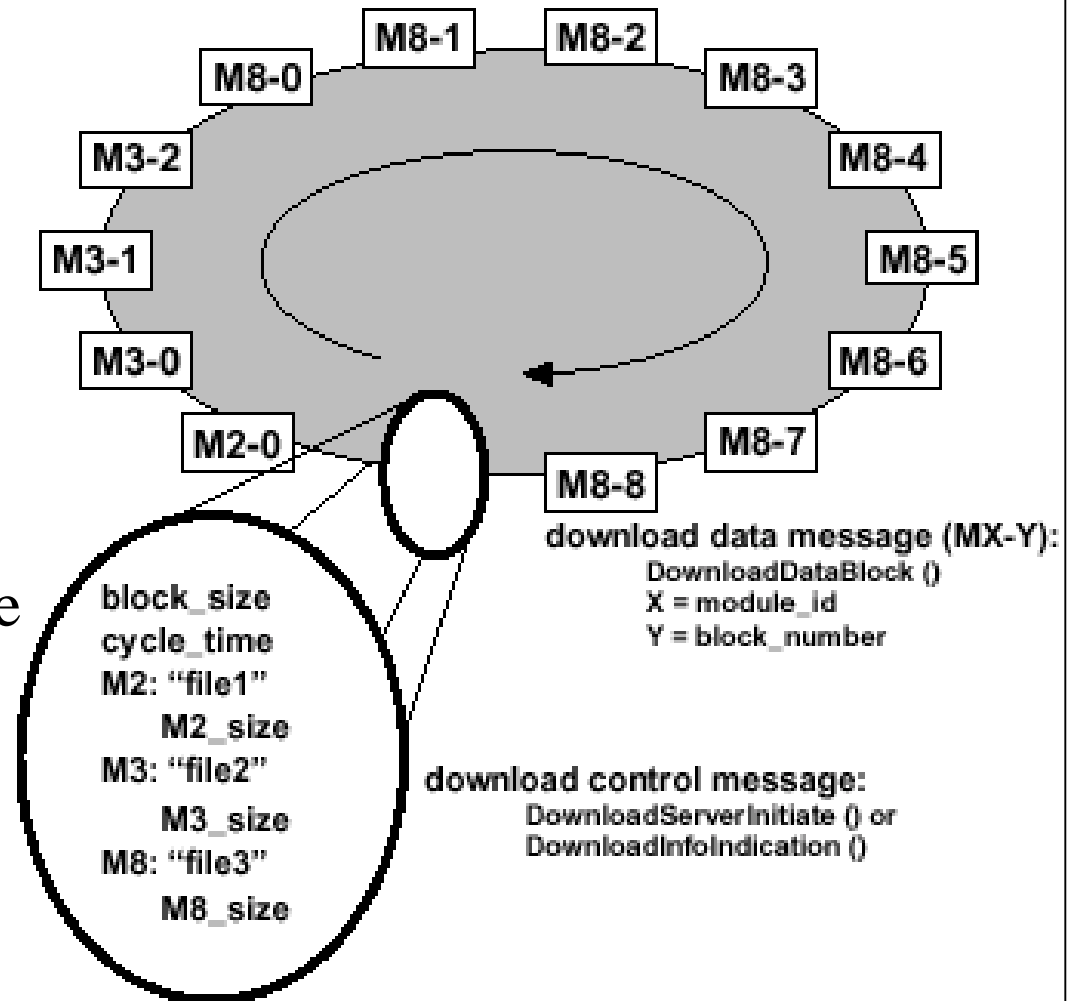


MAC osoite on sotkettu, koska alkuosa yleensä erotetaan hardwarella ja loppuosa softalla

Digitaali TV-tekniikka

Data Carousel

Mahdollistaa palvelujen tuottamisen syklisesti toistamalla karusellin dataa useamman kerran. Jos vastaanottaja haluaa ottaa tietyn palasen karusellista se joutuu odottamaan kunnes se tulee seuraavan kerran tarjontaan

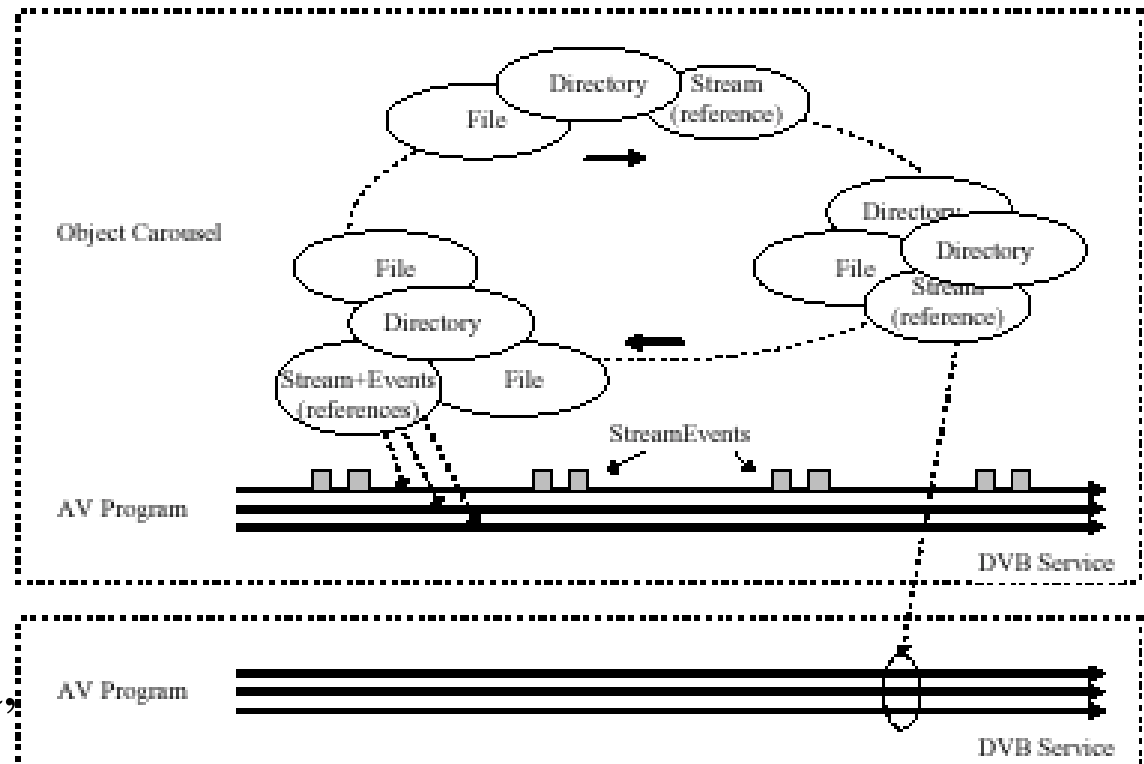


Digitaali TV-tekniikka

Object Carousel

Mahdollistaa monimutkaisempien rakenteiden lähettämisen vastaanottajalle

Tiedostot ja hakemistot ovat peräisin palvelimelta, Stream objektit vain viittauksia muihin streameihin



Multimedia Home Platform MHP

Suomessa on päätetty ottaa käyttöön digiTV standardeista vastaanottimen avoin ohjelmointirajapinta eli MHP – API

Kuka tahansa voi tehdä sovelluksia MHP laitteistoon ilman mitään erillisiä lisensointimaksuja vrt OpenTV...

Lisäksi avoin ohjelmoituympäristö Java mahdollistaa kenen tahansa toteuttaa palveluja jotka toimivat kaikissa MHP kelpoisissa vastaanottimissa.

Digitaali TV-tekniikka

MHP liitynnät muihin laitteisiin/käyttäjiin

MHP (tulevaisuudessa) kattaa myös määrittelyt miten muut kodin MHP kelpoiset laitteet voidaan liittää kaikki yhteen verkkoon

Tällä hetkellä perusversio ei tue tätä laajennettua koko kodin MHP verkkoa

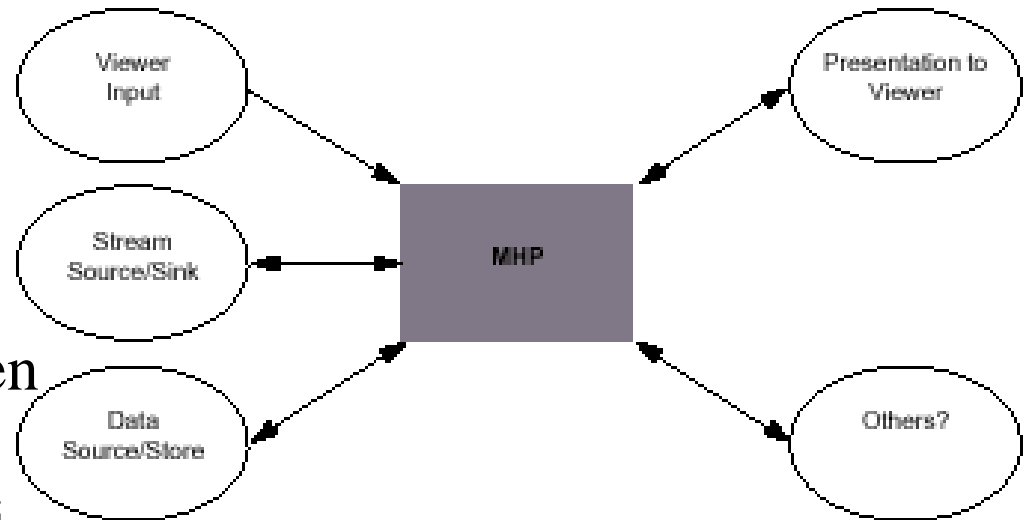


Figure 2 : MHP context

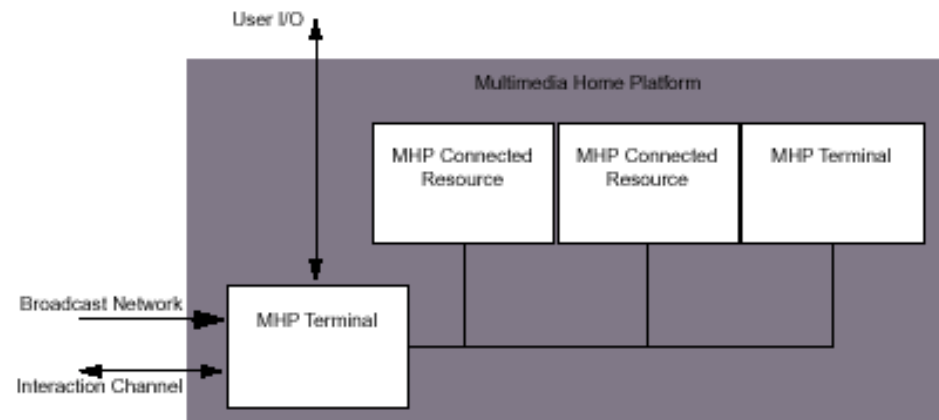


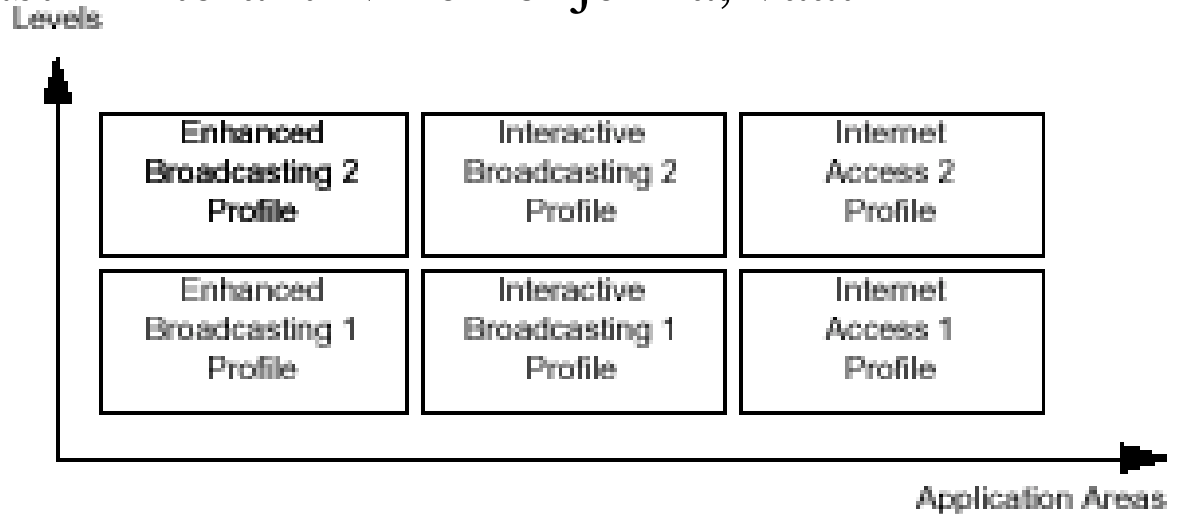
Figure 3 : External interfaces between an MHP and the outside world

Digitaali TV-tekniikka

MHP sovellusalat

Vastaanottimet ovat erilaisia, jolloin ne voivat toteuttaa erilaisia tasoja ja profiileja

- Enhanced broadcast – Lähetyksen ohessa tulee lisää MHP dataa, ei vaadi paluukanavaa
- Interactive broadcast – Interaktiivinen ohjelma, vaatii paluukanavan
- Internet access ☺



Digitaalinen TV-tekniikka

Lähetyskanavan protokollat

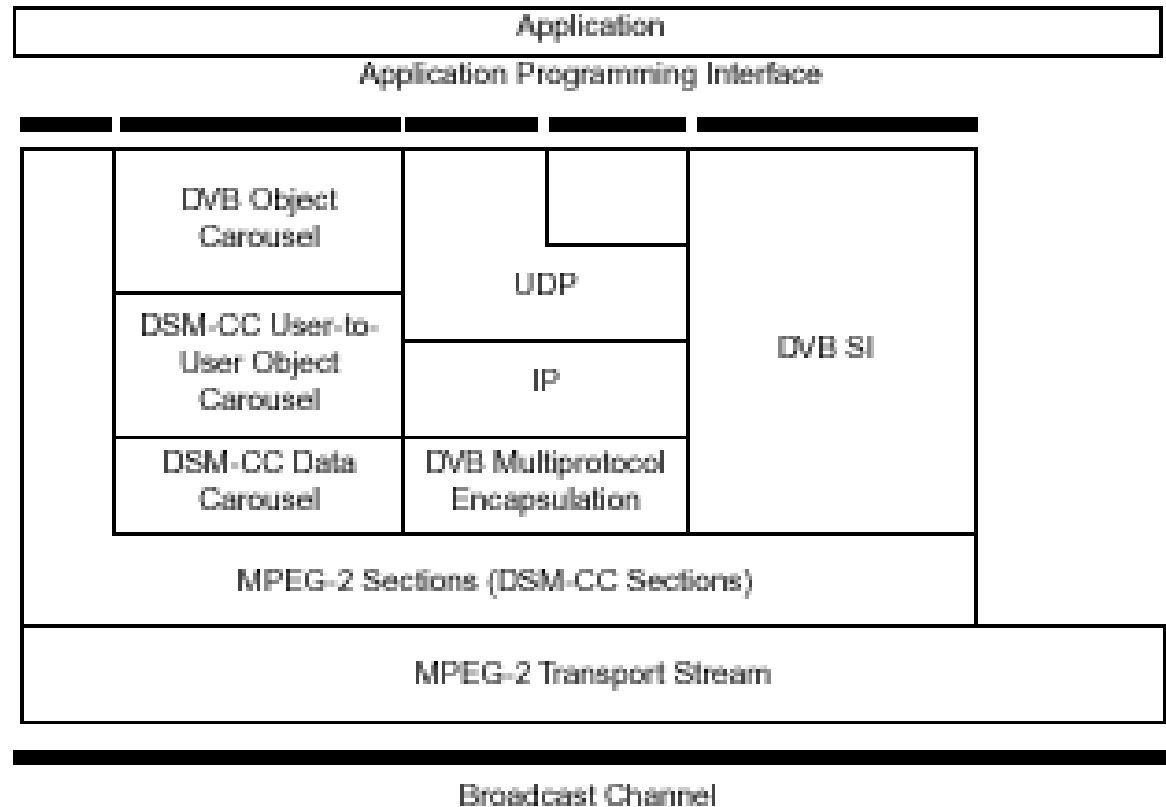


Figure 8 : Broadcast Channel Protocol Stack

Digitaali TV-tekniikka

Lähetyskanavassa Java ja HTML (yleensä) kuljetetaan objektikarusellissa tiedostoina ilman mitään ylimääräistä siirto-sovellus tason protokollaa (eli ei siis HTTP, FTP.. IP/UDP, IP/TCP...)

Tiedostot täytyy tallettaa muistiin (kovalevy, RAM, FLASH ..), josta ne esitetään

Digitaali TV-tekniikka

Paluukanavan protokollat

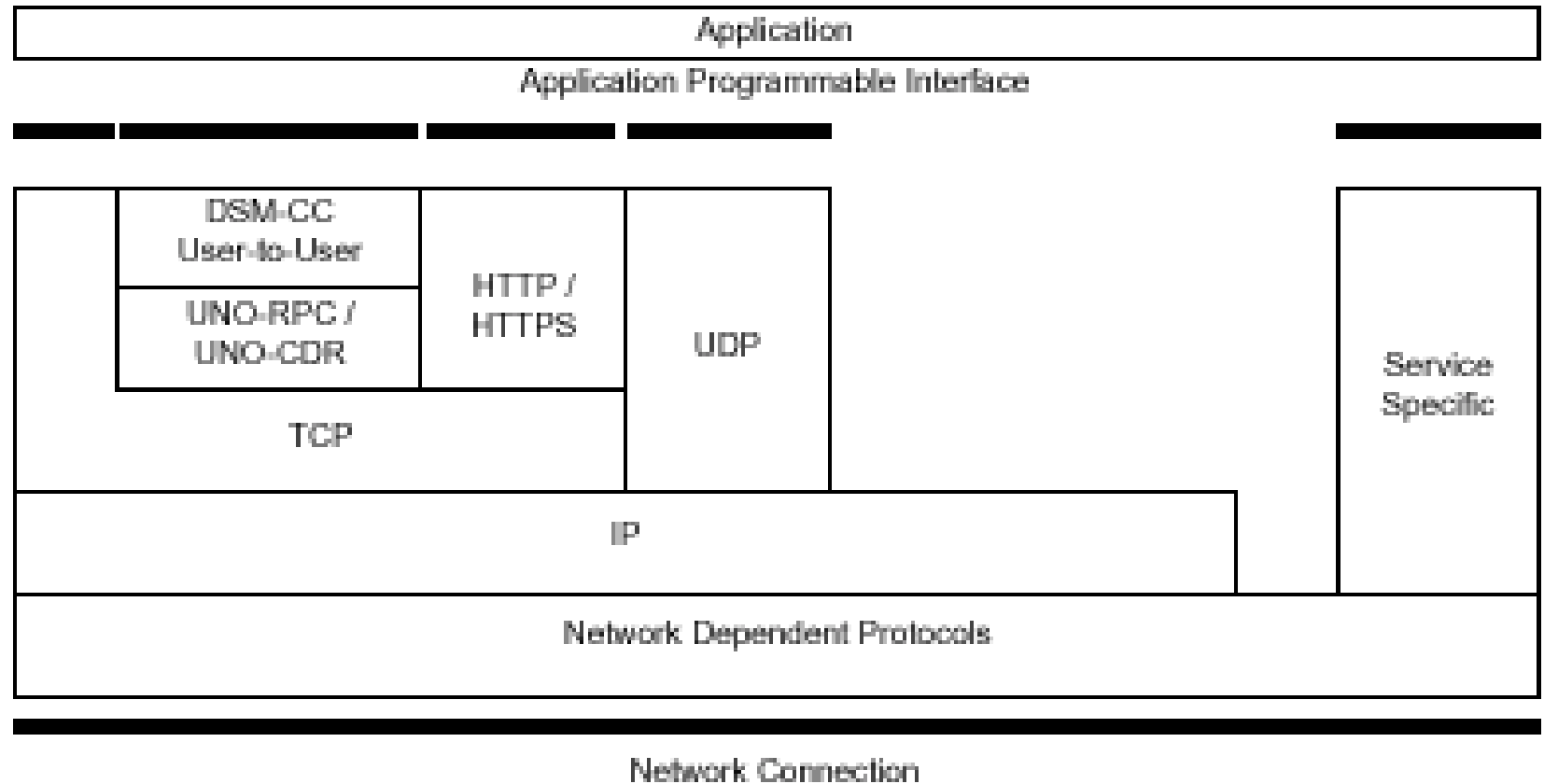


Figure 9 : Interaction Channel Protocol Stack

Digitaali TV-tekniikka

DVB-HTML

Määrittelee HTML version ja sen lisäksi omat versiot streamin ohjaukseen ja synkronointiin

Toteuttaa esimerkiksi supertekstiv

Pohjautuu:

- HTML
- CSS
- DOM
- ECMAScript
- XML

Digitaali TV-tekniikka

DVB-J

Pohjautuu Sun:in Java-TV API

Sisältävät luokkia

- Transport streamin käsittely
- Paluu kanavan käyttöön
- Kanavien virittämiseen
- DVB-SI tiedon käsittelyyn

Katso: <http://www.mhpdev.net/> esimerkiksi ”moro maailma”
DVB-MHP vastaanottimelle