TRƯỜNG ĐẠI HỌC SÂN KHẤU – ĐIỆN ẢNH HÀ NỘI
KHOA CÔNG NGHỆ ĐIỆN ẢNH – TRUYỀN HÌNH

KỸ THUẬT AUDIO – VIDEO

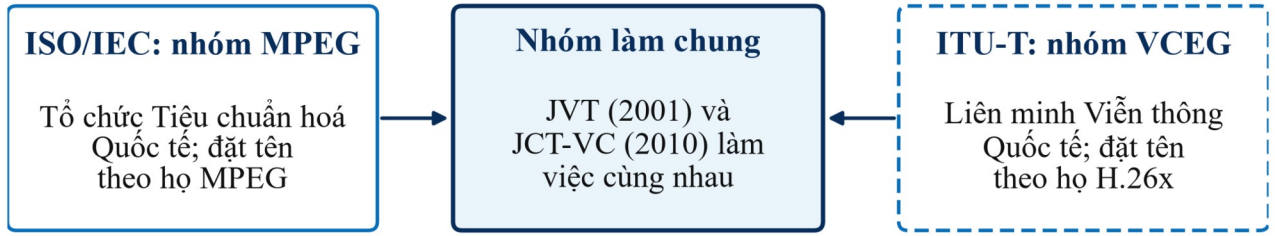
CHƯƠNG 8 · PHẦN D

Chuẩn nén và định dạng tệp

Bản đồ các họ chuẩn

- Hai tổ chức làm ra chuẩn nén, mỗi bên một cách đặt tên
- Từ năm 2001 hai bên làm chung: một văn bản kỹ thuật, hai tên gọi hợp lệ
- Bảy thế hệ từ MPEG-1 (1993) tới H.266/VVC (2020)

Ai làm ra chuẩn nén



Tên họ MPEG	Tên họ ITU-T	Số hiệu ISO/IEC	Năm	Dùng chủ yếu cho
MPEG-1 Video	—	ISO/IEC 11172-2	1993	đĩa VCD
MPEG-2 Video	**H.262**	ISO/IEC 13818-2	1995	DVD; truyền hình số thế hệ đầu
MPEG-4 Part 2	—	ISO/IEC 14496-2	1999	video trên mạng thời kỳ đầu
MPEG-4 Part 10	**H.264 / AVC**	ISO/IEC 14496-10	2003	chuẩn phổ biến nhất hiện nay
MPEG-H Part 2	**H.265 / HEVC**	ISO/IEC 23008-2	2013	UHD và HDR
MPEG-I Part 3	**H.266 / VVC**	ISO/IEC 23090-3	2020	8K, video 360 độ

Hình 8.54 — Các tổ chức làm ra chuẩn nén và bảng đối chiếu tên gọi

Hai tổ chức, hai cách đặt tên

ISO/IEC — nhóm MPEG

- Tổ chức Tiêu chuẩn hoá Quốc tế cùng Uỷ ban Kỹ thuật điện Quốc tế
- Nhóm chuyên gia hình động (MPEG)
- Đặt tên theo họ MPEG: MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4

ITU-T — nhóm VCEG

- Liên minh Viễn thông Quốc tế
- Nhóm chuyên gia mã hoá hình (VCEG)
- Đặt tên theo họ H.26x: H.262, H.264, H.265

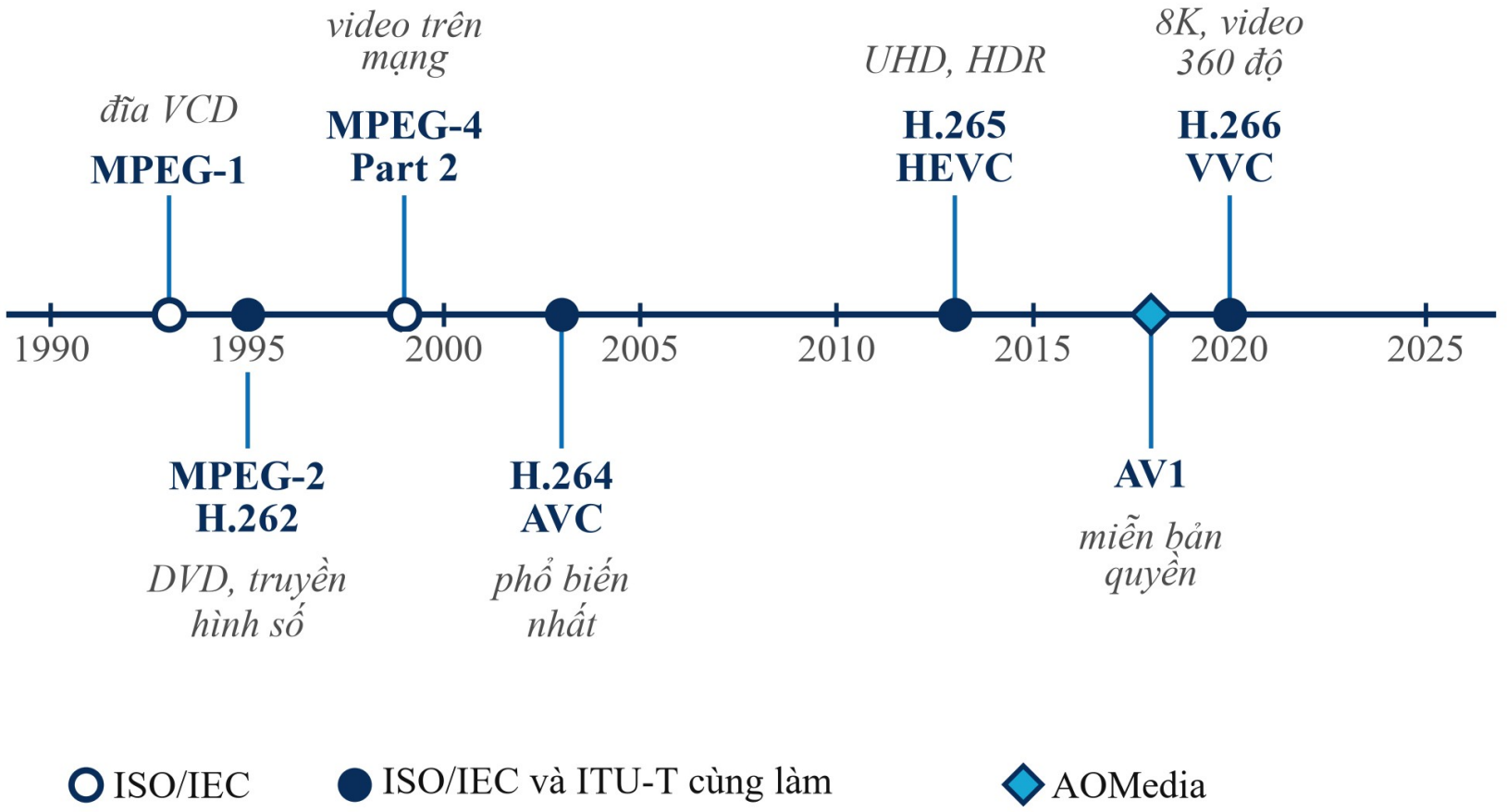
Một chuẩn, hai tên

GHI NHỚ

Từ năm 2001 hai bên làm chung (JVT cho H.264, JCT-VC cho HEVC); "H.264" và "MPEG-4 Part 10" là cùng một chuẩn.

- Sản phẩm chung có hai tên hợp lệ, cùng chỉ một văn bản kỹ thuật duy nhất
- MPEG-7 là chuẩn mô tả nội dung bằng siêu dữ liệu, không nén hình
- MPEG-21 là khung quản lý quyền và phân phối nội dung, không nén hình
- Thế hệ codec kế tiếp của MPEG-4 là H.264

Dòng thời gian các chuẩn nén



Hình 8.55 — Dòng thời gian các chuẩn nén video từ 1993 tới nay

Các thế hệ chuẩn nén và bối cảnh ra đời

Chuẩn	Năm	Bài toán cần giải	Còn gặp ở đâu
MPEG-1	1993	Một bộ phim trên đĩa CD ở khoảng 1,5 Mbit/s	Đĩa VCD; tư liệu số hoá thời kỳ đầu
MPEG-2 / H.262	1995	Chất lượng phát sóng ở vài Mbit/s; hỗ trợ quét xen kẽ	Đĩa DVD; truyền hình số thế hệ đầu
MPEG-4 Part 2	1999	Video trên đường truyền hẹp thời Internet quay số	Hầu như không còn dùng
H.264 / AVC	2003	Giảm một nửa tốc độ bit so với MPEG-2	Phổ biến nhất thế giới; DVB-T2 Việt Nam; Blu-ray
H.265 / HEVC	2013	Giảm tiếp một nửa để chở UHD và HDR	UHD trực tuyến; lưu trữ; thẻ nhớ máy quay
AV1	2018	Tiết kiệm thêm 20 – 30 % so với HEVC, miễn bản quyền	Các nền tảng phát trực tuyến lớn
H.266 / VVC	2020	Giảm tiếp một nửa so với HEVC; 8K và 360 độ	Còn đang phổ cập

H.264 không phải chuẩn nén mới nhất

GHI NHỚ

Gọi H.264 là chuẩn mới nhất là đã lạc hậu hai thế hệ: sau nó còn HEVC (2013), AV1 (2018) và VVC (2020).

- H.264 ra đời năm 2003 nhưng vẫn là chuẩn được hỗ trợ rộng nhất
- Lý do: gần như mọi thiết bị đều giải mã được chuẩn này bằng phần cứng

Những điều cần nhớ

- Hai tổ chức làm chuẩn: ISO/IEC (MPEG) và ITU-T (VCEG); từ 2001 làm chung
- "H.264" và "MPEG-4 Part 10" là một chuẩn duy nhất
- MPEG-7 và MPEG-21 không phải chuẩn nén
- Từ MPEG-1 (1993) tới VVC (2020), mỗi thế hệ giảm khoảng một nửa tốc độ bit

H.264 / AVC

- Chuẩn của năm 2003 vẫn là chuẩn phổ biến nhất
- Sáu công cụ làm nên hiệu quả nén
- Lát cắt, đơn vị NAL, profile và level

Vì sao vẫn phải học kỹ chuẩn của năm 2003

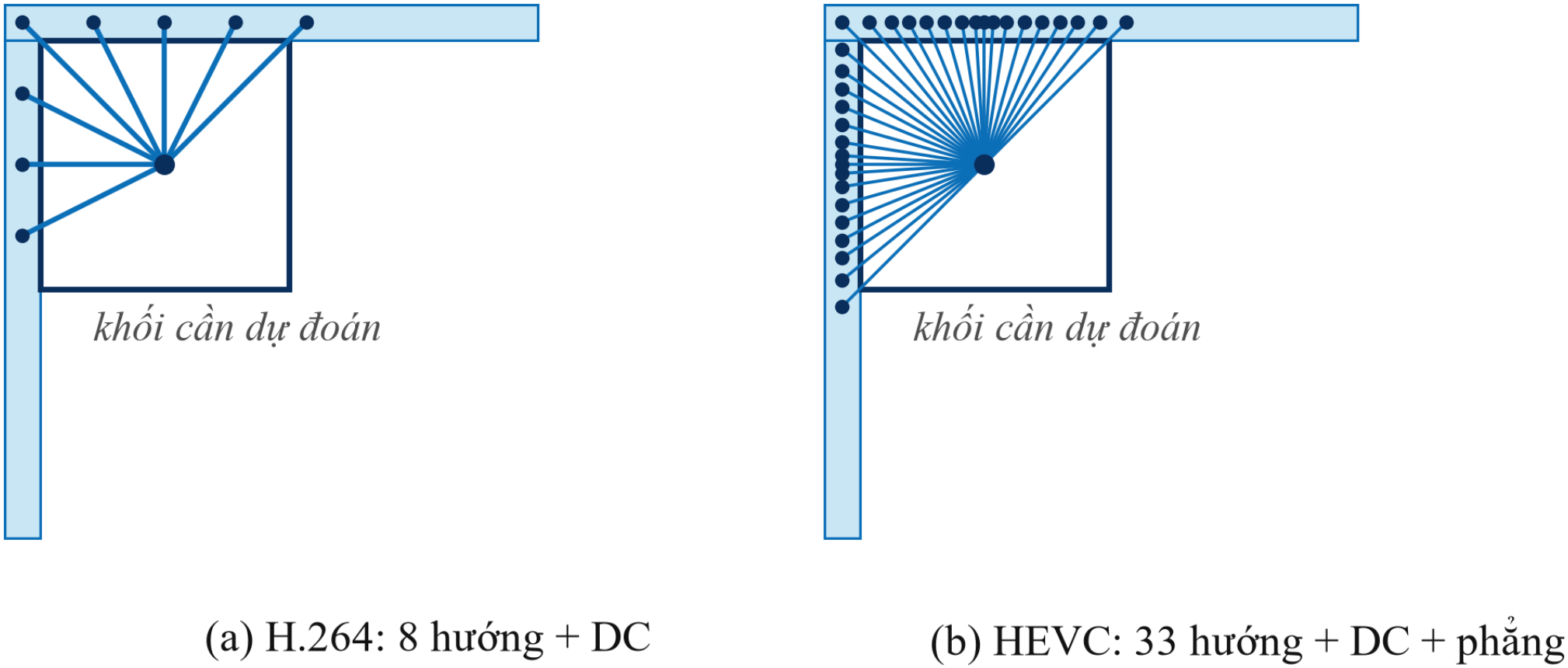
- **Quy chuẩn:** QCVN 63:2020/BTTTT quy định đầu thu truyền hình số mặt đất ở Việt Nam; bản giao nộp cho đài phải dùng chuẩn này
- **Phổ biến:** có mặt trên nhiều thiết bị nhất thế giới
- **Nền tảng:** mọi chuẩn sau xây dựng trên cùng bộ khái niệm; hiểu H.264 thì nắm nhanh HEVC và AV1

MỤC 8.21.2

Sáu công cụ làm nên hiệu quả của H.264

Công cụ	Nội dung	Đóng góp
Macroblock 16 × 16 chia nhỏ được	Chia xuống tới khối 4 × 4 để bù chuyển động	Bám sát biên vật chuyển động, giảm phần dư
Dự đoán trong khung theo hướng	Đoán khối từ điểm ảnh đã giải mã ở hàng trên và cột trái: tám hướng cộng chế độ trung bình	Giảm mạnh kích thước khung I so với MPEG-2
Nhiều ảnh tham chiếu	Một khối tham chiếu được nhiều khung, không chỉ khung liền trước	Xử lý tốt cảnh có vật che khuất rồi hiện lại
Biến đổi số nguyên 4 × 4	Thay biến đổi cosin dấu phẩy động bằng phép biến đổi số nguyên	Mọi bộ giải mã cho kết quả GIỐNG HỆT nhau
Bộ lọc khử khối trong vòng lặp	Làm mềm ranh giới giữa các khối ngay khi mã hoá	Giảm vỡ khối ở tốc độ bit thấp
CABAC	Mã số học thích nghi theo ngữ cảnh, thay mã Huffman	Tiết kiệm thêm khoảng 10 – 15 % so với CAVLC

Dự đoán trong khung: H.264 và HEVC



Hình 8.56 — Dự đoán trong khung: số hướng của H.264 so với HEVC

Lát cắt và đơn vị NAL

- Một khung chia thành các *lát cắt*, mỗi lát giải mã độc lập với các lát khác trong khung
- Mất một gói dữ liệu chỉ hỏng một lát, không hỏng cả khung: quan trọng khi truyền qua đường có lỗi
- Dòng bit đóng thành các đơn vị NAL tự mô tả: đơn vị mang dữ liệu ảnh và đơn vị mang *thông số*
- Thông số (dãy, ảnh) khai báo độ phân giải, tần số hình, không gian màu, phạm vi mức
- Thiếu hoặc sai thông số thì bộ giải mã phải đoán: nguồn gốc của lỗi màu ở mục 8.8

Profile và Level

Profile *được dùng những công cụ nào*

Baseline	không có khung B, không có CABAC *hội nghị truyền hình, thiết bị yếu*
Main	thêm khung B và CABAC *truyền hình độ nét tiêu chuẩn*
High	thêm biến đổi 8 × 8 và ma trận tỉ lệ *HD, Blu-ray, DVB-T2; thông dụng nhất*
High 10	thêm độ sâu 10 bit *lưu trữ, hậu kỳ, bản trung gian*
High 4:2:2	thêm cấu trúc 4:2:2 và 10 bit *codec dựng chuyên nghiệp, ghi ngoài*
High 4:4:4 Predictive	thêm 4:4:4, 14 bit, không tổn hao *bản trung gian đặc biệt; ít thiết bị hỗ trợ*

(a) profile: công cụ cho phép, càng xuống càng nhiều

Level *được phép đến cỡ nào*

Level	Cỡ ảnh · tần số hình	Tốc độ bit tối đa
3.0	720 × 576 · 25 hình/s	10 Mbit/s
4.0	1.920 × 1.080 · 30 hình/s	20 Mbit/s
4.2	1.920 × 1.080 · 60 hình/s	50 Mbit/s
5.1	3.840 × 2.160 · 30 hình/s	240 Mbit/s
6.2	8.192 × 4.320 · 120 hình/s	800 Mbit/s

(b) level: giới hạn cỡ ảnh, tần số hình và tốc độ bit

Hình 8.57 — Profile quy định dùng công cụ nào, Level quy định được đến cỡ nào

Profile khác Level

Profile

- Xác định những công cụ nén nào được dùng
- Profile càng cao càng nhiều công cụ, nén càng tốt
- Đòi hỏi bộ giải mã mạnh hơn

Level

- Xác định giới hạn được phép
- Cỡ ảnh, tần số hình
- Tốc độ bit và kích thước bộ đệm tối đa

Các profile chính của H.264

Profile	Công cụ được dùng thêm	Dùng cho
Baseline	Không có khung B, không có CABAC	Hội nghị truyền hình, thiết bị yếu
Main	Thêm khung B và CABAC	Truyền hình độ nét tiêu chuẩn
High	Thêm biến đổi 8 × 8 và ma trận tỉ lệ	HD, Blu-ray, DVB-T2: thông dụng nhất
High 10	Thêm độ sâu 10 bit	Lưu trữ, hậu kỳ, bản trung gian
High 4:2:2	Thêm cấu trúc 4:2:2 và 10 bit	Codec dựng chuyên nghiệp, ghi ngoài hiện trường
High 4:4:4 Predictive	Thêm 4:4:4, 14 bit, chế độ không tổn hao	Bản trung gian đặc biệt; ít thiết bị hỗ trợ

Đọc một dòng thông số

GHI NHỚ

H.264 High Profile Level 4.0, 4:2:0, 8 bit, 1920 × 1080i25, 8 Mbit/s CBR

- High Profile: cho phép biến đổi 8 × 8 và ma trận tỉ lệ
- Level 4.0: không vượt quá Full HD ở 30 hình/giây; tốc độ bit tối đa 25 Mbit/s (High) hoặc 20 Mbit/s (Main)
- 4:2:0 8 bit: cấu trúc lấy mẫu con màu và độ sâu bit
- Phần còn lại: định dạng ảnh và chế độ tốc độ bit

Yêu cầu của QCVN 63:2020/BTTTT

QUY TẮC

Đầu thu ở Việt Nam phải giải mã được H.264 Main Profile Level 3 (độ nét tiêu chuẩn) và High Profile Level 4 (độ nét cao).

- Các mức này chính là giới hạn kỹ thuật của bản giao nộp cho truyền hình mặt đất

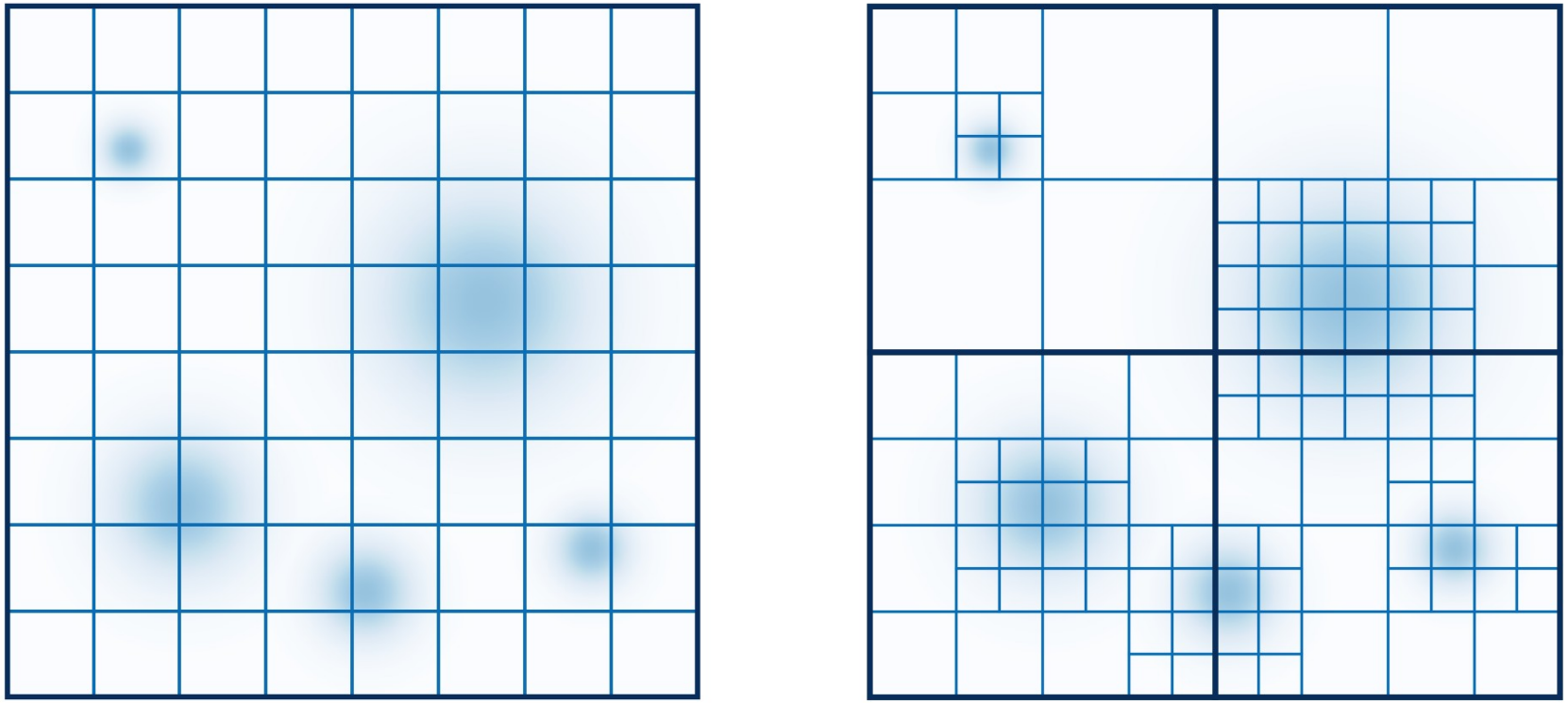
Những điều cần nhớ

- H.264 phổ biến nhất và là chuẩn mà QCVN 63:2020/BTTTT quy định cho đầu thu
- Sáu công cụ: macroblock chia nhỏ, dự đoán trong khung, nhiều ảnh tham chiếu, biến đổi số nguyên 4 × 4, khử khối, CABAC
- Lát cắt giới hạn thiệt hại khi mất gói; NAL mang cả dữ liệu lẫn thông số
- Profile = công cụ nào được dùng; Level = giới hạn cỡ ảnh và tốc độ bit

H.265 / HEVC

- Khác biệt cốt lõi: cây tứ phân thay ô cố định
- Bốn công cụ đặc trưng khác
- Cái giá phải trả: chi phí mã hoá và bản quyền sáng chế

Ô cố định và cây tứ phân



64 macroblock 16 × 16, bằng nhau

(a) H.264: ô cố định

4 CTU 64 × 64, tự chia tới 8 × 8

(b) HEVC: cây tứ phân

Hình 8.58 — Ô cố định của H.264 so với cây tứ phân của HEVC

Cây tứ phân: chia nhỏ ở nơi cần

- H.264: macroblock 16 × 16 bằng nhau; trời phẳng và lá dày đặc tốn số ô như nhau
- HEVC: đơn vị mã hoá lớn nhất 64 × 64, chia tứ phân xuống tới 8 × 8 theo độ phức tạp
- Một mảng trời có thể chỉ dùng một ô 64 × 64
- Số hướng dự đoán trong khung tăng từ tám lên ba mươi ba
- Phần lớn mức tiết kiệm khoảng 50 % so với H.264 đến từ hai cơ chế này

Bốn công cụ đặc trưng khác của HEVC

Công cụ	Nội dung	Tác dụng
Đơn vị dự đoán và đơn vị biến đổi tách rời	Kích thước khối bù chuyển động không nhất thiết bằng khối biến đổi	Linh hoạt, bám sát cấu trúc ảnh
Bộ lọc bù dịch mẫu (SAO)	Sau khử khối, thêm bước hiệu chỉnh mức theo từng vùng	Giảm hiện tượng vòng dư quanh mép sắc nét
Tile và wavefront	Chia ảnh thành mảng hoặc dòng mã hoá SONG SONG	Dùng nhiều lõi xử lý; quan trọng với UHD
Profile Main 10	Hỗ trợ 10 bit ngay trong profile cơ bản	Nền tảng kỹ thuật của HDR (mục 7.22)

Cái giá phải trả

Chi phí mã hoá

- Cây tứ phân và 33 hướng buộc bộ mã hoá thử nhiều phương án hơn hẳn
- Thời gian mã hoá tăng khoảng mười lần so với H.264 ở cùng chất lượng
- Với phát trực tiếp đây là rào cản thực sự

Bản quyền sáng chế

- H.264: một nhóm quản lý, biểu giá rõ ràng
- HEVC: ba nhóm khác nhau, thêm chủ sáng chế đứng ngoài
- Doanh nghiệp không tính được chi phí thì không triển khai

Hệ quả lịch sử

GHI NHỚ

Bản quyền phức tạp của HEVC dẫn tới liên minh AOMedia (2015) và AV1 (2018): hiệu quả tương đương nhưng miễn phí bản quyền.

- Một chuẩn được chấp nhận không chỉ nhờ ưu thế kỹ thuật mà còn nhờ điều kiện sử dụng

Những điều cần nhớ

- HEVC thay ô cố định bằng cây tứ phân: 64 × 64 chia xuống 8 × 8
- Dự đoán trong khung 33 hướng; SAO, tile, wavefront, Main 10
- Tiết kiệm khoảng 50 % so với H.264, nhưng mã hoá chậm khoảng mười lần
- Bản quyền phức tạp dẫn tới sự ra đời của AV1

AV1 và H.266 / VVC

- AV1: miễn bản quyền, do liên minh AOMedia công bố năm 2018
- VVC: chuẩn chung ISO/IEC và ITU-T, công bố tháng 7 năm 2020
- Bảng so sánh bốn thế hệ và khuyến nghị chọn codec

AV1

- Do liên minh AOMedia công bố năm 2018
- Hướng kỹ thuật như HEVC nhưng mở rộng hơn: siêu khối lớn nhất 128 × 128
- Thêm nhiều chế độ dự đoán và bộ lọc mới, gồm bộ lọc tự thích nghi theo hướng của cạnh
- Tiết kiệm thêm khoảng 20 – 30 % so với HEVC ở cùng chất lượng
- Các bản mã hoá đầu tiên chậm hơn HEVC hàng chục lần; các bản sau cải thiện đáng kể
- Ưu thế quyết định là điều kiện sử dụng: miễn bản quyền nên được các nền tảng lớn áp dụng nhanh

H.266 / VVC

- Công bố tháng 7 năm 2020; do nhóm chung của ISO/IEC và ITU-T xây dựng
- Mục tiêu: giảm thêm khoảng một nửa tốc độ bit so với HEVC
- Hướng tới ba loại nội dung mà HEVC xử lý chưa tốt:
- độ phân giải 8K
- video 360 độ
- nội dung màn hình máy tính có nhiều chữ và đồ hoạ

So sánh bốn thế hệ codec

	MPEG-2	H.264 / AVC	H.265 / HEVC	AV1 · H.266 / VVC
Năm công bố	1995	2003	2013	2018 · 2020
Ô mã hoá lớn nhất	16 × 16	16 × 16	64 × 64	128 × 128
Tốc độ bit cho cùng chất lượng	100 %	≈ 50 %	≈ 25 %	≈ 12 – 20 %
Chi phí mã hoá (thời gian máy)	1 ×	≈ 3 ×	≈ 10 ×	≈ 30 – 100 ×
Giải mã bằng phần cứng	mọi thiết bị	mọi thiết bị	thiết bị từ 2015	thiết bị từ 2020
Bản quyền sáng chế	đã hết hạn	một nhóm, giá rõ ràng	ba nhóm, giá không rõ	AV1 miễn phí; VVC còn đang bàn
Ở Việt Nam dùng cho	tư liệu cũ	DVB-T2, giao nộp cho đài	UHD, lưu trữ	phát trực tuyến

Hình 8.59 — Bảng so sánh bốn thế hệ codec theo bảy tiêu chí

Cách đọc bảng so sánh

QUY TẮC

Đọc từ dưới lên: bắt đầu bằng câu hỏi "bản này sẽ được xem ở đâu và trên thiết bị nào", rồi mới chọn codec.

- Bảng không phải nội dung để học thuộc
- Chọn theo nơi xem và thiết bị xem, không chọn theo chuẩn mới nhất

Khuyến nghị chọn codec cho hoàn cảnh Việt Nam

Mục đích	Nên dùng	Lý do
Giao nộp cho đài truyền hình	H.264 High Profile	QCVN 63:2020/BTTTT quy định H.264; không nêu HEVC nên bản HEVC không bảo đảm thu được
Mạng xã hội, nền tảng video	H.264 cho bản tải lên	Nền tảng nào cũng nhận H.264; codec lạ chỉ thêm một lần mã hoá lại
Lưu trữ hoàn chỉnh dài hạn	HEVC 10 bit, hoặc codec dựng nếu đủ dung lượng	Tiết kiệm một nửa dung lượng so với H.264
Quay và ghi hiện trường	Codec dựng: ProRes, DNxHR, XAVC-I	Không nên ghi thẳng bằng codec liên khung nếu có lựa chọn
Phát trực tuyến tự xây dựng	H.264 làm bậc nền, thêm AV1 nếu đủ nguồn lực	H.264 bảo đảm mọi thiết bị xem được; AV1 giảm băng thông cho bậc cao

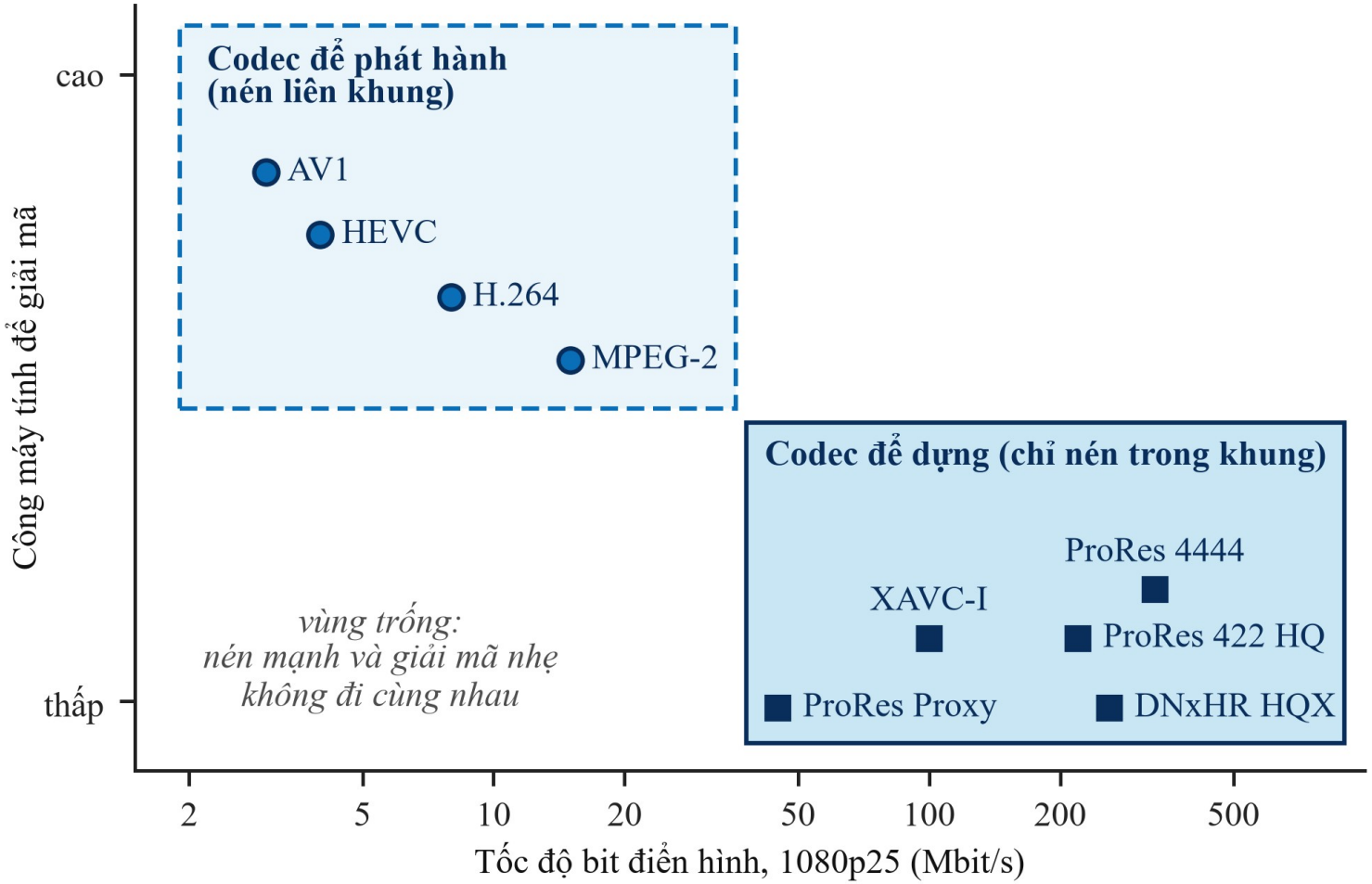
Những điều cần nhớ

- AV1: miễn bản quyền, tiết kiệm thêm 20 – 30 % so với HEVC, siêu khối 128 × 128
- VVC: giảm thêm khoảng một nửa so với HEVC; hướng tới 8K, 360 độ, nội dung màn hình
- Chọn codec bắt đầu từ nơi xem và thiết bị xem
- Giao nộp cho đài: H.264 High Profile theo QCVN 63:2020/BTTTT

Codec để dựng và codec để phát hành

- Hai lớp codec, hai mục đích; phân biệt này quyết định phòng dựng chạy mượt hay chậm
- Ba họ codec dựng: ProRes, DNxHR, XAVC-I
- RAW, proxy và quy tắc chọn codec cho từng khâu

Hai trục: tốc độ bit và công giải mã



Hình 8.60 — Vị trí của các codec trên hai trục: tốc độ bit và công giải mã

Hai lớp codec

Tiêu chí	Codec để DỰNG	Codec để PHÁT HÀNH
Kiểu nén	Chỉ nén TRONG KHUNG; mọi khung là khung I	Nén LIÊN KHUNG với nhóm ảnh dài
Tốc độ bit	Cao: 100 – 900 Mbit/s tuỳ bậc	Thấp: 2 – 50 Mbit/s
Công giải mã	Rất nhẹ: một khung không cần khung nào khác	Nặng: phải giải mã cả nhóm ảnh để lấy một khung
Tua và cắt	Tức thì, cắt ở mọi khung	Chậm; cắt ngoài khung I phải mã hoá lại
Chịu mã hoá lại	Tốt: tổn hao thế hệ rất nhỏ	Kém: mỗi lần mã hoá lại mất chất lượng
Ví dụ	ProRes, DNxHR, XAVC-I, Cineform	H.264, HEVC, AV1, MPEG-2

Ba họ codec dựng và các bậc của chúng

Họ	Các bậc	Đặc điểm
ProRes	422 Proxy · 422 LT · 422 · 422 HQ · 4444 · 4444 XQ	Của Apple; phổ biến nhất trong hậu kỳ điện ảnh và quảng cáo; bậc 4444 mang thêm kênh trong suốt
DNxHR	LB · SQ · HQ · HQX · 444	Của Avid; chuẩn trong dây chuyền hậu kỳ dùng Avid; bậc HQX là 12 bit
XAVC-I	Nhiều mức tốc độ bit theo độ phân giải	Của Sony; ghi thẳng trong máy quay; dùng H.264 nhưng CHỈ khung I

Ranh giới hai lớp codec không nằm ở chuẩn nén mà ở cách cấu hình chuẩn đó

XAVC-I dùng chính chuẩn H.264 nhưng cấu hình nhóm ảnh chỉ gồm một khung

RAW không phải video đã mã hoá

GHI NHỚ

RAW là dữ liệu đọc thẳng từ cảm biến, trước khi khử ghép màu Bayer, cân bằng trắng và áp đường truyền.

- Mở tệp RAW đòi hỏi phần mềm thực hiện lại toàn bộ các bước ấy
- Đổi lại, người dựng quyết định lại cân bằng trắng và phơi sáng như ở hiện trường
- RAW nằm ngoài hệ thống phân loại codec của chương này; chi tiết cảm biến và ma trận Bayer thuộc Chương 9

Proxy

- Proxy là bản sao có độ phân giải thấp và tốc độ bit thấp
- Dùng để dựng trên máy cấu hình yếu
- Sau khi dựng xong, phần mềm tự thay proxy bằng bản gốc theo danh sách quyết định dựng
- Kỹ thuật đã có từ lâu nhưng vẫn rất hữu ích với tư liệu UHD

Quy tắc chọn codec cho từng khâu

Khâu	Nên dùng	Tránh
Quay và ghi	Codec dựng nếu thiết bị cho phép	Đặt tốc độ bit thấp nhất chỉ để tiết kiệm thẻ
Sao lưu bản gốc	Giữ NGUYÊN tệp gốc, không chuyển mã	Chuyển mã "cho gọn" ngay khi đổ thẻ
Dựng	Codec dựng, hoặc proxy nếu máy yếu	Dựng trực tiếp trên H.264/HEVC tốc độ bit thấp
Chỉnh màu	Bản gốc hoặc bản trung gian 10 bit trở lên	Bản 8 bit đã nén sâu: kéo màu sẽ lộ dải màu
Giao nộp	Đúng codec và profile hồ sơ yêu cầu	Tự ý đổi sang codec "tốt hơn"
Lưu trữ dài hạn	Codec phổ biến, tài liệu công khai; HEVC hoặc codec dựng	Codec độc quyền của một hãng thiết bị

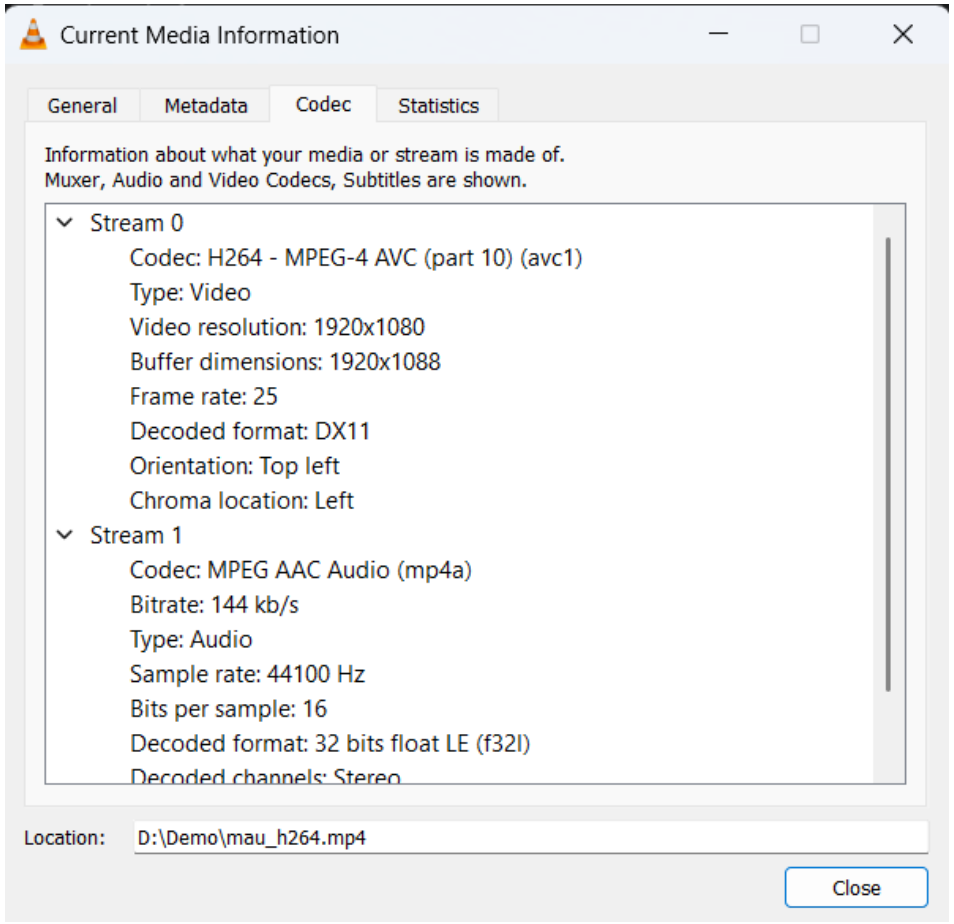
Những điều cần nhớ

- Codec dựng: nén trong khung, tốc độ bit cao, giải mã nhẹ, chịu mã hoá lại tốt
- Codec phát hành: nén liên khung, tốc độ bit thấp, giải mã nặng, kém chịu mã hoá lại
- XAVC-I chứng tỏ ranh giới nằm ở cấu hình, không ở chuẩn nén
- RAW không phải codec; proxy cho máy yếu; luôn giữ nguyên tệp gốc

Định dạng chứa và cấu trúc tệp

- Bộ chứa không phải codec: vì sao MP4 mở được trên máy này mà không mở được trên máy kia
- Bên trong một tệp có những rãnh nào
- Ba mức đóng gói: luồng cơ sở, gói hoá, luồng truyền tải

Thông tin codec của từng luồng trong tệp MP4

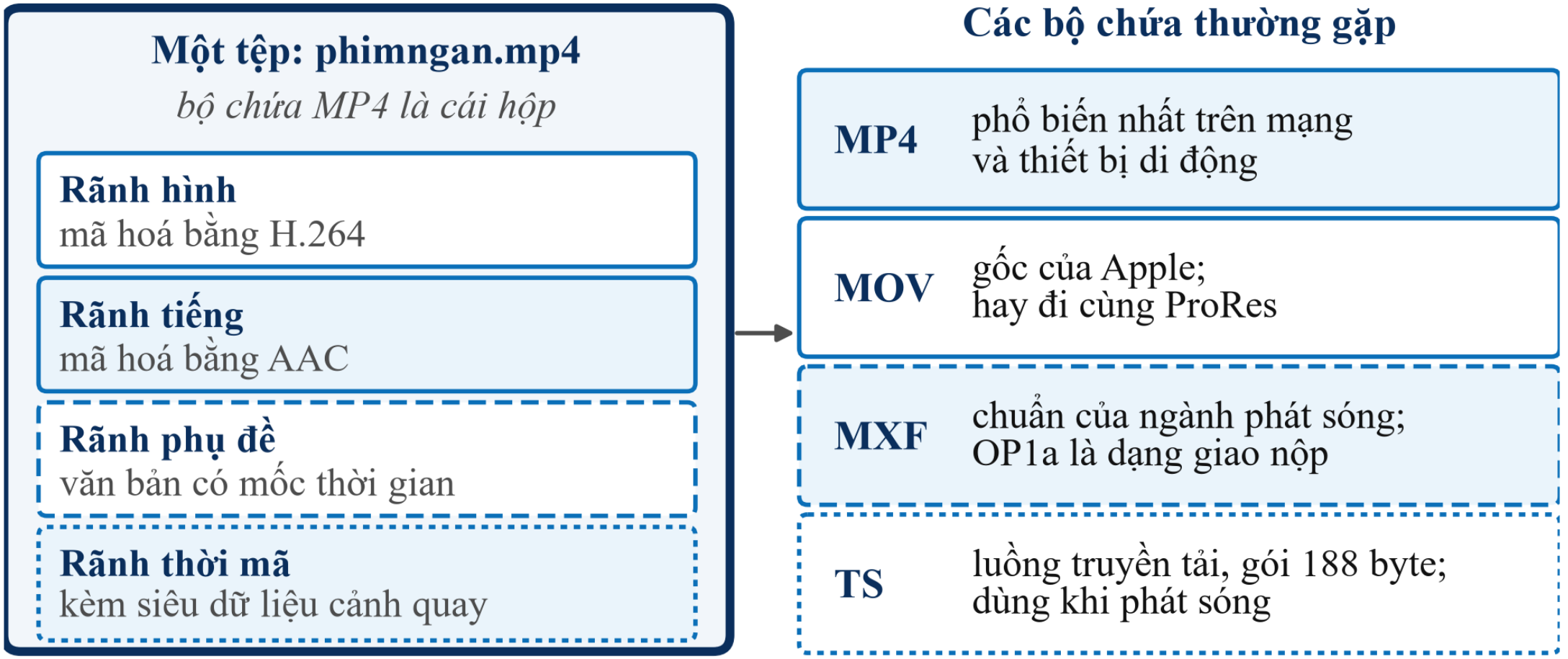


Hình 8.61 — Thông tin codec của từng luồng trong một tệp MP4 hiển thị bởi VLC

Nguồn: ảnh chụp màn hình do người soạn thực hiện (VLC 3.0.24), 05/11/2026.

- Luồng hình mã hoá H.264
- Luồng tiếng mã hoá AAC
- Cả hai nằm trong cùng một bộ chứa

Một tệp video gồm những gì



Hình 8.62 — Một tệp video gồm những gì, và các bộ chứa thường gặp

Đuôi tệp chỉ cho biết loại hộp

GHI NHỚ

Bộ chứa là chiếc hộp, codec là cách đóng gói bên trong; đuôi tệp chỉ cho biết loại hộp.

- Một hộp MP4 có thể chứa hình mã hoá bằng H.264, HEVC hoặc AV1
- Muốn biết chắc phải mở thông số của tệp ra kiểm tra

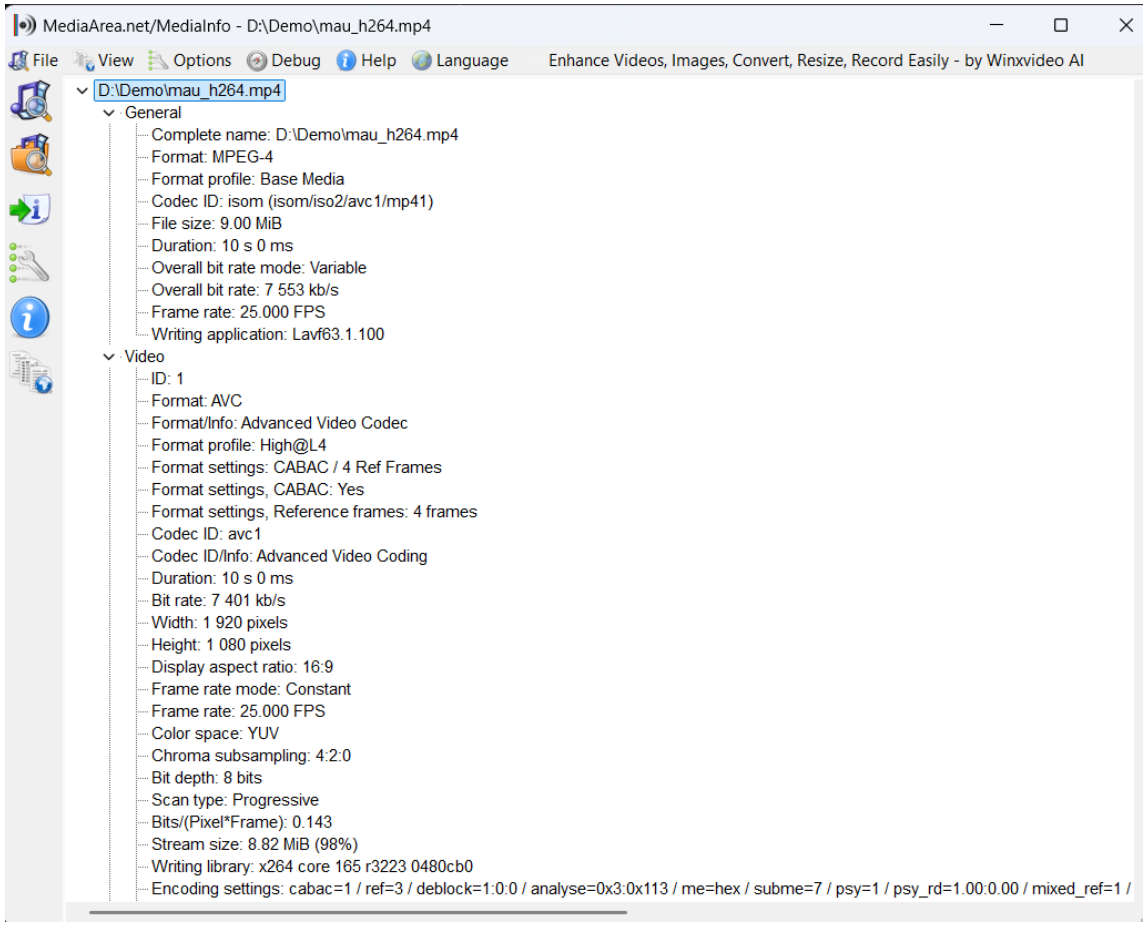
Bốn bộ chứa thường gặp

Bộ chứa	Chuẩn	Đặc điểm	Dùng cho
MP4	ISO/IEC 14496-14, dựa trên ISO base media file format	Nhẹ, phổ biến nhất; phát dần khi tải	Video trên mạng, thiết bị di động
MOV	Định dạng của Apple, cùng gốc với MP4	Linh hoạt hơn MP4 về số rãnh và loại dữ liệu	Hậu kỳ, hay đi cùng ProRes
MXF	SMPTE ST 377-1; dạng OP1a là ST 378	Nhiều siêu dữ liệu chuẩn hoá; thiết kế cho phát sóng	Giao nộp cho đài, lưu trữ chuyên nghiệp
TS	ISO/IEC 13818-1	Gói đều 188 byte, chịu lỗi tốt, ghép nhiều chương trình	Phát sóng DVB-T2, đường truyền có lỗi

Bên trong một tệp có gì

- Một hoặc nhiều *rãnh hình*, mỗi rãnh mã hoá bằng một codec
- Một hoặc nhiều *rãnh tiếng*, có thể dùng codec khác rãnh hình
- *Rãnh phụ đề*: văn bản hoặc ảnh bitmap kèm mốc thời gian
- *Rãnh thời mã* và siêu dữ liệu: ngày quay, máy quay, ống kính, không gian màu, phạm vi mức
- *Bảng chỉ mục*: tra vị trí từng khung để tua nhanh; tệp bị ngắt giữa chừng khi ghi thường không mở được vì bảng chưa kịp viết

MediaInfo hiển thị cấu trúc tệp MP4



Hình 8.63 — Thông số bộ chứa và codec của một tệp MP4 (H.264, 1920 × 1080, 4:2:0, 8 bit) trong MediaInfo

Nguồn: ảnh chụp màn hình do người soạn thực hiện (MediaInfo 26.10), 05/11/2026.

- Nhánh General mô tả bộ chứa
- Nhánh Video nêu codec, profile, level
- Cùng tốc độ bit, lấy mẫu con màu và độ sâu bit

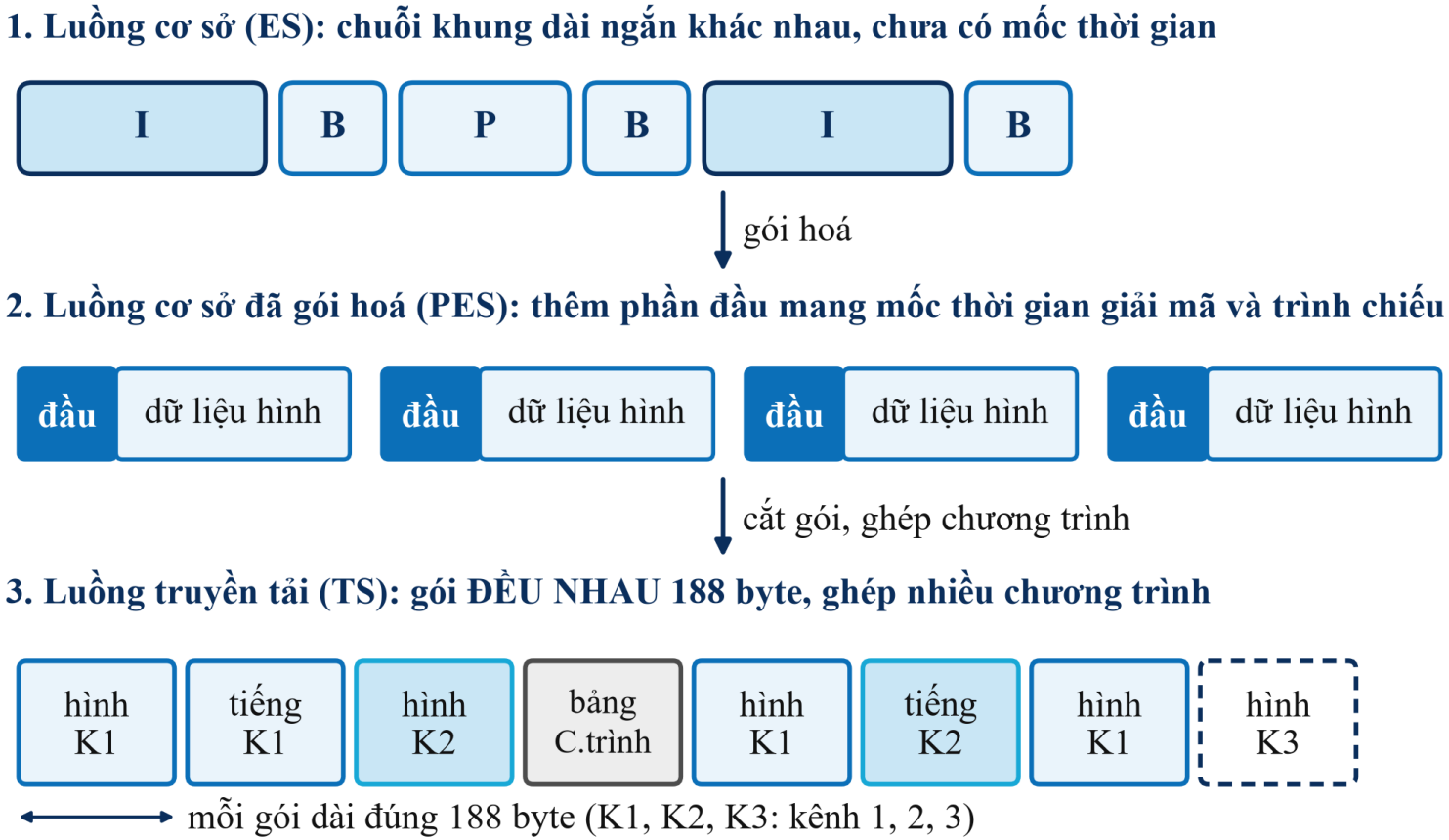
Ba hệ quả thực tế

GHI NHỚ

Để biết một tệp chứa gì, dùng công cụ phân tích, không suy đoán qua đuôi tệp hay biểu tượng.

- Đổi đuôi tệp không đổi codec bên trong: đổi .mkv thành .mp4 chỉ làm hệ điều hành nhận diện sai
- Tách và ghép rãnh giữa các bộ chứa không cần mã hoá lại: không mất chất lượng, rất nhanh
- MediaInfo là công cụ miễn phí phổ biến nhất để kiểm tra thông số

Ba mức đóng gói



Hình 8.64 — Ba mức đóng gói: luồng cơ sở, gói hoá và luồng truyền tải

Ba mức đóng gói

Mức	Tên	Nội dung
①	Luồng cơ sở (ES)	Kết quả thô của bộ mã hoá: chuỗi khung dài ngắn khác nhau, chưa có mốc thời gian
②	Luồng cơ sở đã gói hoá (PES)	Thêm phần đầu mang mốc thời gian giải mã và trình chiếu: nhờ đó hình và tiếng khớp nhau
③a	Luồng chương trình (PS)	Gói dài tuỳ ý; dùng cho môi trường ÍT LỖI như đĩa DVD
③b	Luồng truyền tải (TS)	Gói ĐỀU NHAU 188 byte, ghép nhiều chương trình; dùng cho môi trường NHIỀU LỖI như phát sóng

Tốc độ luồng truyền tải

Công thức (8.32): quan hệ giữa tốc độ kênh, tốc độ luồng truyền tải và số gói.

$$R_{\mathrm{TS}} = \frac{188}{204} R_{\mathrm{ch}} \; ; \qquad N_{\mathrm{pkt}} = \frac{R_{\mathrm{TS}}}{188 \times 8}$$

- Gói 188 byte đủ nhỏ để mất một gói không gây hỏng nhiều, đủ lớn để phần đầu gói không chiếm tỉ lệ quá cao
- Khi thêm mã sửa lỗi ngoài, mỗi gói 188 byte trở thành 204 byte
- R_TS là tốc độ luồng truyền tải, R_ch là tốc độ kênh, N_pkt là số gói mỗi giây

Những điều cần nhớ

- Bộ chứa không phải codec; đuôi tệp chỉ cho biết loại hộp
- Bốn bộ chứa: MP4, MOV, MXF, TS
- Tệp gồm rãnh hình, rãnh tiếng, phụ đề, thời mã, siêu dữ liệu và bảng chỉ mục
- Ba mức đóng gói ES, PES, PS/TS; gói TS dài 188 byte, thành 204 byte khi thêm mã sửa lỗi

Bài thực hành số 3 — codec, bộ chứa và chất lượng

- Gồm bốn phần: đọc thông số, tách và ghép rãnh, thử đổi đuôi tệp, cảm nhận codec dựng
- Làm theo nhóm trên năm tệp video có nguồn gốc khác nhau
- Nộp bảng đối chiếu, ảnh chụp thông số, bảng kết quả và kết luận

Mục tiêu và thiết bị

- Đọc được thông số đầy đủ của một tệp video bằng công cụ phân tích
- Phân biệt bộ chứa với codec bằng thực nghiệm
- Cảm nhận khác biệt giữa codec dựng và codec phát hành khi dựng thực tế
- Thiết bị: MediaInfo (hoặc công cụ tương đương), FFmpeg, một phần mềm dựng
- Năm tệp: quay bằng điện thoại, quay bằng máy quay, tải từ mạng, tư liệu cũ của đài nếu xin được, tệp do nhóm xuất

Phần 1 — Đọc thông số năm tệp

- Dùng công cụ phân tích, lập bảng đối chiếu năm tệp theo mười cột
- Mười cột: bộ chứa, codec hình, profile, level, độ phân giải, tỉ lệ điểm ảnh, tần số hình, kiểu quét, phạm vi mức, lấy mẫu con màu
- **Rút ra:** đuôi tệp giống nhau không có nghĩa là bên trong giống nhau
- Chỉ ra ít nhất hai tệp cùng đuôi nhưng khác codec hoặc khác profile

Phần 2 — Tách và ghép rãnh

- Tách rãnh hình và rãnh tiếng khỏi một tệp MP4
- Ghép lại vào bộ chứa MOV mà KHÔNG mã hoá lại
- So sánh dung lượng và thông số trước, sau
- **Rút ra:** codec không đổi, chất lượng không đổi, chỉ cái hộp đổi; đây là bằng chứng thực nghiệm cho mục 8.25

Phần 3 — Thử đổi đuôi tệp

- Đổi đuôi một tệp MKV thành MP4
- Thử mở bằng ba phần mềm khác nhau; ghi phần mềm nào mở được, phần mềm nào không
- **Rút ra:** phần mềm mở được là vì đọc phần đầu tệp để nhận dạng bộ chứa thật, không tin vào đuôi

Phần 4 — Cảm nhận codec dựng

- Chuyển một đoạn tư liệu 2 phút sang ProRes 422 hoặc DNxHR SQ
- Đưa cả bản gốc và bản chuyển vào phần mềm dựng; thử tua nhanh, cắt, đặt hiệu ứng
- Đo thời gian phản hồi và so dung lượng hai tệp
- **Rút ra:** bản codec dựng nặng gấp nhiều lần nhưng thao tác mượt hơn hẳn; dung lượng đổi lấy công máy

Yêu cầu nộp

- Bảng đối chiếu mười cột của năm tệp
- Ảnh chụp thông số trước và sau khi ghép lại bộ chứa
- Bảng kết quả thử đổi đuôi tệp trên ba phần mềm
- Bảng so sánh dung lượng và thời gian phản hồi giữa bản gốc và bản codec dựng
- Đoạn kết luận: với cấu hình máy phòng thực hành, nhóm chọn quy trình dựng nào

Những điều cần nhớ

- Công cụ phân tích cho biết thông số thật; đuôi tệp thì không
- Đổi bộ chứa không cần mã hoá lại, không mất chất lượng
- Phần mềm nhận dạng bộ chứa qua phần đầu tệp
- Codec dựng đổi dung lượng lấy thao tác mượt

Kết thúc Phần D

- Bảy thế hệ chuẩn nén; H.264 là chuẩn phổ biến và là chuẩn của QCVN 63:2020/BTTTT
- HEVC dùng cây tứ phân; AV1 miễn bản quyền; VVC hướng tới 8K và 360 độ
- Codec dựng (trong khung) khác codec phát hành (liên khung); bộ chứa khác codec
- Ba mức đóng gói ES, PES, TS; gói TS 188 byte
- Phần E: giao diện truyền dẫn, video trên hạ tầng IP và phát sóng số mặt đất