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

KỸ THUẬT AUDIO – VIDEO

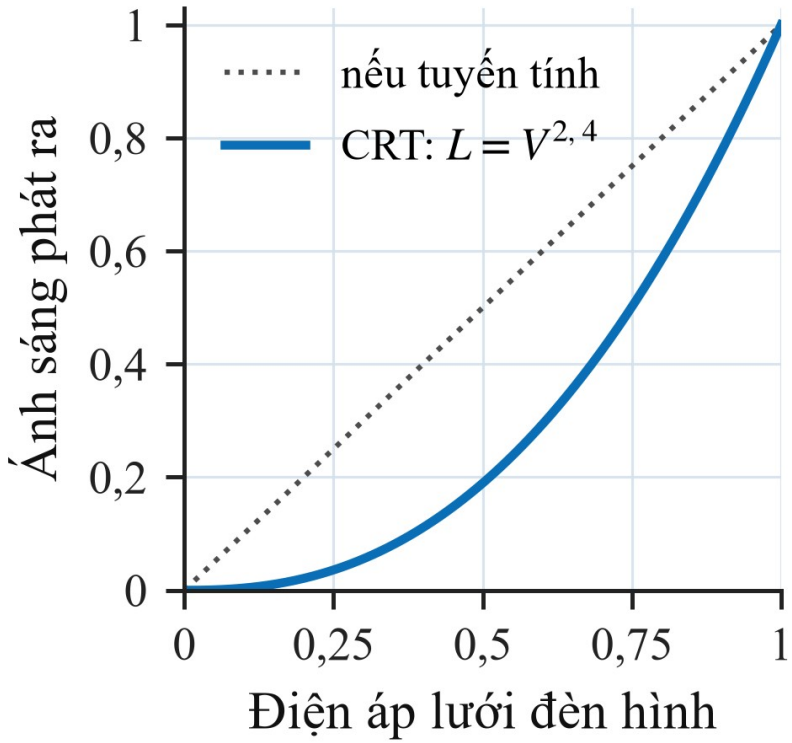
CHƯƠNG 7 · PHẦN D

Từ ánh sáng tới con số:
gamma, dải động, HDR, quản lý màu và công cụ đo

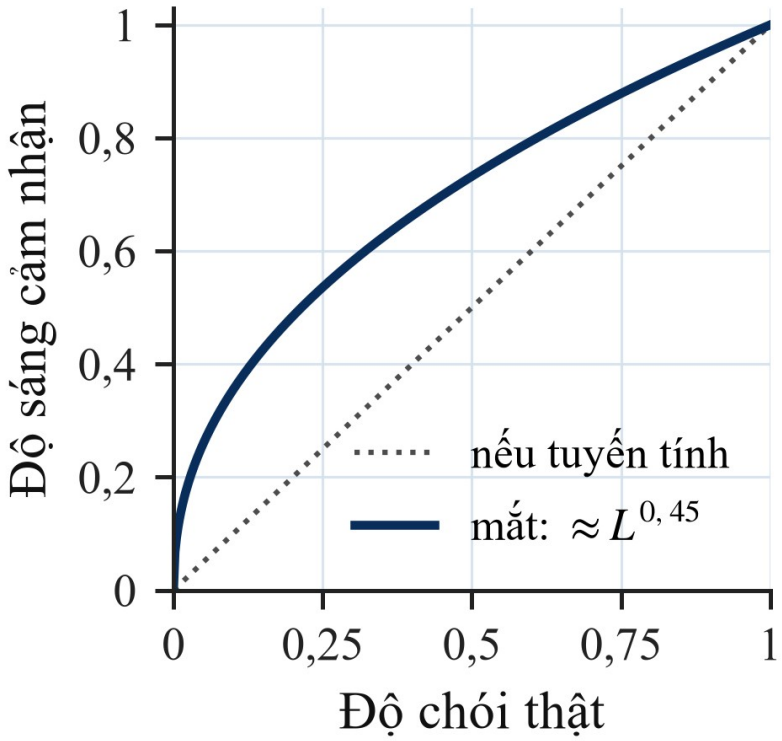
Gamma – vì sao tín hiệu hình phi tuyến

- Gamma là hàm luỹ thừa áp lên tín hiệu hình; câu hỏi cần trả lời là vì sao phải có nó
- Ba hàm chuyển đổi: OETF, EOTF, OOTF
- Hai đường mã hoá Rec.709 và sRGB; hậu quả khi gán sai không gian màu

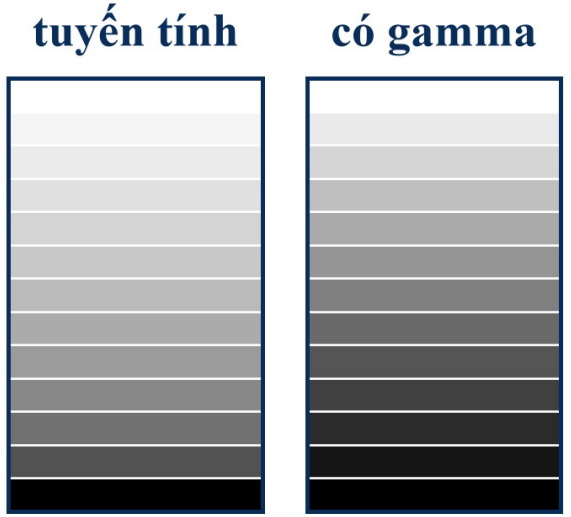
Ba lý do độc lập dẫn tới mã hoá phi tuyến



(a) lịch sử: đèn hình



(b) sinh lý: mắt phi tuyến



(c) kỹ thuật: dùng bit hiệu quả

Hình 7.36 – Ba lý do độc lập của việc mã hoá tín hiệu hình theo hàm phi tuyến

Ba lý do: lịch sử, sinh lý, kỹ thuật

- **Lịch sử:** CRT có quan hệ điện áp – ánh sáng là hàm luỹ thừa, số mũ khoảng 2,4; camera áp sẵn hàm nghịch đảo, số mũ khoảng 0,45
- **Sinh lý:** mắt cảm nhận độ sáng theo luỹ thừa 0,33 – 0,50 (mục 7.10), gần trùng đường bù CRT
- **Kỹ thuật:** mã hoá tuyến tính dồn số mã vào vùng sáng và để vùng tối vài mức, sinh vệt bậc
- Mã hoá gamma chia bậc đều nhau **trong mắt người**, nên 8 bit đủ cho ảnh SDR

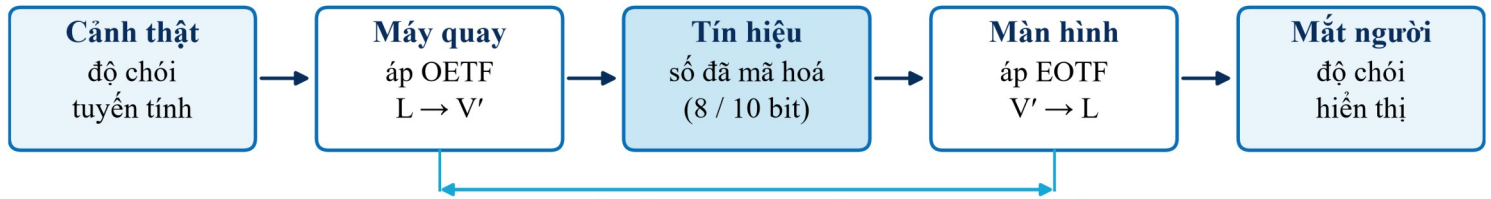
Gamma tồn tại khi không còn đèn hình CRT

GHI NHỚ

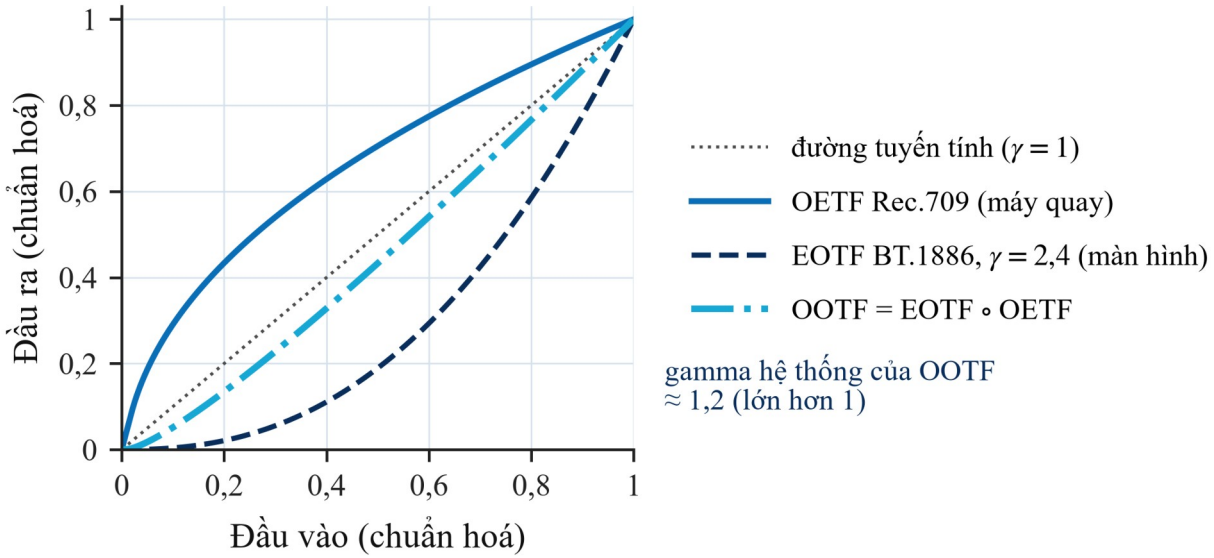
Mắt vẫn phi tuyến và bit vẫn hữu hạn, nên gamma vẫn cần thiết.

- CRT biến mất khỏi thị trường từ khoảng năm 2010
- LCD và OLED tuyến tính ở tầng vật lý nhưng mô phỏng đặc tuyến CRT bằng mạch điện tử để tương thích kho nội dung
- ITU-R BT.1886 (2011) là bản mô tả toán học của đặc tuyến ấy cho màn hình phẳng

Ba hàm chuyển đổi trên đường đi của tín hiệu



(a) vị trí của ba hàm trên đường đi của tín hiệu



(b) dạng đồ thị của ba hàm

Hình 7.37 – OETF (trong máy quay), EOTF (trong màn hình), OOTF (toàn dây chuyền, bằng EOTF nối tiếp OETF)

Gamma hệ thống không bằng 1

Công thức (7.26).

$$L = (V')^{\gamma}\ ,\ \gamma = 2{,}4\ ;\quad \gamma_{ht} = \gamma_{OETF} \cdot \gamma_{EOTF} \approx 1{,}2$$

- Nếu OETF và EOTF ngược nhau hoàn toàn thì OOTF bằng 1; thực tế cố ý không như vậy
- Gamma hệ thống của dây chuyền truyền hình nằm trong khoảng **1,1 – 1,2**
- Ảnh trên màn hình có độ tương phản cao hơn cảnh thật một chút

Ba lý do gamma hệ thống lớn hơn 1

- **Môi trường xem tối hơn môi trường quay:** cảnh ngoài trời hàng nghìn cd/m², màn hình phòng chỉ 100 cd/m²; mức thích nghi thấp làm giảm tương phản cảm nhận
- **Ánh sáng lạc:** phản xạ trên mặt màn hình nâng mức đen
- **Hiệu ứng viền tối:** ảnh trong khung trên nền tối kém tương phản hơn ảnh lấp đầy trường nhìn

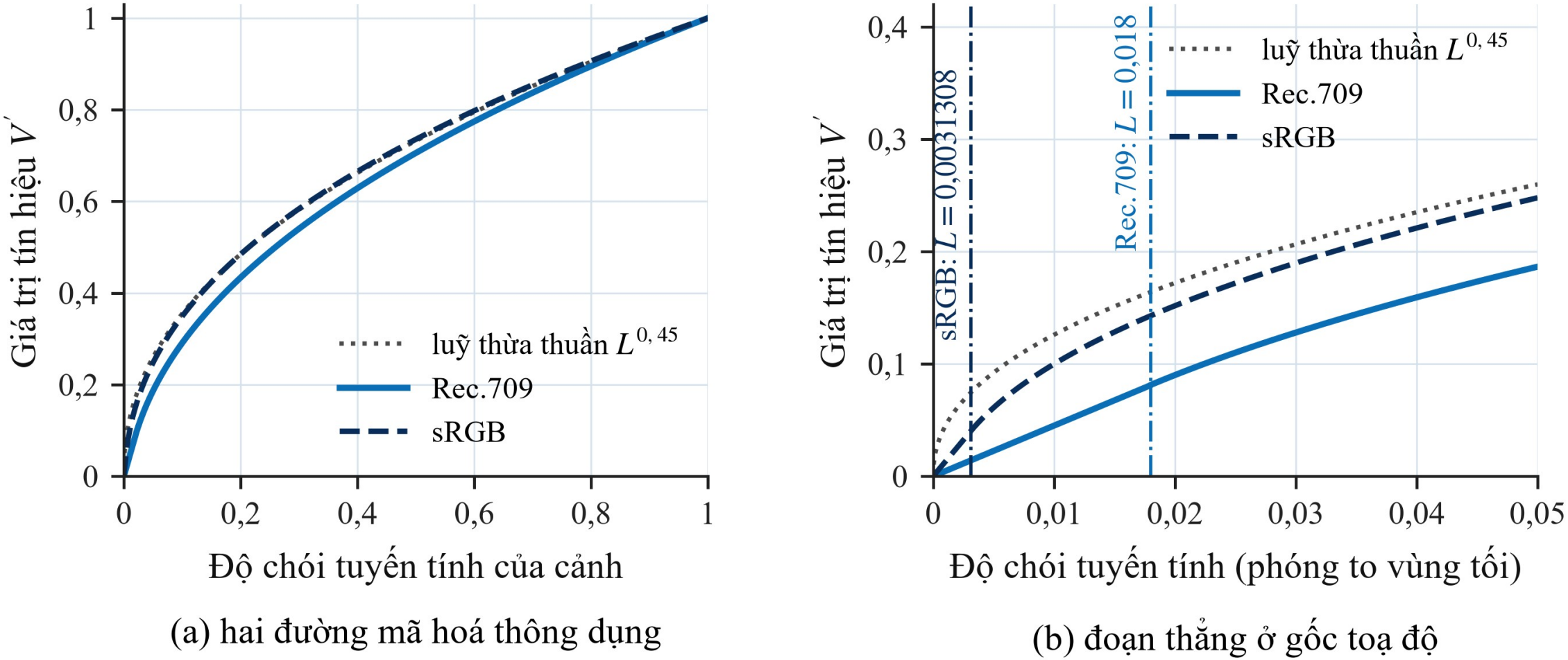
Đường mã hoá Rec.709

Công thức (7.27).

$$V' = 4{,}500\,L \;\; (L < 0{,}018) \;\; ; \quad V' = 1{,}099\,L^{0{,}45} - 0{,}099 \;\; (L \geq 0{,}018)$$

- Gồm hai đoạn: đoạn **thẳng** ở vùng rất tối, rồi hàm luỹ thừa
- Hàm luỹ thừa thuần có đạo hàm tiến tới vô cùng tại 0: nhiễu vùng tối bị khuếch đại vô hạn
- Điểm nối của Rec.709 ở L = 0,018; của sRGB ở L = 0,0031308

Rec.709 và sRGB: hai đường gần nhau nhưng không giống nhau



Hình 7.38 – Đường mã hoá Rec.709 và sRGB, cả hai có đoạn thẳng ở gốc toạ độ

Bảng 7.25 – So sánh Rec.709 và sRGB

	Rec.709	sRGB
Ba màu cơ bản; điểm trắng	giống hệt nhau; D65	giống hệt nhau; D65
Số mũ đoạn luỹ thừa	0,45	1/2,4 ≈ 0,4167
Điểm nối đoạn thẳng	L = 0,018	L = 0,0031308
Gamma hiệu dụng tổng thể	≈ 1,95	≈ 2,2
Sinh ra cho	truyền hình, xem trong phòng tối	màn hình máy tính, xem trong phòng sáng
Hậu quả khi gán nhầm	ảnh hơi nhạt ở vùng tối	ảnh hơi tối ở vùng tối

Cùng một tệp, ba cách hiểu đường mã hoá



Hình 7.39 – Cùng một tệp dữ liệu, ba cách hiểu cho ba kết quả khác nhau

- Ý nghĩa của các con số do **siêu dữ liệu** quy định: đường mã hoá, gam màu, điểm trắng

Hai kiểu sai và dấu hiệu nhận biết

CẢNH BÁO

Ảnh đã có gamma mà bị hiểu là tuyến tính thì tối sập; ảnh tuyến tính bị hiểu là đã có gamma thì nhạt và bệt.

- Kiểu thứ nhất: áp thêm một lần gamma, vùng tối mất chi tiết, màu bão hoà quá mức
- Kiểu thứ hai: không áp gamma, tương phản thấp, giống ảnh log chưa xử lý
- Phòng ngừa: cùng cấu hình quản lý màu ở mọi phần mềm, tệp trung gian đủ siêu dữ liệu, quay kèm thẻ màu chuẩn đầu mỗi cảnh

Những điều cần nhớ

- Gamma có ba lý do: lịch sử (CRT), sinh lý (mắt phi tuyến), kỹ thuật (bit hữu hạn)
- OETF ở máy quay, EOTF ở màn hình, OOTF của cả dây chuyền; gamma hệ thống khoảng 1,1 – 1,2
- Rec.709 và sRGB có cùng màu cơ bản và điểm trắng nhưng khác đường mã hoá
- Gán sai không gian màu cho ảnh tối sập hoặc nhạt bệt

Dải động, stop và đường log

- Stop là đơn vị lôgarit cơ số hai; dải động đếm bằng stop
- Cổ chai của dây chuyền nằm ở màn hình
- Đường log, lý do ảnh log nhạt, và kỹ thuật phơi bên phải

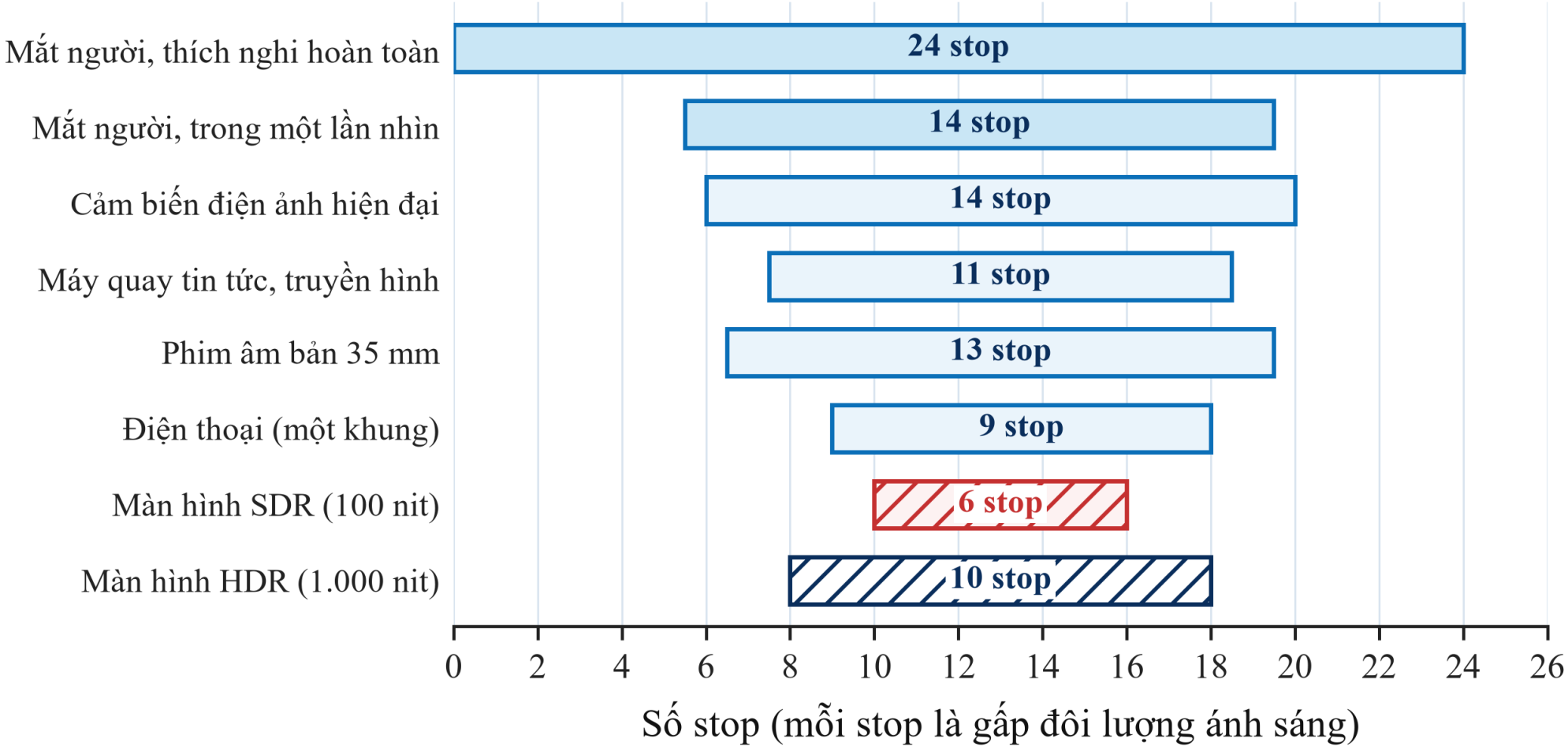
Stop và dải động

Công thức (7.28).

$$\mathrm{DR} = \log_2 \frac{L_{max}}{L_{min}} \quad \text{(stop)}$$

- Một stop là gấp đôi hoặc một nửa lượng ánh sáng
- Ranh giới trên là mức bão hoà: thêm ánh sáng cũng không làm giá trị tăng, tức cháy sáng
- Ranh giới dưới là mức tín hiệu chìm vào nhiễu, phụ thuộc định nghĩa của nhà sản xuất
- Số liệu quảng cáo thường rộng hơn số đo theo tiêu chuẩn

Dải động của các khâu trong dây chuyền



Hình 7.40 – Dải động của mắt, phim nhựa, cảm biến hiện đại và màn hình

Cổ chai nằm ở màn hình, không phải ở cảm biến

GHI NHỚ

Cảm biến điện ảnh ghi 13 – 15 stop; màn hình SDR tham chiếu chỉ hiển thị khoảng 6 stop.

- Chỉnh màu là **nén** dải động của cảnh xuống vừa màn hình và quyết định phần nào giữ chi tiết
- HDR mở rộng đầu ra của dây chuyền, không mở rộng đầu vào

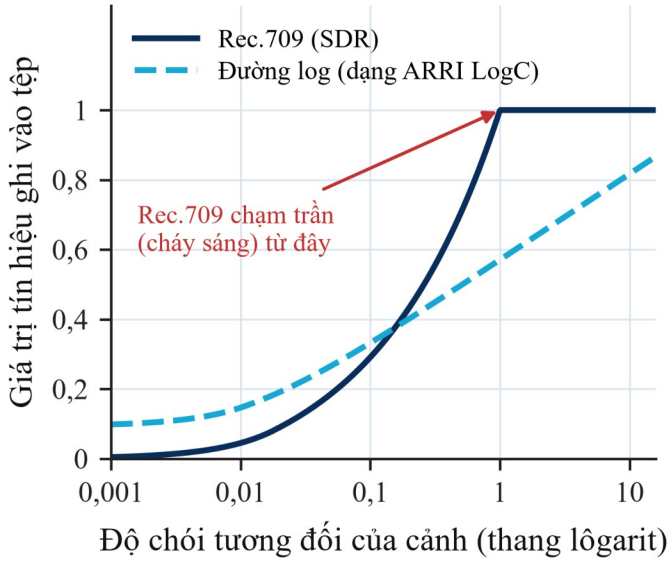
Nguyên lý đường log

Công thức (7.29).

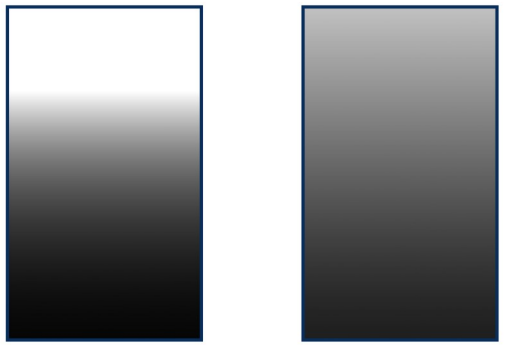
$$V' = a \log_{10}(L + c) + b \quad (L > \text{cut})$$

- Ghi cảnh 14 stop bằng Rec.709 thì chạm trần ở khoảng stop thứ 6, phần sáng hơn bị cháy
- Tính chất then chốt: mỗi lần nhân đôi ánh sáng, tín hiệu tăng một lượng **cố định**
- Toàn bộ dải động trải đều trên dải mã, không đoạn nào được ưu tiên

Đường log so với Rec.709



(a) Log chứa được nhiều stop hơn



Ảnh Rec.709
mã 0,03 – 1,00

Ảnh log
mã 0,12 – 0,76

(b) Vì sao ảnh log trông nhạt

Log không phải là cái nhìn cuối cùng

Là định dạng lưu; phải qua chỉnh màu hoặc LUT mới ra ảnh xem được.

Cần đủ số bit

Khoảng mã hẹp nên quay log ở 8 bit sẽ sinh vệt bậc khi kéo giãn; tối thiểu 10 bit.

Phơi bên phải (ETTR)

Phơi hơn danh định 2/3 đến 1 stop rồi kéo xuống khi chỉnh, để vùng tối ít nhiễu hơn.

(c) Ba điều cần nhớ khi quay log

Hình 7.41 – Đường log và Rec.709, lý do ảnh log nhạt, ba điều cần nhớ khi quay log

Bảng 7.26 – Các họ đường log thông dụng

Hãng	Đường log	Ghi chú
Sony	S-Log2, S-Log3	S-Log3 nâng vùng tối cao hơn, dễ chỉnh nhưng lộ nhiễu nếu thiếu sáng
ARRI	Log C	chuẩn tham chiếu của điện ảnh; Log C4 cho cảm biến mới nhất
Canon	C-Log, C-Log2, C-Log3	C-Log3 dung hoà giữa dải động và độ dễ chỉnh
Panasonic	V-Log, V-Log L	V-Log L là bản rút gọn cho máy phổ thông
Nikon; Blackmagic; RED	N-Log; Film Gen 5; Log3G10	

Vì sao ảnh log trông nhạt và bệt

- Log dồn 14 stop vào dải mã 0 – 1, mỗi stop chỉ chiếm một khoảng mã rất hẹp
- Cảnh bình thường chỉ trải trong khoảng mã 0,32 – 0,72, chưa tới một nửa dải
- Hiển thị trực tiếp khoảng mã hẹp ấy cho ảnh xám, tương phản thấp, màu nhợt

Ba điều bắt buộc khi quay log

QUY TẮC

Log là định dạng lưu, không phải hình ảnh cuối cùng.

- Phải qua chỉnh màu hoặc LUT kỹ thuật; giao nộp bản dựng còn nguyên log là lỗi nghiêm trọng
- Đủ số bit: tối thiểu 10 bit, tốt nhất ghi ngoài 10 hoặc 12 bit; 8 bit sẽ sinh vệt bậc trên bầu trời và da người
- Theo dõi bằng LUT xem trước trên màn hình hiện trường

Phơi bên phải (ETTR) và điều kiện an toàn

GHI NHỚ

Phơi hơn mức danh định 2/3 tới 1 stop rồi kéo xuống ở khâu chỉnh màu; vùng tối ít nhiễu hơn, đổi lại mất dự phòng vùng sáng.

- Nhiễu cảm biến gần như không đổi, nên tỉ số tín hiệu trên nhiễu ở vùng tối kém hơn
- Chỉ an toàn khi cảnh không có vùng sáng cực đại cần giữ chi tiết
- Cần false colour hoặc waveform để biết chưa chạm trần; quay log hoặc raw đủ bit

Những điều cần nhớ

- Dải động = $\log_2(L_{max} / L_{min})$, đơn vị stop; ranh giới dưới phụ thuộc định nghĩa nhiễu
- Cảm biến 13 – 15 stop, màn hình SDR khoảng 6 stop: chỉnh màu là nén dải động
- Log trải đều dải động trên dải mã; ảnh nhạt là hệ quả, cần 10 bit trở lên và LUT kỹ thuật
- ETTR giảm nhiễu vùng tối nhưng cần công cụ đo

HDR – PQ và HLG

- Vì sao hệ SDR 100 cd/m² không đủ
- PQ: thang tuyệt đối; HLG: thang tương đối
- Siêu dữ liệu và các định dạng HDR

Vì sao SDR không đủ

- SDR thiết kế cho màn hình trắng **100 cd/m²**; bầu trời trưa hè khoảng 8000 cd/m²
- Mọi cảnh phải nén xuống trần 100 cd/m²: nắng không chói, nến không lung linh, cảnh đêm không thật sự tối
- Màn hình HDR tiêu dùng đạt 600 – 1500 cd/m²; màn hình tham chiếu 1000 – 4000 cd/m²
- Hàm luỹ thừa Rec.709 kéo lên 1000 cd/m² sinh vệt bậc ở vùng tối, nên cần đường mã hoá mới

PQ – SMPTE ST 2084

Công thức (7.30).

$$\mathrm{PQ}(Y) = \left(\frac{c_1 + c_2 Y^{m_1}}{1 + c_3 Y^{m_1}} \right)^{m_2}, \quad Y = \frac{L}{10\,000}$$

- Do Dolby phát triển, SMPTE chuẩn hoá năm 2014; dựa trên mô hình ngưỡng phân biệt Barten
- Mỗi bậc mã ứng với một ngưỡng vừa đủ nhận ra, trên toàn dải 0,0001 – 10 000 cd/m²
- Thang **tuyệt đối**: mã 0,5 luôn là 92 cd/m²; mã 1,0 luôn là 10 000 cd/m²

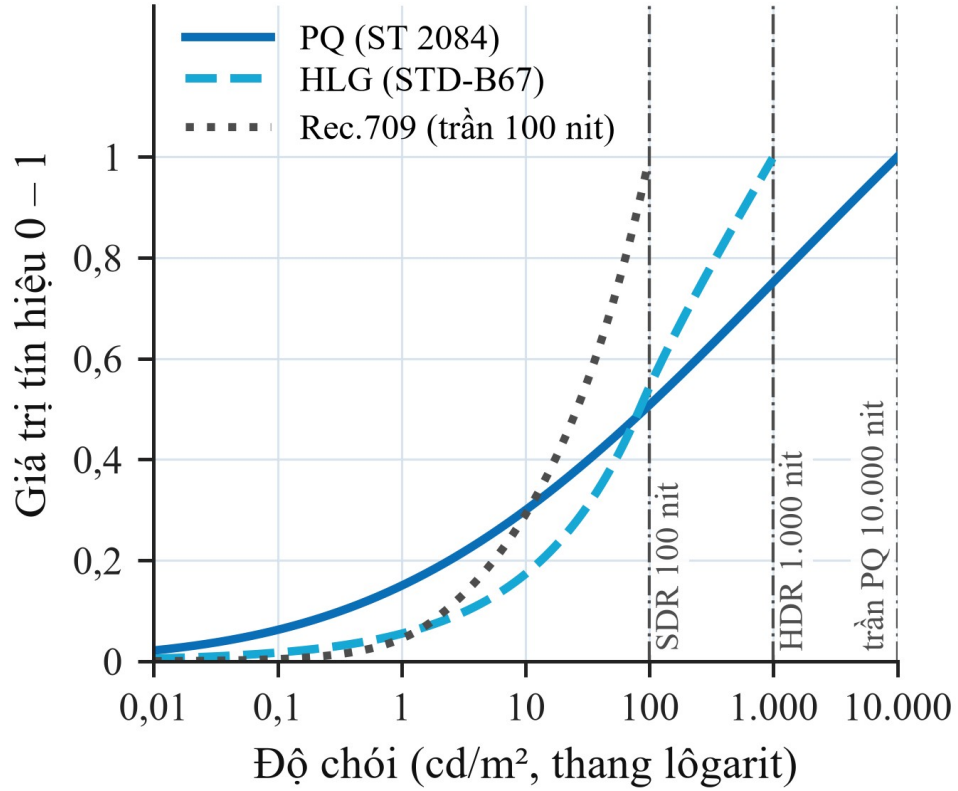
HLG – ARIB STD-B67

Công thức (7.31).

$$\mathrm{HLG}(E) = \sqrt{3E}\ \left(E \le \frac{1}{12}\right)\ ;\quad \mathrm{HLG}(E) = a\ln(12E - b) + c\ \left(E > \frac{1}{12}\right)$$

- Do BBC và NHK phát triển; chuẩn hoá trong ARIB STD-B67 và Rec.2100
- Nửa dưới là hàm căn (tương đương gamma), nửa trên là hàm lôgarit
- Thang **tương đối**: mã 1,0 là sáng nhất mà màn hình làm được; cùng tín hiệu hiển thị hợp lý trên 400 và 2000 cd/m²

PQ, HLG và Rec.709 trên cùng một thang độ chói



(a) Ba đường mã hoá trên một thang độ chói

	PQ (ST 2084)	HLG (STD-B67)
Kiểu thang	Tuyệt đối: mã 0,5 luôn là 92 nit	Tương đối: theo trần của từng màn hình
Siêu dữ liệu	Bắt buộc (tĩnh hoặc động)	Không cần
Tương thích SDR	Không, phải chuyển đổi	Có, máy SDR xem tạm được
Dùng nhiều ở	Đĩa, phát trực tuyến, rạp số	Phát sóng trực tiếp, truyền hình
Điểm yếu	Phải biết trần màn hình mới hiển thị đúng	Ít điều khiển được mức chói tuyệt đối

(b) So sánh hai chuẩn HDR

Hình 7.42 – Ba đường mã hoá PQ, HLG, Rec.709 và so sánh hai chuẩn HDR

Bảng 7.27 – Các định dạng HDR thông dụng

Định dạng	Đường mã hoá	Siêu dữ liệu	Đặc điểm
HDR10	PQ	tĩnh, một bộ cho cả tác phẩm	định dạng mở, miễn phí; phổ biến trên đĩa và máy chơi game
HDR10+	PQ	động, theo cảnh hoặc khung	Samsung dẫn đầu, không mất phí bản quyền
Dolby Vision	PQ	động, tối đa 12 bit	có phí bản quyền; ánh xạ tốt nhất hiện nay
HLG	HLG	không cần	chọn cho phát sóng vì tương thích ngược với máy SDR

Vì sao HLG được chọn cho phát sóng

GHI NHỚ

Một luồng tín hiệu duy nhất phải hiển thị được trên cả máy SDR lẫn máy HDR.

- Nửa dưới của HLG gần đường gamma, nên máy SDR cho ảnh chấp nhận được
- Tín hiệu PQ trên máy SDR cho ảnh tối sập và sai màu hoàn toàn
- HLG không cần siêu dữ liệu nên chịu được cắt ghép, chèn logo và phát trực tiếp

Những điều cần nhớ

- SDR trần 100 cd/m², HDR mở rộng tới 600 – 4000 cd/m²
- PQ (ST 2084) là thang tuyệt đối tới 10 000 cd/m²; HLG là thang tương đối
- HDR10 tĩnh; HDR10+ và Dolby Vision động; HLG không cần siêu dữ liệu
- HLG tương thích ngược với máy SDR nên dùng cho phát sóng

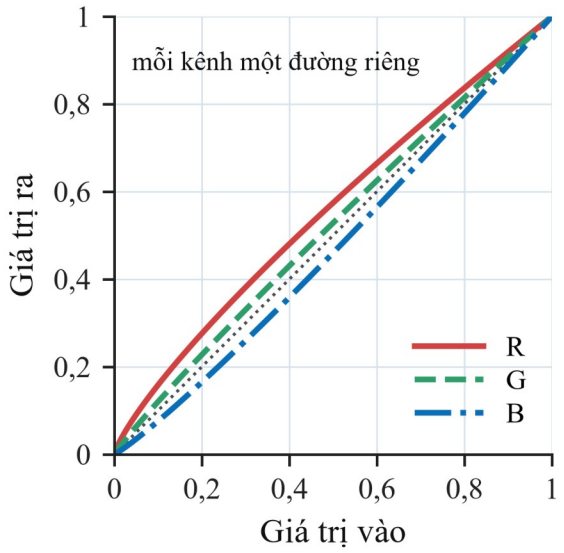
Quản lý màu trong dây chuyền

- Vì sao cần một quy ước chung
- LUT 1D và LUT 3D; LUT kỹ thuật và LUT sáng tạo
- Chuyển đổi bằng ma trận và giới thiệu ACES

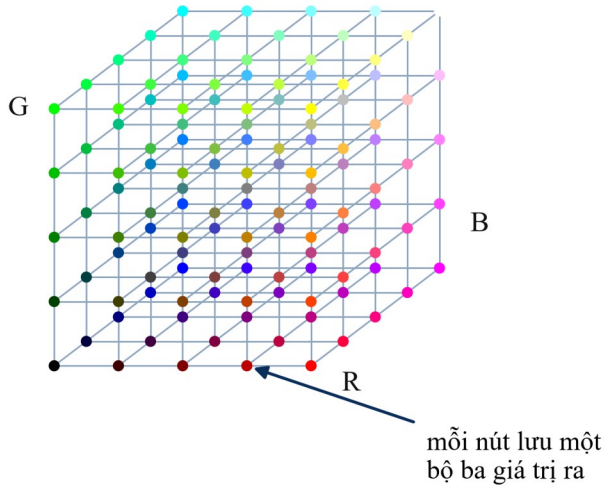
Vì sao cần quản lý màu

- Một dự án đi qua ít nhất năm khâu: quay bằng nhiều máy, dựng thô, kỹ xảo, chỉnh màu, giao nộp nhiều phiên bản
- Mỗi khâu hiểu con số theo cách của mình; không có quy ước chung thì màu trôi dần và không biết sai từ đâu
- **Quản lý màu** là tập hợp quy ước và công cụ giữ nguyên ý nghĩa của màu qua toàn dây chuyền
- Hai công cụ chính: LUT và ma trận chuyển đổi

LUT 1D và LUT 3D



(a) LUT 1D: ba bảng độc lập



(b) LUT 3D: lưới nút trong khối màu

Bước 1: LUT kỹ thuật (đặt trước)

Chuyển không gian này sang không gian kia, ví dụ log → Rec.709, ACES → sRGB. Có đáp án đúng.

Bước 2: LUT sáng tạo (đặt sau)

Áp một vẻ nhất định, ví dụ ám lam vùng tối, ngả vàng vùng sáng. Không có đáp án đúng, là lựa chọn nghệ thuật.

(c) Hai loại LUT theo mục đích

Hình 7.43 – LUT 1D và LUT 3D khác nhau ở khả năng đổi sắc; hai loại LUT theo mục đích

Bảng 7.28 – LUT 1D và LUT 3D

	LUT 1D	LUT 3D
Cấu tạo	ba bảng độc lập, mỗi bảng một kênh	lưới ba chiều; mỗi nút lưu một bộ ba giá trị ra
Kích thước điển hình	1024 hoặc 4096 mục mỗi kênh	lưới 17^3, 33^3 hoặc 65^3 nút
Đổi được	tương phản, cân bằng xám, đường cong từng kênh	mọi thứ, kể cả sắc và độ bão hoà
Không đổi được	sắc: giá trị ra của một kênh chỉ phụ thuộc kênh đó	—
Nội suy	tuyến tính một chiều	ba chiều (tetrahedral hoặc trilinear)
Định dạng tệp	.cube (1D), .lut	.cube (3D), .3dl, .dat

LUT kỹ thuật và LUT sáng tạo

LUT kỹ thuật

- Chuyển không gian màu này sang không gian màu kia
- Ví dụ: S-Log3/S-Gamut3 sang Rec.709; ACES sang sRGB
- Có một đáp án đúng, do hãng máy hoặc tổ chức chuẩn hoá cung cấp
- Không được sửa

LUT sáng tạo (look)

- Áp một vẻ nhất định: ám lam vùng tối, ngả vàng vùng sáng, mô phỏng phim nhựa
- Không có đáp án đúng; là lựa chọn nghệ thuật
- Thiết kế cho dữ liệu đã ở không gian hiển thị

Thứ tự đặt LUT

QUY TẮC

LUT kỹ thuật đặt trước, LUT sáng tạo đặt sau.

- Đảo thứ tự cho kết quả khác hẳn và hầu như luôn sai; lỗi khó phát hiện vì ảnh vẫn có màu
- LUT sáng tạo tải từ mạng chỉ dùng được khi biết nó làm cho không gian màu nào
- Áp LUT làm cho Log C lên ảnh S-Log3 cho kết quả vô nghĩa

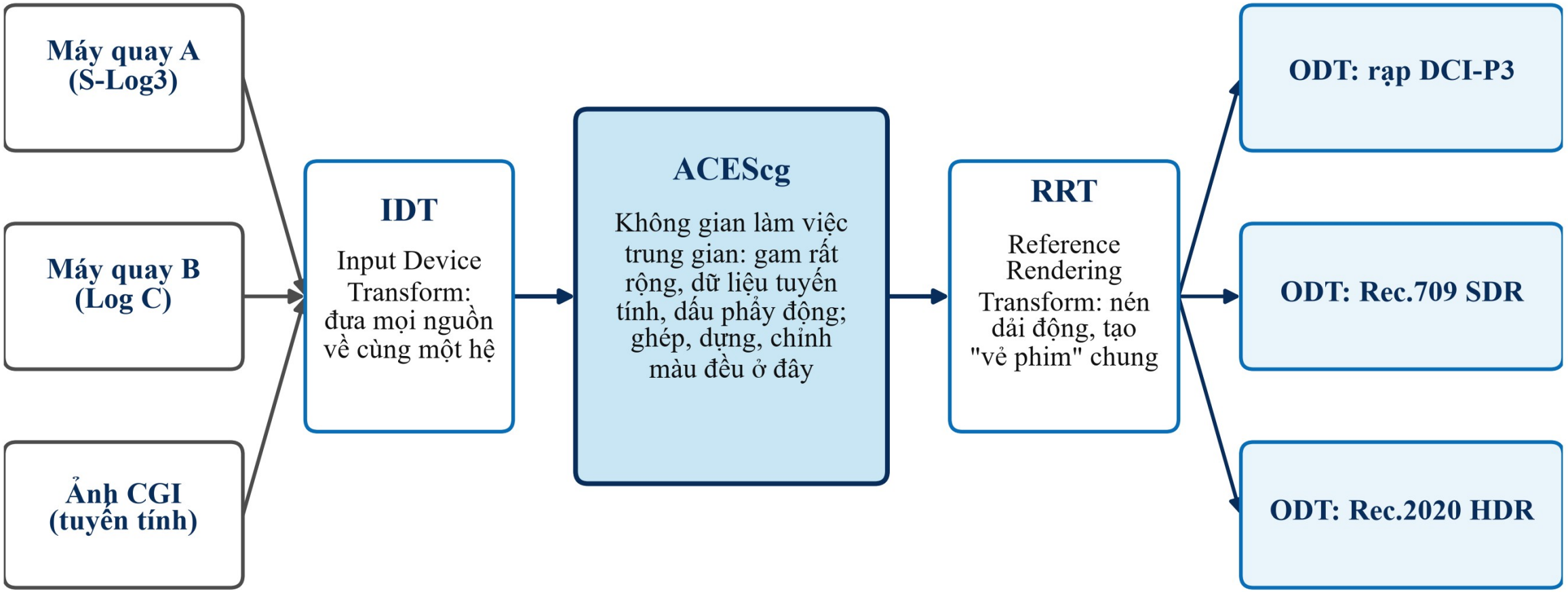
Chuyển đổi bằng ma trận

Công thức (7.32).

$$[R \quad G \quad B]^T = \mathbf{M}^{-1} [X \quad Y \quad Z]^T$$

- Áp dụng khi hai không gian chỉ khác ba màu cơ bản, không khác đường mã hoá; phép nhân 3×3 trên dữ liệu **tuyến tính**
- Ba bước: gỡ gamma nguồn về tuyến tính; nhân ma trận; áp gamma đích
- Nhân ma trận thẳng trên dữ liệu đã mã hoá là lỗi phổ biến, sai rõ ở vùng bão hoà
- Khác điểm trắng thì chèn thích nghi sắc (ma trận Bradford); đó là mô hình von Kries ở mục 7.11

Dây chuyền ACES



Hình 7.44 – IDT đưa mọi nguồn về một không gian, RRT nén dải động, ODT cho ra từng đích

Bảng 7.29 – Bốn thành phần của ACES

Thành phần	Nhiệm vụ
IDT – Input Device Transform	đưa dữ liệu của một loại máy quay về không gian ACES; do nhà sản xuất máy cung cấp
ACEScg / ACES2065-1	không gian làm việc: gam màu rất rộng, dữ liệu tuyến tính, dấu phẩy động 16 bit; mọi khâu ghép, kỹ xảo, chỉnh màu diễn ra ở đây
RRT – Reference Rendering Transform	nén dải động rộng thành một vẻ phim chung, như in tráng phim nhựa
ODT – Output Device Transform	chuyển kết quả RRT sang đích: Rec.709 SDR, DCI-P3 rạp, Rec.2020 HDR

Ý nghĩa thực tế của ACES

GHI NHỚ

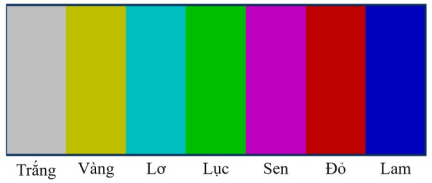
N loại máy và M đích chỉ cần N bộ IDT và M bộ ODT thay cho N × M phép chuyển đổi.

- Năm loại máy và bốn đích: từ hai mươi phép chuyển giảm còn chín
- Mọi công việc sáng tạo ở một không gian duy nhất, ghép cảnh nhiều máy liền mạch
- Dữ liệu ACEScg tuyến tính nên phép toán ánh sáng đúng về vật lý; ngành kỹ xảo áp dụng sớm nhất
- Cho ra nhiều phiên bản giao nộp chỉ bằng cách đổi ODT

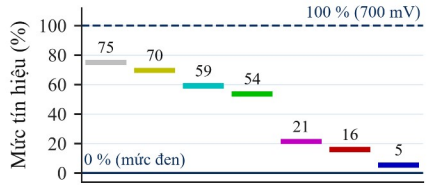
Những điều cần nhớ

- Quản lý màu giữ nguyên ý nghĩa của màu qua toàn dây chuyền
- LUT 1D không đổi được sắc; LUT 3D đổi được mọi thứ
- LUT kỹ thuật đặt trước, LUT sáng tạo đặt sau
- Ma trận chỉ nhân trên dữ liệu tuyến tính: gỡ gamma, nhân, áp gamma
- ACES: IDT, không gian làm việc, RRT, ODT; N + M thay cho N × M

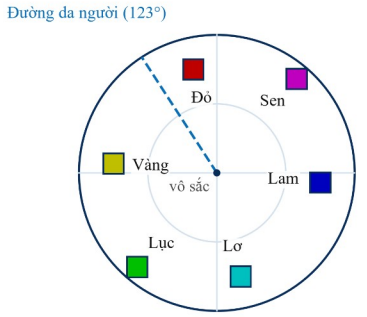
Công cụ đo trên hiện trường



(a) Thanh màu chuẩn 75 %



(b) Waveform: độ chói theo trục ngang



(c) Vectorscope: sắc theo góc, bão hoà theo bán kính



(d) False colour: bảng màu đặt theo mức phơi sáng

- Mắt thích nghi, màn hình hiện trường nhỏ và không hiệu chuẩn: không đánh giá phơi sáng bằng mắt
- Bốn công cụ: waveform, vectorscope, false colour, thanh màu chuẩn
- Tương đương đồng hồ đo mức của kỹ sư âm thanh

Waveform

- Vẽ **độ chói**: trục ngang là vị trí ngang trong khung, trục dọc là mức tín hiệu
- Mỗi điểm ảnh của một cột trong khung cho một chấm sáng ở cột tương ứng
- Thang IRE hoặc phần trăm: 0 là đen, 100 là trắng
- Dải hẹp 10 bit: mức đen ứng với mã 64, mức trắng ứng với mã 940

Bảng 7.30 – Mức tham chiếu trên waveform (ảnh Rec.709)

Đối tượng	Mức	Ghi chú
Mức đen	0 %	dưới mức này mất chi tiết vĩnh viễn
Vùng tối còn chi tiết	3 – 10 %	
Thẻ xám 18 %	40 – 45 %	mốc chuẩn để đặt phơi sáng
Da sẫm; trung bình; rất sáng	35 – 50 %; 50 – 60 %; 60 – 70 %	
Trắng tham chiếu	90 %	áo trắng, tường trắng có chi tiết
Mức trắng	100 %	trên mức này là cháy sáng
Vùng dự phòng	100 – 109 %	chỉ trong tín hiệu dải hẹp; bị cắt khi phát sóng

Vectorscope

- Vẽ **màu**, không vẽ độ chói: mặt phẳng Cb–Cr, gốc ở tâm
- Góc quanh tâm cho **sắc**; khoảng cách tới tâm cho **độ bão hoà**; khung vô sắc là một chấm ở tâm
- Sáu ô đích của thanh màu 75 %: sáu chùm điểm rơi đúng ô là dây chuyền không sai màu
- Đường da người ở khoảng **123°**: mọi màu da rơi gần đường này; chùm điểm lệch khỏi đường là cân bằng trắng sai

Histogram và giới hạn của nó

- Đếm số điểm ảnh theo từng mức sáng; cho biết phân bố tổng thể
- Không cho biết điểm ảnh nằm ở đâu: hai khung hình khác nhau có thể có histogram giống hệt
- Hữu ích để phát hiện nhanh chạm trần hoặc chạm đáy
- Không thay thế được waveform khi cần biết vùng nào bị cháy

Bảng 7.31 – False colour (quy ước ARRI)

Màu	Mức tín hiệu	Ý nghĩa
Trắng	trên 100 %	**cháy**, mất hẳn chi tiết
Vàng	93 – 100 %	gần cháy, cần cẩn thận
Hồng	52 – 56 %	da người, da sáng
Lục	38 – 42 %	xám giữa 18 %
Lam nhạt	20 – 25 %	da người, da sẫm
Tím	2,5 – 4 %	gần bệt, sắp mất chi tiết
Lam đậm	dưới 2,5 %	**bệt**, mất hẳn chi tiết

- Mức tín hiệu tính theo thang của bộ false colour (ARRI: thang Log C), khác thang Rec.709 của Bảng 7.30: thẻ xám 18 % ở 38 – 42 % so với 40 – 45 %
- Chỉnh khẩu độ tới khi khuôn mặt rơi vào vùng hồng (da sáng) hoặc lam nhạt (da sẫm)

Thanh màu chuẩn SMPTE RP 219



Hình 7.46 – Mẫu thanh màu SMPTE RP 219 dùng làm tín hiệu tham chiếu

Nguồn: Chris319, CC BY-SA 4.0, Wikimedia Commons (truy cập 05/11/2026).

- Gồm dải thanh màu, thang xám và khối mức đen để hiệu chỉnh màn hình
- Tín hiệu tham chiếu ghi ở đầu mỗi băng hoặc tệp giao nộp
- Truyền hình Việt Nam thường dùng bản 75 % theo Rec.709, kèm âm chuẩn 1 kHz ở −18 hoặc −20 dBFS tuỳ quy định của đài

Những điều cần nhớ

- Waveform đo độ chói: thẻ xám 40 – 45 %, trắng tham chiếu 90 %, cháy trên 100 %
- Vectorscope đo sắc và độ bão hoà; da người nằm gần đường 123°
- Histogram không cho biết vị trí điểm ảnh; waveform là công cụ chính
- False colour và zebra để đặt phơi sáng; thanh màu chuẩn để hiệu chỉnh

Bài thực hành số 3 – log, LUT và đọc scope

- Bốn phần, tổng cộng 100 phút
- Đọc scope, so sánh Rec.709 với log, thứ tự LUT, gán sai không gian màu
- Nộp báo cáo kèm bảng số liệu và ảnh chụp màn hình

Mục tiêu

- Đọc thành thạo waveform và vectorscope; đặt phơi sáng cho da người bằng false colour
- So sánh dải động thực tế giữa Rec.709 và log của cùng một máy
- Áp dụng đúng thứ tự LUT kỹ thuật và LUT sáng tạo; chỉ ra hậu quả khi đảo thứ tự
- Nhận biết hậu quả của việc gán sai không gian màu

Thiết bị

- Máy quay có chế độ Rec.709 và log, có waveform và false colour
- Thanh màu chuẩn 75 % (phát từ máy hoặc phần mềm); thẻ xám 18 %; bảng màu chuẩn nếu có
- Bối cảnh dải động rộng: phòng có cửa sổ nhìn ra ngoài trời nắng
- Phần mềm chỉnh màu có scope đầy đủ và hỗ trợ LUT
- Bộ LUT kỹ thuật đúng của máy, tải từ trang nhà sản xuất

Phần 1 – Làm quen với scope (25 phút)

- Phát thanh màu chuẩn vào máy hoặc mở tệp trong phần mềm; mở waveform và vectorscope
- Đọc mức bảy thanh trên waveform; so với lý thuyết: trắng 75 %, vàng 70 %, lơ 59 %, lục 54 %, sen 21 %, đỏ 16 %, lam 5 %
- Trên vectorscope, kiểm tra sáu chùm điểm có rơi đúng sáu ô đích
- Quay một khuôn mặt, so chùm điểm da với đường 123°; cố ý sai cân bằng trắng và quan sát chùm điểm dịch

Phần 2 – So sánh dải động Rec.709 và log (30 phút)

- Đặt máy trong phòng có cửa sổ: khung hình có người trong bóng và cảnh ngoài trời nắng
- Quay ở Rec.709, đặt phơi sáng đúng cho khuôn mặt; ghi lại trạng thái cửa sổ trên waveform
- Giữ nguyên khẩu độ, chuyển sang log, quay lại cùng cảnh
- Trong phần mềm, kéo vùng sáng xuống ở cả hai đoạn; so sánh khả năng phục hồi chi tiết ngoài cửa sổ
- Kết quả cần rút ra: chi tiết cháy ở Rec.709 **không** phục hồi được, ở log thì được; đo số stop chênh lệch

Phần 3 – Thứ tự LUT (25 phút)

- Lấy đoạn log của Phần 2; áp LUT kỹ thuật đúng của máy để về Rec.709; chụp màn hình ảnh và waveform
- Thêm một LUT sáng tạo **sau** LUT kỹ thuật; chụp màn hình
- Đảo thứ tự: LUT sáng tạo **trước** LUT kỹ thuật; chụp màn hình
- So sánh ba ảnh, mô tả sự khác biệt, đặc biệt ở vùng tối và màu da

Phần 4 – Gán sai không gian màu (20 phút)

- Lấy đoạn Rec.709 của Phần 2; cố ý khai báo là dữ liệu tuyến tính; chụp màn hình ảnh và waveform
- Khai báo đoạn log là Rec.709; chụp màn hình
- Đối chiếu hai trường hợp sai với bản đúng; mô tả dấu hiệu nhận biết của từng kiểu sai

Sản phẩm nộp

- Bảng số liệu waveform của thanh màu (Phần 1) kèm sai lệch so với lý thuyết
- Ảnh chụp waveform của Phần 2 cho cả hai chế độ, kèm kết luận về số stop chênh lệch
- Ba ảnh của Phần 3 xếp cạnh nhau kèm phân tích
- Bảng hai dòng ở Phần 4 ghi dấu hiệu nhận biết của hai kiểu gán sai

Kết quả cần đạt của bài thực hành

- Đọc được waveform, vectorscope và false colour trên cùng một cảnh
- Log phục hồi được chi tiết vùng sáng mà Rec.709 không phục hồi được
- LUT kỹ thuật trước, LUT sáng tạo sau
- Gán sai không gian màu cho dấu hiệu nhận biết rõ trên waveform

Kết thúc Phần D

Từ ánh sáng tới con số: gamma, dải động và log, HDR, quản lý màu, công cụ đo..