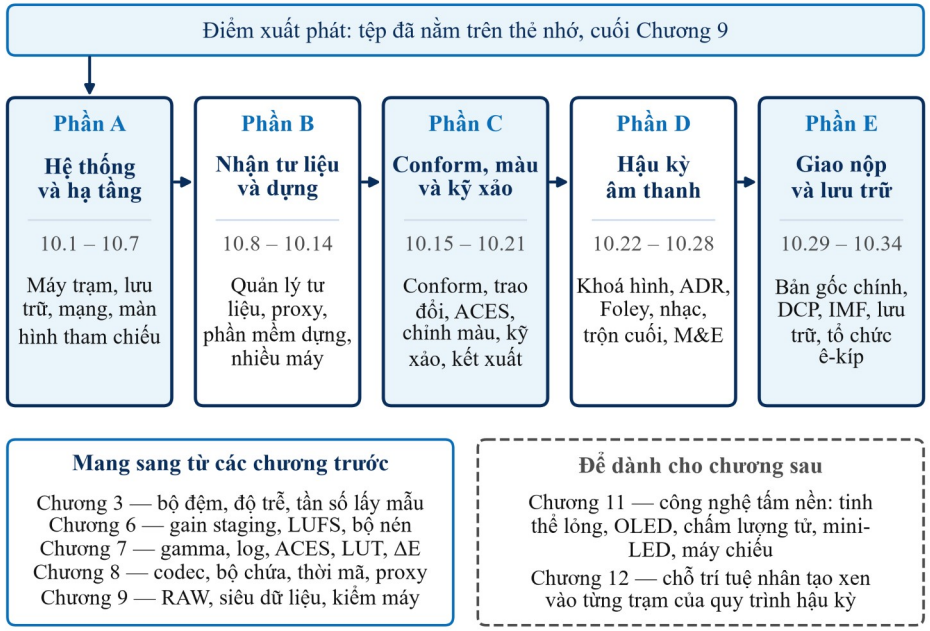
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SÂN KHẤU – ĐIỆN ẢNH HÀ NỘI
KHOA CÔNG NGHỆ ĐIỆN ẢNH – TRUYỀN HÌNH

KỸ THUẬT AUDIO – VIDEO

CHƯƠNG 10 · PHẦN A

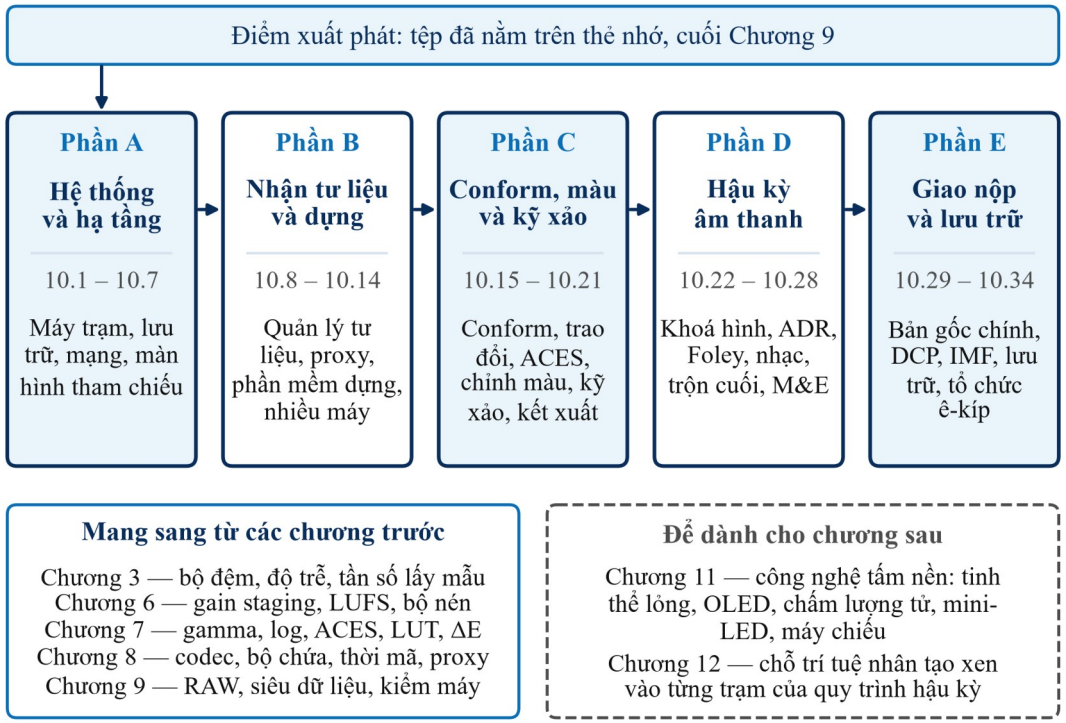
Hệ thống máy trạm và lưu trữ

Vị trí của chương trong học phần



- Chín chương đầu đi theo đường đi của tín hiệu, từ nguồn phát đến tệp ghi trên thẻ nhớ
- Chương 10 bắt đầu từ chính điểm dừng ấy: cần làm gì tiếp để các tệp thành một bản phim giao được
- Chương đầu tiên của khối hậu kỳ, gần nhất với công việc hằng ngày của người học ngành Dựng phim

Chín chương trước dừng ở đâu



Hình 10.1 — Bản đồ Chương 10 — năm phần và chỗ nối với các chương trước

- Chương 1 – 6: âm thanh; Chương 7 – 9: hình ảnh; Chương 10: từ tệp trên thẻ nhớ đến bản phim giao được

Năm phần của chương

Phần	Mục	Nội dung	Bài thực hành
A	10.1 – 10.7	Hệ thống và hạ tầng: máy trạm, lưu trữ, mạng, màn hình tham chiếu	Số 1 — đo năng lực hệ thống
B	10.8 – 10.14	Nhận tư liệu và dựng: quản lý tư liệu, proxy, phần mềm dựng, nhiều máy	Số 2 — dựng bằng proxy
C	10.15 – 10.21	Conform, màu và kỹ xảo: trao đổi, dây chuyền màu, chỉnh màu, kết xuất	Số 3 — conform và chỉnh màu
D	10.22 – 10.28	Hậu kỳ âm thanh: khoá hình, thoại, tiếng động, nhạc, trộn cuối	Số 4 — bàn giao và trộn ba nhánh
E	10.29 – 10.34	Giao nộp, lưu trữ và tổ chức: bản gốc chính, gói chiếu rạp, băng từ, ê-kíp	—

Bốn câu hỏi mà chương phải trả lời

- **Hệ thống hậu kỳ cần những gì, chỗ nghẽn ở đâu?** Phần A: bốn khối máy trạm, ba cấp lưu trữ, phép tính băng thông, màn hình tham chiếu
- **Tư liệu đi từ thẻ nhớ tới dòng thời gian bằng đường nào?** Phần B
- **Làm sao nối bản dựng về bản gốc và hoàn thiện hình?** Phần C
- **Tiếng và hình gặp nhau ở đâu, giao nộp thế nào?** Phần D và Phần E

Chương 10 tiếp nối và để dành những gì

Chương / mục	Đã dạy ở đó	Chương 10 làm gì tiếp
Mục 8.24	Codec để dựng và codec để phát hành	Chọn codec trung gian cho từng cấp máy, tính băng thông tương ứng
Mục 8.31	Chuẩn giao nộp, kiểm tra chất lượng ở mức nguyên tắc	Bản gốc chính, cây bản phái sinh, gói chiếu rạp
Mục 8.32	Đổ thẻ, quy tắc ba – hai – một, proxy, lưu trữ dài hạn	Vai trò, phần mềm sao chép có kiểm, thư mục, đặt tên
Mục 7.23	Quản lý màu trong dây chuyền, ACES, bảng tra	Thành cách làm việc thật; hiệu chuẩn màn hình
Mục 6.7 và 6.10	Chuẩn mức, độ to, bộ nén	Chuẩn độ to từng nơi phát hành, trộn cuối
Chương 11	—	Để dành: công nghệ tấm nền; Chương 10 chỉ nói tiêu chí và hiệu chuẩn
Chương 12	—	Để dành: chỗ trí tuệ nhân tạo xen vào từng trạm

Thuật ngữ dùng thống nhất trong chương (1)

Thuật ngữ	Tên quốc tế	Nghĩa
Tư liệu gốc	original camera negative, OCN	Tệp do máy quay ghi ra, không bao giờ được sửa
Bản thay thế nhẹ	proxy	Bản sao độ phân giải thấp, codec nhẹ, dùng để dựng
Nối lại bản gốc	relink	Đổi dòng thời gian từ trỏ vào proxy sang trỏ vào tư liệu gốc
Conform	conform	Dựng lại bản dựng ở phần mềm khác, trên tư liệu gốc
Tổng kiểm	checksum	Chuỗi ký tự đại diện cho toàn bộ nội dung tệp, dùng để đối chiếu
Khoá hình	picture lock	Mốc sau đó không được sửa hình nữa

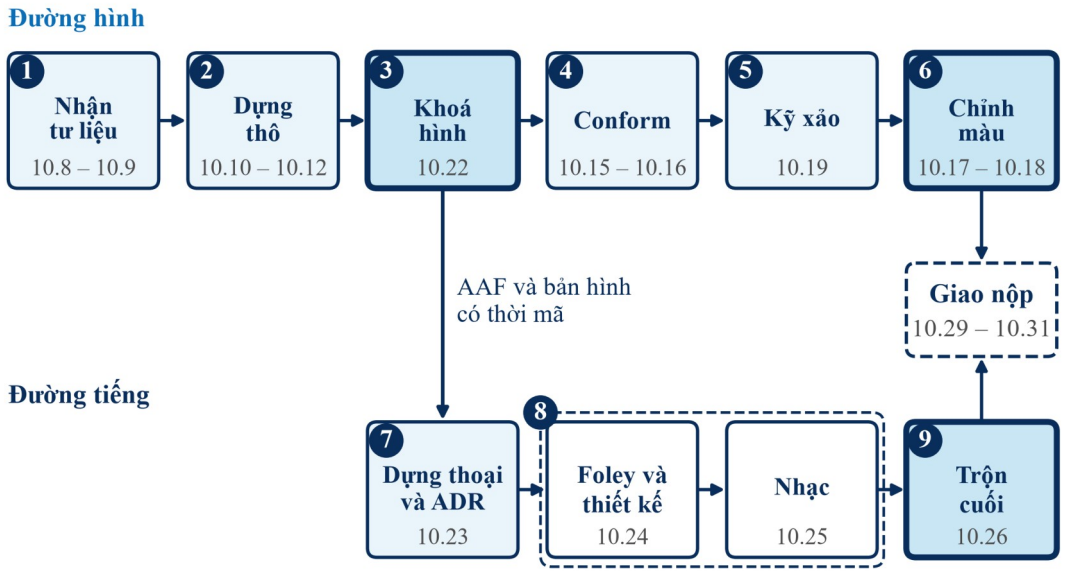
Thuật ngữ dùng thống nhất trong chương (2)

Thuật ngữ	Tên quốc tế	Ký hiệu	Nghĩa
Bản gốc chính	master	—	Bản chất lượng cao nhất, nguồn của mọi bản phái sinh
Ba nhánh tiếng	stems, D/M/E	—	Thoại, nhạc, hiệu ứng — giữ riêng tới lúc giao nộp
Độ to tích hợp	integrated loudness	LUFS	Độ to cảm nhận trung bình của cả chương trình
Đỉnh thật	true peak	dBTP	Đỉnh của tín hiệu sau khi khôi phục dạng sóng liên tục
Sai lệch màu	colour difference	ΔE	Khoảng cách giữa màu đo được và màu chuẩn trong không gian đều
Hệ số thời gian thực	realtime factor	κ	Số lần thời lượng chương trình mà một lần kết xuất tốn

Những điều cần nhớ

- Chín chương đầu dừng ở tệp trên thẻ nhớ; Chương 10 bắt đầu từ đó
- Bốn câu hỏi của chương; Phần A trả lời câu hỏi về hệ thống và chỗ nghẽn
- Chương gồm 34 mục, năm phần A – E, mỗi phần một buổi
- Công nghệ tấm nền để dành cho Chương 11; trí tuệ nhân tạo để dành cho Chương 12

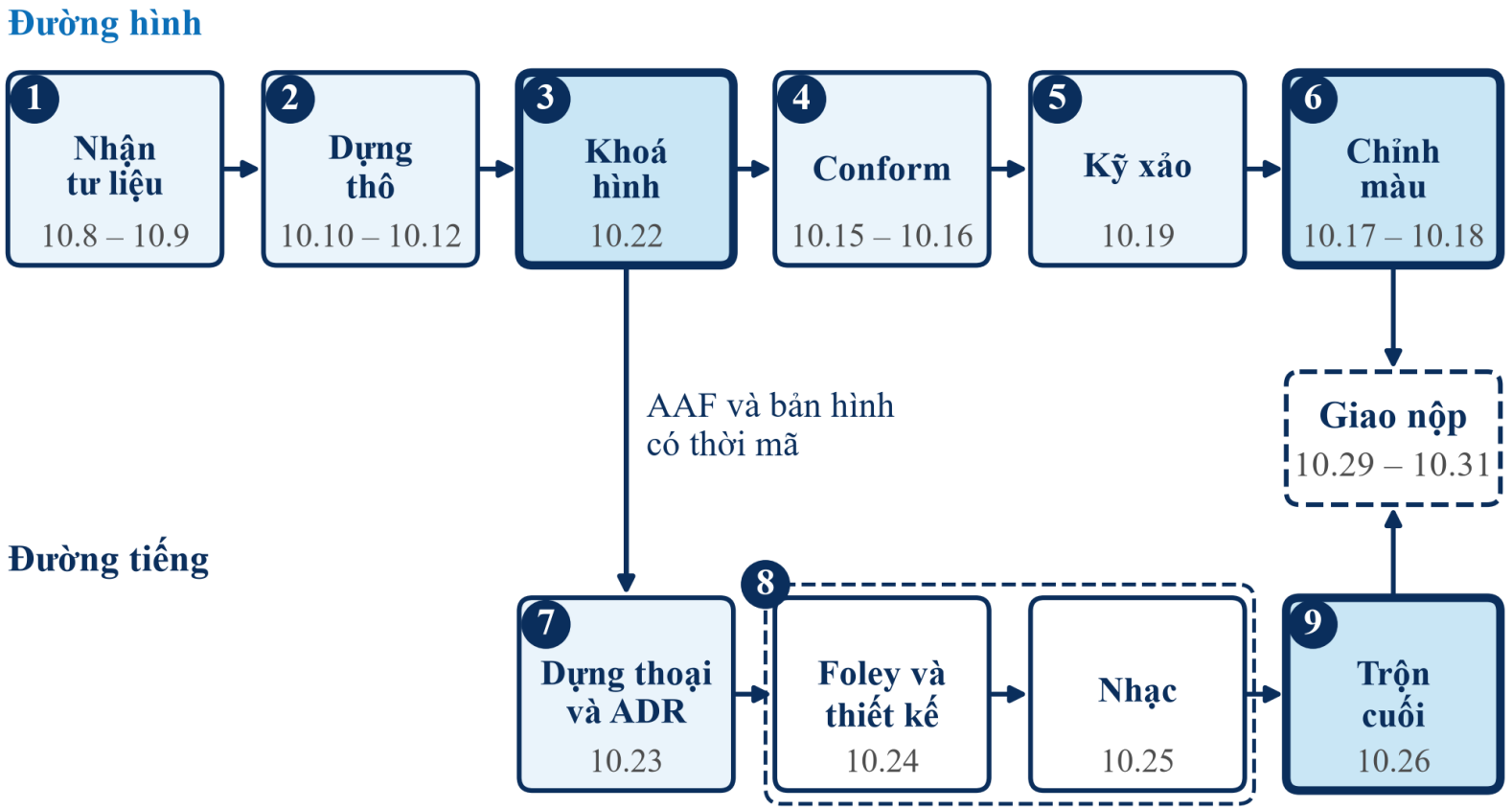
Bản đồ khâu hậu kỳ



Hộp tô nền đậm và viền dày là ba mốc bàn giao: khoá hình (3), khoá màu (6), khoá tiếng (9).

- Hai đường chạy song song, đường hình và đường tiếng, chỉ gặp nhau một lần ở cuối
- Ba mốc bàn giao bắt buộc: khoá hình, khoá màu, khoá tiếng
- Mỗi trạm thu hẹp dần số lựa chọn còn lại

Chín trạm và hai đường song song



Hộp tô nền đậm và viền dày là ba mốc bàn giao: khoá hình (3), khoá màu (6), khoá tiếng (9).

Hình 10.2 — Chín trạm của khâu hậu kỳ — đường hình và đường tiếng chạy song song, gặp nhau ở trộn cuối

Hai đường chỉ gặp nhau một lần

- **Đường hình:** nhận tư liệu, dựng thô, khoá hình, conform, kỹ xảo, chỉnh màu
- **Đường tiếng:** dựng thoại và thu lại thoại, tiếng động, thiết kế âm thanh và nhạc, trộn cuối
- Hai đường nối nhau tại mốc khoá hình: yếu tố quan trọng nhất trong cả sơ đồ
- Hiểu sai điều này là nguồn gốc của phần lớn rắc rối về lịch làm việc

Ba mốc bàn giao và hậu quả khi phá mốc

Mốc	Lời hứa	Phá mốc thì sao
Khoá hình	Không thêm, bớt hay dịch chuyển bất kỳ khung hình nào	Toàn bộ công việc dựng tiếng phải dịch lại; không có danh sách thay đổi thì phải làm lại từ đầu
Khoá màu	Không đổi chỉnh màu của bất kỳ cảnh nào	Phải kết xuất lại bản gốc chính, kéo theo mọi bản phái sinh và mọi bản đã gửi đi duyệt
Khoá tiếng	Không đổi bản trộn	Phải xuất lại toàn bộ gói giao nộp tiếng, kể cả gói M&E đã kiểm nghe xong

Một cách nói dễ nhớ

GHI NHỚ

Trước mốc, sửa một chỗ tốn một lần công. Sau mốc, tốn một lần công cộng với công dịch lại mọi thứ đã làm dựa trên chỗ ấy.

- Các mốc được đặt ra để chi phí sửa đổi không nhân lên theo cấp số
- Mục đích không phải là gây khó cho ai

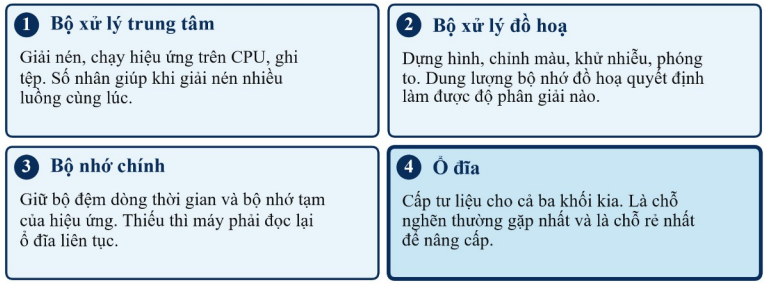
Mỗi trạm còn quyền đổi những gì

Trạm	Còn đổi được	Đã cố định
Nhận tư liệu	Mọi thứ	—
Dựng thô	Nhịp, thứ tự, độ dài, cảnh dùng hay bỏ	—
Khoá hình	—	Nhịp, thứ tự, độ dài
Conform	Chất lượng nguồn, không gian màu làm việc	Toàn bộ cấu trúc dòng thời gian
Kỹ xảo	Nội dung trong khung hình	Cấu trúc và độ dài
Chỉnh màu	Sáng, tương phản, màu	Nội dung khung hình
Kết xuất	—	Tất cả

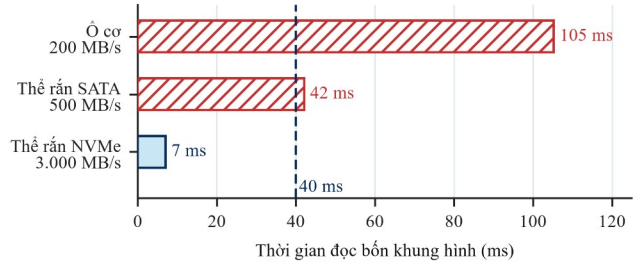
Những điều cần nhớ

- Khâu hậu kỳ gồm hai đường song song, hình và tiếng, gặp nhau ở trộn cuối
- Điểm nối của hai đường là mốc khoá hình
- Ba mốc bắt buộc: khoá hình, khoá màu, khoá tiếng
- Mỗi trạm thu hẹp số lựa chọn; kết xuất không còn quyền đổi gì

Máy trạm dựng — chỗ nghẽn nằm ở đâu



Thời gian đọc ổ đĩa cho bốn luồng trong một chu kỳ khung hình (25 hình/giây = 40 ms)



Mỗi khung mức cao nặng 3,69 MB; bốn luồng đọc 14,7 MB mỗi chu kỳ; tốc độ dùng được lấy bằng 0,7 tốc độ danh định.

- Bốn khối: bộ xử lý trung tâm, bộ xử lý đồ hoạ, bộ nhớ chính, ổ đĩa
- Giải mã bằng phần cứng và bằng phần mềm
- Chỗ nghẽn xác định bằng phép đo, không bằng cảm giác

Bốn khối của máy trạm

1 Bộ xử lý trung tâm

Giải nén, chạy hiệu ứng trên CPU, ghi tệp. Số nhân giúp khi giải nén nhiều luồng cùng lúc.

2 Bộ xử lý đồ hoạ

Dựng hình, chỉnh màu, khử nhiễu, phóng to. Dung lượng bộ nhớ đồ hoạ quyết định làm được độ phân giải nào.

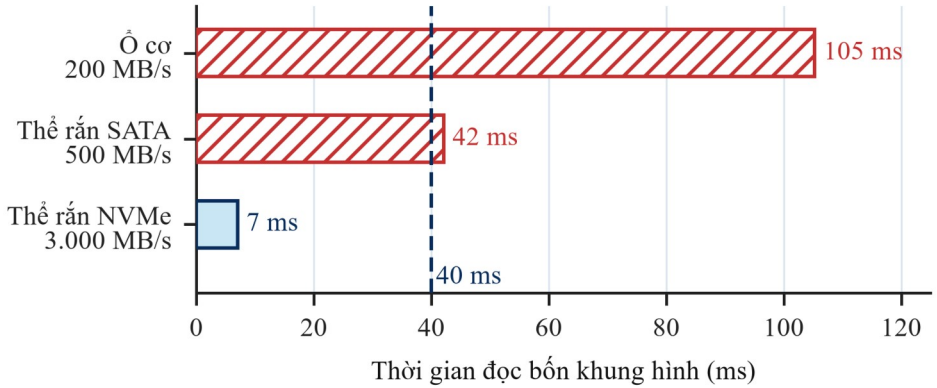
3 Bộ nhớ chính

Giữ bộ đệm dòng thời gian và bộ nhớ tạm của hiệu ứng. Thiếu thì máy phải đọc lại ổ đĩa liên tục.

4 Ổ đĩa

Cấp tư liệu cho cả ba khối kia. Là chỗ nghẽn thường gặp nhất và là chỗ rẻ nhất để nâng cấp.

Thời gian đọc ổ đĩa cho bốn luồng trong một chu kỳ khung hình (25 hình/giây = 40 ms)



Mỗi khung mức cao nặng 3,69 MB; bốn luồng đọc 14,7 MB mỗi chu kỳ; tốc độ dùng được lấy bằng 0,7 tốc độ danh định.

Hình 10.3 — Bốn khối của máy trạm và ảnh hưởng của chúng lên thời gian dựng một khung hình

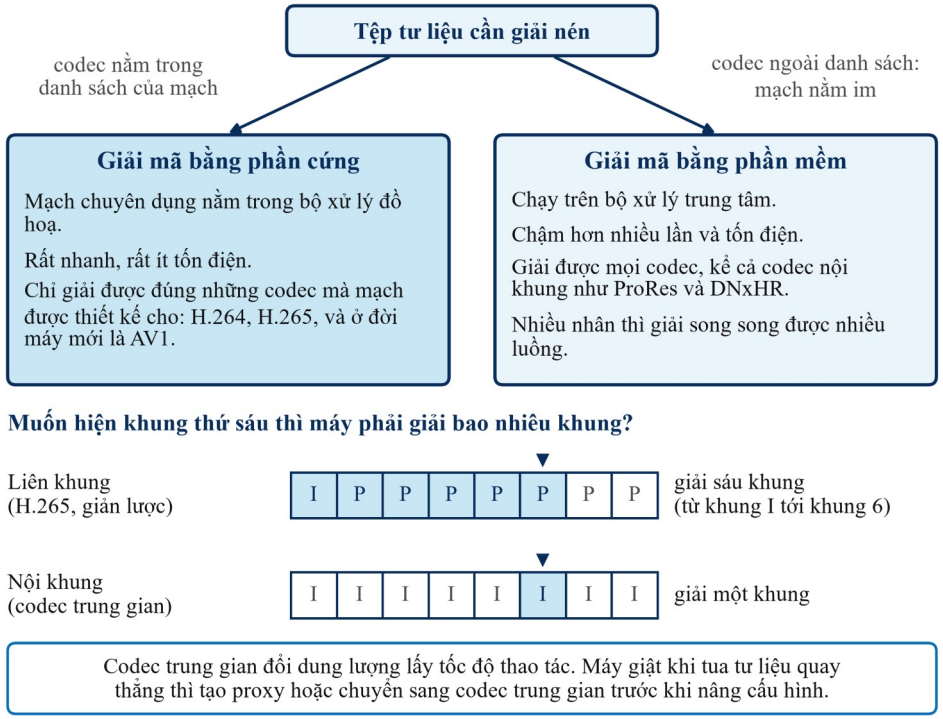
Bộ xử lý trung tâm và bộ xử lý đồ hoạ

- **Bộ xử lý trung tâm:** giải nén tư liệu, chạy các hiệu ứng không viết cho đồ hoạ, ghi tệp ra
- Nhiều luồng cùng lúc thì số nhân có ích; một luồng duy nhất thì tốc độ từng nhân quyết định
- **Bộ xử lý đồ hoạ:** dựng hình, chỉnh màu, khử nhiễu, phóng to, ổn định; nặng nhất ở phần chỉnh màu
- Bộ nhớ đồ hoạ quyết định độ phân giải làm việc được; thiếu thì phần mềm báo lỗi chứ không chỉ chạy chậm

Bộ nhớ chính và ổ đĩa

- **Bộ nhớ chính:** giữ bộ đệm dòng thời gian và bộ nhớ tạm của hiệu ứng
- Thiếu bộ nhớ thì máy đọc lại ổ đĩa liên tục: chỗ nghẽn bị đẩy sang ổ đĩa
- **Ổ đĩa:** cấp tư liệu cho cả ba khối trên
- Là chỗ nghẽn thường gặp nhất trong thực tế và là hạng mục có chi phí nâng cấp thấp nhất

Hai đường giải mã trên cùng một máy



Hình 10.4 — Giải mã bằng phần cứng và giải mã bằng phần mềm — hai đường khác nhau trên cùng một máy

- Mạch giải nén chuyên dụng của bộ xử lý đồ hoạ nhanh và tiết kiệm điện, nhưng chỉ giải được codec nó được thiết kế cho; ngoài danh sách, việc chuyển về bộ xử lý trung tâm

Hệ quả thực tế mà ai dựng phim cũng gặp

GHI NHỚ

Codec trung gian là phép đổi dung lượng lấy tốc độ thao tác (xem lại mục 8.24).

- Codec liên khung: nhẹ về dung lượng nhưng nặng nhất khi dựng, vì hiện một khung giữa phải giải cả nhóm khung đứng trước
- Người dựng nhảy qua lại liên tục nên máy giải đi giải lại cùng một nhóm khung hàng chục lần
- Codec trung gian: dung lượng lớn gấp nhiều lần nhưng mỗi khung độc lập, nhảy tới đâu chỉ giải một khung

Quy tắc thực dụng khi máy giật

QUY TẮC

Máy giật khi tua trên tư liệu quay thẳng: trước hết tạo proxy hoặc chuyển sang codec trung gian, chưa phải nâng cấp cấu hình.

- Nhiều máy được cho là yếu thực chất chỉ đang xử lý sai cách

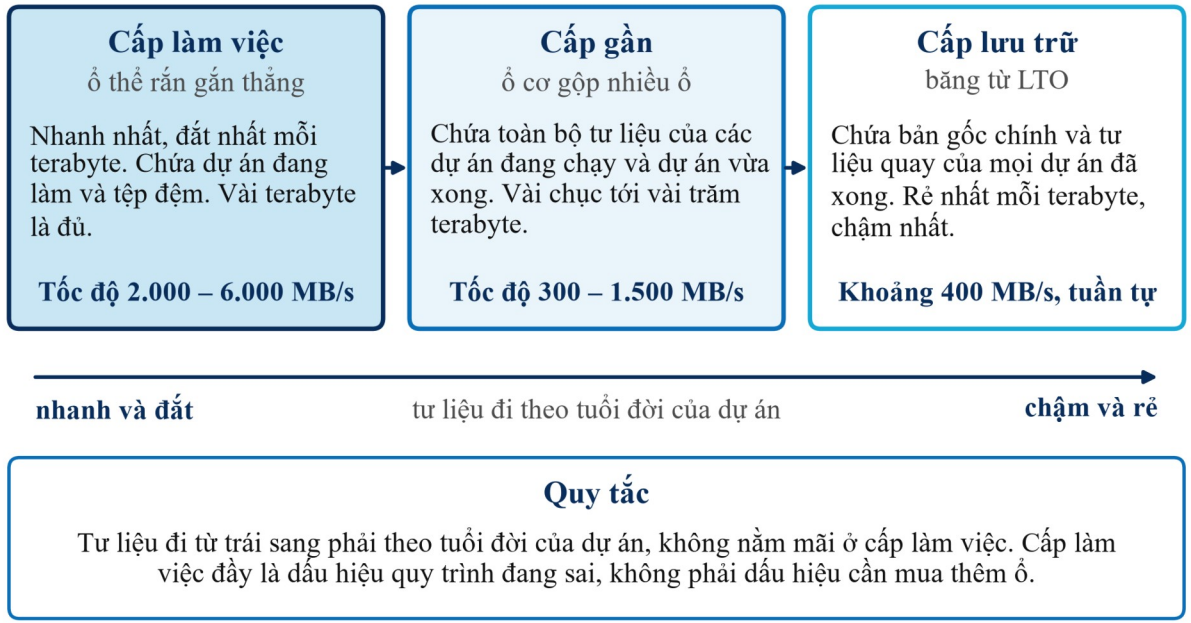
Đọc kết quả đo và kết luận

Quan sát thấy	Chỗ nghẽn	Việc nên làm
Bộ xử lý trung tâm gần 100 %, ổ đĩa nhàn rỗi	Giải nén bằng phần mềm	Đổi sang codec trung gian hoặc dựng bằng proxy
Ổ đĩa gần 100 %, bộ xử lý nhàn rỗi	Băng thông ổ đĩa	Chuyển dự án sang ổ nhanh hơn, hoặc hạ độ phân giải proxy
Bộ xử lý đồ hoạ gần 100 % khi chỉnh màu	Sức tính đồ hoạ	Giảm số nút hiệu ứng chạy đồng thời, hoặc nâng cấp khối này
Bộ nhớ đồ hoạ đầy, phần mềm báo lỗi	Dung lượng bộ nhớ đồ hoạ	Hạ độ phân giải dòng thời gian khi làm việc, hoặc nâng cấp
Không khối nào chạm trần mà vẫn giật	Độ trễ truy cập	Kiểm cáp, ổ mạng, phân mảnh; đo tốc độ đọc ngẫu nhiên

Những điều cần nhớ

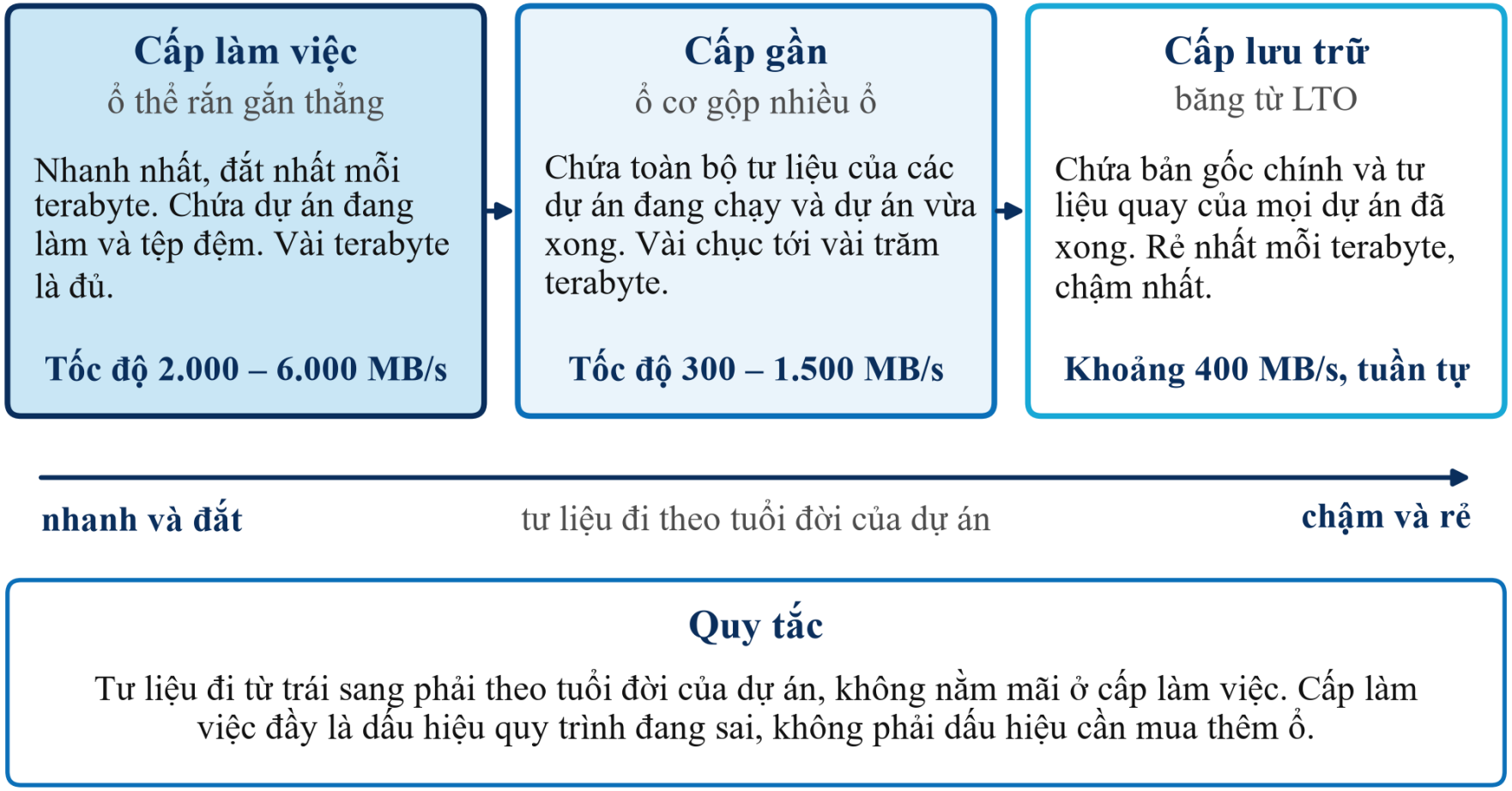
- Bốn khối làm việc khác nhau; khâu chậm nhất quyết định hiệu năng cả hệ thống
- Ổ đĩa là chỗ nghẽn thường gặp nhất và rẻ nhất để nâng cấp
- Giải mã bằng phần cứng chỉ áp dụng cho codec mạch được thiết kế; ngoài ra chuyển về bộ xử lý trung tâm
- Máy giật: thử proxy hoặc codec trung gian trước, rồi đo để xác định khối nghẽn

Lưu trữ — ba cấp và phép tính băng thông



- Ba cấp lưu trữ và quy tắc di chuyển tư liệu giữa chúng
- Tốc độ dữ liệu, tỉ số nén, băng thông cho N luồng, dung lượng dự án: công thức (10.1) đến (10.6)
- Mọi bảng tra đều dựng lại được từ vài phép chia

Ba cấp lưu trữ của một phòng hậu kỳ



Hình 10.5 — Ba cấp lưu trữ của một phòng hậu kỳ và quy tắc di chuyển tư liệu giữa chúng

Nguyên tắc chi phối cả ba cấp

QUY TẮC

Tư liệu đi từ nhanh sang chậm theo tuổi đời của dự án và không nằm mãi ở cấp làm việc.

- Cấp làm việc bị đầy là dấu hiệu quy trình đang sai
- Chưa phải dấu hiệu cần mua thêm ổ

Tốc độ dữ liệu của tín hiệu chưa nén

Mọi câu hỏi hạ tầng quy về tốc độ chảy của tư liệu. Công thức (10.1)

$$R_{raw} = W \cdot H \cdot f_{fr} \cdot b \cdot k \quad [Mbit/s]$$

- W, H: số điểm ảnh ngang và dọc; f: tần số hình; b: số bit mỗi mẫu
- k: số mẫu trung bình mỗi điểm ảnh: 3 với 4:4:4; 2 với 4:2:2; 1,5 với 4:2:0
- Chia kết quả cho một triệu để được megabit mỗi giây

Hai con số nên thuộc

GHI NHỚ

UHD 3840 × 2160, 25 hình/s, 10 bit, 4:2:2: 4.147 Mbit/s, khoảng 518 MB/s. Full HD cùng thông số: 1.037 Mbit/s, khoảng 130 MB/s.

- Đây là tín hiệu chưa nén; không ai dựng trực tiếp trên nó
- Biết con số này giúp hiểu codec trung gian tiết kiệm được đến mức nào

Tỉ số nén

Tỉ số nén bằng tốc độ chưa nén chia cho tốc độ sau nén. Công thức (10.2)

$$r = \frac{R_{raw}}{R_{cod}} \quad ; \quad R_{cod} = \frac{R_{raw}}{r}$$

- r cho biết codec ép tín hiệu lại bao nhiêu lần
- Ví dụ: codec trung gian phổ biến ở UHD công bố 737 Mbit/s, so với 4.147 Mbit/s chưa nén
- Tỉ số nén 5,63 lần: mức nén rất nhẹ so với codec phát hành, và chính điều đó tạo nên chất lượng của nó

Tốc độ bit công bố của các codec trung gian ở UHD 25 hình/s

Codec	Tốc độ bit (Mbit/s)	Một luồng (MB/s)	Một giờ (GB)	Tỉ số nén
Bản thay thế nhẹ	151	19	68	27,5
Mức nhẹ	342	43	154	12,1
Mức chuẩn	492	62	221	8,4
Mức cao	737	92	332	5,6
Mức bốn kênh	1106	138	498	3,7
Chưa nén 10 bit 4:2:2	4.147	518	1.866	1,0

Cách đọc Bảng 10.7

- Chỉ cột tốc độ bit là số công bố; các cột khác tính ra bằng phép chia
- Băng thông một luồng = tốc độ bit ÷ 8; dung lượng một giờ = băng thông × 3.600 s
- Tỉ số nén = 4.147 ÷ tốc độ bit của codec
- Từ bản thay thế nhẹ đến mức bốn kênh, dung lượng gấp khoảng bảy lần; người dựng chọn mức theo cấp máy

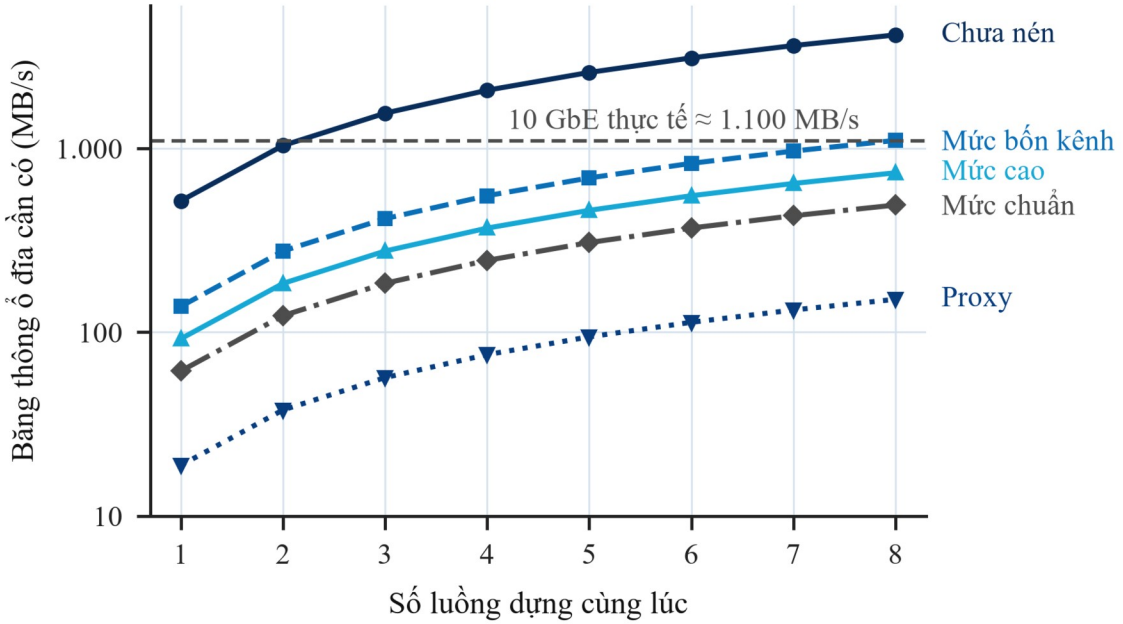
Băng thông cần cho N luồng

N luồng cùng codec cần băng thông bằng N lần một luồng, đổi sang MB/s. Công thức (10.3)

$$B = \frac{N \cdot R_{cod}}{8} \quad [MB/s]$$

- Chia cho 8 để đổi megabit sang megabyte
- Tốc độ ổ đĩa ghi bằng megabyte mỗi giây; tốc độ bit codec ghi bằng megabit mỗi giây
- Nhầm đơn vị ở bước này gây sai lệch tám lần: lỗi phổ biến bậc nhất khi chọn thiết bị

Băng thông ổ đĩa theo số luồng dựng cùng lúc



Bốn luồng mức cao (737 Mbit/s)

Một luồng: 737 ÷ 8 = 92 MB/s

Bốn luồng: 368 MB/s

Chia hệ số dùng được 0,7: 526 MB/s

Vượt xa một ổ cơ đơn (khoảng 200 MB/s); vừa với ổ thể rắn giao tiếp trực tiếp.

Bốn luồng bằng proxy (151 Mbit/s)

Một luồng: 151 ÷ 8 = 19 MB/s

Bốn luồng: 76 MB/s

Chia hệ số 0,7: 108 MB/s

Một ổ cơ đơn thừa sức: proxy biến bài toán hạ tầng thành bài toán không có.

Hình 10.6 — Băng thông ổ đĩa cần có theo số luồng dựng cùng lúc, ở UHD 25 hình/giây

Số luồng tối đa của một ổ đã có

Chiều ngược lại của công thức (10.3): ổ đã có thì chở được bao nhiêu luồng. Công thức (10.4)

$$N_{max} = \left\lfloor \frac{0{,}7 \cdot B_{disk} \cdot 8}{R_{cod}} \right\rfloor$$

- Hệ số 0,7: phần băng thông thực sự dùng được
- Phần còn lại dành cho hệ điều hành, bộ nhớ đệm và việc đọc rời rạc khi người dựng nhảy qua lại
- Trong thực tế ổ đĩa không bao giờ đạt tốc độ danh định

Ví dụ 10.1 — một ví dụ để thấy cách dùng

VÍ DỤ

N = ⌊0,7 × 500 × 8 ÷ 737⌋ = 3 luồng, với ổ thể rắn đo được 500 MB/s tuần tự và codec mức cao (737 Mbit/s).

- Dựng ba máy song song thì vừa đủ; bốn máy thì bắt đầu rớt khung
- Muốn dựng bốn máy trở lên phải dùng proxy: cùng ổ ấy chở được 18 luồng proxy

Dung lượng một khối tư liệu

Đơn vị: Mbit/s nhân giây cho Mbit, chia 8 cho MB. Công thức (10.5)

$$S = \frac{R_{cod} \cdot t}{8} \quad [Mbit/s,\ \ s \rightarrow MB]$$

- Dung lượng bằng tốc độ bit nhân thời lượng rồi chia 8
- Mức cao, một giờ: 737 × 3.600 ÷ 8 ≈ 332 GB

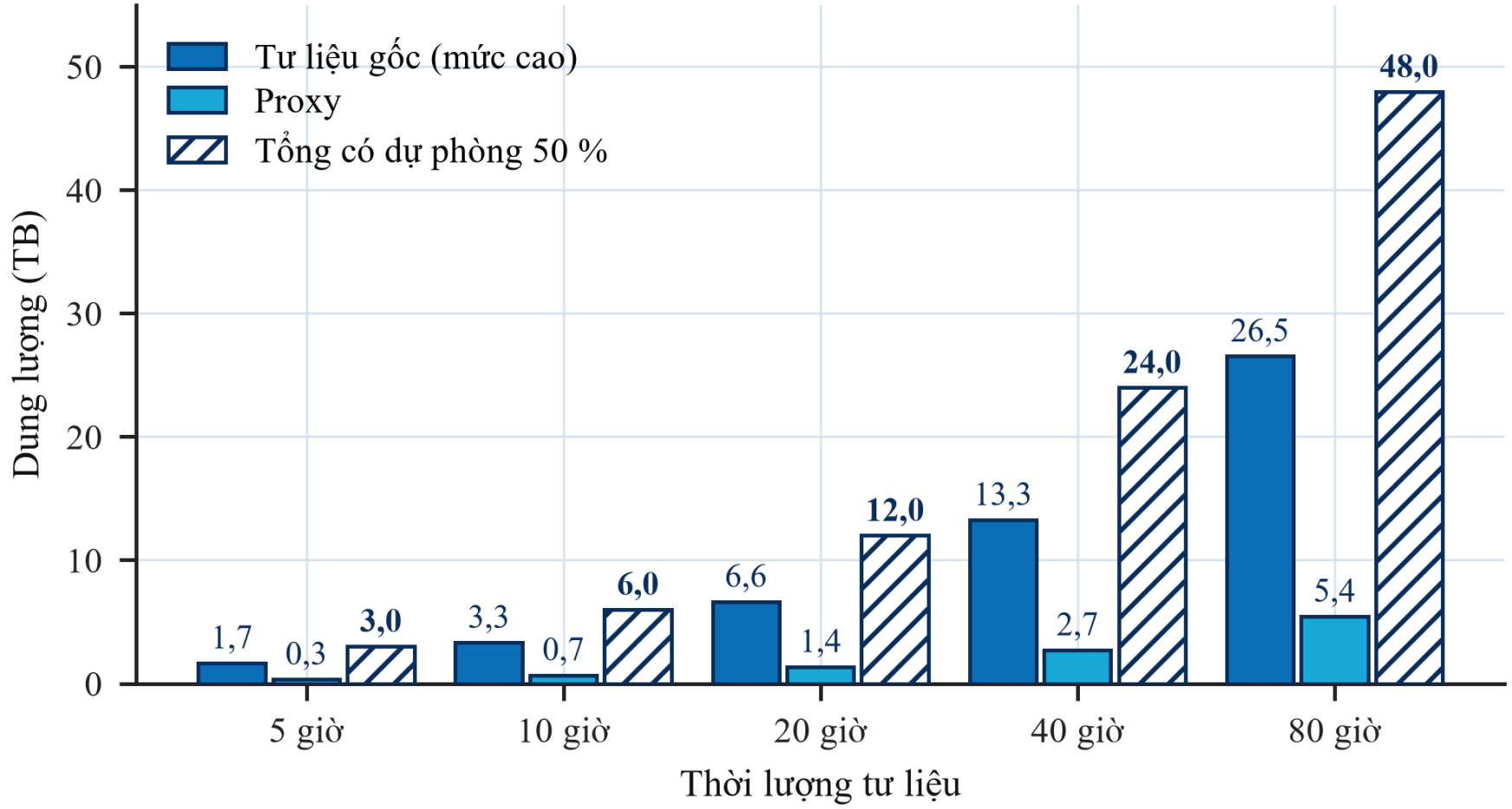
Dung lượng cả dự án

S_org: tư liệu gốc; S_pxy: proxy; ε: hệ số dự phòng. Công thức (10.6)

$$S_{prj} = (S_{org} + S_{pxy})(1 + \varepsilon)$$

- Phải cộng thêm proxy và hệ số dự phòng ε = 0,5, tức 50 %
- Dự phòng chứa bản kết xuất trung gian, tệp đệm, bản giao nộp và phần trống cho hệ thống tệp
- Khi ổ đầy trên 85 % thì tốc độ ghi giảm rõ rệt trên gần như mọi loại ổ

Dung lượng một dự án theo số giờ tư liệu



Hình 10.7 — Dung lượng một dự án theo số giờ tư liệu, với hệ số dự phòng 50 %

Ví dụ 10.2 — phép tính phải làm trước khi quay

VÍ DỤ

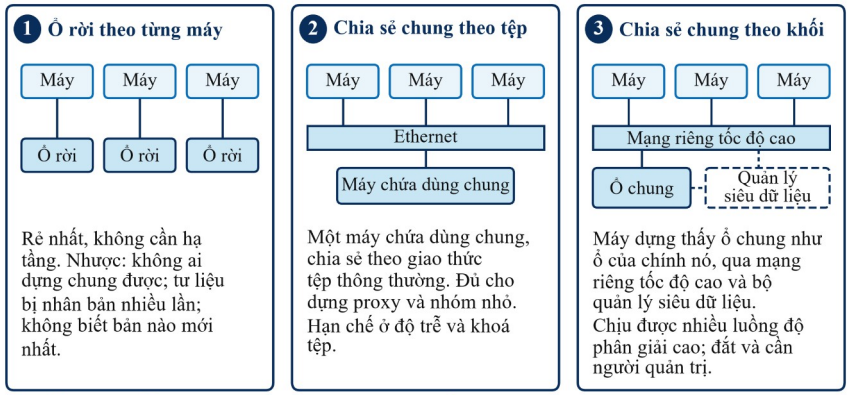
Dự án 20 giờ tư liệu, codec mức cao, có sinh proxy: tổng ≈ 12,0 TB.

- Tư liệu gốc: 6,6 TB; proxy: 1,4 TB
- Cộng dự phòng 50 %: (6,6 + 1,4) × 1,5 = 12,0 TB
- Phép tính này làm trước khi quay, không để ổ đầy giữa chừng mới tính

Những điều cần nhớ

- Ba cấp lưu trữ; tư liệu đi từ nhanh sang chậm, cấp làm việc đầy là dấu hiệu quy trình sai
- $R_{raw} = W \cdot H \cdot f \cdot b \cdot k$: công thức (10.1); $r = R_{raw} / R_{cod}$: công thức (10.2)
- $B = N \cdot R_{cod} / 8$: công thức (10.3); $N_{max} = \lfloor 0{,}7 \cdot B_{disk} \cdot 8 / R_{cod} \rfloor$: công thức (10.4)
- $S = R_{cod} \cdot t / 8$: công thức (10.5); $S_{prj} = (S_{org} + S_{pxy})(1 + \varepsilon)$: công thức (10.6)
- Tính dung lượng trước khi quay; dự phòng 50 %

Mạng và lưu trữ dùng chung



Số luồng mà mỗi đường mạng chở được (hiệu suất 0,88)

Đường mạng	Băng thông thực tế (MB/s)	Luồng mức cao (737 Mbit/s)	Luồng proxy (151 Mbit/s)
1 GbE	110	1	5
10 GbE	1.100	11	58
25 GbE	2.750	29	145
100 GbE	11.000	119	582

- Vì sao phòng nhiều máy cần lưu trữ chung
- Chia sẻ theo tệp và chia sẻ theo khối
- Băng thông mạng quy ra số luồng; giao diện kết nối; làm việc qua mạng và lên đám mây

Kho tư liệu dùng chung của phòng nhỏ

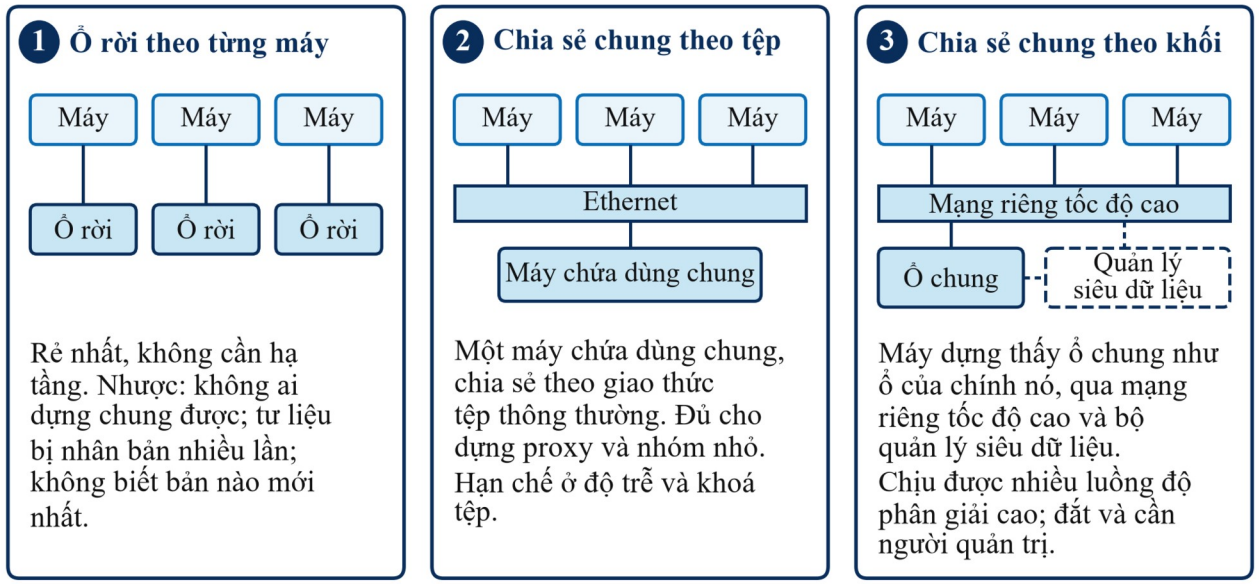


Hình 10.8 — Thiết bị lưu trữ gắn mạng (NAS) hai khay ổ đĩa

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

- Một người dựng: ổ ngoài là đủ
- Ba người cùng một dự án, dùng ổ rời: tư liệu nhân bản ba lần, không biết bản nào mới nhất, mỗi lần bàn giao chép hàng giờ
- NAS là loại thiết bị làm nền cho kho dùng chung của phòng nhỏ

Ba cách tổ chức lưu trữ cho phòng nhiều máy



Số luồng mà mỗi đường mạng chở được (hiệu suất 0,88)

Đường mạng	Băng thông thực tế (MB/s)	Luồng mức cao (737 Mbit/s)	Luồng proxy (151 Mbit/s)
1 GbE	110	1	5
10 GbE	1.100	11	58
25 GbE	2.750	29	145
100 GbE	11.000	119	582

Hình 10.9 — Ba cách tổ chức lưu trữ cho một phòng nhiều máy dựng, và số luồng mà mỗi đường mạng chở được

Hai kiểu lưu trữ chung

Tiêu chí	Chia sẻ theo TỆP	Chia sẻ theo KHỐI
Máy dựng nhìn thấy gì	Thư mục mạng, như ổ của máy khác	Một ổ đĩa, như ổ gắn trong máy mình
Giao thức	Chia sẻ tệp thông thường trên Ethernet	Giao thức khối, mạng riêng tốc độ cao, bộ quản lý siêu dữ liệu
Độ trễ	Cao hơn — mỗi thao tác qua tầng tệp	Rất thấp — gần bằng ổ gắn trong
Nhiều người mở cùng một tệp	Hay vướng khoá tệp; có thể báo lỗi	Bộ quản lý điều phối; nhiều máy đọc cùng lúc
Chi phí, độ phức tạp	Thấp, cắm là chạy	Cao, cần thiết bị chuyên dụng và người quản trị
Hợp với	Dựng bằng proxy, nhóm nhỏ, phòng học	Dựng trực tiếp trên bản gốc độ phân giải cao, nhiều máy

Băng thông mạng thực tế

Ví dụ 10 GbE: 10 × 1000 ÷ 8 × 0,88 = 1.100 MB/s. Công thức (10.7)

$$B_{net} = \frac{G \cdot 1000}{8} \cdot \eta \quad [MB/s]$$

- G: tốc độ đường mạng, tính bằng Gbit/s
- η: hiệu suất sau khi trừ phần mào đầu giao thức; 0,88 là mức thường đạt trên Ethernet có khung lớn
- Nhân 1000 rồi chia 8 để đổi gigabit mỗi giây sang megabyte mỗi giây

Số luồng UHD mà mỗi đường mạng chở được

Đường mạng	Lý thuyết	Thực tế	Luồng codec mức cao	Luồng proxy
1 GbE	1 Gbit/s	110 MB/s	1	5
10 GbE	10 Gbit/s	1.100 MB/s	11	58
25 GbE	25 Gbit/s	2.750 MB/s	29	145
100 GbE	100 Gbit/s	11.000 MB/s	119	582

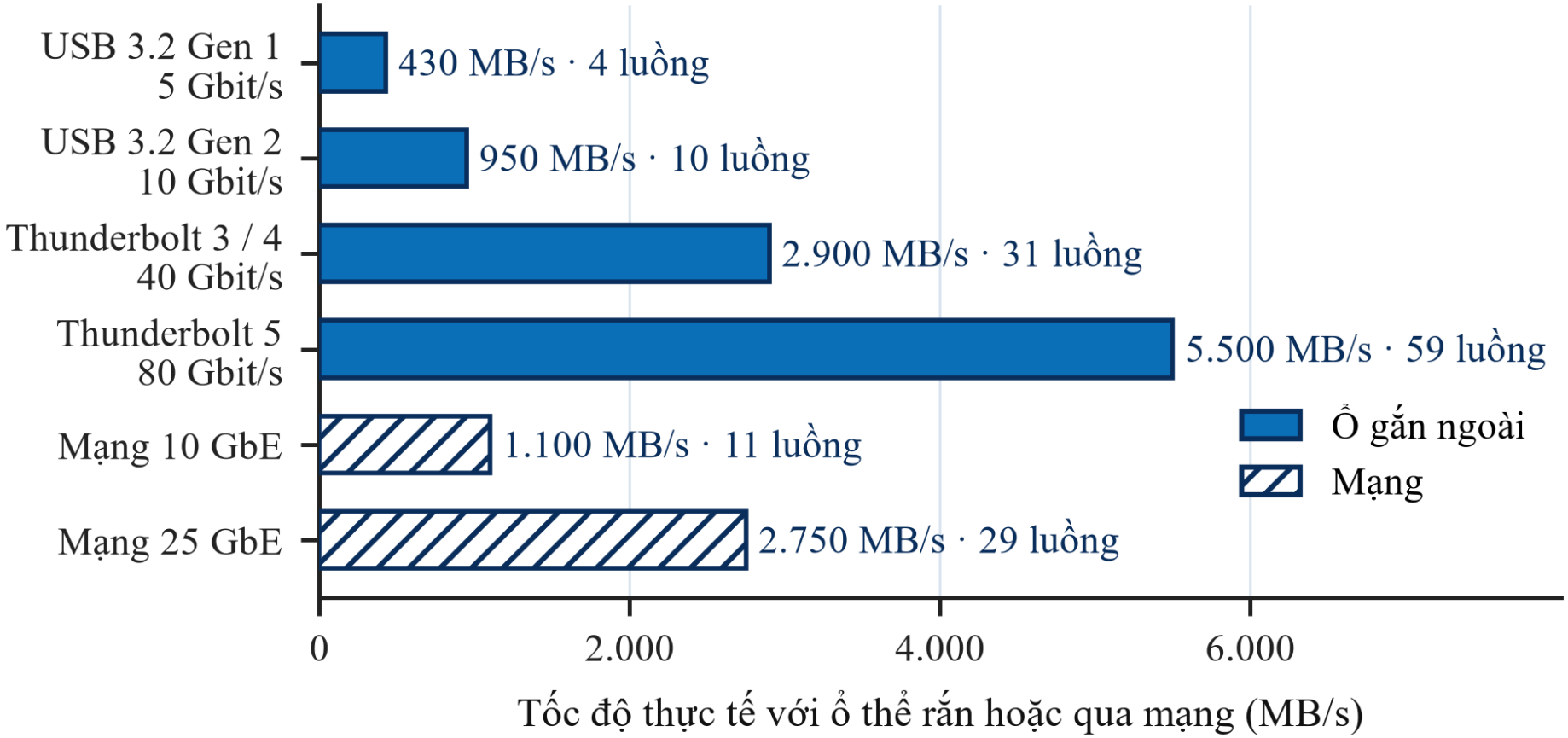
Kết luận thực dụng

GHI NHỚ

Một đường 1 GbE chở được đúng một luồng UHD chất lượng dựng, nhưng chở được năm luồng proxy.

- Phòng nhiều máy dựng trực tiếp trên bản gốc phải dùng 10 GbE trở lên
- Phòng học dựng chung trên mạng sẵn có hoàn toàn được, miễn là dựng bằng proxy
- Dây chuyền proxy vì vậy còn là vấn đề hạ tầng, không chỉ là tốc độ máy

Các giao diện kết nối và số luồng UHD



Số luồng tính cho ProRes 422 HQ ở UHD (92 MB/s mỗi luồng).

Hình 10.10 — Các giao diện kết nối và số luồng UHD mà chúng chở được

Thunderbolt hiện hành và ổ gắn ngoài

- Băng thông danh định lên 80 Gbit/s hai chiều
- Đường PCIe cho thiết bị nâng từ bốn làn thế hệ 3 lên bốn làn thế hệ 4
- Ổ thể rắn gắn ngoài đạt khoảng 5.000 – 6.000 MB/s thực tế, thay vì khoảng 2.800 – 3.000 MB/s của thế hệ trước
- Một ổ ngoài tương đương một hệ lưu trữ chung cỡ nhỏ; hạ tầng đắt tiền chỉ cần khi nhiều người đọc cùng một khối tư liệu cùng lúc

Thời gian tải tư liệu lên mạng

S tính bằng GB; R_up là tốc độ tải lên, Mbit/s; η là hiệu suất đường truyền. Công thức (10.8)

$$t_{up} = \frac{S \cdot 8000}{R_{up} \cdot \eta} \quad [GB,\ Mbit/s \rightarrow s]$$

- Chỉ chuyển proxy qua mạng, giữ tư liệu gốc tại chỗ
- Proxy 1080p ở khoảng 10 – 20 Mbit/s: một giờ nặng 4,5 – 9 GB, chuyển được qua đường truyền dân dụng

Bốn con số của quy trình đưa tư liệu lên mạng

GHI NHỚ

Một giờ proxy 1080p ở 20 Mbit/s ≈ 9 GB. Tải lên qua đường 20 Mbit/s mất 1,2 giờ.

- Cùng một giờ ở bản gốc codec mức cao: 332 GB, mất 43 giờ để tải lên cùng đường mạng
- Chênh lệch giữa vài giờ và vài trăm giờ là lý do mọi quy trình làm việc từ xa dựa trên proxy

Hai cách đưa proxy lên mạng

Bộ mã hoá gắn trên máy quay

- Sinh proxy và đẩy lên ngay trong lúc quay
- Tư liệu tới người dựng trong vài phút
- Cần thiết bị chuyên dụng

Người quản lý tư liệu tại hiện trường

- Đổ thẻ, chuyển mã rồi tải lên ngay tại hiện trường
- Chậm hơn chừng mười lăm tới ba mươi phút
- Chỉ cần đầu đọc thẻ nhanh và một máy tính xách tay

Ba giới hạn phải biết trước khi hứa với đoàn phim

QUY TẮC

Kiểm tra đường truyền, tên tệp, thời mã và khả năng đứt kết nối trước khi cam kết quy trình từ xa.

- Đường truyền ở địa điểm quay: nông thôn, miền núi hoặc nước ngoài có thể chỉ có đường vệ tinh vài chục Mbit/s
- Nối proxy về bản gốc phụ thuộc vào sự khớp của tên tệp và thời mã; sai một trong hai thì công đưa lên mạng vô nghĩa
- Đứt kết nối giữa chừng: phần mềm có thể nối lại nhưng vẫn cần người theo dõi

Những điều cần nhớ

- Phòng nhiều máy cần lưu trữ chung để tránh nhân bản, nhầm bản và chép qua lại
- Theo tệp: rẻ, dễ, hợp dựng proxy; theo khối: độ trễ thấp, hợp dựng trực tiếp bản gốc nhiều máy
- $B_{net} = G \cdot 1000 / 8 \cdot \eta$: công thức (10.7); 1 GbE chở 1 luồng mức cao hoặc 5 luồng proxy
- Làm việc từ xa dựa trên proxy: 9 GB so với 332 GB cho một giờ; công thức (10.8)

Màn hình tham chiếu và hiệu chuẩn

1 Sai lệch màu ΔE dưới 2

Dưới ngưỡng này mắt người bình thường không phân biệt được màu hiển thị với màu chuẩn.

2 Phủ gam màu đủ rộng

Phủ gần trọn DCI-P3 nếu làm phim; phủ trọn BT.709 nếu làm truyền hình.

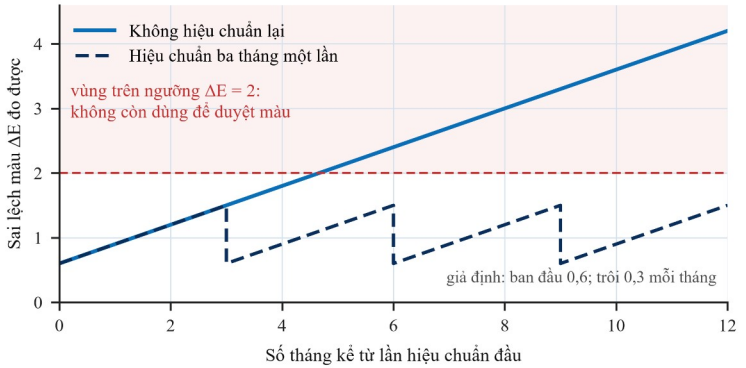
3 Tấm nền 10 bit thật

Không phải 8 bit cộng nhiễu giả. Thiếu bit thì hiện đường viền giả ở vùng chuyển sắc mịn.

4 Hiệu chuẩn bằng phần cứng

Bảng tra nạp thẳng vào mạch màn hình, không phụ thuộc máy tính đang cắm.

Sai lệch màu của một màn hình theo thời gian (ví dụ minh hoạ)



- Màn hình là thiết bị duy nhất mà người làm hậu kỳ dựa vào để quyết định về màu
- Bốn tiêu chí của màn hình tham chiếu; sai lệch ΔE
- Mọi màn hình đều trôi; môi trường phòng là chỗ đầu tư rẻ nhất

Bốn tiêu chí của màn hình tham chiếu

1 Sai lệch màu ΔE dưới 2

Dưới ngưỡng này mắt người bình thường không phân biệt được màu hiển thị với màu chuẩn.

2 Phủ gam màu đủ rộng

Phủ gần trọn DCI-P3 nếu làm phim; phủ trọn BT.709 nếu làm truyền hình.

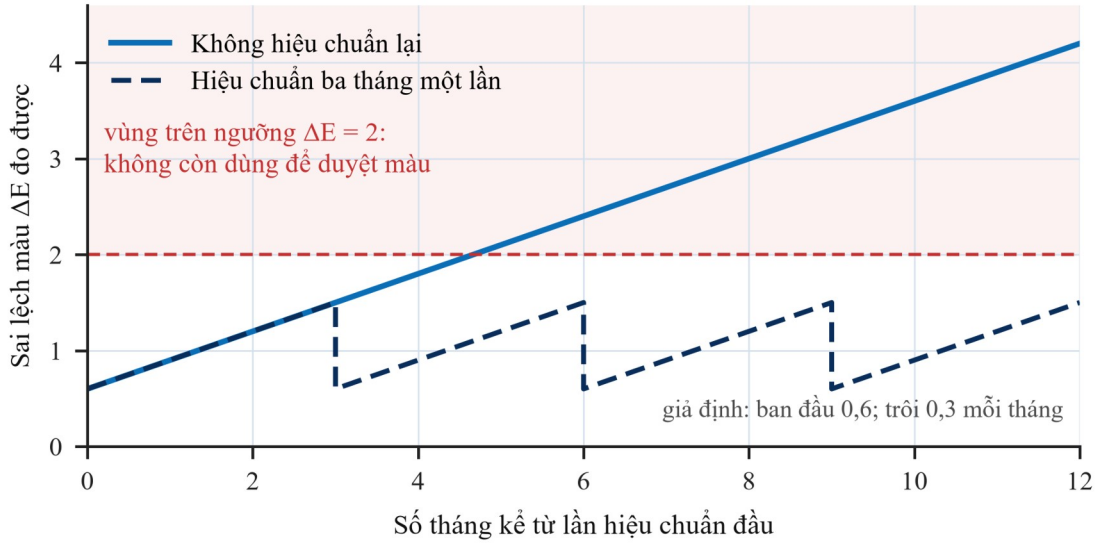
3 Tấm nền 10 bit thật

Không phải 8 bit cộng nhiễu giả. Thiếu bit thì hiện đường viền giả ở vùng chuyển sắc mịn.

4 Hiệu chuẩn bằng phần cứng

Bảng tra nạp thẳng vào mạch màn hình, không phụ thuộc máy tính đang cắm.

Sai lệch màu của một màn hình theo thời gian (ví dụ minh hoạ)



Hình 10.11 — Bốn tiêu chí của một màn hình tham chiếu và mức trôi màu theo thời gian

Bốn tiêu chí (1): sai lệch màu và gam màu

- **ΔE dưới 2:** ngưỡng mắt người bình thường không còn phân biệt được màu hiển thị với màu chuẩn
- Trên ngưỡng ấy: vẫn dùng để dựng nhưng không dùng để duyệt màu
- **Phủ gam đủ rộng:** phim chiếu rạp cần phủ gần trọn DCI-P3; truyền hình chỉ cần phủ trọn BT.709
- Phủ rộng hơn không tự nó tốt hơn; điều quan trọng là đo được và đặt đúng chế độ

Bốn tiêu chí (2): tấm nền và hiệu chuẩn

- **Tấm nền 10 bit thật,** không phải 8 bit cộng nhiễu giả
- Thiếu bit hiện đường viền giả ở vùng chuyển sắc mịn (hiện tượng đã học ở Chương 8); người chỉnh màu sẽ sửa một lỗi không có thật trong tệp
- **Hiệu chuẩn bằng phần cứng:** bảng tra nạp thẳng vào mạch màn hình, không phụ thuộc máy tính
- Hiệu chuẩn bằng phần mềm chỉ sửa ở đầu ra máy tính và mất tác dụng khi đổi máy

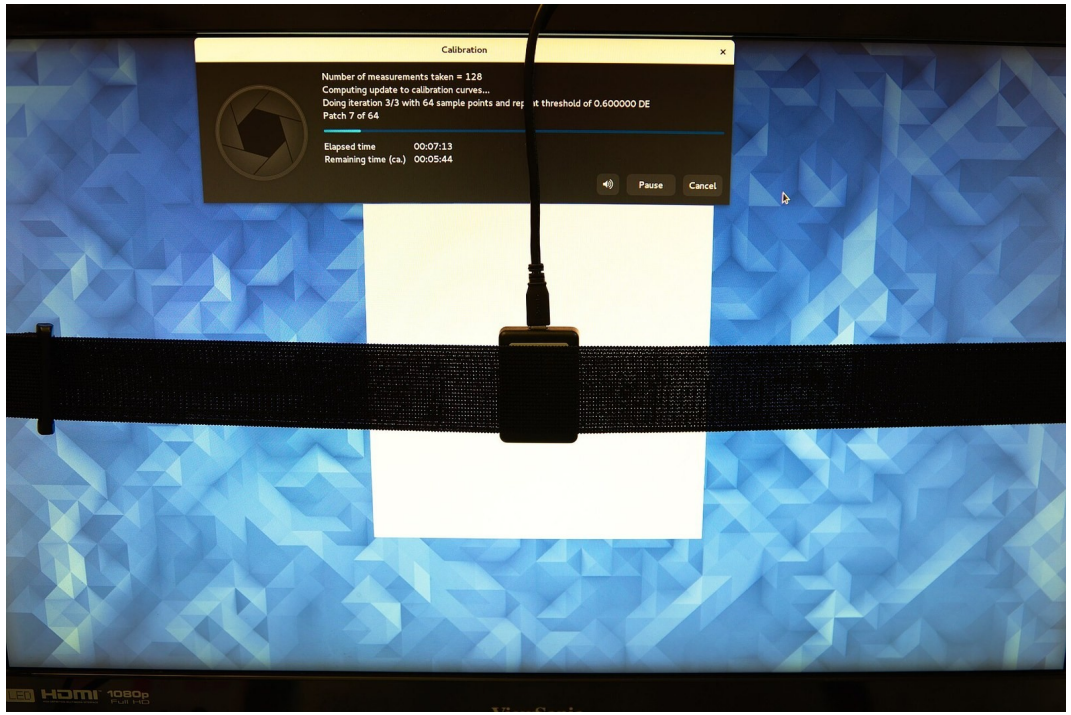
Sai lệch màu ΔE

ΔL, *Δa*, Δb*: hiệu số ba thành phần của hai màu trong không gian Lab*. Công thức (10.9)

$$\Delta E_{76} = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

- Dạng đơn giản nhất: khoảng cách hình học giữa hai màu trong không gian màu đều (mục 7.17.5)
- Có công thức ΔE tinh hơn, sát cảm nhận hơn; dạng này đủ để hiểu ý nghĩa đại lượng
- Một con số duy nhất cho biết màu hiển thị lệch bao nhiêu so với màu cần có

Mọi màn hình đều trôi



Hình 10.12 — Hiệu chuẩn màn hình bằng máy đo màu áp vào mặt hiển thị; phần mềm đang đo mảng thứ 7 trong 64 mảng

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

- Tấm nền dùng liên tục đổi dần đặc tuyến: độ chói giảm, điểm trắng dịch chuyển, độ đồng đều kém đi
- Không phải hỏng hóc mà là quy luật vật lý của mọi công nghệ hiển thị hiện có

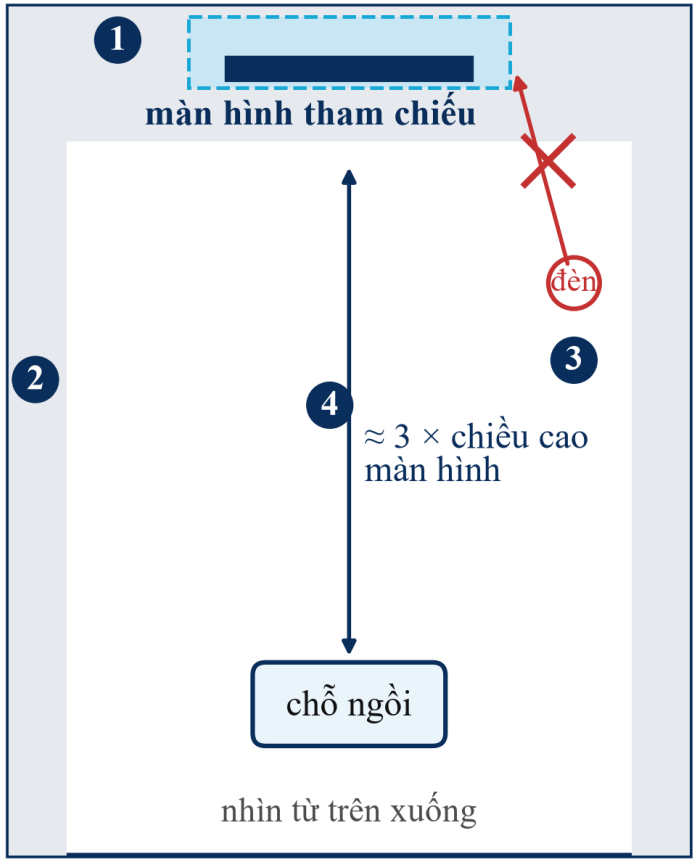
Lịch hiệu chuẩn nên theo

GHI NHỚ

Màn hình duyệt màu: hiệu chuẩn mỗi tháng một lần và bắt buộc trước mỗi buổi duyệt với khách hàng.

- Màn hình dựng thông thường: mỗi ba tháng một lần
- Sau chuyển phòng, thay bóng đèn phòng hoặc cập nhật phần mềm điều khiển màn hình: hiệu chuẩn lại ngay
- Ghi kết quả mỗi lần đo vào tệp nhật ký: dãy số theo thời gian cho biết khi nào màn hình sắp hết tuổi thọ

Môi trường của một phòng duyệt màu



1 Ánh sáng nền
khoảng 10 % độ chói của màu trắng trên màn hình, cùng nhiệt độ màu với điểm trắng đang dùng (D65)

2 Màu tường và trần
xám trung tính, không có màu nào phản chiếu lên mặt màn hình

3 Nguồn sáng trực tiếp
không nguồn nào chiếu thẳng vào mặt kính của màn hình

4 Khoảng cách ngồi
khoảng ba lần chiều cao màn hình gần quá thấy điểm ảnh, xa quá mất chi tiết cần đánh giá

Hình 10.13 — Môi trường của một phòng duyệt màu — sơ đồ phòng và bốn điều kiện

Bốn điều kiện của phòng duyệt màu

Điều kiện	Yêu cầu	Vì sao
Ánh sáng nền	Khoảng 10 % độ chói trắng của màn hình, cùng nhiệt độ màu với điểm trắng đang dùng	Mắt lấy môi trường làm chuẩn; nền tối hẳn làm ảnh trông tương phản hơn thực tế
Màu tường và trần	Xám trung tính, không màu nào phản chiếu lên mặt màn hình	Tường màu hắt màu ấy lên màn hình và mắt người xem
Nguồn sáng trực tiếp	Không nguồn nào chiếu thẳng vào mặt kính	Phản chiếu làm giảm tương phản, nhất là vùng tối
Khoảng cách ngồi	Khoảng ba lần chiều cao màn hình	Gần thì thấy điểm ảnh, xa thì không thấy chi tiết cần đánh giá

Lời khuyên cho phòng học và phòng dựng nhỏ

QUY TẮC

Sơn tường xám trung tính, thay đèn đúng nhiệt độ màu và chỉ số hoàn màu cao, treo rèm chắn cửa sổ.

- Tổng chi phí ba việc này không đáng kể so với giá một màn hình tham chiếu
- Bỏ qua thì tiền mua màn hình mất phần lớn ý nghĩa: số đo đúng nhưng cảm nhận khi nhìn vẫn sai

Màn hình dựng và màn hình duyệt màu

Màn hình dựng

- Kích thước rộng, nhiều điểm ảnh
- Đặt được nhiều cửa sổ
- Độ chính xác màu không phải ưu tiên hàng đầu

Màn hình duyệt màu

- Ưu tiên hàng đầu: đúng màu
- Độ phân giải và kích thước có vai trò thấp hơn
- Không thay thế được cho màn hình dựng và ngược lại

Một sai lầm phổ biến

CẢNH BÁO

Duyệt màu trên chính màn hình đang dùng để dựng, qua đường ra card đồ hoạ, có giao diện phần mềm quanh khung hình.

- Sai ba điểm: màn hình chưa hiệu chuẩn; đường ra card có thể tự áp phép biến đổi màu; giao diện xám quanh khung làm mắt đánh giá sai độ sáng
- Cách đúng: đường ra chuyên dụng, đưa thẳng vào màn hình tham chiếu, hiện toàn màn hình, không giao diện bên cạnh

Những điều cần nhớ

- Màn hình sai thì mọi quyết định về màu sai theo
- Bốn tiêu chí: ΔE dưới 2, phủ gam đúng nhu cầu, tấm nền 10 bit thật, hiệu chuẩn bằng phần cứng
- $\Delta E76 = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b^*)^2}$: công thức (10.9)
- Hiệu chuẩn hằng tháng cho màn duyệt màu, ba tháng cho màn dựng; ghi nhật ký
- Phòng duyệt màu: nền 10 %, tường xám, không phản chiếu, ngồi cách ba lần chiều cao
- Duyệt màu bằng đường ra chuyên dụng, không dùng màn hình dựng

Bài thực hành số 1 — đo năng lực hệ thống

	Phép đo	Cách làm	Kết quả cần có
1	Đo tốc độ ổ đĩa thật	Ghi và đọc một tệp lớn hơn bộ nhớ chính; đo cả tốc độ tuần tự và tốc độ ngẫu nhiên	hai số MB/s, kèm loại ổ và cách kết nối
2	Quy ra số luồng	N = tốc độ đọc tuần tự × 0,7 ÷ tốc độ bit; sau đó thử thật bằng cách xếp nhiều lớp	số luồng tính được và số luồng đo được
3	Tìm chỗ nghẽn	Mở bảng theo dõi tài nguyên, phát dòng thời gian nặng, xem khối nào chạm trần trước	tên khối nghẽn, kèm ảnh chụp màn hình
4	Kiểm màn hình	Chiếu bảng thang xám và màu chuẩn; kiểm dải đen, dải trắng, độ đồng đều ở chín vùng	nhận xét từng mục; ΔE chín điểm nếu có máy đo

- Biến bốn công thức vừa học thành số đo trên một hệ thống có thật
- Tính trước rồi mới đo, để có thể kiểm chứng kết quả
- Sản phẩm: bảng số đo, kết luận chỗ nghẽn, đề xuất nâng cấp một khối

Mục tiêu và thiết bị

- **Mục tiêu:** biến bốn công thức thành số đo, rút ra kết luận về điểm nghẽn
- Tính trước, đo sau: nếu đo trước thì không kiểm chứng được
- **Thiết bị:** máy tính đang dùng để dựng; công cụ đo tốc độ ổ đĩa; bộ tư liệu mẫu độ phân giải cao; bảng thử thang xám
- Có máy đo màu thì thực hiện thêm phần đo ΔE

	Phép đo	Cách làm	Kết quả cần có
1	**Đo tốc độ ổ đĩa thật**	Ghi và đọc một tệp lớn hơn bộ nhớ chính; đo cả tốc độ tuần tự và tốc độ ngẫu nhiên	hai số MB/s, kèm loại ổ và cách kết nối
2	**Quy ra số luồng**	N = tốc độ đọc tuần tự × 0,7 ÷ tốc độ bit; sau đó thử thật bằng cách xếp nhiều lớp	số luồng tính được và số luồng đo được
3	**Tìm chỗ nghẽn**	Mở bảng theo dõi tài nguyên, phát dòng thời gian nặng, xem khối nào chạm trần trước	tên khối nghẽn, kèm ảnh chụp màn hình
4	**Kiểm màn hình**	Chiếu bảng thang xám và màu chuẩn; kiểm dải đen, dải trắng, độ đồng đều ở chín vùng	nhận xét từng mục; ΔE chín điểm nếu có máy đo

Hình 10.14 — Bốn phép đo của bài thực hành số 1

Bốn phép đo — nội dung, cách làm, kết quả

#	Nội dung đo	Cách làm	Kết quả cần có
1	Tốc độ ổ đĩa thật	Ghi và đọc tệp lớn hơn bộ nhớ chính; đo tuần tự và ngẫu nhiên	Hai số MB/s, ghi loại ổ và cách kết nối
2	Số luồng dựng được	Tốc độ đọc tuần tự × 0,7 ÷ tốc độ bit codec; thử thật bằng nhiều lớp trên dòng thời gian	Số luồng tính được và đo được, giải thích chênh lệch
3	Chỗ nghẽn của hệ thống	Mở bảng theo dõi tài nguyên, phát dòng thời gian nặng, xem khối nào chạm trần trước	Tên khối nghẽn và ảnh chụp màn hình chứng minh
4	Tình trạng màn hình	Chiếu bảng thang xám và màu chuẩn; kiểm dải đen, dải trắng, độ đồng đều ở chín vùng	Nhận xét từng mục; có máy đo thì thêm bảng ΔE chín điểm

Những chỗ hay sai

- **Đo trên tệp nhỏ:** nhỏ hơn bộ nhớ chính thì hệ điều hành trả lời từ bộ nhớ đệm, số cao giả tạo, có khi gấp mười lần
- **Chỉ đo tuần tự:** ổ tuần tự cao nhưng ngẫu nhiên thấp vẫn giật khi tua
- **Quên trừ băng thông cho hệ thống:** hệ số 0,7 có chính vì lý do đó
- **Nhầm megabit với megabyte:** sai đúng tám lần; kiểm bằng tính hợp lý của con số
- **Kết luận khi chưa loại trừ:** thử ít nhất hai loại tư liệu rồi mới kết luận

Sản phẩm nộp

GHI NHỚ

Bảng số đo đủ bốn phép đo; kết luận chỗ nghẽn; đề xuất nâng cấp một khối duy nhất.

- Bảng số đo ghi rõ điều kiện đo
- Đề xuất kèm lý do chọn khối ấy và ước lượng số luồng sau nâng cấp
- Chấm theo chất lượng lập luận, không theo cấu hình máy

Những điều cần nhớ

- Tính trước, đo sau; ghi rõ điều kiện đo
- Bốn phép đo: tốc độ ổ đĩa, số luồng dựng được, chỗ nghẽn, tình trạng màn hình
- Tránh năm lỗi: tệp nhỏ, chỉ tuần tự, quên hệ số 0,7, nhầm bit và byte, kết luận vội
- Nộp bảng số đo, kết luận chỗ nghẽn, đề xuất nâng cấp một khối

Hết Phần A — Hệ thống máy trạm và lưu trữ

Phần B (mục 10.8 – 10.14): nhận tư liệu và dựng — đổ thẻ có kiểm, thư mục dự án, nhập tư liệu và proxy, phần mềm dựng phi tuyến, dựng nhiều máy; kết thúc bằng bài thực hành số 2 — dựng bằng proxy.