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

KỸ THUẬT AUDIO – VIDEO

CHƯƠNG 12 · PHẦN C

Sản xuất ảo, phương tiện mới và hạ tầng

Mục 12.15 – 12.20 · Dành cho sinh viên Quay phim, Đạo diễn điện ảnh – truyền hình, Dựng phim, Đạo diễn âm thanh

Hà Nội – 2026

NỐI LẠI CHƯƠNG 11

Buổi này bắt đầu từ chỗ Chương 11 dừng lại

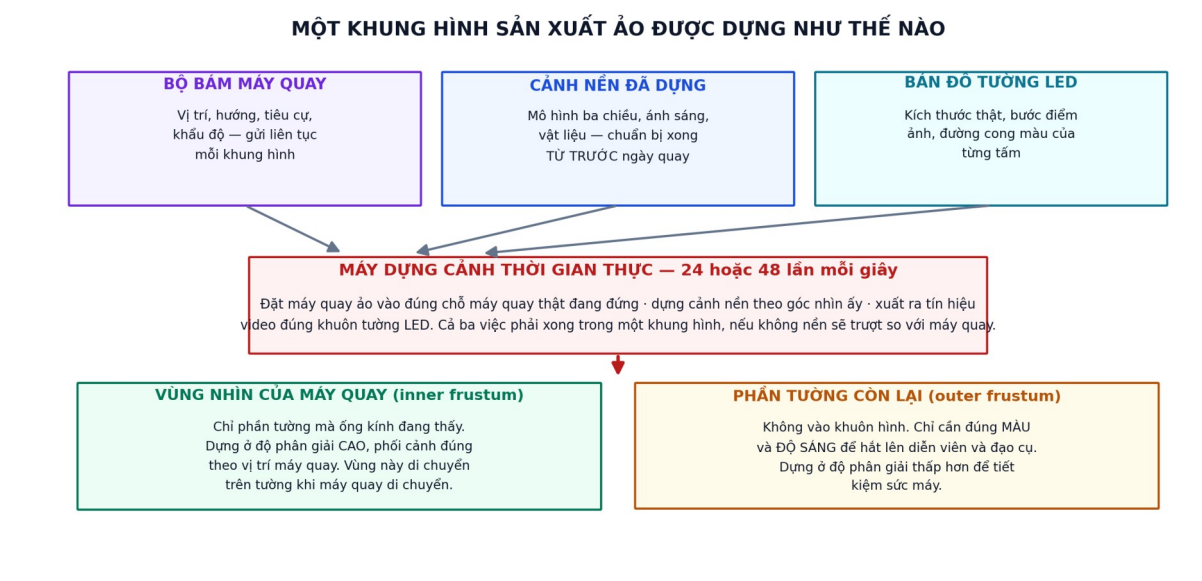
Chương 11 nói PHẦN CỨNG. Phần C nói cái chạy trên phần cứng ấy, và cả hạ tầng chở nó đi.

- **Mục 11.24 – 11.26** đã cho: bước điểm ảnh, khoảng cách tới hạn, độ chói, tần số quét 3.840 Hz, công suất và lưu lượng dữ liệu của tường LED.
- Hôm nay: **cái gì chạy trên tường ấy**, và nó được dựng ra thế nào — mục 12.15 và 12.16.
- Rồi mở rộng ra hạ tầng: **IP và đám mây** — mục 12.18, nối lại mục 10.5 và 10.7.
- Và một mục về **cách đọc một phương tiện mới** — mục 12.17, thay cho bảng thiết bị của bản gốc.

MỤC 12.15

Sản xuất ảo phần dựng cảnh thời gian thực

- Ba nguồn đầu vào: bộ bám máy quay · cảnh nền · bản đồ tường
- Máy dựng phải làm xong tất cả TRONG MỘT KHUNG HÌNH
- Chia hai vùng: vùng nhìn máy quay và phần tường còn lại
- Bộ bám trễ → nền trượt so với tiền cảnh



Chia hai vùng là mẹo tiết kiệm cốt lõi của sản xuất ảo: chỉ phần lọt vào ống kính mới cần dựng kỹ. Phần còn lại làm nhiệm vụ chiếu sáng, mà ánh sáng thì không cần chi tiết.

MỤC 12.15.2

Ba nguồn đầu vào

- **Bộ bám máy quay.** Đo vị trí, hướng, tiêu cự và khẩu độ của máy quay THẬT, gửi liên tục mỗi khung hình. Không có nó thì không có sản xuất ảo — đây là thứ NỐI thế giới thật với thế giới dựng.

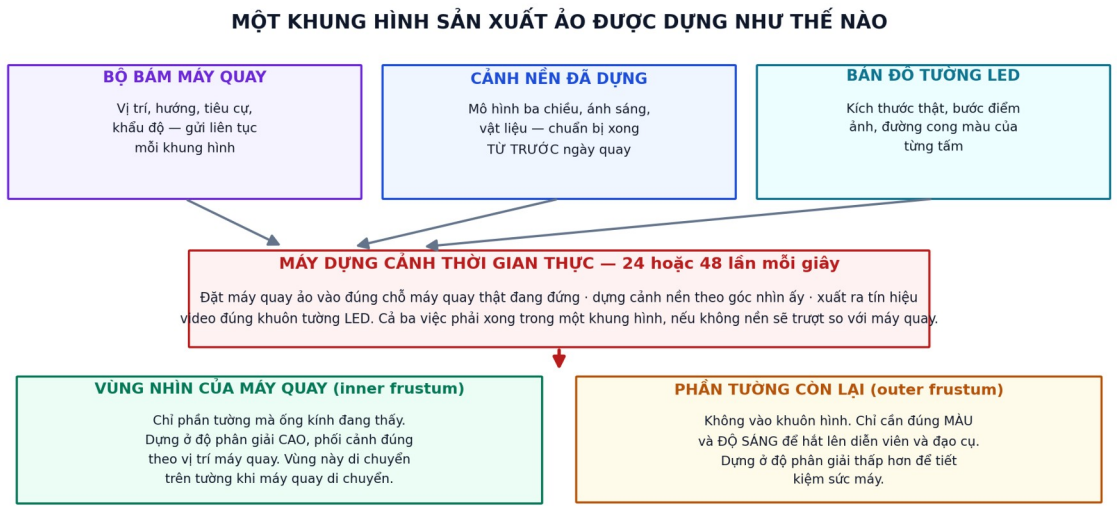
- **Cảnh nền đã dựng.** Mô hình ba chiều, ánh sáng, vật liệu — chuẩn bị xong TỪ TRƯỚC ngày quay. Đây là chỗ chứa gần như toàn bộ khối lượng công việc.

- **Bản đồ tường LED.** Kích thước thật, bước điểm ảnh, đường cong màu từng tấm — lấy từ phép đo ở Chương 11. Máy dựng cần biết tường thật ở đâu trong không gian mới đặt được máy quay ảo cho đúng.

MỤC 12.15.3

Vùng nhìn máy quay và phần tường còn lại

Đây là mẹo tiết kiệm cốt lõi của cả kỹ thuật sản xuất ảo.



Chia hai vùng là mẹo tiết kiệm cốt lõi của sản xuất ảo: chỉ phần lọt vào ống kính mới cần dựng kỹ. Phần còn lại làm nhiệm vụ chiếu sáng, mà ánh sáng thì không cần chi tiết.

- **Vùng nhìn của máy quay:** chỉ phần tường mà ống kính đang thấy. Dựng ở độ phân giải CAO, phối cảnh đúng theo vị trí máy quay thật.
- **Phần tường còn lại:** không vào khuôn hình. Chỉ cần đúng MÀU và ĐỘ SÁNG để hắt lên diễn viên và đạo cụ → dựng ở độ phân giải thấp hơn nhiều.
- Khi máy quay di chuyển, **vùng nhìn ấy di chuyển trên tường** theo.
- **Bộ bám trễ → vùng nhìn chạy sau máy quay → khán giả thấy nền TRƯỢT so với tiền cảnh.** Đây là lỗi thường gặp nhất ở trường quay ảo.

Máy dựng có bao nhiêu thời gian?

Tình huống: Cả ba việc — đặt máy quay ảo, dựng cảnh nền theo góc nhìn ấy, xuất tín hiệu đúng khuôn tường — phải xong **trong một khung hình**.

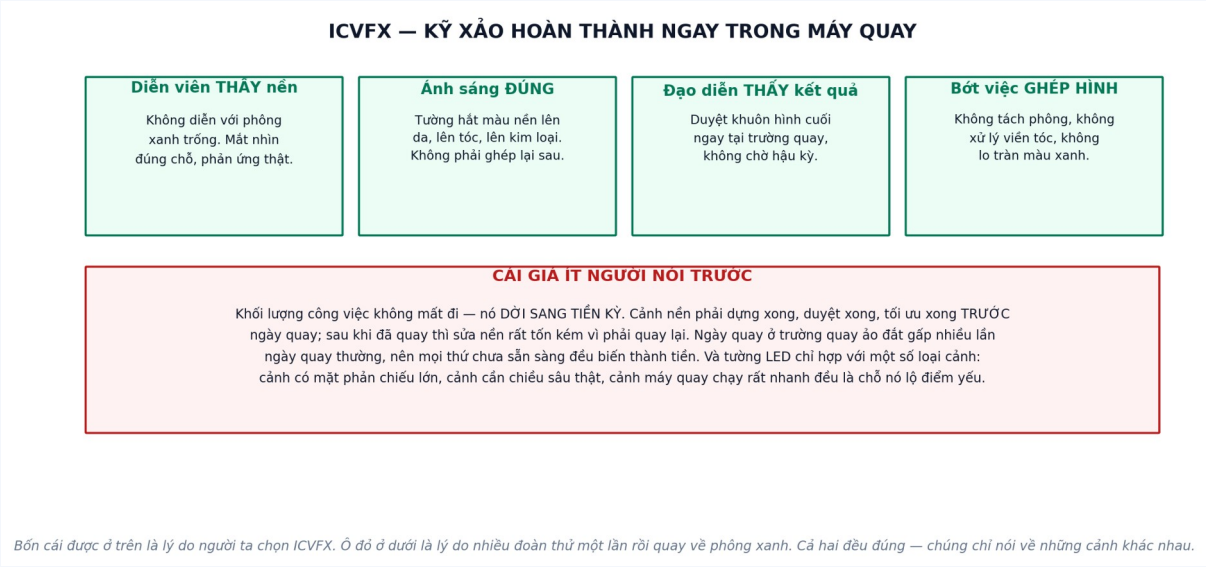
1. Ở **24 hình một giây**: một khung hình kéo dài 1/24 giây ≈ **41,7 mili giây**.
2. Ở **48 hình một giây**: chỉ còn ≈ **20,8 mili giây**.
3. Trong khoảng ấy phải làm xong CẢ BA việc, không phải một.
4. Chưa kể độ trễ của bộ bám máy quay, vốn cộng thêm vào ngân sách này.
5. Không kịp thì nền trượt — và trượt thì không sửa được ở hậu kỳ vì nó đã ghi vào tư liệu gốc.

Kết luận nghề: Sản xuất ảo cần máy tính mạnh không phải để ĐẸP HƠN, mà để KỊP. Cảnh nền dựng đẹp tới đâu mà không kịp thì vô dụng.

MỤC 12.16

ICVFX
quy trình và ê-kíp mới

- Kỹ xảo hoàn thành NGAY TRONG MÁY QUAY
- Bốn cái được — trong đó một cái không thay thế được
- Cái giá ít người nói: khối lượng DỜI SANG TIỀN KỲ
- Ba vai trò mà ê-kíp truyền thống không có



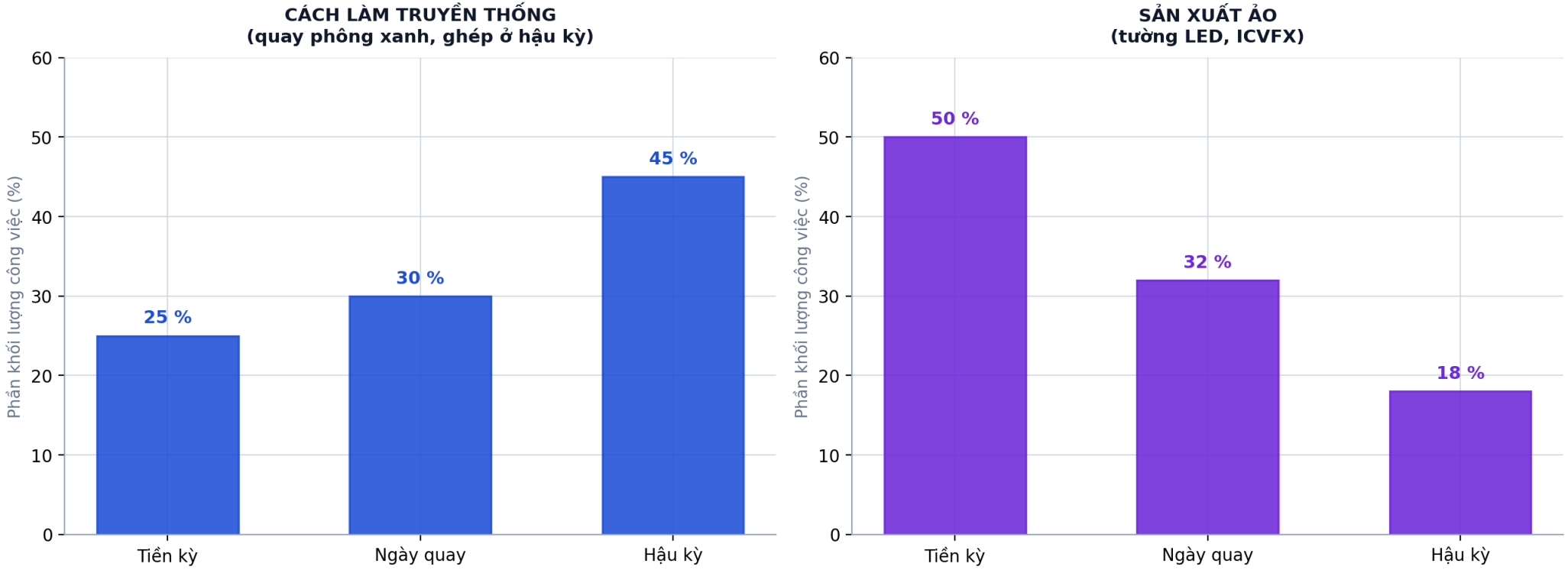
Bốn cái được ở trên là lý do người ta chọn ICVFX. Ô đỏ ở dưới là lý do nhiều đoàn thử một lần rồi quay về phông xanh. Cả hai đều đúng — chúng chỉ nói về những cảnh khác nhau.

MỤC 12.16.2

Bốn cái được

- **Diễn viên THẤY nền.** Không phải diễn với tấm phông xanh trống. Mắt nhìn đúng chỗ, phản ứng thật. Với cảnh có cảm xúc, khác biệt này lớn hơn mọi khác biệt kỹ thuật.
- **Ánh sáng ĐÚNG.** Tường hắt màu nền lên da, lên tóc, lên kim loại và kính. Đây là thứ tốn công nhất khi ghép ở hậu kỳ — ở đây có sẵn, đúng vật lý, không phải mô phỏng.
- **Đạo diễn THẤY kết quả.** Quyết định được đưa ra khi còn sửa được, thay vì ba tháng sau khi mọi người đã giải tán.
- **Bớt việc ghép hình.** Không tách phông, không xử lý viền tóc, không lo tràn màu xanh lên da diễn viên.

Cái giá: khối lượng dời sang tiền kỳ



Con số ở đây là tỉ lệ minh hoạ cho một cảnh có nền dựng, không phải số đo của một dự án cụ thể. Điều cần nhớ là HÌNH DÁNG của hai biểu đồ: tổng công việc gần như không đổi, nhưng đỉnh dời từ hậu kỳ về tiền kỳ. Hệ quả quản lý: tiền và người phải được rót sớm hơn nhiều so với thói quen.

Tổng công việc gần như không đổi — nhưng đỉnh dời từ hậu kỳ về tiền kỳ

Khối lượng công việc không mất đi — nó DỜI SANG TIỀN KỲ

tiền và người phải được rót sớm hơn nhiều so với thói quen của một đoàn phim

BA DẤU HIỆU

Cảnh này KHÔNG nên quay ở trường quay ảo

Máy quay chạy rất nhanh và rất xa — vùng nhìn không kịp, giới hạn của tường lộ ra.

Cần chiều sâu thật rất lớn với vật thể ở nhiều lớp — tường là một mặt phẳng hoặc mặt cong, không có chiều sâu thật.

Nền chưa chốt được trước ngày quay — dấu hiệu nặng nhất, vì nó bảo đảm sẽ phải quay lại.

Ngược lại, cảnh có **mặt phản chiếu lớn** (kính xe, mặt nước, kim loại) là chỗ tường LED thắng rõ nhất.

MỤC 12.16.4

Ba vai trò mới trong ê-kíp

BA VAI TRÒ MÀ Ê-KÍP TRUYỀN THỐNG KHÔNG CÓ

KỸ SƯ VẬN HÀNH MÁY DỰNG CẢNH

Giữ cho máy dựng đủ 24 hoặc 48 khung hình mỗi giây suốt ngày quay. Sửa cảnh nền tại chỗ theo yêu cầu đạo diễn.

KỸ THUẬT VIÊN BÁM MÁY QUAY

Cân chỉnh bộ bám, kiểm độ trễ giữa máy quay thật và máy quay ảo. Đây là chỗ hỏng thường gặp nhất: nền trượt so với máy.

NGƯỜI CÂN MÀU TẠI TRƯỜNG QUAY

Giữ màu tường LED khớp với màu máy quay ghi được. Không có vai này thì mọi cảnh phải sửa màu lại ở hậu kỳ.

VÌ SAO ĐIỀU NÀY QUAN TRỌNG VỚI NGƯỜI HỌC

Ba vai trò này đang thiếu người ở hầu hết thị trường. Chúng không đòi hỏi kiến thức mới lạ nào ngoài những gì chương 11 và chương 12 đã nói — chỉ đòi hỏi làm thạo và bình tĩnh khi hỏng việc giữa buổi quay.

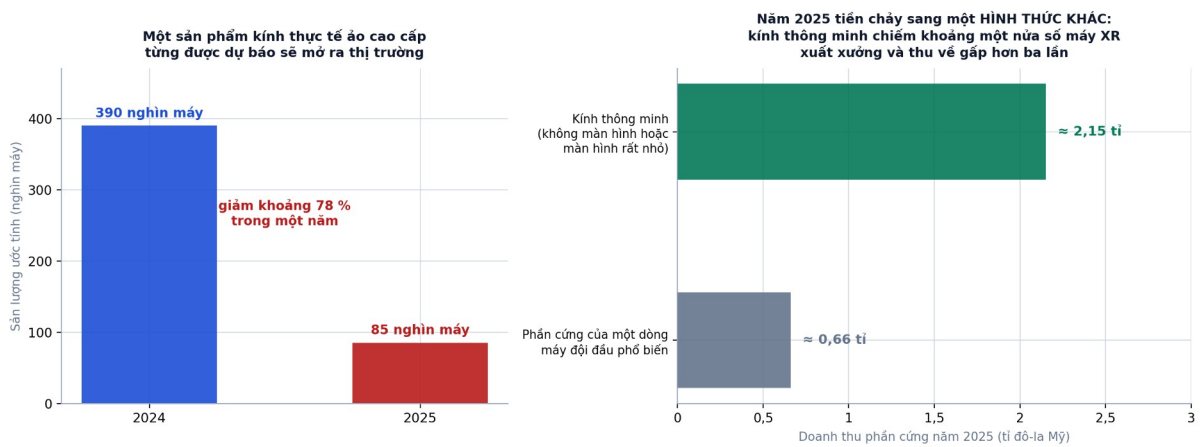
Sản xuất ảo không xoá vai trò nào của ê-kíp truyền thống. Nó thêm vào ba vai trò nằm ở ranh giới giữa quay phim và kỹ thuật máy tính — đúng chỗ mà một người học ngành công nghệ điện ảnh có lợi thế.

Ba vai trò nằm ở ranh giới giữa quay phim và kỹ thuật máy tính — đang thiếu người ở hầu hết thị trường

MỤC 12.17

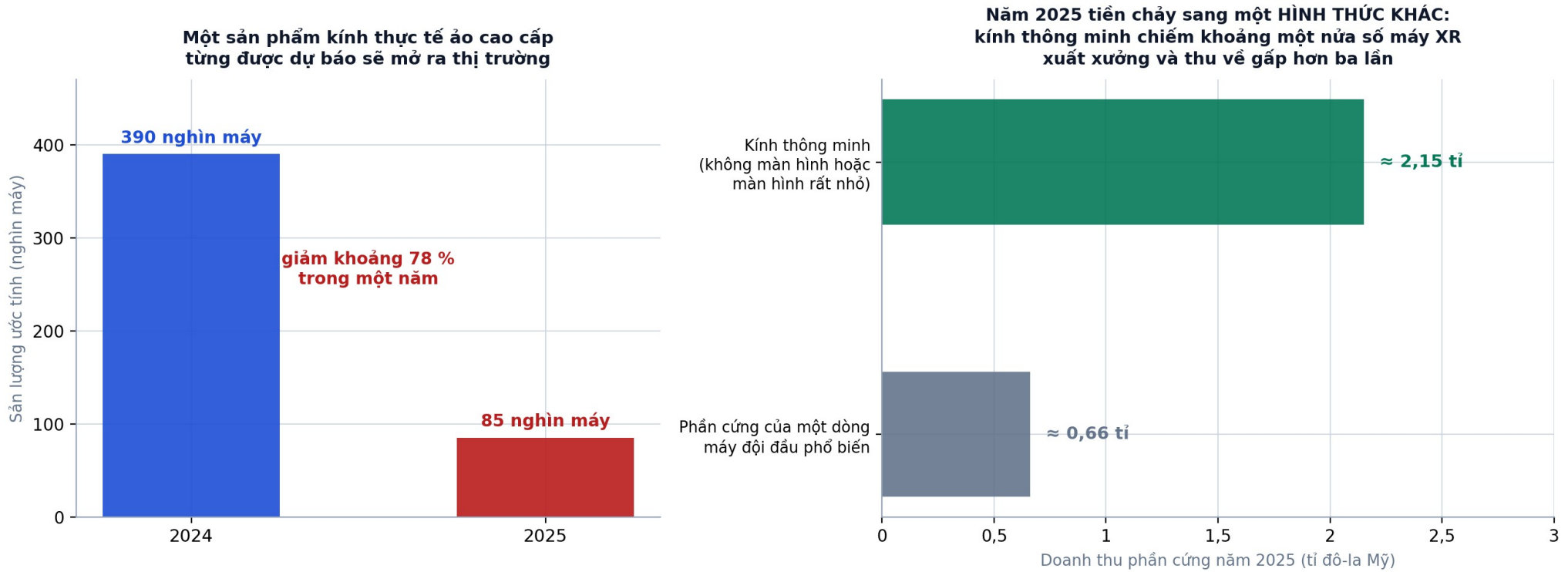
XR và các phương tiện mới đọc đúng hiện trạng

- Bản gốc có bảng bảy thiết bị — một dòng đã NGỪNG SẢN XUẤT
- Thay bảng ấy bằng CÁCH ĐỌC một phương tiện mới
- Ví dụ trung tâm: thị trường thiết bị đội đầu rẽ hướng
- Bài học: đừng cược nghề vào một HÌNH THỨC SẢN PHẨM



Đây là ví dụ trung tâm của mục này. Dự báo năm 2024 nói đúng về NĂNG LỰC (máy đội đầu sẽ nhẹ hơn, hiển thị tốt hơn, có chỗ dùng thật) nhưng sai về HÌNH THỨC SẢN PHẨM sẽ thắng. Khi đọc bất kỳ dự báo nào, hãy tách hai loại phát biểu ấy ra.

Một ví dụ đáng học thuộc



Đây là ví dụ trung tâm của mục này. Dự báo năm 2024 nói đúng về NĂNG LỰC (máy đội đầu sẽ nhẹ hơn, hiển thị tốt hơn, có chỗ dùng thật) nhưng sai về HÌNH THỨC SẢN PHẨM sẽ thắng. Khi đọc bất kỳ dự báo nào, hãy tách hai loại phát biểu ấy ra.

Sản lượng một sản phẩm cao cấp rơi khoảng 78 % trong một năm — trong khi kính thông minh chiếm khoảng một nửa số máy và thu về gấp hơn ba lần

BÀI HỌC — DẠNG DÙNG LẠI ĐƯỢC

Ba loại phát biểu trong một dự báo

Dự báo về NĂNG LỰC thường đúng — kỹ thuật đi theo đường đã nhìn thấy trước.

Dự báo về HÌNH THỨC SẢN PHẨM thường sai — hình thức do người dùng chọn, mà người dùng không chọn theo thông số kỹ thuật.

Cho nên: đừng cược nghề nghiệp vào một hình thức sản phẩm.

Hãy cược vào NĂNG LỰC — thứ chuyển được sang hình thức khác khi thị trường đổi ý.

Sáu câu hỏi để đọc một phương tiện mới



Sáu câu này dùng được cho một phương tiện chưa ra đời. Bảng liệt kê thiết bị thì không: nó chỉ đúng tới lần ra mắt kế tiếp. Danh mục thiết bị hiện hành được để ở phụ lục cuối giáo trình, tách khỏi phần nguyên lý, để thay hằng năm mà không phải sửa chương.

Sáu câu này dùng được cho một phương tiện chưa ra đời — bảng liệt kê thiết bị thì không

CÂU HỎI TẠI LỚP

Một phương tiện mới ra mắt.
Câu hỏi nào cho biết nó đã thành NGHỀ hay còn là một cuộc thí nghiệm?

A Thông số kỹ thuật đã đủ tốt chưa

B Đã có chuẩn công nghiệp chưa

C Đã có tác phẩm nào thu đủ tiền làm ra nó chưa

D Đã có bao nhiêu hãng lớn tham gia

Suy nghĩ 30 giây — rồi trả lời

GIẢI THÍCH

Đáp án

C — đã có tác phẩm nào thu đủ tiền làm ra nó chưa, không kể tiền tài trợ thử nghiệm.

- Thông số kỹ thuật đủ tốt: điều kiện **cần**, không phải điều kiện đủ. Nhiều phương tiện đủ tốt về kỹ thuật mà không ai xem.
- Có chuẩn công nghiệp: cũng chỉ là điều kiện cần — và chuẩn thường đến SAU khi thị trường đã hình thành.
- Nhiều hãng lớn tham gia: có thể chỉ là **giai đoạn cùng nhau thử**, và cả nhóm có thể rút cùng lúc.
- **Chỉ dòng tiền từ khán giả** mới chứng minh một phương tiện đã thành nghề.

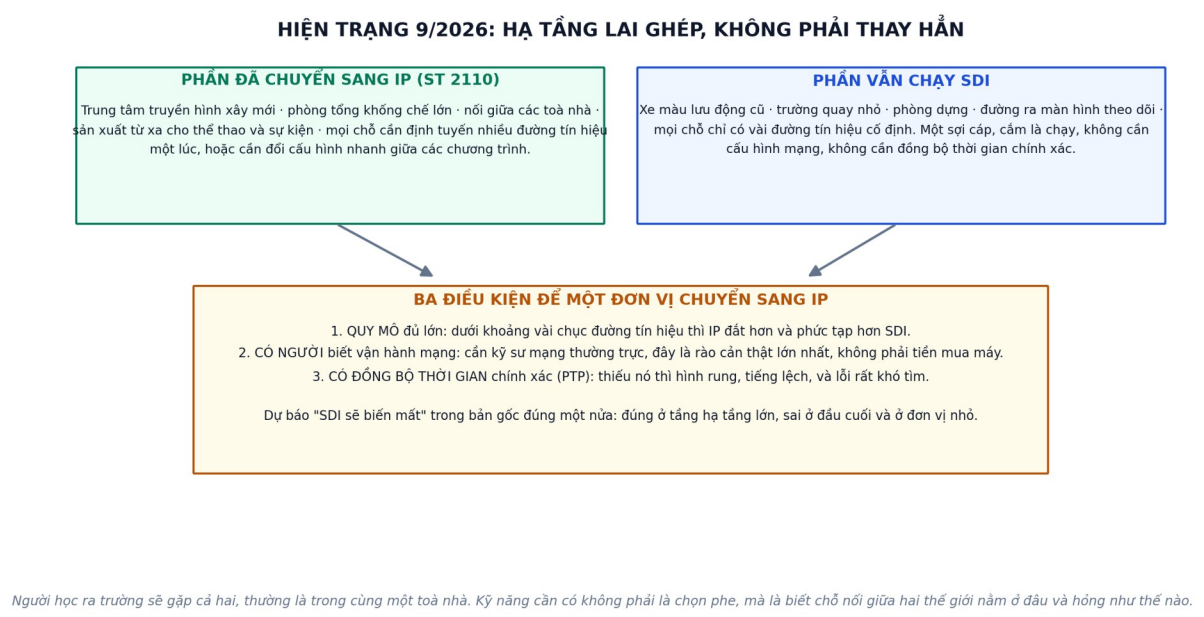


Sáu câu này dùng được cho một phương tiện chưa ra đời. Bảng liệt kê thiết bị thì không: nó chỉ đúng tới lần ra mắt kế tiếp. Danh mục thiết bị hiện hành được để ở phụ lục cuối giáo trình, tách khỏi phần nguyên lý, để thay hằng năm mà không phải sửa chương.

MỤC 12.18

Hạ tầng IP và đám mây

- ST 2110 là xương sống của cơ sở lớn — nhưng lai ghép, không thay hẳn
- Ba điều kiện để một đơn vị chuyển sang IP
- Dựng từ xa: bài toán ĐỘ TRỄ có công thức
- Ba nhóm công việc theo mức đưa được lên đám mây



Người học ra trường sẽ gặp cả hai, thường là trong cùng một toà nhà. Kỹ năng cần có không phải là chọn phe, mà là biết chỗ nối giữa hai thế giới nằm ở đâu và hỏng như thế nào.

MỤC 12.18.1

Ba điều kiện để chuyển sang IP

Điều kiện thứ hai là rào cản thật lớn nhất — và thường bị bỏ qua khi lập dự toán.

- **1. QUY MÔ đủ lớn.** Dưới khoảng vài chục đường tín hiệu thì IP đắt hơn và phức tạp hơn SDI.
- **2. CÓ NGƯỜI biết vận hành mạng.** Cần kỹ sư mạng thường trực. Đây là rào cản lớn nhất — không phải tiền mua thiết bị.
- **3. CÓ ĐỒNG BỘ THỜI GIAN chính xác (PTP).** Thiếu nó thì hình rung, tiếng lệch, và lỗi rất khó tìm.
- Một hệ thống ST 2110 không có kỹ sư mạng là một hệ thống **sẽ hỏng vào đúng lúc không được phép hỏng**.

CÔNG THỨC 12.7

Độ trễ vòng khi dựng từ xa

Bài toán mà mười một chương trước chưa gặp: từ lúc bấm phím tới lúc thấy kết quả trên màn hình.

$$t_{rt} = t_{net} + t_{dec} + t_{disp} \quad [\text{ms}]$$

- **t_net** — thời gian đi và về trên đường mạng; **t_dec** — giải mã ở máy người dùng; **t_disp** — màn hình hiện ra.
- Ba chặng này CỘNG lại, và chặng nào cũng đáng kể — không thể chỉ tính đường mạng.
- **Ba ngưỡng cảm nhận:** dưới **100 ms** không nhận ra · tới **200 ms** thấy trễ nhưng còn làm việc được · quá **400 ms** khó chịu và hay bấm nhầm.

VÍ DỤ TÍNH

Trong nước hay qua châu lục khác?

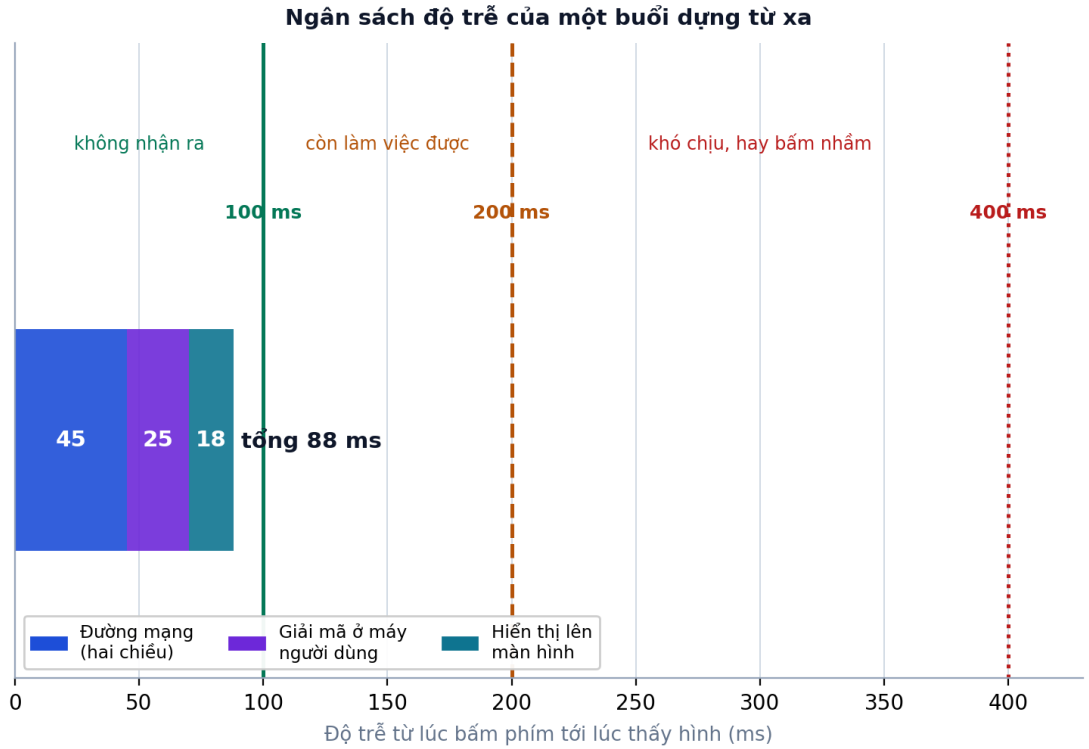
Tình huống: Một phòng dựng làm việc trên tư liệu đặt ở trung tâm dữ liệu. So hai phương án đặt máy chủ.

1. **Trong nước:** mạng 45 ms + giải mã 25 ms + hiển thị 18 ms = **88 ms**.
2. 88 ms ở 24 hình/giây ≈ **2,1 khung hình** — nằm DƯỚI ngưỡng 100 ms, người dựng không nhận ra độ trễ.
3. **Qua châu lục khác:** mạng 180 ms + giải mã 40 ms + hiển thị 18 ms = **238 ms**.
4. 238 ms đã vượt ngưỡng 200 ms — vẫn xem duyệt được, nhưng **không bấm dừng đúng khung hình được nữa**.
5. Chú ý: cải thiện đường mạng không cứu được nếu t_dec lớn — phải xét cả ba chặng.

Kết luận nghề: Đặt máy chủ trong nước thì dựng được; đặt xa thì chỉ nên dùng để DUYỆT. Quyết định này phải làm trước khi ký hợp đồng dịch vụ, không phải sau.

MỤC 12.18.2

Cái gì lên đám mây được, cái gì không



LÊN MÂY ĐƯỢC NGAY

Duyệt bản dựng và ghi chú · lưu trữ và chia sẻ tư liệu · kết xuất hàng loạt · chuyển mã · sinh phụ đề · sao lưu.

LÊN ĐƯỢC NHƯNG PHẢI TÍNH KỸ

Dựng thô · sửa màu sơ bộ · làm tiếng. Cần đường truyền ổn định và người dùng chấp nhận độ trễ.

CHƯA LÊN ĐƯỢC

Canh màu cuối trên màn hình chuẩn · trộn tiếng phòng lớn · mọi việc cần ĐỘ TRỄ RẤT THẤP hoặc thiết bị đo tại chỗ.

Cột mốc trễ ở biểu đồ trái là ngưỡng cảm nhận của người dùng, không phải chỉ tiêu kỹ thuật của nhà cung cấp. Ba ngăn bên phải không cố định theo thời gian: ngăn giữa đang dần chuyển lên ngăn trên, còn ngăn dưới thì mười năm nay chưa nhúc nhích.

Ngân sách độ trễ của một buổi dựng từ xa, và ba nhóm công việc theo mức đưa được lên đám mây

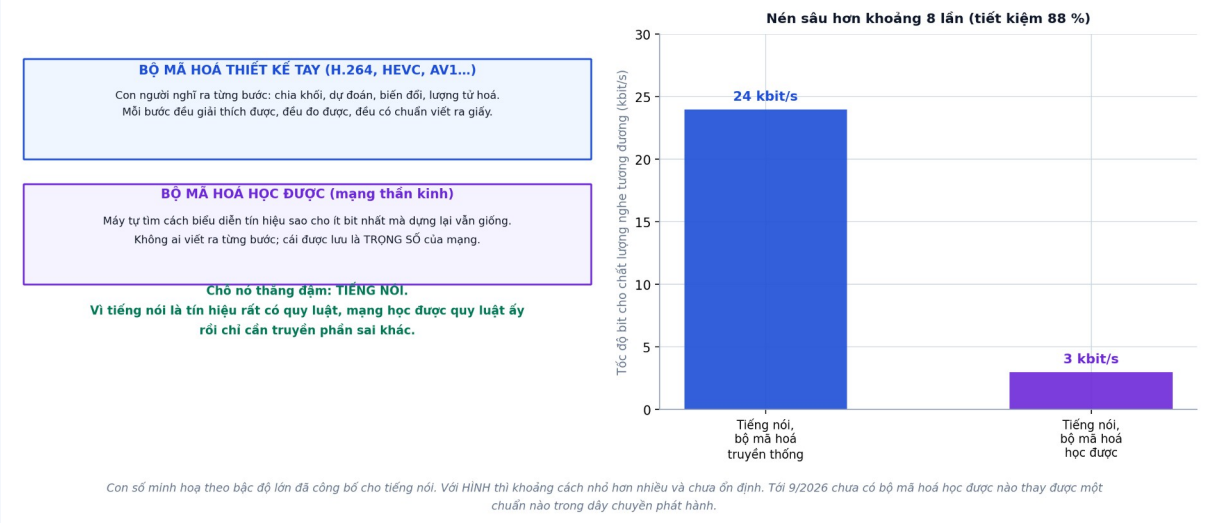
Canh màu cuối cần
một CĂN PHÒNG
đã được hiệu chuẩn

mà căn phòng thì không đưa lên mạng được

MỤC 12.19

Hướng nén mới dùng mạng thần kinh

- Thay bộ mã hoá THIẾT KẾ TAY bằng bộ mã hoá HỌC ĐƯỢC
- Thắng đậm ở TIẾNG NÓI — vì tiếng nói rất có quy luật
- Với nhạc thì lợi ích thấp hơn hẳn; với hình còn thấp hơn nữa
- Tới nay vẫn chưa vào dây chuyền phát hành — vì ba điều kiện



CÔNG THỨC 12.8

Tỉ số nén và phần trăm tiết kiệm

Vì sao nó thắng đậm ở tiếng nói: tiếng nói được sinh ra bởi một bộ máy phát âm có cấu tạo giống nhau ở mọi người.

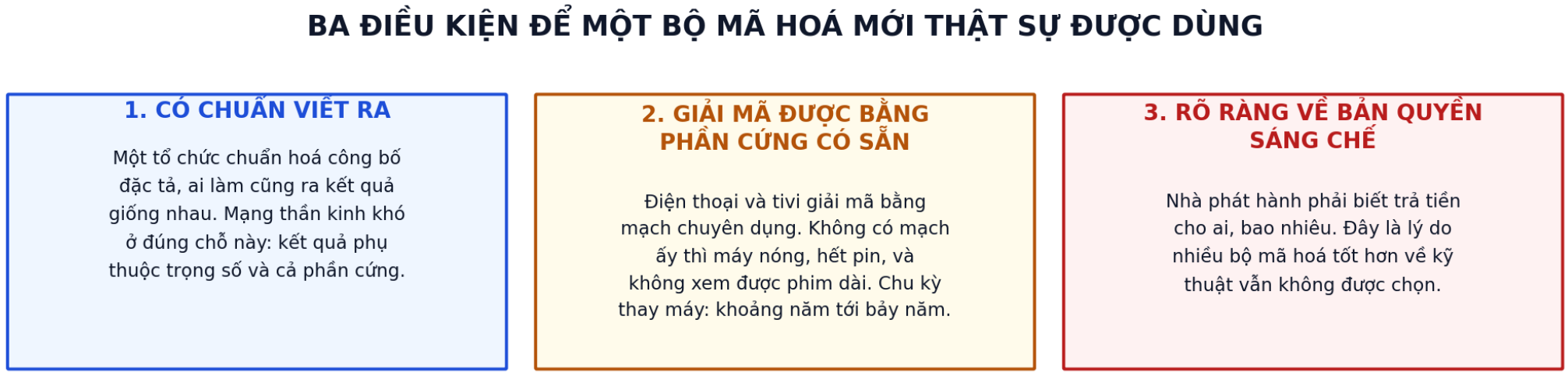
$$r = \frac{R_{\text{trad}}}{R_{\text{neu}}} \; ; \qquad \sigma = \left(1 - \frac{R_{\text{neu}}}{R_{\text{trad}}}\right) \cdot 100\ \%$$

- **R_trad** — tốc độ bit của bộ mã hoá truyền thống; **R_neu** — của bộ mã hoá học được, ở cùng mức chất lượng nghe.
- Mạng học được quy luật của tiếng nói rồi **chỉ truyền phần SAI KHÁC** so với cái nó đã biết — không truyền toàn bộ dạng sóng.

- Với **tiếng nói**: 24 → 3 kbit/s, tức r = **8 lần**, σ = **88 %**. Với **nhạc**: 96 → 40 kbit/s, chỉ r ≈ **2,4 lần**.
- Với **HÌNH** thì khoảng cách còn nhỏ hơn nữa và chưa ổn định.

MỤC 12.19.3

Ba điều kiện để một bộ mã hoá mới được dùng thật



Ba điều kiện này giải thích vì sao khoảng cách giữa "chạy tốt trong bài báo" và "có trong tivi nhà bạn" thường là bảy tới mười năm. Khi nghe tin về một bộ mã hoá mới, hãy hỏi nó đã qua điều kiện nào trong ba điều kiện trên.

Khoảng cách giữa "chạy tốt trong bài báo" và "có trong tivi nhà bạn" thường là bảy tới mười năm

CÁCH ĐỌC MỘT TIN VỀ CODEC MỚI

Hỏi nó đã qua điều kiện nào

Có chuẩn viết ra chưa? Một tổ chức chuẩn hoá công bố đặc tả, ai làm cũng ra kết quả giống nhau.

Có mạch giải mã trong thiết bị phổ thông chưa? Không có thì máy nóng, hết pin, không xem được phim dài.

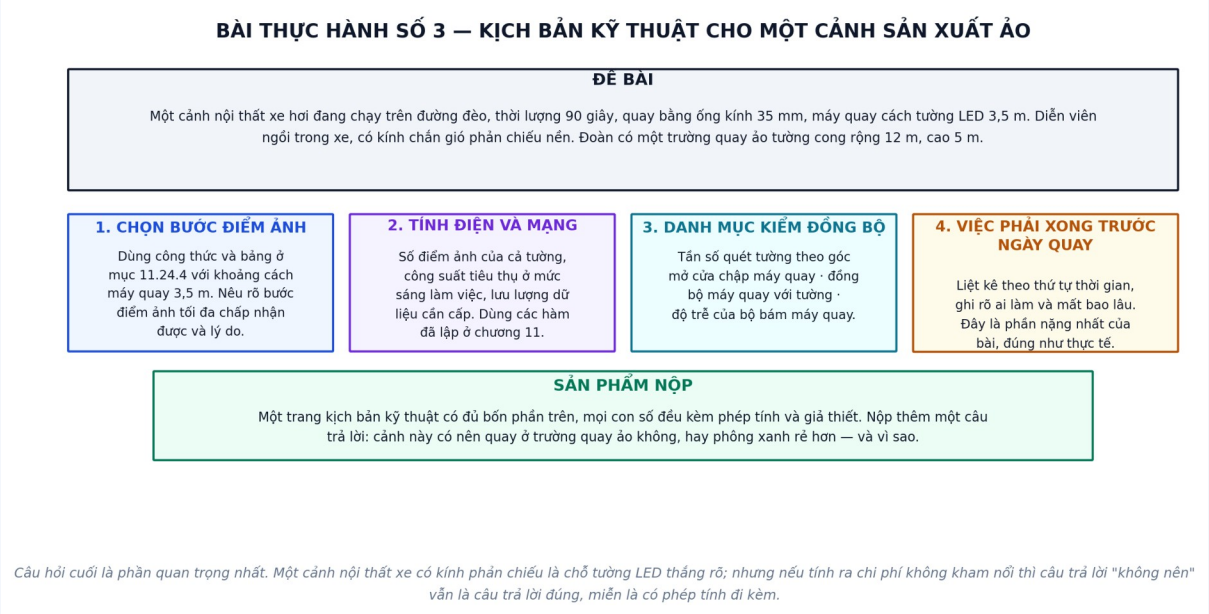
Đã rõ ràng về bản quyền sáng chế chưa? Nhà phát hành phải biết trả tiền cho ai, bao nhiêu.

Chưa qua điều kiện nào → đó là tin về NGHIÊN CỨU, không phải tin về sản xuất. Khoảng cách giữa hai loại tin ấy tính bằng nhiều năm.

BÀI THỰC HÀNH 12.20

Bài thực hành số 3 Kịch bản kỹ thuật cho một cảnh sản xuất ảo

- Cảnh nội thất xe hơi trên đường đèo, 90 giây, ống kính 35 mm
- Máy quay cách tường LED 3,5 m · tường cong 12 × 5 m
- Bốn phần việc, mọi con số kèm phép tính
- Và một câu hỏi quan trọng hơn cả bốn phần ấy



Bốn phần việc

- **1. Chọn bước điểm ảnh.** Dùng công thức và bảng ở mục 11.24.4 với khoảng cách máy quay 3,5 m. Nêu rõ bước điểm ảnh tối đa chấp nhận được và lý do.

- **2. Tính điện và mạng.** Số điểm ảnh của cả tường, công suất tiêu thụ ở mức sáng làm việc, lưu lượng dữ liệu cần cấp. Dùng các hàm đã lập ở Chương 11.

- **3. Lập danh mục kiểm đồng bộ.** Tần số quét tường theo góc mở cửa chập · đồng bộ máy quay với tường · độ trễ bộ bám và cách đo nó.

- **4. Liệt kê việc phải xong TRƯỚC ngày quay.** Theo thứ tự thời gian, ghi rõ ai làm và mất bao lâu. Phần nặng nhất của bài, đúng như ngoài đời.

CÂU HỎI QUAN TRỌNG NHẤT CỦA BÀI

Nên quay ở trường quay ảo, hay phông xanh rẻ hơn?

Cảnh nội thất xe có **kính chắn gió phản chiếu** là chỗ tường LED thắng rõ nhất: ánh sáng và phản chiếu có sẵn, đúng vật lý.

Nhưng nếu tính ra **chi phí không kham nổi**, thì câu trả lời "không nên" vẫn là câu trả lời ĐÚNG.

Miễn là có phép tính đi kèm.

Bài này rèn đúng thói quen mà cả chương muốn rèn: quyết định bằng **phép tính và giả thiết viết ra được**, không bằng cảm giác về công nghệ mới.

CHỐT LẠI PHẦN C

Sáu mục, ba tầng

Sản xuất ảo: ba nguồn vào, một khung hình để làm xong, hai vùng trên tường.

Hạ tầng: lai ghép IP và SDI. Rào cản lớn nhất là CÓ NGƯỜI, không phải có tiền.

ICVFX: bốn cái được, và cái giá là khối lượng dời sang tiền kỳ + ba vai trò mới.

Đám mây: ba chặng độ trễ, ba ngưỡng cảm nhận. Canh màu cuối vẫn cần một căn phòng.

XR: không có bảng thiết bị. Có sáu câu hỏi dùng được cho phương tiện chưa ra đời.

Nén thần kinh: thắng đậm ở tiếng nói, chưa vào dây chuyền phát hành vì ba điều kiện.

Buổi sau:
Pháp lý, xuất xứ nội dung và đạo đức nghề

Phần D — mục 12.21 đến 12.28 · Luật Trí tuệ nhân tạo và Điều 11