

▪ Màu sắc và các thông số đặc trưng

Cảm nhận về **màu sắc** là kết quả của sự nhận biết chủ quan của mắt người dưới tác động của ánh sáng

Trên phương diện sinh học (cảm giác chủ quan), ánh sáng được cảm nhận thông qua ba đại lượng: **độ sáng, sắc màu và độ bão hòa màu.**

Độ sáng – phụ thuộc vào công suất của nguồn sáng
Sắc màu (sắc điệu) là tính chất đặc trưng của màu mà qua đó ta nhận biết được màu đỏ, xanh, vàng v.v.
Độ bão hòa màu là cường độ về sắc màu qua đó ta có thể phân biệt được màu đỏ thẫm hay màu đỏ nhạt v.v

Khi đo lường khách quan ta sẽ sử dụng ba khái niệm tương đương là: **độ chói, bước sóng trội và độ sạch màu**

Độ chói L là mật độ độ sáng trên bề mặt *phát sáng*

$$L_0 = \frac{I_0}{S} \quad (\text{candel/m}^2)$$

Bước sóng trội λ là bước sóng có năng lượng lớn nhất trong phổ của nguồn sáng. Đại lượng này quyết định sắc màu của nguồn sáng

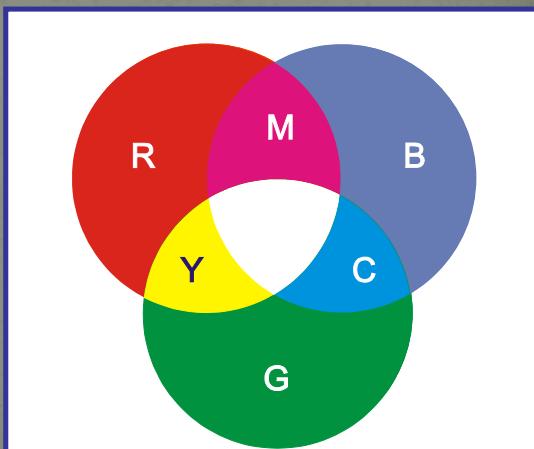
Độ sạch màu p là đại lượng xác định số lượng ánh sáng trắng trong nguồn sáng có bước sóng trội λ :

$$p = F_\lambda / (F_\lambda + F_E)$$

➢ Các phương pháp trộn màu

• Phương pháp tổng hợp màu quang học

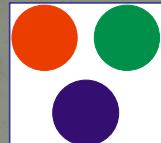
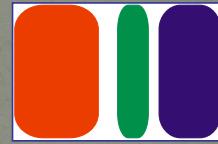
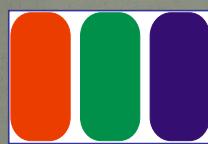
Tổng hợp màu khi các nguồn bức xạ được chiếu lên một mặt phẳng cùng lúc hoặc nối tiếp nhau.



•Phương pháp tổng hợp màu không gian

Các phần tử ảnh mang sắc màu cơ bản nằm độc lập với nhau trong không gian.

Nếu những phần tử này nằm gần nhau và có kính thước nhỏ thì mắt cảm nhận chúng như một điểm ảnh

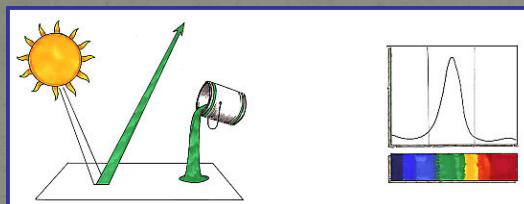


Màu sắc của điểm ảnh này phụ thuộc vào tỷ lệ công suất của các màu cơ bản.

"Triad" – 1 điểm màu

•Phương pháp trừ

Phương pháp tạo màu đơn sắc bằng cách loại bỏ bớt một số màu từ ánh sáng trắng



•Phương pháp trộn màu mang tên "binocular"

Pha trộn hai hay nhiều màu bằng cách tác động các màu đó riêng rẽ lên mắt phải và mắt trái của người quan sát.



➤Các định luật trộn màu cơ bản

H.Grassmann đã đưa ra bốn định luật về trộn màu:

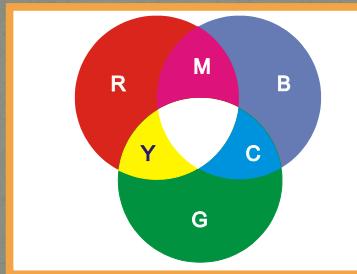
1. Bất kỳ một màu sắc nào cũng có thể tạo được bằng cách trộn 3 màu cơ bản độc lập tuyến tính với nhau

$$fF = r'R + g'G + b'B \quad - \text{phương trình so màu}$$

CIE (Commission Internationale d'Eclairage - International Commission on Illumination – ủy ban quốc tế về ánh sáng) chọn ra ba nguồn sáng cơ bản dùng trong truyền hình là các màu đơn sắc màu **đỏ**, **lục** và **lam** tương ứng có bước sóng

$$\lambda_R = 700 \text{ nm} \quad \lambda_G = 546,1 \text{ nm} \quad \lambda_B = 435,8 \text{ nm}$$

Ba màu đỏ, lục, lam được gọi là ba **màu cơ bản**.
 Mỗi màu cơ bản sẽ có một **màu bổ sung** tương ứng.
 Các cặp màu cơ bản và màu bổ sung là: Đỏ – Lơ (*Cyan*),
 Lục – Mận chín (*Magenta*), Lam – Vàng (*Yellow*).



2. Sự biến đổi liên tục của các hệ số công suất (r' , g' , b') của các màu cơ bản sẽ dẫn đến sự biến đổi liên tục của màu sắc tổng hợp.

3. Màu sắc tổng hợp của nhiều nguồn sáng chỉ xác định bởi các thành phần màu sắc của từng nguồn sáng chứ không phụ thuộc vào thành phần phổ của chúng.

$$F_1 = r'_1 R + g'_1 G + b'_1 B$$

$$F_2 = r'_2 R + g'_2 G + b'_2 B$$

$$F = F_1 + F_2 = (r'_1 + r'_2) R + (g'_1 + g'_2) G + (b'_1 + b'_2) B$$

➢ tọa độ màu của màu được tạo ra bằng tổng tọa độ màu tương ứng của các màu dùng để trộn

4. Độ chói của màu tổng hợp bằng tổng số độ chói của các màu thành phần.

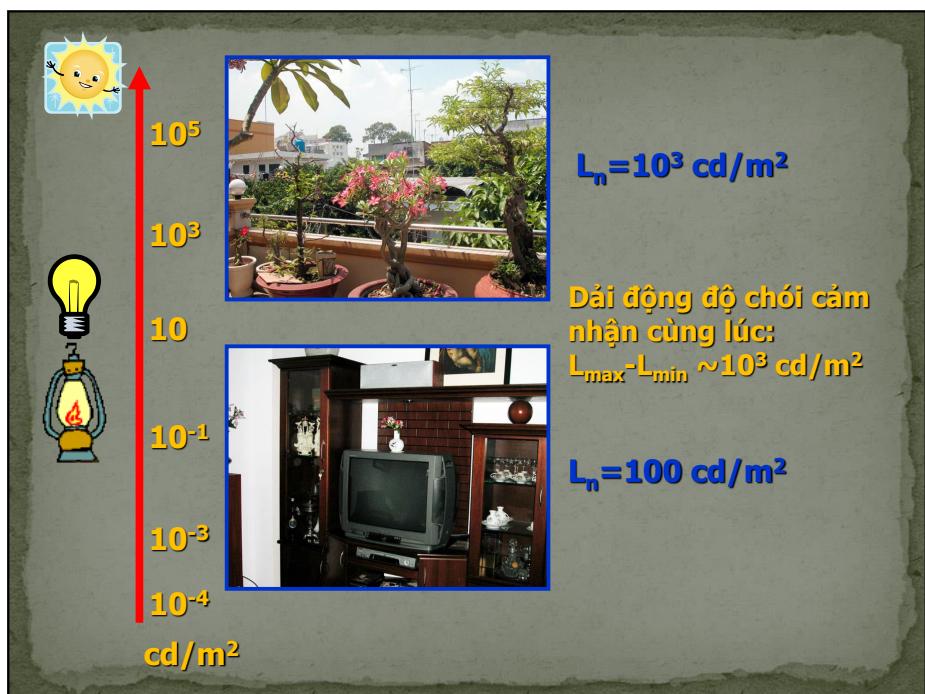
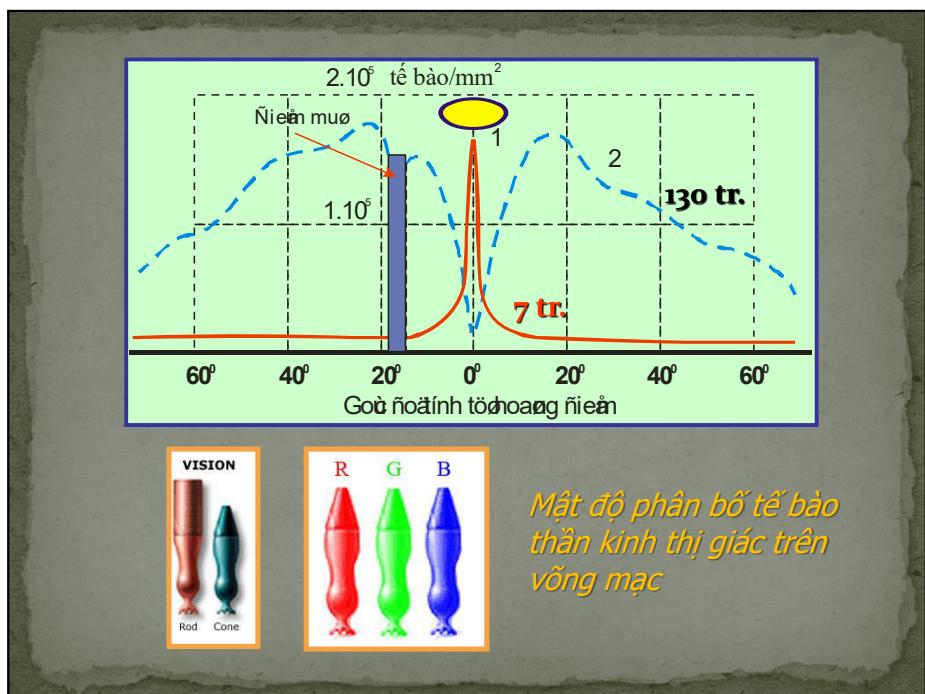
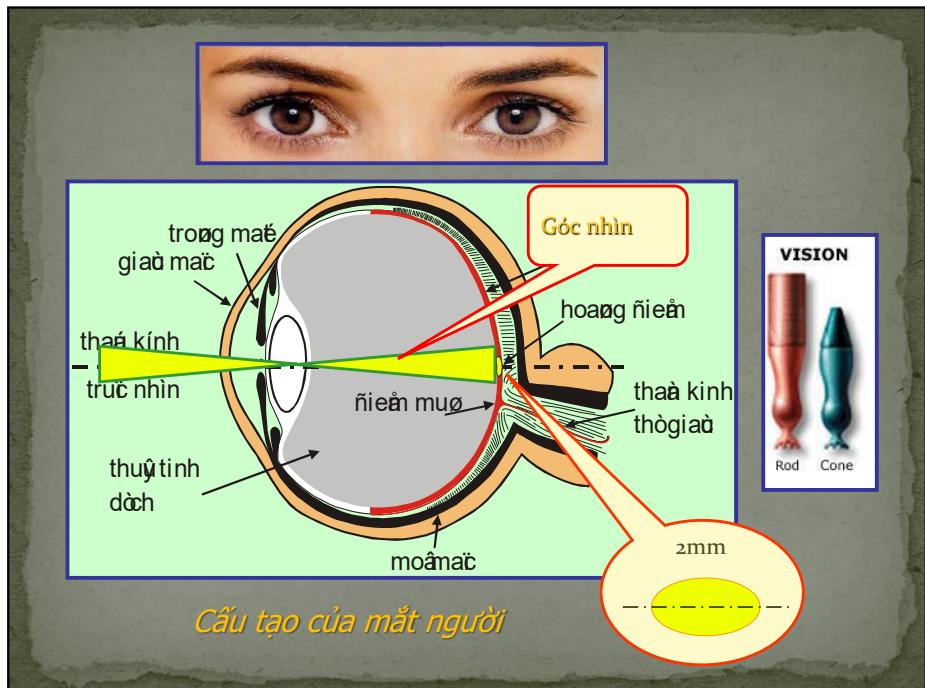
$$L_{\sum} = L_R + L_G + L_B$$

❖ Hệ thống thị giác

Nghiên cứu về cơ quan thị giác là cần thiết vì hai lý do:

1 – Các đặc tính kỹ thuật của hệ thống truyền hình, cũng như các thông số quan trọng của ảnh số phải tương xứng với đặc tính của mắt người (khả năng phân biệt chi tiết hình ảnh, hiện tượng lưu ảnh, khả năng cảm nhận màu sắc v.v.).

2– Cơ quan thị giác là một hệ thống xử lý hình ảnh tinh vi và hoàn hảo, do đó sự hiểu biết về nguyên lý hoạt động của mắt người có thể cho ta những ý tưởng mới để tối ưu hoá các hệ thống xử lý ảnh (tĩnh) cũng như cải tiến các hệ thống truyền tín hiệu video trong mạng viễn thông.





Hình ảnh đặc trưng bởi L_{max} , L_{min} , $L_{nền}$

Ngưỡng cảm nhận ánh sáng tuyệt đối ε:

$$\varepsilon = \frac{1}{L_{\min}}$$

Độ tương phản của ảnh: $k=L_{max}/L_{min}$

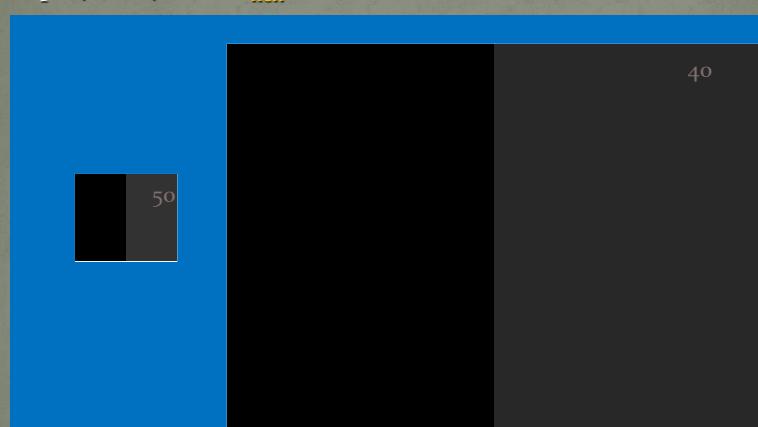
Hình ảnh	Độ tương phản
Phong cảnh có bóng râm khi trời nắng	1000
Phong cảnh lúc trời râm	100
Ảnh chụp (tốt)	50-120
Chi tiết nhỏ trong ảnh truyền hình	10-20
Chi tiết lớn (>2-5% kích thước ảnh) trong ảnh truyền hình	30-100

Ngưỡng tương phản là mức khác biệt độ chói

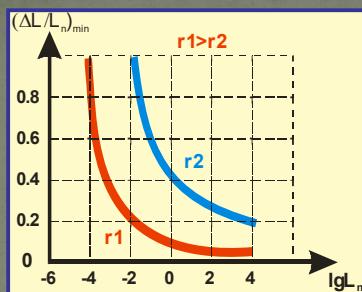
nhỏ nhất so với $L_{nền}$ mà mắt còn nhận biết được:

$$\sigma = \left(\frac{\Delta L}{L_n} \right)_{\min}$$

σ phụ thuộc vào $L_{nền}$ và kích thước chi tiết ảnh



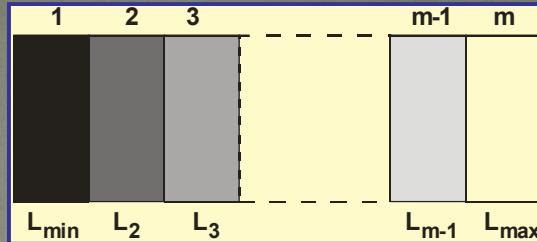
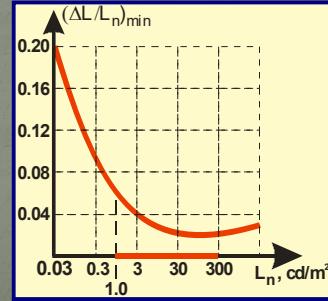
Phương pháp xác định ngưỡng tương phản của mắt người



Quan hệ ngưỡng tương phản với kích thước của chi tiết hình ảnh và độ chói của nền

$$\sigma = \frac{L - L_n}{L_n} = \frac{\Delta L}{L_n} = \left(\frac{\Delta L_1 + \Delta L_2 + \dots + \Delta L_n}{n} \right) / L_n$$

Trong phạm vi thay đổi độ chói của ảnh, giá trị ngưỡng tương phản của mắt gần như không đổi:
(luật Fexnera) $\sigma = 0.02...0.05 = \text{const}$



Độ chói sọc 1 là	$L_1 = L_{\min}$
Độ chói sọc 2 là	$L_2 = L_1 + \Delta L_1 = L_1 + \sigma L_1 = L_1 (1 + \sigma)$
Độ chói sọc 3 là	$L_3 = L_2 + \sigma L_2 = L_2 (1 + \sigma) = L_1 (1 + \sigma)^2$
Độ chói sọc m là	$L_m = L_1 (1 + \sigma)^{m-1} = L_{\max}$

Từ đó: $k = \frac{L_{\max}}{L_{\min}} = (1 + \sigma)^{m-1}$ hay
 $m = \frac{\ln k}{\ln (1 + \sigma)} + 1$, khi $k = 100$, $\sigma = 0.03...0.04$ $m = 100-150$.

Xác định số mức xám trong ảnh số

e f g h

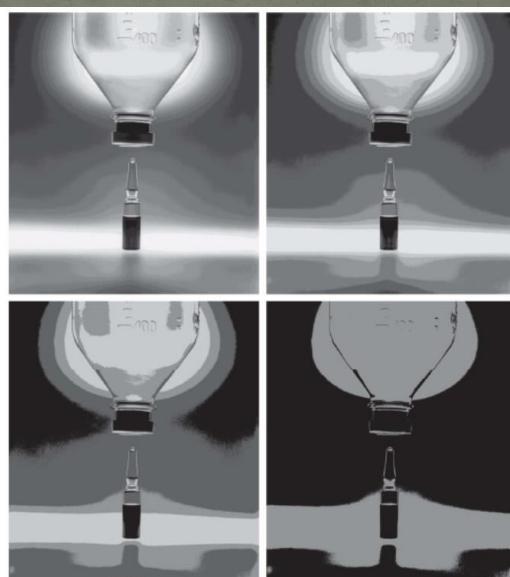


FIGURE 2.24
(e)-(h) Image displayed in 16, 8, 4, and 2 intensity levels.

Độ tương phản k và số mức xám m bị hạn chế bởi:

- ❖ Thông số kỹ thuật của đèn hình: kích thước, độ chói cực đại, đặc tuyến gamma v.v.
- ❖ Điều kiện quan sát: khoảng cách từ nơi quan sát đến màn hình, ánh sáng bên ngoài.

$$k' = \frac{L_{\max} + L_{ng}}{L_{\min} + L_{ng}} < k = \frac{L_{\max}}{L_{\min}}$$



Độ tương phản tương đối

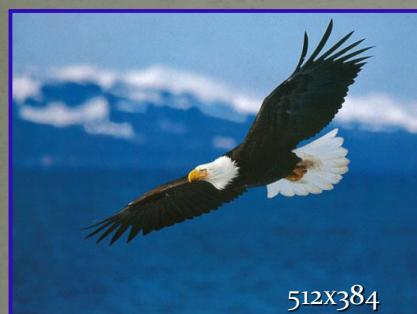
$$\text{Contrast} = \sqrt{\frac{1}{NMP} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^P [I(i,j,k) - B]^2}$$

$$\text{Where } B = \frac{1}{NMP} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^P [I(i,j,k)]$$

```
I=imread('lena.jpg');
B = 1/prod(size(I))* sum(I(:))
contrast = sqrt(1/prod(size(I))*sum(power((I(:)-B),2)))
```

➤ Độ phân giải của ảnh

Độ phân giải của ảnh số xác định bởi số lượng cực đại các chi tiết nhỏ thể hiện được trên màn hình

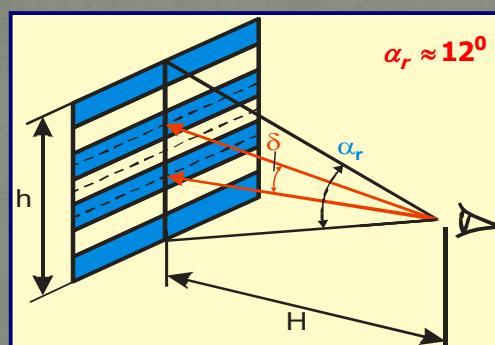


Trong ảnh số, độ phân giải tính theo số lượng điểm ảnh

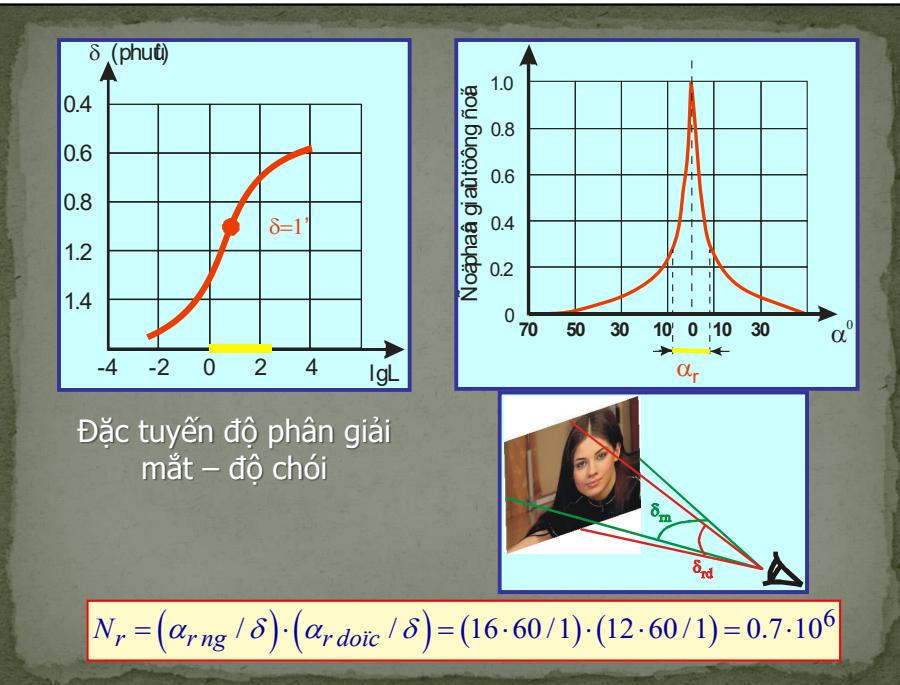
Trong truyền hình độ phân giải tính theo số dòng trên một ảnh



Khả năng phân biệt chi tiết (độ phân giải) của mắt người phụ thuộc vào mật độ tệp bào cảm quang trên võng mạc và xác định bởi góc nhìn nhỏ nhất δ



δ là góc nhìn nhỏ nhất tạo ra bởi hai điểm sáng nằm rải rác trên nền tối và mắt người quan sát, khi người quan sát còn thấy chúng nằm rời nhau.



➤ **Lựa chọn số dòng trong hệ thống truyền hình**
 Số điểm ảnh tối đa mà mắt người có thể phân biệt được trong "góc nhìn rõ" là $N_r \sim 700\ 000$ điểm

Số điểm thể hiện được trên màn hình máy thu là:

$$N = k \cdot z^2$$

Để có được N_r chi tiết trong ảnh, số điểm truyền đi phải là:

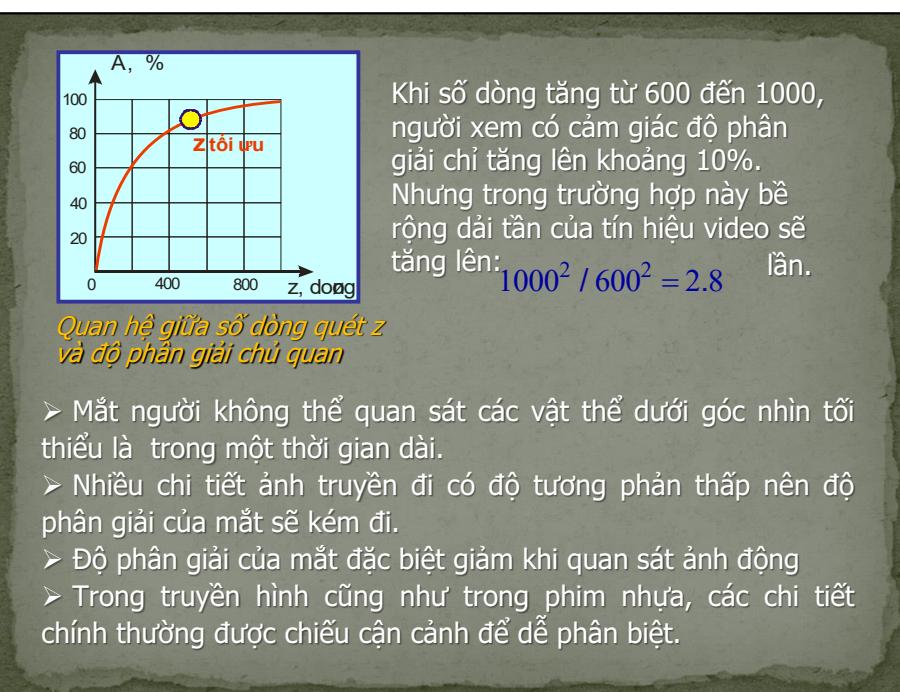
$$N \geq 2N_r$$

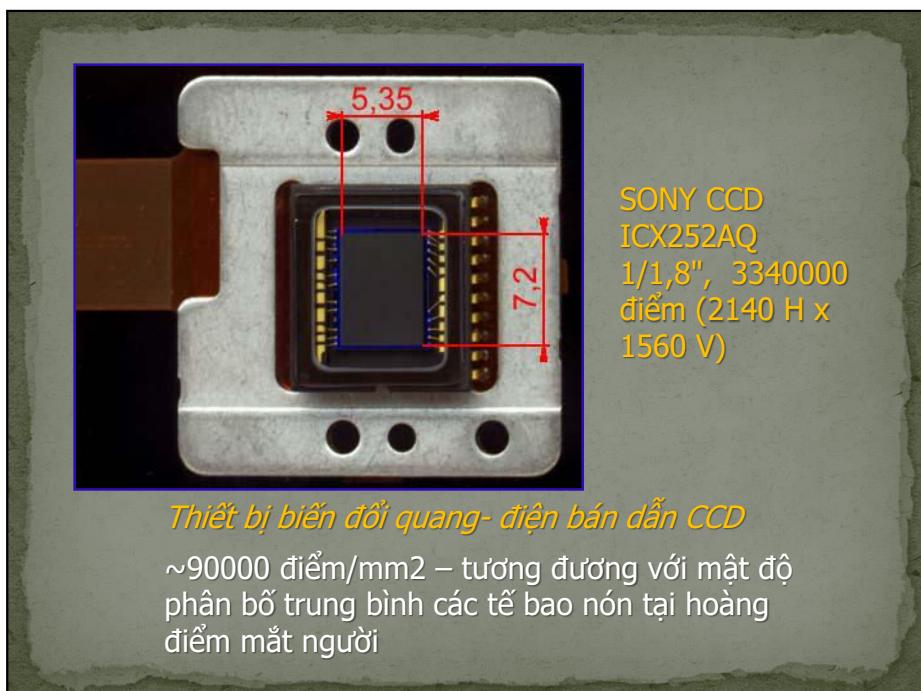
Số dòng cần truyền trong 1 ảnh sẽ là:

$$N = k \cdot z^2 \geq 2N_r$$

$$z \geq \sqrt{2 \cdot N_r / k} \approx 1024 \text{ dong}$$

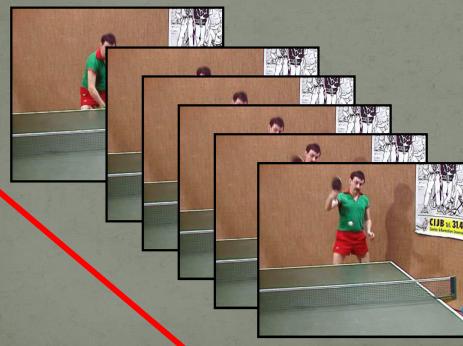
Trong hệ truyền hình tương tự SECAM, số dòng quét là 625
 Số điểm tối đa trong một ảnh là: $N = k \cdot z^2 \approx 520833$





➤ Khả năng lưu ảnh của mắt và tần số hình

Khả năng lưu ảnh của cơ quan thị giác cho phép thay hình ảnh chuyển động liên tục bằng chuỗi ảnh rời rạc. Tần số lặp lại nhỏ nhất của chuỗi ảnh mang pha chuyển động là 10-15 ảnh/giây.



Chuyển động sẽ
không bị giật nếu
tần số ảnh là 10-
15 ảnh/giây



5
fr/s



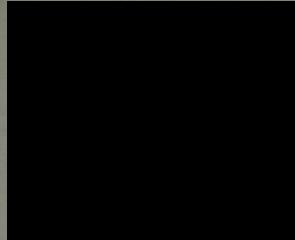
10
fr/s



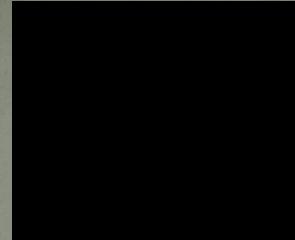
15
fr/s



25
fr/s



10 ảnh/giây

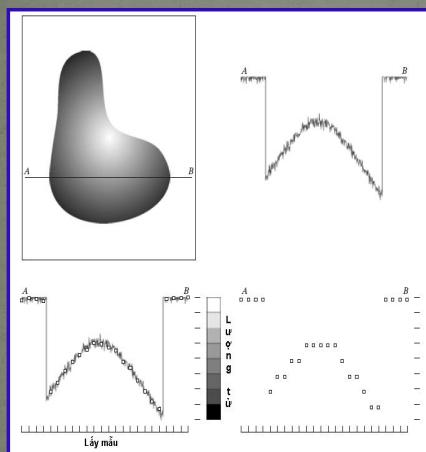


25 ảnh/giây

Nguồng nhấp nháy thay đổi
theo độ chói trung bình và
độ tương phản của hình ảnh

Mức xám 128 và 100

❖ Số hóa tín hiệu hình ảnh



Lấy mẫu tín hiệu: tín hiệu liên tục theo thời gian được chia ra thành nhiều đoạn bằng nhau. Theo định lý lấy mẫu Nyquist, nếu tần số lấy mẫu lớn hơn (hoặc bằng) hai lần tần số lớn nhất trong phổ tín hiệu tương tự, thì tập hợp các mẫu rời rạc nhận được hoàn toàn xác định tín hiệu đó.

Lượng tử hóa được thực hiện bằng cách tìm giá trị mức lượng tử gần giống nhất với giá trị thực của mẫu và gán giá trị này cho mẫu ảnh.

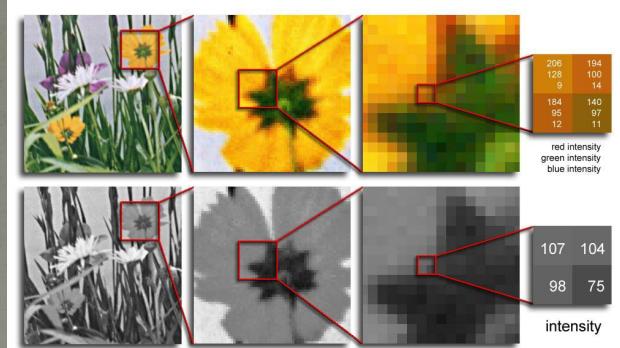
Mã hóa các giá trị rời rạc bằng mã nhị phân



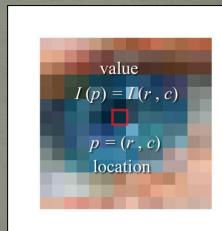
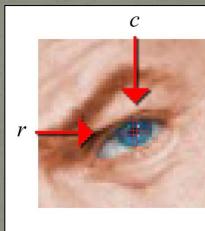
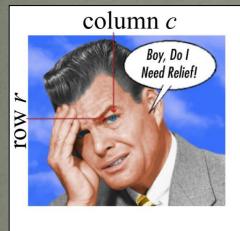
Với chip cảm biến CCD, tín hiệu hình ảnh đã được rời rạc trong không gian hai chiều. Cấu trúc khung lấy mẫu hai chiều phụ thuộc vào phương pháp phân bố các điểm cảm quang theo chiều ngang và chiều dọc trên bề mặt CCD. Chất lượng ảnh số nhận được phụ thuộc vào số lượng điểm ảnh cũng như số mức lượng tử được sử dụng trong quá trình mã hóa.

Ảnh số

Mỗi pixel (điểm ảnh) chỉ chứa 1 màu duy nhất



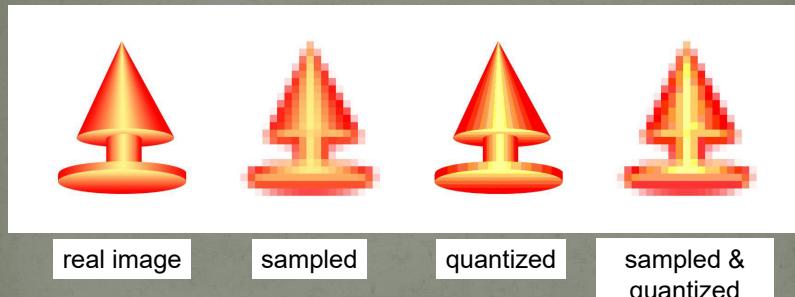
Tọa độ Pixel: $p = (r, c)$



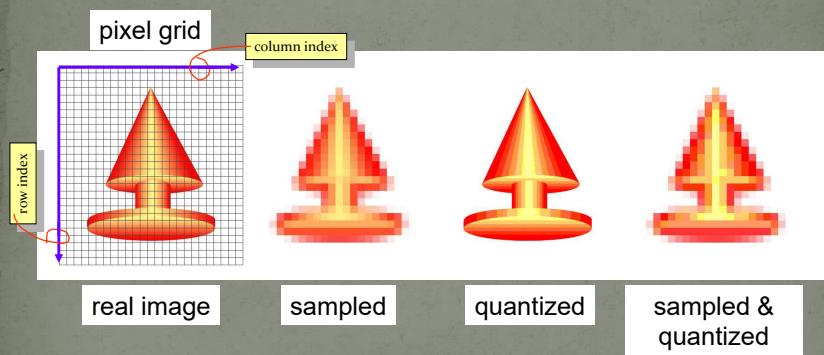
Giá trị độ chói của pixel : $I(p) = I(r, c)$

Điểm ảnh : [$p, I(p)$]

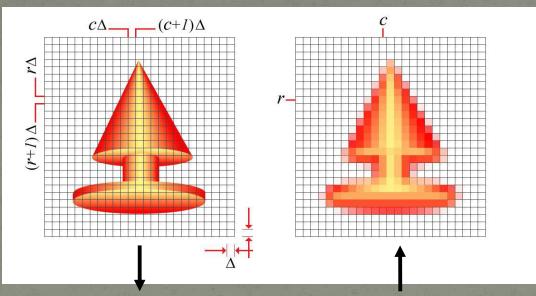
Lấy mẫu và lượng tử



Lấy mẫu và lượng tử



Sampling



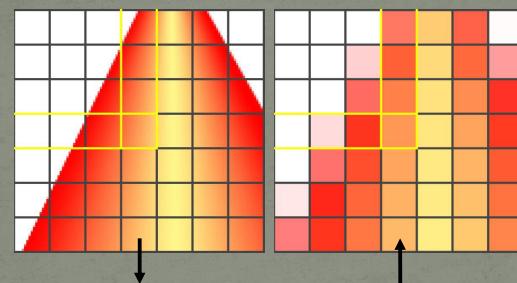
Ảnh tương tự

$$I_S(r, c) = \frac{1}{\Delta^2} \int_{r\Delta}^{(r+1)\Delta} \int_{c\Delta}^{(c+1)\Delta} I_C(\rho, \chi) \delta\rho \delta\chi$$

Ảnh đã lấy mẫu

Tìm giá trị độ chói trung
bình trong mỗi pixel

Sampling

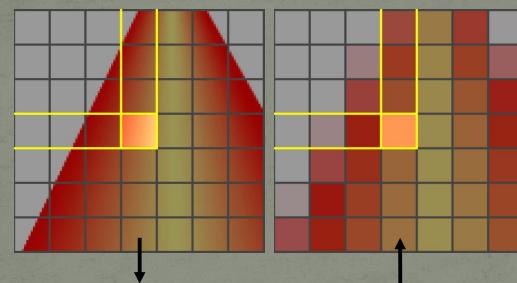


continuous image

$$I_S(r, c) = \frac{1}{\Delta^2} \int_{r\Delta}^{(r+1)\Delta} \int_{c\Delta}^{(c+1)\Delta} I_C(\rho, \chi) \delta\rho \delta\chi$$

sampled image

Sampling



continuous image

$$I_S(r, c) = \frac{1}{\Delta^2} \int_{r\Delta}^{(r+1)\Delta} \int_{c\Delta}^{(c+1)\Delta} I_C(\rho, \chi) \delta\rho \delta\chi$$

sampled image

Để biến đổi tín hiệu Video tương tự thành tín hiệu Video số ta có thể dùng 2 phương pháp sau:

- **Phương án 1:** Biến đổi trực tiếp tín hiệu màu tổng hợp NTSC, PAL, SECAM (video tổng hợp) ra tín hiệu số
- **Phương án 2:** Biến đổi riêng từng tín hiệu thành phần (tín hiệu chói Y, tín hiệu R-Y và B-Y hoặc các tín hiệu màu cơ bản R, G, B) ra tín hiệu số và truyền đồng thời theo thời gian hoặc ghép kênh.

Tín hiệu **video tổng hợp** được lấy mẫu **trực tiếp** với tần số là bội số của tần số sóng mang phụ f_s (sóng mang màu). Với hệ **PAL**, tần số lấy mẫu sẽ là **3 f_s** (**13,3 MHz**) hoặc **4 f_s** (**17,7 MHz**).

Trong hệ thống số hóa tín hiệu **video thành phần**, ba tín hiệu **R, G, B** hoặc thành phần chói **Y** và hai tín hiệu màu **R-Y, B-Y** sẽ được lấy mẫu với tần số đáp ứng định lý Nyquist và là bội số của tần số dòng theo cả 2 tiêu chuẩn 525 và 625 dòng/ ảnh.

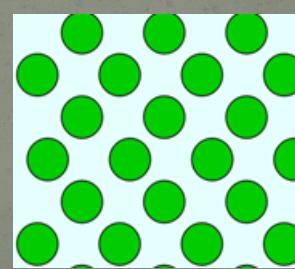
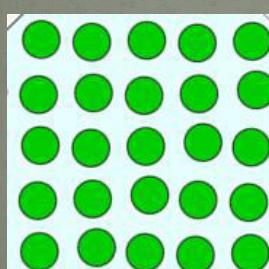
Theo **CCIR-601**, tần số lấy mẫu là **13,5 MHz**. Số bit để mã hóa tín hiệu video là 8 hoặc 10 bit.

Cấu trúc trực giao:

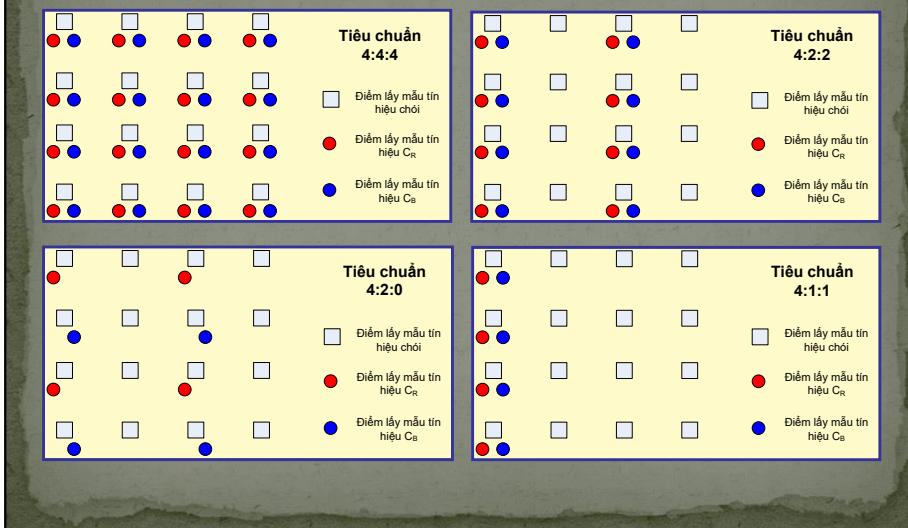
Đối với cấu trúc trực giao, các mẫu trên các dòng kề nhau được sắp xếp thẳng hàng theo chiều đứng. Cấu trúc này là cố định theo cả hai fields của frame.

Cấu trúc quincunx dòng:

Đối với cấu trúc quincunx dòng, các mẫu trên các dòng kề nhau sẽ lệch nhau nửa chu kỳ lấy mẫu.



Các tiêu chuẩn lấy mẫu video thành phần: tiêu chuẩn 4:4:4, 4:2:2, 4:2:0, 4:1:1.



Ảnh số kích thước $M \times N$, M và N là số nguyên dương. Số lượng mức xám có thể gán cho 1 điểm ảnh (L) được lựa chọn sao cho $L = 2^k$ k là số nguyên dương.

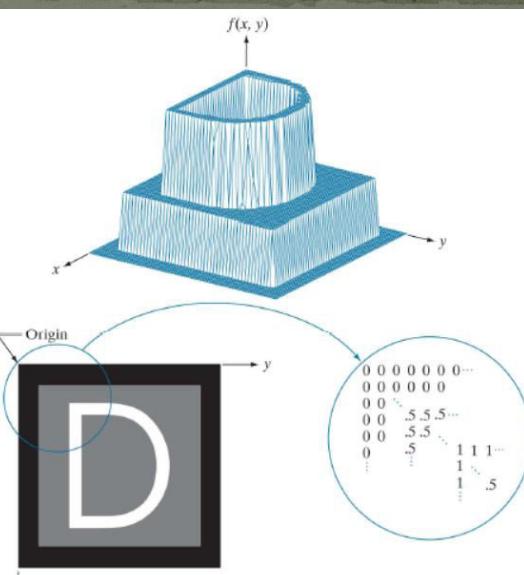
Như vậy, số lượng bits được sử dụng để biểu diễn 1 ảnh số sẽ được xác định theo công thức: $b = M \times N \times k$.

Ví dụ: ảnh số hiển thị trên màn hình VGA với độ phân giải 640x480 điểm, số lượng các mức xám là 256 (8 bits/mẫu) có thể được lưu lại trong bộ nhớ có kích thước M bằng:

$$M = 640 \times 480 \times 8 = 2457600 \text{ bits.}$$

Tín hiệu video được số hóa theo thành phần với $f_s = 13.5 \text{ MHz}$, 8 bits/mẫu, theo chuẩn 4:2:2 sẽ tạo ra luồng bits tốc độ:

$$M = 13.5 \cdot 8 \cdot 2 = 216 \text{ Mbps}$$



❖ Lý thuyết toán ứng dụng trong xử lý ảnh và video số

Hệ thống xử lý số tuyển tính và bắt biên cho đáp ứng như sau:

$$y(m,n) = \sum_{l=0}^{N-1} \sum_{k=0}^{N-1} x(l,k) h(m-l; n-k)$$

hay $y(m,n) = x(m,n) \otimes h(m,n)$

Các toán tử không gian

Cắt biến đổi Fourier liên tục 2 chiều
thuận và nghịch

Phổ biên độ, phổ pha và phổ công
suất cho tín hiệu hai chiều:

$$F(u,v) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x,y) e^{-j2\pi(ux+vy)} dx dy$$

$$f(x,y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(u,v) e^{j2\pi(ux+vy)} du dv$$

$$|F(u,v)| = [R^2(u,v) + I^2(u,v)]^{1/2}$$

$$\Phi(u,v) = \arctg \left[\frac{I(u,v)}{R(u,v)} \right]$$

$$P(u,v) = |F(u,v)|^2 = R^2(u,v) + I^2(u,v)$$

Cắt biến đổi Fourier rời rạc 2 chiều
thuận và nghịch

$$F(u,v) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) e^{-j2\pi \left(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N} \right)}$$

$$f(x,y) = \frac{1}{MN} \sum_{u=0}^{M-1} \sum_{v=0}^{N-1} F(u,v) e^{j2\pi \left(\frac{ux}{M} + \frac{vy}{N} \right)}$$

$$F(0,0) = \sum_{x=0}^{M-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)$$

Để thành phần một chiều của phổ
nằm tại trung tâm của ảnh, chúng ta
phải thực hiện dịch phổ trong không
gian hai chiều

$$f(x,y)(-1)^{x+y} \leftrightarrow F\left(u - \frac{M}{2}; v - \frac{N}{2}\right)$$

Phạm vi dài động (khoảng biến thiên)
của giá trị các hệ số khai triển Fourier
có thể cao hơn nhiều so với giá trị của
thành phần chói. Vì vậy, để ảnh phổ
hiển thị rõ hơn trên màn hình, đôi khi
người ta biến đổi các giá trị phổ theo
hàm logarit như sau:

$$D(u,v) = c \log [1 + |F(u,v)|]$$

Sáng t3 27/
báo nghỉ tu
sau

Tính chất của biến đổi Fourier

$$f(x, y) \Leftrightarrow F(u, v)$$

$$f(x - x_0, y - y_0) \Leftrightarrow F(u, v) e^{-j2\pi\left(\frac{x_0 u}{M} + \frac{y_0 v}{N}\right)}$$

$$f(x, y) e^{j2\pi\left(\frac{u_0 x}{M} + \frac{v_0 y}{N}\right)} \Leftrightarrow F(u - u_0, v - v_0)$$

Dịch tần số $F(0,0)$ về tâm ảnh (vị trí $M/2, N/2$)

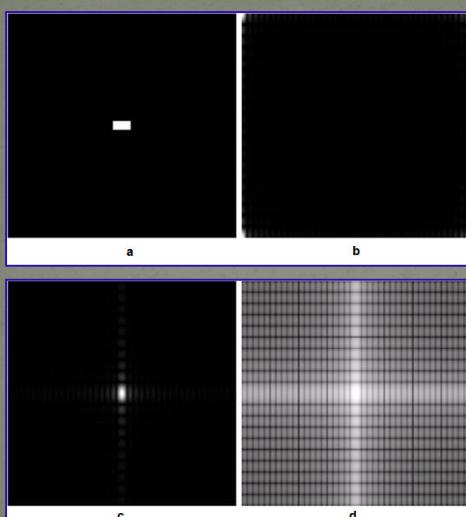
$$u_0 = \frac{M}{2}; v_0 = \frac{N}{2}$$

$$e^{j2\pi\left(\frac{u_0 x}{M} + \frac{v_0 y}{N}\right)} = e^{j2\pi\left(\frac{x}{2} + \frac{y}{2}\right)} = e^{j\pi(x+y)} = (-1)^{x+y}$$

$$f(x, y)(-1)^{x+y} \Leftrightarrow F\left(u - \frac{M}{2}, v - \frac{N}{2}\right)$$

Tạo ảnh đen-trắng có một chi tiết hình chữ nhật, màu xám trên nền trắng. Tìm phổ Fourier 2 chiều cho ảnh trên. Loại bỏ một số thành phần cao tần trong phổ của ảnh gốc, sử dụng biến đổi Fourier nghịch để khôi phục lại ảnh. So sánh ảnh gốc và ảnh khôi phục được. Chứng minh công thức sau:

$$f(x, y)(-1)^{x+y} \Leftrightarrow F\left(u - \frac{M}{2}, v - \frac{N}{2}\right)$$



Phổ Fourier của
hình ảnh 2D