

Cours de traitement d'images



DR. TIDJANI AMINA

UNIVERSITE ELCHAHID HAMMA LAKHDER

ELOUEAD

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

EMAIL : tidjani-amina@univ-eloued.dz

Table des matières



I - Perception de la couleur	3
1. Colorimétrie	3
2. Lumière et couleur dans la perception humaine	3
2.1. Lumière	4
2.2. L'objet	4
2.3. L'œil humain	5
3. Synthèse de la couleur	5
3.1. Synthèse additive	5
3.2. Synthèse additive	5
4. Systèmes de représentation de la couleur	6
4.1. Espace RVB / RGB	6
4.2. Espace HLS (TLS)/ HSV	6
4.3. Espace XYZ	8
5. Stratégies de traitement de l'image couleur	9
5.1. Stratégie marginale	9
5.2. Stratégie vectorielle	9

Perception de la couleur

I

Dans ce cours on présente un aperçu sur le principe de la colorimétrie; la perception humaine de la couleur, la synthèse de la couleur ainsi que les systèmes adoptés pour la représentation de la couleur dans un espace à 3 dimensions.

1. Colorimétrie

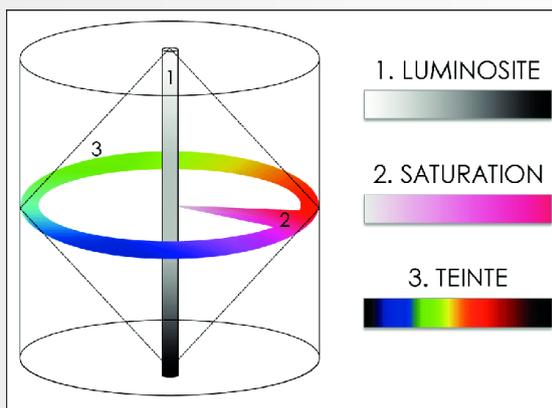
Définition

La colorimétrie est la science qui permet de déterminer les **propriétés** d'un objet en fonction de sa **couleur**. C'est un ensemble des techniques qui permettent la définition, la mesure, la comparaison et d'une manière générale, l'étude des couleurs.

Fondamental

Les couleurs sont caractérisées par:

- Teinte(Hue) : déterminée par la longueur d'onde dominante (rouge, jaune, pourpre, ...).
- Saturation : proportion de couleur chromatiquement pure contenue dans la couleur.
- Luminance (Lightness) ou clarté : intensité de la lumière que la couleur émet ou réfléchit.



Paramètres de la couleur

2. Lumière et couleur dans la perception humaine

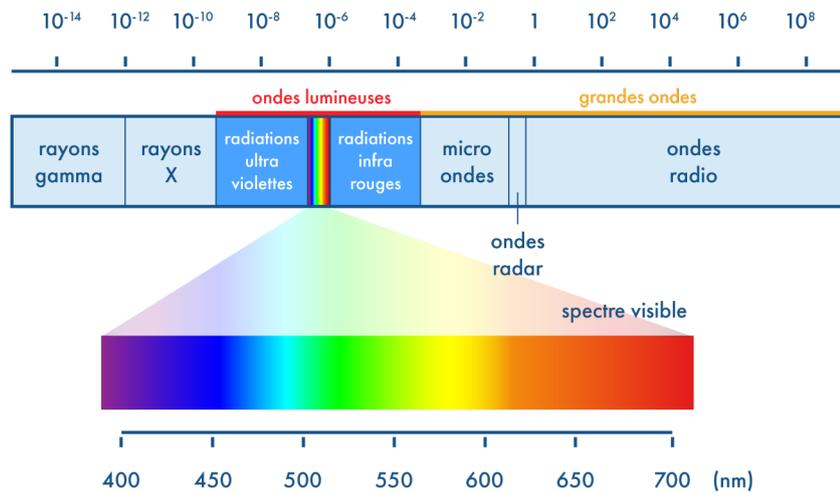
La notion de couleur est subjective, elle résulte de la perception de la lumière des différentes longueurs d'onde qui constituent la lumière visible par le système visuel humain.

2.1. Lumière

🔑 Définition

Les longueurs d'onde du spectre visible s'étendent de 380 à 780 nm.

👉 Exemple



Longueur d'onde du spectre visible

🌸 Fondamental

Ce spectre s'étale du violet à partir de 380 nm à 450 nm, au bleu de 450 à 490 nm, au vert de 500 nm à 570 nm, au jaune de 570 nm à 590 nm, à l'orange de 590 nm à 650 nm, au rouge de 650 nm à 780 nm.

Pour caractériser une lumière monochromatique, qui peut être détectée par l'œil humain, on doit connaître sa longueur d'onde λ et sa luminance L .

2.2. L'objet

🌸 Fondamental

La lumière qui éclaire un objet sera modifiée de multiples façons et dans des directions diverses. La résultante de cette distribution de lumière nous donne l'impression visuelle que nous avons sur ce produit.

- **L'absorption** de la lumière par l'échantillon
- **La transmission** : la lumière traverse l'échantillon
- **La réflexion** : la lumière est réfléchi sur la surface de l'échantillon dans une direction qui est telle que l'angle de réflexion est égale à l'angle d'incidence. (réflexion spéculaire)
- **La dispersion** : la lumière se réfléchit sur la surface dans toutes les directions.

Un corps qui absorbe toutes les radiations nous apparaît noir et un corps qui réfléchit toutes les radiations nous paraît blanc. Les radiations qui ne sont pas absorbées sont réfléchies ou transmises par l'objet et donc visibles par les observateurs.

2.3. L'œil humain

Fondamental

La perception visuelle est le résultat de l'interprétation faite par le cerveau, de la lumière perçue par les yeux, lumière modifiée et transmise par les objets ou directement émise par les sources de lumière. L'œil n'est pas sensible de la même façon à toutes les radiations du spectre visible.

3. Synthèse de la couleur

La synthèse de la couleur consiste à reproduire l'ensemble des couleurs visibles à partir d'un petit nombre de couleurs, appelées couleurs primaires. On distingue deux types de synthèse, la synthèse additive et la synthèse soustractive.

3.1. Synthèse additive

Fondamental

La synthèse additive est la construction des couleurs par addition de sources lumineuses comme les télévisions, les écrans...

Les 3 couleurs primaires de la synthèse additive sont le rouge (R), le vert (V) et le bleu (B). L'absence de lumière ($R=V=B=0$) donne le noir.

3.2. Synthèse additive

Fondamental

La synthèse additive est la construction des couleurs par addition de sources lumineuses comme les télévisions, les écrans...

Les 3 couleurs primaires de la synthèse additive sont le rouge (R), le vert (V) et le bleu (B). L'absence de lumière ($R=V=B=0$) donne le noir.

4. Systèmes de représentation de la couleur

4.1. Espace RVB / RGB

Fondamental

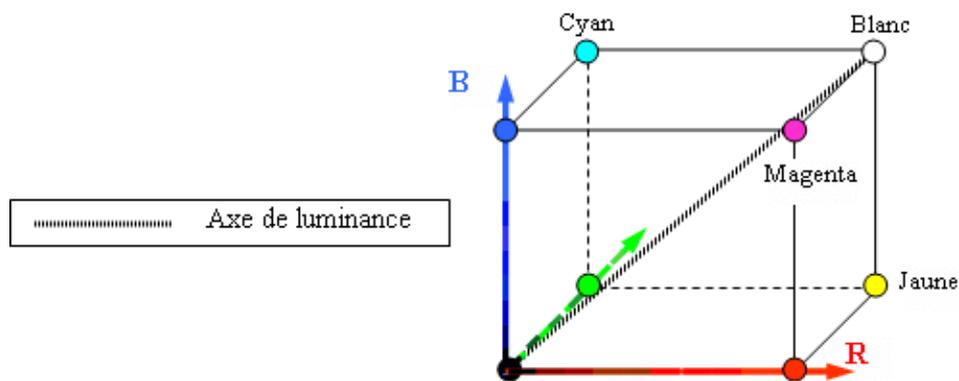
C'est l'espace le plus couramment utilisé. L'espace RVB (Rouge Vert Bleu) ou RGB (Red Green Blue) est basé sur la synthèse additive. La télévision, les caméras et les moniteurs des ordinateurs utilisent ce système lors de l'affichage et de l'acquisition des images. Chaque couleur est représentée par 3 valeurs qui sont les quantités de rouge, de vert et de bleu qu'elle contient. Les valeurs sont comprises entre 0 et 1 (valeurs normalisées), ou 0 et 255 lors du codage des couleurs sur 8 bits par exemple : (0,0,0) = noir, (1,1,1) = blanc, (1,0,0) = rouge, (0,1,0) = vert, (0,0,1) = bleu, (0,1,1) = cyan, (1,0,1) = magenta, (1,1,0) = jaune.

On représente souvent l'espace RVB comme un cube de dimensions 1x1x1, placé à l'origine d'un repère à trois dimensions dont les axes indiquent la quantité de Rouge, de Vert et de Bleu. Chaque couleur correspond à un point C de coordonnée (Rc, Vc, Bc) situé dans le cube. Les couleurs Rouge, Vert, Bleu, Cyan, Magenta, Jaune, Noir et Blanc sont situées aux sommets du cube. Le Noir (0,0,0) est situé à l'origine du repère.

Les couleurs primaires sont situées sur les 3 axes à la distance 1. La diagonale principale du cube est une droite tracée entre l'origine (0,0,0) et le point (1,1,1). Les couleurs situées sur cette ligne ont des quantités égales de Rouge, de Vert, et de Bleu. Ce sont donc les différents niveaux de gris, variant du Noir en (0,0,0) au Blanc en (1,1,1). Cependant, il est difficile de faire une idée de la luminosité dans ce mode colorimétrique :

$$L = 0,3R + 0,59G + 0,11B$$

Exemple



Espace RVB

4.2. Espace HLS (TLS)/ HSV

Fondamental

TLS (Teinte, Luminance, Saturation) ou HSV (Hue, Saturation, Value) ou HLS (Hue, Luminance, Saturation) espace qui permet de décomposer une couleur en trois composantes plus intuitives qui sont la teinte (Hue), la saturation et la luminance (Value). Il se base sur la décomposition de la couleur en une couleur pure du spectre de l'arc en ciel à laquelle est ajoutée un gris (addition de R,V,B à parts égales).

<p>La teinte indique la couleur pure qui est prépondérante dans la couleur. Les teintes peuvent-être représentées par un angle sur un cercle.</p>	
<p>La saturation correspond à la proportion de couleur pure. Elle varie entre 0 et 1. S=0 : gris ; S=1 : couleur pure Plus la saturation est faible plus la couleur est délavée. Plus la saturation est élevée, plus la couleur est vive.</p>	
<p>La luminance caractérise l'intensité totale du point lumineux coloré.</p>	

Complément

L'ensemble des couleurs représentables dans l'espace HLS est délimité par deux cônes ayant la même base. Pour une luminance donnée les couleurs sont situées sur un disque.

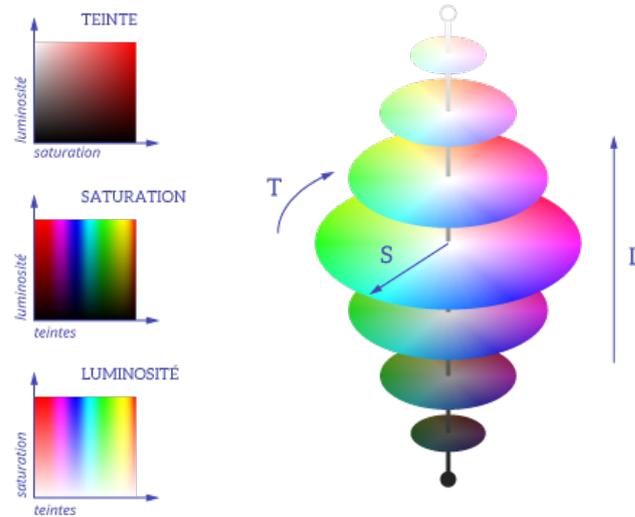
Si on fixe une teinte, et qu'on fait varier la saturation, on se déplace sur un rayon du disque. La surface du cône contient l'ensemble des couleurs pures. L'axe du cône contient les gris du noir au blanc. Les formules de passage entre l'espace HLS et l'espace RVB :

$$L = \frac{1}{3}(R + G + B)$$

$$S = 1 - \frac{3}{R + G + B} \min(R, G, B)$$

$$H = \arccos\left(\frac{0,5(R - G) + 0,5(R - B)}{\sqrt{(R - G)^2 + (R - B)(G - B)}}\right)$$

Exemple



Espace HSV

4.3. Espace XYZ

Fondamental

C'est un espace qui permet de représenter toutes les couleurs et qui distingue la luminance de la chrominance. Il est défini à partir d'une transformation linéaire sur l'espace (RGB) telle que toutes les couleurs du spectre visible soient contenues dans le triangle (XYZ) par :

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 2,76 & 1,75 & 1,13 \\ 1 & 4,59 & 0,06 \\ 0 & 0,05 & 5,95 \end{bmatrix}$$

Remarque

Toutes les couleurs visibles peuvent s'exprimer comme l'addition de 3 composantes positives X, Y, et Z.

- Y ne contient que l'information de luminance perçue : on additionne R, V, B avec des proportions de 30%, 59%, 11% qui tiennent compte de la sensibilité de l'œil, bien plus importante pour le vert que pour le rouge et le bleu.
- Les gris correspondent aux points tels que X=Y=Z.

5. Stratégies de traitement de l'image couleur

5.1. Stratégie marginale

Fondamental

Cette stratégie consiste à traiter chaque composante séparément en utilisant des traitements mono-composantes. L'intérêt de cette approche est de n'utiliser que des traitements scalaires. Toutes les méthodes définies en imagerie en niveaux de gris sont alors directement exploitables.

5.2. Stratégie vectorielle

Fondamental

L'alternative à la stratégie marginale est la stratégie vectorielle qui traite de manière globale l'ensemble des composantes. L'intérêt de cette approche se situe également dans le fait qu'elle ne nécessite qu'un seul traitement, quel que soit le nombre de composantes. Cet avantage doit être pondéré par une complexité accrue de ce seul traitement.