

Traitement d'image (UE4 TIN 806U)  
Contenu du cours

**Partie A : Fondements (le cadre théorique)**

**Thème 1 – Formation et représentation spatiale des images 2D**

- spectre électromagnétique, systèmes de vision et images
- représentation spatiale des images
- paramètres statistiques (histogrammes, moyenne, variance, entropie)

**Thème 2 — Formation et perception des couleurs**

- phénomène physique (interaction lumière matière, caractérisation de source et illuminants)
- phénomène physiologique (rétine, modèle de Hering, sensation de couleurs)

**Thème 3 — Modélisation et représentation des couleurs**

- bases de colorimétrie (expérience de mise en correspondance, lois de Grassman)
- capture d'une distribution spectrale d'énergie par le SVH
- système de référence CIE et diagramme chromatique
- autres systèmes de couleur (orientés matériel, uniformes, perceptuels)

**Thème 4 — Représentation fréquentielle des images 2D**

- représentation fréquentielle d'un signal (motivations, principe, spectres d'amplitude et de phase)
- transformée de Fourier continue 2D
- application aux images 2D (discrètes et finies)
- mise en œuvre d'un traitement fréquentiel

**Thème 5 — Discrétisation et reconstruction d'une image continue**

- échantillonnage et quantification d'une image
- reconstruction d'image (produit de convolution et théorème de convolution, filtres de reconstruction)
- aliasing (théorème de Nyquist-Shannon et fréquence de coupure)
- application à l'agrandissement d'image (filtre de Mitchell-Netravali)

**Partie B : Les transformations d'image (la boîte à outils)**

**Thème 1 — Principes généraux et transformations ponctuelles**

- caractéristiques des transformations (ponctuelles/locales/globales, prédéfinies/adaptatives, marginales/vectorielles)
- transformations ponctuelles (graphe, inversions, seuillages)

**Thème 2— Filtrage fréquentiel**

- principales représentations (Fourier, DCT, ondelettes)
- principe et caractéristiques du filtrage fréquentiel (passe-bas, passe-haut, passe-bande, rejet de bande, rejet d'encoche)
- mise en pratique (filtre idéal, gaussien, de Butterworth)
- filtrage anisotrope, images couleurs

**Thème 3 — Transformations morphologiques**

- principe des transformation morphologiques ensemblistes (éléments structurants, primitives morphologique)
- ouvertures et fermetures
- extensions aux images monochromes (superposition des coupes, généralisation des primitives)
- propriétés des transformations morphologiques
- images couleur

**Thème 4 — Convolution discrètes 2D**

- mise en œuvre d'une convolution discrète (noyau, balayage, traitement des bords)
- optimisation : séparabilité, récursivité

**Thème 5 — Détection de contours**

- caractérisation des contours (globale, locale, méthodes dérivatives)
- détection de contour et méthodes dérivatives
- opérateurs de dérivation d'une image 2D discrète (dérivées partielles, opérateurs dédiés détection, filtrage optimal, laplacien discret 2D)
- construction de l'image des contours (maximums globaux et locaux du gradient, zéros du Laplacien, seuillages, algorithme de Canny)

## Thème 6 — Transformations géométriques et déformations

- principes généraux de mise en œuvre (homéomorphismes, transformations directes ou inverses)
- exemples de mise en œuvre de transformations inverses (cisaillement, rotations, distorsion : tourbillon)
- autres cas de déformation (déformations libres, morphing)

### Partie C : Applications (méthodes et cas concrets)

#### Thème 1 — Quantification d'image

- objectifs et principes de mise en œuvre
- uniforme (choix des représentants des classes, loi de Weber-Fechner, prétraitement log ou en loi de puissance, images couleur)
- quantification adaptative d'image monochrome (quantification optimale et sous-optimale, algorithme de Lloyd-Max)
- quantification adaptative d'image couleur (problème de l'optimalité NP-complet, heuristiques, coupe médiane)
- tramage (régulier, seuillage matriciel, diffusion d'erreur)
- images à grande gamme de dynamique (HDR)

#### Thème 2 — Traitements de la clarté et du contraste

- caractéristiques psychovisuelles d'intensité (clarté, contraste)
- édition des caractéristiques psychovisuelles (transformations définies par leur graphe, transformations linéaires de niveaux de gris – *level*)
- rehaussement de contraste par normalisation et aplatissement d'histogramme
- égalisation d'histogramme (construction de la transformation, justification probabiliste, possibilités de paramétrage, utilisation d'un sous-domaine de l'image)
- amélioration du contraste local (égalisation locale d'histogramme, combinaison d'égalisations par régions)
- spécification d'histogramme (méthode de spécification par inversion d'histogramme cumulé, calcul de l'inversion, spécification automatique de l'histogramme cible)

#### Thème 3 — Traitements chromatiques

- caractéristiques chromatiques (formulation, modification)
- désaturation d'une image couleur
- équilibrage des canaux R, G et B
- rehaussement de contraste d'image couleur

- colorisation (pseudos et fausses couleurs, transferts de couleurs)

#### Thème 4 — Atténuation et accentuation de détails

- lissage (spatial ou fréquentiel, spatial gaussien, spatial adaptatif)
- rehaussement spatial de détails (suppression de flou, ajout de détails, combinaison par masque de flou)
- rehaussement fréquentiel de détails (filtrage homomorphique)
- rehaussement morphologique de détails

#### Thème 5 — Traitements basés sur la perception

- traitement cérébral de l'information visuelle (rôle du cortex visuel, perception relative des caractéristiques, loi du contraste simultané)
- constance de couleurs (adaptation chromatique, modèle diagonal, monde gris et modèle du max, préservation du canal vert)
- modèle rétinex (modèle de Land, transformation de base, multiéchelle et avec restauration de couleurs)

#### Thème 6 — Correction des variations d'éclairage

- traitement fréquentiel
- acquisition et suppression de la variation
- reconstruction du fond (par lissage, morphologique, par approximation de surface)

#### Thème 7 — Débruitage (1) : bruit périodique

- caractérisation dans le domaine de Fourier
- méthodes de filtrages du bruit (rejet de bande, rejet d'encoche, masque *ad hoc*)

#### Thème 8 — Débruitage (2) : bruit aléatoire

- bruit aléatoire en imagerie optique (caractérisation statistique du bruit aléatoire, bruit impulsif, méthodes de traitement)
- traitement du bruit additif gaussien (moyenne d'une suite d'image, filtres moyenneurs prédéfinis et adaptatifs, filtre bilatéral)
- bruit impulsif (principe des filtres d'ordre, filtres médian, médian pondéré, multimédian et médian adaptatif, images couleurs)

#### Thème 9 — Filtrage inverse (déconvolution)

- principe (modélisation de la dégradation, déconvolution)
- reconstruction de la dégradation (fonction d'étalement du point, acquisition, estimation)
- modélisation de la dégradation
- mise en œuvre concrète (restauration d'une image bruitée, filtre de Wiener)