



UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER
FACULTÉ DES SCIENCES

MASTER 2 - IMAGINE

Projet Image, sécurité et deep learning

Sujet 12 - Débruitage ou restauration d'images par CNN

*CR1 - Introduction du sujet et état de l'art de la restauration d'images
(sans CNN)*

[HAI918I]

*BES Jean-Baptiste
COMBOT Evan*

13/10/2024

[Lien GitHub de notre projet image](#)

1 Contexte du projet

Dans le cadre du projet de la matière Image, sécurité et deep learning, nous avons proposé comme sujet : La **restauration d'images** et plus particulièrement la **restauration d'images anciennes**.

La restauration d'images consiste à réparer, corriger ou améliorer des photographies ou des œuvres d'art visuelles endommagées par le temps ou par des événements imprévus tels que des dégradations volontaires ou des incendies. Elle peut s'appliquer aux photographies anciennes, afin de réparer les fissures, les déchirures, les tâches d'humidité et la décoloration, tout en préservant leur authenticité historique. Elle concerne également les œuvres d'art, qui peuvent s'altérer avec le temps, et permet de les restaurer. De plus, la restauration s'étend au cinéma et contribue à la préservation du patrimoine culturel.

2 Motivations

Étant tous les deux passionnés par l'image, nous trouvons que la restauration d'images est un domaine intéressant dans le champ de l'imagerie. Nous considérons qu'il est important de restaurer les images car cela permet de conserver des traces du passé historique mais également du passé familial ou d'événements passés avec des amis ou des proches lorsque les images ont été malheureusement dégradées par un événement ou par le temps. La restauration a un intérêt personnel mais également historique. La restauration d'images est également un sujet de discussions au sein des milieux de recherche en histoire, notamment autour des questions de colorisation et de débruitage des images anciennes, qui soulèvent des thématiques liées à l'authenticité et à l'éthique.

3 Les objectifs

Les objectifs principaux de ce projet sont :

1. Implémenter et analyser une méthode de restauration d'images sans CNN.
2. Implémenter et analyser une méthode de restauration d'images avec CNN.
3. Comparer les deux méthodes sur une base de données différente de celle utilisée en entraînement.
4. Développer un logiciel avec une interface afin de faciliter la manipulation des méthodes implémentées

Le but est d'avoir comme résultat final des images anciennes correctement restaurés et peut-être colorisés (car c'est une étape optionnelle) comme les exemples ci-dessous.

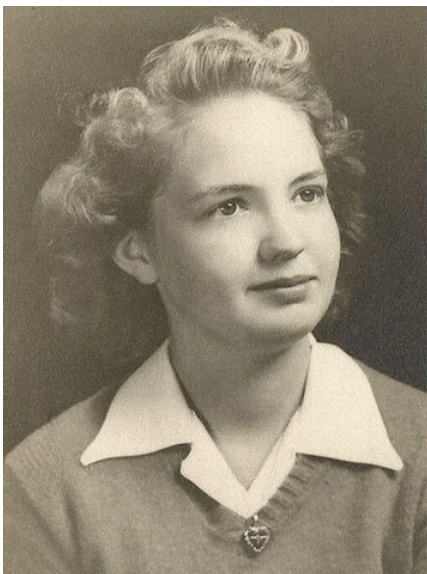


FIGURE 1 – Image originale



FIGURE 2 – Image restaurée et colorisée



FIGURE 3 – Image originale



FIGURE 4 – Image restaurée et colorisée



FIGURE 5 – Image originale



FIGURE 6 – Image restaurée et colorisée



FIGURE 7 – Image originale



FIGURE 8 – Image restaurée et colorisée

4 État de l'art (sans CNN)

La restauration d'images en traitement d'images est décomposée en trois parties :

1. Prétraitements
2. Traitements
3. Post-traitements

Les post-traitements ne sont pas obligatoires mais ils permettent d'obtenir un résultat plus soigné plutôt qu'un résultat brut obtenu directement après les pré-traitements et les traitements.

4.1 Prétraitements

4.1.1 Débruitage

Utilisation de filtres linéaires :

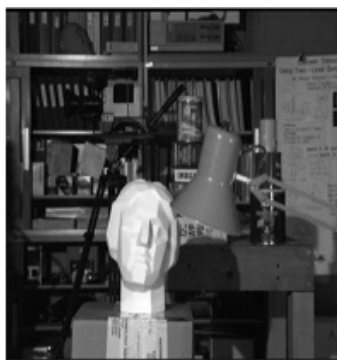
- Filtre Gaussien ou Médian

ou de filtres non linéaires :

- Filtre Bilatéral : Permet de réduire le bruit tout en préservant les contours.

4.1.2 Ajustement de l'intensité et du contraste

Permet de restaurer la clarté des images à l'aide de l'égalisation d'histogramme simple ou à l'aide de la méthode CLAHE (Contrast Limited Adaptive Histogram Equalization) qui est une méthode adaptative d'égalisation d'histogramme en calculant plusieurs histogrammes (chacun correspondant à une section de l'image) utilisés pour redistribuer les valeurs de la luminosité de l'image.



Initial Image



Histogram Equalized Image



Contrastive Limited Adaptive Equalized Image

FIGURE 9 – Comparaison des différentes méthodes

4.1.3 Augmentation des contours (optionnel)

Permet d'augmenter la netteté des contours que l'on souhaite préserver avant la restauration (des visages, des formes, des objets, etc...) de l'image en utilisant un filtre Laplacien ou "Unsharp Masking" par exemple.

4.2 Traitements

4.2.1 Inpainting

L'inpainting est une technique essentielle pour la restauration d'images anciennes, utilisée pour combler les zones manquantes, les rayures, les trous ou autres défauts présents dans l'image.

Plusieurs méthodes sont couramment utilisées pour l'inpainting :

- **Inpainting par diffusion** : Cette méthode classique consiste à prolonger les valeurs des pixels voisins dans les zones manquantes de manière progressive et fluide. Elle fonctionne bien pour des petites zones où les transitions doivent rester douces.
- **Inpainting par transport de texture (méthodes par patches)** : Cette approche remplit les zones endommagées en copiant et adaptant des parties saines de l'image (patches) pour recréer les textures manquantes. Elle est très efficace pour les images avec des motifs répétitifs ou des textures structurées.
- **Inpainting basé sur des modèles statistiques** : Cette technique utilise des modèles de probabilités pour prédire les valeurs manquantes en fonction des propriétés statistiques de l'image environnante. Elle permet de préserver efficacement la cohérence visuelle et les textures subtiles.

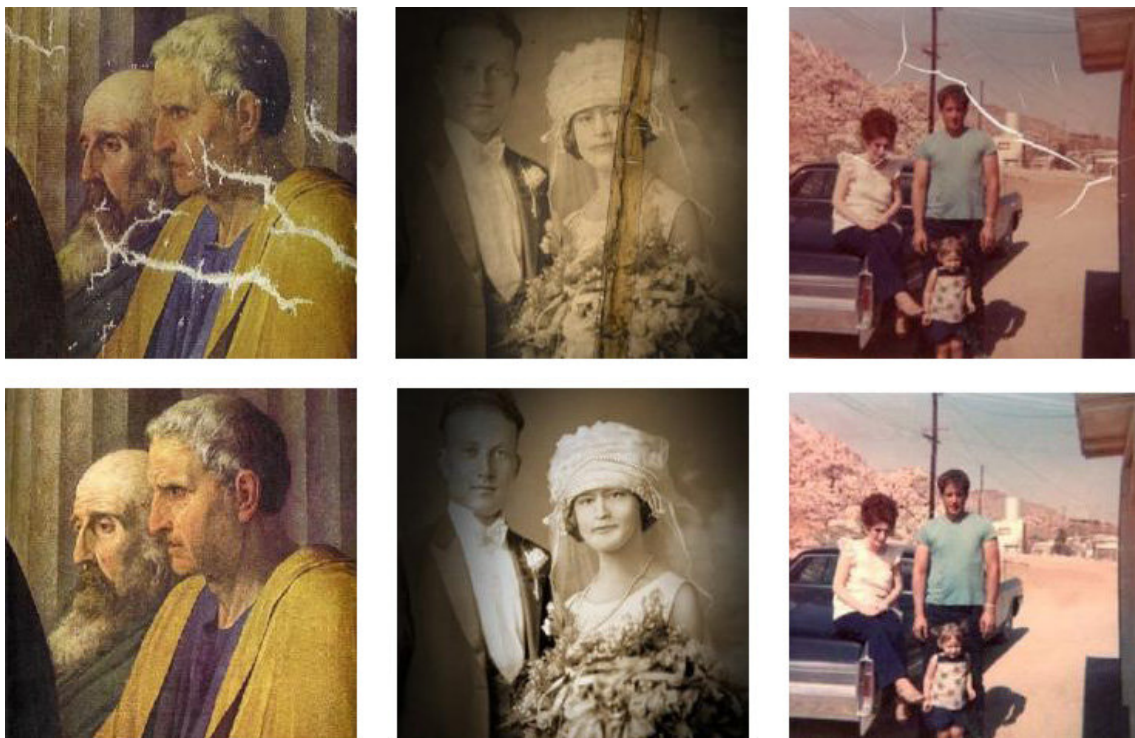


FIGURE 10 – Comparaison des différentes méthodes

4.2.2 Défloutage

Permet de restaurer la netteté d'une image dégradée par un flou optique ou de mouvement en utilisant soit le filtre de Wiener qui permet de supprimer le flou tout en atténuant le bruit ou la déconvolution qui permet d'inverser les effets de flou pour restaurer les détails perdus.

4.2.3 Filtrage morphologique (optionnel)

Comme l'inpainting, le filtrage morphologique permet de restaurer l'image. En revanche, cette méthode est plus adaptée pour des dégradations fines ou très peu grandes dans l'image.

4.3 Post-traitements

4.3.1 Augmentation des contours (optionnel)

La même chose que pour le prétraitement sauf qu'ici, on veut augmenter les contours d'une forme, d'un objet ou autre pour le mettre en valeur dans l'image finale.

4.3.2 Défloutage

La même chose que pour le traitement sauf qu'ici, ce défloutage est un défloutage final dans le but de n'avoir aucun flou dans l'image finale.

4.3.3 Égalisation d'histogramme (optionnel)

La même chose que pour le prétraitement sauf qu'ici, on cherche à égaliser l'histogramme de l'image finale.

4.3.4 Correction des couleurs (optionnel)

La correction des couleurs permet de rétablir des couleurs réalistes et cohérentes aux images anciennes.

Voici les principales méthodes utilisées pour la correction des couleurs :

- **Balance des blancs** : Cette méthode ajuste la température des couleurs dans une image pour corriger les dominantes de teintes. Cette méthode est efficace pour restaurer les images dont les couleurs semblent trop chaudes (teinte jaune) ou trop froides (teinte bleue).
- **Ajustement de la saturation** : L'ajustement de la saturation permet de corriger l'intensité des couleurs. Cette méthode augmente ou diminue la saturation pour rendre les couleurs plus vives ou plus naturelles en fonction du contexte de l'image.
- **Égalisation des couleurs (Color Equalization)** : Cette méthode permet de répartir uniformément les intensités de couleurs dans une image. Elle est similaire à l'égalisation d'histogramme mais s'applique spécifiquement aux couleurs ce qui permet d'améliorer l'apparence globale et la cohérence des teintes dans une image.
- **Utilisation de LUTs (Lookup Tables)** : Les LUTs permettent de transformer globalement les couleurs de l'image en appliquant une table de correspondance. C'est utilisé notamment lorsque l'image entière a subi une dégradation de teinte uniforme.

4.3.5 Transformations géométriques (optionnel)

Le but est d'appliquer des transformations géométriques à l'image en la redimensionnant, en la recadrant afin d'avoir une image finale belle et propre.

5 Planning prévisionnel

Notre planning prévisionnel, sur les semaines à venir est le suivant :

- **CR1** (semaine 1) : Recherche sur l'état de l'art de la restauration d'images sans CNN
- **CR2** (semaine 2 et 3) : Recherche sur l'état de l'art de la restauration d'images avec CNN et début d'implémentation d'une méthode de restauration d'images sans CNN.
- **CR3** (semaine 4) : Fin de l'implémentation de la méthode de restauration d'images sans CNN et poifinage de l'état de l'art pour la méthode avec CNN.

Références

- [1] Télécom Physique STRASBOURG. "Restauration d'images". In : (). URL : <https://images.icube.unistra.fr/index.php/Fichier:2-Restauration.pdf>.
- [2] Magudeeswaran VELUCHAMY et Bharath SUBRAMANI. "Image contrast and color enhancement using adaptive gamma correction and histogram equalization". In : *Optik - International Journal for Light and Electron Optics* 183 (2019), p. 329-337. URL : <https://doi.org/10.1016/j.ijleo.2019.02.054>.
- [3] Ziyu WAN et al. "Bringing Old Photos Back to Life". In : *arXiv preprint arXiv:2004.09484* (2020). Work done during internship at Microsoft Research Asia. URL : <https://arxiv.org/abs/2004.09484>.

Vous trouverez toutes les références utilisées durant ce projet dans le dossier *Ressources/Références* du dépôt Github.