

Etat de l'art : falsification d'images et détection d'images falsifiées

Marie Bocquelet, Daniel Blanchard, Arthur Villarroya-palau

Mars 2023

I Introduction

L'invention de la photographie en 1839 nous permet enfin d'obtenir une preuve du réel. Cependant, très rapidement, de nouvelles idées viennent en tête, en particulier des personnes qui sont au pouvoir : la falsification. En effet, les grands hommes cherchent à améliorer leur images, ou à véhiculer des informations fausses à travers les images afin de manipuler les populations. Cependant, ce n'est pas la seule utilisation du trucage des images. En effet, parfois cela peut être utilisé pour améliorer la qualité de ces images, ou alors à des fins artistiques. Cette thématique suppose de gros enjeux concernant tous les aspects de la vie. En effet, que ce soit dans le juridique, le politique, ou encore les réseaux sociaux, les fake news sont un fléau pour les populations actuelles. La base de la photographie qui est de prendre un moment réel figé dans le temps est détournée pour se transformer en tissus de mensonges. Nous allons alors remonter dans le temps pour voir comment ont évoluées les techniques de falsification d'images, mais aussi de voir comment palier aux usages néfastes de ces méthodes.

II Les techniques de falsification à travers le temps :

II.1 La falsification par la mise en scène :

Avant de savoir modifier les photographies en elles-mêmes, d'autres idées étaient mises en oeuvre afin de faire passer des messages. En effet, bien que ce ne soit pas de réelles modifications, une mise en scène "falsifiée" figée dans le temps par la photographie était l'une des premières techniques de falsification au milieu du 19^{ème} siècle. L'exemple le plus connu est celui de 1840, par Hippolyte Bayard qui souhaitait faire croire à son public à une noyade qui l'aurait tué :



Figure 1: Hippolyte Bayard mettant en scène sa propre mort

II.2 La falsification de photographies argentiques :

A l'époque, quand les images numériques n'existaient pas encore, certains moyens ont été mis en place pour pouvoir retoucher des photographies argentiques. Bien que très compliqué à réaliser, ces techniques étaient vraiment réalistes. L'une des méthodes de falsification de photos argentiques est la méthode du couper-coller. Celle-ci a pour but d'à partir de plusieurs photographies, en les découpant et en les collant ensemble sur une photographie finale il est possible de créer une toute nouvelle scène, qui en fait n'a jamais existé. Ci-dessous, un exemple très flagrant :



Figure 2: Image de Ulysse Grant qui est un composite de trois autres clichés

II.3 La falsification numérique :

Jusqu'à aujourd'hui, les méthodes de falsification d'images ont bien évoluées. En effet, depuis l'avènement du numérique, de nombreux logiciels de traitement d'images se sont développés tels que Gimp ou encore Paint. Il existe différents types de méthodes de falsification par le numérique. Nous allons les énoncer ci-dessous.

II.3.1 Les retouches d'images :

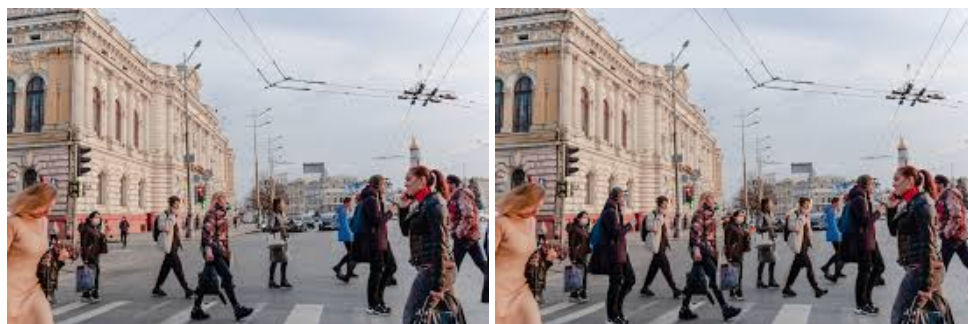
Bien que ce ne soit pas réellement de la falsification, les retouches d'images sont très fréquemment utilisées afin d'en améliorer la qualité, ou à des fins artistiques.



Figure 3: Exemple de retouche d'image

II.3.2 Le copier-déplacer :

Ce type de falsification consiste à modifier une image seulement à partir d'elle-même, sans aucun import depuis d'autres sources. D'où le fait que cette méthode fasse partie des types de falsification endogènes. Le but est de choisir une zone de l'image d'origine, de la copier et de déplacer la copie quelque part dans l'image sans que cela ne soit trop voyant. On peut voir ci-dessous un exemple de falsification par copier-déplacer fait par nous-même :



(a) Image originale

(b) Image falsifiée

II.3.3 Le copier-crée :

Ce type de falsification consiste à prendre une partie d'une image complètement différente de notre image originale, d'en prendre un morceau et de venir l'ajouter dans l'image que l'on souhaite modifier. Cette méthode fait partie de la classe des falsifications exogènes. Ci-dessous un exemple de copier-crée où la tête d'Abraham Lincoln a été collée à la place de la tête d'un homme politique John Calhoun :

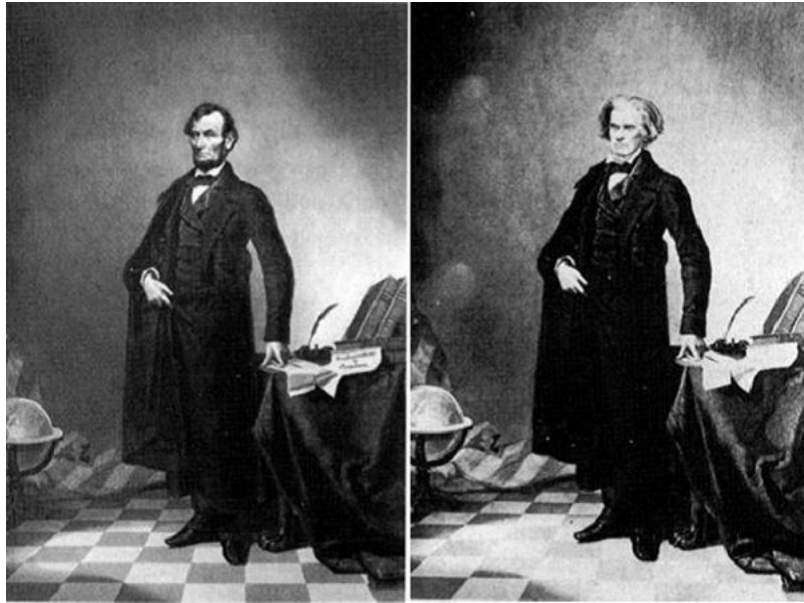


Figure 5: Exemple de copier-déplacer

II.3.4 Le splicing ou photomontage :

Le but de cette méthode est de créer une toute nouvelle image à partir de plusieurs autres images, d'où le nom de photomontage.



Figure 6: Exemple de photomontage

III Les méthodes de détection d'images falsifiées :

Il existe différentes méthodes de détection d'images falsifiées, de la recherche de point d'intérêts, en passant par les contours, jusqu'à la compression/décompression, tout est bon à prendre quand il s'agit d'obtenir la vérité.

III.1 Première étape : l'extraction de caractéristiques :

Il existe différentes manières d'extraire les caractéristiques d'une image.

III.1.1 La méthode par détection de points d'intérêt :

L'une des méthodes existantes est celle de la détection de points d'intérêt dans une image. Cette méthode est basée sur le fait de retrouver deux fois ou plus, exactement les mêmes points d'intérêt dans une image. Pour ceci, elle utilise l'algorithme SIFT. Il permet de détecter des points communs entre différentes zones d'une même image, ou alors entre deux images, sans prendre en compte l'échelle de chacune des images impliquées.

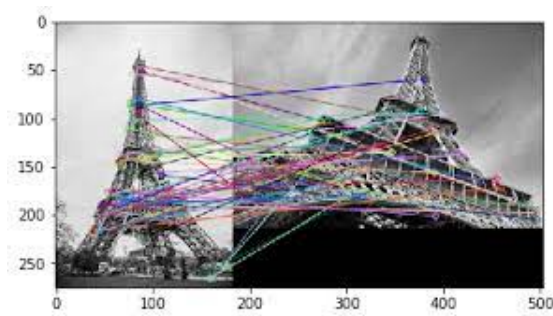


Figure 7: Exemple d'application de l'algo SIFT

III.1.2 Les méthodes par blocs :

L'image est subdivisée en régions rectangulaires, et pour chacune de ces régions, un vecteur caractéristique est calculé. Une fois les différents vecteurs de l'image obtenus, il suffit de les comparer entre eux et d'apparier ceux qui sont très proches voire même identiques. Les méthodes par bloc sont subdivisées en plusieurs méthodes différentes :

-**Par les moments** : chaque bloc est représenté par des invariants de flou. Ensuite, pour en déterminer la similarité, l'algorithme du Kd-Tree est utilisé;

-**Par réduction de la dimensionnalité** : bien que cette méthode ne s'applique qu'aux images en nuances de gris, celle-ci est très efficace puisqu'elle utilise l'analyse en composantes principales. En effet ce type d'analyse est capable de détecter des changements même mineurs au niveau du bruit généré lors de la modification de l'image. Dans le même style, nous pouvons également utiliser la décomposition en valeurs singulières, ou encore la transformation en ondelettes discrètes;

-**Par la fréquence** : Il y a bien entendu l'utilisation de la transformée de Fourier, mais il existe aussi d'autres méthodes, par exemple la transformation dyadique en ondelettes;

III.1.3 La méthode par compression JPEG :

Il est possible, à partir de certaines caractéristiques d'une image de savoir si elle a subi une compression JPEG ou non et avec quels paramètres. Si des traces de compression JPEG sont présentes, il est possible de les analyser pour voir si elles sont cohérentes par rapport à l'image dans son ensemble. Si il y a des discontinuités dans la grille JPEG, cela peut signifier qu'il y a eu des retouches sur l'image.

III.1.4 Autres méthodes :

Il existe de nombreuses autres méthodes de détection d'images falsifiées, en voici quelques exemples supplémentaires :

- Retrouver la source de l'image;
- Incohérence des données EXIF;
- S'intéresser à l'historique de la chaîne de traitement de l'image;

III.2 Deuxième étape : mise en correspondance

Afin de mettre en correspondance les données obtenues précédemment et de savoir si elles sont identiques ou non, il existe plusieurs manières de faire :

- Calcul de la distance euclidienne;
- Le Kd-Tree;
- Le tri lexicographique;

Mais il en existe encore beaucoup non énoncées ici.

IV La détection d'images falsifiées par copier-déplacer grâce aux réseaux de neurones et l'apprentissage profond :

Aujourd'hui, de nouveaux algorithmes sont en développement afin de pouvoir utiliser le deep learning dans la détection de falsification d'images. Ici, nous nous concentrerons seulement sur la falsification par copier-déplacer.

Le but dans le deep learning est d'entraîner un model afin qu'il définisse certains comportements adaptés à la tâche que nous souhaitons lui faire accomplir. Une fois le model pré-entraîné, il passe à la phase de test afin de voir si il arrive à détecter les zones falsifiées, et voir si il est précis. Plusieurs algorithmes ont déjà été mis en place concernant la falsification d'images par copier-déplacer comme celui de Rao et al. qui sont à l'origine d'un algorithme qui construit automatiquement une hiérarchie des images couleurs. D'autres algorithmes ont été créés mais nous allons nous concentrer sur l'une des recherches les plus récentes dans ce milieu.

Un algorithme a été mis au point et a prouvé sa rapidité et son efficacité. Cet algorithme est basé sur l'association de convolution neural network(CNN), ainsi que de Convolutional Long Short-Term Memory (CovLSTM) networks. Sans trop entrer dans les détails, le CNN effectue du deep learning de qualité mais fait tout de même face à trois problèmes majeurs : son incapacité à gérer les séquences de données, son incapacité à mémoriser l'entrée précédente et ne se concentrant que sur l'image courante. C'est pour cette raison que son association avec un réseaux de neurones récurrent était aussi importante. Ci-dessous deux schémas représentatifs de cet algorithme :

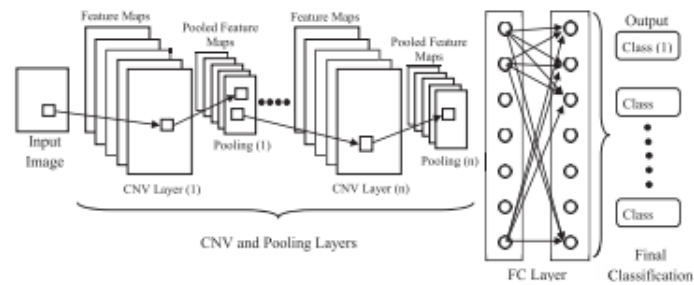


Fig. 2. The structure of CNN.

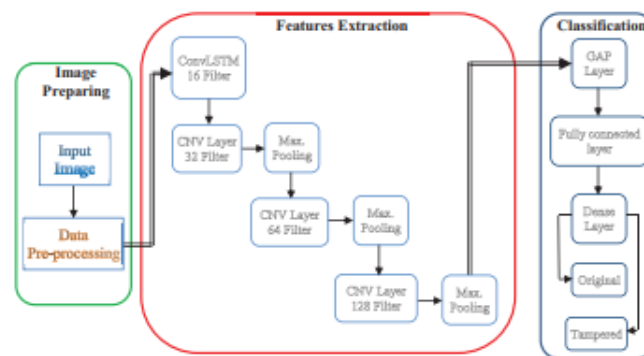


Fig. 3. Layers of the proposed deep learning model.

De nombreuses recherches sont encore en cours, mais les idées ne tarissent pas.

V Bibliographie :

- Gaylord - *La manipulation d'images, avant Photoshop* - <https://www.lense.fr/news/le-trucage-photo-avant-photoshop/> - 2012;
- Damien TROLARD - *Les techniques de retouche photo argentiques* - <https://leblogargentique.com/2021/09/10/retoucher-des-photos-argentiques-en-argentique> - 25 septembre 2021;
- Alexandre DE VRIES - *Des retouches photos qui ont changé l'histoire* - <https://www.la-retouche-photo.com/des-retouches-photos-qui-ont-change-lhistoire/> - date inconnue;
- Gael MAHFOUDI, Frédéric MORAIN-NICOLIER, Florent RETRAINT - *Detection du copier-coller par mise en correspondance de descripteurs SIFT et filtrage a l'aide de cartes de dissimilarité locale* - 2019mahfoudi669 - 18/06/2019;
- Carmen Laureta Y. DASSI - *Mise en oeuvre d'un système de détection de fraude et de falsification de documents scannés*. - MEMOIRE DE FIN DE FORMATION POUR L'OBTENTION DU DIPLÔME D'INGÉNIEUR DE CONCEPTION - 05 Avril 2019;
- Simon Hamery, Tristan Cabantous, Nicolas Cellier - *Méthodes de détection de falsifications d'images numériques* - Rapport de TER - mars/avril 2018;
- Tina Nikoukhah - *Les traces de compression pour détecter les photomontages* - <https://interstices.info/les-traces-de-compression-pour-detecter-les-photomontages/> - 01/03/2021;
- Mohamed A. Elaskily, Monagi H. Alkinani, Ahmed Sedik, Mohamed M. Dessouky - *Deep learning based algorithm (ConvLSTM) for Copy Move Forgery Detection* - Journal of Intelligent Fuzzy Systems 40 (2021) -DOI:10.3233/JIFS-201192 - IOS Press - page : 4385–4405 - 14 September 2021;