

JOURNÉE « IMAGERIE NUMÉRIQUE, PATRIMOINE ET SON ACCESSIBILITÉ POUR TOUS »

Segmentation sémantique et impression 3D de la tapisserie de Bayeux

Marjorie Redon¹

¹Normandie Univ, UNICAEN, ENSICAEN, CNRS, GREYC, Caen, FRANCE

marjorie.redon@unicaen.fr



1. Introduction
2. État de l'art
3. Travaux réalisés jusqu'ici
4. Suite du projet

1. Introduction

2. État de l'art

3. Travaux réalisés jusqu'ici

4. Suite du projet

Projet d'inclusivité du musée de Bayeux :

1. "Tapisserie" de Bayeux : conquête de l'Angleterre par Guillaume, duc de Normandie, en l'an 1066
2. Dimensions : 50 cm * 70 m
3. Rendre la tapisserie accessible aux personnes malvoyantes (audio, tactiles ...)



Scène 1 : le roi Edward

Nous cherchons, via un traitement numérique automatisé et des impressions 3D, à rendre la "Tapisserie" de Bayeux accessible à un public malvoyant

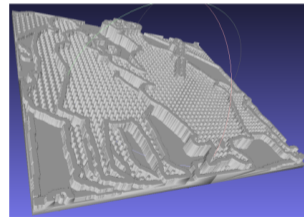
1. Impressions 3D
2. Segmentation sémantique



Image



Masque



Impression 3D

1. Introduction

2. État de l'art

3. Travaux réalisés jusqu'ici

4. Suite du projet

État de l'art

Impressions proposées par les musées



"Prière de toucher" au musée des beaux art de Rouen, France



"Tapisserie de Bayeux" au musée de Bayeux, France



"Touching the Prado" au musée du Prado de Madrid, Espagne



"Manos a la Pared" dans les rues de Santiago au Chili

Impressions proposées par les musées

Caractéristiques des impressions proposées par les musées :

1. Reproduction identique / production de bas reliefs / production de reliefs ;
2. Simplification sémantique *manuelle* des informations ;
3. Utilisation de braille pour compléter l'oeuvre.

Dans le cadre de la thèse nous voulons que la simplification soit automatisée et non manuelle.

Travail réalisé par Yvain Quéau, Matthieu Pizenberg et Abderrahim El Moataz Billah.

1. Photographie de plusieurs scènes de la "tapisserie" sous différents angles d'éclairages
2. Code de reconstruction des objets en 3D par stéréophotométrie

Images éclairées
sous différents angles



Carte des normales



Estimation du relief à partir de photographies

1. Introduction

2. État de l'art

3. Travaux réalisés jusqu'ici

4. Suite du projet

L'imprimante : Impression par photopolymérisation de résine

1. Dimensions maximale : 72 * 120 * 150 mm
2. Durée maximale : 5h
3. Précision : 0.6 mm



Photographie d'une imprimante 3D utilisant la photopolymérisation

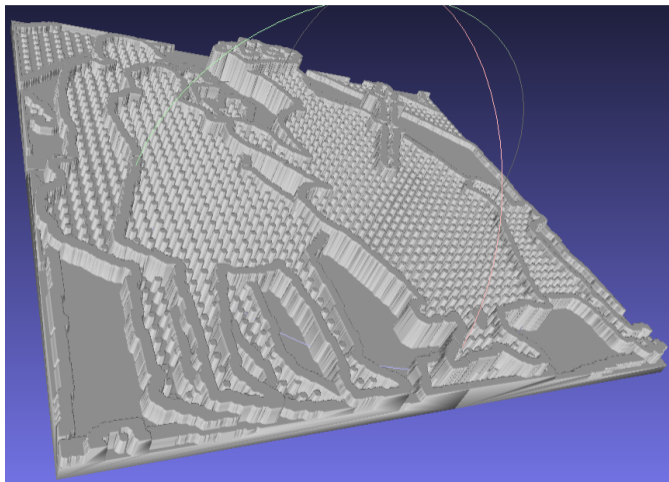
Cahier des charges : Éléments à prendre en compte selon Suzette Wright

- ▶ Recours à peu de lignes / objets
- ▶ Texture des objets / lignes distinguables
- ▶ Largeur des objets 1,27 cm
- ▶ Séparation entre les objets d'au minimum 3 mm
- ▶ Augmenter le nombre d'illustrations pour éviter le surplus d'objets
- ▶ Utilisation d'illustration étapes pour arriver à une illustration complexe

Guide to Designing Tactile Illustrations for Children' s Books by Suzette Wright



Photographie des premières impressions réalisées



Modèle 3D d'une prochaine impression (contours créés manuellement)

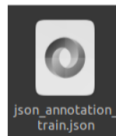
Segmentation sémantique

Pipeline

Annotations



Augmentation
de données

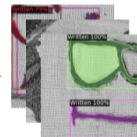


Images +
annotations

Entraînement



Segmentation
de nouvelles
lettres



Images fournies par le musée de Bayeux :

- ▶ Espace colorimétrique RVB
- ▶ Acquisées sous lumière blanche
- ▶ Résolution : 8095 * 5546 pixels

Annotations manuelles réalisées via le logiciel CVAT

- ▶ 13 catégories
- ▶ 542 annotations (257 lettres)



Exemple d'annotations manuelles

Segmentation sémantique

Les annotations réalisées



Augmentation de donnée des lettres

Avant entraînement :

- ▶ Crops aléatoires d'images 600 * 600 pixels
- ▶ Rotation de 90° avec une probabilité aléatoire

Ce qui nous donne 3 183 annotations pour 1007 images

Durant l'entraînement on augmente encore 10 fois les données aléatoirement :

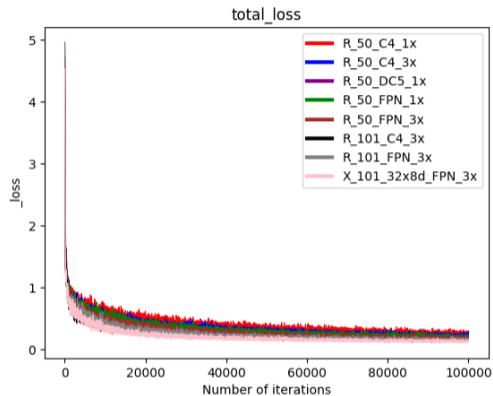
- ▶ La saturation entre 0.8 % et 1.2 %
- ▶ Le contraste entre 0.8 % et 1.2 %
- ▶ La brillance entre 0.8 % et 1.2 %
- ▶ La luminosité avec une déviation standard de 0.7

En tout nous avons 31 830 annotations.

Quelques résultats

Fonction de coût combinant :

- ▶ Le coût sur les masques (Pourcentage de pixels mal segmentés)
- ▶ Le coût de classification normale et rpn (pourcentage de mauvaise classification)
- ▶ Le coût de localisation des boites normale et rpn (distance relative entre le centre des boites théoriques et expérimentales)



Courbes des fonctions de coût des modèles proposés par detectron2 en fonction du nombre d'itérations

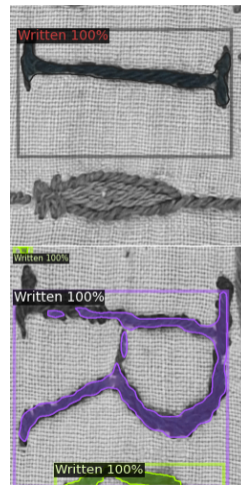
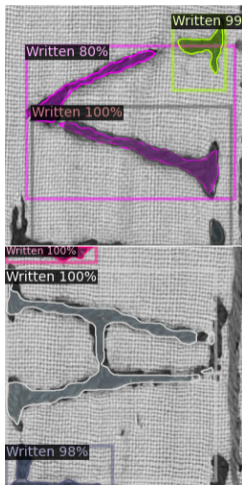
Quelques résultats

Name	Schéma du taux d'apprentissage	total	boites	boites RPN	classification	classification RPN	masques
R50-C4	1x	0.2924	0.1045	0.0466	0.0270	0.0372	0.0597
R50-DC5	1x	0.1691	0.0587	0.0271	0.0143	0.0020	0.0423
R50-FPN	1x	0.1652	0.0769	0.0126	0.0248	0.0009	0.0523
R50-C4	3x	0.2416	0.0986	0.0533	0.0284	0.0231	0.0474
R50-FPN	3x	0.1881	0.0839	0.0158	0.0261	0.0007	0.0475
R101-C4	3x	0.1390	0.0515	0.0209	0.0111	0.0009	0.0438
R101-FPN	3x	0.1626	0.0769	0.0107	0.0196	0.0008	0.0438
X101-FPN	3x	0.1226	0.0504	0.0071	0.0131	0.0002	0.0419

X101-FPN : modèle ResNeXt-101-32x8d entraîné sur la base d'image Caffe2 par Facebook.

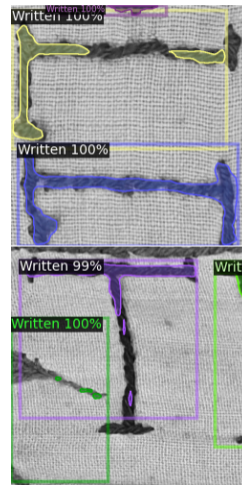
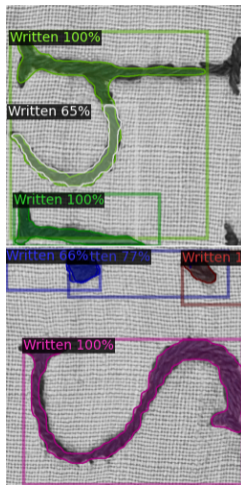
Segmentation sémantique

Quelques résultats



Segmentation sémantique

Quelques résultats



1. Introduction
2. État de l'art
3. Travaux réalisés jusqu'ici
4. Suite du projet

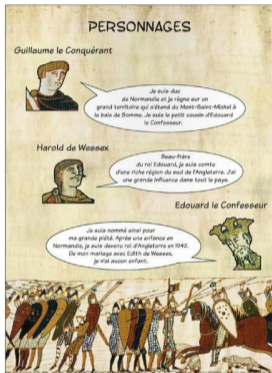
Ce qui à été fait :

1. Entraînement sur les lettres
2. Modèle d'entraînement choisi
3. Premières impressions réalisées

Pour la suite :

1. Entraînement sur deux objets puis sur la totalité de la tapisserie
2. Impression de nouveaux objets
3. Test auprès de personnes malvoyantes

[Merci de votre attention]



Des Questions ?