

Pattern spotting dans les images de documents médiévaux

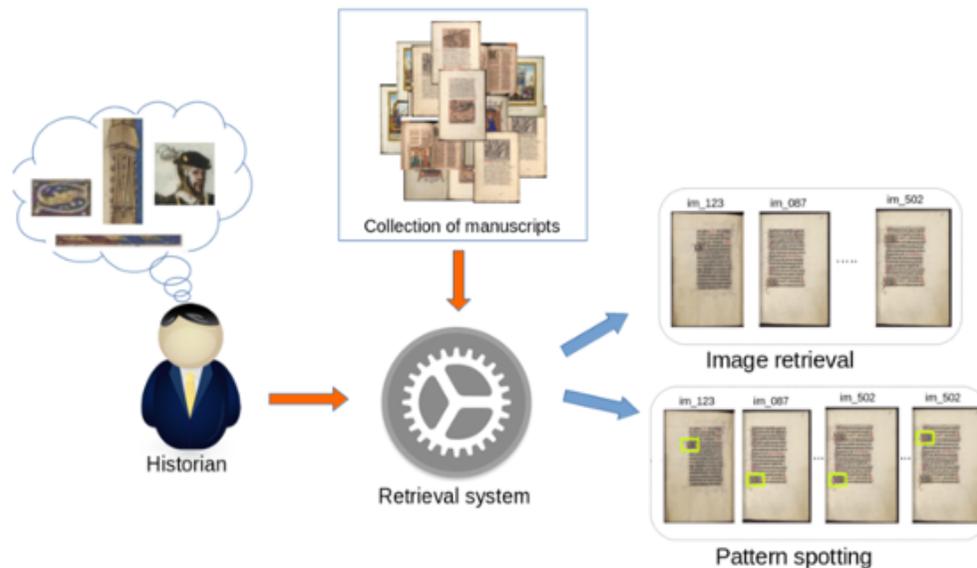
présenté par *Stéphane NICOLAS* (MCF, LITIS, Univ Rouen Normandie)

dans le cadre de la journée thématique “Le patrimoine en Normandie”, de l’axe Image de la fédération de recherche NormaSTIC, jeudi 27 mai 2021



Contexte

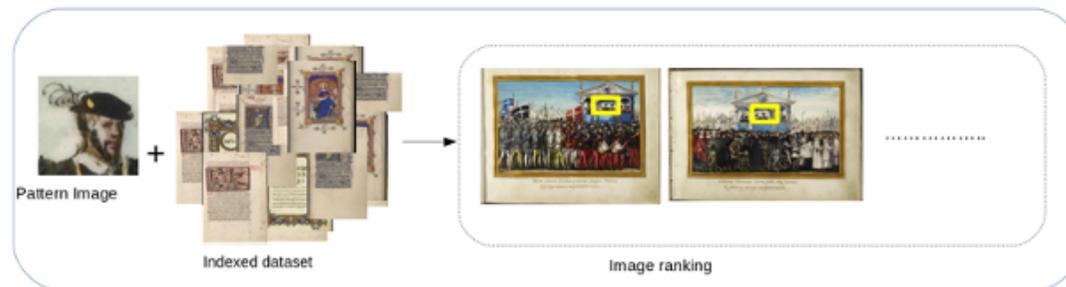
- une collaboration depuis 2009 entre historiens médiévistes (GRHIS Univ. Rouen, U. Kent), archivistes (BMR, CCA) et chercheurs en informatique (LITIS, U. Kent) dans le cadre d'un projet Interreg France-Angleterre
- fournir aux chercheurs en sciences humaines et sociales des outils informatiques permettant d'interroger des grandes bases hétérogènes de documents historiques pour trouver des motifs graphiques



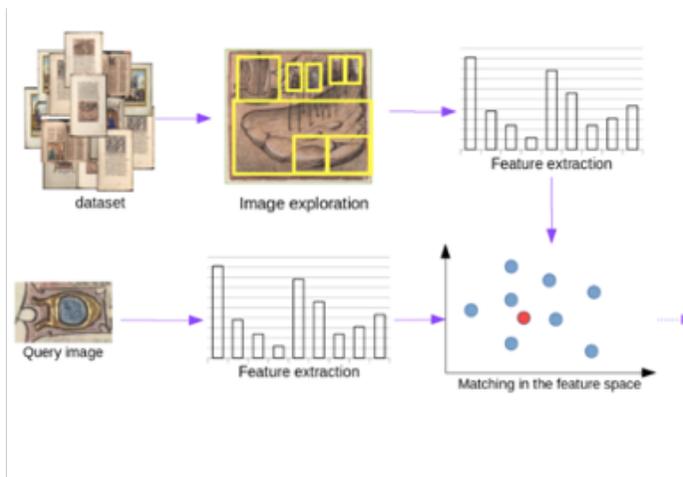
- établir des relations
- dater les manuscrits
- en faciliter l'augmentation

Objectifs

- Qu'est-ce que la détection de motifs (pattern spotting) ?

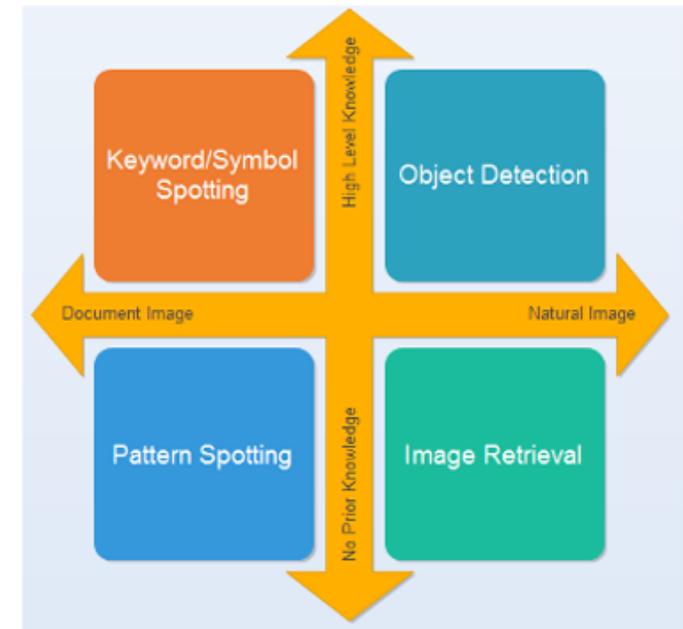


- Approche générale:



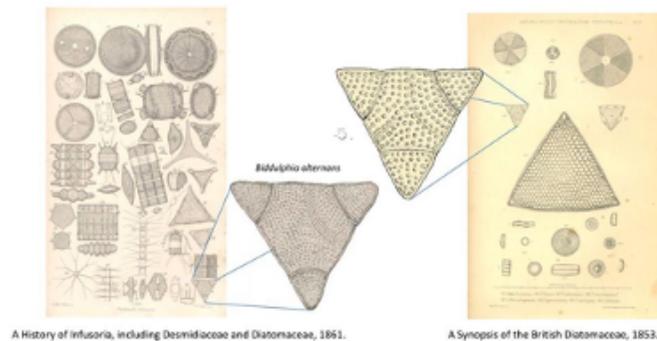
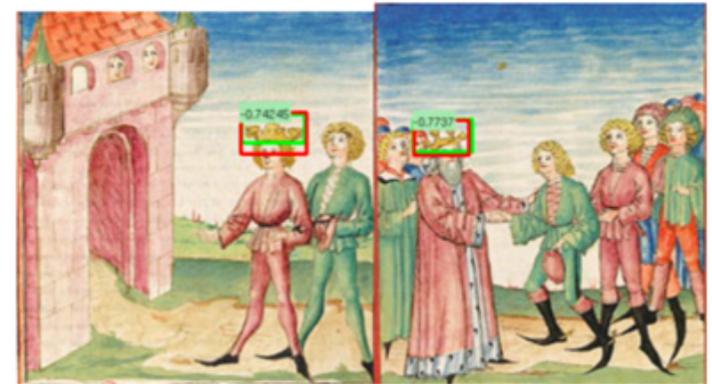
Les enjeux et difficultés

- requête image
- requête de petite taille
- indexation des sous-parties de l'image
- variabilité inhérente aux manuscrits
- difficulté d'apprendre des classes pré-définies
- invariance aux transformations géométriques (translations, rotations, changements d'échelle)
- importance et prise en compte ou non de la couleur ?
- manque de bases d'images étiquetées pour l'apprentissage automatique



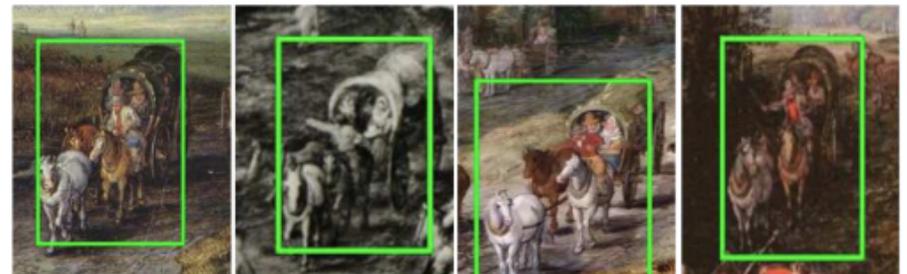
Dans la littérature scientifique

- Yarlagadda P., Monroy A., Carque B., Ommer B, "Recognition and Analysis of Objects in Medieval Images", In: Koch R., Huang F. (eds) Computer Vision – ACCV 2010 Workshops. ACCV 2010. Lecture Notes in Computer Science, vol 6469.

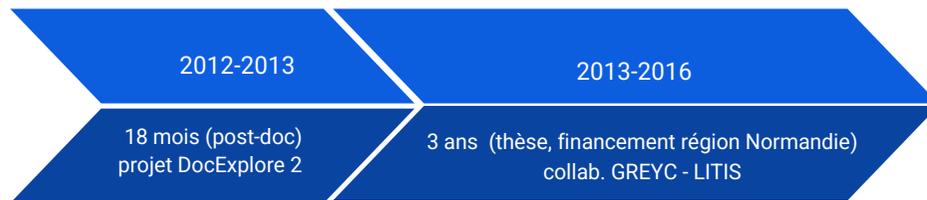


- T. Rakthanmanon, Q. Zhu and E. J. Keogh, "Mining Historical Documents for Near-Duplicate Figures," *2011 IEEE 11th International Conference on Data Mining*, 2011, pp. 557-566.

- X. Shen, A. A. Efros and M. Aubry, "Discovering Visual Patterns in Art Collections With Spatially-Consistent Feature Learning," *2019 IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, 2019, pp. 9270-9279.



Approches proposées



V. Dovgalecs

word spotting
bag-of-features

S. En

bag-of-features
représentation VLAD
ADC (mesure similarité)
base DocExplore1



I. Úbeda

feature pyramid
network

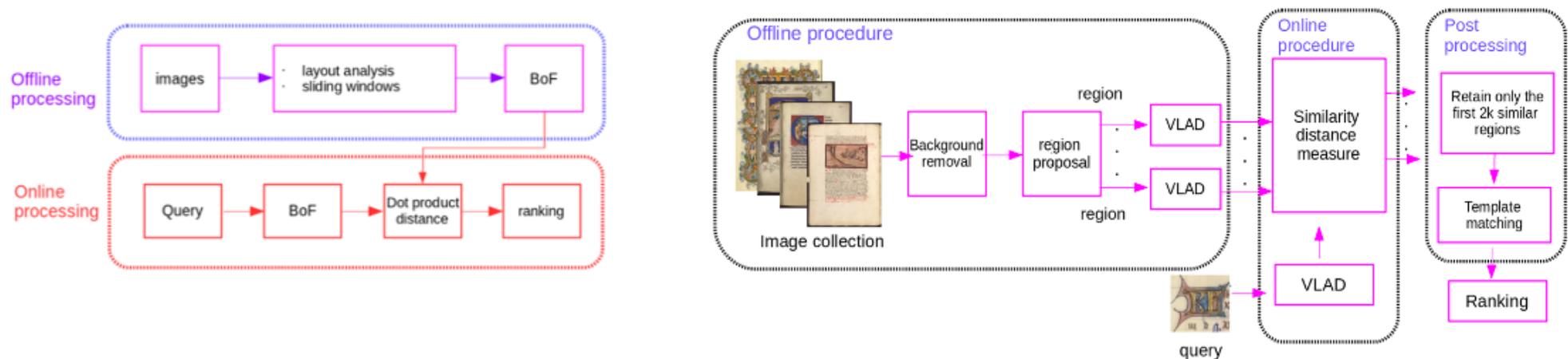
Z. Curi Filho

FCN
cross-correlation (mesure similarité)
base DocExplore2

Thèse de Sovann En (2013-2016)

Plusieurs systèmes proposés:

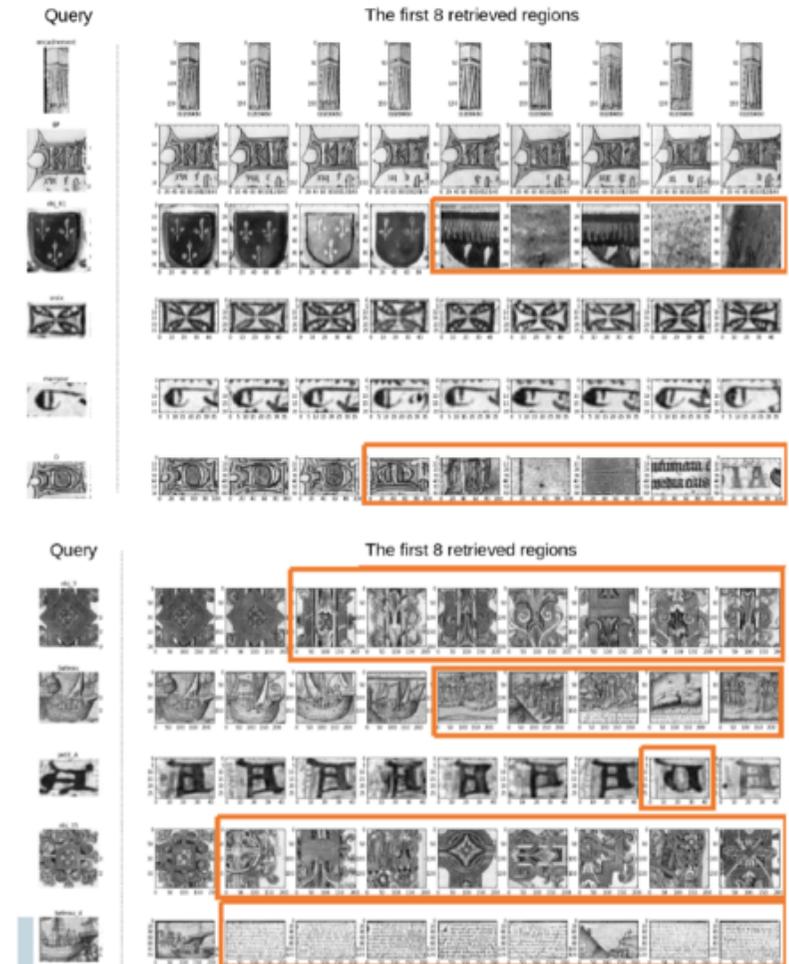
- Un système de base: approche classique bag-of-features (caractéristiques SIFT extraites de manière dense)
- Des améliorations pour rendre le système plus efficace et performant sur des grandes bases:
 - Descripteurs: vecteurs de Fisher (FV) et vecteurs de descripteurs locaux agrégés (VLAD)
 - Proposition de régions susceptibles de contenir des objets (BING)



Thèse de Sovann En (2013-2016)

Résultats obtenus en recherche de motifs sur la base DocExplore:

- dans les 10 premières réponses:
 - IR: 7.7 sont correctes, rappel à 30%
 - PS: 4.2 sont correctes, rappel à 8%
- 1600 images indexées:
 - 2.0M régions
 - 33.5 Mo en RAM
 - 0.5s par requête



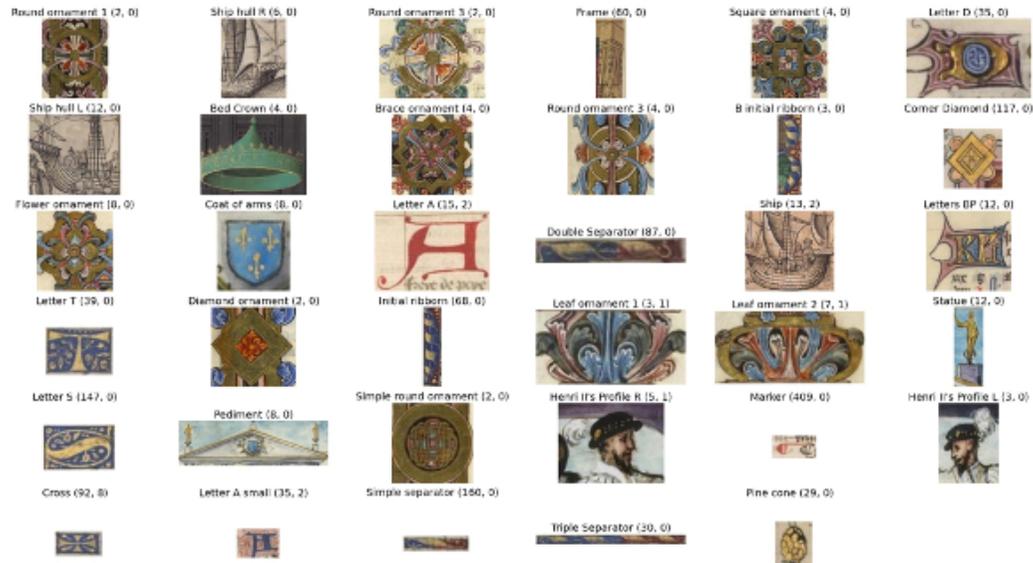
Thèse de Sovann En (2013-2016)

Résultats obtenus:

- Un dataset public pour l'évaluation de systèmes de spotting: la base DocExplore
- Un protocole d'évaluation défini et imposé pour permettre la comparaison objective des méthodes
- Un site Web pour la présentation de la thèse de Sovan et pour l'évaluation de méthodes de spotting (accès à la base DocExplore et outils d'évaluation):
www.spotting.univ-rouen.fr
- Plusieurs articles scientifiques (cf. fin de cette présentation)

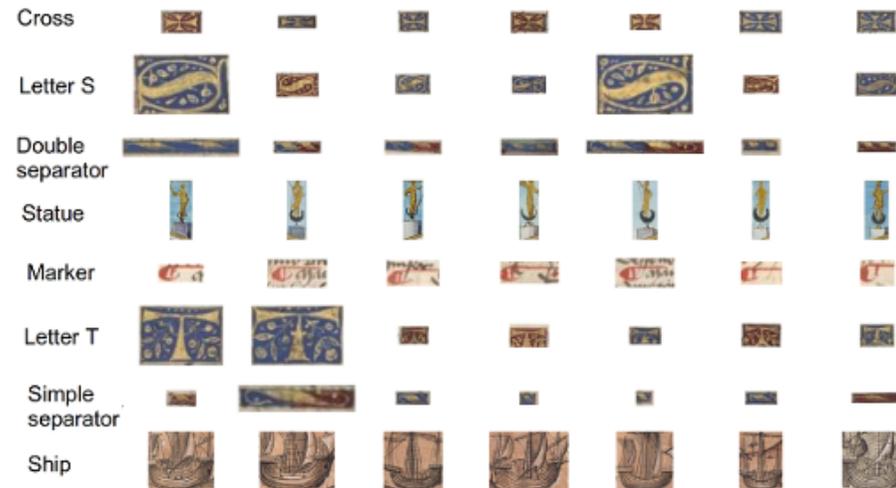
La base DocExplore

- 1597 images de manuscrits médiévaux numérisés en 600 dpi (dimensions allant de 3000 à 4000 pixels)
- Manuscrits provenant des fonds de la Bibliothèque Municipale de Rouen et datant d'une période allant du 10e au 16e siècle
- 1447 objets annotés, répartis en 35 catégories



La base DocExplore

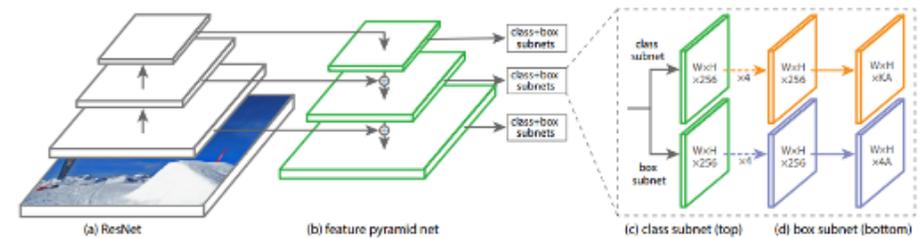
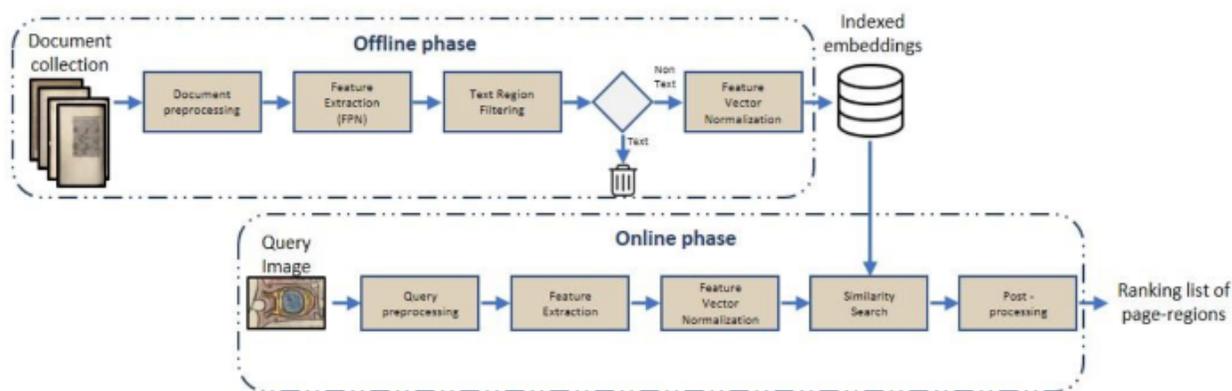
- Annotation effectuée à l'aide de la suite logicielle DocExplore
- Variabilité suivant 4 critères: la couleur, l'échelle, le contexte et le rapport de forme



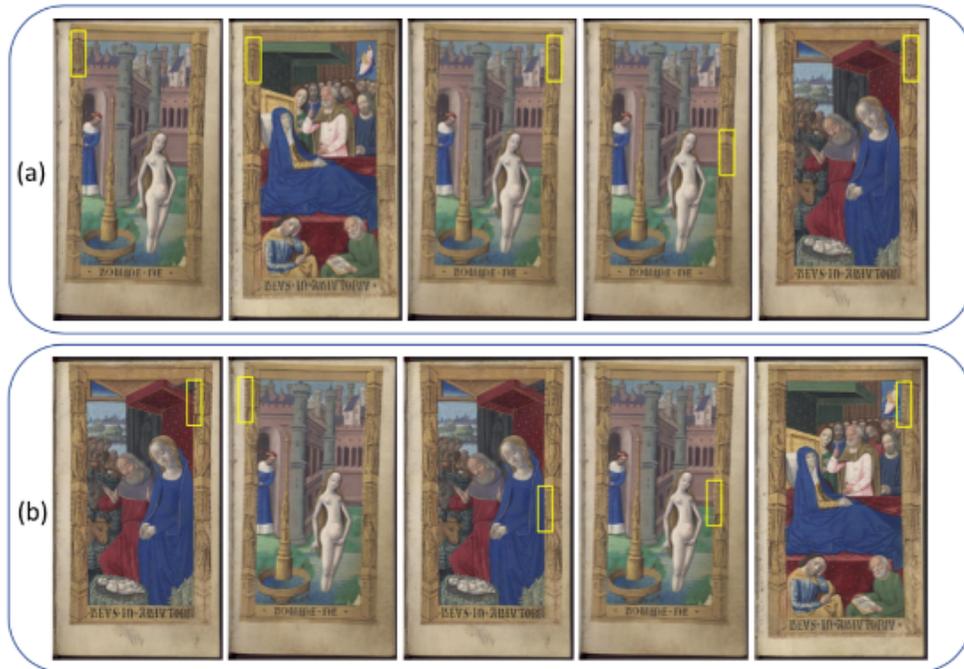
- La base permet d'évaluer 2 types de tâches (avec un protocole imposé) :
 - Une tâche de recherche d'image (retrieval)
 - Une tâche de localisation d'un objet (spotting)

Stage d'Ignacio Úbeda

- collaboration franco-chilienne entre le LITIS (L. Heutte, C. Petitjean, S. Nicolas) et la société ORAND S.A. (José Saavreda)
- expérimentation d'une approche basée sur l'apprentissage profond pour l'extraction de caractéristiques: utilisation de Pyramid Feature Network (FPN)



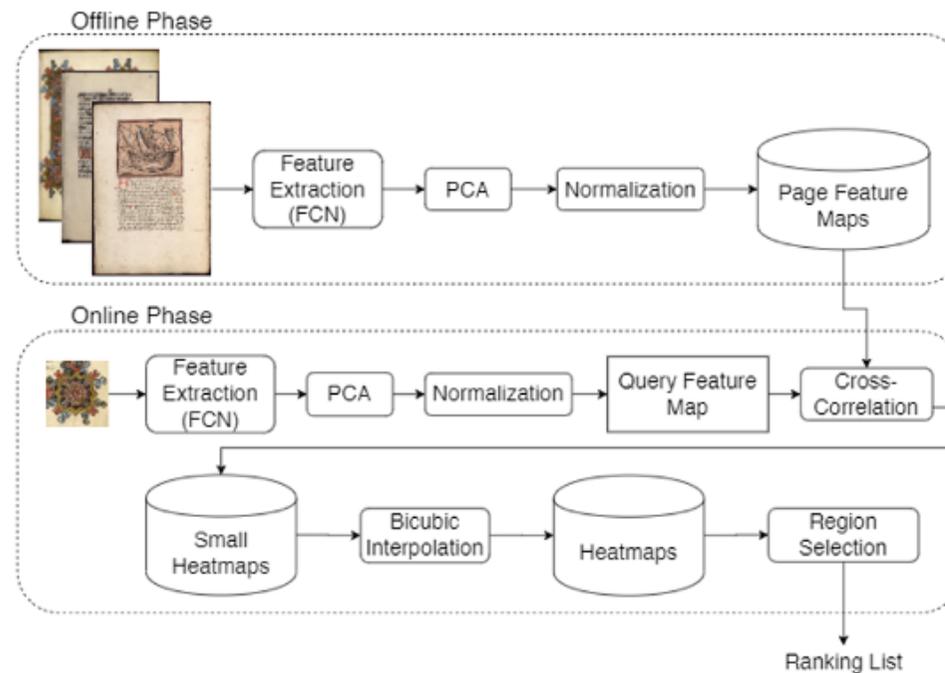
Stage d'Ignacio Úbeda



size	aspect ratio	image retrieval			pattern spotting		
		s.o.t.a	FPN	diff	s.o.t.a	FPN	diff
big	square	0.881	0.749	18%	0.546	0.681	20%
small	square	0.801	0.742	8%	0.102	0.546	81%
big	non-square	0.701	0.660	6%	0.405	0.509	20%
small	non-square	0.535	0.459	17%	0.149	0.214	30%
total		0.580	0.505	13%	0.157	0.272	73%

Thèse de Zacarias Curi Filho

- poursuite des expérimentations sur l'utilisation d'architectures profondes: extraction de caractéristiques par réseaux convolutifs (FCN) et mesure de similarité par corrélation croisée
- constitution d'une nouvelle base d'images organisée en catégories d'objets



Résultats

Query



Results found

Query	1st	2nd	3rd	4th	5th
	page24 0.780	page3637 0.578	page1152 0.578	page394 0.571	page3212 0.570
	page3083 0.780	page1018 0.523	page381 0.508	page2919 0.498	page1018 0.485
	page112 0.707	page113 0.509	page2954 0.501	page3286 0.501	page2262 0.481
	page112 0.856	page386 0.419	page523 0.409	page3354 0.409	page2937 0.401
	page279 0.804	page253 0.564	page217 0.530	page1763 0.481	page216 0.462
	page217 0.796	page216 0.822	page217 0.822	page216 0.815	page1902 0.596
	page3268 0.847	page3268 0.527	page3268 0.458	page3268 0.452	page1716 0.387
	page1025 0.818	page3459 0.667	page3457 0.591	page861 0.565	page3456 0.557



Method	mAP IR	mAP PS
En et al. [4]	0.5801	0.1569
Wiggers et al. [39]	0.3860	0.1740
Úbeda et al. [34]	0.5770	0.2720
Proposed Method	0.8131	0.6442

Le futur

- mise à disposition d'une nouvelle base d'images pour l'apprentissage de modèle pour la détection de motifs dans des documents médiévaux (base DocExplore2: 1068 images de Gallica / 12843 objets annotés)
- une nouvelle thèse sur la découverte de motifs dans un contexte faiblement supervisé (financement bourse IA)
- application à d'autres types de documents historiques: tableaux, estampes, plans, tapisseries,... dans le cadre de nouvelles collaborations

Publications

Z. Curi Filho, S. Nicolas, P. Tranouez, A. Britto De Souza Jr, L. Heutte. **Combining fully-convolutional activation features and cross-correlation for image retrieval and pattern spotting for historical documents.** To be submitted to *Pattern Recognition* in 2021.

I. Ubeda, J. Saavedra, S. Nicolas, C. Petitjean, L. Heutte. **Improving pattern spotting in historical documents using feature pyramid networks.** *Pattern Recognition Letters*, vol. 131, pp. 398-404, 2020.

I. Ubeda, J. Saavedra, S. Nicolas, C. Petitjean, L. Heutte. **Pattern spotting in historical documents using convolutional models.** *5th International Workshop on Historical Document Imaging and Processing, HIP@ICDAR 2019*, Sydney, NSW, Australia, pp. 60-65, 2019.

En, S., Nicolas, S., Petitjean, C., Jurie, F., Heutte, L. **New public dataset for spotting patterns in medieval document images.** *Journal of Electronic Imaging*, vol. 26, no. 1, 2017.

S. En, C. Petitjean, S. Nicolas, L. Heutte. **A scalable pattern spotting system for historical documents.** *Pattern Recognition*, vol. 54, pp. 149-161, 2016.

S. En, C. Petitjean, S. Nicolas, L. Heutte, F. Jurie. **Pattern localization in historical document images via template matching.** *23rd International Conference on Pattern Recognition, ICPR 2016*, Cancun, Mexico, pp. 2054-2059, 2016.

S. En, C. Petitjean, S. Nicolas, F. Jurie, L. Heutte. **Region proposal for pattern spotting in historical document images.** *15th International Conference on Frontiers in Handwriting Recognition, ICFHR 2016*, Shenzhen, China, pp. 367-372, 2016.

S. En, C. Petitjean, S. Nicolas, L. Heutte. **Segmentation-free pattern spotting in historical document images.** *13th International Conference on Document Analysis and Recognition, ICDAR 2015*, Tunis, Tunisia, IEEE Computer Society, pp. 606-610, 2015.

S. En, F. Jurie, S. Nicolas, C. Petitjean, L. Heutte. **Linear discriminant analysis for zero-shot learning image retrieval.** *10th International Conference on Computer Vision Theory and Applications, VISAPP 2015*, Berlin, Germany, vol. 2, pp. 70-77, 2015.

V. Dovgalecs, A. Burnett, P. Tranouez, S. Nicolas, L. Heutte. **Spot it! Finding words and patterns in historical documents.** *12th International Conference on Document Analysis and Recognition, ICDAR 2013*, Washington DC, USA, IEEE Computer Society, pp. 1039-1043, 2013.

P. Tranouez, S. Nicolas, V. Dovgalecs, A. Burnett, L. Heutte, Y. Liang, R. Guest, M. Fairhurst. **DocExplore: Overcoming cultural and physical barriers to access ancient documents.** *2012 ACM Symposium on Document Engineering, DocEng 2012*, Paris, France, pp. 205-208, 2012.