

## Demande Stage Master 2 Recherche 2022

### 1 Titre

Recollage d'images agricoles issues d'une caméra hyperspectrale compacte de type spatio-spectrale

### 2 Encadrant(e)(s)

- Gilles DELMAIRE, Maître de conférences
- Pierre CHATELAIN, Doctorant en 3ème année
- Gilles ROUSSEL, Professeur

### 3 Durée

6 mois (de mars à septembre)

### 4 Contexte et objectifs de la demande

L'imagerie hyperspectrale pour l'agriculture de précision est un domaine en plein essor avec l'arrivée de caméras compactes et comportant de multiples longueurs d'ondes. Dans ce contexte, la thèse de P. CHATELAIN, financée par le PMCO et l'ULCO, vise à extraire les spectres de feuilles de pommes de terre par imagerie hyperspectrale afin de détecter de manière précoce les plants atteints par le mildiou. Pour cela, il faut être capable d'extraire un cube de données consistant représentant une portion d'un champ.

Dans cette optique, les travaux de thèse ont mis au jour des challenges nouveaux en ce qui concerne la reconstitution de cubes hyperspectraux à partir d'une caméra hyperspectrale compacte de type spatio-spectrale (financée par le FEDER et la Région Hauts-de-France). En effet, ce type de caméra est destinée à scanner la scène au travers d'une lentille mince, causant ainsi un effet de parallaxe provenant d'une vision oblique : cet effet impacte directement le cube hyperspectral avec des décalages spatiaux indésirables des objets, au fur et à mesure du parcours des plans spectraux.

Dans [2], nous avons élaboré une méthode basée sur des homographies multiples qui permet de recalibrer les couches spectrales sur une couche de référence. Cette méthode se déroule en 2 étapes : (1) Dans un premier temps, des points appariés sont relevés manuellement dans les plans spectraux ; (2) Ensuite dans un second temps, pour chaque plan spectral, un modèle d'homographie est ajusté à partir de ces points, et est appliqué pour recalibrer les objets. Les résultats obtenus sont encourageants mais restent insuffisants pour l'application désirée. Cependant, de nombreux éléments peuvent être adaptés en fonction de la scène

et améliorés dans notre méthode.

Les axes à explorer dans le cadre du stage de Master sont les suivants :

1. Dans l'article, les modèles d'homographies sont calculés indépendamment les uns des autres, l'ajustement est ponctuel et donc peu robuste. Nous savons cependant que ces modèles sont liés car issus de la même caméra ainsi un ajustement conjoint des paramètres de l'ensemble des modèles est envisageable à l'image des travaux de W. CHOJNACKI [4, 5, 3, 11, 12].
2. Parmi les modèles d'homographies proposées dans la littérature [1, 10, 9, 13, 7, 6, 8], seul le modèle d'homographie globale et le modèle d'homographies duales ont été implémentés et comparés dans l'article [2]. Étendre les modèles testés à d'autres modèles d'homographies serait appréciable.
3. Même si le cœur de notre méthode est l'ajustement des paramètres du modèle choisi, la partie consistant à appliquer ce modèle n'est pas aussi triviale que ce que suggère la formule mathématique. Une partie des problèmes pouvant être rencontrés qui a été présentée dans l'article [2], provient de la non bijectivité de la fonction de déformation entre une couche quelconque et la référence. Cette étape n'est pas cruciale à la formation des résultats mais elle est obligatoire pour la constitution d'un cube complet.
4. Enfin, un apport majeur serait d'automatiser l'étape d'appairage des points à l'instar de ce qui est proposé en imagerie classique RVB. Cette étape est actuellement manuelle pour les images hyperspectrales donc longue et fastidieuse et sujette à erreurs. Ainsi, une méthode automatique permettrait de rendre déterministe et reproductible la technique.

Toutes ces contributions permettront de compléter le travail de recalage spatial déjà engagé, pour atteindre des erreurs de reconstruction géométriques négligeables à l'échelle des feuilles de pomme de terre.

## References

- [1] Che-Han Chang, Yoichi Sato, and Yung-Yu Chuang. "Shape-preserving half-projective warps for image stitching". In: *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 2014, pp. 3254–3261.
- [2] Pierre Chatelain et al. "Semi-Automatic Spectral Image Stitching for a Compact Hybrid Linescan Hyperspectral Camera towards Near Field Remote Monitoring of Potato Crop Leaves". In: *Sensors* 21.22 (2021). ISSN: 1424-8220. DOI: 10.3390/s21227616. URL: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/22/7616>.
- [3] Wojciech Chojnacki et al. "Enforcing consistency constraints in uncalibrated multiple homography estimation using latent variables". In: *Machine Vision and Applications* 26.2 (2015), pp. 401–422.
- [4] Wojciech Chojnacki et al. "Multi-projective parameter estimation for sets of homogeneous matrices". In: *2009 Digital Image Computing: Techniques and Applications*. IEEE. 2009, pp. 119–124.
- [5] Wojciech Chojnacki et al. "Multiple homography estimation with full consistency constraints". In: *2010 International Conference on Digital Image Computing: Techniques and Applications*. IEEE. 2010, pp. 480–485.
- [6] Junhong Gao, Seon Joo Kim, and Michael S Brown. "Constructing image panoramas using dual-homography warping". In: *CVPR 2011*. IEEE. 2011, pp. 49–56.
- [7] Takeo Igarashi, Tomer Moscovich, and John F Hughes. "As-rigid-as-possible shape manipulation". In: *ACM transactions on Graphics (TOG)* 24.3 (2005), pp. 1134–1141.
- [8] Chung-Ching Lin et al. "Adaptive as-natural-as-possible image stitching". In: *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 2015, pp. 1155–1163.
- [9] Wen-Yan Lin et al. "Smoothly varying affine stitching". In: *CVPR 2011*. IEEE. 2011, pp. 345–352.
- [10] Feng Liu et al. "Content-preserving warps for 3D video stabilization". In: *ACM Transactions on Graphics (ToG)* 28.3 (2009), pp. 1–9.

- [11] Zygmunt L Szpak, Wojciech Chojnacki, and Anton van den Hengel. “Robust multiple homography estimation: An ill-solved problem”. In: *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*. 2015, pp. 2132–2141.
- [12] Zygmunt L Szpak et al. “Sampson distance based joint estimation of multiple homographies with uncalibrated cameras”. In: *Computer Vision and Image Understanding* 125 (2014), pp. 200–213.
- [13] Julio Zaragoza et al. “As-projective-as-possible image stitching with moving DLT”. In: *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*. 2013, pp. 2339–2346.