



Offre de thèse

Système Multi-Capteur pour l'Analyse et l'Inspection de Sites Viticoles

Spécialité : Instrumentation et Informatique de l'Image

I. Contacts

David Fofi (VIBOT ERL CNRS 6000, Le2i EA 7508), directeur de thèse
david.fofi@u-bourgogne.fr

Eric Fauvet (VIBOT ERL CNRS 6000, Le2i EA 7508), co-encadrant
eric.fauvet@u-bourgogne.fr

Ralph Seulin (VIBOT ERL CNRS 6000, Le2i EA 7508), co-encadrant
ralph.seulin@u-bourgogne.fr

Les travaux de thèse se dérouleront au sein de l'équipe VIBOT (« Vision pour la roBOTique ») du Le2i, sur le site universitaire du Creusot :

VIBOT / Le2i
12, rue de la fonderie
71200 Le Creusot

II. Descriptif du sujet

L'objectif est d'ouvrir nos travaux effectués en robotique viticole (i.e. pulvérisation intelligente par analyse 3D de la haie foliaire) à des problématiques plus amont et à étudier les apports d'un système multi-capteur et multi-modal à l'analyse et à l'inspection de sites viticoles. Les données capturées devront servir à l'analyse géométrique, photométrique et temporelle des sites et être adaptées aux problématiques « métier », comme par exemple :

- l'analyse de l'efficacité des traitements phytosanitaires dans le temps ;

- l'analyse de l'efficacité des traitements phytosanitaires en fonction des conditions atmosphériques et météorologiques ;
- le suivi temporel des parcelles ;
- la détection précoce des pathologies de la plante ;
- etc.

Ces travaux aborderont les problématiques de modélisation et de calibrage d'un système multi-capteur, la fusion des données multi-modales, la reconstruction tridimensionnelle enrichie des données photométriques/radiométriques et l'apport des aprioris non-visuels dans les algorithmes développés (hygrométrie, température, etc.).

Même si ces travaux entendent essentiellement apporter des solutions géométriques (par la reconstruction 3D) et photométriques (par l'analyse d'images) aux problématiques viticoles évoquées plus haut, nous envisageons de leur adjoindre un module de classification, voire d'intelligence artificielle, permettant une prise de décision qualitative et sémantique (et pas seulement quantitative), notamment pour la détection des pathologies de la plante ou l'analyse du rendement des traitements appliqués.

L'équipe VIBOT ERL CNRS 6000 dispose de toutes les compétences scientifiques requises pour mener à bien ces travaux, validées par une reconnaissance nationale et internationale dans le domaine de la vision pour la robotique, de tout l'équipement nécessaire (robots, caméras, outils de programmation et de développement) et du support technique offert par la plateaux robotique du site universitaire creusotin. Ce projet mobilisera, en outre, des étudiants de notre programme de formations internationales VIBOT (<http://www.vibot.org>) sous la forme de projets et de stages de formation à la recherche.

III. Objectifs et résultats attendus

Trois objectifs principaux sont ciblés :

- développement d'outils d'analyse basés sur la capture multi-modale de la haie foliaire ;
- développement d'outils de suivi de la croissance et de l'état sanitaire de la vigne par reconstruction 3D enrichie de la capture multi-modale ;
- développement d'un démonstrateur fonctionnel sur le robot d'extérieur SummitXL.

IV. Nos publications significatives dans le domaine

1. Osama Mazhar, Ahmad Zawawi Jamaluddin, Cansen Jiang, David Fofi, Ralph Seulin, « Design and Calibration of a Specialized Polydioptric Camera Rig », *Frontiers in Information and Communication Technologies*, 2017.
2. Cansen Jiang, Danda Paudel, Yohan Fougerolle, David Fofi, Cédric Demonceaux, « Incomplete 3D Motion Trajectory Segmentation and 2D-to-3D Label Transfer for Dynamic Scene Analysis », *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems - IROS*, Vancouver, Canada, 2017.
3. David Strubel,, Olivier Morel, Mohammed Saad Naufal, David Fofi, « Evolutionary algorithm for positioning cameras networks mounted on UAV », *Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, 2017.
4. Olivier Morel, Ralph Seulin, David Fofi, « Handy method to calibrate division-of-amplitude polarimeters for the first three Stokes parameters », *Optics Express*, Optical Society of America, 2016.
5. Cansen Jiang, Danda Paudel, Yohan Fougerolle, David Fofi, Cédric Demonceaux, « Static-map and Dynamic Object Reconstruction in Outdoor Scenes using 3D Motion Segmentation », *IEEE Robotics and Automation Letters*, 2016.



PhD Offer

Multi-Sensor System for Viticultural Site Analysis and Inspection

Speciality: Instrumentation and Image Processing

I. Contacts

David Fofi (VIBOT ERL CNRS 6000, Le2i EA 7508), PhD supervisor
david.fofi@u-bourgogne.fr

Eric Fauvet (VIBOT ERL CNRS 6000, Le2i EA 7508), co-supervisor
eric.fauvet@u-bourgogne.fr

Ralph Seulin (VIBOT ERL CNRS 6000, Le2i EA 7508), co-supervisor
ralph.seulin@u-bourgogne.fr

The thesis work will take place within the VIBOT ("Vision pour la rOBOTique") team of the Le2i, on Le Creusot Campus:

VIBOT / Le2i
12, rue de la fonderie
71200 Le Creusot

II. Topic description

The objective is to open our work carried out in viticultural robotics (i.e. intelligent spraying by 3D analysis of the foliar hedge) to more upstream problems and to study the contributions of a multi-sensor and multi-modal system to the analysis and inspection of viticultural sites. The captured data should be used for geometric, photometric and temporal analysis of the sites and be adapted to "operational" problems, such as for example :

- analysis of the effectiveness of phytosanitary treatments over time;
- analysis of the effectiveness of phytosanitary treatments in relation to atmospheric and meteorological conditions ;
- the temporal follow-up of the vineyard plots;

- early detection of plant pathologies;
- and so on...

This project will address the modelling and calibration problems of a multi-sensor system, the fusion of multi-modal data, the three-dimensional reconstruction enriched with photometric/radiometric data and the contribution of non-visual apriori in the developed algorithms (hygrometry, temperature, etc.).

Even if this work essentially aims to provide geometric (through 3D reconstruction) and photometric (through image analysis) solutions to the above-mentioned viticultural problems, we plan to add a classification module, or even an artificial intelligence module, allowing qualitative and semantic (and not only quantitative) decision-making, especially for the detection of plant pathologies or the analysis of the performance of applied treatments.

The VIBOT ERL CNRS 6000 team has all the scientific skills required to carry out this work, validated by national and international recognition in the field of vision for robotics, all the necessary equipment (robots, cameras, programming and development tools) and technical support offered by the robotics lab of the Campus. This project will also involve students from our international VIBOT training programme (<http://www.vibot.org>) in the form of research training projects and internships.

III. Objectives and expected results

Three main objectives are targeted:

- development of analysis tools based on the multi-modal capture of the foliar hedge;
- development of tools for monitoring the growth and health of the vine by 3D reconstruction enriched with multi-modal capture;
- development of a functional demonstrator on the SummitXL outdoor robot.

IV. Our significant publications in the field

1. Osama Mazhar, Ahmad Zawawi Jamaluddin, Cansen Jiang, David Fofi, Ralph Seulin, « Design and Calibration of a Specialized Polydioptric Camera Rig », *Frontiers in Information and Communication Technologies*, 2017.
2. Cansen Jiang, Danda Paudel, Yohan Fougerolle, David Fofi, Cédric Demonceaux, « Incomplete 3D Motion Trajectory Segmentation and 2D-to-3D Label Transfer for Dynamic Scene Analysis », *IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems - IROS*, Vancouver, Canada, 2017.

3. David Strubel,, Olivier Morel, Mohammed Saad Naufal, David Fofi, « Evolutionary algorithm for positioning cameras networks mounted on UAV », *Intelligent Vehicles Symposium (IV)*, 2017.
4. Olivier Morel, Ralph Seulin, David Fofi, « Handy method to calibrate division-of-amplitude polarimeters for the first three Stokes parameters », *Optics Express*, Optical Society of America, 2016.
5. Cansen Jiang, Danda Paudel, Yohan Fougerolle, David Fofi, Cédric Demonceaux, « Static-map and Dynamic Object Reconstruction in Outdoor Scenes using 3D Motion Segmentation », *IEEE Robotics and Automation Letters*, 2016.