

THÈSE

pour obtenir le grade de
DOCTEUR EN INFORMATIQUE

présentée et soutenue par

Guillaume CERUTTI


le -/-/—

Segmentation et interprétation d'images naturelles pour l'identification de feuilles d'arbres sur smartphone

JURY

Jean-Philippe DOMENGER	Rapporteur	Professeur des Universités	LaBRI, Bordeaux
Anne VERROUST-BLONDET	Rapporteur	Chargée de Recherche	INRIA, Rocquencourt
Jean-Yves RAMEL	Examineur	Professeur des Universités	LI, Tours
Erhan ABDULLAH	Examineur	Assistant Professor	Okan, Istanbul, Turquie
Pierre BONNET	Examineur	Cadre Scientifique	CIRAD, Montpellier
Laure TOUGNE	Directeur	Professeure des Universités	LIRIS, Lyon
Didier COQUIN	Directeur	Professeur des Universités	LISTIC, Annecy
Antoine VACAVANT	Directeur	Maître de Conférences	ISIT, Le Puy-en-Velay

RÉSUMÉ

ES espèces végétales, et en particulier les espèces d'arbres, forment un cadre de choix pour un processus de reconnaissance automatique basé sur l'analyse d'images. Les critères permettant de les identifier sont en effet le plus souvent des éléments morphologiques visuels, bien décrits et référencés par la botanique, qui laissent à penser qu'une reconnaissance par la forme est envisageable. Les feuilles constituent dans ce contexte les organes végétaux discriminants les plus faciles à appréhender, et sont de ce fait les plus communément employés pour ce problème qui connaît actuellement un véritable engouement. L'identification automatique pose toutefois un certain nombre de problèmes complexes, que ce soit dans le traitement des images ou dans la difficulté même de la classification en espèces, qui en font une application de pointe en reconnaissance de formes.

Cette thèse place le problème de l'identification des espèces d'arbres à partir d'images de leurs feuilles dans le contexte d'une application pour smartphones destinée au grand public. Les images sur lesquelles nous travaillons sont donc potentiellement complexes et leur acquisition peu supervisée. Nous proposons alors des méthodes d'analyse d'images dédiées, permettant la segmentation et l'interprétation des feuilles d'arbres, en se basant sur une modélisation originale de leurs formes, et sur des approches basées modèles déformables. L'introduction de connaissances *a priori* sur la forme des objets améliore ainsi de façon significative la qualité et la robustesse de l'information extraite de l'image. Le traitement se déroulant sur l'appareil, nous avons développé ces algorithmes en prenant en compte les contraintes matérielles liées à leur utilisation.

Nous introduisons également une description spécifique des formes des feuilles, inspirée par les caractéristiques déterminantes recensées dans les ouvrages botaniques. Ces différents descripteurs fournissent des informations de haut niveau qui sont fusionnées en fin de processus pour identifier les espèces, tout en permettant une interprétation sémantique intéressante dans le cadre de l'interaction avec un utilisateur néophyte. Les performances obtenues en termes de classification, sur près de 100 espèces d'arbres, se situent par ailleurs au niveau de l'état de l'art dans le domaine, et démontrent une robustesse particulière sur les images prises en environnement naturel.

Enfin, nous avons intégré l'implémentation de notre système de reconnaissance dans l'application **Folia** pour iPhone, qui constitue une validation de nos approches et méthodes dans un cadre réel.

MOTS-CLÉS : Reconnaissance de plantes, segmentation d'images, modèles déformables, contours actifs, *a priori* de forme, curvature-scale space, classification, application smartphone.