



Equipe Lagadic

Irisa, Rennes

L'équipe Lagadic (diminutif d'oeil en breton) travaille sur la problématique de l'asservissement visuel et ses applications en robotique, vision par ordinateur, réalité virtuelle et réalité augmentée.

L'asservissement visuel

Les techniques d'asservissement visuel consistent à utiliser les informations fournies par un capteur de vision pour contrôler les mouvements d'un système dynamique, ce système pouvant être réel dans le cadre de la robotique, ou bien virtuel dans le cadre de l'animation d'entités artificielles ou de la réalité augmentée. Ce thème de recherche se situe à l'intersection des domaines de la robotique, de l'automatique, et de la vision par ordinateur.

A l'intérieur de ce spectre, nous nous focalisons sur l'interaction entre l'action et la perception visuelle. Plus précisément, notre objectif est d'élaborer des stratégies de perception et d'action à partir d'images pour des applications en robotique, vision par ordinateur, réalité virtuelle et réalité augmentée. L'approche que nous développons depuis plusieurs années repose sur la modélisation de fonctions de tâches appropriées et consiste à spécifier le problème en termes de régulation dans l'image. Elle permet de compenser les imprécisions des modèles, aussi bien du capteur que du système à commander, par des lois de commande robustes en boucle fermée sur les informations visuelles extraites de l'image. On peut ainsi réaliser une grande variété de tâches de positionnement du système par rapport à son environnement, ou de poursuite d'objets mobiles, en contrôlant de un à l'ensemble des degrés de liberté du système. Quelle que soit la configuration du capteur, pouvant aller d'une caméra embarquée sur l'effecteur d'un robot à plusieurs caméras déportées, il s'agit de sélectionner au mieux un ensemble d'informations visuelles à partir des mesures disponibles et d'élaborer une loi de commande contrôlant les degrés de liberté souhaités afin que ces informations atteignent une valeur désirée définissant une réalisation correcte de la tâche.

Avec un capteur de vision, fournissant à la base des informations 2D, la nature des informations visuelles potentielles est extrêmement riche, puisque l'on peut considérer en asservissement visuel aussi bien des informations 2D, telles que les coordonnées de points caractéristiques dans l'image par exemple, que des informations 3D, fournies par un module de localisation exploitant les mesures 2D extraites. De cette richesse provient la problématique majeure de l'asservissement visuel, à savoir, parmi l'ensemble des informations potentielles, comment sélectionner celles qui fourniront un comportement satisfaisant au système. Il convient également de développer des algorithmes de traitements d'images temps réel (c'est-à-dire à la cadence vidéo) pour extraire et suivre les mesures dans les séquences d'images acquises.

Domaines d'application

Le domaine d'application naturel de nos recherches est bien évidemment celui de la robotique. Par le passé, nous avons principalement travaillé dans le domaine de la manipulation d'outils en milieu nucléaire contaminé (notamment via des collaborations avec la DER d'EDF et un transfert technologique auprès de la société Edixia), dans le domaine de la robotique sous-marine pour l'Ifremer pour la stabilisation d'images et le positionnement de bras articulés non instrumentés, dans le domaine de l'agro-alimentaire avec le Cemagref pour le positionnement de capteurs de vision en vue d'assurer une amélioration des contrôles de la qualité de produits agro-alimentaires, ainsi que dans le domaine de la vidéo-surveillance (contrôle des mouvements d'une tourelle pour la poursuite d'objets naturels mobiles). Actuellement, nous travaillons sur la manipulation d'objets par asservissement visuel en vue d'applications sur la station spatiale internationale à l'aide du robot Eurobot (projet avec l'agence spatiale européenne, ESA). Récemment, nous nous sommes également confrontés au domaine de la robotique

mobile via les activités menées autour du véhicule Cycab : détection et suivi d'objets mobiles (piétons, autres véhicules), contrôle par asservissement visuel des mouvements du véhicule.

Les recherches que nous menons peuvent s'appliquer à tous les domaines de la robotique impliquant un capteur de vision. Elles sont en effet conçues pour être indépendantes du système robotique considéré (le robot et le capteur de vision pouvant même être virtuels). Ainsi, depuis peu, nous nous intéressons à l'emploi des techniques d'asservissement visuel pour la localisation et le contrôle des mouvements d'un hélicoptère miniature, ainsi que pour la navigation d'un robot mobile à l'aide d'un capteur de vision omnidirectionnelle. Nous commençons aussi à nous impliquer fortement dans le domaine de la robotique médicale en collaboration avec l'équipe Visages de l'Irisa autour de la cellule robotique d'acquisition d'échographies 3D. Les applications envisagées pour l'instant tournent autour de nouvelles fonctionnalités d'aide au clinicien lors d'un examen médical (asservissement visuel sur des images échographiques, perception active pour la génération d'images échographiques 3D, couplage entre la vision déportée du champ d'examen et un capteur d'effort pour des examens télé-opérés) mais on peut imaginer à plus long terme des applications en mode per-opérateur. On peut également envisager d'appliquer nos recherches en micro-robotique (manipulation sous microscope par exemple), en robotique spatiale (arrimage), en robotique manufacturière (montage au défilé), etc.

Par ailleurs, la robotique n'est pas le seul domaine d'application possible à nos travaux de recherches. Récemment, nous nous sommes intéressés en collaboration avec l'équipe Siames de l'Irisa à appliquer les techniques d'asservissement visuel dans le domaine de l'animation. Il peut s'agir soit de contrôler le mouvement d'avatars ou d'humanoïdes virtuels en fonction de leur pseudo-perception, soit de contrôler le point de vue de restitution visuelle d'une animation. Dans les deux cas, des applications potentielles se situent



dans le domaine de la réalité virtuelle, par exemple pour la réalisation de jeux vidéos. Des applications existent également en vision par ordinateur et en réalité augmentée. Il s'agit alors de réaliser un asservissement visuel virtuel pour des applications de localisation ou d'estimation du mouvement 3D. Ce champ d'applications est très prometteur, car en plein essor pour la réalisation d'effets spéciaux dans le domaine multimédia ou pour la conception et l'inspection d'objets manufacturés dans le monde industriel.

Enfin, on peut signaler le lien entre nos travaux en asservissement visuel et en perception active avec ceux menés en cognoscience, notamment dans le domaine de la psycho vision (par exemple portant sur l'étude des mouvements de saccade et de poursuite dans le système visuel animal et humain, ou sur l'étude de la représentation de la perception).

Plates-formes spécifiques

Nos travaux sont avant tout des travaux de nature méthodologique, mais il est inconcevable dans notre domaine de ne pas valider nos résultats de recherche par des expérimentations sur des systèmes réels. Actuellement, nous disposons de quatre plates-formes spécifiques décrites ci-dessous.

Plates-formes de vision robotique

Nos deux premières plates-formes expérimentales sont composées de robots de type manufacturier construits par la société



afma Robots, l'un de structure cartésienne à six degrés de liberté, l'autre de structure cylindrique à quatre degrés de liberté. Ces deux robots sont chacun équipés d'une caméra embarquée sur leur effecteur et de cartes de numérisation d'images.

La plupart de nos travaux en vision robotique sont validés sur ces cellules expérimentales : détection et poursuite d'objets en mouvement, asservissement visuel avec une caméra embarquée ou déportée, perception active, couplage vision locale vision globale, exploration). Elles sont en effet très faciles à utiliser, car bien maîtrisées et fondées sur du matériel industriel. Il est même possible de simuler des robots de nature complètement différente sur ces systèmes : par le passé, nous avons par exemple intégré le modèle dynamique d'un robot sous-marin. Nous avons également intégré le modèle dynamique d'un hélicoptère miniature. Il est ainsi possible d'effectuer facilement des premières expérimentations en toute sécurité, avant de les intégrer après validation sur des systèmes beaucoup plus délicats à manipuler.

Véhicule Cycab

Ce véhicule nous a été fourni par la société Robosoft. Il s'agit d'un robot mobile électrique entièrement informatisé, sur lequel nous avons installé une caméra montée sur une tourelle dont l'orientation est commandable. Une autre tourelle de télésurveillance a également été installée pour observer le domaine d'évolution du Cycab.

Robot d'acquisition d'échographies 3D

Ce nouveau matériel, commun aux deux équipes Lagadic et Visages de l'Irisa, permettra de valider nos travaux de recherche en robotique médicale. Il est constitué d'un robot Sintors à six degrés de liberté portant un capteur d'effort et une sonde échographique 2D. Une caméra extérieure permet en outre de visualiser le champ d'examen. Il s'agit de développer un système d'acquisition d'échographies 3D piloté à distance à l'aide d'images vidéos et d'images échographiques 2D. L'objectif est de permettre à un médecin, expert d'une pathologie, de réaliser lui-même, et à distance, l'examen échographique, et donc de pouvoir l'interpréter dans les meilleures conditions sans pour autant avoir à se déplacer ou à faire se déplacer le patient. L'apport de la troisième dimension dans l'examen échographique viendra renforcer la qualité du diagnostic fait et les possibilités d'accès plus précis à des informations quantitatives.

Plate-forme logicielle ViSP

Nous menons également des activités de développement de logiciels, soit pour valider nos travaux de recherche via des simulations ou des expérimentations menées sur les plates-formes décrites ci-dessus, soit pour les pérenniser au sein de démonstrations, soit encore dans le cadre de nos activités contractuelles.

Nous avons aussi pour objectif de développer un environnement logiciel qui permette le prototypage rapide de tâches d'asservissement visuel. Cet objectif est d'envergure en raison de l'emploi de matériels spécifiques (robot, carte d'acquisition d'images, etc.), mais aussi en raison de la très grande variété des applications potentielles, des lois de commande possibles, et des traitements d'images correspondants. Sans un tel environnement, la mise en œuvre d'applications serait lourde et donc source potentielle d'erreurs.

ViSP (pour « Visual servoing platform »), le logiciel prototype développé depuis maintenant cinq ans repose sur la mise à la disposition du programmeur d'un ensemble de briques élémentaires qui peuvent être combinées pour construire des applications plus complexes. ViSP est écrit en C++ et utilise largement les fonctionnalités des langages orientés objets, en particulier pour assurer son évolution future et sa portabilité. Diffusé sous forme de logiciel libre sous licence QPL, il est disponible sur le site web de Lagadic.

Partenariat

- Projet Riam Sora
- Projet Predit Mobivip
- Projets Robea
- Cemagref, Rennes
- France Télécom R&D, Rennes
- Dassault Aviation
- Université de Girona, Espagne Université d'Alicante, Espagne
- IST Lisbonne, Portugal
- KTH, Suède
- ESA, Trasys, Belgique, Galileo Avionica, Italie, UCL, Belgique
- ANU Canberra, Australie

Site web

<http://www.irisa.fr/lagadic>