

Détection d'amers visuels pour la navigation d'un robot autonome autour d'un avion et son inspection

Tanguy Villemot

Stanislas Larnier

Stéphane Vetault

AKKA Research, 6 rue Roger Camboulives, 31100 Toulouse, France

tanguy.villemot@akka.eu , stanislas.larnier@akka.eu , stephane.vetault@akka.eu

Résumé

Cet article traite de la détection d'amers visuels pour la navigation de la plateforme robotique Air-Cobot autour d'un avion. Ce robot mobile autonome et collaboratif est dédié à l'inspection des aéronefs. Une nouvelle méthode de détection et d'inspection visuelle est proposée.

Mots Clefs

Reconnaissance de forme, détection d'amers visuels, suivi de cible visuelle, robot autonome.

Abstract

This article discusses the detection of visual features for the navigation of the platform Air-Cobot around an aircraft. This autonomous mobile and collaborative robot is dedicated to the inspection of airplane. A new visual detection and inspection approach is proposed.

Keywords

Shape recognition, visual features detection, visual target tracking, autonomous robot.

1 Introduction

Les avions sont inspectés périodiquement lors d'opérations de maintenance que ce soit sur l'aéroport entre deux vols ou dans un hangar pour des inspections plus poussées. La diminution des périodes d'inspection est un objectif majeur pour les avionneurs et les compagnies aériennes. L'inspection est réalisée par des opérateurs humains principalement de manière visuelle, parfois avec l'aide d'outils pour évaluer les défauts.



Figure 1 – La plateforme mobile Air-Cobot.

Le projet multipartenaires Air-Cobot vise à rendre cette inspection plus rapide, exhaustive et fiable. Un robot mobile autonome et collaboratif a été conçu pour aider à l'inspection des aéronefs. [2,3,4,5] Il est muni de senseurs dédiés à l'inspection : caméra Pan-Tilt-Zoom (PTZ) et scanner 3D et d'autres dédiés à la navigation : caméras Point Grey, capteurs de distance à balayage laser, boîtier GPS et centrale inertielle, cf. figure 1.

Lorsque le robot arrive sur le site d'inspection, il effectue une acquisition laser 3D pour connaître sa pose par rapport à l'avion. [2] Lors de ses déplacements, la pose est mise à jour grâce à une fusion entre l'odométrie des roues, la centrale inertielle et l'odométrie visuelle. Cette mise à jour se détériore au cours du temps, d'autres localisations, laser 2D [2] et vision [5], corrigent la pose. L'article est axé sur la partie vision. Pour la localisation visuelle, connaissant sa pose, le robot détermine des éléments visibles et pointe ses caméras dans une direction prometteuse (nombre d'éléments, tailles, a priori sur le suivi).

À la différence de [5] où la détection d'un amer visuel est réalisée dans toute l'image, la détection s'effectue désormais dans une zone de l'image englobant la projection de l'élément recherché ce qui permet un gain de temps et la possibilité d'effectuer des calculs en parallèle. Une fois détecté, il est suivi. Les méthodes de suivi utilisées sont principalement issues de la librairie ViSP. [1,5,6] Les amers visuels permettent d'estimer la pose du robot. Si les résultats sont stables et cohérents au cours du temps alors la pose est mise à jour. Le robot suit un plan de navigation entre différentes positions d'inspection. Sur ces dernières, il effectue des inspections 3D avec le scanner et visuelles avec la PTZ. Pour ces dernières, il faut détecter visuellement les éléments avant de les inspecter. [4]

Cet article se focalise sur la détection et l'inspection d'amers visuels. Une nouvelle approche est présentée. Les prises de vue ont été réalisées sur des avions A320 dans les locaux d'Airbus et Air France dans deux contextes différents : extérieur et hangar.

2 Nouvelle approche pour la détection et l'inspection d'éléments visuels sur l'avion

Les algorithmes de navigation amènent le robot à des positions de contrôle où il peut effectuer des inspections visuelles avec la PTZ. Les travaux précédents en inspection visuelle [4,5] ont montré que l'étape cruciale est la détection de l'élément à inspecter. Ces détections étaient basées sur la couleur et la forme des éléments.

Une nouvelle méthode basée sur l'extraction de caractéristiques est présentée dans cet article. Plusieurs descripteurs ont été testés. L'approche retenue emploie les descripteurs SURF et un appariement FLANN. L'algorithme nécessite en entrée l'image de la scène et des sous-images contenant uniquement l'élément que l'on souhaite détecter, cf. figure 2.

Pour l'inspection du *static port*, détecté dans la figure 2, une technique de *template matching* entre les informations de saturation de deux sous-images (espace couleur HLS) permet de déterminer son état.

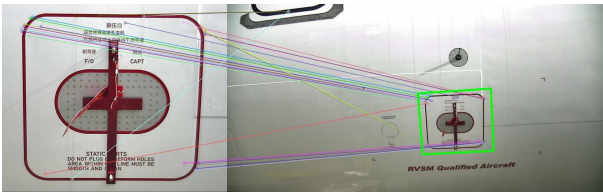


Figure 2 – Exemple de détection d'un static port à partir de l'image acquise par la caméra PTZ.

Dans les figures 2 et 4, le *static port* est couvert, tandis que dans la figure 3, il est non couvert.

L'étape de détection peut être effectuée également en navigation. En fonction de son estimation de pose, le robot choisit les images les plus appropriées dans sa base de données pour détecter l'élément.

3 Inspection au cours de la navigation

La figure 3 fournit un exemple de pointage, repointage après détection de l'élément *air inlet valve* et zoom sur ce dernier. Le contrôle est effectué sur l'image zoomée.

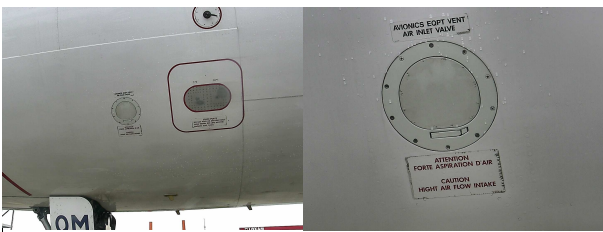


Figure 3 – Exemple de pointage et zoom avec la PTZ.

Ces étapes peuvent être évitées pour le contrôle de certains éléments en effectuant l'inspection au cours de la navigation. C'est possible principalement pour ceux qui ont deux états : couvert ou non couvert comme les *static ports* ou les sondes. Un humain n'a pas besoin de s'arrêter pour constater leurs états, la même efficacité est souhaitée pour le cobot. De plus sur ces amers visuels qui sont également des éléments à contrôler, leur forme peut varier en fonction de leur statut ce qui peut être un problème en navigation lors de la détection et du suivi. Si c'est possible, il est donc intéressant de faire de l'inspection au cours de la navigation.



Figure 4 – Static port détecté durant la navigation du robot à partir des caméras de navigation.

La figure 4 montre la reconnaissance d'un *static port* couvert à partir des caméras de navigation en utilisant la méthode présentée dans la section précédente. L'algorithme a besoin en entrée d'images du *static port* couvert et non couvert et avec différents points de vue.

À la différence de la phase d'inspection à l'arrêt, l'algorithme a plusieurs prises de vues différentes d'un même élément pour établir son diagnostic.

4 Conclusion et futurs développements

La détection d'amers visuels sur l'avion est utile pour une localisation visuelle de la plateforme Air-Cobot. Une nouvelle méthode de détection basée sur les extractions de caractéristiques est proposée pour être utilisée conjointement avec celles préexistantes. Cette approche peut être également utilisée pour inspecter des éléments. Les amers visuels de la navigation pouvant être des éléments à inspecter, il est profitable et possible pour certains éléments d'effectuer une inspection en phase de navigation avec plusieurs prises de vue.

Des études statistiques plus poussées seront nécessaires pour déterminer les approches de détection les plus robustes dans des conditions variables (luminosité, météo, ...). Des recherches sur la sélection des amers visuels sont en cours (possibilité d'utiliser plusieurs caméras, évolution du choix des cibles). Une intelligence artificielle arbitrant les différentes localisations [2,5] est également à l'étude.

Remerciements

Air-Cobot (<http://aircobot.akka.eu>) est un projet FUI (Fonds Unique Interministériel) issu du pôle de compétitivité Aerospace Valley. Nous remercions le reste de l'équipe Air-Cobot à AKKA Research, ainsi que les autres partenaires du projet (Airbus Group, LAAS-CNRS, ARMINES, 2MoRO Solutions, M3 SYSTEMS et STERELA) pour leur aide et leur soutien. Les membres du projet remercient Airbus et Air France Industries de nous avoir donné accès à des avions pour nos acquisitions, ainsi que leur personnel qui nous a aidé lors de ces journées.

Bibliographie

- [1] A. Comport, E. Marchand, M. Pressigout, et F. Chaumette, Real-time markerless tracking for augmented reality: the virtual visual servoing framework, *IEEE Trans. on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 12 (4), pp. 615–628, 2006.
- [2] J. Frejaville, S. Larnier et S. Vétault, Localisation à partir de données laser d'un robot naviguant autour d'un avion, *Actes de la conférence RFIA*, 2016.
- [3] M. Futterlieb, V. Cadenat et T. Sentenac, A navigational framework combining Visual Servoing and spiral obstacle avoidance techniques, *Actes de la conférence ICINCO*, pp. 57-64, 2014.
- [4] I. Jovančević, S. Larnier, J.J. Orteu et T. Sentenac, Automated exterior inspection of an aircraft with a pan-tilt-zoom camera mounted on a mobile robot, *Journal of Electronic Imaging*, Vol. 24 (6), 2015.
- [5] I. Jovančević, I. Viana, T. Sentenac, J.J. Orteu et S. Larnier, Matching CAD model and images features for robot navigation and inspection of an aircraft, *Actes de la conférence ICPRAM*, pp. 359-366, 2016.
- [6] E. Marchand et F. Chaumette, Feature tracking for visual servoing purposes, *Robotics and Autonomous Systems*, Vol. 52 (1), pp. 53-70, 2005.