

**REUNION DU GT UAV DU 01 AVRIL 2010**  
**Programme de la journée**  
**Salle P4, ENSAM**

**10h "Analyse du vol battu par une approche multi-objectif" par Stéphane Doncieux, UPMC**

Les algorithmes d'optimisation multi-objectif ont la particularité de générer un ensemble de solutions optimales qui sont toutes des compromis par rapport aux objectifs donnés. Cet ensemble de données peut être analysé a posteriori pour trouver les caractéristiques du système étudié, comme, par exemple, les performances atteignables ou encore les relations paramètres-objectifs. Nous avons appliqué cette approche à l'étude d'un drone à aile battante et avons ainsi pu déterminer empiriquement, entre autres, la relation énergie-vitesse et la vitesse optimale ainsi que l'importance des différents degrés de liberté autorisés.

**10h45 "Fusion ensembliste accéléromètres-baromètre pour l'estimation de l'altitude d'un drone miniature" par Jérôme de Miras, Heudiasyc**

Résumé — Les méthodes ensemblistes appliquées aux problèmes de robotique présentent aujourd'hui une alternative aux méthodes plus classiques. Dans le cadre de l'estimation d'état pour un drone miniature, un premier développement portant sur l'estimation d'altitude est présenté. Bien que le modèle du système soit simple, l'obtention d'une estimation correcte est fortement dépendante des bruits des capteurs. En se plaçant dans le contexte du calcul par intervalles, on peut considérer un modèle simple à erreurs bornées pour ces bruits et construire un observateur de type estimateur - prédicteur en utilisant des techniques de propagation de contraintes. Cet observateur utilise un pavage de l'ensemble des solutions et calcule des masses de pondération associées à ces pavés en fonction de l'innovation apportée par la mesure barométrique, en vue d'approcher au mieux le lieu le plus probable de l'estimée. Des simulations sont présentées pour démontrer la validité de la méthode.

**11h30 'Reconfigurable Flight Control System for a UAV par Guillaume Ducard (I3S)**

This work focuses on developing a reconfigurable flight control system for a small unmanned aerial vehicle. Therefore, the algorithms are designed to be modular, interchangeable, and highly computationally efficient. A nonlinear fault detection and isolation (FDI) system is constructed based on a multiple model scheme, which overcomes the traditional limitations of similar methods. The FDI system is also active, since it generates auxiliary excitation signals in order to systematically check any suspicious behavior of the aircraft, thus increasing the robustness of the detection system. An efficient control allocation module generates actuator control signals in order to achieve the desired roll, pitch, and yaw torque required by the autopilot. The control allocator is reconfigurable based on the fault diagnosis made by the FDI system. The autopilot consists of a turn rate controller on each of the aircraft's axes, an altitude controller, an airspeed controller, bank angle controller, and a sideslip angle controller. An innovative approach for an adaptive and reconfigurable guidance system is also presented. It combines a nonlinear guidance control law with a simple adaptive path planning algorithm. This guidance system avoids autonomously any known or pop-up obstacles. In case of an actuator failure, the flying performance of an aircraft degrades. Therefore, a separate algorithm estimates the new flying performance of the aircraft in order to reconfigure the guidance system. New trajectories are computed on-line by the guidance system, such that the new flight path matches the reduced aircraft performance.

## **12h15 Pause déjeuner**

### **14h15 The True Role of Accelerometer Feedback in Quadrotor Control par Philippe Martin (CAS)**

Nearly all the papers in the quadrotor literature rely on the same physical model: only aerodynamic forces and moments proportional to the square of the propellers angular velocities are explicitly taken into account. Other aerodynamics effects are omitted and considered as small unmodeled disturbances to be rejected by the control law. The alleged reason is that these effects are proportional to the square of the quadrotor linear velocity, hence very small near hovering. Now, a puzzling issue arises: this "usual" physical model implies the longitudinal and lateral (in body axes) accelerometers should always measure zero. This clearly contradicts the often used assumption that accelerometers near hovering approximately sense the gravity vector (in body axes). Even when this assumption is not used (for instance when a velocity sensor is available) one way wonder about the interest of using measurements known to be zero (and besides corrupted by noise and biases). Nevertheless many successful quadrotor flights have been reported, and there is no question that using accelerometers is beneficial. This paper proposes a "revisited" model containing extra aerodynamic terms proportional to the propeller angular velocity times the quadrotor linear or angular velocity. In particular the so-called rotor drag, though rather small, appears at first order and is essential to correctly account for the accelerometer measurements. The theoretical derivation is supported by experimental data.

### **15h' Suivi de pose basé modèle pour l'asservissement d'un drone » par Céline Teulière (ONERA)**

> Résumé : Dans cette présentation on s'intéresse à la navigation d'un drone de type quadrirotor dans un environnement structuré (en intérieur). Dans ce type d'environnements parfois peu texturés, les contours constituent une information visuelle adaptée et robuste. Sous l'hypothèse qu'un modèle 3D des contours est disponible, on propose ici d'utiliser un algorithme de suivi pour estimer la pose (position, orientation) du drone dans son environnement. Il s'agit ainsi de déterminer la pose qui fait le mieux correspondre les contours de l'image et les contours projetés du modèle. L'information de pose ainsi obtenue est alors fusionnée avec les données inertielles pour estimer la vitesse du drone, et une commande hiérarchique position/vitesse permet son asservissement. Des expérimentations ont été réalisées sur le X4-flyer du CEA LIST pour valider l'approche proposée.

### **15h30 Détermination d'un domaine de vol sécurisé pour un hélicoptère miniature en milieu incertain par Walid ACHOUR (ONERA)**

L'utilisation de mini-drones autonomes pourrait être envisageable pour un grand nombre de missions délicates ou coûteuses telles que l'exploration d'un environnement inconnu, la surveillance ou l'intervention sur des zones potentiellement dangereuses. Plus particulièrement, les mini-drones hélicoptères ont été privilégiés par rapport aux mini-drones à voilure fixe pour leur capacité à réaliser des manoeuvres spécifiques: vol à basse vitesse, vol latéral, vol stationnaire, et manoeuvres dans des espaces étroits.

Cependant, leur domaine de vol est rapidement perturbé par la présence des turbulences atmosphériques qui produisent un effet non linéaire très important, pouvant déstabiliser la trajectoire et l'orientation du véhicule. Récemment, plusieurs travaux de recherche ont été menés pour améliorer la stabilité du vol des mini-drones dans un environnement perturbé.

L'ensemble de ces études a fait apparaître qu'il est possible d'augmenter les capacités de vol des véhicules en présence des perturbations aérologiques. Toutefois, elles ne permettent pas de définir un domaine de vol sécurisé permettant à l'engin d'effectuer sa mission en toute sécurité. D'autre part, les résultats liés à l'estimation de l'état et des perturbations aérologiques sont essentiellement fondés sur des approches stochastiques où la distribution de vecteurs bruits de mesure et d'incertitude sur l'état est supposée gaussienne. Or, cette hypothèse est généralement difficile à vérifier, ce qui affecte la crédibilité associée à l'estimée obtenue. A cet effet, l'approche proposée a pour objet l'amélioration de la sécurité du vol d'un mini-drone hélicoptère en environnement perturbé. Elle est basée sur le couplage d'une méthode ensembliste à erreurs bornées et d'une loi de guidage robuste à la présence des perturbations aérologiques. Pour ce faire, la stratégie adoptée consiste à élaborer une trajectoire permettant de rallier une zone donnée tout en limitant l'énergie dépensée pour contrer d'éventuelles perturbations aérologiques. Nous présenterons tout d'abord la dynamique de l'engin soumis à des perturbations aérologiques. L'algorithme d'estimation ensembliste à erreurs bornées sera ensuite décrit. Enfin, une loi de guidage permettant de rallier un point donné puis son adaptation à la prise en compte des perturbations aérologiques seront exposées.

## **16h Discussions**

## **17h Fin de la journée**