

Soutenance de thèse

Juan José MONTERO JIMENEZ soutiendra sa thèse de doctorat, préparée au sein de l'équipe d'accueil doctoral ISAE-ONERA DECISIO et intitulée «*Réutilisation des connaissances pour l'amélioration de l'architecture des systèmes pour la maintenance prédictive*»

Le 13 janvier 2022 à 14h00, salle des thèses

devant le jury composé de

M. Rob VINGERHOEDS	Professeur ISAE-SUPAERO	Directeur de thèse
M. Eric BONJOUR	Professeur Université de Lorraine	Rapporteur
Mme Frances BRAZIER	Professeure TU DELFT	Rapporteuse
M. Bernard GRABOT	Professeur ENIT	Co-directeur de thèse
Mme Elise VAREILLES	Professeure ISAE-SUPAERO	
Mme Anabel FRAGA VAZQUEZ	Professeure Universidad Carlos III	

Résumé : Cette thèse de doctorat se situe dans le développement de systèmes pour la maintenance prédictive. La thèse traite spécifiquement sur la phase de conception des systèmes de maintenance prédictive, où il n'existe aucune approche de conception systématique pour ces systèmes. Dans la première partie de la thèse, une approche d'ingénierie des systèmes a été adoptée pour aborder la phase de conception des systèmes de maintenance prédictive, des besoins initiaux des parties prenantes jusqu'à une architecture logique. L'approche adoptée comprend une solide méthode de collecte des exigences, de classification et d'établissement des priorités. Une fois qu'une architecture logique a été obtenue, la quantité de modèles à choisir pour les activités diagnostiques et pronostiques réelles dans la maintenance prédictive était telle qu'elle est devenue un autre défi. Il n'existe pas de règles explicites pouvant guider un architecte dans la sélection de modèles appropriés pour le système de maintenance prédictive à développer pour un système donné à surveiller. La deuxième partie de la thèse a abordé ce défi. Un système de raisonnement fondé aux cas a été mis au point pour extraire des modèles appropriés pour le système de maintenance prédictive fondé sur des expériences antérieures. Ce système utilise une ontologie pour modéliser le vocabulaire et estimer la similarité sémantique entre les termes du vocabulaire. Pour la création de ce système de recommandation, une analyse approfondie du raisonnement factuel, des ontologies et de leur intégration a été entreprise au cours de la thèse, à partir de laquelle des contributions spécifiques ont été apportées. Dans une première tentative de validation du système de recommandation, il a montré qu'il est capable de récupérer et de suggérer des modèles de maintenance prédictive appropriés pour répondre à des composants logiques spécifiques.

Mots-clés : modélisation, complémentarité de connaissances, Ingénierie système

Summary: The use of a modern technical system requires a good engineering approach, optimized operation and proper maintenance in order to keep the system in an optimal state of operation. Predictive maintenance aims at organizing maintenance actions according to the evolution of the state of the actual system health, which gives a more precise indication of when a maintenance intervention will be necessary and so to save expenditure. This research project will contribute to the advancement of modern predictive maintenance techniques. This technique makes it possible, through the detection of patterns in measurement data, to obtain a diagnosis of the correct operation of a system. To this end, algorithms are used to alert the system operator's technical

departments to the remaining useful life (RUL), and therefore to the most appropriate time to intervene. Today, such assessments of the evolution of a system's health status are still largely performed by human experts, the level of complexity being so high that a fully automatic approach still poses problems, and this despite significant progress in recent years. This process requires great skill and experience of the human expert, and it turns out almost impossible to declare with 100% certainty if failures are present and if so which ones. The safe and efficient operation and maintenance of modern technical systems involves several on-line and off-line diagnostic tasks. Each diagnostic task has specific goals. A diagnostic approach relies on different tasks, all relating to the same technical system. Different information (or knowledge) is used for these diagnostic tasks and, in an ideal world, are all compatible with all other tasks and other information / knowledge involved. However, in reality, additional efforts are needed to achieve and maintain a certain degree of coherence. This lack of coherence of knowledge / information and therefore of integration between operational and maintenance diagnostic systems is one of the main reasons for the inefficiency of these systems. It should be noted that part of the knowledge / information can be obtained from the design and implementation of the system (initial knowledge, one can think of the information obtained during the design, the information contained in the manuals, etc.), while that another part can be obtained only during the use of the system (one can think of the experience that a user, reports of flight emitted by pilots, or for example a maintenance engineer acquires with the time). The objective of this thesis is to put together the declared knowledge (design documents, manuals, pilot logs, flight reports, etc.) with the knowledge obtained from the usage data (learning) with the aim of significantly improving the predictive maintenance. This complementarity of the initial knowledge of a technical system as well as the knowledge acquired during the operation must make it possible to remove some of the points still blocking for a wider use for critical systems.

Keywords: modelling, systems engineering, knowledge complementarity

