

Résumés des exposés de la journée du GT S3 du 3 novembre 2011-12-06

Exposé 1 : Pronostic des systèmes non linéaires incertains basés sur les observateurs par intervalle.

David Gucik-Derigny, Rachid Outib et Mustapha Ouladsine - LSIS – Marseille

Résumé : Le développement de processus de surveillance de système destiné à prédire le temps de vie restant d'un système avant qu'une défaillance n'apparaisse sur ce dernier est un domaine de recherche en plein essor. L'intérêt est d'augmenter la disponibilité des systèmes tout en assurant la sécurité des biens et des personnes. Pour cela, de nouvelles méthodologies de pronostic sont conçues afin de contribuer au développement d'une théorie du pronostic. Après avoir donné une définition du concept du pronostic, une nouvelle méthodologie de pronostic pour les systèmes incertains est proposée. Cette méthodologie est basée sur la synthèse d'un observateur à entrée inconnue par intervalle et sur l'estimation du modèle de dégradation. A partir de ces estimations, une prédiction du temps de vie restant par intervalle est ainsi déduite.

Exposé 2 : Pronostic de défaillances guidé par les données : application à l'usure des outils de coupe.

Kamal Medjaher, Diego Alejandro Tobon Mejia, Nouredine Zerhouni, FEMTO-ST , UMR CNRS 6174-UFC/ENSMM/UTBM

Résumé : La défaillance des composants critiques des systèmes industriels peut avoir des conséquences négatives sur la disponibilité, la fiabilité, la sécurité et l'environnement. Pour éviter cela, l'évaluation de l'état de santé de ces composants doit être constamment assurée. Dans cet exposé, une méthode d'estimation de l'état de l'outil de coupe dans les machines à commande numérique et le calcul de leur durée résiduelle avant défaillance (Remaining Useful Life: RUL) est proposée. La méthode utilise les données de surveillance fournies par les capteurs de surveillance et s'appuie sur deux phases principales : une première phase hors ligne et une seconde phase en ligne. Dans la première phase, les données brutes fournies par les capteurs sont d'abord traitées pour extraire de l'information utile, puis cette dernière est transformée en modèle représentant l'évolution de la dégradation du composant. Le modèle de dégradation est généré sous la forme d'une chaîne de Markov cachée à mélange de Gaussiennes représentée par un réseau Bayésien dynamique. Dans la seconde phase, le modèle obtenu est utilisé en ligne pour estimer l'état courant du composant et calculer la valeur du RUL. La méthode proposée a été appliquée sur des données réelles de l'usure d'un outil lors de l'usinage de pièces mécaniques et des résultats de simulation sont présentés et commentés.

Exposé 3 : Diagnostic causal basé cohérence pour les systèmes hybrides.

Renaud Pons, Audine Subias, Louise Travé-Massuyès, LAAS-CNRS, Université de Toulouse

Résumé : Nous présentons une approche de diagnostic causal basée cohérence pour les systèmes hybrides. La méthode proposée puise ses fondements à la fois dans le domaine des systèmes à événements discrets au travers de la mise en place d'un diagnostiqueur

partiel et dans les domaines des systèmes continus et des approches de diagnostic basées cohérence pour suivre les dépendances causales à la base des incohérences et finalement isoler les composants candidats au diagnostic. La méthode est applicable dans le cas général où l'ensemble des modèles disponibles (de fautes ou normaux) ne peut être considéré comme exhaustif et où le raisonnement de diagnostic doit combiner le raisonnement par abduction et par cohérence. Les travaux présentés lors de cette réunion s'inscrivent dans le cadre du projet AMIC-TCP (Architecture Multiplexage Informatique Communication pour les transports en Commun de Personnes) et sont menés en collaboration avec Actia Automotive. Nous verrons dans ce cadre une application de l'approche proposée au diagnostic d'une fonction automobile embarquée.

Exposé 4 : Approche générique de diagnostic des moteurs marins.

Yassine Khelil, Mohand Djeziri, Guillaume Graton, Mustapha Ouladsine, Rachid Outbib
LSIS UMR CNRS 6108, Domaine universitaire de Saint Jérôme.

Résumé : Les moteurs Diesel marins sont utilisés pour la propulsion et la génération d'électricité dans les navires. Leurs défaillances entraînent l'immobilisation ou la dégradation des performances du système, avec des conséquences économiques, stratégique et environnementales considérables. Les moteurs Diesel représentent donc un organe essentiel à la sécurité et la sûreté de fonctionnement des bateaux, d'où l'intérêt grandissant porté à la surveillance leur état de fonctionnement. Cependant, la complexité de ses moteurs et de leur environnement rend difficile la synthèse d'outils de diagnostic fiables. Cet exposé présente une approche générique de diagnostic des moteurs marins, implémentable sur une large gamme de navires, et permettant la détection des défauts sur les composants des moteurs. Les relations de cause à effet sont définies, puis validées par une analyse structurelle des interactions physiques à l'aide d'un modèle de connaissance. Le choix de la méthode de diagnostic est motivé par la complexité du système, son instrumentation, les connaissances disponibles sur son fonctionnement. Elle consiste à comparer le fonctionnement normal du système à un fonctionnement de référence, calculé automatiquement par des modèles qualitatifs, assurant ainsi l'autonomie et la généralité de l'approche. La génération de seuils adaptatifs améliore la robustesse aux fausses alarmes, en détectant les défauts sur toute de la plage de fonctionnement du système. Les résultats expérimentaux montrent les avantages et les limites de l'approche développée.

Exposé 5 : E2GK-pro: un algorithme évolutif de modélisation de séries temporelles basé sur les fonctions de croyance appliqué à la prédiction.

Lisa Serir, Nouredine Zerhouni, Emmanuel Ramasso, FEMTO-ST, département d'automatique des systèmes micro-mécatroniques

Résumé : Le problème traité est la modélisation de systèmes non linéaires en vue de la prédiction de leur comportement dans le temps et notamment la détermination du temps avant restant défaillance. Pour cela nous utilisons une approche multi-modèles où chaque modèle local est déterminé en ligne, au fur et à mesure que les données sont acquises. L'originalité de notre approche porte sur l'utilisation des fonctions de croyance qui permettent de prendre en compte l'incertitude sur les données mesurées

d'une manière différente des approches classiques basées sur les probabilités et les possibilités. L'outil a été validé sur différentes applications : sur la plateforme de tests de roulements PRONOSTIA développée au sein de notre département, sur un jeu de test issu de la compétition à la conférence PHM'2008 et sur la série chaotique de Mackey-Glass.

Exposé 6 : Modélisation probabiliste et processus stochastique pour le pronostic. Application à un cas d'étude

Khanh Le Son, Mitra Fouladirad, Anne Barros, Université de Technologie de Troyes, Institut Charles Delaunay - UMR CNRS 6279

Résumé : La problématique sous-jacente qui justifie une démarche de type pronostic est la mise en œuvre de politiques de maintenance ou de règle de décision qui tiennent compte en-ligne de l'histoire d'un système et de son environnement, du diagnostic sur son état courant et éventuellement des conditions opérationnelles futures. On se place donc d'emblée dans un contexte où il faut intégrer de l'information en-ligne, et où les règles de décision sont conditionnelles et/ou dynamiques par rapport à cette information. De fait, on cherche à exclure au maximum la prise de décision à partir d'un comportement moyen et l'on envisage les situations les plus complexes du point de vue des approches probabilistes. Par ailleurs, on se place souvent dans une démarche très opérationnelle, dans le sens où l'on s'est fixé une règle de décision dynamique a priori et on cherche des outils permettant de l'appliquer en prédisant l'évolution du système sur un horizon limité (en calculant la RUL notamment). Dans ce contexte, l'utilisation de modèles à base de connaissance/apprentissage trouve tout son sens et peut s'avérer plus adaptée et plus simple à mettre en œuvre qu'un modèle d'évolution probabiliste. En revanche, si l'on se place à un niveau plus "stratégique" avec une démarche d'optimisation, il peut être utile de disposer d'un critère de performance moyen permettant d'optimiser la ou les règles de décision possibles, sur un horizon infini. Une approche probabiliste permettra alors certainement plus facilement de fournir les indicateurs nécessaires. Nous avons donc choisi de confronter les outils de modélisation dits "probabilistes" développés actuellement à l'ICD (modèles de durée de vie, chaînes de Markov, processus stochastiques, etc.) et les outils de modélisation dits "non-probabilistes" développés actuellement au CRAN (modèles ARMA, réseaux de neurones et techniques basées sur l'intelligence artificielle, etc.) aux niveaux opérationnels et stratégiques. Les travaux présentés le 3 novembre s'inscrivent dans le cadre du projet DEPRADEM (Modélisation des DEgradation et du PRonostic pour l'Aide à la DEcision en Maintenance) financé par le GIS 3SGS et mené en collaboration avec le CRAN et EDF. Une partie de ces travaux a déjà été présentée lors d'une précédente réunion du GT S3 en novembre 2010 et nous ferons état des derniers développements. Très concrètement nous nous sommes fixés pour objectif de mettre en œuvre des approches probabilistes pour prédire une durée de vie résiduelle (Remaining Useful Lifetime - RUL) et pour optimiser des politiques de maintenance. Afin de nous confronter réellement aux approches non-probabilistes, nous avons choisi de travailler sur une base de données fournie par la conférence PHM 2008 (First International Conference On Prognostics And Health Management, 6-9 octobre 2008, Denver USA), qui a donné lieu à un concours pour la prédiction de RUL. Dans les articles présentant les meilleurs résultats, on trouve des modèles à base de réseaux de neurones ou de séries temporelles. Nous avons donc proposé et testé des modélisations probabilistes à base de processus stochastique

(Gamma bruité) permettant d'estimer la durée de vie résiduelle (niveau opérationnel). Nous avons également montré que notre approche permet d'estimer la loi de la durée de vie résiduelle et nous avons commencé à tester différentes politiques de maintenance pour mettre en évidence l'intérêt d'obtenir cette loi en termes de prise de décision (niveau stratégique).