



Département AS2M, CNRS UMR 6174
Equipe PROMI
24, rue Alain SAVARY
25000 Besançon

Contacts :
K. MEDJAHER
kamal.medjaher@ens2m.fr
Tél. : 03 81 40 27 96

N. ZERHOUNI
noureddine.zerhouni@ens2m.fr
Tél. : 03 81 40 28 05

Contribution à la modélisation des processus de dégradation : Application au pronostic de défaillances

1. Contexte et positionnement

L'exigence de performance des systèmes industriels demande une disponibilité et une fiabilité accrue des équipements et une optimisation des coûts de maintenance. En conséquence, les politiques de maintenance traditionnelles de type corrective ou préventive systématique doivent être remplacées par de nouvelles maintenances plus intelligentes où les actions de maintenance sont programmées en fonction de l'état réel observé ou estimé de l'équipement. On parle ainsi de maintenance conditionnelle, appelée en anglais Condition-Based Maintenance (CBM).

La CBM est un processus composé de plusieurs modules allant de l'acquisition des données jusqu'à l'aide à la prise de décision. Parmi ces modules, le pronostic de défaillance est considéré comme l'un des modules clé. Il a pour objectif d'anticiper l'instant de la défaillance et permet ainsi de mieux programmer les actions de maintenance. La norme ISO 13381-1 définit le pronostic industriel de défaillances comme étant une estimation de la durée de fonctionnement avant défaillance (DEFAD) et du risque d'existence ou d'apparition ultérieure d'un ou de plusieurs modes de défaillance. Dans la littérature scientifique relative au pronostic, la DEFAD est communément appelée RUL (pour Remaining Useful Life). L'estimation du RUL peut être réalisée selon plusieurs méthodes et en utilisant différents outils de formalisation. Ces méthodes peuvent être regroupées en trois approches, à savoir : le pronostic basé sur un modèle physique, le pronostic guidé par les données et le pronostic basé sur l'expérience. Parmi ces approches, le pronostic guidé par les données offre un meilleur compromis en termes de précision, de coût d'implémentation et d'applicabilité.

2. Description du sujet

Le principe du pronostic guidé par les données repose sur la transformation des données de surveillance issues des capteurs en modèles de comportement représentant le processus de dégradation. Parmi les outils pouvant être utilisés pour modéliser la dégradation, on trouve les modèles graphiques probabilistes. Ces derniers permettent de modéliser la dégradation sous forme d'un modèle stochastique dans lequel les états sont physiquement inaccessibles mais observables par les capteurs du système de surveillance. Des travaux de recherche en pronostic utilisant des modèles stochastiques, notamment les modèles de Markov cachés, ont été proposés dans la littérature scientifique. Cependant, ces travaux considèrent des durées de séjour dans les états régies par des lois exponentielles, hypothèses pas toujours réalistes, et ne reflètent donc pas les durées réelles de séjour. De plus ces travaux tiennent peu compte des conditions de fonctionnement réelles et variables dans lesquelles évolue le système ou le composant physique.

Notre objectif est donc de développer une approche probabiliste de modélisation des processus de dégradation de composants critiques intégrant des lois de séjours explicites dans les modèles stochastiques et considérant des contextes variables de fonctionnement. En effet, afin d'obtenir de meilleurs prédictions de la durée de fonctionnement avant défaillance (RUL)

ainsi que de la confiance associée, il est nécessaire de disposer d'un modèle fiable et « réaliste ». Les algorithmes existants pour l'apprentissage des paramètres des modèles stochastiques et l'inférence doivent alors être améliorés et adaptés afin de tenir comptes de ces nouvelles contraintes contextuelles liées aux applications industrielles.

Une application possible peut correspondre à un processus de modernisation des services de maintenance de la ville de Besançon. Il s'agit de mettre en place un système de supervision et d'anticipation des pannes des systèmes techniques gérés et maintenus par la ville de Besançon et le Grand Besançon. Cette démarche s'inscrit dans le concept innovant de PHM (Pronostic et surveillance de l'état de santé des équipements).

3. Profil recherché

Le candidat doit posséder un diplôme d'ingénieur ou de master recherche et être issu de l'une des disciplines suivantes : sciences pour l'ingénieur ou mathématiques appliquées. De plus, le candidat doit posséder de solides connaissances dans les domaines suivants :

- Détection et diagnostic de défaillances. Des connaissances en pronostic des défaillances seraient un plus pour le candidat.
- Modélisation par des outils issus de l'intelligence artificielle, notamment les modèles probabilistes.
- Traitement des données et signaux.
- Programmation sous Matlab.
- Maîtrise de l'anglais : parlé et écrit.

4. Nature du financement

Bourse du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

5. Candidature

Envoyer par e-mail à kamal.medjaher@ens2m.fr et noureddine.zerhouni@ens2m.fr :

- un CV et une lettre de motivation ;
- le classement à la dernière année de formation Ingénieur ou Master;
- une lettre de recommandation du responsable de la formation recherche (ou du responsable de la dernière année de formation).