
Programme de la Réunion du GT S3

- 29 Mars 2018 -

Problèmes inverses pour le diagnostic de câbles électriques à partir de mesures de réflectométrie

Nassif Berrabah (EDF R&D), Qinghua Zhang (Inria), Maud Franchet (EDF R&D), Denis Vautrin (EDF R&D)

L'omniprésence des câbles électriques dans de nombreux systèmes oblige les industriels à disposer d'outils performants pour évaluer leur état. La réflectométrie, qui consiste à injecter un signal dans un câble et à analyser les échos, fait partie des techniques prometteuses. Nous présenterons une méthode de diagnostic avancée qui repose sur la résolution d'un problème inverse à partir de mesures de réflectométrie. Le profil de résistance linéique d'un câble $R(z)$ est ainsi estimé et l'analyse de ses variations permet de détecter, localiser et quantifier d'éventuels défauts dissipatifs. Nous discuterons également des pré-traitement des mesures qui permettent de faciliter la mise en œuvre de cette méthode ou d'en améliorer la précision.

New method for availability computing of complex systems using Imprecise Markov models

J. Akrouche¹, M. Sallak¹, E. Châtelet², F. Abdallah³ and H. Hajj Chehade³

¹ : Sorbonne universités, Université de technologie de Compiègne, CNRS, Heudiasyc,

² : Université de Champagne, Université de technologie de Troyes, CNRS, Institut Charles Delaunay

³ : Lebanese University, Beirut-Hadath

The system availability is defined as the probability that the system is operational at a given time. To compute the availability of a multi-states system (the system and its components could have multi-states), we have to sum over all the probabilities of the components working states, therefore these probability precise values are required. In some cases (rare event failures, new components,...), it isn't possible to obtain the working probabilities precisely because of the lack of data. In this work, we propose to apply imprecise continuous Markov chain where the failure and repair rates are imprecise. Only few works were developed using this concept [1]. The precise initial distributions are replaced by intervals, which represents the unknown initial probabilities and the unknown transition matrix. The interval constraint propagation method is exploited [2] for the first time, in availability modeling, to compute the imprecise multi-states system availability. The probability interval bounds associated to real variables are contracted, without removing any value that may be consistent with the set of constraints. The proposed methodology is guaranteed, and different examples of complex systems with some properties (convergence, ergodicity,..) are studied. All the numerical examples and results will be discussed in the complete paper.

- Matthias C.M. Troffaes, Jacob Gledhill, Damjan Skulj, Simon Blake. Using Imprecise Continuous Time Markov Chains for Assessing the Reliability of Power Networks with Common Cause Failure and Non-Immediate Repair. 9th International Symposium on Imprecise Probability: Theories and Application, Pescara, Italy, 2015.
 - Luc Jaulin, Michel Kieffer, Olivier Didrit, Eric Walter. Applied Interval Analysis-Springer (2001).
-

Fusion de décisions dédiée à la surveillance des systèmes complexes

Khaoula Tidriri, Teodor Tiplica, Sylvain Verron, Nizar Chatti
LARIS – Université Angers

Le développement des approches combinant plusieurs méthodes de surveillance rencontre un intérêt croissant, qui réside dans le fait que diverses méthodes peuvent généralement se compléter. Une fusion adaptée pourrait donc fortement réduire les erreurs de détection et de diagnostic, particulièrement lorsque les méthodes individuelles présentent des performances différentes. Dans cette présentation, nous proposons un cadre unifié qui permet la fusion de décisions de deux méthodes de détection-diagnostic de défauts (FDD pour Fault Detection and Diagnosis). Ce cadre, qui est un Réseau Bayésien (RB) discret, est générique et peut inclure toute méthode, qu'elle nécessite un modèle précis ou des données historiques. La méthodologie est basée sur un apprentissage théorique des paramètres du RB, en fonction des objectifs FDD à atteindre. L'efficacité de l'approche proposée est validée sur le Tennessee Eastman Process (TEP). L'application souligne la capacité de l'approche à assurer une amélioration significative des performances en FDD.

Cyberdéfense des systèmes de contrôle-commande industriels : une approche par filtre basée sur la notion de trajectoire pour la détection et la protection face aux cyberattaques

Franck Sicard, Eric Zamaï, Jean-Marie Flaus
Université Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, G-SCOP

Conçus à l'origine pour assurer la productivité et la sûreté de fonctionnement, les systèmes de contrôle-commande industriels (ou Industrial Control Systems, ICS) sont présents dans de nombreuses infrastructures critiques (production et distribution d'énergie, transports, défense, ...) et sont de nos jours la cible de cyberattaques. Du ver informatique Stuxnet (2010) aux attaques par rançongiciels (2016-2017) en passant par l'attaque sur le réseau électrique ukrainien (2015), les ICS présentent de nombreuses vulnérabilités qui permettent de générer de grandes surfaces d'attaques. De plus, comme ils pilotent des systèmes physiques (Systèmes Cyber-Physiques), les impacts en cas d'attaques sont extrêmement importants (pertes humaines, financières, dégâts environnementaux, arrêts de production, ...).

Afin de protéger les ICS, une approche hybride issue d'une analyse des approches sécurités et sûretés a été développée (Sicard et al., 2017a). Elle s'appuie sur des filtres afin de détecter des intrusions pouvant amener le système dans des états définis comme critiques. Les mécanismes de

détection mis en œuvre reposent sur la localisation de ces filtres dans l'architecture matérielle mais également sur des modèles du procédé et de commande. Basés sur des automates finis déterministes et des réseaux de Petri, ils permettent de connaître, sans compromission possible de la part d'un attaquant, l'état du système et donc de calculer un éloignement à des zones critiques : la distance. Énoncée dans un premier temps par (Carcano et al., 2011), cette notion a été améliorée pour s'adapter aux systèmes à événements discrets. L'évolution de cette distance permet de calculer la trajectoire du système qui, en fonction du mécanisme de détection, permet aux filtres d'alerter les opérateurs d'une dérive (anomalie), de bloquer des actions pouvant amener le système dans des états critiques ou de mettre le système en replis. Par ailleurs, à l'issue de la détection d'une anomalie, un algorithme de discrimination est effectué ce qui permet de différencier une attaque et une défaillance lorsque cela est possible (Sicard et al., 2017b).

La présentation permettra de détailler l'approche et la méthodologie de conception des filtres (de l'analyse de risques aux algorithmes de détection). Des exemples d'applications illustrant diverses attaques possibles seront mis en avant ainsi que les différents mécanismes de détection engagés pour les repousser.

- Carcano, A., Coletta, A., Guglielmi, M., Masera, M., Nai Fovino, I., Trombetta, A., 2011. A Multidimensional Critical State Analysis for Detecting Intrusions in SCADA Systems. *IEEE Trans. Ind. Inform.* 7, 179–186. <https://doi.org/10.1109/TII.2010.2099234>
- Sicard, F., Zamaï, E., Flaus, J.-M., 2017a. Distance Concept Based Filter Approach for Detection of Cyberattacks on Industrial Control Systems, in: 20th World Congress of the International Federation of Automatic Control (IFAC 2017), Preprints IFAC WC 2017 Toulouse. IFAC, Toulouse, France.
- Sicard, F., Zamaï, É., Flaus, J.-M., 2017b. Cyberdéfense des systèmes de contrôle-commande industriels : une approche par filtres basée sur la distance aux états critiques pour la sécurisation face aux cyberattaques, in: C&esar 2017 - La Protection Des Données Face à La Menace Cyber. Rennes, France.

A Parametric Predictive Maintenance Decision-Making Framework Considering Improved System Health Prognosis Precision

HUYNH Khac Tuan

LM2S/ICD & STMR UMR CNRS 6281- Université de technologie de Troyes

Health prognosis is an advanced process to forecast the future state of systems, structures and components. Even if it is now recognized as a key enabling step for the maintenance performance improvement on systems and structures, the issue of post-prognosis maintenance decision-making (i.e., how to use prognosis results to eventually make maintenance decisions) remains open. Faced with this situation, we propose a parametric predictive maintenance decision framework that can take into account properly the system remnant life in maintenance decisions. Unlike more classical frameworks, it uses the estimated precision on the prognosis of the system residual useful life as a condition index to decide for and to schedule the interventions on the system. The proposed framework is developed for a single-unit stochastically deteriorating system, maintained through inspection and replacement operations. Using results from the theory of semi-regenerative phenomena, the

analytical maintenance cost model is derived for the long-run expected maintenance cost rate. The proposed maintenance decision structure is compared to a classical benchmark framework; numerical experiments evidence the performance and the robustness of the new framework, and confirm the benefit of basing maintenance decisions explicitly on the precision of the system health prognosis (and not only on e.g., the mean value of the estimated residual life).

Incremental modeling of an embedded CPU-GPU system for feature estimation and monitoring

Oussama Djedidi, Mohand A. Djeziri, Nacer K. M'Sirdi

Laboratoire d'informatique et systèmes (LIS) UMR 7020-Université Aix Marseille

In this research, we deal with the problem of modelling and monitoring heterogeneous central processing units (CPU) and graphics processing units (GPU) chips mainly in mobile devices. In this work, an incremental modelling and a fault detection algorithm of a CPU-GPU chip embedded in a smartphone are presented. The model is composed of a set of interconnected subsystems. These subsystems can be exchanged which allows the model to be, accordingly, adapted to changes in the structure of the system and operating modes. The model is then used to estimate a set of variables characterizing the operating state of the system. The estimated variables constitute inputs to the diagnosis module which generates alarms in the presence of faults or drifts in the characteristics and features of the system. The obtained results validate the proposed model and demonstrate the effectiveness of the fault detection algorithm.

An overview of an industrial detection and diagnosis problem: vibration detection on civil aircraft.

Philippe Goupil (AIRBUS)

This presentation aims at giving an overview of an industrial challenge which is to detect in real-time vibrations on-board a civil aircraft. Mechanical free-play in the Flight Control System could lead to vibrations under some specific circumstances. This phenomenon could lead to tricky maintenance task and troubleshooting. The context and consequences of vibrations is first presented. The current state of practice for tackling this problem is then broached before presenting briefly on-going R&T activities to improve the state of the art.