

Approche compositionnelle sur les langages probabilistes pour l'évaluation quantitative des séquences d'événements en sûreté de fonctionnement

Dorina Ionescu^{1,2}, Nicolae Brînzei^{1,2}, and Jean-François Pétin^{1,2}

¹ Université de Lorraine, CRAN, UMR 7039, 2 avenue de la forêt de Haye, TSA 60604, 54518 Vandoeuvre-lès-Nancy, France

² CNRS, CRAN, UMR 7039, France

{dorina.ionescu}{nicolae.brinzei}{jean-francois.petin}@univ-lorraine.fr

L'analyse de la sûreté de fonctionnement (SdF) des systèmes critiques réactifs est généralement réalisée de manière qualitative pour identifier les sources de dysfonctionnement et de manière quantitative pour évaluer des indicateurs de SdF. Les approches qualitatives reposent sur l'identification des relations causales entre les défaillances des composants et celle du système (*fonction de structure*) ce qui permet de déterminer tous les sous-ensembles de composants conduisant à la défaillance du système (*coupes*). Les approches quantitatives consistent à évaluer la probabilité d'occurrence d'une défaillance (défiabilité) ou la probabilité que le système soit en conditions opérationnelles (disponibilité).

Ce poster s'intéresse à l'évaluation de la probabilité d'occurrence de séquences d'événements de défaillance et de réparation, pour des systèmes dynamiques réparables, ayant de multiples modes de défaillance et/ou possédant de multiples stratégies de reconfiguration ou de maintenance. Les systèmes sont dynamiques, dans le sens où l'occurrence d'un événement de défaillance ou de réparation peut dépendre de l'occurrence antérieure d'autres événements. La relation d'ordre partiel existant entre l'occurrence des événements au sein d'une séquence a un impact sur la défaillance du système et donc sur l'évaluation de la séquence. De plus, la complexité des systèmes ayant de multiples modes de défaillance et/ou possédant de multiples stratégies de reconfiguration ou de maintenance (réparation parfaite ou imparfaite) conduit à des modèles de grande taille souvent caractérisés par une explosion du nombre d'états qui pose des problèmes de modélisation et, dans certains cas, d'analyse probabiliste des séquences.

Les travaux présentés dans ce poster utilisent les langages probabilistes [1] comme cadre formel pour réaliser l'évaluation quantitative de ces séquences. Ces langages combinent les avantages de la théorie des langages et de la théorie des probabilités et supportent des opérateurs de choix ou de concaténation permettant de mettre en œuvre une approche compositionnelle de modélisation. Le système à étudier est d'abord modélisé par un automate à états finis, puis transformé en un automate probabiliste (p-automate) en utilisant la technique des chaînes de Markov à temps discret immergée dans un processus stochastique continu. La détermination formelle des sous-langages associés à chaque état du p-automate permet de calculer leur probabilité d'occurrence ainsi que la probabilité d'occurrence des séquences d'événements extraites de ces sous-langages ([2]). De plus, l'utilisation d'opérations sur les langages permet de proposer une approche modulaire compositionnelle pour des systèmes ayant de multiples modes de défaillance et/ou possédant de multiples stratégies de reconfiguration ou de maintenance. L'approche développée est appliquée à un système de contrôle-commande de la température d'un four.

Références

- [1] V.K. Garg, R. Kumar, and S.I. Marcus. A probabilistic language formalism for stochastic discrete-event systems. *IEEE Trans. on Automatic Control*, 44(2) :280–293, 1999.
- [2] D. Ionescu, N. Brînzei, and J-F. Pétin. Assessment of the critical events sequences of systems by means of assessment of the critical events sequences of systems by means of probabilistic languages. In *European Safety and Reliability Conference, ESREL 2014*, pages 217–224, 2014.