

Approximation dans les Systèmes Réparables de Fiabilité Périodiquement Testés : Cas Homogène.

Fazia RAHMOUNE¹

Laboratoire de Modélisation et d'Optimisation des Systèmes LAMOS
Université de Béjaïa 06000, Algérie.
email : foufourahyahoo.fr

Résumé Une politique optimale de maintenance permet d'améliorer la stabilité des systèmes réparables, de maintenir une disponibilité élevée de ses équipements et de réduire ainsi les coûts liés aux interventions. En raison de la complexité des résultats analytiques obtenus dans l'analyse des systèmes réparables de fiabilité avec maintenances continues, nous avons introduit, en premier lieu, la modélisation de tels systèmes par ceux des files d'attente avec vacances, où les périodes de maintenance sont simulées par celles des vacances du serveur. Nous nous sommes intéressés plus exactement, aux systèmes de files d'attente à source finie et vacances du serveur. Puis, nous avons montré que les caractéristiques de ces derniers peuvent être approximées par celles des systèmes avec maintenances périodiques, grâce à la méthode de stabilité forte. Nous avons obtenu également les estimations quantitatives de stabilité avec un calcul exact des constantes.

Mots-Clés : Syèmes réparables, Politiques de Maintenance, Modélisation, Système avec vacances du serveur, Approximation.

Suite au perfonctionnement et à l'évolution technologique, les systèmes de production et de service, tels que les instalations pérochimiques, les systèmes militaires, nucléaires, sanitaires et aéronautiques sont devenus de plus en plus complexes. Pour de tels systèmes, il est extrêmement important d'éviter les défaillances en service à cause des conséquences désastreuses que cela peut produire sur le plan sécurité d'un coté et/ou des pertes de production élevées d'un autre coté. Par conséquent, la maintenace sur ces systèmes s'avère nécessaire. Cette nécessité a généré un intérêt croissant dans le développement et la mise en oeuvre des startégies (politiques) optimales de mlaintenance pour améliorer la fiabilité des systèmes, diminuer la la probabilité d'occurence des défaillances et réduire les coûts de maintenance.

Les études sur les politiques optimales de maintenance se sont concentrées sur les systèmes mono-composants (à une seule unité), mais les améliorations des techniques analytiques et le développement de l'outil informatique ont permis à des systèmes plus complexes d'être étudiés, comme on s'est rendu compte que les dépendances entre

les composants d'un système ne peuvent pas être négligées et devraient être prises en considération dans les décisions, il y eu un intérêt croissant pour la modélisation et l'optimisation des politiques de maintenance des systèmes multi-composants.

Dans la pratique, regrouper les activités de maintenance pour les systèmes multi-composants engendre des gains en terme de coûts et/ou de temps. Par exemple, saisir l'opportunité l'arrêt d'une chaîne de production pour effectuer des opérations de maintenance sur plusieurs équipement de la chaîne; ou bien lors du démontage d'un équipement lourd, il serait plus rentable de saisir l'opportunité pour remplacer plusieurs éléments à la fois.

Dans la première partie, en raison de la complexité des résultats analytiques obtenus dans l'analyse des systèmes réparables de fiabilité avec maintenances continues, nous avons montré que les caractéristiques de ces derniers peuvent être approximées par celles des systèmes avec maintenances périodiques, grâce à la méthode de stabilité forte. Une politique optimale de maintenance permet en effet d'améliorer la fiabilité des systèmes réparables, de maintenir une disponibilité élevée des équipements et de réduire les coûts liés aux interventions.

Ceci nous permettra en premier lieu d'introduire la modélisation des systèmes de fiabilité avec maintenance préventive par les systèmes de files d'attente avec vacances, où les périodes de maintenance sont simulées par celles des vacances du serveur. Nous nous intéressons plus exactement, aux systèmes de files d'attente à source finie et vacances du serveur. Dans de tels modèles, le serveur prend occasionnellement une vacance d'une durée aléatoire, qui peut être utilisée pour accomplir une ou plusieurs tâches secondaires, comme elle peut modéliser une période d'oisiveté du serveur [33, 32, 11]. L'étude de tels systèmes est sans aucun doute très importante pour les applications pratiques, car les vacances du serveur influent beaucoup sur les caractéristiques du système considéré. En particulier, plus les durées de vacances du serveur sont longues, plus le nombre d'utilisateurs dans la file est élevé et plus la durée d'attente de chaque usager dans la file est longue.

En second lieu, dans ce travail, nous avons prouvé encore une fois l'applicabilité de la méthode de stabilité forte aux systèmes réparables de fiabilité avec maintenance préventive bien particuliers qui peuvent être vus comme des systèmes de files d'attente avec vacances et source finie, où la perturbation a concerné la structure du service. Le système $M/G/1//N$

à vacances multiples du serveur et service exhaustif nous a servi d'illustration. Nous avons prouvé le fait de la stabilité. Ceci nous permet de constater la possibilité d'approximer les caractéristiques stationnaires et non stationnaires du système $M/G/1//N$ avec maintenances préventives par celles du système $M/G/1//N$ classique. Nous avons obtenu également les estimations quantitatives de stabilité avec un calcul exact des constantes.

Références

1. A. Aïssani. An $M^X/G/1$ Retrial Queue with Unreliable Server and Vacations. *Proceedings 17th European Simulation Multiconference*, 175-180, 2003.
2. D. Aïssani and N. V. Kartashov. Ergodicity and Stability of Markov Chains with Respect to Operator Topology in the Space of Transition Kernels. *Dokl. Akad. Nauk Ukr. SSR*, 12(3) :1-4, 1983.
3. D. Aïssani and N. V. Kartashov. Strong Stability of Imbedded Markov Chains in an $M/G/1$ System. *Theory of Probab. and Math Stat, American Mathematical Society*, 29 :1-5, 1984.
4. J. R. Artalejo and G. I. Falin. Stochastic Decomposition for Retrial Queues. *Oper. Res*, 2(2) :329-342, 1994.
5. J. L. Bon. *Fiabilité des Systèmes (Méthodes Mathématiques)*. Edition Masson, 1995.
6. A. A. Borovkov. *Ergodicity and Stability of Stochastic Processes*. Academy of Sciences Siberian Section, Russia, Translated by V. Yurinsky, Universidade da Beira Interior, Portugal, John Wiley and Sons, Inc edition, 1998.
7. W. K. Ching. *Iterative Methods for Queueing and Manufacturing Systems*. Springer Monographs in Mathematics ; Springer edition, 2001.
8. R. B. Cooper. *Introduction to Queueing Theory*. North-Holland, New York, 2nd Edition, 1981.
9. T. K. Das. *Analysis of Patrolling Repairman Systems*. PhD thesis, Texas and M. University, College Station, Texas, 1989.
10. T. K. Das and M. A. Woltman. Analysis of Asymmetric Patrolling Repairman Systems. *Eur. Jour. Oper. Res*, 64, 45-60.
11. B. T. Doshi. *Single Server Queues With Vacations*. In *Stochastic Analysis of Computer and Communication Systems*, Amsterdam, Elsevier Science Edition, 217-265, 1990.
12. B. T. Doshi. A Note on Stochastic Decomposition in $GI/G/1$ Queue With Vacations or Set-up Times. *J. of Appl. Prob* , Vol. 22, 419-428, 1985.
13. B.T. Doshi. Queueing Systems with Vacations- A Survey. *Queueing Syst, Vol. 1*, 129-166, 1986.
14. S. W. Fuhmann and R. B. Cooper. Stochastic Decompositions in The $M/G/1$ Queue with Generalized Vacations. *Oper. Res*, 33 :1117-1129, 1985.
15. C. F. Ipsen and C. D. Meyer. Uniform Stability of Markov Chains. *Siam. J. Matrix*, 15(4) :1061-1074, 1994.
16. V. V. Kalashnikov and G. S. Tsitsiashvili. On The Stability of Queueing Systems with Respect to Disturbances of Their Distribution Functions. *Queueing Theory and Reliability*, 211-217, 1971.
17. N. V. Kartashov. Strong Stability of Markov Chains. *VFNISSI, Vsesayouzni Seminar on Stability Problems for Stochastic Models, Moscow (1981)*, pages 54-59 ; English transl. in *J. Soviet Math*. 34 : pages 1493-1498, 1986.
18. N. V. Kartashov. Strong Stable Markov Chains. *VSP, Utrecht ; Tbinic Scientific Publishers*, 138 pages, 1996.
19. S. T. Rachev. The Problem of Stability in Queueing Theory. *Queueing Systems*, Vol. 4 :287-318, 1989.
20. F. Rahmoune and D. Aïssani. Approximation in Repairable Reliability Systems with Preventive Maintenance. *Proceedings of the 5th. Multidisciplinary International Conference Quality and Dependability (RAMS) (2005)*. Bordeaux-France, pp. 429-436.
21. F. Rahmoune and D. Aïssani. Approximation in Queueing Systems with Server Vacation. *Proceedings of the " Colloque International sur l'Optimisation et les Systèmes d'Information (COSI'05), Béjaïa, Juin 12-14, 2005*.
22. F. Rahmoune and D. Aïssani. Quantitative Stability Estimates in Queues with Server Vacation. *Journal of Mathematical Sciences, to appear. 2007*

23. M. Roussignol and D. Flipo. Files d'Attente et Fiabilité. Technical report, Université des Sciences et Technologies de Lille, 2002-2003.
24. T. Saaty. *Elements of Queueing Theory and Applications*. Mc Graw-Hill Book Company, N.Y, 1961.
25. A. L. Scherr. An Analysis of Time-Shared Computer Systems. In *Research Monograph 36*. The MIT Press, Cambridge, Mass, 1967.
26. M. M. Srinivasan, S. C. Niu, and R. B. Cooper. Relating Polling Models with Zero and Nonzero Switchover Times. Technical report, Queueing Systems, August, 1994.
27. D. Stoyan. *Comparison Methods For Queueing Models and Others Stochastic Models*. Wiley edition, 1983.
28. J. Sztrik. Finite Source Queueing Systems and Their Applications. Technical report, University of Debrecen, Institute of Mathematics and Informatics, Departement of Information Technology, August 2001.
29. H. Takagi. Analysis of an $M/G/1//N$ Queue With Server's Multiple Vacations and Exhaustive Service, and Its Application to a Polling Model. Technical Report TR 0033, IBM Tokyo Research Laboratory, Tokyo, 1990a.
30. H. Takagi. Time-Dependent Analysis of $M/G/1$ Vacation Models With Exhaustive Service. *Queue. Syst*, 6 :369–389, 1990b.
31. H. Takagi. Time-Dependent Process of $M/G/1$ Vacation Models With Exhaustive Service. *J. Appl. Prob*, 29 :418–429, 1992a.
32. H. Takagi. $M/G/1//N$ Queues with Server Vacations and Exhaustive Service. *Operations Research*, Vol. 42, N°5, 926-939, Octobre 1994.
33. T. H. Takine, H. Takagi, Y. Takahashi, and T. Hasewaga. Analysis of Asymmetric Single-Buffer Polling and Priority Systems. *Performance Evaluation*, 11 :253–264, 1990.
34. A. Tedijanto. Stochastic Comparisons in Vacations Models. *Commun Statistic-Stochastic Models*, 7(1) :125–135, 1991.
35. V. M. Zolotarev. On The Continuity of Stochastic Sequences Generated by Recurrent Processes. *Theory of Probability and Its Applications*, Vol. 20 :819–832, 1975.