

Resumo

Esta dissertação enquadra-se no domínio da fiabilidade de sistemas e centra-se na análise e avaliação de medidas de desempenho de sistemas com processos não-markovianos, podendo os parâmetros dos modelos serem valores determinísticos ou valores difusos. Neste trabalho merecem uma especial atenção os sistemas industriais de produção, embora os desenvolvimentos aqui apresentados sejam válidos para outros domínios da engenharia.

A análise e avaliação da fiabilidade de sistemas industriais de produção é uma tarefa complexa devido à natureza estocástica dos processos do comportamento, ao desconhecimento de muitas das relações de causa-efeito entre estes processos e à frequente falta de dados. A presença de mecanismos de tolerância a falhas, provocando atrasos na propagação de erros, introduz um elemento de complexidade adicional, contribuindo para conferir a estes sistemas um comportamento não-markoviano.

Da pesquisa bibliográfica efectuada constatou-se que são escassas as metodologias analíticas para tratar sistemas não-markovianos, sendo comum considerá-los como se de sistemas markovianos se tratasse. O estudo apresentado nesta dissertação mostra que a adopção da hipótese markoviana nestas circunstâncias pode introduzir erros elevados. Neste sentido, propõem-se algumas heurísticas que permitem prever as situações em que tal acontece.

Acresce que os parâmetros usados nos modelos de fiabilidade (markovianos ou não-markovianos), embora muitas vezes obtidos por amostras de tamanho reduzido, são tidos como valores determinísticos ou rígidos. Assim, a componente de incerteza associada aos parâmetros não é contemplada nos modelos e, por conseguinte, não interfere nos resultados finais nem nas conclusões daí extraídas. Nesta dissertação, esta componente de incerteza é tratada e modelada por conjuntos difusos e incluída nos modelos de fiabilidade. Foi necessário, no entanto, desenvolver novas abordagens para propagar de forma adequada a incerteza dos parâmetros aos resultados. Esta necessidade foi particularmente sentida com os sistemas não-markovianos, uma vez que os modelos analíticos dos índices de fiabilidade são bastante mais complexos.

Constatando-se as poucas possibilidades de tratamento analítico de muitos sistemas reais não-markovianos, desenvolveu-se e testou-se no âmbito deste projecto um quadro de modelação hierárquico para a construção de modelos baseado no conceito de modelo canónico, que permite decompor sistemas complexos e representá-los segundo dois níveis de modelação: global (sistema) e local (subsistema). Tal aplica-se a muitos sistemas de engenharia, de que são exemplos os sistemas industriais de produção, os sistemas logísticos de distribuição, os sistemas eléctricos de distribuição de energia e os sistemas de informação distribuídos. Como resultado desta abordagem, obtêm-se índices de fiabilidade que são elementos fundamentais no estabelecimento de medidas de desempenho relevantes para a tomada de decisões relativas ao projecto/exploração de sistemas industriais de produção. Nesta perspectiva o

estudo prossegue com o desenvolvimento de modelos analíticos para essas medidas de desempenho.

Por fim mostra-se, através de dois casos de estudo, a aplicabilidade e utilidade prática dos conceitos, modelos e abordagens apresentadas ao longo da dissertação, destacando-se as suas potencialidades e limitações, a actualidade do trabalho realizado, ao mesmo tempo que são propostas sugestões para desenvolvimentos futuros.

Abstract

The subject of this thesis fits in the domain of the reliability of systems. The work is focused on the analysis and evaluation of performance measures of systems with non-markovian processes.

The parameters of the models are allowed to be deterministic or diffuse values. The thesis deserves a special attention to industrial systems of production, but the developments presented here are still valid for many other engineering domains.

The analysis and evaluation of the reliability of industrial production systems are a complex task mainly due to the inherent stochastic nature of their behaviour processes, to the unfamiliarity of most cause-effect relations between those processes and to the lack of historical reliability data. The presence of fault mechanisms that introduce delays in the propagation of errors, are an additional element of complexity that further reinforces the non-markovian behaviour of these systems.

The literature review has shown that the existing analytical methodologies to the evaluation of non-markovian systems are scarce and that they generally treat such systems as markovian systems, an unacceptable simplifying approach in most cases. In fact, the present work shows that the adoption of the markovian hypothesis in these circumstances may introduce significant errors. In an attempt to overcome this shortcoming, it proposes some heuristic models that allow foreseeing the circumstances where such situations may occur.

The parameters used in the reliability (markovian and non-markovian) models are treated as deterministic or rigid values. Thus, the uncertainty component associated with the parameters of the component is not presented in the models and, therefore, it is not taken into account in the evaluation results and in the conclusions drawn from them. In this thesis, the uncertainty is treated and shaped by fuzzy sets and incorporated in the reliability models. It was necessary, however, to develop new approaches to adequately transmit the effects of the uncertainty of the parameters to the results. This necessity was particularly felt with non-markovian systems, where the analytical models of the reliability indices are significantly more complex.

The thesis develops and tests a hierarchic modelling framework for the construction of models that based in the concept of "canonical model". This approach allows to decompose complex

systems and to represent them according to two modelling levels: a global system level and a local subsystem level. It applies to many engineering systems, including industrial systems of production, logistic systems of distribution, electrical systems of energy distribution and distributed systems of information. The approach allows the computation of reliability indices that are basic elements in the establishment of good performance measures for the decision-taken process in projects in the area of industrial systems of production. In this respect, the study goes further by developing analytical models for these performance measures.

Finally, the thesis demonstrates the applicability and practical usefulness concepts, models and approaches that has been developed, showing their strengths and limitations. Also, several suggestions for further work are proposed.