

Resumo

Os sistemas de tempo-real fazem cada vez mais parte dos vários aspectos da nossa existência, sendo encontrados numa grande variedade de aplicações que utilizamos frequentemente. Assim, estes podem ser encontrados em simples sistemas embebidos, que controlam sistemas físicos, de entre eles: leitores de CD, sistemas de travagem ABS, pequenos controladores de processos fabris dedicados, etc.; ou em sistemas de tempo-real complexos, de entre eles: sistemas de navegação aeronáutica e aeroespacial, controlo de centrais nucleares, controlo de mísseis, etc. Não subestimando esta integração, a evolução faz-se no caminho do aparecimento de sistemas de tempo-real, cada vez mais complexos e adaptativos.

Acontece, no entanto, que até aos nossos dias estes sistemas, essencialmente os críticos e mais complexos, têm sido desenvolvidos por processos *'ad-doc'* e verificados por simulação. Tais processos, por um lado, não oferecem qualquer garantia demonstrável da sua conformidade com as restrições impostas pelo seu meio ambiente e, por outro, o seu desenvolvimento é bastante dispendioso, quer em termos de tempo, quer em termos de custo económico. Foi neste âmbito que surgiu a presente dissertação.

Assim, esta dissertação pretende contribuir para a criação de uma base científica na análise e concepção de sistemas de tempo-real. Concretamente, pretende estudar os problemas resultantes da implementação prática de sistemas de tempo-real e fornecer meios de teste

da conformidade destes com os requisitos temporais impostos pelo meio ambiente. Como ponto de partida apresenta, as principais '*benchmarks*' adequadas à avaliação de sistemas de tempo-real, disponíveis na literatura. Em seguida, utilizando algumas destas métricas efectua a dedução experimental de metodologias que, entrando em linha de conta com as distorções introduzidas pelo suporte prático aos modelos teóricos de escalonamento, permitam garantir a escalonabilidade de aplicações de tempo-real. São assim apresentadas metodologias para o escalonamento estático de tarefas com base no algoritmo '*Round-Robin*'; e para o escalonamento preemptivo por prioridades fixas baseado no algoritmo '*Rate-Monotonic*'. São apresentadas algumas experiências que permitem validar estes novos modelos de escalonamento práticos.

Palavras-chave:

sistemas de tempo-real, análise e concepção de sistemas de tempo-real, suporte prático, algoritmos de escalonamento, sistemas operativos de tempo-real, *hardware*.

Abstract

Real-Time Systems are more and more common in many aspects of our daily life being found in a great variety of situations that we use frequently. Thus, these can be found on simple systems that control physical systems such as CD players, ABS systems, small automated plants; to complex real-time systems such as aeronautic navigation systems, aerospace navigation systems, control of nuclear reactors, air traffic control and missile control.

Up to the present these more complex and critical systems have been developed by *ad-hoc* techniques and evaluated by simulations. On one hand such techniques do not offer any predictability and conforming to temporal constraints imposed by the environment. On the other hand their development is very expensive both in terms of time and economics.

It is against this background that this thesis presented itself. Thus, through this work the objective is to contribute to the founding of a scientific basis for the analysis and conception of real-time systems. More specifically, this thesis want to study problems that result from practical implementation of real-time systems and provide several testing methods of how these conform with temporal requirements dictated by the environment.

To do this it will present the main *benchmarks* adequate to the evaluation of real-time systems available in the literature. Next, using the most appropriate methods of measuring, it will carry out an experimental calculation of methodologies, taking into consideration the distortions

introduced by the practical support to the theoretical scheduling models to guarantee the schedulability of the real-time application.

This methodologies developed specifically for the static scheduling of tasks are based on the *Round-Robin* algorithm and for the preemptive fixed priorities scheduling based on the *Rate Monotonic* algorithm, This thesis presents also some experiments that will confirm these new scheduling methods.

Keywords:

real-time systems, analysis and conception of real-time systems, practical support, scheduling algorithms, real-time operating systems, hardware.