



UNIVERSIDADE DA BEIRA INTERIOR
Engenharia

Enhanced Two-Phase Contention Window MAC Protocol for Wireless Sensor Networks Applications

Luís Miguel Moreira Borges

Tese para obtenção do Grau de Doutor em
Engenharia Electrotécnica e de Computadores
(3º ciclo de estudos)

Orientador: Prof. Doutor Fernando José da Silva Velez
Co-orientador: Prof. Doutor António Sérgio Portela Lebres

Covilhã, Outubro de 2012

Resumo

Hoje em dia, os utilizadores de Redes de Sensores sem Fios (RSSFs) estão-se a tornar cada vez mais exigentes em termos de escolha e diversidade de aplicações. Assim, é fundamental identificar e classificar o conjunto de parâmetros de caracterização que possibilitam elaborar uma taxonomia para as aplicações em RSSFs. Esta taxonomia identifica os serviços oferecidos por cada aplicação e preenche o vazio existente na literatura das RSSFs, através da descrição da classificação e dos parâmetros de caracterização (critérios), possibilitando uma melhor compreensão dos serviços e dos requisitos de cada aplicação, em conjunto com uma visão geral holística da taxonomia proposta para as aplicações. A investigação também envolveu o desenvolvimento real de aplicações em RSSFs no contexto de diferentes projectos.

Mecanismos de controlo de acesso ao meio (MAC) distintos aplicam esquemas diferentes de prevenção de colisões para lidar com as colisões e as retransmissões, um equilíbrio entre a complexidade, eficiência energética e controlo de *overhead* de pacotes. Em particular, investiga-se a probabilidade de colisão de pacotes para um protocolo MAC que considera um mecanismo de prevenção de colisões com duas janelas de contenção, e a respectiva proposta dum modelo para a probabilidade de colisão. Embora as simulações validem os resultados para tráfego saturado, para tráfego não saturado e um número reduzido de nós, a precisão do modelo é limitada pelos arredondamentos numéricos. Mostra-se que, aplicando o nosso modelo analítico, conseguem-se obter métricas de desempenho, como o débito binário e o tempo médio de serviço.

Adicionalmente, propôs-se um algoritmo de decisão baseada em fiabilidade na camada física, de acordo com a norma IEEE 802.15.4, o efeito de captura de tramas (FC), no MiXiM. O algoritmo de decisão proposto considera a relação sinal-ruído-mais-interferência (SNIR) e o tamanho dos pacotes de forma a garantir a entrega de pacotes da camada física à camada MAC, com uma certa fiabilidade. Foi obtido um ganho superior a 10 % na entrega de pacotes com sucesso. Obtiveram-se resultados promissores para o protocolo *Scheduled Channel Polling* (SCP-MAC) em função da fiabilidade, considerando a habilitação do efeito de captura de tramas. Uma das principais contribuições desta tese é a proposta de um protocolo MAC eficiente e inovador, baseado no SCP, o protocolo multi-canal de acesso calendarizado regular (MC-SCP-MAC).

Exploraram-se os conceitos de área de influência, lista de negação de canais, fase de resolução extra e efeito de captura de tramas, de forma a maximizar a de entrega de pacotes e consumo de energia. Demonstra-se que o MC-SCP-MAC supera o SCP-MAC e o MC-LMAC em cenários com elevada densidade de nós, com uma *fairness* melhorada para o débito binário. A aplicação do conceito de área de influência no MC-SCP-MAC, origina uma redução do nível de redundância na rede, com a conseqüente redução do consumo de energia e do atraso extremo-a-extremo.

As conclusões extraídas desta investigação demonstram a importância dum dimensionamento adequado dos protocolos MAC para a aplicação de RSSFs pretendida. Dependendo do objectivo ou missão da aplicação, será necessário utilizar protocolos diferentes. Portanto, o desempenho global duma aplicação em RSSFs depende certamente do desenvolvimento e aplicação dos protocolos de comunicação apropriados (por exemplo, MAC e de nível de rede).