

From Myth to Methodology: Cross-Layer Design for Energy-Efficient Wireless Communication

Wolfgang Eberle, Francky Catthoor, Bruno Bougard, Sofie Pollin; "From Myth to Methodology: Cross-Layer Design for Energy-Efficient Wireless Communication"; Design Automation Conference (DAC); pp. 303 a 308; 2005.

Autor do resumo: Paulo Gurgel Pinheiro - RA: 069292

Resumo:

Nos últimos anos, as aplicações de comunicação sem fio tornaram-se mais complexas, com taxas de transmissão mais altas e uma exigência de uma qualidade de serviço (QoS) cada vez maior. Com isso o consumo de energia aumentou e a evolução das baterias não acompanhou. Sabendo que mudanças no projeto de circuitos nem sempre são suficientes para resolver tal problema, neste cenário, necessita-se criar mecanismos para tornar mais eficiente o uso da energia considerando a sua relação com o nível de QoS exigido pelo usuário.

Nesse artigo, um dos principais problemas apontados é que o QoS é avaliado na camada superior da pilha de protocolo, enquanto o consumo de energia se concentra nas camadas inferiores, tornando restrita uma adaptação dinâmica no consumo de energia. A proposta dos autores é utilizar cross-layer permitindo que as camadas da pilha de protocolo possam usar informações sobre energia e adaptar seus parâmetros para diminuir o consumo e continuar a atender aos requisitos de QoS.

A metodologia proposta se baseia na exploração do sistema e se concentra tanto na fase de projeto quanto na fase de execução das aplicações. Na fase de projeto a metodologia contribuiu com um fluxo onde uma vez que o usuário fornece as especificações de custo e desempenho esperados, é possível realizar simulações e determinar, por meio de otimização de Pareto, quais configurações da pilha de camadas são mais eficientes (ótimo de Pareto). Esses resultados são armazenados e utilizados em tempo de execução por gerenciadores de QoS.

Na fase de execução, um modelo de cinco camadas é apresentado. Cada camada (exceto a mais superior, a de serviço) realiza ajustes locais para otimizar o gasto de energia. Os valores dos atributos das camadas são determinados inicialmente pela configuração ótima encontrada durante o projeto. A primeira camada minimiza ao máximo o consumo de energia próximo ao seu físico. A segunda camada ajusta os parâmetros dos transmissores e receptores sem fios para gastar menos na transmissão por bit. A energia gasta por bit \times a taxa de transmissão depende do canal; a terceira camada é responsável por ajustá-lo se necessário. A quarta camada é responsável por realizar o *scheduling* dinâmico de pacotes, adaptando o sistema para a taxa de dados especificada. Todos esses ajustes são baseados em informações trocadas entre as camadas. Um possível overhead é minimizado aplicando-se análise de dependências e fatoração dos resultados.

Um caso de uso utilizado foi uma aplicação de tráfego de vídeo. Ficou definido que a perda de alguns quadros era tolerável e que os nós deveriam entrar em estado de espera sempre que possível (técnicas de menor abstração, ou mais físicas, assim como a definição da primeira camada). Dado as informações geradas na segunda camada foi possível achar os pontos ótimos de Pareto na relação energia/*Job Failure Rate* (JFR). Depois foi realizado o *scheduling* considerando: o canal, as tarefas (*jobs*) e o JFR dos nós. Aumentando o canal ou diminuindo as restrições de JFR chegou-se a uma economia de energia de fator 5.

Notou-se que a metodologia permitiu uma exploração completa do sistema para se aplicar o cross-layer com o mínimo de overhead possível entre as camadas. Permitiu que parâmetros fossem ajustados em tempo de execução com uma complexidade mais baixa através de troca de informações entre as camadas. Outra contribuição da metodologia está no fato de se concentrar tanto na fase de projeto, capaz de gerar configurações de variáveis ótimas, por meio de otimização de Pareto, quanto na fase de execução, incluindo definições arquiteturais genéricas e mantendo o QoS e o custo definidos.