

Camadas de Acesso ao Meio para Redes de Sensores Sem Fio

Hugo Braga
Orientador: Prof. Flávio Assis

Especialização Avançada em Sistemas Distribuídos
Universidade Federal da Bahia

24 de Fevereiro de 2011 / Projeto Final

Estrutura da apresentação

- 1 Introdução
 - RSSF
 - MAC
- 2 Classificação
 - Baseados em escalonamento
 - Baseados em acesso aleatório
 - Multicanais
- 3 Características Inovadoras
 - Mobilidade
 - Projeto Cross-Layer
 - Controle de Potência
 - Dinamicidade
- 4 Objetivos
- 5 Considerações Finais

Resumo

Estudo do estado-da-arte dos protocolos de Camada de Acesso ao Meio (MAC) para Redes de Sensores sem Fio (RSSF), apresentando uma classificação e destacando os principais protocolos além de destacar as características inovadoras dos protocolos nos últimos anos bem como alguns protocolos que as possuem.

Redes de Sensores sem Fio

- Redes de Sensores sem Fio (RSSF) são formadas por nós caracterizados pela limitação dos recursos.
- Utilizada para sensoriar e colher dados relacionados a alguma grandeza física.
 - Monitoração de regiões remotas.
 - Monitoração da saúde das pessoas.
 - Aplicações militares.
- Conservação de energia é um fator importante em Redes de Sensores sem Fio (RSSF).
 - Limitação dos recursos energéticos.
 - Troca de bateria em alguns casos é inviável.

Protocolos de Camadas de Acesso ao Meio I

- Unidade de comunicação (rádio) corresponde ao elemento de maior consumo energético.
- Camada de acesso ao meio (MAC) consiste na principal forma de influenciar o rádio, tendo em vista à redução do consumo energético.
 - Define quem e quando terá acesso ao meio físico para realizar a comunicação.
- Em quase todos os trabalhos estudados, a redução energética é objetivo primordial, exceto em [Li and Mitchell 2008].
- As principais formas de gasto energético são:
 - escuta ociosa (*idle listening*).
 - colisão.

Protocolos de Camadas de Acesso ao Meio II

- *overhearing*.
- sobrecarga (*overhead*) das mensagens de controle.

Classificação

- Os protocolos (para MACs) podem ser classificados em [Kredo and Mohapatra 2007]:
 - Baseados em escalonamento.
 - Baseados em acesso aleatório.
- Uma outra classificação divide os protocolos em: baseados em TDMA, baseados em contenção e protocolos multicanais [Chowdhury et al. 2009].
- Procurou-se adotar uma mescla das duas classificações, adicionando a classe dos multicanais à primeira classificação.

Protocolos baseados em escalonamento

- Organizam o meio físico dividindo-o em *slots* (de tempo, de frequência ou de código).
- Tradicionalmente, a opção por este tipo de protocolo pretende evitar colisões, *idle listening* e *overhearing*.
- Podem ser divididos em dois tipos:
 - distribuído.
 - centralizado.

Distribuído

- A tarefa de distribuir as mensagens de sincronização e definir o momento em que cada um pode se comunicar é feita de maneira distribuída.
- Em [Walker III et al. 2008] é apresentado o protocolo híbrido *Cooperative Wireless Sensor Medium Access Control (CWS-MAC)* ▶ Quadro.
 - Objetiva atender tanto aos requisitos das mensagens de controle como das mensagens de dados.
 - Mensagens de dado: periódicas, requisitam largura de banda e são tolerantes a descartes → escalonadas.
 - Mensagens de controle: curtas, não toleram descartes e necessitam de mínimo atraso (diferente de atraso determinístico) → mini-slots com contenção.
 - Atraso: quadro de controle pode 'roubar' quadro de dado.

Centralizado I

- A tarefa de sincronização e de definição de escalonamento é realizada por um único nó.
 - Em [Mitchell et al. 2010] é proposto um protocolo que utiliza uma plataforma aérea para auxiliar na execução de duas atividades: ▶ Plat. .
 - Coordenação centralizada: dispositivo captura informações de topologia, definindo escalonamento dos nós além dos melhores caminhos para as mensagens.
 - Transmissão direta: elimina protocolo de roteamento e comunicação *multi-hop* → em fator de decaimento do sinal na comunicação aérea é menor do que na comunicação terrestre.
 - Para dar suporte às duas funcionalidades, dois protocolos são propostos:

Centralizado II

- *Aerial Platform based Routing and Medium Access Control (APRMAC)*: define para cada nó e em cada *slot* de tempo, o estado em que o nó deve estar.
- *Aerial Platform MAC (APMAC)*: organiza para que cada nó transmita a mensagem livre de colisão, além de se adaptar ao tráfego.

Protocolos baseados em acesso aleatório

- O acesso ao meio não é regulado e ocorre sob-demanda.
- Protocolos são extensíveis, visto que não existe o *overhead* da coordenação.
- Podem ser divididos em dois tipos:
 - Síncrono.
 - Assíncrono.

Síncrono

- Mecanismo de sincronização entre os nós são adotados → permite aos nós tomarem conhecimento do escalonamento dos nós vizinhos.
- Em [Mouzehkesh et al. 2010] é proposto um protocolo que consiste numa variação do SMAC.
 - Tem por objetivo reduzir o *idle listening*.
 - Varia o tamanho da janela de contenção (CW) (não se adapta ao tráfego) → reduz *idle listening*.

Assíncrono

- Mecanismo de sincronização não são trocadas.
- Em [Zhao et al. 2009] é proposto o protocolo *Game-theoretic* (G-MAC).
 - Tem por objetivo garantir vazão e mínimo atraso.
 - Motivam para o fato de que aplicações começam a ter requisitos de tempo-real.
 - Vazão e atraso são otimizados levando em consideração restrições energéticas.
 - Modela o problema de otimização como um jogo cooperativo incompleto.
 - Não há troca de estados.
 - A estratégia de cada jogador é ajustada pelo estado (de contenção) do meio.

Protocolos Multicanais

- Utilizam mais de um canal para transmitir as mensagens de controle e de dados.
- Em [Chowdhury et al. 2009] é proposto o CMAC.
 - Motiva para o avanço do *hardware*.
 - Nó equipado com dois rádios:
 - Baixo consumo (LR): Possui funções reduzidas, sendo responsável por enviar e receber mensagens de controle.
 - Robusto (MR): Transmite os dados em qualquer canal.
 - Três tipos de mensagens são trocadas: *REQ*, *CON* e *WAIT*.
 - A comunicação ocorre em duas fases: fase de negociação e fase de transmissão do dado ▶ Msgs.
 - A comunicação do dado é feita livre de colisão.

Mobilidade

- Apenas um protocolo foi encontrado que fornece suporte à mobilidade.
- Em [Nabi et al. 2010] é proposto o *Mobile Cluster MAC* (MCMAC).
 - Suporta mobilidade de *cluster* de nós.
 - Motivam para aplicações da área de saúde: monitoração de pessoas idosas → *Wireless Body Area Network* (WBAN).
 - Neste cenário, existem dois tipos de rede: móvel (WBAN) e fixas.
 - O quadro é dividido em duas partes: ativo e inativo. A parte ativa é dividida em duas partes ▶ **Quadro**:
 - *Static Active Slots* (SAS).
 - *Mobile Cluster Slots* (MCS).

Projeto *Cross-Layer*

- Possuem a característica de extrapolar a região que lhe concerne.
 - Obter informações de outras camadas.
 - Elimina protocolo de roteamento.
- Em [Chalhoub et al. 2008] é proposto o MaCARI.
 - Elimina o protocolo de roteamento em decorrência da topologia fixa ▶ Árv. .
 - Período dividido em três fases:
 - Sincronização.
 - Período escalonado.
 - Período não-esalonado.

Protocolos com controle de potência

- Em [Sha et al. 2009] é apresentado o C-MAC.
 - Explora transmissões concorrentes.
 - Mostram que existe uma relação entre o PRR e o SINR.
 - Otimiza vazão mesmo na presença de interferência.
 - Estima pela relação acima o melhor momento e a melhor potência de transmissão (sem CSMA).

Dinamicidade

- Capacidade de variar o *duty cycle* e/ou tempo de ciclo do quadro → adaptar-se ao tráfego.
- Permite o aumento da vazão assim como redução do atraso.
- Em [Misra and Mohanta 2010] é proposto o *Fuzzy Logic-based Adaptative Listen for Medium Access Control* (FLAMAC).
 - Visa a reduzir o *idle listening*.
 - Varia o tempo de ciclo.
 - Baseado em lógica *fuzzy* → baixo poder computacional e problema modelado como sistema de controle.

Objetivos Visados

- Além de energia, os trabalhos têm visados a vazão, atraso e aumento da razão de entrega das mensagens.
- Em [Yahya and Ben-Othman 2008] é proposto o EQ-MAC.
 - Tem por fim reduzir o consumo energético e prover QoS através da adoção de *Serviços Diferenciados*.
 - É formado por dois componentes ▶ Componentes:
 - *Classifier MAC* (C-MAC): faz a classificação do tráfego.
 - *Channel Access* (CA-MAC): utiliza acesso aleatório para as mensagens de controle e período escalonado para as mensagens de dado.

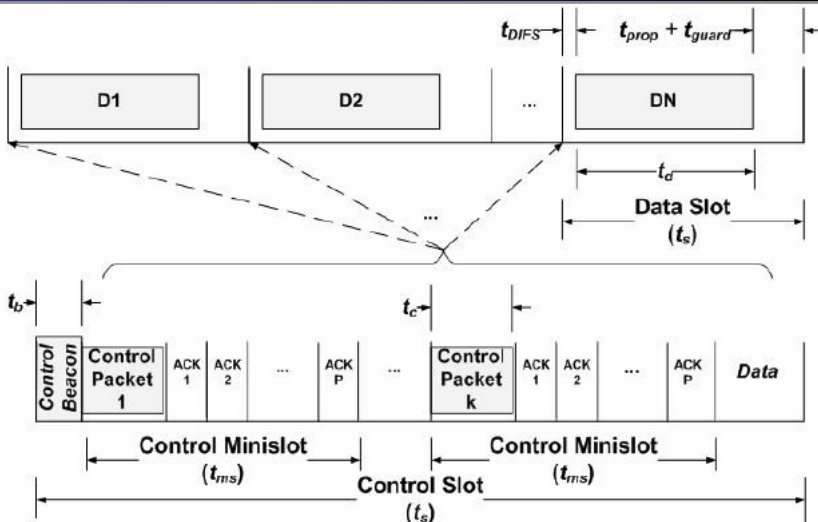
Considerações Finais

- Protocolos MAC continuam sendo bastante pesquisados
→ por volta de 35 resultados nos últimos 3 anos (sem variar palavras-chave).
- Optado por soluções híbridas.
- Soluções buscam adaptar-se ao tráfego.
- Soluções cross-layer além de comunicação concorrente têm sido levado em consideração.
- O suporte à mobilidade ainda não está tendo a devida atenção.
- Não apenas energia, mas QoS (atraso e vazão) tem se tornado objetivos principais.

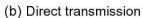
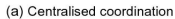
Dúvidas ?

Quadro do CWS-MAC [Walker III et al. 2008]

► Voltar

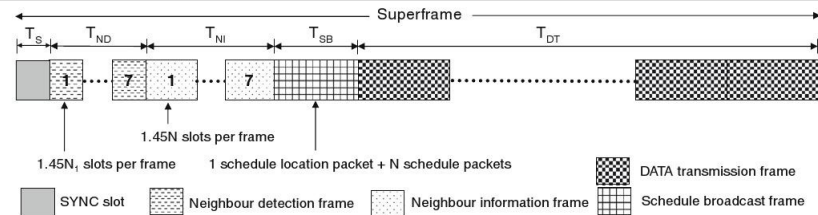


► Voltar

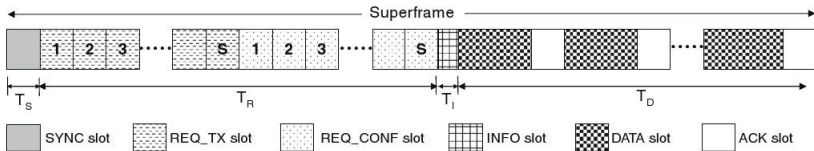


Quadros para o APRMAC e APMAC

[Mitchell et al. 2010] [▶ Voltar](#)



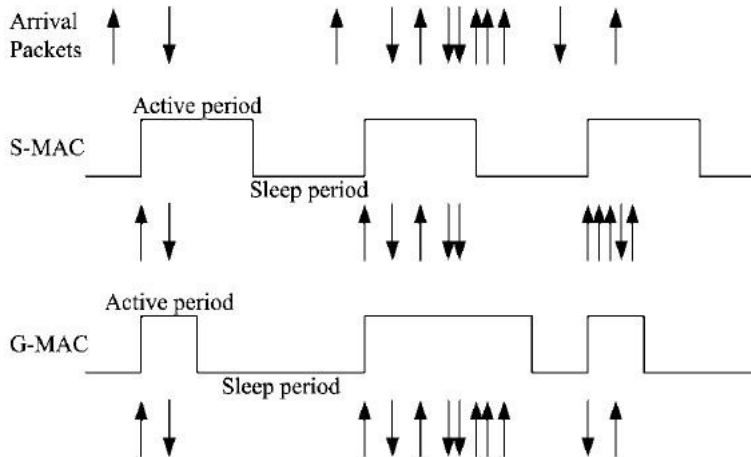
(a) APRMAC



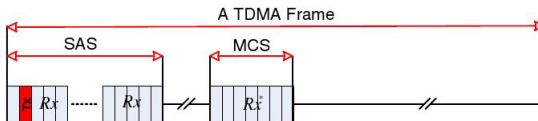
(b) APMAC

Super-Quadro do G-MAC [Zhao et al. 2009]

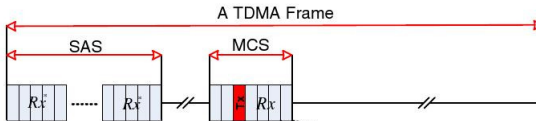
► Voltar



Quadro do MCMAC [Nabi et al. 2010] [▶ Voltar](#)



(a)

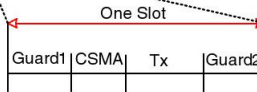


(b)

Tx : Transmit slot

Rx : Receive slot

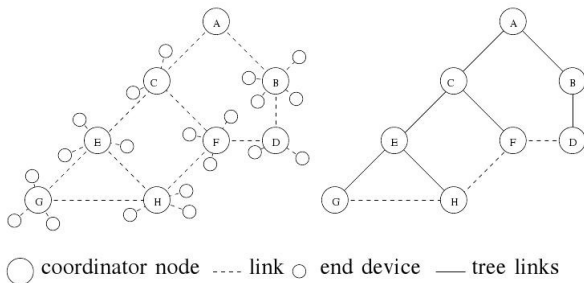
*Rx** : Receive slot with optimization



(c)

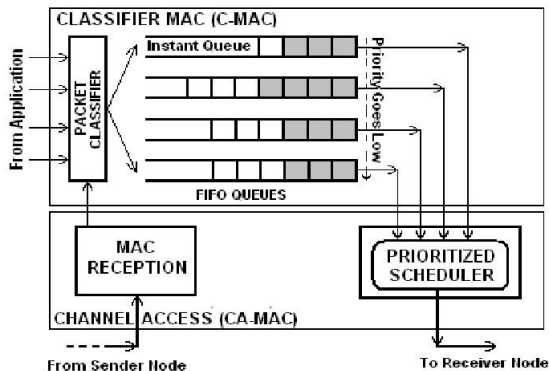
Árvore definida pelo MaCARI [Chalhoub et al. 2008]

► Voltar



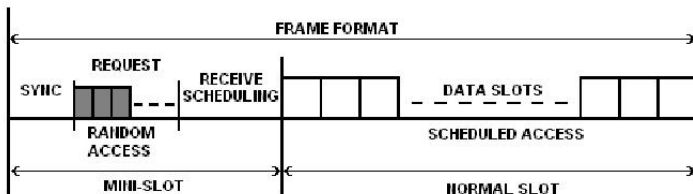
Estrutura do EQ-MAC [Yahya and Ben-Othman 2008]

► Voltar



Quadro do EQ-MAC [Yahya and Ben-Othman 2008]

► Voltar





Chalhoub, G., Guitton, A., Jacquet, F., Freitas, A., and Misson, M. (2008).

Medium access control for a tree-based wireless sensor network: Synchronization management.

In 2008 1st IFIP Wireless Days, WD 2008, Dubai, United arab emirates.



Chowdhury, K. R., Nandiraju, N., Chanda, P., Agrawal, D. P., and Zeng, Q.-A. (2009).

Channel allocation and medium access control for wireless sensor networks.

Ad Hoc Networks, 7(2):307 – 321.



Kredo, Il, K. and Mohapatra, P. (2007).

Medium access control in wireless sensor networks.

Comput. Netw., 51(4):961–994.



Li, H. and Mitchell, P. D. (2008).

Reservation packet medium access control for wireless sensor networks.

In IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications, PIMRC, Poznan, Poland.



Misra, S. and Mohanta, D. (2010).

Adaptive listen for energy-efficient medium access control in wireless sensor networks.

In Multimedia Tools and Applications, volume 47, pages 121 – 145, Van Godewijkstraat 30, Dordrecht, 3311 GZ, Netherlands.



Mitchell, P. D., Qiu, J., Li, H., and Grace, D. (2010).

Use of aerial platforms for energy efficient medium access control in wireless sensor networks.

Computer Communications, 33(4):500 – 512.



Mouzehkesh, N., Noordin, N. K., and Rasid, M. F. A. (2010).

Proactive traffic adaptive tuning of contention window for wireless sensor network medium access control protocol.



International Review on Computers and Software, 5(1):6 – 13.



Nabi, M., Blagojevic, M., Geilen, M., Basten, T., and Hendriks, T. (2010).

Mcmac: An optimized medium access control protocol for mobile clusters in wireless sensor networks.

In *SECON 2010 - 2010 7th Annual IEEE Communications Society Conference on Sensor, Mesh and Ad Hoc Communications and Networks*, Boston, MA, United states.

-  Sha, M., Xing, G., Zhou, G., Liu, S., and Wang, X. (2009).
C-mac: Model-driven concurrent medium access control for
wireless sensor networks.
In Proceedings - IEEE INFOCOM, pages 1845 – 1853, Rio
de Janeiro, Brazil.
-  Walker III, T. O., Tummala, M., and McEachen, J. (2008).
Distributed medium access control with flow-based priority
for cooperative multi-hop wireless sensor networks.
*In Proceedings of the Annual Hawaii International
Conference on System Sciences*, Big Island, HI, United
states.
-  Yahya, B. and Ben-Othman, J. (2008).

An energy efficient hybrid medium access control scheme for wireless sensor networks with quality of service guarantees.

In *GLOBECOM - IEEE Global Telecommunications Conference*, pages 123 – 127, New Orleans, LA, United states.



Zhao, L., Guo, L., Zhang, J., and Zhang, H. (2009).
Game-theoretic medium access control protocol for wireless sensor networks.
IET Communications, 3(8):1274 – 1283.