

Transmissão de Áudio e Vídeo em Redes de Sensores sem Fio



Carlos Eduardo Rodrigues Lopes
Júlio César e Melo

{dlopes, juliocm}@cpdee.ufmg.br





Um complexo sistema de segurança

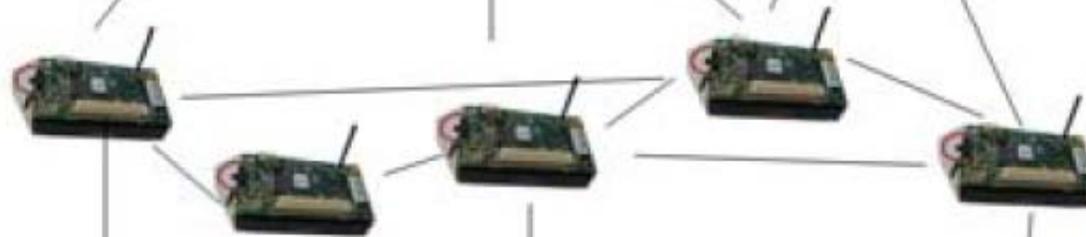
Interface na Web,
Banco de dados



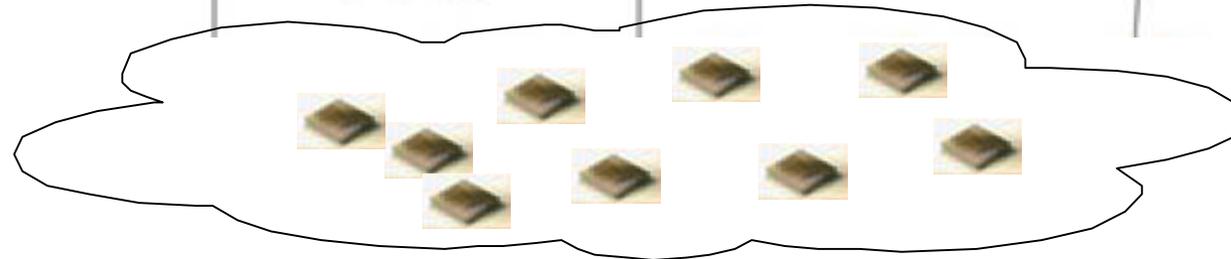
Câmeras
e microfones



Sensores para
porta, janela e
movimento



Etiquetas





Banda larga

Node Type	Sample "Name" and Size	Typical Application Sensors	Radio Bandwidth (Kbps)	MIPS Flash RAM	Typical Active Energy (mW)	Typical Sleep Energy (uW)	Typical Duty Cycle (%)
Specialized sensing platform	Spec mm ³	Specialized low-bandwidth sensor or advanced RF tag	<50Kbps	<5	1.8V*10–15mA	1.8V *1uA	0.1–0.5%
				<0.1Mb			
				<4Kb			
Generic sensing platform	Mote 1-10cm ³	General-purpose sensing and communications relay	<100Kbps	<10	3V*10–15mA	3V *10uA	1–2%
				<0.5Mb			
				<10Kb			
High-bandwidth sensing	Imote 1-10cm ³	High-bandwidth sensing (video, acoustic, and vibration)	~500Kbps	<50	3V*60mA	3V *100uA	5–10%
				<10Mb			
				<128Kb			
Gateway	Stargate >10cm ³	High-bandwidth sensing and communications aggregation Gateway node	>500Kbs–10 Mbps	<100	3V*200mA	3V *10mA	>50%
				<32Mb			
				<512Kb			



Banda larga

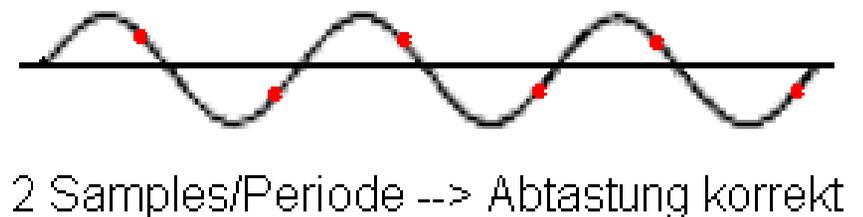
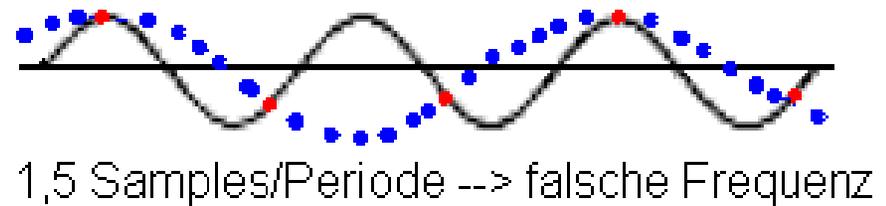
Node	CPU	Power	Memory	I/O and Sensors	Radio	Remarks
BT Node 2001	ATMEL Mega 128L 7.328Mhz	50MW idle 285MW active	128KB Flash 4KB EEPROM 4KB SRAM	8-channel 10-bit A/D, 2 UARTS Expandable connectors	Bluetooth	Easy connectivity with cell phones. Supports TinyOS. Multihop using multiple radios/nodes.
Imote 1.0 2003	ARM 7TDMI 12- 48MHz	1mW idle 120mW active	64KB SRAM 512KB Flash	UART, USB, GPIO, I ² C, SPI	Bluetooth 1.1	Multihop using scatternets, easy connections to PDAs, phones, TinyOS 1.0, 1.1.



Limitação para áudio

- Capacidade do Mica2 com TinyOS
 - Taxa de amostragem de áudio: 200 Hz
 - Frequência máxima capturável: 100 Hz

(Teorema de Nyquist)





Limitação para áudio

- Exemplos de som
 - Tom de discagem do telefone: 440 Hz
 - Voz humana: 60 a 1.300 Hz
 - Audição humana: 20 a 20.000 Hz
 - Piano: 40 a 4.000 Hz



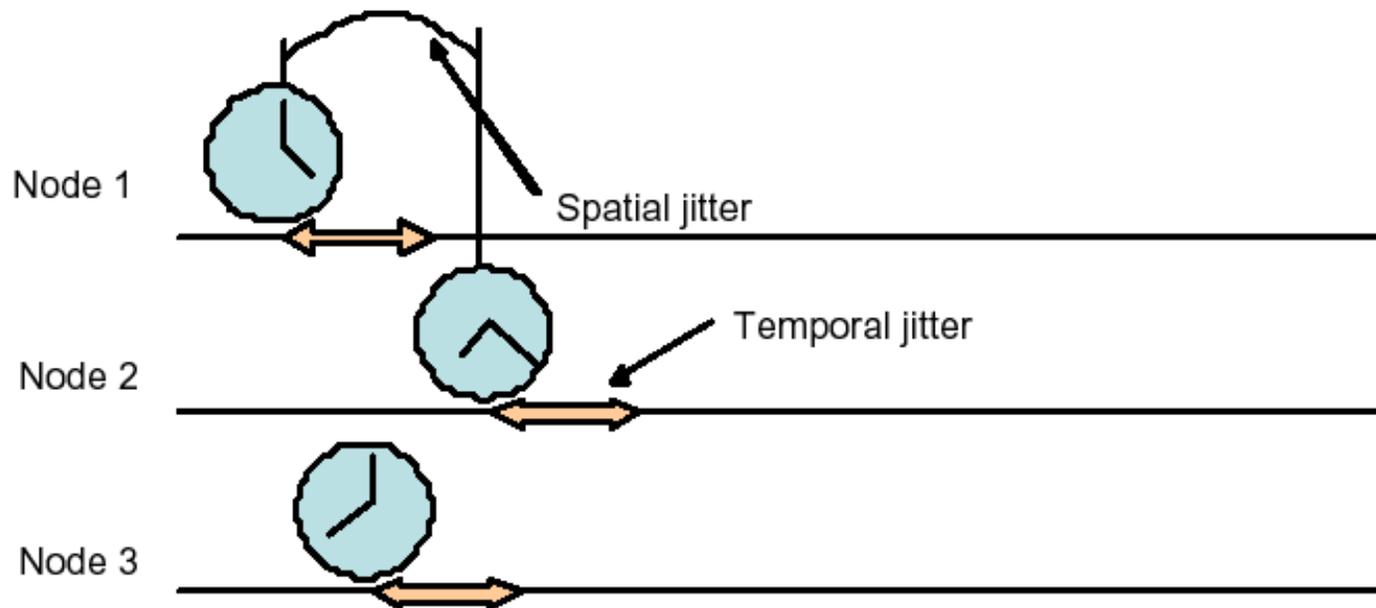
Limitação para áudio

- Capacidade do Mica2 com mudanças no TinyOS
 - Taxa de amostragem: 6.670 Hz
 - Frequência máxima capturável: 3.335 Hz



Jitter

- A amostragem deve ser uniforme no tempo





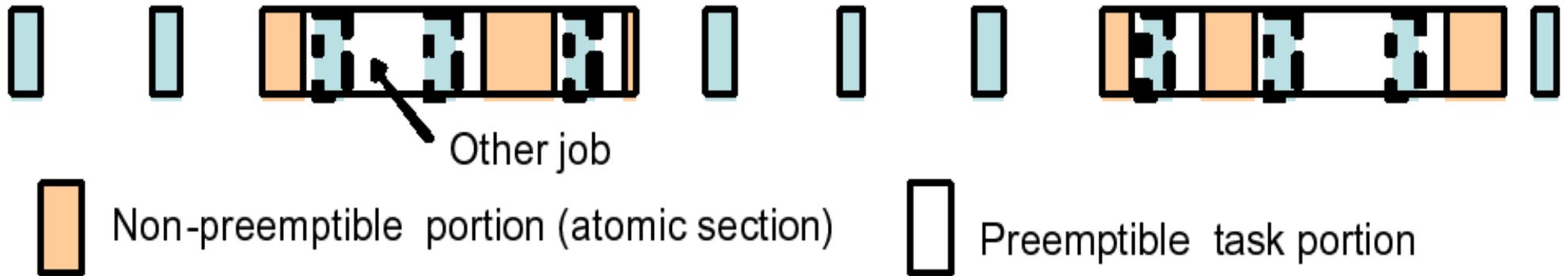
Jitter

Sampling





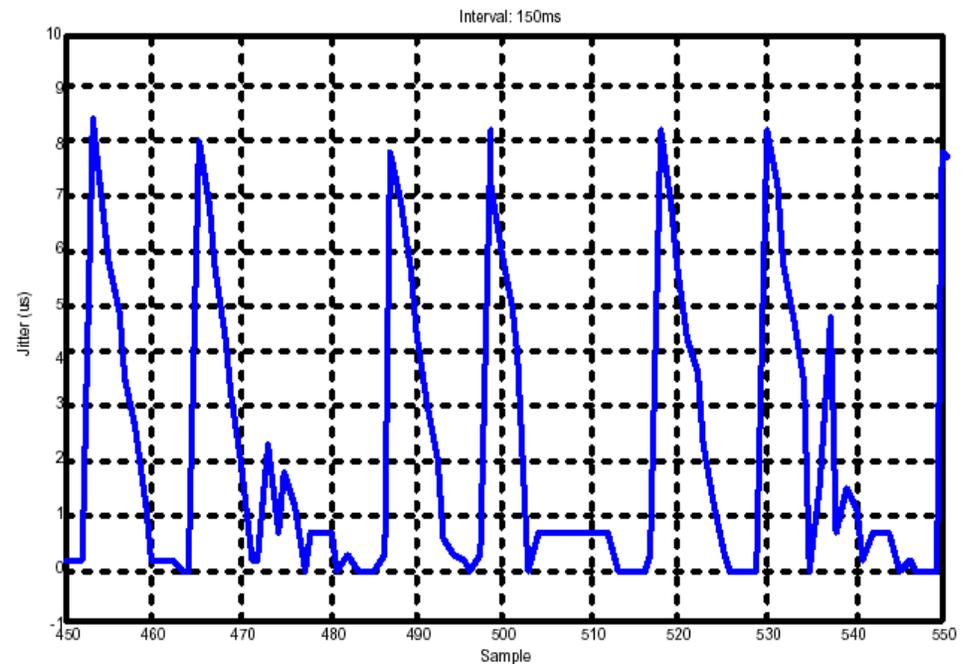
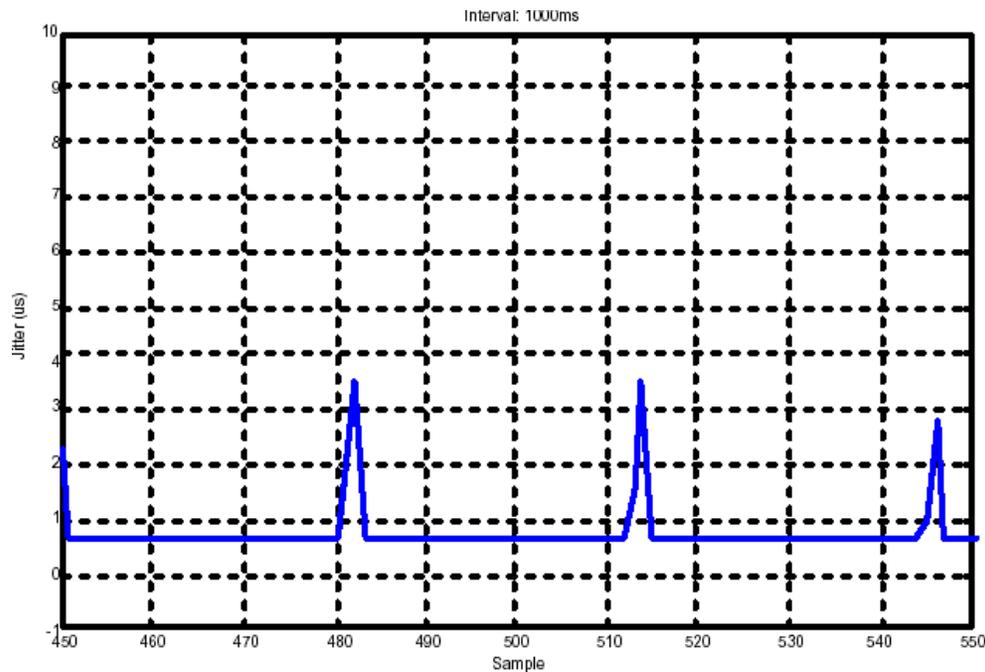
Jitter





Jitter

- Jitter se torna problemático com taxa de amostragem elevada
 - Fatores: tarefas não-preemptivas, memória flash, tempo para CPU acordar...





Multimídia digital

- Vídeo

- Taxa de amostragem
(Televisão: 29,7 fps)
- Resolução
(320 linhas x
240 colunas)
- Paleta de cores
- $320 \times 240 \times 3 \times 29,7$
= 6.842.880 bytes/s

- Áudio

- Taxa de amostragem
(CD: 44 kHz)
- Codificação
(CD: 16 bits)
- 44.400×2
= 88.800 bytes/s



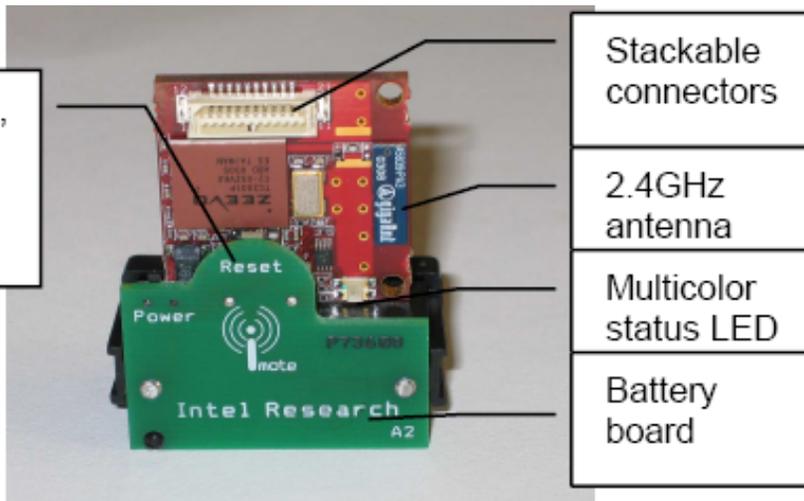
MicaZ (Berkeley)



- Rádio
 - IEEE 802.15.4/Zigbee
 - 250 kbits/s
31.250 bytes/s
- Requisitos para áudio:
88.800 bytes/s
(57.550)



Imote (Intel)



- Processador
 - 32 bits
 - 12 MHz
- Memória
 - 64 kbytes
- Rádio
 - Bluetooth
 - Transmissão [MAC]
720 kbits/s
 - Transmissão [Aplicação]
600 kbits/s



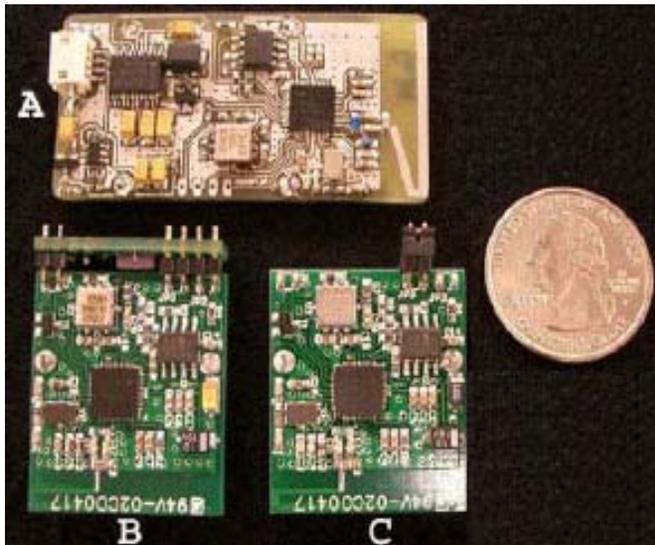
iMote (Intel)

- Taxa de transmissão:
600 kbits/s
75.000 bytes/s
- Requisitos para áudio:
88.800 bytes/s
(13.800)



MITes (MIT)

- Processador
 - 16 MHz
- Rádio
 - 2,4 GHz
 - 1 Mbits/s
 - Protocolo proprietário





MITes (MIT)

- Taxa de transmissão:
1 Mbits/s
125.000 bytes/s
- Requisitos para áudio:
88.800 bytes/s
- Requisitos para vídeo:
6.842.880 bytes/s



Transmissão de Áudio Aplicação

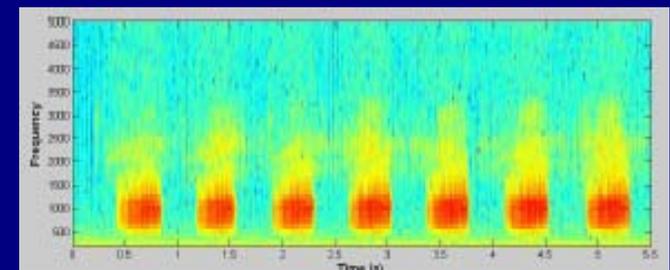
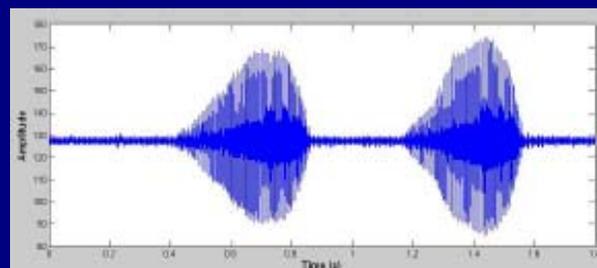


Monitoração de *Cane-toad*

- Identificação de 8 espécies de sapos (pela "voz" do sapo)
- Taxa de amostragem de 10 Khz
 - Adaptação do conversor A/D
- Codificação de 8 bits



Processamento de sinal pesado
FFT (*Fast fourier transform*)





Monitoração de *Cane-toad*

- Mica 2

- Processador
7,7 Mhz
- Memória RAM
8 kbytes
- Memória flash
512 kbytes
- Rádio
76 kbits/s



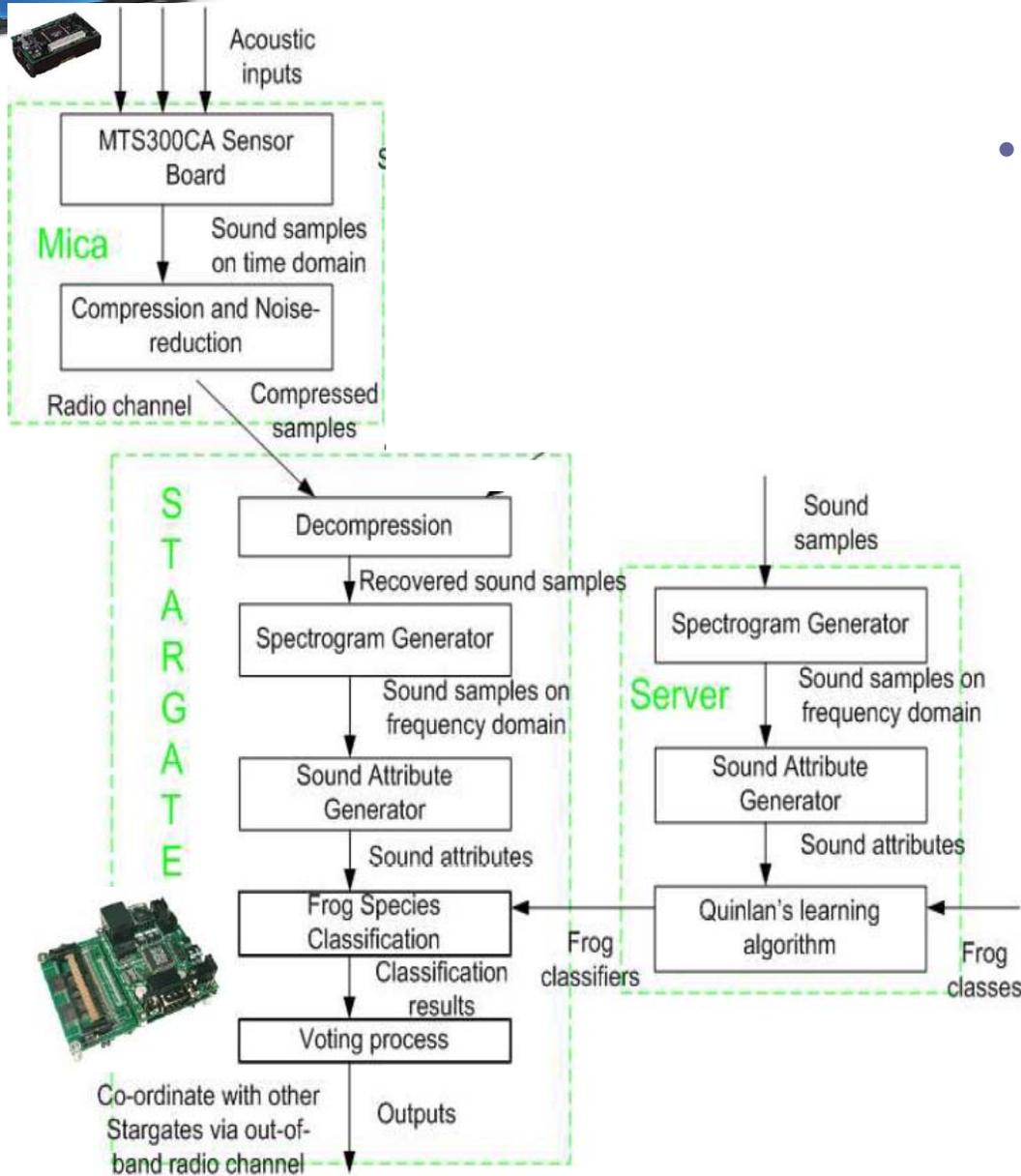
- Stargate

- Processador
400 MHz
- Memória SDRAM
64 mega bytes
- Memória flash
32 mega bytes
- Rádio
11 mega bits/s
802.11b – Wi-Fi





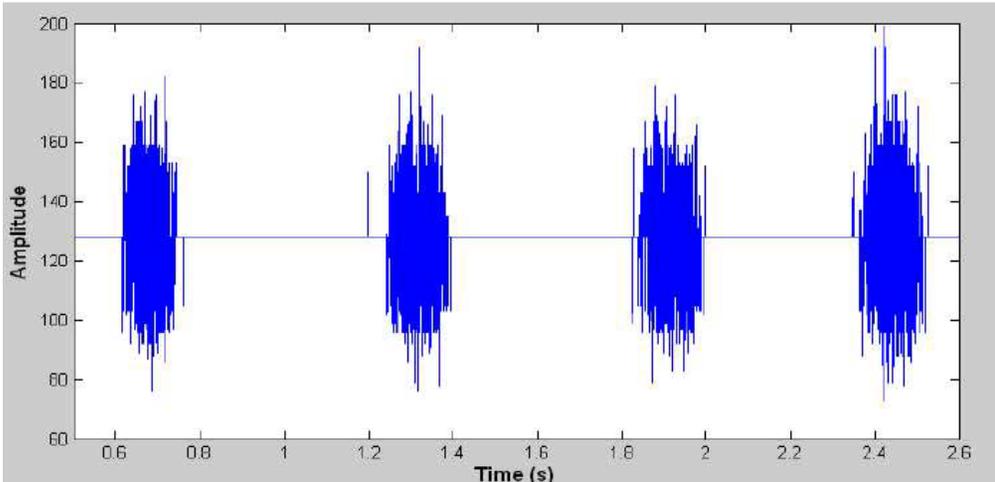
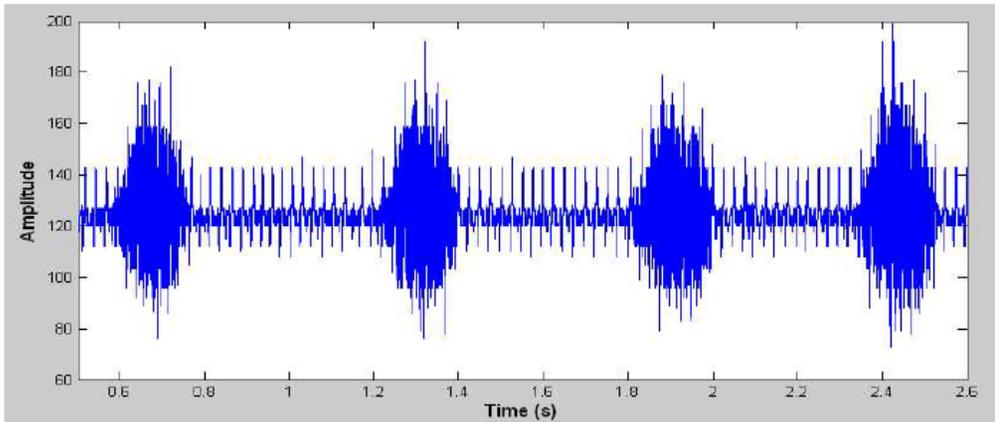
Monitoração de *Cane-toad*



- Compressão no Mica
 - “Lâminas” de 1 milissegundo
 - Cada lâmina possui 10 amostras
 - Para 10 Khz, como $P = 0,0001$ s, amostra-se a cada 0,1 milissegundo



Monitoração de *Cane-toad*



- Compressão no Mica
 - “Lâminas” de 1 milissegundo
 - Cada lâmina possui 10 amostras
 - Limiar de intensidade
 - Se a intensidade máxima da lâmina for inferior a um determinado limiar, transmite-se um pacote especial de 1 byte indicando silêncio (redução de 90%)

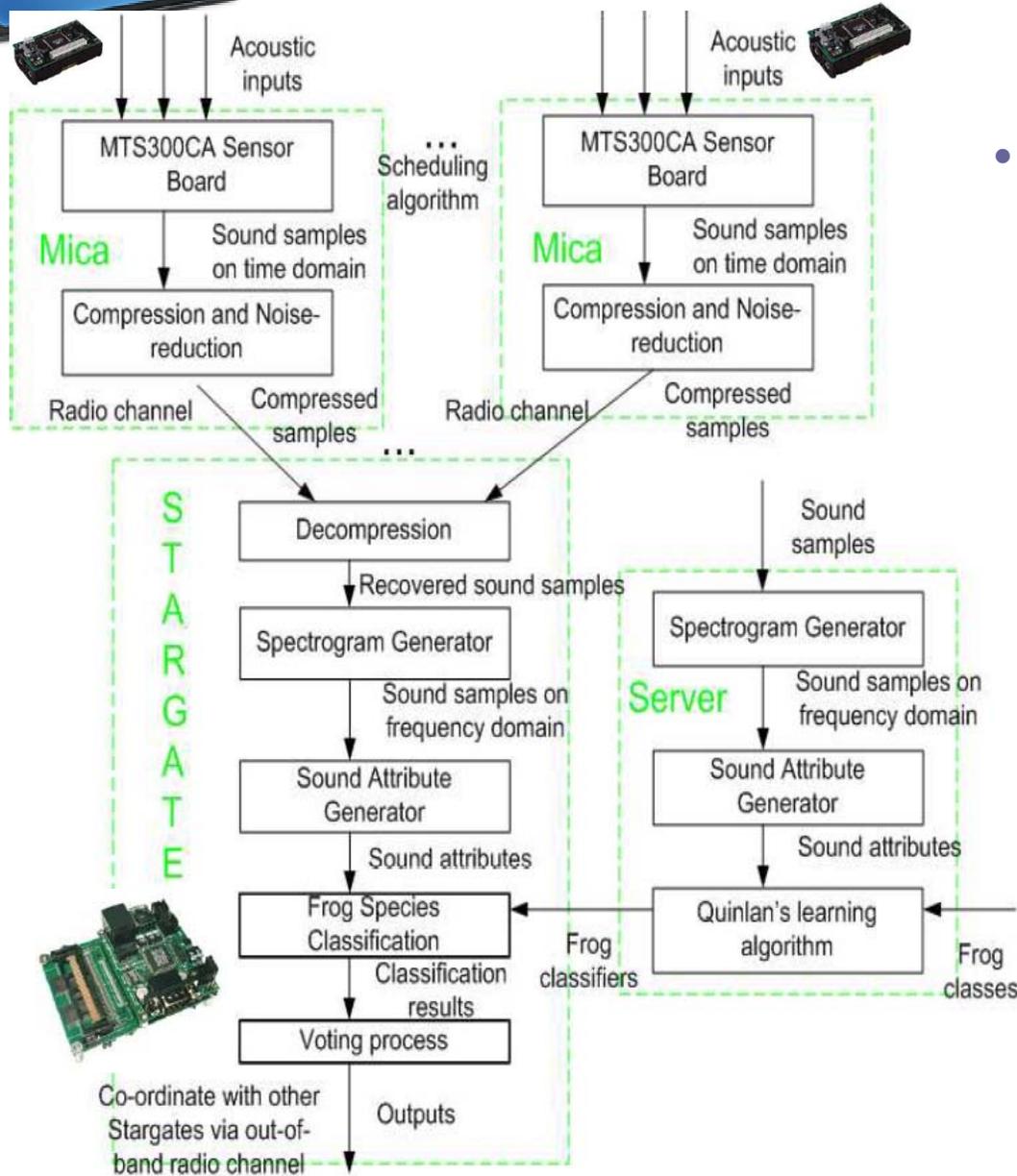


Monitoração de *Cane-toad*

- Taxa de transmissão necessária: 10.000 bytes/s
 - Taxa de amostragem: 10 KHz
 - Codificação: 8 bits
- Capacidade de transmissão: 2.375 bytes/s
 - 19 kbits/s (considerando aplicação)
- Tempo para transmissão sem compactação: **63 segundos** para 15 segundos de amostragem
- Tempo para transmissão com compactação: **30 segundos** para 15 segundos de amostragem



Monitoração de *Cane-toad*



- Stargate orchestra escalonamento dos Micas
 - Formação de pares baseado na localização (GPS)
 - Enquanto um nó transmite, o outro sensoria



Monitoração de *Cane-toad*

- Latência do sistema: 45 segundos
 - 15 segundos coletando amostras
 - 30 segundos transmitindo

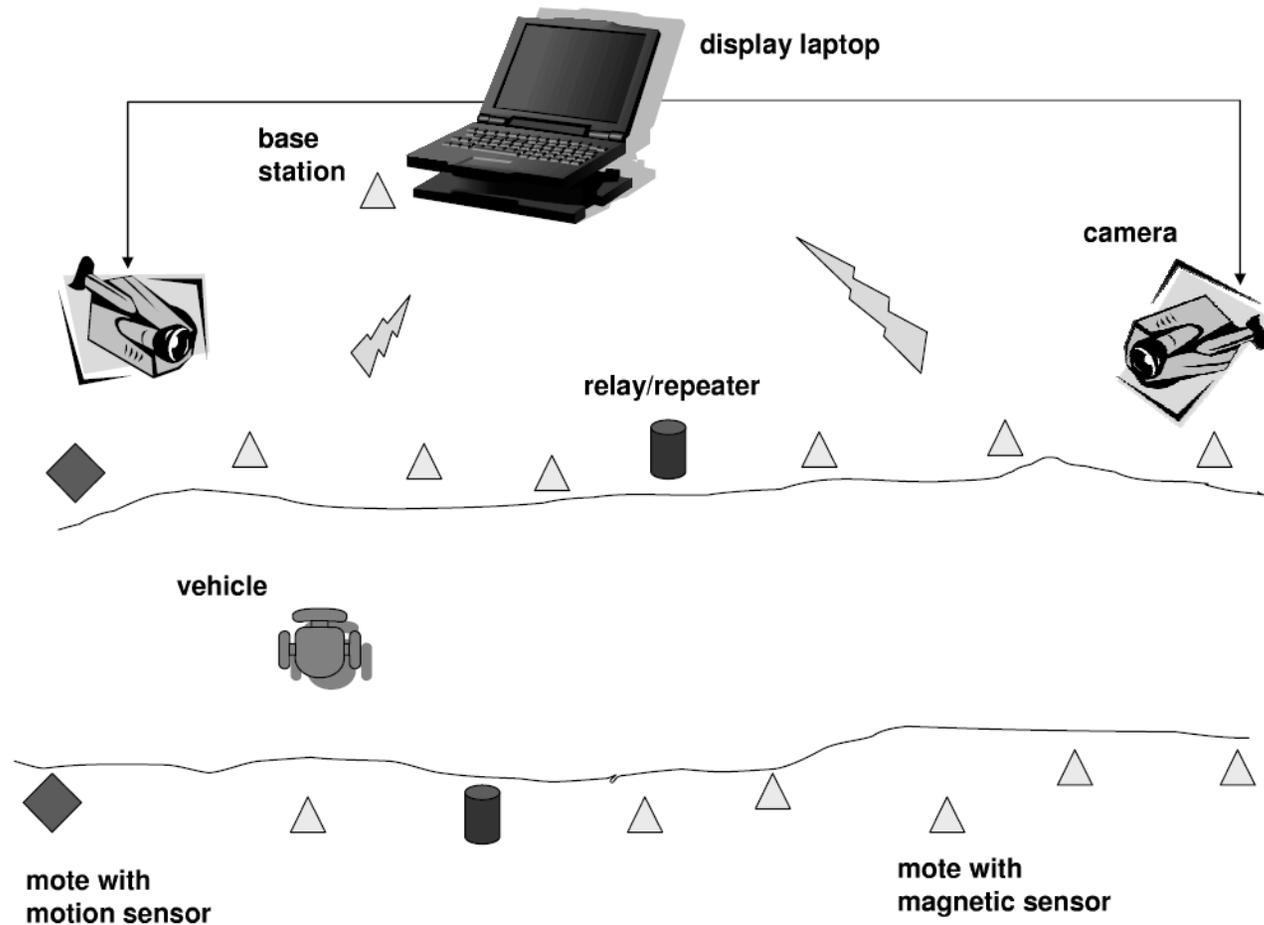


Transmissão de Vídeo

Aplicações



Reconhecimento Militar



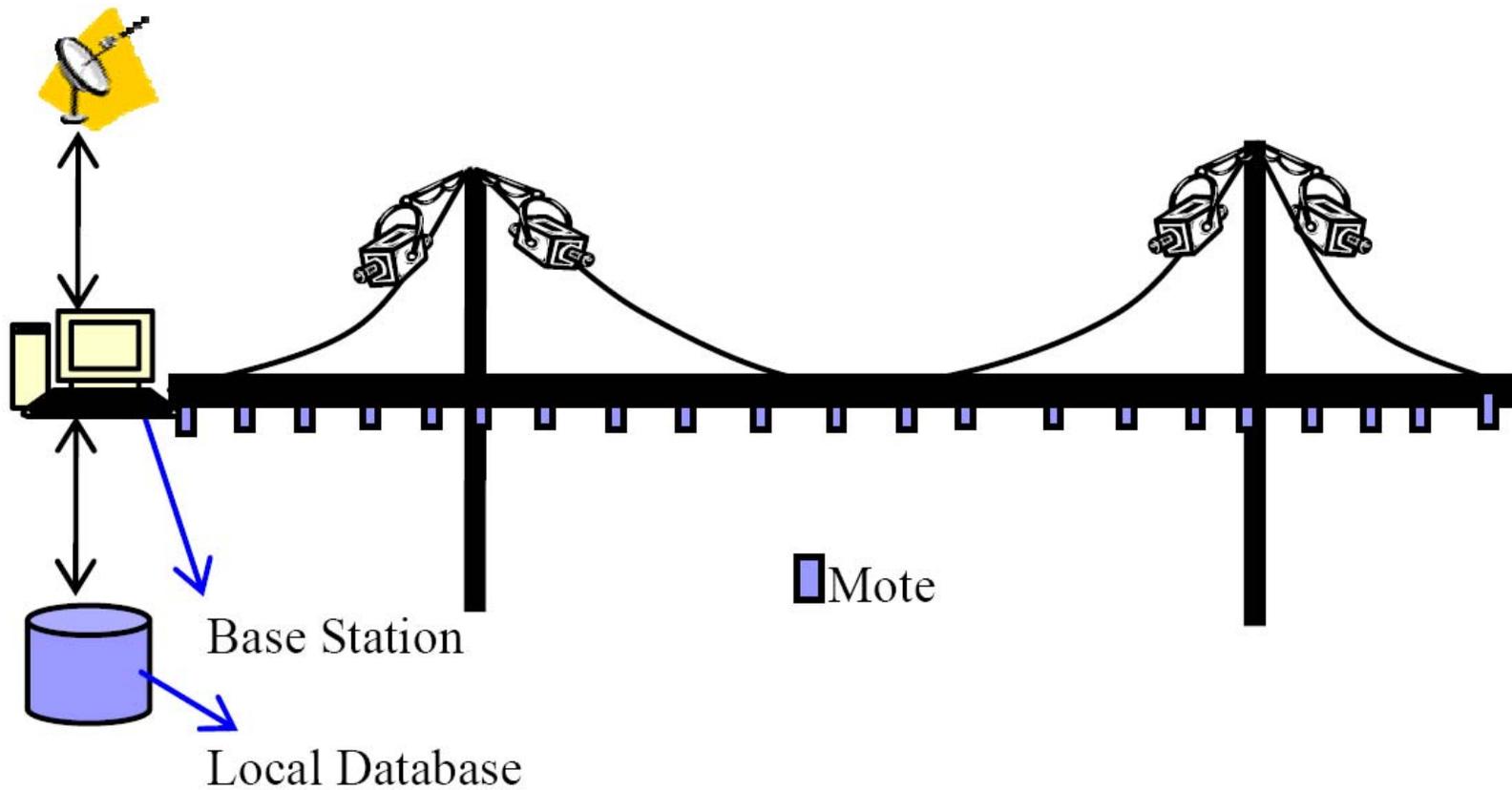


Reconhecimento Militar

- Descrição
 - 70 nós sensores Mica2.
 - Frequência de transmissão 433 MHz.
 - Área sensoriada em linha reta (~153 metros).
 - Sensor utilizado: magnetómetro de dois eixos.



Qualidade de Estruturas





Qualidade de Estruturas

- Descrição
 - Nós sensores Mica2.
 - Frequência de transmissão 868/916 MHz.
 - Sensores utilizados: temperatura e acelerómetro.



Resumindo

- Aplicações tradicionais sensoream dados simples:
 - Temperatura;
 - Humidade;
 - Pressão;
 - Etc.
- Avançando no tempo
 - Redes de sensores baseadas em vídeo.

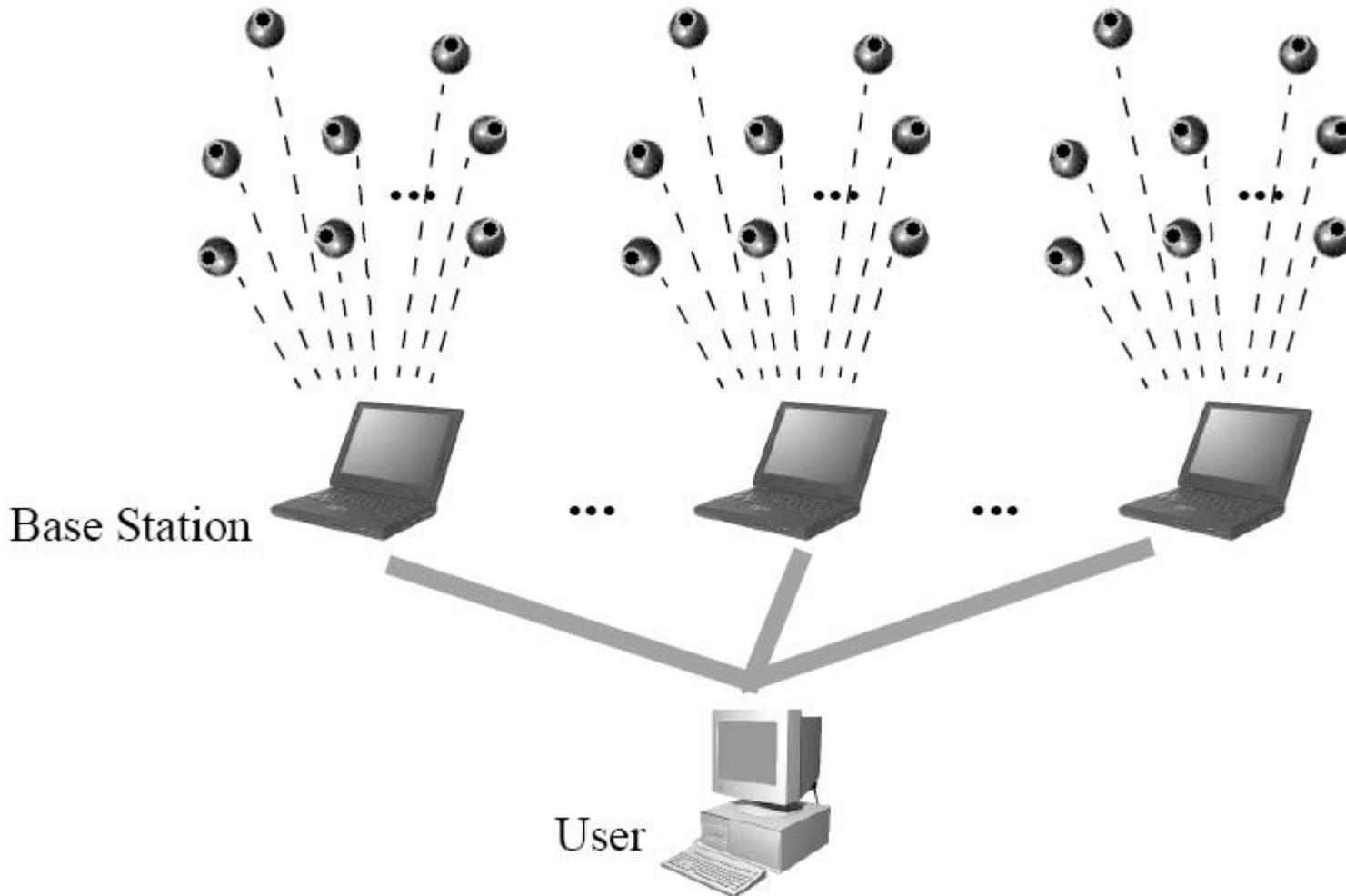


Possibilidades

- Vigilância automática
 - Militar;
 - Não-militar.
- Vida assistida por video e computador.
- Video conferência inteligente.
- Etc.



Rede de Sensores Baseada em Vídeo





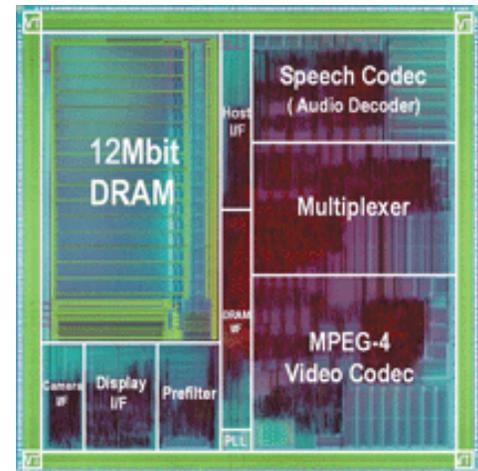
Rede de Sensores Baseada em Vídeo

- Milhares de vídeo sensores de dimensões reduzidas equipados com:
 - Dispositivos de captura de vídeo;
 - Transmissores sem fio.
- Estação base
 - Armazenamento para informações das cameras;
 - Agregação dos dados de video;
 - Monitoramento prologando (*energy harvest*).
- Usuário



Toshiba MPEG-4 Codec

- Características
 - 3 núcleos: vídeo, áudio e mux/demux.
 - 15 fps
 - 176 pixels x 144 pixels (QCIF)
 - 12 Mbit DRAM
 - Consumo 80 Miliwatts





Desafios

- Agregação de dados reduzindo os *streams* de vídeo a números tratáveis.
- Compressão de dados
 - Alta compressão, com alta fidelidade;
 - Algoritmos energy-efficient, aumentando o tempo de vida da rede;
 - Agregação de dados no domínio comprimido.



Desafios

- Algoritmos de processamento de imagens de baixo consumo de energia.
 - Rever algoritmos de PDI e visão computacional.
- Gerenciamento massivo da rede:
 - QoS;
 - Novos Protocolos.
- Colaboração entre sensores.



Desafios

- Mecanismos de controle para milhares de vídeo sensores:
 - “rastreie tal objeto”;
 - “informe quando alguma coisa invadir o campo de visão deste conjunto de cameras”.
- Mecanismos para o armazenamento e recuperação de *streams* de video.



Perguntas? Dúvidas? Sugestões?



Referências

- Basharat, A. et al. *A Framework for Intelligent Sensor Network with Video Camera for Structural Health Monitoring of Bridges.*
- Chiu, C. K. H. and Lam, K. Y., *Supporting Real-Time Active Visual Surveillance in Wireless Network.*
- Feng, W. et al. *Moving Towards Massively Scalable Video-Based Sensor Networks.*
- He, T. et al. *An Energy-Efficient Surveillance System for Wireless Sensor Networks.*
- Hill, J. et al. *The Platforms Enabling Wireless Sensor Networks.*
- Hu, W. *The Design and Evaluation of a Hybrid Sensor Network for Cane-toad Monitoring.*
- Obraczka, K. et al. *Managing the Information Flow in Visual Sensor Networks.*