



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO  
Universidade Técnica de Lisboa

## **Monitorização Wireless de Pessoas em Ambiente Doméstico**

**Márcio Luís Mendonça de Vasconcelos de Nóbrega**

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em  
**Engenharia Electrotécnica e de Computadores**

### **Júri**

Presidente:

Orientador:

Co-Orientador:

Vogais:

---

Doutor Renato Jorge Caldeira Nunes

Doutor António Manuel Raminhos Cordeiro Grilo

---

**Outubro 2012**



*“Uma citação engraçada ou algo do género, se queres incluir uma. Caso não,  
comenta esta parte”*



# Agradecimentos

Obrigado ao Pedro Tomás, o autor original do template para  $\text{\LaTeX}$  (versão inglesa).



# Resumo

O resumo.

# Palavras Chave

Até seis, palavras, chave.





# **Abstract**

Your abstract goes here.

# **Keywords**

Up to, six, keywords.



# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Introdução</b>	<b>1</b>
1.1	Motivação . . . . .	2
1.2	Objectivos . . . . .	3
1.3	Principais Contribuições . . . . .	3
1.4	Organização da Dissertação . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Trabalho Relacionado</b>	<b>5</b>
2.1	Estado da Arte . . . . .	6
2.1.1	Monitorização com Sinal Vídeo ou Áudio . . . . .	6
2.1.2	Monitorização com Sensores <i>Wearable</i> . . . . .	8
2.1.3	Monitorização com Sensores Domésticos . . . . .	11
2.2	Monitorização de Idosos . . . . .	11
2.3	IEEE 802.15.4 e ZigBee . . . . .	11
2.4	Algoritmos de Localização . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Plataforma de Simulação</b>	<b>13</b>
3.1	Escolha da Framework . . . . .	14
3.2	Sensores Wireless . . . . .	14
3.3	Propagação e Decisão . . . . .	14
3.4	Obstáculos . . . . .	14
<b>4</b>	<b>Arquitectura do Sistema</b>	<b>15</b>
4.1	Pressupostos e Estrutura . . . . .	16
4.2	Ficheiros XML de Configuração . . . . .	16
4.3	Network Layer . . . . .	16
4.4	Application Layer . . . . .	16
<b>5</b>	<b>Resultados</b>	<b>17</b>
5.1	Potência Recebida . . . . .	18
5.2	Criação dos RadioMaps e RadioMapClusters . . . . .	18
5.3	Localização . . . . .	18

## Conteúdo

---

5.4 Throuput . . . . .	18
5.5 Escalabilidade . . . . .	18
<b>6 Conclusões</b>	<b>19</b>
6.1 Trabalho Futuro . . . . .	20
<b>A Apêndice 1</b>	<b>23</b>

# Lista de Figuras

1.1	Pirâmides demográficas em Portugal entre 1950 e 2050 (estimativa) [1]. . . . .	2
2.1	Arquitectura do sistema proposto em [2]. . . . .	7
2.2	Arquitectura de fusão de decisão referida em [3]. . . . .	7
2.3	Processo de detecção de quedas e alertas descrito no trabalho [4]. . . . .	8
2.4	Exemplo de uma BSN [5]. . . . .	9
2.5	Exemplo de uma WBAN [6]. . . . .	10



# Lista de Tabelas

2.1 Aplicações para redes de sensores *In-body* e *On-body* [6]. . . . . 11





# Lista de Acrónimos

**BSN** *Body Sensor Network*

**BAN** *Body Area Network*

**WBAN** *Wireless Body Area Network*

**MAC** *Medium Access Control*

**GTS** *Guaranteed Time Slots*

**WLAN** *Wireless Local Area Network*

**WSN** *Wireless Sensor Network*

**MAC** *Message Authentication Code* (Código de Autenticação de Mensagem), um método de *hashing* criptográfico.



# 1

## Introdução

### Conteúdo

1.1	Motivação . . . . .	2
1.2	Objectivos . . . . .	3
1.3	Principais Contribuições . . . . .	3
1.4	Organização da Dissertação . . . . .	3

## 1. Introdução

---

Resumo do capítulo.

### 1.1 Motivação

O aumento da esperança de vida provoca actualmente um envelhecimento generalizado da população mundial o que coloca diversos desafios ao desenvolvimento nacional, à sustentabilidade das famílias e à capacidade dos sistemas de saúde. Durante anos recentes o número de pessoas no mundo acima dos 60 anos aumentou de 200 milhões em 1950 para 670 milhões, sector etário que representa já cerca de 20% da população total nos países desenvolvidos. [1]. Com a deslocalização dos jovens para a periferia dos grandes centros e a baixa natalidade, aumenta cada vez mais o número de idosos que vivem sozinhos em suas casas. Esta situação cria ansiedade em todos os envolvidos, resultando muitas vezes em internamentos precoces em lares, com um custo elevado e vagas limitadas.

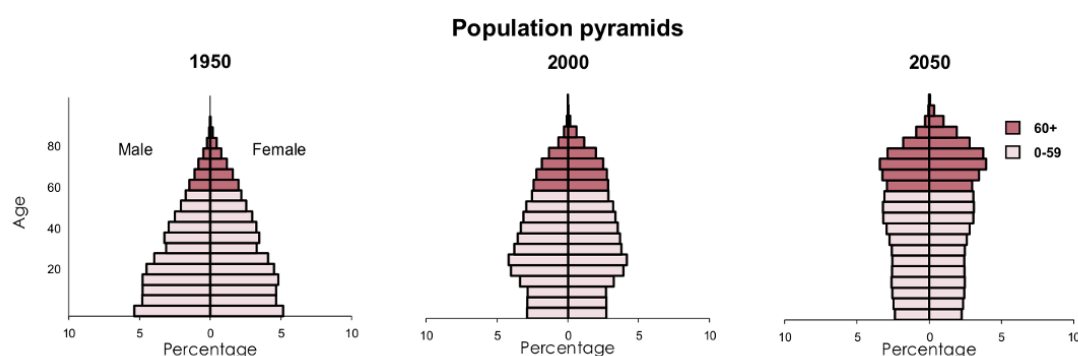


Figura 1.1: Pirâmides demográficas em Portugal entre 1950 e 2050 (estimativa) [1].

Pessoas com deficiências físicas ou mentais apresentam também uma idêntica necessidade de acompanhamento. Por exemplo, pessoas com deficiência mental média, normalmente têm capacidades sociais e funcionais para serem minimamente independentes, ainda que necessitem de alguma supervisão e assistência. Normalmente têm problemas tão básicos como, por exemplo, decidir quando se levantar ou deitar na cama, ou tomar medicamentos à hora certa.

A monitorização de ambos os casos descritos permitiria libertar mão-de-obra especializada para situações de maior dependência, reduzindo custos e aumentando a eficiência, notificando médicos ou hospitais da mudança de sinais vitais e comportamentos, que precedam situações de risco ou interagindo com ambientes inteligentes.

A evolução tecnológica dos sensores wireless tem vindo a introduzir no mercado sensores, rádios e processadores de baixa potência e baixo custo. Estes dispositivos, com o seu reduzido tamanho, têm um enorme potencial para o desenvolvimento de aplicações centradas no utilizador. Com um vasto tipo de sensores, as aplicações ubíquas<sup>1</sup> podem por isso surgir como

---

<sup>1</sup>Aplicação que tem como objectivo tornar a interacção entre pessoa e máquina invisível, integrando a informática com acções e comportamentos naturais das pessoas.

alternativa de baixo custo e enorme valor acrescentado para monitorização de pessoas num ambiente doméstico, criando uma simbiose entre pessoa e máquina que permita usufruir do direito de viver de forma independente, com privacidade, dignidade e total controlo da própria vida.

## **1.2 Objectivos**

Nesta dissertação é proposto o desenvolvimento de uma solução onde uma ou mais pessoas, portadoras de um nó wireless, se movimentam num ambiente onde existem outros nós wireless. Deverá ser possível localizar cada pessoa e estabelecer uma comunicação bidireccional entre esta e um servidor central.

Assim definem-se os seguintes objectivos:

- Reunir através de pesquisa informação sobre o trabalho relacionado;
- Identificar necessidades num ambiente doméstico e propor para estas, soluções de hardware existentes no mercado;
- Definir a arquitectura do sistema e os papéis de cada interveniente;
- Identificar uma plataforma de simulação existente que permita, de uma forma realista, simular o comportamento do sistema;
- Implementar a simulação de um algoritmo de encaminhamento;
- Implementar a simulação de um algoritmo de localização;
- Analisar a simulação com métricas que permitam conhecer o erro de localização, bem como os limites e valores óptimos do sistema.

## **1.3 Principais Contribuições**

TODO: escrever no fim

## **1.4 Organização da Dissertação**

TODO: escrever no fim



# 2

## Trabalho Relacionado

### Conteúdo

2.1	Estado da Arte . . . . .	6
2.1.1	Monitorização com Sinal Vídeo ou Áudio . . . . .	6
2.1.2	Monitorização com Sensores <i>Wearable</i> . . . . .	8
2.1.3	Monitorização com Sensores Domésticos . . . . .	11
2.2	Monitorização de Idosos . . . . .	11
2.3	IEEE 802.15.4 e ZigBee . . . . .	11
2.4	Algoritmos de Localização . . . . .	11

TODO: pequena introdução

### 2.1 Estado da Arte

A geração actual de casas inteligentes tem tido uma maior evolução na inteligência artificial do sistema central, em detrimento dos sistemas de monitorização e controlo. A casa inteligente actual consiste em vários electrodomésticos e outros dispositivos, com sensores, actuadores e/ou monitores biomédicos, usados pelos residentes numa base diária. Em alguns casos a casa é monitorizada recorrendo a tecnologias áudio e vídeo. Estes sistemas apresentam uma excelente forma de monitorização mas têm algumas desvantagens:

- Custos elevados devido ao uso de sensores sofisticados e equipamentos áudio-visuais;
- Custos elevados de instalação devido à instalação individualizada;
- Elevada largura de banda necessária;
- Demasiada intrusão no quotidiano da pessoa criando um sentimento de falta de privacidade ou desconforto.

Nas próximas secção analisa-se diversa literatura sobre algumas das tecnologias de monitorização disponíveis e o seu enquadramento nos cuidados de saúde.

#### 2.1.1 Monitorização com Sinal Vídeo ou Áudio

Em [2] através de um sensor wireless equipado com um acelerómetro e transportado pela pessoa, são detectadas possíveis quedas. Por forma a minimizar o número de falsos alarmes, são usadas câmaras que cobrem o espaço, que analisam a posição da pessoa e são activadas de acordo com a localização do nó móvel. Essa localização é obtida através de triangulação baseada nas posições conhecidas dos nós fixos e a potência recebida do nó móvel. É também apresentada a possibilidade de efectuar transmissão de voz utilizando o rádio IEEE 802.15.4, uma vez que já existem rádios com largura de banda necessária para efectuar transmissão de voz.

Em [3] e [7] é feita a combinação da informação fornecida por redes de sensores e sistemas de vídeo-vigilância. Através de uma inferência lógica que considera sequências de eventos são tomadas decisões tal como é possível observar em 2.2. O ocupante da casa usa um sensor não intrusivo para determinação da posição e comunicação por voz, mas não é necessária qualquer interacção com a tecnologia. À semelhança do trabalho anterior a privacidade é um tema fulcral e todo o tratamento de imagem é feito localmente usando *Smart Cameras*<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> câmaras que para além de captar imagem também podem tratar a imagem e obter resultados a partir desta



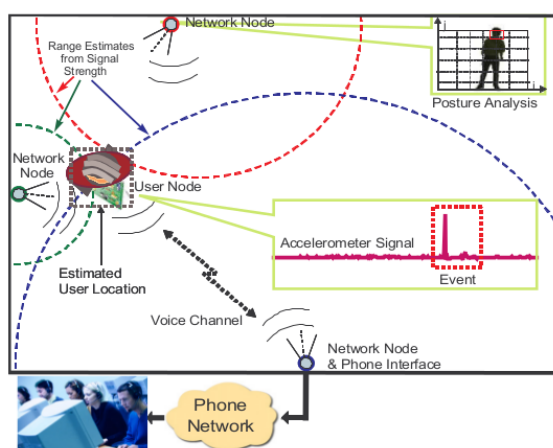


Figura 2.1: Arquitectura do sistema proposto em [2].

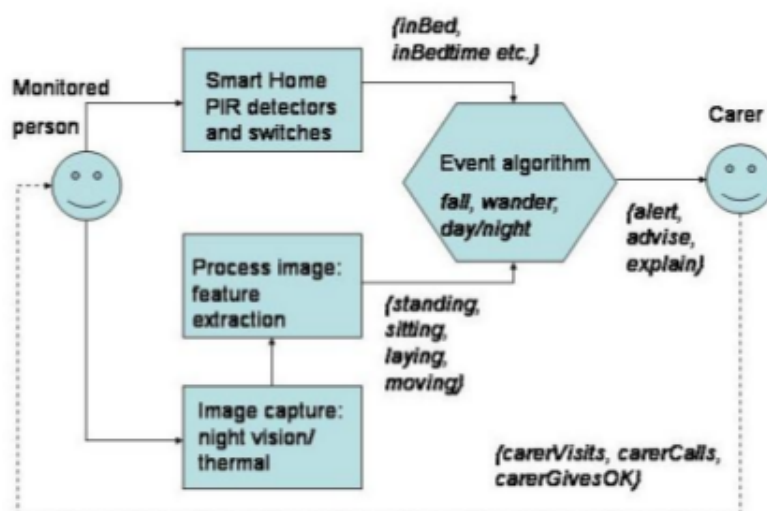


Figura 2.2: Arquitectura de fusão de decisão referida em [3].

No trabalho [8] é feita a aplicação de um sistema de monitorização num lar de idosos através de vídeo e áudio sem recurso a sensores portáteis. O trabalho referencia a insuficiência de profissionais em contraste com o rápido crescimento da população idosa e o pouco tempo que estes têm disponível para cada idoso. Emerge assim a necessidade de obter um conjunto de dados de forma autónoma e usado para detectar situações de perigo de atempadamente, como por exemplo a instabilidade do andar ou registos comportamentais que favorecem a prescrição de medicamentos psicotrópicos. Os grandes desafios indicados são a localização por vídeo, a correcta identificação e marcação das pessoas no campo de visão e a análise das suas actividades individuais.

Partindo do conceito *aging in place*, onde idosos vivem de forma independente e segura nas suas próprias casas, o trabalho [4] apresenta, a monitorização de quedas mas também funcionalidades utilitárias como a detecção de objectos, calendário, vídeo-conferência e livro de ende-

## 2. Trabalho Relacionado

reços. Recorrendo a câmaras e a técnicas de *machine learning* o sistema não necessita que o utilizador use um sensor. O sistema tem uma abordagem centralizada devido à forte exigência de processamento em tempo real e memória necessárias. A detecção de objectos é feita verificando mudanças na imagem ou procurando objectos de acordo com as suas características.

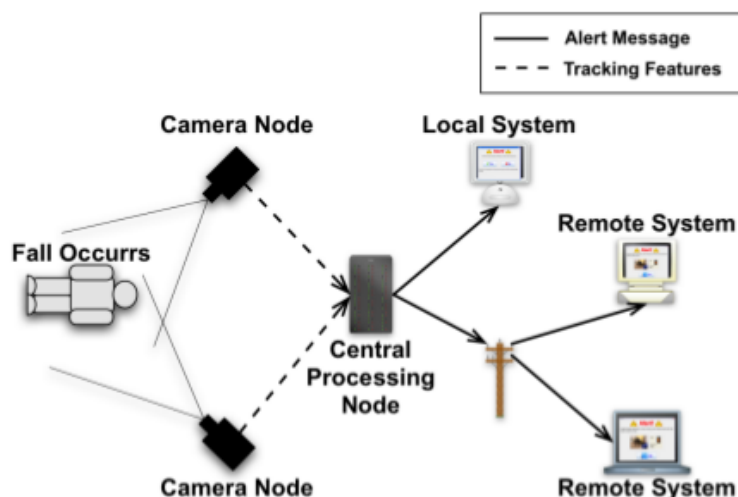


Figura 2.3: Processo de detecção de quedas e alertas descrito no trabalho [4].

Em [9] é utilizado o sinal áudio em conjunto com o vídeo para inferir acerca de uma possível queda. O sinal áudio torna-se essencial para distinguir entre uma pessoa que se sentou ou que caiu. Consideram-se processos de textitMarkov<sup>2</sup> que permitem perceber se o comportamento do indivíduo está de acordo com o previsto ou não e assim tomar as medidas necessárias.

Embora cada aplicação tenha as suas mais-valias e a precisão dos sistemas onde o sinal vídeo é utilizado seja bastante elevada, existe a questão da privacidade que resulta numa baixa aceitação deste tipo de sistemas por parte de pessoas idosas.

A grande preocupação nos trabalhos identificados permanece na detecção de quedas e na fiabilidade dessa detecção.

### 2.1.2 Monitorização com Sensores *Wearable*

Com a evolução dos sensores wireless aparecem cada vez mais soluções que permitem fazer uma monitorização contínua do estado de saúde de uma pessoa, independentemente da sua localização ou actividade. A redução do tamanho dos sensores permite idealizar a criação de vestuário com sensores embutidos, suficiente leve e confortável para poder ser usado diariamente. Para além da monitorização há também a possibilidade de administrar medicamentos automaticamente através de actuadores.

<sup>2</sup>Processo sem memória onde podem ser feitas previsões do futuro com base somente no estado presente, onde o futuro é independente do passado

Em [5] é abordada a BSN (*Body Sensor Network*) como solução para a detecção precoce de problemas cardíacos. Através de um conjunto de sensores equipados com medidor de temperatura, medidor de pulso, acelerómetro e até sensores capazes de obter um electrocardiograma<sup>3</sup> (ECG), um electromiograma<sup>4</sup> (EMG) ou um electroencefalograma<sup>5</sup> (EEG). O sistema abordado tem um nó coordenador para onde todos os outros enviam informação e é usada a norma IEEE 802.15.4, que com suficiente largura de banda permite a transmissão da informação necessária.

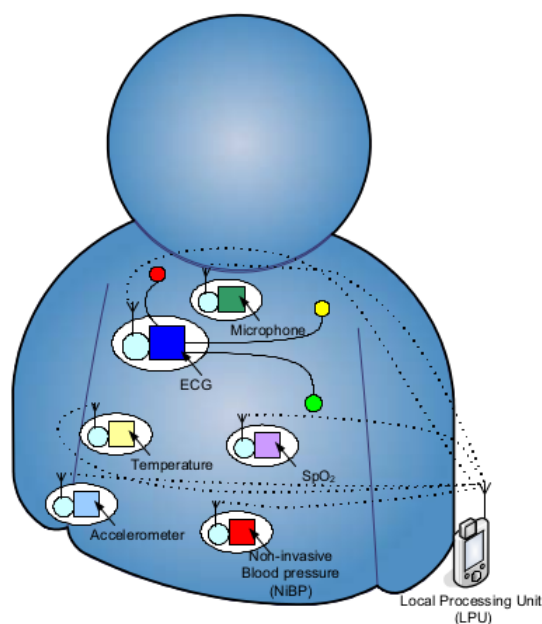


Figura 2.4: Exemplo de uma BSN [5].

A aplicação corre em TinyOS, open-source e com uma gestão de energia eficiente. É referida a estrutura modular do sistema operativo que permite escolher componentes conforme a sua aplicação, o que facilita bastante a utilização de diferentes tipos de sensores.

De referir o grupo de estudo IEEE 802.15 TG6<sup>6</sup> que pretende estabelecer a norma para as BANs (*Body Area Networks*), que define um protocolo de comunicação para dispositivos de baixa potência que operem dentro, em ou à volta do corpo humano.

Em [6] é feita uma discussão sobre o tipo de antena e protocolo MAC para WBANs, bem como sobre diversas aplicações para este tipo de redes. Na Figura 2.5 podemos observar que o tráfego é categorizado em 3 categorias: *On-demand* iniciado pelo médico ou nó coordenador para obter uma determinada informação de um ou mais sensores, *Emergency* iniciado pelos nós quando ultrapassam um determinado *threshold* e *Normal* que não apresenta qualquer elemento temporal crítico.

É referido o impacto do corpo na propagação do sinal através da constante dieléctrica alta

<sup>3</sup>Representação gráfica da actividade eléctrica do coração

<sup>4</sup>Representação do potencial eléctrico gerado pelas células dos músculos

<sup>5</sup>Representação da actividade do cérebro, obtida por pequenos sinais eléctricos chamados impulsos

<sup>6</sup><http://www.ieee802.org/15/pub/TG6.html>

## 2. Trabalho Relacionado

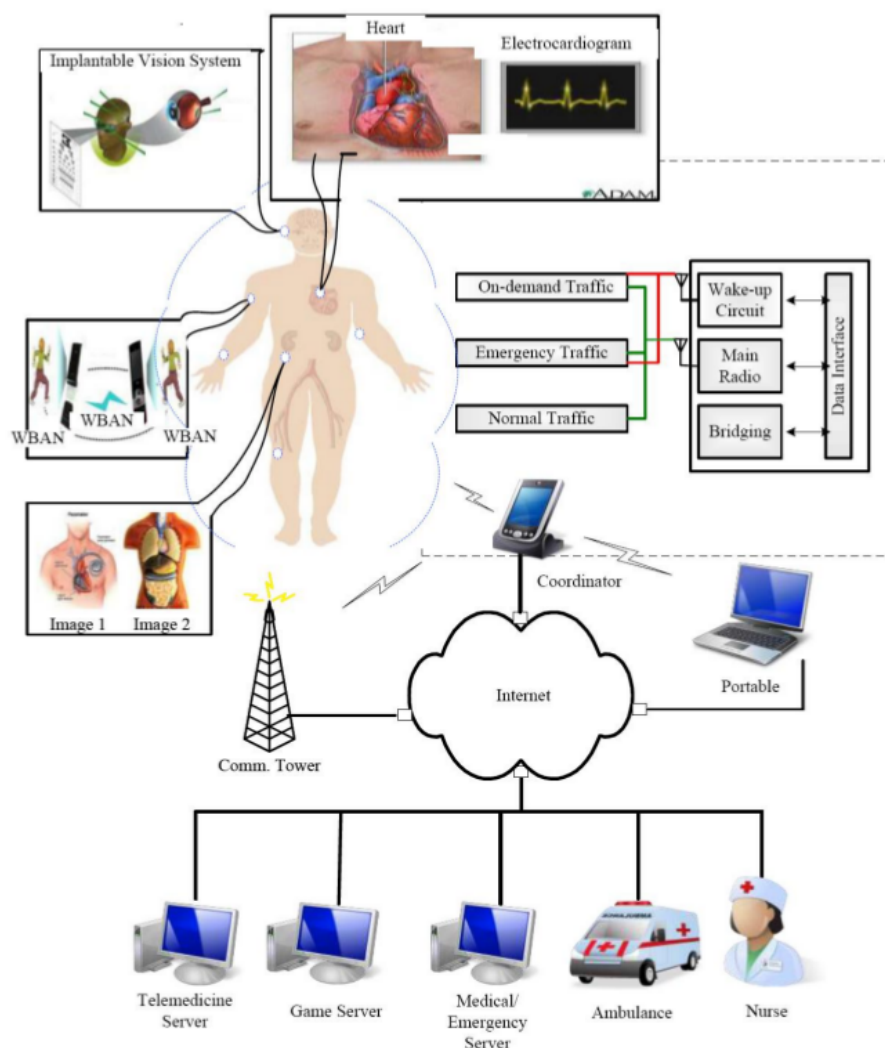


Figura 2.5: Exemplo de uma WBAN [6].

que este possui bem como através da condutividade parcial do tecido muscular que pode absorver parte do sinal, factores que se tornam ainda mais significativos quando as antenas são de muito pequena dimensão. Outro aspecto relevante referido neste trabalho é o facto de não existir no IEEE 802.15.4 um mecanismo fiável para o envio das mensagens *On-demand* e *Emergency*. Como possível solução para este problema é apontada a utilização das IEEE 802.15.4 GTS(Guaranteed Time Slots) para lidar com eventos críticos.

Por fim, o trabalho [6] indica através da Tabela 2.1 um conjunto de possíveis aplicações para sensores. Doenças cardiovasculares, detecção de doenças oncológicas, sistemas de telemedicina são algumas das aplicações mencionadas.

No trabalho [10] é analisada a coexistência entre WLAN e *ZigBee* que operam na mesma frequência de 2.4GHz. A problemática de um número elevado de módulos WLAN, com potência de transmissão mais elevada, impossibilitar a comunicação entre módulos *ZigBee* é abordada.

Application Type	Sensor Node	Data Rate	Duty Cycle (per device)% per time	Power Consumption	QoS (Sensitive to Latency)	Privacy
In-body Applications	Glucose Sensor	Few Kbps	<1%	Extremely Low	Yes	High
	Pacemaker	Few Kbps	<1%	Low	Yes	High
	Endoscope Capsule	> 2Mbps	<50%	Low	Yes	Medium
On-body Medical Applications	ECG	3 Kbps	<10%	Low	Yes	High
	SpO2	32 bps	<1%	Low	Yes	High
	Blood Pressure	<10 bps	<1%	High	Yes	High
On-body Non-Medical Applications	Music for Headsets	1.4 Mbps	High	Relatively High	Yes	Low
	Forgotten Things Monitor	256 Kbps	Medium	Low	No	Low
	Social Networking	<200 Kbps	<1%	Low	No	High

Tabela 2.1: Aplicações para redes de sensores *In-body* e *On-body* [6].

É sugerida como solução a implementação de um algoritmo implementado na WSN que força a que, quando não existem frequências disponíveis, a WLAN seja obrigada a abandonar o canal deixando assim espaço para o sistema *ZigBee* comunicar.

[11] propõe um projecto que integra tecnologias WSN com redes públicas de comunicação por forma a construir um sistema eficiente de cuidados de saúde para idosos em casa. O sistema apresenta quatro funcionalidades principais: monitorização interior, monitorização exterior, actividade e decisão com base no estado de saúde. É feita a medição e colecção de parâmetros do corpo e da casa e enviada para um servidor central através de várias redes disponíveis.

Uma das principais desvantagens abordada na pesquisa efectuada é o facto de ter de existir de forma contínua um contacto com o corpo do idoso, de vários sensores, o que pode causar desconforto. Muitos idosos poderão não estar predispostos para usar uma BSN durante um tempo prolongado. Existe também a possibilidade de interferência com *pacemakers* ou outros equipamentos médicos que tenham sido colocados no idoso.

### 2.1.3 Monitorização com Sensores Domésticos

## 2.2 Monitorização de Idosos

## 2.3 IEEE 802.15.4 e ZigBee

Tecnologia ZigBee 802.15.4 e protocolo de encaminhamento AODV;

## 2.4 Algoritmos de Localização

Diversas opções disponíveis. Vantagens e desvantagens; Tabela comparativa; Descrição matemática do HORUS; O esquema que eu vou usar difere na medida em que o cálculo é feito na base station e não no mobile node



# 3

## Plataforma de Simulação

### Conteúdo

3.1	Escolha da Framework . . . . .	14
3.2	Sensores Wireless . . . . .	14
3.3	Propagação e Decisão . . . . .	14
3.4	Obstáculos . . . . .	14

### **3. Plataforma de Simulação**

---

Pequena introdução.

#### **3.1 Escolha da Framework**

Diversas opções disponíveis; Vantagens e desvantagens de cada; Fundamentação da escolha

#### **3.2 Sensores Wireless**

Explicação das soluções existentes na simulação e a forma como se aplicam à realidade;

#### **3.3 Propagação e Decisão**

Explicação dos diversos modelos existentes e do escolhido

#### **3.4 Obstáculos**

Explicação da solução implementada e valores a utilizar



# 4

## Arquitectura do Sistema

### Conteúdo

---

4.1	Pressupostos e Estrutura . . . . .	16
4.2	Ficheiros XML de Configuração . . . . .	16
4.3	Network Layer . . . . .	16
4.4	Application Layer . . . . .	16

---

## 4. Arquitectura do Sistema

---

Pequena introdução.

### 4.1 Pressupostos e Estrutura

Limitações da framework que vão diferir da realidade; Explicação de todos os intervenientes no sistema: nós móveis, estáticos e de base; A forma como estão interligados; A forma como é feita a escalabilidade e distinção entre redes de andares diferentes; O tipo de nós presentes no sistema.

### 4.2 Ficheiros XML de Configuração

RadioMap; RadioMapClusters; Normal standard; Esquema com os diversos ficheiros;

### 4.3 Network Layer

Tipos de mensagens da camada Netw e fluxogramas como a forma como essas mensagens são tratadas por cada tipo de nó; Estruturas que fazem parte da camada Netw utilizadas; Exemplo com imagens do AODV a funcionar; NetwToApplicationInfo para transportar informação acerca da potência do sinal;

### 4.4 Application Layer

Explicação da mensagem HoHuT e a forma como é usada para transportar informação; Explicação do comportamento, por fluxograma, de cada um dos app layers da camada App;

# 5

## Resultados

### Conteúdo

5.1	Potência Recebida . . . . .	18
5.2	Criação dos RadioMaps e RadioMapClusters . . . . .	18
5.3	Localização . . . . .	18
5.4	Throuput . . . . .	18
5.5	Escalabilidade . . . . .	18

## 5. Resultados

---

Pequena introdução.

### 5.1 Potência Recebida

Histogramas das potências recebidas para situação parada, em movimento e com obstáculos;  
Correlação entre amostras

### 5.2 Criação dos RadioMaps e RadioMapClusters

Demonstração do caminho escolhido para construir os radiomaps e mobilidade utilizada

### 5.3 Localização

Análise dos erros de posição; Análise do boost de performance por causa do uso de clusters;  
Análise do efeito do centro de massa e do time avg;

### 5.4 Throuput

Análise do throughput nos diversos casos de estudo Análise de pacotes perdidos

### 5.5 Escalabilidade

Análise do ponto em que é necessário adicionar mais uma baseStation Análise do sistema com mais que uma base station

# 6

## Conclusões

### Conteúdo

6.1 Trabalho Futuro . . . . .	20
-------------------------------	----

## 6. Conclusões

---

Pequena intrdução

### 6.1 Trabalho Futuro

Aquilo que se deveria ter feito mas não se fez por alguma razão. Eventuais evoluções ou melhorias ao trabalho feito. Possibilidade do sistema auto-construir o radioMap com base em nos estaticos que conhecem a sua posicao.

# Bibliografia

- [1] D. of Economic and S. A. P. Division, World Population Aging 1950-2050, United Nations Std., 2001. [Online]. Available: <http://www.un.org/esa/population/publications/worldageing19502050/>
- [2] A. M. Tabar, A. Keshavarz, and H. Aghajan, "Smart home care network using sensor fusion and distributed vision-based reasoning," in In Proc. of VSSN 2006. ACM Press, 2006, pp. 145–154.
- [3] H. K. Aghajan, J. C. Augusto, C. Wu, P. J. McCullagh, and J.-A. Walkden, "Distributed vision-based accident management for assisted living," in ICOST, ser. Lecture Notes in Computer Science, T. Okadome, T. Yamazaki, and M. Makhtari, Eds., vol. 4541. Springer, 2007, pp. 196–205. [Online]. Available: <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/icost/icost2007.html#AghajanAWMW07>
- [4] A. Williams, D. Xie, S. Ou, R. Grupen, A. Hanson, and E. Riseman, "Distributed smart cameras for aging in place," in In ACM SenSys Workshop on Distributed Smart Cameras, 2006.
- [5] C. Otto, A. Milenković, C. Sanders, and E. Jovanov, "System architecture of a wireless body area sensor network for ubiquitous health monitoring," J. Mob. Multimed., vol. 1, no. 4, pp. 307–326, Jan. 2005. [Online]. Available: <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2010498.2010502>
- [6] S. Ullah, P. Khan, N. Ullah, S. Saleem, H. Higgins, and K. S. Kwak, "A review of wireless body area networks for medical applications," IJCNS, vol. 2, no. 8, pp. 797–803, 2009. [Online]. Available: <http://dblp.uni-trier.de/db/journals/ijcns/ijcns2.html#UllahKUSHK09>
- [7] A. Keshavarz, A. M. Tabar, and Ham, "Distributed vision-based reasoning for smart home care," in ACM SenSys Workshop on Distributed Smart Cameras DSC 06, 2006.
- [8] A. G. Hauptmann, J. Gao, R. Yan, Y. Qi, J. Yang, and H. D. Wactlar, "Automated analysis of nursing home observations," in Pervasive Computing, IEEE, vol. 3. Carnegie Mellon Univ., Pittsburgh, PA, USA, April-June 2004, pp. 15–21.
- [9] B. U. Töreyn, Y. Dedeoglu, and A. E. Çetin, "Hmm based falling person detection using both audio and video," in ICCV-HCI, ser. Lecture Notes in Computer Science, N. Sebe, M. S.

- Lew, and T. S. Huang, Eds., vol. 3766. Springer, 2005, pp. 211–220. [Online]. Available: <http://dblp.uni-trier.de/db/conf/iccv/iccv-hci2005.html#ToreyinDC05>
- [10] B. H. Jung, J. W. Chong, S. H. Jeong, H. Y. Hwang, S. M. Kim, M. S. Kang, and D. K. Sung, “Ubiquitous wearable computer (uwc)-aided coexistence algorithm in an overlaid network environment of wlan and zigbee networks,” in Proceedings of the 9th international conference on Communications and information technologies, 2009.
- [11] J. Y. Jung and J. W. Lee, “Zigbee device design and implementation for context-aware u-healthcare system,” in Proceedings of the Second International Conference on Systems and Networks Communications, ser. ICSNC '07. Washington, DC, USA: IEEE Computer Society, 2007, pp. 22–. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.1109/ICSNC.2007.88>





## **Apêndice 1**

