



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 \LaTeX (versão inglesa).

Resumo

O resumo.

Palavras Chave

Até seis, palavras, chave.

Abstract

Your abstract goes here.

Keywords

Up to, six, keywords.

Conteúdo

1	Introdução	1
1.1	Motivação	2
1.2	Objectivos	3
1.3	Principais Contribuições	3
1.4	Organização da Dissertação	3
2	Trabalho Relacionado	5
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>	9
2.1.3	Monitorização com Sensores Domésticos	11
2.2	Monitorização Doméstica de Idosos	14
2.3	IEEE 802.15.4 e ZigBee	15
2.4	Algoritmos de Localização	15
3	Plataforma de Simulação	17
3.1	Escolha da Framework	18
3.2	Sensores Wireless	18
3.3	Propagação e Decisão	18
3.4	Obstáculos	18
4	Arquitectura do Sistema	19
4.1	Pressupostos e Estrutura	20
4.2	Ficheiros XML de Configuração	20
4.3	Network Layer	20
4.4	Application Layer	20
5	Resultados	21
5.1	Potência Recebida	22
5.2	Criação dos RadioMaps e RadioMapClusters	22
5.3	Localização	22

Conteúdo

5.4 Throuput	22
5.5 Escalabilidade	22
6 Conclusões	23
6.1 Trabalho Futuro	24
A Apêndice 1	27

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
2.6	Infraestrutura de rede <i>Mediacup</i> [7] que integra IR, CAN e LAN.	13

Lista de Tabelas

2.1	Aplicações para redes de sensores <i>In-body</i> e <i>On-body</i> [6].	11
2.2	Grau de intrusão por tecnologia usada em [9].	13
2.3	Índice de independência nas ADLs [8]	14
2.4	Uso de tecnologia pelos CMs [17]	15

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*

IR *Infrared*

CAN *Car Area Network*

LAN *Local Area Network*

RFID *Radio-frequency Identification*

CM *Case Manager*, profissionais de saúde do ramo da geriatria.

ADL *Activity of Daily Living*

1

Introdução

Conteúdo

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

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.

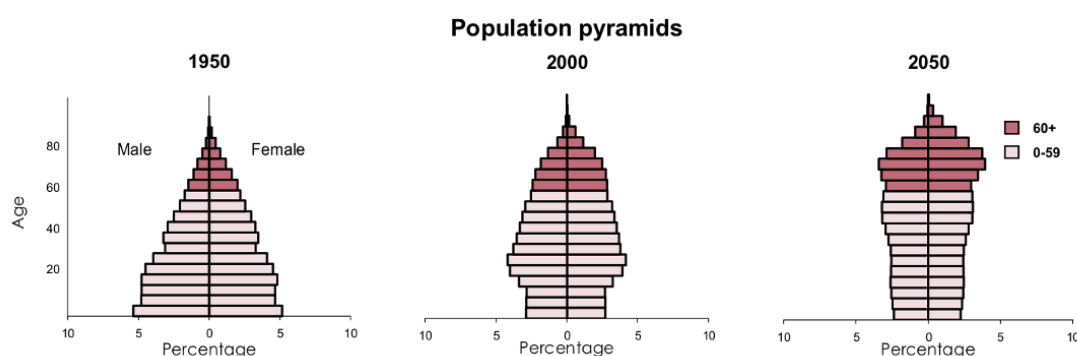


Figura 1.1: Pirâmides demográficas em Portugal entre 1950 e 2050 (estimativa) [1].

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 ubíquas¹ podem por isso surgir como

¹Aplicação 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:

- Pesquisar informação sobre o estado da arte na monitorização em ambiente doméstico;
- Identificar necessidades num ambiente doméstico e propor para estas, soluções de hardware existentes no mercado;
- Identificar uma plataforma de simulação existente que permita, de uma forma realista, simular o comportamento do sistema;
- Definir a arquitectura do sistema e os papeis de cada interveniente;
- Implementar a simulação de um algoritmo de encaminhamento;
- Implementar a simulação de um algoritmo de localização;
- Analisar a simulação criada 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>	9
2.1.3	Monitorização com Sensores Domésticos	11
2.2	Monitorização Doméstica de Idosos	14
2.3	IEEE 802.15.4 e ZigBee	15
2.4	Algoritmos de Localização	15

TODO: pequena introdução para cap 2

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, sendo que 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.

Três grupos de tecnologias emergem por entre a bibliografia revista:

- Monitorização com Sinal Vídeo ou Áudio;
- Monitorização com Sensores *Wearable*;
- Monitorização com Sensores Domésticos.

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 [10] 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

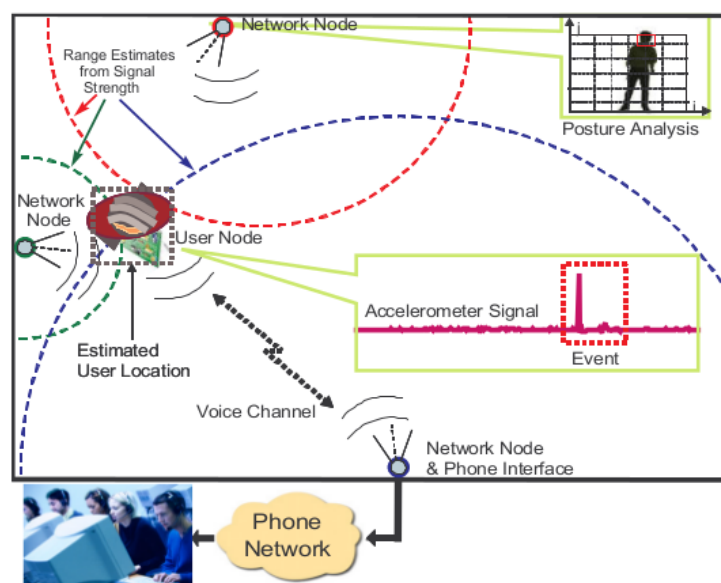


Figura 2.1: Arquitectura do sistema proposto em [2].

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* ¹.

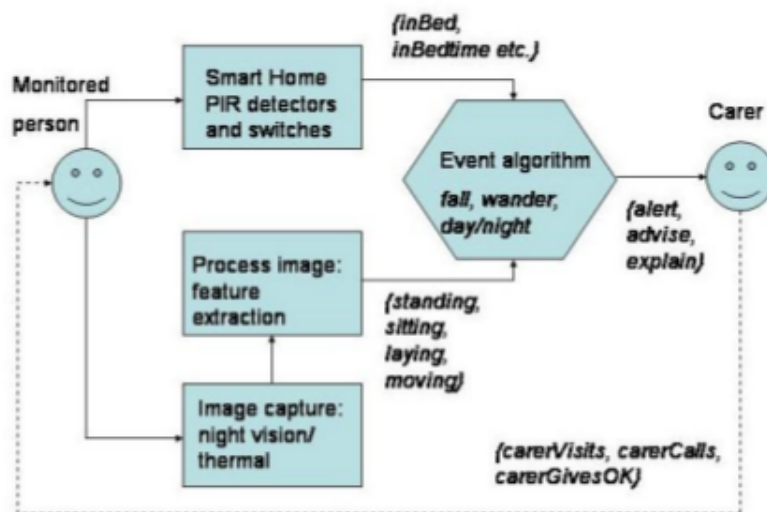


Figura 2.2: Arquitectura de fusão de decisão referida em [3].

No trabalho [11] 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

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

2. Trabalho Relacionado

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 endereços. 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.

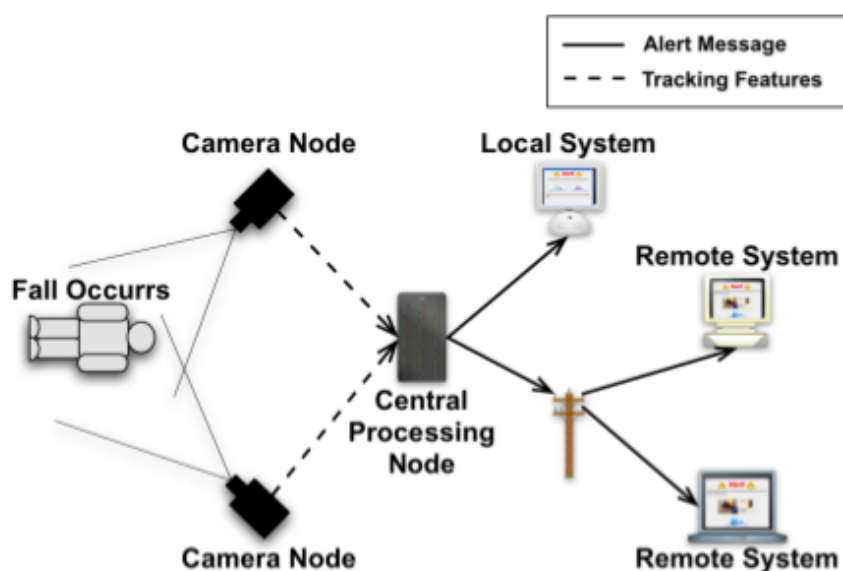


Figura 2.3: Processo de detecção de quedas e alertas descrito no trabalho [4].

Em [12] 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 textitMarkov² 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.

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

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, recorrendo a actuadores, automaticamente ou de forma manual por um profissional de saúde de forma remota.

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 electrocardiograma³ (ECG), um electromiograma⁴ (EMG) ou um electroencefalograma⁵ (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.

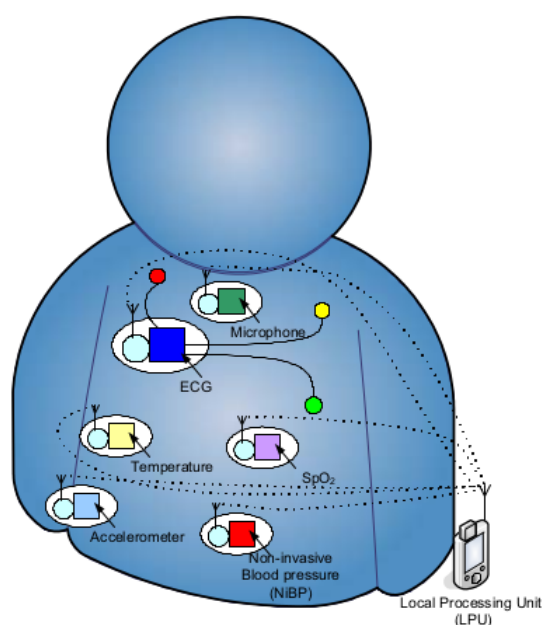


Figura 2.4: Exemplo de uma BSN [5].

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 TG6⁶ que pretende estabelecer a norma para as

³Representação gráfica da actividade eléctrica do coração

⁴Representação do potencial eléctrico gerado pelas células dos músculos

⁵Representação da actividade do cérebro, obtida por pequenos sinais eléctricos chamados impulsos

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

2. Trabalho Relacionado

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.

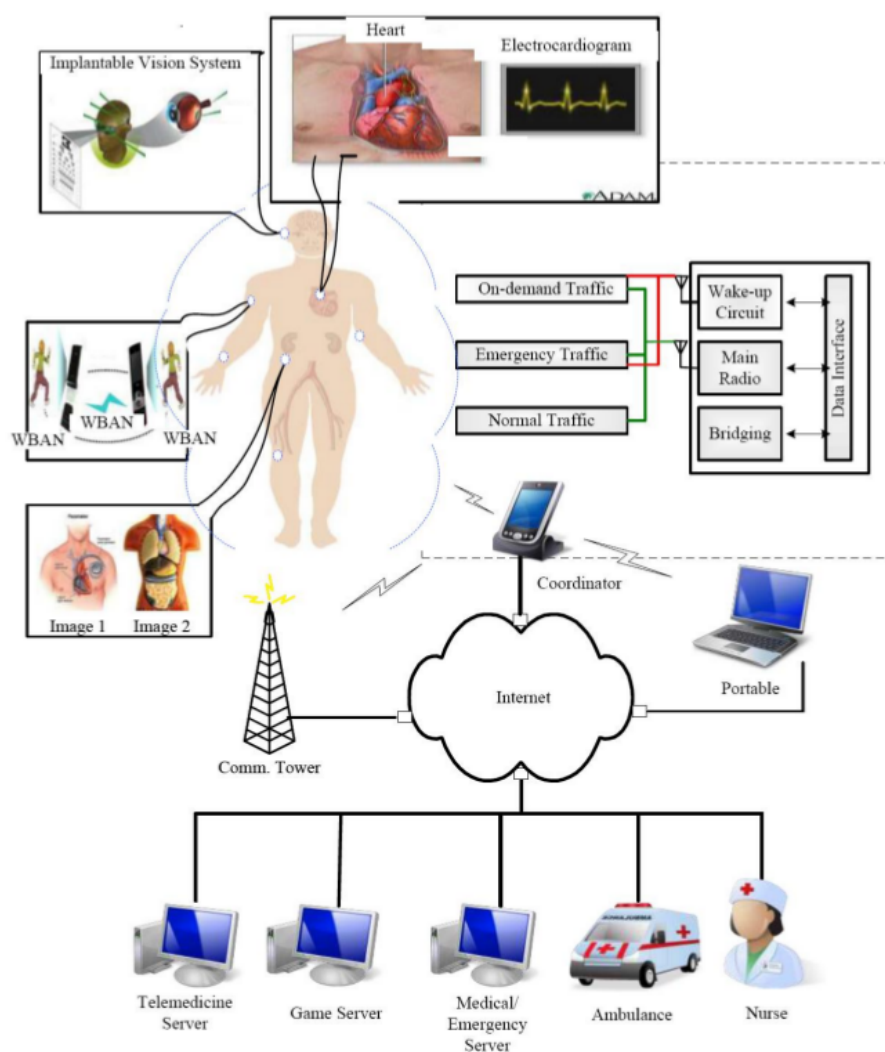


Figura 2.5: Exemplo de uma WBAN [6].

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

Application Type	Sensor Node	Data Rate	Duty Cycle (per device)% per	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].

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 [13] 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. 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.

[14] 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

Neste tipo de monitorização recorre-se a sensores instalados em electrodomésticos e outros dispositivos utilizados pelos residentes. São obtidos padrões comportamentais através da cor-

2. Trabalho Relacionado

relação com a utilização dos diversos aparelhos numa casa. Uma das maiores vantagens deste tipo de monitorização é a privacidade, uma vez que a informação fornecida por cada sensor não contém qualquer identificação da pessoa que o acciona. Usam-se dispositivos do dia-a-dia o que não implica mudanças de comportamento, como por exemplo com a utilização dos sensores *Wearable* e as BSN. Esta abordagem é chamada de *artefact computing model* e representa um paradigma de mudança na interacção pessoa-máquina na sua forma explícita para uma forma implícita.

Identificam-se vários tipos de sensores aplicáveis a dispositivos domésticos:

- Sensores de pressão;
- Sensores de movimento e proximidade;
- Sensores de temperatura;
- Sensores RFID;
- Interruptores;
- Sensores de vibração;
- Sensores de caudal de água ou gás;
- Sensores de corrente;

No artigo [9] aborda-se a prestação de cuidados de saúde aos idosos num complexo construído pela *Elite Care*⁷. Com o objectivo de dar maior autonomia aos residentes são criados ambientes personalizados de sensores. O sistema permite identificar residentes que precisam de cuidados imediatos ou iluminar o caminho para um residente que se vá durante a noite à casa-de-banho. A informação monitorizada neste sistema pertence a três categorias: sinais vitais, sinais de entrada/saída e movimento. Na Tabela 2.2, a partir de um estudo feito com questionários feitos aos residentes é obtido o grau de intrusão de cada uma das tecnologias implementadas.

[15] usa sensores de pressão para localização. É referida, a título de exemplo, a aplicação do sistema a uma pessoa com doença de Alzheimer num estágio médio e cuja detecção do movimento permite activar ecrãs que se ligam quando a pessoa se aproxima e indicam as opções de percurso na casa. Os melhores sensores conseguem identificar a posição e direcção do utilizador, no entanto a \$10800 por metro quadrado não é uma alternativa viável. No projecto são usados os *Phidgets* 1.5 polegadas que para 32.5 metros quadrados custa \$4000. Sendo o custo uma desvantagem evidente são propostas alternativas, como por exemplo a redução de sensores às zonas previsíveis de passagem ou a utilização de modelos de previsão que preencham as secções sem sensores.

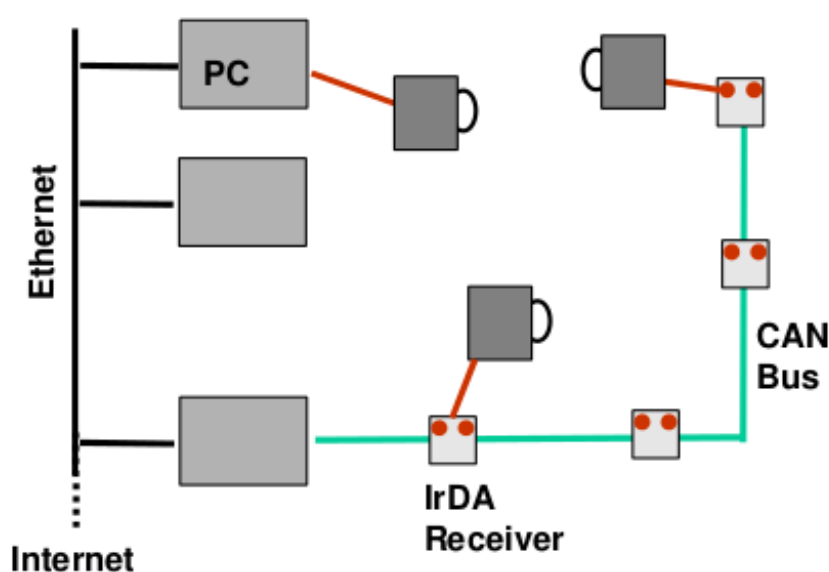
⁷<http://www.elite-care.com>

Category	Function	Rating
Computing infrastructure and Web servers	Apartment consoles, personalized databases, database	High
Mobile computing devices	Personal badge locators with help functions used by all residents	Medium
Wireless networking	RF and IR locators	Medium
Device discovery	Static configuration	Low
Service discovery	Static configuration	Low
Multimodal user interfaces at apartment consoles	Environmental sensors for location, weight, and speech recognition	High
Pervasive databases	Personalized databases for status and history	High
User authentication	Statically configured	Low
Secure networking	Short range transmission of limited data, relying on the facility's physical security.	Low

Tabela 2.2: Grau de intrusão por tecnologia usada em [9].

Em [16] é abordado o *PlaceLab*. Situado em Cambridge é um laboratório vivo para estudo das tecnologias ubíquas. Está otimizado para moradias 1 habitantes. Foram criadas para este laboratório 15 divisões e em cada foram colocadas redes de 25 a 30 sensores.

O projecto *Mediacup* [7] faz uma análise da adaptação de sensores, processamento e comunicação a dispositivos domésticos. Neste artigo uma caneca é adaptada com sensores de movimento e temperatura e ligada em rede com diversos outros dispositivos. Num cenário completo, todos os objectos de uso diário numa casa poderiam ser adaptados. É usado um processador de 1MHz para redução do consumo energético e o carregamento feito usando um campo electromagnético instalado num pires. É utilizada a tecnologia IR para a comunicação, através de mensagens, com transdutores que usam uma arquitectura CAN(Car Area Network) integrada por sua vez com uma LAN (Figura 2.6)

Figura 2.6: Infraestrutura de rede *Mediacup* [7] que integra IR, CAN e LAN.

2.2 Monitorização Doméstica de Idosos

No estudo intitulado “*The Activities of Daily Living Study*” em [17] são feitas perguntas a profissionais de saúde que prestam cuidados de monitorização ao domicílio. Pretende-se determinar a forma como a tecnologia pode ajudar pessoas idosas a envelhecer em casa, respeitando os profissionais de saúde, a necessidade de autonomia do idoso e as necessidades da família e amigas que poderão sofrer o impacto com novas tecnologias instaladas.

Designam-se CMs (Case Managers) aos profissionais de saúde que prestam cuidados ao domicílio (ex:enfermeiros,médicos). Os CMs interagem de forma activa com as pessoas idosas presencialmente ou por telefone. Avaliam a habilidade do idoso e a sua predisposição para a introdução de novos equipamentos. Uma parte significativa da monitorização do CM são as chamadas ADLs (Activities of Daily Living), uma lista de actividades que permite medir a função cognitiva e física do idoso (Tabela 2.4).

ACTIVITIES POINTS (1 OR 0)	INDEPENDENCE: (1 POINT) NO supervision, direction or personal assistance	DEPENDENCE: (0 POINTS) WITH supervision, direction, personal assistance or total care
BATHING POINTS:_____	(1 POINT) Bathes self completely or needs help in bathing only a single part of the body such as the back, genital area or disabled extremity.	(0 POINTS) Needs help with bathing more than one part of the body, getting in or out of the tub or shower. Requires total bathing.
DRESSING POINTS:_____	(1 POINT) Gets clothes from closets and drawers and puts on clothes and outer garments complete with fasteners. May have help tying shoes.	(0 POINTS) Needs help with dressing self or needs to be completely dressed.
TOILETING POINTS:_____	(1 POINT) Goes to toilet, gets on and off, arranges clothes, cleans genital area without help.	(0 POINTS) Needs help transferring to the toilet, cleaning self or uses bedpan or commode.
TRANSFERRING POINTS:_____	(1 POINT) Moves in and out of bed or chair unassisted. Mechanical transferring aides are acceptable.	(0 POINTS) Needs help in moving from bed to chair or requires a complete transfer.
CONTINENCE POINTS:_____	(1 POINT) Exercises complete self control over urination and defecation.	(0 POINTS) Is partially or totally incontinent of bowel or bladder.
FEEDING POINTS:_____	(1 POINT) Gets food from plate into mouth without help. Preparation of food may be done by another person.	(0 POINTS) Needs partial or total help with feeding or requires parenteral feeding.

Tabela 2.3: Índice de independência nas ADLs [8]

Esta lista permite definir numa escala de 0-muito dependente a 6-independente, o grau de

dependência do idoso. São também apresentados desafios à introdução de novas tecnologias pelos CMs, nomeadamente:

- Receio de perda do emprego por parte dos CMs;
- Problemas de aceitação da nova tecnologia por parte dos idosos, visto que estes têm tendência a esconder informação com receio de irem para a um lar de idosos;
- Problemas de privacidade;

Technology	Frequently	Occasionally	Rarely	Never	Don't have	What's that?
eMail	71%	18%	5%	2%	4%	0%
Internet	67%	23%	7%	3%	0%	0%
Voice mail	88%	9%	2%	1%	0%	0%
Electronic calendar	13%	11%	21%	36%	14%	4%
Instant messaging	10%	16%	26%	43%	3%	1%
Text messaging	15%	24%	24%	32%	2%	2%
OnStar	1%	2%	3%	41%	40%	13%
Computer / Laptop	83%	11%	1%	2%	2%	0%
Answering machine	80%	3%	3%	4%	9%	0%
Cell phone	86%	10%	1%	1%	2%	0%
PDA	9%	3%	10%	28%	47%	3%
MP3 Player	1%	3%	4%	31%	53%	8%

Tabela 2.4: Uso de tecnologia pelos CMs [17]

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	18
3.2	Sensores Wireless	18
3.3	Propagação e Decisão	18
3.4	Obstáculos	18

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	20
4.2	Ficheiros XML de Configuração	20
4.3	Network Layer	20
4.4	Application Layer	20

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	22
5.2	Criação dos RadioMaps e RadioMapClusters	22
5.3	Localização	22
5.4	Throuput	22
5.5	Escalabilidade	22

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	24
-------------------------------	----

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] M. Beigl, H.-W. Gellersen, and A. Schmidt, "Mediacups: experience with design and use of computer-augmented everyday artefacts," Computer Networks, vol. 35, no. 4, pp. 401–409, 2001. [Online]. Available: <http://dblp.uni-trier.de/db/journals/cn/cn35.html#BeiglGS01>
- [8] M. Wallace and M. Shelkey, "Monitoring functional status in hospitalized older adults," Am J Nurs, vol. 108, pp. 64–71; quiz 71–2, 2008.
- [9] V. M. Stanford, "Pervasive computing: Applications - using pervasive computing to deliver elder care," IEEE Distributed Systems Online, vol. 3, no. 3, 2002. [Online]. Available: <http://dblp.uni-trier.de/db/journals/dsonline/dsonline3.html#Stanford02>

- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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>
- [13] 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.
- [14] 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>
- [15] Y. Kaddoura, J. King, and A. S. Helal, "Cost-precision tradeoffs in unencumbered floor-based indoor location tracking," Proceedings of the third International Conference On Smart homes and health Telematic (ICOST), Sherbrooke, Qu?bec, 2005.
- [16] S. S. Intille, K. Larson, J. S. Beaudin, J. Nawyn, E. M. Tapia, and P. Kaushik, "A living laboratory for the design and evaluation of ubiquitous computing technologies," in CHI '05: CHI '05 extended abstracts on Human factors in computing systems. New York, NY, USA: ACM, 2005, pp. 1941–1944.
- [17] D. H. Wilson, "Assistive intelligent environments for automatic in-home health monitoring," Ph.D. dissertation, Robotics Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, September 2005.



Apêndice 1

