

*performs both an R&K sleep analysis and micro arousal detection. This system improves the agreement between the results of automatic sleep stages scoring and the hand-scoring performed by an expert, specially when there is a need to distinguish light sleep stages. Furthermore, the system produces a measure of the quality of the scoring performed, based upon feature consistency, thus giving the expert a quick way to evaluate the accuracy of the study results.*

**Título:** Estudo sobre a Aplicação de Redes Neurais à Detecção de Contornos em Imagens

**Title:** *Digital Image Edge Detection Using Neural Networks*

**Autor/Author:** Armando José Formoso de Pinho

**Orientadores/Advisors:** Luís Henrique Martins Borges de Almeida e Francisco Vaz

**Data Apresentação/Acceptance Date:** 11/96

**Palavras Chave:** Detecção de contornos, redes neurais, retropropagação, avaliação da qualidade de contornos, análise de imagem

**Key Words:** *Edge detection, neural networks, back-propagation, edge quality evaluation, image analysis.*

**Doutoramento/Ph.D.**

## Resumo

Nesta tese abordamos a questão da detecção de contornos em imagens. A ideia fundamental que motivou este trabalho relaciona-se com a filosofia de abordagem do problema. A linha de trabalho que seguimos foi no sentido de investigar métodos que permitam a criação de detectores de contornos dedicados a aplicações específicas, e não no sentido de tentar desenvolver operadores de carácter geral.

Uma das formas de abordar este problema é considerar que é possível obter um conjunto de dados de treino capaz de representar, razoavelmente, o universo em que o detector vai operar. No nosso caso, isso significa dispor de algumas imagens representativas desse universo, e respectivos mapas de contornos. O problema pode então ser formulado do ponto de vista da criação e adaptação do detector apropriado. É aqui que as redes neurais artificiais surgem como possíveis candidatas a essa função, dada a sua característica de serem capazes de aprender (adaptar-se) através de exemplos.

Por conseguinte, esta tese descreve o estudo de alguns dos problemas relacionados com a utilização de redes neurais para a implementação de detectores de contornos. Contudo, embora central, esta não é a única questão aqui tratada.

Começamos por abordar o problema da detecção de contornos em imagens, tendo como base operações de filtragem e diferenciação. Em seguida, é proposto e discutido um novo método para a avaliação objectiva da qualidade de mapas de contornos. Segue-se uma introdução às redes neurais, dando-se especial ênfase aos algoritmos e técnicas que usámos ao longo deste trabalho.

Passamos então à descrição do método que propomos nesta tese, começando por abordar algumas questões de representação dos dados de entrada e sua organização topológica, assim como algumas das suas propriedades. Em seguida, é dada ao trabalho uma perspectiva de reconhecimento de padrões, onde se relacionam os detectores de contornos neurais com as técnicas clássicas de classificação. Além disso, é sugerida a utilização de redes neurais recorrentes para a incorporação de informação contextual e são efectuadas algumas comparações com técnicas de relaxação probabilística. Finalmente, é feita a apresentação e discussão dos resultados experimentais.

Como conclusão principal deste trabalho podemos afirmar que as redes neurais podem ser utilizadas na criação de detectores de contornos especializados, apresentando vantagens em relação aos detectores tradicionais. Estes resultados são bastante encorajadores, revelando as potencialidades deste novo método para a detecção de contornos em imagens.

## Abstract

*In this thesis we address the problem of edge detection. The fundamental idea that motivated the work is related to the philosophy with which the problem is addressed. Our line of work was in the direction of investigating methods that could be able to design specialized edge detectors, instead of general purpose operators.*

*One of the ways to address the problem is to consider that it is possible to obtain a training set which is reasonably able to represent the universe where the operator is intended to work. In our case, this means having some images that are representative of that universe, and their corresponding edge maps. Therefore, the problem can be formulated as the design and adaptation of the appropriate detector. It is under this formulation that neural networks are seen as possible candidates to the task, since they are able to learn (adapt) from examples.*

*This thesis presents, therefore, a study of some of the problems related to the use of neural networks in edge detection. However, although central, this is not the only issue that is addressed.*

*We start by addressing the subject of edge detection in images, based on the filtering and differentiation approach. Next, we propose and discuss a new method for the quantitative evaluation of edge maps. Then, we give an introduction to the neural network paradigm, focusing our attention on the algorithms and techniques used in this work.*

*We proceed with a description of the method that we propose in this thesis, beginning by addressing some issues related with input data representation, topology and properties. Next, we provide a perspective from the point of view of pattern recognition, relating the neural network edge detectors with classical classification techniques. Moreover, we suggest recurrent neural networks as a way to incorporate contextual data, and we*

*make some comparisons with probabilistic relaxation techniques. Finally, we present and discuss experimental results.*

*The main conclusion of this work is that, in fact, neural networks can be used to implement specialized edge detectors, offering some advantages when compared to traditional operators. These results are very encouraging, revealing the potential of this new methodology for edge detection.*

**Título:** Modelação do Canal de Propagação Rádio Móvel de Banda Larga na Faixa das Ondas Milimétricas e seu Impacto no Desempenho de Transmissão do Sistema

**Title:** Wide-band Radio Propagation Channel Modelling in the Millimetre-wave Band and its Impact on the Transmission Performance of the System

**Autor/Author:** José Joaquim Gomes Fernandes

**Orientador/Advisor:** José Carlos da Silva Neves

**Data Apresentação/Acceptance Date:** 03/97

**Palavras Chave:** Comunicações móveis, banda larga, infravermelhos, ondas milimétricas, modelos de propagação, multipercurso, configurações celulares, antenas, traçado de raios, equalização adaptativa

**Key Words:** Mobile communications, wide-band, infrared, millimetre-waves, propagation models, multipath, cellular configurations, antennas, ray tracing, adaptive equalisation

**Doutoramento/Ph.D.**

## Resumo

Este trabalho enquadra-se na área da propagação na faixa das ondas milimétricas, nomeadamente, na modelação do canal em banda larga e seu impacto no desempenho de transmissão do sistema rádio móvel e acesso sem fios, capaz de suportar a gama de serviços prevista para a B-ISDN. Inicia-se pela identificação da banda de frequências mais adequada para implementar o sistema de comunicações móveis de banda larga e/ou acesso sem fios em ambientes interiores, tendo-se revelado a faixa das ondas milimétricas a mais apropriada. Assim, após uma caracterização teórica de canais lineares e variantes no tempo são discutidas as vantagens e desvantagens dos modelos determinísticos e estatísticos e é apresentada uma descrição matemática detalhada do modelo determinístico desenvolvido. Este modelo permite estimar a resposta impulsiva do canal de propagação num dado ambiente, tendo em conta qualquer tipo de antenas a serem usadas quer pela estação móvel ou pela estação base. É também apresentado um modelo analítico recursivo que permite obter a função de transferência do canal sem recorrer a complexas rotinas de software. A comparação entre os resultados dos modelos com medidas experimentais em diferentes ambientes, demonstra a validade dos modelos desenvolvidos.

Utilizando o simulador que implementa o modelo desenvolvido, é estudada a influência da configuração celular, tipos de antenas e suas características (p.e.,

diagrama de radiação e polarização) nos parâmetros que caracterizam a resposta impulsiva do canal, indicando-se a configuração mais adequada para cada cenário. É feita uma avaliação do impacto que os aspectos de propagação, incluindo as configurações celulares, têm no desempenho de transmissão do sistema, recorrendo a técnicas de equalização adaptativa e diversidade como forma de combater os efeitos da propagação multipercurso. Por último, são apresentados resultados de simulação Monte-Carlo que permitem estimar a máxima taxa de transmissão por portadora em diferentes cenários, consoante a configuração celular e o esforço de equalização empregue, bem como um método geral para estimar a referida taxa de transmissão com base na dispersão temporal do canal.

## Abstract

*This thesis deals with wide-band propagation channel modelling in the millimetre-wave band and its impact on the transmission performance of a mobile radio communication system intended to support the range of services envisioned for the B-ISDN. First, it is identified the appropriate frequency band to implement a mobile broadband system and/or a broadband wireless access for indoor environments. The millimetre-wave band has shown to be the most appropriate. After a theoretical characterisation of a linear time variant channels and a discussion concerning the advantages and disadvantages of deterministic and statistical models, a detailed mathematical description of the developed deterministic model is presented. This model is able to estimate the propagation channel impulse response in a given environment, taking into account the characteristics of the mobile and base station antennas. A site-specific analytical model, able to estimate the propagation channel transfer function, without the need of developing complex software packages, is also proposed. The comparison between the results of the models with experimental measurements in different environments, demonstrates the validation of the developed models.*

*The influence of the cellular configuration, type of antennas and their characteristics (e.g. radiation patterns and polarisation) on the channel impulse response parameters is studied through the use of the simulator that implements the developed deterministic model, being the most appropriate configuration for each scenario also indicated. The impact of the propagation aspects, including the cellular configurations, on the transmission performance of a mobile broadband communications system is evaluated making use of adaptive equalisation and diversity techniques to mitigate the effects of the multipath propagation. Finally, results of Monte-Carlo simulation that allow to estimate the carrier bit rate in different environments based on the cellular configurations and equalisation effort are presented, as well as, a general method to estimate the carrier bit rate based on the channel time dispersion.*