

Título: Sistemas de Transmissão Ópticos em Espaço Livre para Ambientes Interiores

Title: *Optical Wireless Transmission Systems for Indoor Environments*

Autor/Author: Adriano Jorge Cardoso Moreira

Orientadores/Advisors: A. Manuel de Oliveira Duarte e Rui Jorge Morais Tomaz Valadas

Data Apresentação/Acceptance Date: 06/97

Palavras Chave: Infravermelhos, comunicações sem fios, modulação, PPM, ruído ambiente, interferência produzida pela iluminação artificial, formato de trama, IEEE 802.11..

Key Words: *Infrared, wireless communications, modulation, PPM, ambient noise, artificial light interference, frame format, IEEE 802.11.*

Doutoramento/Ph.D.

Resumo

Nesta tese é efectuado um estudo sobre o desempenho de sistemas de transmissão sem fios, utilizando radiação óptica não guiada na zona dos infravermelhos. O estudo efectuado considera sistemas de transmissão para operar dentro de edifícios e está orientado para a camada física. Inicialmente são descritos os princípios da transmissão de sinais ópticos em espaço livre e identificados os principais problemas associados a esta tecnologia. A propagação dos sinais ópticos dentro de uma sala pode fazer-se utilizando um de três modos básicos: difuso, quasi-difuso ou em linha-de-vista. Nestes, os sinais ópticos propagam-se por meio de múltiplas reflexões, uma única reflexão ou directamente, respectivamente. A cada um dos modos de propagação estão associadas limitações da tecnologia as quais determinam, entre outros aspectos, os requisitos de potência dos emissores e a largura de banda do canal.

Um dos problemas desta tecnologia que é comum aos três modos de propagação resulta da exposição à iluminação ambiente. O espectro óptico da iluminação ambiente sobrepõe-se parcialmente à banda óptica utilizada nestes sistemas, interferindo com a recepção dos sinais ópticos transmitidos e produzindo ruído quântico nos fotodetectores. Nesta tese é caracterizada experimentalmente a iluminação ambiente, natural e artificial, e são desenvolvidos modelos para o ruído quântico e interferência que ela produz. Os resultados desta caracterização e os modelos propostos são utilizados para calcular os efeitos da iluminação ambiente no desempenho de sistemas de transmissão. Neste estudo são consideradas diversas técnicas de modulação. Os resultados obtidos demonstram que a interferência óptica produzida pela iluminação artificial resulta em penalidades de potência muito elevadas, não devendo ser desprezada na avaliação de desempenho dos sistemas de transmissão. São ainda estudadas técnicas de filtragem óptica e eléctrica destinadas a combater os efeitos da iluminação ambiente e é proposta uma técnica de cancelamento da interferência que apresenta diversas

vantagens relativamente às técnicas de filtragem eléctrica normalmente utilizadas.

A transmissão de sinais ópticos em espaço livre tem sido usada e proposta para diversos tipos de sistemas, os quais incluem redes de comunicações de área local sem fios. Desde 1990, o grupo de trabalho IEEE 802.11, tem vindo a desenvolver uma norma para redes de área local não-cabladas. Esta norma, que se encontra praticamente concluída, especifica três camadas físicas distintas e uma camada de acesso ao meio comum. Duas das camadas físicas utilizam sinais rádio na banda dos 2.4 GHz e a outra utiliza sinais ópticos na banda dos infravermelhos. Nesta tese é feita uma breve descrição da norma IEEE 802.11, sendo dada maior atenção à camada física de infravermelhos. Algumas das especificações desta camada física resultaram do trabalho efectuado no âmbito desta tese e do envolvimento no grupo de trabalho IEEE 802.11. Os estudos que conduziram a algumas dessas propostas são apresentados, nomeadamente os que se referem ao formato da trama da camada física e à sensibilidade do receptor.

Os estudos teóricos sobre o desempenho dos sistemas de transmissão foram acompanhados pela implementação de uma *interface* de rede baseada na especificação IEEE 802.11. Essa implementação é descrita nesta tese e são apresentados os resultados experimentais obtidos com testes efectuados em ambientes reais.

Abstract

This thesis studies the performance of wireless in-house transmission systems using infrared optical signals. These studies focus in the physical layer of the transmission systems.

The basic principles involved in the transmission of unguided optical signals are described, as well as the major limitations of this technology. The propagation of optical signals inside a room may use one of three basic propagation modes: diffuse, quasi-diffuse and line-of-sight. Each of these propagation modes has its advantages and limitations that determine the optical power requirements and channel bandwidth, among other aspects. However, most of the technology limitations are common to all the propagation modes.

All three propagation modes suffer from the presence of ambient light. The optical spectrum of ambient light extends to the optical band used by wireless infrared transmission systems, impairing the optical signal transmission by producing shot noise and interference. In this thesis, the ambient light, both natural and artificial, is characterised through extensive measurements and models are developed for the shot noise and interference. The models and the experimental results are then used to evaluate the performance of wireless optical transmission systems operating in channels with ambient light. In this study, several modulation methods are considered. The results show that artificial light induces high power penalties and, therefore, has to be considered in the performance evaluation of optical wireless transmission

systems. The models for the ambient light are also used to evaluate optical and electrical filtering techniques used to reduce the effects of the ambient light. An interference cancellation technique is proposed to reduce de effects of the interference produced by artificial light.

Many applications and communication systems have been proposed that use wireless transmission of infrared signals. One of these applications is for wireless local area networks. Since 1990, the IEEE 802.11 working group is developing a standard for wireless local area networks. This upcoming standard specifies three alternative physical layers, two of them using radio signal in the 2.4 GHz band and one of them using infrared signals. The medium access control layer is common to all the three physical layers. In this thesis this standard is described with particular emphasis on the infrared physical layer. Some of the specifications of this layer include contributions from the work described in this thesis, proposed during the participation in the activities of the IEEE 802.11 working group. This thesis describes some of these contributions, namely the proposals for a frame format and for the optical receiver sensitivity.

The theoretical studies about the performance evaluation of infrared transmission systems were complemented with the implementation of a wireless infrared transmission system closely following the IEEE 802.11 specification. This system implements the physical layer of a network interface for an optical wireless local area network. This thesis describes the implementation of this system, as well as the experimental results obtained through measurements in real environments.

Título: Arquitectura para um Sistema Colaborativo Baseado em Ferramentas Hipermédia

Title: Architecture for a Collaborative System based on Hypermedia Tools

Autor/Author: Joaquim Manuel Henriques de Sousa Pinto

Orientador/Advisor: João Arnaldo Carvalho Martins

Data Apresentação/Acceptance Date: 10/97

Palavras Chave: Hipermédia, trabalho colaborativo suportado por computador.

Key Words: Hypermedia, computer supported collaborative work.

Doutoramento/Ph.D.

Resumo

Esta tese reflecte a experiência acumulada ao longo dos anos no trabalho desenvolvido no Departamento de Electrónica e Telecomunicações da Universidade de Aveiro com a participação em diversos projectos nacionais e europeus nas áreas da hipermédia e do trabalho colaborativo suportado por computador.

Descreve o processo de desenho e implementação de um sistema colaborativo baseado em ferramentas replicadas hipermédia. Para suporte da colaboração foi desenvolvido um protocolo de comunicações baseado em ligações

multiponto TCP/IP. Uma das características deste sistema reside na equidade entre todas as estações de trabalho, não havendo portanto, lugar para um servidor centralizado para o controlo da colaboração. Por cima do protocolo de comunicações para groupware foi desenvolvido um aplicativo encarregue de estabelecer e manter a relação entre um grupo de pessoas a trabalhar em conjunto, o "Gestor de Conferências", tendo como metáfora agregadora a "conferência". Esse aplicativo suporta diversos cenários de conferência, associados com diferentes modos de colaboração. Os cenários de colaboração vão desde a edição colaborativa de documentos hipermédia até à mera interacção social, passando pelos cenários típicos de ensino, como a aula teórica e o estudo em grupo.

Para além das sessões de interacção social ou casual pretendeu-se proporcionar aos seus utilizadores facilidades de criação, utilização, alteração e anotação de material hipermédia quer de modo individual quer em grupo. Para o manuseamento e anotação do material hipermédia desenvolveu-se uma ferramenta, denominado "Apresentador colaborativo de documentos hipermédia" que, para além de apresentar o material hipermédia, permite também que as acções executadas por um utilizador numa estação de trabalho sejam reflectidas nas demais que constituem o grupo. Para a edição e alteração do hipermédia foi desenvolvida uma ferramenta de edição denominada "Compositor colaborativo de documentos hipermédia". Para suporte aos diversos cenários foram ainda desenvolvidas ferramentas complementares, como o "Cochicho" - destinado à troca de mensagens entre utilizadores ou grupos de utilizadores - e a "Urna de Voto" - destinada à apresentação e votação de propostas. De modo a permitir aos utilizadores do sistema a utilização de ferramentas pré-existentes, foi desenvolvido um módulo que permite a ligação de qualquer aplicação monoutilizador ao sistema colaborativo tornando-a desse modo numa ferramenta colaborativa.

Abstract

This thesis reflects the experience carried out with the work developed during the last years in the Electronics and Telecommunications Department of the University of Aveiro with the participation in several national and international projects covering the hypermedia and computer supported collaborative work fields. Describes the design and the implementation of a collaborative system based in replicated hypermedia tools. To support the collaboration was developed a communications protocol based on TCP/IP multipoint connections.

One of the main characteristics of this system resides on the non existent centralised server to control the collaboration; all the stations involved are equal. On the top of the groupware communications protocol was developed a tool that is responsible by the establishment and maintenance of the connection among the group of people working together - the "Conference Manager". A group of people working together is known as a