

Introdução

Este trabalho tem como finalidade explorar uma técnica de redução do erro de estimativas da resposta de frequência discreta do canal geradas por símbolos piloto em sistemas de transmissão OFDM.

A principal motivação para este trabalho é o estudo do uso de uma técnica que através de uma transformação linear projeta o vetor que contém as estimativas obtidas inicialmente no subespaço em que a verdadeira resposta de frequência do canal tem que estar, resultando em uma redução da variância do erro das estimativas de canal em sistemas de transmissão OFDM a fim de adequá-la no atual contexto de se transmitir dados em altas taxas, com significativa eficiência no uso da largura de faixa de frequências disponível, e por meio de canais de propagação ruidosos e variantes.

A estimação de canal por meio de símbolos piloto pode seguir duas abordagens distintas. Na primeira abordagem, os símbolos piloto são inseridos periodicamente em todas as subportadoras dos símbolos OFDM. Por outro lado, os símbolos piloto podem ser inseridos em todos os símbolos OFDM transmitidos, com distribuição uniforme entre as subportadoras do sistema [1], [2].

A primeira abordagem, denominada estimativa de canal por meio de blocos de símbolos piloto (*block pilots*), foi desenvolvida para aplicação em canais de propagação com desvanecimento lento. A estimativa de canal pode ser refinada utilizando-se os conceitos de filtragem adaptativa. Dentre os métodos que podem ser aplicados, temos o LS (*Least Squares*) e o MMSE (*Minimum Mean-Square Error*) [3].

A segunda abordagem, denominada estimativa de canal combinada por meio de símbolos piloto (*comb pilots*), foi introduzida para satisfazer a necessidade de equalização dos sinais em ambientes de propagação que variam até mesmo durante o intervalo de duração dos símbolos OFDM. Este tipo de estimativa trabalha com algoritmos para estimar o canal nas frequências dos símbolos piloto, de modo a interpolar o canal em toda a faixa de transmissão dos símbolos OFDM. A estimação de canal nas frequências dos símbolos piloto pode ser feita por meio

dos métodos LS, MMSE e LMS (*Least Mean-Squares*). Os tipos de interpolação empregados são: linear, de segunda ordem, passa-baixa, spline cúbica e de domínio do tempo [2].

Uma das principais contribuições deste trabalho é o desenvolvimento de uma técnica que efetivamente reduz o ruído das estimativas de resposta de frequência do canal através de uma transformação linear. Esta transformação linear é obtida através da multiplicação da estimativa de canal inicialmente gerada, por uma matriz previamente determinada. Deste modo, a implementação do algoritmo que reduz o ruído das estimativas de resposta de frequência do canal é simples e efetiva.

A idéia da redução de ruído da estimativa de resposta de frequência do canal em sistemas OFDM, já havia sido mencionada anteriormente [22]. No presente trabalho, esta metodologia foi desenvolvida independentemente e formulada sob um novo ponto de vista de projeção em subespaços que permite um tratamento matemático mais adequado, elegante e com um maior embasamento teórico. Além disso, aqui a técnica de redução foi examinada em diferentes cenários e aplicada conjuntamente com filtragem adaptativa a fim de se obter uma redução contínua do ruído na estimação da resposta de frequência do canal.

Esta dissertação é organizada da seguinte forma. O Capítulo 2 apresenta os principais conceitos da técnica de transmissão OFDM, a transmissão digital de sinais OFDM e os sistemas CP-OFDM (*Cyclic Prefix -Orthogonal Frequency Division Multiplexing*) e ZP-OFDM (*Zero Padding - Orthogonal Frequency Division Multiplexing*).

O Capítulo 3 trata da modelagem de sinais, onde é apresentado o modelo discreto para a transmissão de sinais OFDM. Neste capítulo também são apresentados os tipos de canal de propagação utilizados nesta dissertação.

O Capítulo 4 apresenta o método de estimação do canal de propagação por meio de blocos de símbolos piloto no receptor OFDM, antes e após o estágio de DFT (*Discrete Fourier Transform*) na recepção. Neste capítulo é proposta uma técnica de redução do ruído das estimativas de canal geradas através deste método. As simulações de desempenho são apresentadas no final do capítulo.

O Capítulo 5 apresenta os conceitos de filtragem adaptativa como um método de refinamento da estimativa gerada através do método de bloco de

símbolos piloto. É apresentada a aplicação conjunta da filtragem adaptativa com a técnica de redução de ruído da estimativa de canal, proposta no capítulo anterior. As simulações de desempenho são apresentadas no final do capítulo.

Finalizando, o Capítulo 6 apresenta as conclusões desta dissertação e sugestões para trabalhos futuros.