



Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA
Engenharia Eletrônica

Codificação de Imagens em Baixo Consumo Para Comunicações em Minas Subterrâneas

Autor: André Mateus R. Dantas
Orientador: Prof. Dr. Diogo Caetano Garcia

Brasília, DF
2015



André Mateus R. Dantas

Codificação de Imagens em Baixo Consumo Para Comunicações em Minas Subterrâneas

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia Eletrônica da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Eletrônica.

Universidade de Brasília - UnB

Faculdade UnB Gama - FGA

Orientador: Prof. Dr. Diogo Caetano Garcia

Coorientador: Prof. Dr. Leonardo Aguayo

Brasília, DF

2015

André Mateus R. Dantas

Codificação de Imagens em Baixo Consumo Para Comunicações em Minas Subterrâneas/ André Mateus R. Dantas. – Brasília, DF, 2015-

?? p. : il. (algumas color.) ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Diogo Caetano Garcia

Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade de Brasília - UnB
Faculdade UnB Gama - FGA , 2015.

1. CODIFICAÇÃO. 2. COMUNICAÇÃO. I. Prof. Dr. Diogo Caetano Garcia.
II. Universidade de Brasília. III. Faculdade UnB Gama. IV. Codificação de
Imagens em Baixo Consumo Para Comunicações em Minas Subterrâneas

CDU 02:141:005.6

André Mateus R. Dantas

Codificação de Imagens em Baixo Consumo Para Comunicações em Minas Subterrâneas

Monografia submetida ao curso de graduação em Engenharia Eletrônica da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Eletrônica.

Trabalho aprovado. Brasília, DF, 26 de julho de 2015:

Prof. Dr. Diogo Caetano Garcia
Orientador

**Prof. Dr. Cristiano Jacques Miosso
Rodrigues Mendes**
Convidado 1

Prof. Dr. Tiago Alves da Fonseca
Convidado 2

Brasília, DF
2015

Resumo

A mineração subterrânea é uma das atividades mais extremas da indústria moderna, sendo realizada em ambientes relativamente perigosos. Alguns dos principais riscos estão relacionados a acidentes dentro da mina, como desabamentos, incêndios, explosões e inundações, que podem inviabilizar comunicações com fio. Para trabalhadores sujeitos a estas circunstâncias, a comunicação sem fio pode oferecer as melhores chances de sobrevivência. O presente trabalho propõe a implementação de um sistema de comunicação de imagens em baixa largura de banda e baixo consumo, permitindo o envio de informações vitais por operários presos em minas para equipes de resgate. O sistema proposto é baseado na codificação interpolativa de imagens, aonde a resolução da imagem de entrada é reduzida antes da codificação, e recuperada após a decodificação.

Palavras-chave: Codificação de Imagens. Comunicação para Minas Subterrâneas. DCT. H.264. JPEG

Abstract

Underground mining is one of the most extreme occupations from several perspectives. First of all, mining operations are carried out in very hazardous environments. Some of the main risks relate to accidents in the mine, such as roof falls , fires, explosions, floods, among others, these factors may hinder wired communication. For workers under these circumstances, wireless communications may offer the best chances of survival. This paper proposes the implementation of a low-power, low-bandwidth image communication system for underground mines, allowing the transmission of vital information by workers trapped in mines to rescue teams. The proposed system is based on interpolative image coding, where the input image's resolution is reduced before encoding, and recovered after decoding.

Key-words: Image Coding. Underground Mine Communications. DCT. H.264. JPEG

Lista de ilustrações

Lista de abreviaturas e siglas

CCIR	<i>International Consultative Committee on Broadcasting</i>
DCT	<i>Discrete cosine transform</i>
DTTs	<i>Discrete trigonometric transforms</i>
FDCT	<i>Forward discrete cosine transform</i>
IDCT	<i>Inverse discrete cosine transform</i>
ITU	<i>International Telecommunications Union</i>
ISO	<i>International Standards Organisation</i>
MPEG	<i>Moving Picture Experts Group</i>
PSNR	<i>Peak Signal to Noise Ratio</i>
MSE	<i>Medium Square Error</i>
ELF	<i>Extremely Low Frequency</i>
TTE	<i>Through-the-earth</i>
MAC	<i>Multiply and Accumutate</i>
JPEG	<i>Joint Photographic Experts Group</i>
AVC	<i>Advanced Video Coding</i>

Sumário

1 Introdução

1.1 Contextualização e Justificativa

A mineração consiste na extração, elaboração e beneficiamento de minerais que se encontram em estado natural sólido, líquido ou gasoso. Esta atividade está constantemente no dia a dia das pessoas, desde artigos em vidro (areia) e cerâmica (argila) até a fabricação de remédios, eletrônicos, etc. Segundo ??), a indústria de mineração tem um papel vital na economia global. Em 2015, a capitalização de mercado estimada de empresas mineradoras globais é de cerca de \$962 bilhões dólares americanos. Uma grande parte destas operações são subterrâneas e envolve equipamentos e processos especializados. Os sistemas de comunicação desempenham um papel cada vez mais importante para garantir a segurança dos operários e otimizar o processo de mineração. O tamanho estimado do mercado de equipamentos de mineração subterrânea por si só foi calculado em cerca de \$45 milhões dólares em 2015, e uma parte pequena mas importante deste montante é atribuída a sistemas de comunicação

De acordo com ??), os sistemas de comunicação atuais usados em minas subterrâneas empregam sistemas com fio. No entanto, estes sistemas de comunicação à cabo podem parar de operar como resultado dos incêndios, desabamentos ou explosões, ocorrentes em um desastre. Os sistemas de comunicação sem fio tem melhor probabilidade de sobreviver a explosões, desabamentos e inundações. Isso se dá pelo fato de ter pouca ou nenhuma dependência de um condutor sólido que deve permanecer intacto. Entretanto, os desafios técnicos tornam difícil estabelecer um sistema de comunicação sem fio prático em minas subterrâneas.

A idéia de usar a terra como um meio comum para a comunicação volta a Nicola Tesla, já em 1899, através do uso de ondas com frequências extremamente baixas (*extremely low frequency*) (??). Ainda segundo ??), a maioria dos sistemas de comunicação sem fio utilizam topologias de comunicação em radiofrequência que exigem um caminho claro ou ao ar livre para a propagação do sinal, o que limita a comunicação para as entradas de minas adjacentes ou em torno dos pilares dos túneis. Durante emergências, o desabamento do telhado também pode bloquear ou limitar severamente a propagação de sinal de rádio convencional. No caso em que rochas (entre outros materiais de condutividade elétrica não desprezível) se tornam o meio de propagação, a alta atenuação de ondas eletromagnéticas em altas frequências não permite o uso desses sistemas supracitados. (??)

Utilizar sinais similares aos utilizados para transmissões em ar livre é inviável, pois esses sinais são incapazes de penetrar nas rochas (e demais materiais). No entanto, a atenuação de sinais eletromagnéticos em comunicações através da terra (*Through-the-earth*) diminui com a frequência, e em frequências muito baixas (abaixo de 30kHz) é possível realizar uma comunicação entre o subterrâneo e a superfície diretamente. (??)

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Gerais

Dentro deste contexto, o presente trabalho propõe a implementação de um sistema de comunicação de imagens em baixo consumo, mesmo com uma largura de banda de transmissão muito baixa, permitindo o envio de informações vitais por operários presos na mina para equipes de resgate. Para o cumprimento do objetivo geral, foram traçados alguns objetivos específicos citados abaixo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Estudo dos tipos de comunicação existentes atualmente nas minas subterrâneas a fim de identificar qual é o que mais se adapta às circunstâncias exigidas (junho/2015);
- Estudar técnicas rápidas de *downsampling* para codificar a imagem em resolução mais baixa (julho/2015);
- Desenvolvimento do algoritmo para estas mesmas técnicas;
- Prototipagem de hardware e de software(agosto/2015);
- Testes de hardware e de software(setembro/2015);
- Redação do texto final para o trabalho de conclusão de curso(outubro/2015).