

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII
MOLDOVA**

**Universitatea Tehnică a Moldovei
Facultatea Electronică și Telecomunicații
Departamentul Telecomunicații și Sisteme Electronice**

**Admisă la susținere
Șefă departament TSE:
Tîrșu Valentina, conf. univ., dr.**

20 ianarie 2025

Analiza metodelor de compresie a datelor la transmisia prin canalele de comunicații

Teza de master

**Student: _____ Ignatov Roman,
gr. SCE - 231M**

**Conducător: _____ Șestacova Tatiana,
conf. univ., dr.**

Chișinău, 2025

REZUMAT

Autorul: Ignatov Roman, gr. SCE-231M

Titlul tezei de master: Analiza metodelor de compresie a datelor la transmisia prin canalele de comunicații

Structura lucrării: constă din pagini de titlu, aviz, rezumat, introducere, 3 capitoli, concluzii, bibliografie.

Cuvinte cheie: metode de compresie, redundanță, transformare cosinus discretă, vocoder.

Problematica studiului: Analiza impactului asupra calității datelor audio și video restaurate în funcție de metodele de compresie.

Scopul lucrării: Analiza metodelor de comprimare a datelor audio și video în timpul codificării pentru transmisie prin canale de comunicație.

Obiectivele:

1. Efectuați o analiză aloritmilor clasici de compresie.
2. Studiați principalele caracteristici ale sistemelor digitale de transmisie a datelor.
3. Analizați metodele de compresie a imaginilor statice.
4. Efectuați o analiză a metodelor de compresie a imaginilor în mișcare..
5. Analizați algoritmi de compresie existenți a datelor audio.
6. Calculați raportul de compresie al datelor audio și video specificate.
7. Efectuați compresia imaginii de test folosind algoritmul JPEG în mediul Matlab.

Metode aplicate: Metode analitice, pachet IPT (Image Processing Toolbox) și interfață grafică cu utilizatorul (GUI) pentru analiza codificatorului și modelului decodorului JPEG.

Rezultatele obținute: Sunt analizate principalele caracteristici ale sistemelor digitale de transmisie a datelor și criteriile de calitate pentru funcționarea acestora în ceea ce privește consumul specific de energie și lățimea de bandă de frecvență. Se arată că semnalele simple cu o bază de cod de la 4 la 8 sunt optime în ceea ce privește lățimea de bandă combinată și costurile energetice.

Calcululele gradului de compresie a datelor audio și video au arătat că metodele standard de compresie au un grad de compresie insuficient și pot fi utilizate numai în combinație cu alte metode de compresie.

Rezultatele simulării în Matlab au constatat că algoritmul de compresie JPEG are cea mai bună calitate pentru restaurarea imaginilor statice.

SUMMARY

Author: Ignatov Roman, gr. SCE-231M

Title: Analysis of data compression methods for transmission over communication channels.

Thesis structure: consists of title pages, Review, Summary, Introduction, 3 Chapters, Conclusions, Bibliography.

Key words: compression methods, redundancy, discrete cosine transform, vocoder.

Research problem: Analysis of the impact on the quality of recovered audio and video data depending on compression methods.

Thesis purpose: Analysis of audio and video data compression methods when coding for transmission over communication channels.

Objectives:

1. Perform an analysis of classical compression algorithms.
2. Study the main characteristics of digital data transmission systems.
3. Conduct an analysis of compression methods for still images.
4. Perform an analysis of compression of moving images.
5. Analyze existing audio data compression algorithms.
6. Calculate the compression ratio of the specified audio and video data.
7. Perform compression of a test image using the JPEG algorithm in the Matlab environment

Applied methods: Analytical methods, the IPT (Image Processing Toolbox) package and a graphical user interface (GUI) for analyzing the JPEG encoder and decoder model.

The obtained results: The main characteristics of digital data transmission systems and the criteria for the quality of their operation in terms of specific energy and bandwidth consumption are considered. It is shown that simple signals with a code base from 4 to 8 are optimal in terms of combined bandwidth and energy consumption.

The performed calculations of the compression ratio of audio and video data showed that standard compression methods have an insufficient compression ratio and can only be used in combination with other compression methods.

The results of modeling in Matlab showed that the JPEG compression algorithm is the best in terms of the quality of static image restoration.

CUPRINS

	INTODUCERE	7
1	TEORIA COMPRESIEI INFORMAȚIILOR ȘI ANALIZA ALGORITMILOR CLASICI DE COMPRESIE A DATELOR	10
1.1	Concepte de redundanță în teoria compresiei	10
1.2	Clasificarea metodelor de compresie	15
1.3	Algoritmul Shannon-Fano	17
1.4	Algoritmul Huffman	18
1.5	Algoritmi de compresie RLE și KWE	19
1.6	Compresie cu pierderi	20
2	ANALIZA METODELOR DE COPRESIE A DATELOR AUDIO ȘI VIDEO LA CODIFICĂREA PENTRU TRANSMISIA PRIN CANALE DE COMUNICAȚII	21
2.1	Principalele caracteristici ale sistemelor digitale de transmisie a datelor	21
2.2	Comprimarea imaginilor statice	28
2.3	Analiza metodelor de compresie a imaginilor în mișcare	39
2.4	Algoritmi de compresie audio	46
3	CALCULUL RAPORTULUI DE COMPRESIUNE PENTRU IMAGINI VIDEO ȘI DATE AUDIO	52
3.1	Determinarea raportului de compresie folosind algoritmi Shannon-Fano și Huffman.....	52
3.2	Calculul raportului de compresie a imaginii folosind algoritmul RLE	54
3.3	Model pentru implementarea codificatoarelor de compresie în Matlab	54
	CONCLUZII	59
	BIBLIOGRAFIE	61

INTRODUCERE

În ultimele decenii, a avut loc o dezvoltare rapidă a tehnologiei informatice. În lumea modernă, o persoană se confruntă întotdeauna cu problema modului de a acomoda un flux mare de informații și de a economisi spațiu. Tehnologia informatică se îmbunătățește rapid, astfel încât algoritmi și metodele de compresie a datelor trebuie, de asemenea, să evolueze și să se adapteze în mod constant. Astfel, sarcina de a stoca și transmite text, multimedia și alte informații în forma cea mai compactă este foarte relevantă. În ultimele decenii au avut loc dezvoltări active în acest domeniu [1-5,7].

Încă din secolul trecut, reducerea datelor a fost problematică. Prima metodă de comprimare a informațiilor este considerată a fi sistemul de semne convenționale, utilizat în armată pentru a transmite semnale importante pe distanțe lungi. Puțin mai târziu, când au început să apară tipografiile, oamenii au început să sublinieze lucrurile principale pentru cititor într-un font mare, iar cele mai puțin importante - într-un font mic și, bineînțeles, să folosească abrevieri și abrevieri pentru cele mai comune cuvinte. După un timp, dimensiunea fontului și-a pierdut importanța pe măsură ce au început să apară sistemele electronice de transmisie. Cu toate acestea, a apărut o nouă metodă de compresie. Primul algoritm de compresie a informației este considerat a fi algoritmul Shannon-Fano, care se bazează pe principiul înlocuirii caracterelor care apar cel mai frecvent cu secvențe de biți mai scurte, iar a caracterelor care apar cel mai rar cu secvențele de biți cele mai lungi.

Orice sistem de comunicare, transmisie de date include un emițător, un canal de comunicare și un receptor, iar canalul de comunicare trebuie să asigure o anumită rată de transmitere a informațiilor. Pentru a reduce lățimea de bandă necesară a canalului de comunicare, este necesar să se elimine redundanța datelor originale prin comprimarea acestora înainte de transmitere. Cu cât datele pot fi comprimate mai eficient, cu atât costurile necesare pentru transmisie sunt mai mici, iar mai multe programe pot fi transmise pe un canal de comunicare cu o lățime de bandă limitată. Echipamentele de prelucrare a informațiilor evoluează rapid pentru a mări lățimea de bandă a canalului de comunicare. Cu toate acestea, cerințele utilizatorilor de servicii de comunicații cresc rapid datorită, printre altele, apariției formatelor de imagine de ultra înaltă definiție 4K și 8K.

Astfel, problema compresiei datelor audio și video inițiale pentru sistemele de televiziune, sistemele de telecomunicații rămâne **actuală**. Problema compresiei imaginilor statice și în mișcare este, de asemenea, relevantă pentru crearea centrelor de stocare a imaginilor și a imaginilor video în

BIBLIOGRAFIE

1. Krasilnikov NN, Procesarea digitală a imaginii. - M.: Carte universitară, 2001.ISBN 978-5-9775-0700-4.
2. Gallagher R. Teoria informației și comunicații fiabile. Moscova, Radio Sovietică, 1974.
3. Gonzalez R., Woods R., Procesarea digitală a imaginii. M., Tehnosfera, 2005.-1072 p. ISBN 5-94836-028-8.
4. Mazurkov, MI Sisteme de comunicații radio în bandă largă. – O.: Știință și tehnologie, 2009. – 344 p. ISBN: 978-966-8335-95-2.
5. Dvorkovich VP, Dvorkovich AV Sisteme informatice video digitale (teorie și practică). Moscova: Tekhnosfera, 2012. – 1008 p. ISBN 978-5-94836-336-3.
6. Metode de compresie a imaginii, audio și video. A.Yu. Tropcenko, A.A. Universitatea de Stat de Tehnologii Informaționale, Mecanică și Optică din Sankt Petersburg, Sankt Petersburg, 2009.
7. Comunicare digitală. Bernard Sklar. Fundamente teoretice și aplicare practică. – M.: Editura Williams, 2003. – 1104 p.ISBN: 978-5-8459-0497-3.
8. D. Salomon. Compresie de date, imagini și sunet. „Tehnosferă”, Moscova, 2004. - 368 p.ISBN 5-94836-027-X.
9. Metode de compresie a datelor. Design arhivare, compresie de imagini și video. Vatoli D., Ratushnyak A., Smirnov M., Yukin V. „Dialog - MIFI”, 2003 - 384 p.UDC 681. 3 BBK 32,97.
10. Codificare eficientă a informațiilor video în noul standard H.264/AVC. - Dvorkovich AV Proceedings of NIIR, 2005.UDC 4.932.
11. Revizuirea analitică a algoritmilor de compresie a informațiilor digitale. VV Kirichenko. Institutul Unit de Probleme de Informatică al Academiei Naționale de Științe din Belarus, Minsk, 2016.UDC 681.004.6
12. Krapivenko AV Interpolarea încrucișată a datelor video. – M.: Vuzovskaya kniga, 2000. – 77 p.UDC 519.682:681.3.
13. AB Sergienko, Procesarea digitală a semnalului. -Sf. Petersburg: Piter, 2002. - 608 p. ISBN 5-318-00666-9.
14. Kozin ID, Fedulina IN Metode de compresie video: Manual (pentru masteranzi cu specializarea „Inginerie Radio, Electronică și Telecomunicații”) / ID Kozin, IN Fedulina - Almaty: AUES, 2015. - 80 p. UDC 621.397.74(075.8) BBK 32.94.
15. Kostkin IV Algoritm pentru compresia wavelet a imaginilor digitale statice // Buletinul RGRTA. Numărul 20. Ryazan, 2007. - P. 110-113.ISBN 978-5-7722-0272-2.
16. NISTIRIUC, P., MIROVSKI, V., CHIHAI, A., ȚURCANU, D., SAVA, L., TÎRȘU, V. Variable Optical Attenuator. In: The 14th International Workshop on Electromagnetic Compatibility (CEM

- 2024), 18-20 September, 2024, p.30-31, Sibiu, România.
https://www.researchgate.net/publication/384635429_Variable_Optical_Attenuator
17. NISTIRIUC, P., ȚURCANU, D., CHIHAI, A., SAVA, L., GRITCO, R. Restructurable Optical Attenuator. In: The 14th International Workshop on Electromagnetic Compatibility (CEM 2024), 18-20 September, 2024, p.29, Sibiu, România.
https://www.researchgate.net/publication/384635426_Restructurable_Optical_Attenuator
18. SAVA L., TÎRȘU V., PLĂMĂDEALĂ C. *Performance evaluation of microtik routers according to electromagnetic compatibility testing standards*. În: Electrotehnica, Electronica, Automatica, vol.72/4, p.57-61. Romania, Sibiu: ISSN: 2392-828X, categoria B+. Disponibil: <https://eea-journal.ro/articles-and-issues/current-issues/>
19. TÎRȘU, V. Programare : Ghid metodic pentru lucrări de laborator. Chișinău: Ed. “Tehnica-UTM”, 2022, pag.130, ISBN 978-9975-45-861-0. Disponibil: <https://library.utm.md/items/?biblionumber=2619626>