



MODERN PROBLEMS IN EDUCATION AND THEIR SCIENTIFIC
SOLUTIONS

TELEKOMMUNIKATSIYADA AUDIO VA VIDEOLARNI
UZATISHDA XOFGMAN KODLASH TIZIMIDAN FOYDALANISH

Farmonov Sherzodbek Raxmonjonovich

*Farg'ona davlat universiteti amaliy matematika va informatika
kafedrasi katta o'qituvchisi e-mail: farmonovsh@gmail.com*

Xusanboyeva Irodaxon Xayrullo qizi

*Farg'ona davlat universiteti 2-kurs talabasi
e-mail: husaboyevairodaxon@gmail.com*

Annotatsiya. Ushbu maqolada xofman kodlash tizimi yordamida telekommunikatsiya sohasida audio va videolarni samarali uzatish va siqish jarayonlari ko'rib chiqilgan. Xofman tizimi orqali ma'lumotlarning hajmini kamaytirish, tarmoqdagi uzatish samaradorligini oshirish va yuqori sifatni saqlab qolish imkoniyatlari tahlil qilingan. Bunda audio va video signallarini minimal hajmda uzatish orqali tarmoq band kengligini samarali boshqarish, sifatni yo'qotmasdan uzatishni ta'minlash kabi muammolar va ularni hal etish usullari yoritilgan. Maqola, shuningdek, xofman tizimining telekommunikatsiya tarmoqlarida qo'llanishi bo'yicha amaliy tavsiyalarni ham o'z ichiga oladi.

Kalit so'zlar. Signal, diskretlashtirish, koder, transmissiya, striming provayder.

Annotation: This article discusses the efficient transmission and compression processes of audio and video signals in the telecommunications field using the Huffman coding system. The possibilities of reducing the data size, increasing transmission efficiency in the network, and preserving high quality are analyzed. By transmitting audio and video signals in minimal size, issues such as effective bandwidth management, ensuring transmission without quality loss, and methods for addressing these problems are discussed. The article also includes practical recommendations for the application of the Huffman coding system in telecommunications networks.

Key words: Signal, discretization, encoder, transmission, streaming provider.

Аннотация: В данной статье рассматриваются процессы эффективной передачи и сжатия аудио и видео сигналов в телекоммуникационных системах с использованием алгоритма кодирования Хаффмана. Анализируются возможности уменьшения объема данных, повышения эффективности передачи в сети и сохранения высокого качества. Обсуждаются такие вопросы, как эффективное управление полосой пропускания сети при передаче аудио и видео сигналов минимального размера, обеспечение передачи без потери качества и способы решения этих проблем. Статья также включает практические рекомендации по применению системы кодирования Хаффмана в телекоммуникационных сетях





MODERN PROBLEMS IN EDUCATION AND THEIR SCIENTIFIC SOLUTIONS

Ключевые слова: Сигнал, Дискретизация, Кодер, Передача, Стриминговый провайдер.

Xofman kodlash tizimi — bu audio va videolarni uzatishda ishlatiladigan yuqori samarali kodlash usuli bo'lib, asosan telekommunikatsiya tarmoqlarida ma'lumotlarni uzatish samaradorligini oshirish maqsadida ishlab chiqilgan. Xofman tizimi bir nechta usullar orqali telekommunikatsiya tarmoqlarida audio va videolarni uzatishda qo'llanilishimiz ham mumkin. Masalan ma'lumotlarni uzatish, audio va videolarni uzatish, tasvirlarni siqish, ma'lumotlarni saqlash tizimlarida foydalaniladi. Xofman kodlash tizimini telekommunikatsiyada audio va videolarni uzatishishda asosan ma'lumotlarni siqish orqali samaradorligini oshirishda foydalaniladi. Audio va video fayllar ko'p joy talab qilganligi sababli, bu fayllarni siqish orqali hajmini kamaytirish zarur. Xofman kodlash tizimi esa xar-hil belgilarga (masalan, audio yoki video signallarnida tez-tez uchraydigan kodlar) o'zgacha uzunlikdagi kodlarni beradi. Tez-tez uchraydigan belgilarga qisqa kodlar, kamroq uchraydigan belgilarga esa uzunroq kodlar beriladi. Bu orqali siqilgan ma'lumotlar asl hajmidan ancha kichikroq bo'ladi.

Telekommunikatsiyada audio va video uzatishda Xofman kodlash qanday ishlaydi va qanday tartibda amalga oshiriladi? Quyidagi bosqichlarni ko'rib chiqamiz:

Birinchi qadamda **signalni tahlil qilish va diskretlashtirishni** ko'rib chiqmiz. Bunda audio signali raqamli shaklga keltiriladi (diskretlashtiriladi), ya'ni analog tovushning qiymatlari raqamli signalga aylanadi. Bu jarayonda analog signalni yuqori chastotada diskret vaqtlar bo'yicha o'lchab, uni raqamli signalga aylantirish kerak. Bunga misol qilib, MP3 yoki AAC formatlarini keltirish mumkin. Video signali esa har bir kadrni individual tasvirlar yoki piksel bloklariga bo'lib, bu tasvirlar raqamli formatda saqlanadi (masalan, RGB yoki YCbCr rang fazasida). Misol uchun H.264 yoki HEVC (H.265) kabi video kodeklar siqish uchun xofman kodlashni ishlatadi.

Ikkinchi qadamda **Koder (Encoder) tomonidan kodlashni**. Audio yoki video signali Xofman kodlash algoritmi yordamida kodlanadi. Bu jarayonda ma'lumotning har bir bo'lagi uchun mos keluvchi kodlar yaratiladi va siqiladi. Xofman algoritmi, avvalo, barcha simvollar (audio amplitudalari yoki video bloklari) uchun chastotani hisoblaydi. So'ngra, eng ko'p uchraydigan simvollarini qisqa kodlar bilan almashtiradi.

Uchinchi qadam **transmissiya**. Siqilgan va kodlangan audio yoki video signali tarmoq orqali uzatiladi. Bu bosqichda siqilgan ma'lumotlar tarmoqning imkoniyatlariga mos ravishda yuboriladi. Siqish orqali ma'lumot hajmi kamaytiriladi, shuning uchun tarmoq orqali uzatish tezligi va resurslar tejaladi. Masalan, tarmoqqa yuqori sifatli video yoki audio signallarini uzatish uchun siqish va kodlash tizimlari (shu jumladan xofman kodlash) ma'lumot uzatish samaradorligini oshiradi.

To'rtinchi qadamda **transmissiya** jarayoni amalga oshiriladi. Bu jarayonda qabul qiluvchi tomon xofman kodlash bilan kodlangan ma'lumotni dekodlash orqali asl signalni tiklaydi. Dekodlash xofman kodlash algoritmiga teskari holatda ishlaydi: ya'ni qisqa





MODERN PROBLEMS IN EDUCATION AND THEIR SCIENTIFIC SOLUTIONS

kodlar ilgari qisqa bo'lgan simvollarga, uzun kodlar esa uzun bo'lgan simvollarga qaytariladi. Misol uchun audio signalini dekodlash jarayoni xofman kodlash tizimiga teskari tartibda amalga oshiriladi. Bunda audioni asl tovushi tiklaydi. Video signali uchun esa dekodlash jarayoni kodlangan video kadrlarini asl holatini va ular orasidagi farqlarni qayta tilaydi.

Beshinchi qadam **signalni chiqarish**. Dekodlash tugagach, audio yoki video signali qayta ishlanadi va ekranda yoki dinamikda chiqariladi.

Xofman kodlash tiziming yana bir affazlliklaridan biri bu kam resurs sarfi hisoblanadi. Xofman kodlash o'zining oddiyligi va samaradorligi bilan tarmoq uzatish va saqlash resurslarini tejash imkonini beradi. Xofman (xususiy ovozli va video ma'lumotlarni analogdan raqamli tizimga o'tkazish) kodlash tizimi telekommunikatsiya sohasida audio va video signallarini samarali uzatishda yuzaga keladigan bir qator masalalarni hal qilishga qaratilgan. Ushbu tizimlar audio va video ma'lumotlarini siqib, ularni samarali tarzda uzatishga imkon yaratadi. Ammo bu jarayon bir nechta texnik muammolarni keltirib chiqaradi. Quyida telekommunikatsiya sohasida audio va videolarni uzatish tezligini oshirishda xofman kodlash tizimi orqali hal qilingan bir necha muammoli masalarni ko'rishimiz mumkin. Demak birinchi masalamiz uzatilayotgan ma'lumot hajmini kamaytirishga(Compression) oid.

1-masala: Audio va video fayllari odatda katta hajmda bo'ladi, bu esa uzatish tezligini pasaytiradi. Tarmoq katta hajmli ma'lumotlarni uzatish uchun ko'p vaqt va keng band kengligi talab etiladi.

Yechim: Demak ushbu masalani xofman kodlash tizimi orqali hal qilamiz. Xofman kodlash tizimi fayllar siqish orqali ularni hajmini kamaytiradi. Xofman kodlash tizimida, ma'lum bir ma'lumotlar(masalan, audio va video signallari) uchun ko'p uchraydigan belgilarni qisqa kodlarga, kam uchraydiganlarini esa uzun kodlarga o'zgartiradi. Bu usul orqali ma'lumotlar hajmi kamayadi, bu esa ma'lumotlarni nuzatish tezligini oshiradi.

2-masala: Faraz qilaylik, 1 daqiqalik audio fayl siqilmagan holda 1 MB hajmni egallaydi. Bu audio faylni qanday qilib hajmini kamaytirish mumkin.

Yechim: Xofman kodlash yordamida ushbu faylni 30-40% ga siqish mumkin. Bizga masalamizda 1 MB siqilmagan audio fayl berilgan. Bu audio fayl xofman yordamida 600–700 KB siqilgan holatga keltiriladi.

Xofman kodlash tizimini telekommunikatsiya sohasida audio va videolarni uzatishda bir necha muammolar kelib chiqishi mumkin. Bu muammolar **real vaqt rejimida siqish va dekodlashning kechikishi, moslashuvchanlikning pastligi, yuqori murakkablikdagi ma'lumotlar uchun samaradorlikning kamayishi, kodlash uchun oldindan ma'lumot olish zarurati, ma'lumotlarning to'liq uzatilishini talab qilish kabi muammolar kelib chiqadi.**

Xofman kodlash jarayonida, ayniqsa katta hajmdagi ma'lumotlar bilan ishlaganda, kodlash va dekodlash jarayoni ko'p hisoblash quvvatini talab qiladi. Bu real vaqt xizmatlarida (masalan, video qo'ng'iroqlar, striming) kechikishga olib kelishi mumkin.





MODERN PROBLEMS IN EDUCATION AND THEIR SCIENTIFIC SOLUTIONS

Bunga asosiy sabab xofman kodlash uchun chastotalarni aniqlash, daraxt yaratish va kodlarni tayyorlash jarayonlari vaqt talab qiladi. Ma'lumotlarni dekodlashda xofman daraxtini o'qish zarur bo'ladi, bu ham kechikishga sabab bo'ladi.

Bu muammoni hal qilish uchun oldindan statistik tahlillar asosida xofman daraxti yaratiladi va kodlar o'rnatiladi. Bu daraxtni keyin barcha o'xshash ma'lumotlar uchun ishlatish mumkin. Masalan, ma'lum bir formatdagi video yoki audio (MP3, JPEG) uchun siqishni oldindan tayyorlangan kodlash sxemalari asosida amalga oshirish uchun foydalanish mumkin. Natijada esa kodlash va dekodlash tezlashadi, chunki real vaqt jarayonida daraxt yaratishga hojat qolmaydi.

Quyidagi muammo **moslashuvchanlikning pastligi, ya'ni** xofman kodlash statik siqish algoritmi bo'lib, bir xil kodlash sxemasi barcha ma'lumotlar uchun ishlatiladi. Bu o'zgaruvchan tarmoq sharoitlarida samaradorlikni pasaytiradi. Bunga asosiy sabab video va audio ma'lumotlar tarkibida dinamik o'zgarishlar bo'lishi mumkin (masalan, tezkor sahnalar yoki turli ovoz amplitudalari). Tarmoq kengligi pasayganda yoki ko'p foydalanuvchilar mavjud bo'lganda, xofman kodlash moslashuvchan ishlamay qolish holatlari ham kuzatiladi. Bu muammoni adaptiv xofman kodlashni qo'llash orqali xofman daraxti real vaqt davomida tarmoq sharoitlariga mos ravishda yangilanadi va ma'lumot oqimining statistik xususiyatlari o'zgarishi bilan yangi kodlash sxemalari dinamik ravishda yaratiladi. Natida o'zgaruvchan tarmoq sharoitlarida siqish samaradorligi saqlanadi.

Yuqori murakkablikdagi ma'lumotlar uchun samaradorlikning kamayishi ya'ni murakkab ma'lumotlar (masalan, yuqori sifatli 4K video) Xofman kodlash yordamida etarlicha samarali siqilmaydi **bu muammoga asosiy sabab** murakkab videolarda ko'p noyob piksel qiymatlari yoki murakkab audio ketma-ketliklari bo'lishi mumkin. Bu noyob ma'lumotlar uchun uzun kodlarni yaratishni talab qiladi, natijada siqish samaradorligi kamayadi. Xofman kodlash ma'lumotdagi takrorlanishlarga tayanadi, lekin murakkab ma'lumotlarda bunday takrorlanishlar kamroq bo'ladi. Buni oldini olish uchun videoni oldindan yo'qotishli siqish algoritmlari (masalan, Discrete Cosine Transform - DCT yoki Wavelet Transform) yordamida siqish va qolgan siqilgan ma'lumotni xofman kodlash yordamida yana bir marta yo'qotishsiz siqish zarur. Masalan, MPEG va H.264 video kodeklari birinchi bosqichda yo'qotishli siqishni qo'llab, xofman kodlash yordamida qo'shimcha siqishni amalga oshiradi. Natida samaradorlik sezilarli oshadi, hajm kichrayadi va video sifatini saqlab qolish mumkin bo'ladi.

Xofman kodlash telekommunikatsiya sohasida samarali siqish vositasi bo'lsa-da, uning real vaqt siqishda kechikish, murakkab ma'lumotlarda samaradorlikning pasayishi kabi muammolari mavjud. Zamonaviy tarmoqlar uchun optimallashtirilgan algoritmlar (masalan, H.264, H.265) bilan birgalikda foydalanish ushbu muammolarni kamaytirishi mumkin.

Xofman kodlash tizimini telekommunikatsiyada audio va videolarni uzatishda qanday qo'llanilishi va uning C# dasturlash tilida qanday amalga oshirilishi mumkinligini ko'rib





MODERN PROBLEMS IN EDUCATION AND THEIR SCIENTIFIC SOLUTIONS

chiqamiz. C# dasturida xofman kodlashni amaliyotga olish quyida C# tilida xofman kodlash tizimini ishlab chiqish uchun oddiy bir kodni ko'rib chiqamiz. Bu kod xofman kodlash algoritmini amalga oshirish va uni ma'lumotlarni siqish uchun qanday ishlatishni ko'rsatadi.

Birinchi qadam xofman daraxtini yaratish. Dastlab, kodlash uchun simvollar va ularning chastotasi (yoki ehtimolligi) kerak bo'ladi. Har bir simvol uchun eng tez-tez uchraydiganlar qisqa kodlarga, kam uchraydiganlar esa uzunroq kodlarga ega bo'ladi.

Ikkinchi qadam xofman daraxtini qurish va kodlash hisoblanadi.

Hozir C# dasturida yordamida xofman kodlashni amalga oshiramiz. Ushbu dasturimiz izohlar bilan yozilgan ya'ni xofman daraxt tuguni, xofman kodlash uchun asosiy simvollar chastotasini hisoblash kabi yozilgan

```
using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;

// Xofman daraxti tuguni
class HuffmanNode
{
    public char Symbol { get; set; }
    public int Frequency { get; set; }
    public HuffmanNode Left { get; set; }
    public HuffmanNode Right { get; set; }
    public HuffmanNode(char symbol, int frequency)
    {
        Symbol = symbol;
        Frequency = frequency;
        Left = Right = null;
    }
}

// Xofman kodlash uchun asosiy sinf
class HuffmanCoding
{
    // Xofman kodlashni amalga oshirish
    public static void BuildHuffmanTree(string input)
    {
        // 1. Har bir simvol va uning chastotasini hisoblash
        var frequencyTable = input.GroupBy(c => c)
                                   .ToDictionary(g => g.Key, g => g.Count());
```





MODERN PROBLEMS IN EDUCATION AND THEIR SCIENTIFIC SOLUTIONS

// 2. Xofman daraxti uchun ustunlar ro'yxatini yaratish

```
var priorityQueue = new PriorityQueue<HuffmanNode, int>();
```

```
foreach (var item in frequencyTable)
```

```
{  
    priorityQueue.Enqueue(new HuffmanNode(item.Key, item.Value), item.Value);  
}
```

// 3. Xofman daraxtini qurish

```
while (priorityQueue.Count > 1)
```

```
{  
    var left = priorityQueue.Dequeue();  
    var right = priorityQueue.Dequeue();  
    var parentNode = new HuffmanNode('\0', left.Frequency + right.Frequency)  
    {  
        Left = left,  
        Right = right  
    };  
    priorityQueue.Enqueue(parentNode, parentNode.Frequency);  
}
```

// 4. Daraxtdan kodlarni olish

```
var root = priorityQueue.Dequeue();  
var huffmanCodes = new Dictionary<char, string>();  
GenerateCodes(root, "", huffmanCodes);
```

// 5. Kodlash natijasini chiqarish

```
Console.WriteLine("Xofman kodlari:");  
foreach (var code in huffmanCodes)  
{  
    Console.WriteLine($"{code.Key}: {code.Value}");  
}
```

// 6. Siqilgan xabarni chiqarish

```
var encodedMessage = EncodeMessage(input, huffmanCodes);  
Console.WriteLine($"Siqilgan xabar: {encodedMessage}");  
}
```





MODERN PROBLEMS IN EDUCATION AND THEIR SCIENTIFIC SOLUTIONS

```
// Daraxtni kuzatib, har bir simvol uchun kodni yaratish
private static void GenerateCodes(HuffmanNode node, string code,
Dictionary<char, string> huffmanCodes)
{
    if (node == null) return;

    if (node.Symbol != '\0') // Yaponiya tugun bo'lsa
    {
        huffmanCodes[node.Symbol] = code;
    }

    GenerateCodes(node.Left, code + "0", huffmanCodes);
    GenerateCodes(node.Right, code + "1", huffmanCodes);
}

// Xabarni Xofman kodlari yordamida kodlash
private static string EncodeMessage(string input, Dictionary<char, string>
huffmanCodes)
{
    return string.Concat(input.Select(c => huffmanCodes[c]));
}

// Dasturdan foydalanish
class Program
{
    static void Main(string[] args)
    {
        string message = "this is an example for huffman encoding";
        HuffmanCoding.BuildHuffmanTree(message);
    }
}
```

Ushbu kodni qanday ishlashini tahlil qilamiz.

Simvol va chastotalarni hisoblash: bu kod dastlab, kiritilgan ma'lumot ichidagi har bir belgilarning chastotaslarini hisoblab chiqadi. Audio va video fayllar bilan ishlaganda, ushbu jarayon har bir bayt uchun amalga oshiriladi.

Xofman daraxtni yaratish va kodlash: chastotasi past bo'lgan belgilardan boshlanadi va asta-sekin barcha belgilar birlashtiriladi. Daraxtdagi har bir tugun ikki tugunni birlashtiradi, bu esa kodlashni ta'minlaydi.





MODERN PROBLEMS IN EDUCATION AND THEIR SCIENTIFIC SOLUTIONS

Kodlarni olish: daraxtni kuzatib, har bir simvol uchun unikal xofman kodi yaratiladi. Simvol va uning kodi lug'atga saqlanadi.

Xabarni kodlash: matnni (yoki ma'lumotni) xofman kodlari bilan kodlash. Bu yerda har bir simvol o'zining xofman kodiga almashtiriladi.

Misol: Agar "this is an example for huffman encoding" matnini kiritsangiz, dastur shu tarzda natija beradi:

Xofman kodlari:

t: 000

h: 001

i: 010

s: 011

...

Xofma kodlash tizmini telekommunikatsiya sohasida audio va videlarni uzatishda real hayotda asosan quyidagi kasb egalarni foydalanadi. Quyida bu kasb egalariga nima sababdan kerak bo'lishi va qanday foydalanishini ko'rib chiqamiz.

1. Tarmoq muhandislari (Network Engineers).

Tarmoq muhandislari ma'lumot uzatishning samaradorligini oshirish uchun tarmoqning barcha aspektlarini optimallashtiradi. Xofman kodlash yordamida ma'lumotlarni siqib, tarmoq resurslarini tejash va uzatishning sifatini oshirishda ishlatiladi. Tarmoq muhandislari video va audio ma'lumotlarni tarmoq orqali samarali uzatish uchun xofman kodlashni qo'llashadi. Bu kodlash yordamida tarmoqlarda band kengligi tejaladi va kechikish kamayadi.

2. Telekommunikatsiya tizimlari arxitektorlar (Telecommunication Systems Architects).

Telekommunikatsiya tizimlari arxitektorlarining vazifasi kompleks tizimlarni loyihalash va optimallashtirishdir. Ular video qo'ng'iroqlar, video striming va boshqa audio-video xizmatlarini taqdim etadigan tarmoqlarni yaratishda Xofman kodlashni qo'llashadi. Arxitektorlar Xofman kodlash orqali tarmoq resurslarini optimallashtirish va foydalanuvchi tajribasini yaxshilashga harakat qiladilar. Bu tizim tarmoqni samarali boshqarish va ma'lumot uzatishning samaradorligini oshirishda yordam beradi.

3. Multimedia dasturiy ta'minot ishlab chiquvchilari (Multimedia Software Developers).

Multimedia dasturiy ta'minot ishlab chiquvchilari audio va video ma'lumotlarini kodlash va dekodlash jarayonlarini optimallashtiradigan dasturlarni ishlab chiqadilar.

Bu kasb egalari Xofman kodlashni video va audio ma'lumotlarini siqish va uzatish jarayonida ishlatadilar. Masalan, video qo'ng'iroqlar yoki striming xizmatlarida yuqori sifatli ma'lumot uzatishni ta'minlash uchun Xofman kodlashni qo'llashadi.

4. Signalni ishlov berish bo'yicha mutaxassislar (Signal Processing Specialists).

Signalni ishlov berish bo'yicha mutaxassislar analog yoki raqamli signallarni tahlil qiladi va ishlov beradi. Ular telekommunikatsiya tarmoqlarida ma'lumot uzatishning





MODERN PROBLEMS IN EDUCATION AND THEIR SCIENTIFIC SOLUTIONS

samaradorligini oshirish uchun siqish texnikalarini qo'llaydilar. Xofman kodlash yordamida ular video va audio signallarini siqib, tarmoqdan samarali uzatish uchun ishlatadilar. Xofman kodlash signallarni optimallashtirish va redundansni yo'qotish uchun muhim vositadir.

5. Video va audio qo'ng'iroqlarni boshqarish tizimlari ishlab chiquvchilari (Video and Audio Call Management Systems Developers).

Video va audio qo'ng'iroqlarni boshqarish tizimlarini ishlab chiqadigan dasturchilar Xofman kodlashni qo'llashadi, chunki bu tizimlar yuqori sifatli video va audio qo'ng'iroqlarni amalga oshirish uchun optimallashtirilgan siqishni talab qiladi. Xofman kodlashning yordamida video va audio ma'lumotlar uzatiladigan tarmoqda resurslar tejaydi va sifatni saqlab qoladi, bu esa foydalanuvchilarga yuqori sifatli aloqa xizmatlarini taqdim etadi.

6. Video va audio striming provayderlari (Streaming Service Providers).

Striming provayderlari video va audio kontentni foydalanuvchilarga uzatadi. Ular yuqori sifatli kontentni tarmoq orqali samarali uzatish uchun siqish texnologiyalarini qo'llashadi. Striming xizmatlari uchun xofman kodlash, kontentni tarmoq orqali samarali uzatish va foydalanuvchilarni optimal sifat bilan ta'minlash uchun ishlatiladi. Bu texnologiya tarmoqlarda kengroq video va audio kontentni uzatish imkoniyatini yaratadi.

7. Tarmoq operatorlari (Network Operators).

Tarmoq operatorlari telekommunikatsiya tarmoqlarini boshqaradi va foydalanuvchilarga xizmatlarni taqdim etadi. Ular tarmoqda ma'lumot uzatish jarayonlarini optimallashtirishga harakat qiladilar. Tarmoq operatorlari Xofman kodlashni tarmoqdagi resurslarni samarali boshqarish, video qo'ng'iroqlar va video striming xizmatlarini uzatishda band kengligini tejash uchun qo'llaydilar.

8. Tarmoq xavfsizligi mutaxassislari (Network Security Specialists).

Tarmoq xavfsizligi mutaxassislari tarmoqda ma'lumotlarni himoya qilish va xavfsiz uzatishni ta'minlash bilan shug'ullanadi. Xofman kodlash xavfsizlikni ta'minlash bilan birgalikda, ma'lumotni shifrlash va siqishda qo'llaniladi. Bu tarmoqda ma'lumotlarni uzatishning xavfsizligini ta'minlashga yordam beradi.

Xulosa: xofman kodlash tizimi telekommunikatsiya sohasida audio va videolarni uzatish uchun samarali siqish va uzatish imkoniyatlari taqdim etadi. Bu tizimning asosiy vazifasi — ma'lumotlarni siqish orqali tarmoq resurslarini tejash va uzatish samaradorligini oshirishdir. Xofman kodlash, ayniqsa, katta hajmdagi audio va video ma'lumotlarni uzatishda tarmoqda tiqilinch va kechikishni kamaytirishga yordam beradi.

Xulosa qilib aytganda, Xofman kodlash telekommunikatsiya sohasida audio va videolarni uzatish jarayonida samarali va resurs tejamkor usul hisoblanadi. Uning qo'llanishi tarmoq kengligini optimallashtirish, kechikishni kamaytirish, tarmoq resurslarini samarali ishlatish va ma'lumot xavfsizligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Ammo, uning samaradorligi tarmoq sharoitlari, ma'lumot turi va tizim resurslariga





MODERN PROBLEMS IN EDUCATION AND THEIR SCIENTIFIC SOLUTIONS

bog‘liq bo‘lishi sababli, bu tizimni qo‘llashda moslashtirilgan yondashuvlarni tanlash zarur.

Xofman kodlash tizimi audio va video ma’lumotlarini uzatishda ko‘plab kasb egalari tomonidan ishlatiladi. Ushbu tizimning asosiy foydalari tarmoqning samarali ishlashini ta’minlash, band kengligini optimallashtirish, kechikishlarni kamaytirish va ma’lumot uzatish sifatini oshirishdir. Tarmoq muhandislari, tizim arxitektorlaridan tortib dasturchilar va xavfsizlik mutaxassislarigacha bo‘lgan kasb egalari Xofman kodlashni tarmoqni samarali boshqarish va yuqori sifatli xizmatlar taqdim etishda keng qo‘llaydilar.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Huffman, D. A. (1952). "A Method for the Construction of Minimum-Redundancy Codes." *Proceedings of the IRE*, 40(9), 1098-1101.
2. Sayood, K. (2018). *Introduction to Data Compression* (4th ed.). Morgan Kaufmann.
3. Salim, S., & Abbas, R. (2019). "Compression Techniques for Video Streaming in ireless Networks." *Journal of Telecommunication Systems*, 69(2), 229-244.
4. Mendelson, A. & Schwartz, H. (2015). "Data Compression for High-Definition Video." *IEEE Transactions on Image Processing*, 24(7), 2156-2168.
5. Zhang, T., & Zhang, Z. (2016). "Efficient Video Compression Algorithms for Multimedia Streaming." *International Journal of Computer Science and Network Security*, 16(3), 99-106.
6. Yun, J., & Chen, M. (2017). "Adaptive Huffman Coding for Real-time Data Compression in Video Communication." *International Journal of Digital Signal Processing*, 11(4), 102-118.
7. Vukadinovic, D., & Milojevic, A. (2018). "Video Codec Optimization Using Huffman Coding." *International Journal of Network Management*, 28(6), 1-14.
8. Rao, C. S. (2020). *Multimedia Communications: Applications, Networks, Protocols and Standards* (2nd ed.). Prentice Hall.
9. Lee, S., & Park, J. (2017). "Optimization of Compression Algorithms in Mobile Communication Networks." *Mobile Networks and Applications*, 22(5), 875-889.
10. Katz, R. (2014). "Compression Techniques for Real-Time Audio and Video Transmission." *Journal of Network and Computer Applications*, 42, 44-56.

