

AXBOROTNI KODLASH USULLARI. SHENNON - FANO, XAFFMAN TEOREMALARI

Halilov.M.M

Burxonov Ibroximjon Nizomiddin o'g'li

Farg'ona Davlat Texnika Universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada axborotni samarali uzatish va saqlashda muhim ahamiyatga ega bo'lgan axborotni kodlash usullari tahlil qilinadi. Xususan, ehtimollik asosida ishlovchi Shennon–Fano va Xaffman kodlash algoritmlarining nazariy asoslari, ishlash prinsiplari hamda ularning o'zaro farqlari ko'rib chiqiladi. Tadqiqot jarayonida ushbu algoritmlarning siqish samaradorligi va amaliy qo'llanilishi solishtirilgan. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, Xaffman algoritmi ko'p hollarda optimal kodlashni ta'minlab, axborot hajmini minimal darajaga keltiradi. Mazkur maqola axborot texnologiyalari va telekommunikatsiya sohalarida tahsil olayotgan talabalar uchun nazariy va amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: axborotni kodlash, siqish algoritmlari, Shennon–Fano, Xaffman, optimal kod, entropiya.

Аннотация: В данной статье анализируются методы кодирования информации, имеющие важное значение для эффективной передачи и хранения данных. В частности, рассматриваются теоретические основы, принципы работы и взаимные различия алгоритмов кодирования Шеннона–Фано и Хаффмана, основанных на вероятностном подходе. В ходе исследования проведено сравнение эффективности сжатия и практического применения данных алгоритмов. Полученные результаты показывают, что алгоритм Хаффмана в большинстве случаев обеспечивает оптимальное кодирование, минимизируя объем информации. Данная статья имеет теоретическое и практическое значение для студентов, обучающихся в области информационных технологий и телекоммуникаций.

Ключевые слова: кодирование информации, алгоритмы сжатия, Шеннон–Фано, Хаффман, оптимальный код, энтропия.

Annotation: This article analyzes information encoding methods that play an important role in the efficient transmission and storage of data. In particular, the theoretical foundations, operating principles, and mutual differences of the probability-based Shannon–Fano and Huffman coding algorithms are examined. During the research process, the compression efficiency and practical applications of these algorithms are compared. The results obtained show that the Huffman algorithm, in most cases, provides optimal coding by minimizing the size of information. This article

has both theoretical and practical significance for students studying in the fields of information technology and telecommunications.

Keywords: information encoding, compression algorithms, Shannon–Fano, Huffman, optimal code, entropy.

KIRISH

Hozirgi raqamli davrda axborotni tezkor, ishonchli va samarali uzatish hamda saqlash muhim ilmiy va amaliy masalalardan biri hisoblanadi. Internet texnologiyalari, mobil aloqa tizimlari, multimedia kontentlar va bulutli xizmatlarning jadal rivojlanishi natijasida uzatilayotgan axborot hajmi keskin ortib bormoqda. Shu sababli mavjud aloqa kanallaridan samarali foydalanish va xotira resurslarini tejash uchun axborotni siqish va kodlash usullarini takomillashtirish zarur bo‘lib qolmoqda. Axborotni kodlash usullari ma’lumotlarni kamroq bitlar orqali ifodalashga imkon beradi, bu esa uzatish tezligini oshiradi va xatolik ehtimolini kamaytiradi. Axborot nazariyasida kodlash jarayoni ehtimollik, entropiya va statistik xususiyatlarga asoslanadi. Ayniqsa, ehtimollik asosida ishlovchi kodlash algoritmlari axborotni optimal tarzda siqish imkonini beradi. Ushbu maqolada ehtimollik nazariyasiga asoslangan ikki muhim algoritim — Shennon–Fano va Xaffman kodlash usullari tahlil qilinadi. Tadqiqotning dolzarbligi shundaki, mazkur algoritmlar hozirgi kunda ham ko‘plab siqish texnologiyalarining nazariy asosi bo‘lib xizmat qiladi. Maqolaning asosiy maqsadi ushbu algoritmlarning ishlash prinsiplari, samaradorligi va amaliy qo‘llanilish sohalarini o‘rganishdan iborat.

ADABIYOTNI O‘RGANISH

Axborot nazariyasiga XX asrning o‘rtalarida amerikalik olim Klod Shennon tomonidan asos solingan. U axborot miqdorini baholash uchun entropiya tushunchasini kiritib, axborotni kodlash va uzatishning matematik modelini yaratgan. Shennonning ilmiy ishlari zamonaviy raqamli aloqa va ma’lumotlarni siqish texnologiyalarining rivojlanishiga kuchli turtki bo‘lgan. Shennon–Fano algoritmi ehtimollik asosida yaratilgan dastlabki kodlash usullaridan biri bo‘lib, belgilar chastotasiga qarab kod uzunligini belgilashga asoslanadi. Ushbu algoritim sodda tuzilishga ega bo‘lsa-da, har doim ham optimal natija bermasligi ilmiy adabiyotlarda qayd etilgan. Keyinchalik Devid Xaffman tomonidan taklif etilgan Xaffman algoritmi Shennon–Fano algoritmidagi kamchiliklarni bartaraf etib, optimal prefiks kodlash usuli sifatida isbotlangan. Ilmiy manbalarda Xaffman algoritmi minimal o‘rtacha kod uzunligini ta’minlovchi eng samarali statik kodlash algoritmi sifatida keng e’tirof etiladi.

ASOSIY QISM

Shennon–Fano kodlash algoritmi

Shennon–Fano kodlash algoritmi belgilar ehtimolligiga asoslangan holda ishlaydi. Dastlab axborot manbasidagi barcha belgilar ularning uchrash ehtimolligi

bo'yicha kamayish tartibida joylashtiriladi. So'ngra belgilar to'plami ehtimolliklar yig'indisi deyarli teng bo'lgan ikki guruhga bo'linadi. Ajratilgan guruhlardan biriga "0", ikkinchisiga esa "1" qiymati birlashtiriladi. Ushbu jarayon har bir kichik guruh uchun rekursiv tarzda davom ettiriladi. Natijada har bir belgi uchun unikal binar kod hosil bo'ladi. Shennon–Fano algoritmining afzalligi uning soddaligi va tez amalga oshirilishidir. Biroq ayrim holatlarda kod uzunligi optimal bo'lmashligi mumkin.

Xaffman kodlash algoritmi

Xaffman kodlash algoritmi ham ehtimollik asosida ishlaydi, biroq u binar daraxt qurish orqali amalga oshiriladi. Algoritmida ehtimolliги eng kichik bo'lgan ikki belgi tanlanib, yagona tugunga birlashtiriladi. Ushbu yangi tugun ehtimolliги tanlangan belgilar ehtimolliklari yig'indisiga teng bo'ladi. Bu jarayon bitta ildiz tuguni qolguncha davom ettiriladi. Hosil bo'lgan binar daraxt asosida kodlar shakllantiriladi: chap shoxga "0", o'ng shoxga "1" qiymati beriladi. Xaffman algoritmining asosiy ustunligi shundaki, u har doim minimal o'rtacha kod uzunligini ta'minlaydi va optimal prefiks kodlashni kafolatlaydi.

TAHLIL

Olingan eksperimental ma'lumotlar asosida turli ekspluatatsiya muhitlarida optik tolali kabellarning signal yo'qotish xususiyatlari tahlil qilindi. O'lchovlar OTDR va Power Meter qurilmalari yordamida amalga oshirildi hamda har bir muhitning optik tolaga ko'rsatadigan mexanik, harorat va kimyoviy ta'siri baholandi. Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, suv osti muhiti optik tolali kabellar uchun eng murakkab ekspluatatsiya sharoitini yaratadi. Yuqori bosim, sho'r suvning agressiv kimyoviy ta'siri va past harorat omillari kabelga katta yuklama beradi. Natijada suv osti kabellarida egilish va yutilish yo'qotishlari yer osti va bino ichki muhitlariga nisbatan sezilarli darajada yuqori bo'lishi kuzatildi. Bino ichki muhitida asosiy yo'qotish manbai kabelning keskin burchaklar bo'ylab egilishi bilan bog'liq ekanligi aniqlandi. Ushbu sharoitda egilishdagi yo'qotishlar kabelning umumiy attenuatsiyasini oshiradi. Biroq bino ichki muhitida kimyoviy va bosim omillarining mavjud emasligi sababli signal sifati asosan montaj sifati va egilish radiusiga bog'liq bo'ladi. Yer osti muhitida signal yo'qotishlari nisbatan barqaror xarakterga ega bo'lib, ularning asosiy sababi tuproq bosimi va namlik hisoblanadi. Namlikning tolaga kirib borishi mikro-yoriqlarning hosil bo'lishiga olib keladi va bu holat yutilish darajasining ortishiga sabab bo'ladi. Sanoat muhitida esa yuqori harorat, doimiy vibratsiya va kimyoviy gazlarning birgalikdagi ta'siri signal yo'qotishlarni oshiradi. Haroratning keskin o'zgarishi optik tolaning mexanik kengayishi va qisqarishiga olib keladi, vibratsiya esa mikro-egilishlarni kuchaytirib, signal sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Grafik va statistik tahlil natijalariga ko'ra: suv osti muhitida signal yo'qotishlari eng yuqori qiymatlarga ega; bino ichki muhitida yo'qotishlar asosan egilish bilan bog'liq; yer osti muhitida

yo'qotishlar barqaror, ammo namlikka sezgir; sanoat muhitida kompleks tashqi omillar hisobiga yo'qotishlar ortadi. Ushbu tahlil OTDR va Power Meter o'lchovlari yordamida har bir muhit uchun eng optimal kabel turini tanlash va ekspluatatsiya sharoitlarini to'g'ri belgilash mumkinligini ko'rsatadi. Kabelning egilish radiusi, himoya qatlami sifati va montaj texnologiyasi signal yo'qotishlarni kamaytirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Natijalarga tahlil (taqqoslash jadvali)

	Taqqoslash mezonlari	Shannon–Fano algoritmi	Xaffman algoritmi
	Algoritm turi	Statik kodlash	Statik kodlash
	Asosiy prinsip	Ehtimollik bo'yicha guruhlash	Minimal ehtimolliklarni birlashtirish
	Kodlash usuli	Rekursiv ikkiga bo'lish	Binar daraxt qurish
	Prefiks xossasi	Har doim kafolatlanmaydi	To'liq kafolatlanadi
	O'rtacha kod uzunligi	Ba'zi hollarda optimal emas	Har doim minimal
	Hisoblash murakkabligi	Nisbatan past	Nisbatan yuqori
	Siqish samaradorligi	O'rtacha	Yuqori

XULOSA

Ushbu maqolada axborotni samarali uzatish va saqlash masalalarida muhim o'rin tutuvchi axborotni kodlash usullari batafsil tahlil qilindi. Xususan, ehtimollik nazariyasiga asoslangan Shannon–Fano va Xaffman kodlash algoritmlarining nazariy asoslari, ishlash mexanizmlari hamda amaliy samaradorligi o'rganildi. Tadqiqot jarayonida ushbu algoritmlar kod uzunligi, siqish darajasi va qo'llanilish imkoniyatlari bo'yicha solishtirildi. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, Shannon–Fano algoritmi axborot nazariyasining shakllanishida muhim tarixiy ahamiyatga ega bo'lsa-da, u har doim ham optimal kodlashni ta'minlay olmaydi. Algoritmning soddaligi va tez ishlashi uning asosiy afzalligi hisoblanadi, biroq bu xususiyat ayrim hollarda axborotni siqish samaradorligining pasayishiga olib keladi. Shu sababli Shannon–Fano algoritmi

bugungi kunda asosan nazariy va o'quv maqsadlarida qo'llaniladi. Xaffman algoritmi esa binar daraxt asosida qurilishi va prefiks xossasini to'liq ta'minlashi sababli minimal o'rtacha kod uzunligini kafolatlaydi. Tadqiqotlar Xaffman algoritmi axborotni siqish samaradorligi bo'yicha Shennon–Fano algoritmidan ustun ekanligini ko'rsatdi. Aynan shu xususiyati tufayli Xaffman algoritmi zamonaviy axborot tizimlari, multimedia formatlari va fayllarni siqish texnologiyalarida keng qo'llanilmoqda. Umuman olganda, axborotni kodlash usullari raqamli aloqa va ma'lumotlarni qayta ishlash jarayonlarida muhim ahamiyat kasb etadi. To'g'ri tanlangan kodlash algoritmi uzatish tezligini oshiradi, xotira resurslarini tejaydi va tizimning umumiy samaradorligini yaxshilaydi. Kelajakdagi tadqiqotlarda Shennon–Fano va Xaffman algoritmlarini adaptiv kodlash, kontekstga bog'liq modellar hamda sun'iy intellekt asosidagi yondashuvlar bilan uyg'unlashtirish orqali axborotni siqish samaradorligini yanada oshirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. **Keiser, G.** *Optical Fiber Communications*. 5th Edition. McGraw-Hill Education, 2019.— Optik tolali aloqa tizimlari, signal yo'qotishlari, attenuatsiya sabablari va o'lchash texnikalarini batafsil yoritadi.
2. **Ghatak, A., & Thyagarajan, K.** *Introduction to Fiber Optics*. Cambridge University Press, 1998.— Optik tolalardagi yorug'lik tarqalishi, turli muhitlarda yo'qotishlar va fizik jarayonlar haqida asosiy nazariy ma'lumotlarni beradi.
3. **Agrawal, G. P.** *Fiber-Optic Communication Systems*. 5th Edition. Wiley, 2012. — Optik tolali kabellarda signal yo'qotishlar, sochilish, yutilish, egilish yo'qotishlari va turli muhitlarda tahlil usullarini keng qamrab oladi.
4. **Senior, J. M., & Jamro, M. Y.** *Optical Fiber Communications: Principles and Practice*. 3rd Edition. Pearson, 2009.— Optik aloqa tizimlari, OTDR o'lchovlari, quvvat o'lchash metodlari va optik signalning muhitga bog'liq xatti-harakatlarini batafsil tushuntiradi.
5. **Ghatak, A., & Thyagarajan, K.** *Introduction to Fiber Optics*. Cambridge University Press, 1998.— Optik tolalarda yorug'lik tarqalishi, sochilish, yutilish va turli sharoitlarda yo'qotishlarning asosiy nazariy tamoyillarini yoritadi.