THE PERSPECTIVE OF NEW ERA SCIENCES
INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL
www.global-science-review.com
editor@global-science-review.com

AXBOROT NAZARIYASIDA SHANNON ENTROPIYASI: NAZARIY ASOSLARI, XOSSALARI VA AMALIY QO‘LLANILISHI

Abdurashidova Dilafruz Faridun qizi
Namangan davlat universiteti Fizika-matematika fakuteti Amaliy matematika yo‘nalishi 1-bosqich talabasi
ORCID: 0009-0002-9604-6136
E-mail:**dilafruzabdurashidova2008@gmail.com**
+998955952110
ILMIY RAHBAR: DILOROM UBAYDULLAYEVA
E-mail:**ubaydullayevadilorom378@gmail.com**

Annotatsiya: *Ushbu maqolada axborot nazariyasining asosiy tushunchalari, axborot miqdori va entropiya tushunchalarining matematik mazmuni yoritilgan. Shuningdek, Klod Shannon tomonidan taklif etilgan axborot entropiyasining mohiyati, matematik xossalari hamda turli sohalardagi amaliy qo‘llanilishi tahlil qilingan. Maqolada entropiyaning axborot noaniqligini miqdoriy baholashdagi o‘rni va ehtimollik taqsimoti bilan bog‘liqligi ko‘rib chiqilgan. Shannon entropiyasining asosiy xossalari, jumladan, uning nomanfiyligi, eng katta qiymatga erishish sharti va ehtimolliklar teng taqsimlangandagi holati bayon etilgan. Entropiyani hisoblashga doir misollar orqali nazariy formulalarning amaliy qo‘llanilishi ko‘rsatilgan. Shuningdek, ikkilik entropiyaning ehtimollikka bog‘liqligi jadval va grafik asosida tahlil qilingan. Keltirilgan hisoblash natijalari entropiya qiymatining axborot manbasidagi noaniqlik darajasini ifodalashini tushuntirishga xizmat qiladi. Maqolaning asosiy maqsadi Shannon entropiyasining nazariy asoslarini sodda matematik misollar orqali yoritish hamda uning axborot nazariyasidagi ahamiyatini ochib berishdan iborat.*

Kalit so‘zlar: *axborot nazariyasi, axborot miqdori, axborot entropiyasi, Shannon entropiyasi, ehtimollik, noaniqlik, matematik xossalar, kodlash.*

THE PERSPECTIVE OF NEW ERA SCIENCES
INTERNATIONAL SCIENTIFIC JOURNAL
www.global-science-review.com
editor@global-science-review.com

ЭНТРОПИЯ ШЕННОНА В ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ, СВОЙСТВА И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ

Аннотация: *В данной статье рассматриваются основные понятия теории информации, математическое содержание понятий количества информации и энтропии. Также анализируются сущность информационной энтропии, предложенной Клодом Шенноном, её математические свойства и практическое применение в различных областях. В статье рассматривается роль энтропии в количественной оценке информационной неопределённости и её связь с распределением вероятностей. Излагаются основные свойства энтропии Шеннона, в том числе её неотрицательность, условие достижения максимального значения и случай равномерного распределения вероятностей. На примерах вычисления энтропии демонстрируется практическое применение теоретических формул. Кроме того, зависимость бинарной энтропии от вероятности анализируется на основе таблицы и графика. Полученные результаты вычислений помогают объяснить, каким образом значение энтропии отражает степень неопределённости источника информации. Основная цель статьи заключается в изложении теоретических основ энтропии Шеннона с помощью простых математических примеров и раскрытии её значения в теории информации.*

Ключевые слова: *теория информации, количество информации, информационная энтропия, энтропия Шеннона, вероятность, неопределённость, математические свойства, кодирование.*

SHANNON ENTROPY IN INFORMATION THEORY: THEORETICAL FOUNDATIONS, PROPERTIES AND PRACTICAL APPLICATIONS

Abstract: *This article discusses the fundamental concepts of information theory and the mathematical meaning of information quantity and entropy. It also analyzes the essence of information entropy proposed by Claude Shannon, its*

mathematical properties, and its practical applications in various fields. The article examines the role of entropy in quantitatively assessing information uncertainty and its relationship with probability distributions. The main properties of Shannon entropy are presented, including its non-negativity, the condition under which it reaches its maximum value, and the case of a uniform probability distribution. Examples of entropy calculations demonstrate the practical application of theoretical formulas. In addition, the dependence of binary entropy on probability is analyzed using a table and a graph. The calculation results help explain how the entropy value represents the degree of uncertainty of an information source. The main aim of the article is to explain the theoretical foundations of Shannon entropy through simple mathematical examples and to highlight its importance in information theory.

Keywords: *information theory, information quantity, information entropy, Shannon entropy, probability, uncertainty, mathematical properties, coding.*

KIRISH

Hozirgi davrda raqamli aloqa tizimlarining rivojlanishi axborotni uzatish, saqlash va qayta ishlash jarayonlariga qo‘yiladigan talablarning ortishiga olib kelmoqda. Bunday sharoitda axborot almashinuvi samaradorligini ta’minlash, ma’lumotlarni ixcham kodlash va aloqa kanallarida ishonchli uzatish imkoniyatlarini matematik jihatdan o‘rganish muhim ilmiy masalalardan hisoblanadi. Axborot nazariyasi ushbu jarayonlarni matematik modellashtirish va ularning nazariy chegaralarini aniqlash uchun asos yaratadi.

Axborot nazariyasining rivojlanishida axborot manbalarining statistik xususiyatlarini o‘rganish, uzatilayotgan xabarlarning tuzilishini hisobga olish va aloqa kanallarining imkoniyatlarini aniqlash muhim yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Ushbu masalalarni matematik jihatdan tadqiq etish axborot uzatish jarayonlarining samaradorligini baholash, ortiqcha ma’lumotlarni kamaytirish hamda kodlash usullarini takomillashtirish uchun nazariy asos yaratadi [1].

Shannon entropiyasining nazariy asoslari keyingi ilmiy tadqiqotlarda ham rivojlantirildi. Xususan, entropiya tushunchasi tasodifiy jarayonlarni tavsiflash, axborot manbalarining xususiyatlarini o‘rganish va kodlash nazariyasining matematik asoslarini ishlab chiqishda muhim o‘rin egalladi. Mazkur yo‘nalishda olib borilgan tadqiqotlar entropiyaning turli ko‘rinishlari, uning asosiy xossalari hamda axborot uzatish jarayonlari bilan bog‘liqligini chuqurroq o‘rganish imkonini berdi [2].

Ushbu maqolaning asosiy maqsadi axborot nazariyasida Shannon entropiyasining matematik asoslari va xossalarini o‘rganish, uning ehtimollik taqsimotlari bilan bog‘liqligini tahlil qilish hamda turli amaliy masalalardagi qo‘llanilish imkoniyatlarini aniqlashdan iborat.

Belgilangan maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar qo‘yildi:

- axborot nazariyasining shakllanishi va nazariy asoslarini o‘rganish;
- axborot miqdori va entropiya o‘rtasidagi bog‘liqlikni tahlil qilish;
- Shannon entropiyasining asosiy matematik xossalarini tadqiq etish;
- turli ehtimollik taqsimotlari uchun entropiya qiymatlarini hisoblash;
- hisoblash natijalarini taqqoslash va matematik jihatdan izohlash;
- Shannon entropiyasining axborotni kodlash va uzatishdagi amaliy ahamiyatini ko‘rsatish.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Axborot nazariyasining shakllanishi aloqa jarayonlarini matematik jihatdan o‘rganish va xabarlarni uzatish samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy izlanishlar bilan bog‘liq. XX asrning birinchi yarmida aloqa tizimlarining rivojlanishi natijasida xabarlarni uzatishda signalning xususiyatlari, aloqa kanalidagi shovqinlar va ma’lumotlarning statistik tuzilishini hisobga olish zarurati yuzaga keldi.

Ushbu yo‘nalishning nazariy asoslari Norbert Viner, Garri Nyquist va R. Xartli kabi olimlarning aloqa nazariyasiga oid ishlari bilan bog‘liq. Keyinchalik

Klod Shannon mazkur ilmiy qarashlarni rivojlantirib, aloqa kanalidagi shovqinlar hamda xabarlarning statistik xususiyatlarini hisobga oluvchi umumiy matematik nazariyani ishlab chiqdi [1].

1948-yilda Klod Shannon tomonidan chop etilgan “A Mathematical Theory of Communication” nomli fundamental ilmiy ish axborot nazariyasining rivojlanishida muhim bosqich bo‘ldi. Ushbu tadqiqotda axborot manbai, uzatish kanali va qabul qiluvchi o‘rtasidagi munosabatlar matematik jihatdan o‘rganildi. Shannon xabarlarning statistik xususiyatlarini hisobga olgan holda axborot miqdorini baholash usulini ishlab chiqdi hamda aloqa kanalida shovqin mavjud bo‘lgan sharoitda axborotni ishonchli uzatish imkoniyatlarini tahlil qildi [1].

Axborot nazariyasining keyingi rivojlanishi uning nazariy va amaliy vazifalarining kengayishi bilan davom etdi. Bu sohaning asosiy maqsadlaridan biri axborot manbasidan aloqa kanali orqali ma’lumot uzatishda erishish mumkin bo‘lgan eng yuqori samaradorlik chegaralarini aniqlashdan iborat. Ikkinchi muhim vazifa esa ushbu nazariy chegaralarga imkon qadar yaqin natija beradigan kodlash usullarini ishlab chiqishdir. Shu sababli axborot nazariyasida entropiya, kodlash, ma’lumotlarni siqish va shovqinli kanallarda axborotni ishonchli uzatish masalalari o‘zaro chambarchas bog‘liq holda o‘rganiladi [2].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot jarayonida matematik tahlil, ehtimollik nazariyasi, taqqoslash, hisoblash va grafik tahlil usullaridan foydalaniladi. Turli ehtimollik taqsimotlari asosida entropiya qiymatlarini hisoblash orqali nazariy xulosalar amaliy misollar yordamida tekshiriladi.

Tadqiqot obyekti sifatida diskret axborot manbalari va ularda yuzaga keladigan tasodifiy hodisalar qaraladi. Tadqiqot predmetini esa Shannon entropiyasining matematik ifodasi, asosiy xossalari hamda ehtimollik taqsimotlari bilan o‘zaro bog‘liqligi tashkil etadi.

Tadqiqotning nazariy ahamiyati Shannon entropiyasining matematik xossalarini tizimli o‘rganish va ularning mazmunini ochib berish bilan belgilanadi. Amaliy ahamiyati esa entropiya ko‘rsatkichlaridan axborotni kodlash, siqish va uzatish jarayonlarini tahlil qilishda foydalanish imkoniyatlarini yoritishdan iborat.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

Axborot miqdorini matematik jihatdan o‘lchashda hodisaning yuz berish ehtimolligi muhim ahamiyatga ega. Agar biror hodisaning yuz berish ehtimolligi yuqori bo‘lsa, uning sodir bo‘lishi kutilgan natija hisoblanadi va u kamroq axborot beradi. Aksincha, ehtimolligi juda kichik bo‘lgan hodisaning yuz berishi ko‘proq axborotga ega bo‘ladi. Shu sababli axborot miqdorini aniqlashda ehtimollikning teskari qiymati logarifmidan foydalaniladi [1].

Axborot miqdorini hisoblash quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$I(x) = -\log_2 P(x)$

Bu yerda:

$I(x)$ — hodisa yuz berganda olinadigan axborot miqdori;

$P(x)$ — hodisaning yuz berish ehtimolligi;

$\log_2$ — 2 asosli logarifm.

Axborot miqdorining o‘lchov birligi bit hisoblanadi [1].

Misol. Tanga tashlanganda gerb tushish ehtimoli $P(x) = 0{,}5$ ga teng. Gerb tushishi natijasida olinadigan axborot miqdorini hisoblang.

$I(x) = -\log_2(0{,}5) = 1$ bit

Demak, ehtimolligi 0,5 ga teng bo‘lgan hodisa yuz berganda 1 bit axborot olinadi.

Agar hodisaning yuz berish ehtimolligi $P(x) = 1$ bo‘lsa, u muqarrar hodisa hisoblanadi. Bunday hodisa yuz berganda olinadigan axborot miqdori nolga teng bo‘ladi:

$I(x) = -\log_2(1) = 0$

Demak, muqarrar hodisaning yuz berishi yangi axborot bermaydi.

Axborot entropiyasi — tasodifiy hodisa yoki axborot manbai natijalarining noaniqlik darajasini ifodalovchi matematik kattalikdir.

Oddiy qilib aytganda, entropiya hodisaning qanday natija bilan yakunlanishini oldindan bilish qanchalik qiyin ekanini ko‘rsatadi [1].

Aniqlik va noaniqlik tushunchalari

Axborot nazariyasida noaniqlik hodisaning qanday natija bilan yakunlanishi oldindan noma’lum bo‘lgan holatni anglatadi. Agar hodisaning natijasi oldindan aniq ma’lum bo‘lsa, noaniqlik mavjud bo‘lmaydi. Aksincha, bir nechta natija yuz berishi mumkin bo‘lib, ularning qaysi biri sodir bo‘lishi noma’lum bo‘lsa, noaniqlik yuzaga keladi.

Misol. Oddiy tanga tashlanganda ikkita natija — gerb yoki raqam tushishi mumkin. Agar tanga teng imkoniyatli bo‘lsa, har ikki tomonning tushish eht imolligi 0,5 ga teng. Bunday vaziyatda natijani oldindan aniq bilib bo‘lmaydi va noaniqlik mavjud bo‘ladi.

Agar maxsus sharoitda tanga faqat gerb tomoni bilan tushishi aniq bo‘lsa, gerb tushish ehtimolligi 1 ga, raqam tushish ehtimolligi esa 0 ga teng bo‘ladi. Bunda natija oldindan ma’lum bo‘lgani sababli noaniqlik mavjud emas.

Shannon entropiyasining matematik formulasi

Har bir x_i qiymat yuz berganda olinadigan axborot miqdori $I(x_i)=-\log_2 P(x_i)$ bilan aniqlanadi. Shannon entropiyasi esa shu axborot miqdorining matematik kutilmasi, ya’ni barcha mumkin bo‘lgan natijalar bo‘yicha ehtimolliklar bilan vaznlangan o‘rtacha qiymatidir. Shuning uchun $H(X)=E[I(X)]$ va u quyidagi yig‘indi orqali hisoblanadi. Demak, entropiya bitta natijaga tegishli axborot miqdori emas, balki manba tomonidan bir natija yuz berganda taqdim etiladigan axborot miqdorining o‘rtacha qiymatidir.

$H(X) = -\sum$ (i = 1 dan n gacha) $P_i \cdot \log_2 P_i$

Bu yerda:

$H(X)$ — Shannon entropiyasi;

n — tasodifiy miqdor qabul qilishi mumkin bo‘lgan natijalar soni;

P_i — i-natijaning yuz berish ehtimolligi;

$\log_2$ — 2 asosli logarifm;

$\sum$ — barcha natijalar bo‘yicha yig‘indi.

Entropiyaning o‘lchov birligi bit hisoblanadi.

Misol. Axborot manbasidan quyidagi belgilar ketma-ketligi olindi:

AAAAABBBCC

Ushbu ketma-ketlikda jami 10 ta belgi mavjud. A belgisi 5 marta, B belgisi 3 marta, C belgisi esa 2 marta uchraydi.

Shundan kelib chiqib, belgilar ehtimolliklari:

$P(\text{A}) = 5/10 = 0{,}5$; $P(\text{B}) = 3/10 = 0{,}3$; $P(\text{C}) = 2/10 = 0{,}2$

$$H(X) = -(0{,}5 \cdot \log_2(0{,}5) + 0{,}3 \cdot \log_2(0{,}3) + 0{,}2 \cdot \log_2(0{,}2))$$

$$H(X) \approx 1{,}485 \text{ bit}$$

Shannon entropiyasi bir qancha muhim matematik xossalarga ega. Ushbu xossalar axborot manbasidagi noaniqlik darajasini baholash va turli ehtimollik taqsimotlarini o‘zaro taqqoslash imkonini beradi [2].

1. Entropiyaning manfiy bo‘lmasligi

Shannon entropiyasi har doim noldan katta yoki nolga teng bo‘ladi:

$$H(X) \geq 0$$

Bu xossa entropiya manfiy qiymat qabul qilmasligini anglatadi.

2. Entropiyaning nolga teng bo‘lishi

Agar tasodifiy miqdor faqat bitta aniq qiymatni qabul qilsa, uning entropiyasi nolga teng bo‘ladi. Bunday holatda noaniqlik mavjud bo‘lmaydi.

$$H(X) = 0$$

3. Entropiyaning maksimal qiymati

Agar n ta mumkin bo‘lgan natijaning barchasi teng ehtimollikka ega bo‘lsa, entropiya eng katta qiymatga erishadi:

$$H(X)_{\max} = \log_2 n$$

Bu xossa barcha natijalar teng ehtimolli bo‘lgan holatda noaniqlik eng yuqori bo‘lishini ko‘rsatadi.

4. Mustaqil hodisalar entropiyasining qo‘shiluvchanligi

Agar ikkita tasodifiy miqdor o‘zaro mustaqil bo‘lsa, ularning birgalikdagi entropiyasi alohida entropiyalari yig‘indisiga teng bo‘ladi. Bu xossa mustaqil axborot manbalaridan olinadigan axborot miqdorini umumiy baholash imkonini beradi [2].

$$H(X, Y) = H(X) + H(Y)$$

Bu yerda $H(X, Y)$ — X va Y tasodifiy miqdorlarning birgalikdagi entropiyasi.

SHANNON ENTROPIYASINING AMALIY QO‘LLANILISHI

Shannon entropiyasi nafaqat nazariy jihatdan, balki amaliy masalalarni hal qilishda ham muhim ahamiyatga ega. U axborot manbalaridagi noaniqlik darajasini baholash, ma’lumotlarni samarali kodlash va aloqa kanallari orqali uzatish jarayonlarini tahlil qilishda qo‘llaniladi. Ayniqsa, ma’lumotlarni siqish va raqamli aloqa tizimlarini takomillashtirishda entropiya tushunchasi muhim nazariy asos hisoblanadi [3].

Ma’lumotlarni siqishda qo‘llanilishi

Shannon entropiyasi ma’lumotlarni siqish jarayonida muhim ahamiyatga ega. Ma’lumotlar tarkibida ayrim belgilar boshqalariga nisbatan ko‘proq uchrashi mumkin. Bunday holatda ko‘p uchraydigan belgilarga qisqaroq kodlar, kam uchraydigan belgilarga esa uzunroq kodlar berish orqali umumiy ma’lumot hajmini kamaytirish mumkin. Bu usul ma’lumotlarni samarali kodlashga asos bo‘ladi [4].

Masalan, matnda “A” harfi boshqa belgilarga qaraganda ko‘proq takrorlansa, unga qisqa kod berish, kam uchraydigan belgilarga esa uzunroq kodlardan foydalanish mumkin. Natijada ma’lumotni ifodalash uchun zarur bo‘lgan umumiy bitlar soni kamayadi.

Misol. Matn tarkibidagi belgilar quyidagicha taqsimlangan bo‘lsin:

A: 0,5; B: 0,3; C: 0,2

Bu taqsimotda A belgisi eng ko‘p, C belgisi esa eng kam uchraydi. Shuning uchun samarali kodlashda A belgisiga qisqaroq, C belgisiga esa uzunroq kod berish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Bu yerda muhim jihat shuki, Shannon entropiyasi ma’lumotlarni siqishning nazariy chegarasini belgilaydi. Ya’ni o‘rtacha kod uzunligini manba entropiyasidan pastga tushirib bo‘lmaydi [4].

Aloqa tizimlarida qo‘llanilishi

Shannon entropiyasi raqamli aloqa tizimlarida axborotni uzatish jarayonini tahlil qilishda muhim o‘rin tutadi. Aloqa tizimida axborot uzatuvchi manbadan qabul qiluvchiga aloqa kanali orqali yetkaziladi. Uzatish jarayonida tashqi shovqinlar yoki kanal xususiyatlari sababli ma’lumotlarning buzilishi mumkin. Axborot nazariyasi bunday sharoitda ma’lumotni ishonchli uzatish imkoniyatlarini matematik jihatdan baholashga yordam beradi [4].

Shannon entropiyasi axborot manbasidagi noaniqlikni baholash orqali kodlash usullarini tanlash va uzatish samaradorligini o‘rganishda qo‘llaniladi. Shuningdek, aloqa kanalining o‘tkazish qobiliyatini aniqlashda ham axborot nazariyasining muhim tushunchalari bilan birgalikda foydalaniladi [3; 4].

SHANNON ENTROPIYASINI HISOBLASH VA NATIJALAR TAHLILI

Shannon entropiyasining matematik mohiyatini yaxshiroq tushunish uchun uni aniq misollar asosida hisoblash va olingan natijalarni tahlil qilish muhimdir. Hisoblash jarayonida axborot manbasidagi belgilar chastotasi, ularning ehtimolliklari hamda umumiy entropiya qiymati aniqlanadi. Bunday tahlil turli ehtimollik taqsimotlarining axborot noaniqligiga qanday ta’sir ko‘rsatishini tushunishga yordam beradi.

Axborot manbasidagi belgilar taqsimotini tahlil qilish orqali ularning takrorlanish chastotasi va yuz berish ehtimolligini aniqlash mumkin. Buni quyidagi misol orqali ko‘rib chiqamiz.

Axborot manbasidan quyidagi belgilar ketma-ketligi olindi:

AAAABBBBCCDD

Ushbu ketma-ketlikdagi har bir belgining takrorlanish soni va yuz berish ehtimolligini aniqlang. Olingan natijalar asosida Shannon entropiyasini hisoblang hamda axborot manbasidagi noaniqlik darajasini tahlil qiling.

1-jadval. Belgilarning takrorlanish chastotasi va ehtimolliklari

Belgi	**A**	**B**	**C**	**D**	**Jami**
Takrorlanishlar soni	4	4	2	2	**12**
Ehtimolligi	0,333	0,333	0,167	0,167	**1**

Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, A va B belgilarining takrorlanish chastotasi bir xil bo‘lib, ularning har biri umumiy belgilar sonining uchdan bir qismini tashkil etadi. C va D belgilarining takrorlanish chastotasi ham o‘zaro teng. Ushbu ehtimolliklar asosida axborot manbasining Shannon entropiyasini hisoblash mumkin.

$H(X) = -\sum$ (i = 1 dan n gacha) $P_i \cdot \log_2 P_i$

$H(X) = -((4/12)\cdot\log_2(4/12) + (4/12)\cdot\log_2(4/12) + (2/12)\cdot\log_2(2/12) + (2/12)\cdot\log_2(2/12))$

$H(X) \approx 1{,}9183$ bit

Entropiyaning ehtimolliklarga bog‘liqligini ko‘rib chiqish uchun ikkita mumkin bo‘lgan natijaga ega axborot manbasini olamiz. Birinchi natijaning ehtimolligini p_1, ikkinchi natijaning ehtimolligini esa p_2 bilan belgilaymiz. Masalan, tanga tashlanganda gerb yoki raqam tushishi mumkin. Bu ikki natijadan biri albatta sodir bo‘ladi, shuning uchun ularning ehtimolliklari yig‘indisi 1 ga teng:

$p_1 + p_2 = 1$

Demak, birinchi natijaning ehtimolligi ma’lum bo‘lsa, ikkinchi natijaning ehtimolligini ham aniqlash mumkin.

Ikki natijali axborot manbasi uchun Shannon entropiyasi quyidagi formula orqali hisoblanadi:

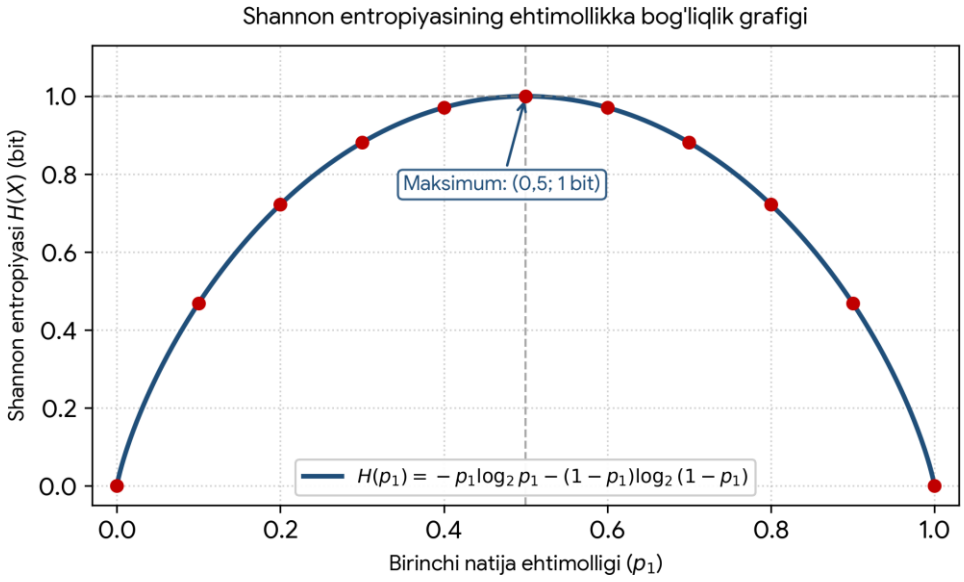
$$H(X) = -(p_1 \cdot \log_2 p_1 + p_2 \cdot \log_2 p_2) = -p_1 \cdot \log_2 p_1 - p_2 \cdot \log_2 p_2$$

2-jadval. Ehtimollik qiymatlariga bog‘liq Shannon entropiyasi

p_1	**0**	**0,1**	**0,2**	**0,3**	**0,4**	**0,5**	**0,6**	**0,7**	**0,8**	**0,9**	**1**
p_2	1	0,9	0,8	0,7	0,6	**0,5**	0,4	0,3	0,2	0,1	0
H(X)	0	0,469	0,722	0,881	0,971	**1**	0,971	0,881	0,722	0,469	0

Jadval natijalaridan ko‘rinib turibdiki, ikki natijaning ehtimolliklari bir-biriga tenglashgan sari entropiya qiymati ortib boradi. $p_1 = p_2 = 0{,}5$ bo‘lgan holatda entropiya eng yuqori qiymatga, ya’ni 1 bitga teng bo‘ladi. Aksincha, natijalardan birining ehtimolligi ortib, ikkinchisiniki kamaygan sari noaniqlik darajasi pasayadi. Demak, ikki natijali axborot manbasida eng katta noaniqlik ikkala natija teng ehtimollikka ega bo‘lganida yuzaga keladi.

Jadvalda keltirilgan qiymatlar asosida Shannon entropiyasining ehtimolliklarga bog‘liqlik grafigini tuzish mumkin.



1-rasm. Shannon entropiyasining ehtimollikka bog‘liqlik grafigi

Grafikdan ko‘rinib turibdiki, birinchi natijaning ehtimolligi 0 dan 0,5 gacha ortib borganda Shannon entropiyasi ham ortadi. Ehtimollik 0,5 ga teng bo‘lgan

nuqtada entropiya o‘zining eng katta qiymati — 1 bitga erishadi. Keyinchalik ehtimollik 1 ga yaqinlashgani sari entropiya kamayib, nolga intiladi. Buning sababi shundaki, natijalardan biri yuz berishi aniq bo‘lib borgani sari axborot manbasidagi noaniqlik kamayadi. Grafik ikki natijali axborot manbasida entropiya ehtimolliklar teng bo‘lgan holatda maksimal bo‘lishini yaqqol namoyon etadi.

XULOSA

Ushbu maqolada axborot nazariyasining muhim tushunchalaridan biri bo‘lgan Shannon entropiyasining nazariy asoslari, matematik xossalari va amaliy qo‘llanilishi ko‘rib chiqildi. Axborot miqdori va entropiya tushunchalari o‘rtasidagi bog‘liqlik yoritilib, entropiya axborot manbasidagi noaniqlik darajasini baholovchi matematik kattalik ekanligi asoslandi.

Maqolada Shannon entropiyasining asosiy xossalari tahlil qilindi hamda belgilar ehtimolliklari asosida entropiyani hisoblashga doir misollar keltirildi. Hisoblash natijalari entropiya qiymati belgilar yoki hodisalarning ehtimollik taqsimotiga bog‘liq ekanligini ko‘rsatdi. Xususan, ikki natijali axborot manbasida natijalar teng ehtimollikka ega bo‘lganda entropiya maksimal qiymatga erishishi, natijalardan biri muqarrar bo‘lib borganda esa nolga kamayishi aniqlandi.

Shuningdek, Shannon entropiyasining ma’lumotlarni siqish va raqamli aloqa tizimlaridagi ahamiyati yoritildi. Umuman olganda, Shannon entropiyasi axborot manbalarining noaniqligini miqdoriy baholash, samarali kodlash usullarini o‘rganish va axborot uzatish jarayonlarini tahlil qilish uchun muhim nazariy asos hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

Shannon C. E. A Mathematical Theory of Communication. – Bell System Technical Journal, 1948. – Vol. 27, No. 3. – P. 379–423.

Gray R. M. Entropy and Information Theory. – 2nd ed. – New York: Springer, 2011. – DOI: 10.1007/978-1-4419-7970-4.

G‘aniyev S. K., G‘ulomov S. R. Axborot nazariyasi va kodlash. – Toshkent: Metodist, 2024. – 132 b. – ISBN: 978-9910-03-184-7.

Chambert-Loir A. Information Theory: Three Theorems by Claude Shannon. – Cham: Springer, 2022. – DOI: 10.1007/978-3-031-21561-2.

REFERENCES

Shannon C. E. A Mathematical Theory of Communication. – Bell System Technical Journal, 1948. – Vol. 27, No. 3. – P. 379–423.

Gray R. M. Entropy and Information Theory. – 2nd ed. – New York: Springer, 2011. – DOI: 10.1007/978-1-4419-7970-4.

G‘aniyev S. K., G‘ulomov S. R. Axborot nazariyasi va kodlash. – Toshkent: Metodist, 2024. – 132 p. – ISBN: 978-9910-03-184-7.

Chambert-Loir A. Information Theory: Three Theorems by Claude Shannon. – Cham: Springer, 2022. – DOI: 10.1007/978-3-031-21561-2.