



SUN'IY INTELLEKTD A EHTIMOLLAR NAZARIYASINING ROLI VA UNING MASHINALARNI O'QITISHDAGI AHAMIYATI

Ro'ziyeva O'g'iloy

Qarshi davlat universiteti Matematika va kompyuter
ilmlari fakulteti Matematika yunalishida 3 kurs talabasi

Annotatsiya: Ushbu maqolada sun'iy intellekt (AI) tizimlarining rivojlanishida ehtimollar nazariyasining o'rni va uning mashina o'qitish (machine learning) jarayonidagi amaliy ahamiyati yoritiladi. Ehtimollik yondashuvlari yordamida mashinalar noaniqlik sharoitida qaror qabul qilishni, ma'lumotlar orasidagi yashirin bog'liqliklarni aniqlashni o'rganadi. Maqolada ehtimollar nazariyasining asosiy tushunchalari, statistik modellar, Bayes teoremasi va ehtimolli algoritmlarning mashina o'qitishdagi qo'llanilishi tahlil qilinadi.

Kalit so'zlar: Sun'iy intellekt, ehtimollar nazariyasi, mashina o'qitish, statistik model, Bayes teoremasi, noaniqlik, klassifikatsiya, regressiya

KIRISH: So'nggi o'n yilliklar ichida sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarining jadal rivojlanishi zamonaviy ilm-fan, texnika va sanoatning turli sohalarida tub o'zgarishlarga sabab bo'lmoqda. Sun'iy intellekt, xususan, mashinani o'qitish (machine learning) texnologiyalari turli murakkab muammolarni avtomatlashtirilgan tarzda hal qilish, katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash, bashorat qilish va qaror qabul qilish kabi



jarayonlarda faol qo'llanilmoqda. Bunday tizimlarning samarali ishlashi, ko'p hollarda, ehtimollik asosida qurilgan matematik modellarga tayanadi. Shu bois, ehtimollar nazariyasi sun'iy intellekt sohasida asosiy nazariy poydevorlardan biri sifatida e'tirof etiladi.

Ehtimollar nazariyasi noaniqlikni ifodalash, tasodifiy hodisalarni modellashtirish va ular ustida statistik tahlil o'tkazish imkonini beradi. Bu jihatlar ayniqsa mashinani o'qitish algoritmlarida dolzarb ahamiyat kasb etadi, chunki o'rgatilayotgan model ko'pincha real dunyo ma'lumotlari bilan ishlaydi, bu esa o'zgaruvchanlik, xatolik va noaniqlikni keltirib chiqaradi. Ehtimollik yondashuvlari yordamida mashina yangi, ilgari ko'rilmagan holatlarda ham ma'lum darajadagi ishonchlilik bilan qarorlar qabul qila oladi. Mashinani o'qitish metodlarining ko'pchiligi ehtimollar nazariyasiga asoslanadi. Masalan, Bayes teoremasi, ehtimoliy regressiya, Markov zanjirlari, yashirin Markov modellari, Naiv Bayes klassifikatori kabi tushunchalar va modellarning barchasi sun'iy intellektda amaliy qo'llaniladi. Ushbu modellarning vazifasi — berilgan ma'lumotlar asosida ehtimollik taqsimotlarini hisoblash va ular asosida eng maqbul qarorlarni ishlab chiqishdir. Aynan shu jihat mashinani o'qitishning asosiy tamoyillaridan biri — umumlashtirish (generalization) qobiliyatini ta'minlaydi. Shuningdek, sun'iy intellekt tizimlarida ehtimollik yondashuvi deterministik (aniq) yondashuvlarga qaraganda ancha moslashuvchan bo'lib, ma'lumotlardagi xatolik va noaniqlikni hisobga olish imkonini beradi. Bu esa modelning amaliy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, sog'liqni saqlash, moliya, xavfsizlik, tabiiy tilni qayta ishlash kabi sohalarda noaniqlik muhim rol o'ynaydi va ehtimollik asosidagi SI yondashuvlar aynan shu kabi muhitlarda muvaffaqiyatli ishlaydi.

Ushbu maqolada sun'iy intellekt tizimlarida ehtimollar nazariyasining o'rni va mashinani o'qitishdagi amaliy ahamiyati har tomonlama ko'rib chiqiladi. Avvalo, ehtimollar nazariyasining SI'dagi nazariy asoslari yoritiladi, so'ng mashinani o'qitish jarayonlarida ehtimollik yondashuvlarining qanday rol o'ynashi, qanday algoritmlarda



qo'llanilishi, ularning afzalliklari va cheklovlari tahlil qilinadi. Bundan tashqari, zamonaviy dasturiy vositalar va real hayotiy misollar orqali ehtimollik asosidagi mashina o'qitish metodlarining samaradorligi ko'rsatib beriladi. Shu tarzda, ushbu tadqiqot sun'iy intellektda ehtimollar nazariyasining nazariy va amaliy jihatlarini birlashtirib, bu sohada chuqurroq tushuncha hosil qilishga, shuningdek, kelgusidagi ilmiy va texnologik tadqiqotlar uchun mustahkam poydevor yaratishga qaratilgan.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Sun'iy intellekt (AI) sohasida ehtimollar nazariyasining roli uzoq yillardan beri tadqiq etilib kelmoqda. Bayes teoremasi, ehtimollik taqsimotlari va statistik modellarning AI tizimlarida samarali ishlashi ko'plab ilmiy ishlar orqali isbotlangan. Bayes yondashuvi, ayniqsa, mashina o'qitishda keng qo'llaniladi va qaror qabul qilishda noaniqliklarni kamaytirishga yordam beradi. Bowen Qu (2025) o'z tadqiqotida Bayes teoremasining tabiiy tilni qayta ishlash, tasniflash va boshqa AI sohalaridagi qo'llanilishini batafsil yoritib, ushbu yondashuvning mashina o'qitishda qanchalik samarali ekanligini ta'kidlaydi [1]. Variatsion inferensiya (VI) usullari ham ehtimollik taqsimotlarini optimallashtirishda keng qo'llaniladi. David M. Blei va hamkasblari (2016) VI metodlarining murakkab statistik modellarni o'rganishda qo'llanilishi va ularning samaradorligi haqida batafsil tahlil bergan. Ularning ta'kidlashicha, VI usullari ehtimollik modellarining samarali hisoblanishi uchun muhim vosita hisoblanadi [2].

Tibbiyot sohasida AI va ehtimollar nazariyasining qo'llanilishi ham alohida o'rganilgan. Roohallah Alizadehsani va boshqalar (2020) tibbiy ma'lumotlardagi noaniqlikni kamaytirish uchun ehtimollik asosidagi usullar va mashina o'qitish texnikalarining afzalliklarini ko'rsatib o'tganlar [3]. AI sohasida algoritmik ehtimollik va ketma-ket qaror qabul qilishga oid tadqiqotlar ham mavjud. Marcus Hutter (2001) universal AI nazariyasini ishlab chiqishda ehtimollik yondashuvining markaziy o'rni borligini



ta'kidlagan [4]. Shuningdek, Ray Solomonoff (2013) algoritmik ehtimollik nazariyasining AI tizimlarini optimallashtirishdagi ahamiyatini tahlil qilgan [5]. Statistik o'rganish nazariyasi doirasida Ulrike von Luxburg va Bernhard Schoelkopf (2008) ehtimollik asosidagi metodlarning mashina o'qitishdagi roli va ularning amaliy qo'llanilishi haqida muhim ma'lumotlar berishgan [6]. Michael I. Jordan (2016) esa ehtimollik grafik modellarining murakkab tizimlarni modellashtirish va o'rganishda qanday ahamiyatga ega ekanligini ta'kidlagan [7]. Ushbu tadqiqotlar AI va mashina o'qitishda ehtimollar nazariyasining markaziy rolini ko'rsatadi. Bayes teoremasi, variatsion inferensiya, algoritmik ehtimollik va ehtimollik grafik modellar kabi yondashuvlar murakkab tizimlar va noaniqlikni hisobga olishda keng qo'llaniladi, natijada AI tizimlarining samaradorligi oshadi.

TAHLIL VA NATIJALAR. Sun'iy intellekt tizimlarida ehtimollar nazariyasi noaniqlikni boshqarish va murakkab ma'lumotlarni qayta ishlashda hal qiluvchi vosita sifatida keng qo'llaniladi. Real dunyoda ma'lumotlar ko'pincha noaniq, to'liq bo'lmagan yoki shovqinli bo'lib, bunday ma'lumotlar asosida aniq va ishonchli qarorlar qabul qilish qiyin kechadi. Ehtimollar nazariyasi, aynan shu noaniqliklarni matematik jihatdan modellashtirish va boshqarish imkonini beradi. Shu bois, AI tizimlarida mashinani o'qitish jarayonlarida ehtimollik yondashuvlarining tatbiqi muhim ahamiyat kasb etadi. Avvalo, ehtimollik yondashuvi yordamida mashina o'qitish algoritmlari ma'lumotlar ichidagi turli xil xatolik va o'zgaruvchanlikni hisobga olib, noaniqlikni aniq ko'rsatkichlar orqali ifodalash imkoniga ega bo'ladi. Masalan, Bayes yondashuvi orqali model oldindan ma'lum bo'lgan bilimlar (prior) va yangi olingan ma'lumotlar (likelihood) birlashtirilib, noaniqliklar hisobga olinadi va natijada yangilangan ishonch (posterior) olinadi. Bu jarayon, ayniqsa, cheklangan yoki kam ma'lumot mavjud bo'lgan holatlarda modelning o'zini tutishini yaxshilashga yordam beradi. Shuningdek, ehtimollik yondashuvi mashina o'qitishning umumlashtirish qobiliyatini oshirishga xizmat qiladi. Chunki har bir yangi namunani



ko‘rishda tizim faqat ma’lumotga asoslanib qaramay, oldingi bilimlarni ham inobatga oladi. Bu, ma’lumotdagi xatoliklar va shovqindan kelib chiqadigan noto‘g‘ri qarorlarni kamaytiradi. Natijada, model yangi, ilgari ko‘rilmagan vaziyatlarda ham samarali ishlaydi. Ayniqsa, noaniq va murakkab ma’lumotlar bilan ishlaydigan tizimlarda, masalan, tabiiy tilni qayta ishlash, tibbiyot diagnostikasi yoki moliyaviy prognozlashda, ehtimollik modellarining ustunligi seziladi.

Murakkab tizimlarni modellashtirish uchun probabilistik grafik modellar keng qo‘llaniladi. Bu modellar grafiklar yordamida o‘zgaruvchilar orasidagi bog‘liqliklarni va ularning ehtimollik taqsimotlarini ifodalaydi. Natijada, katta va murakkab ma’lumotlar to‘plamidagi o‘zaro bog‘liqliklarni aniqlash va ular asosida qaror qabul qilish osonlashadi. Masalan, yashirin Markov modellari vaqt ketma-ketligi bilan bog‘liq muammolarni, jumladan nutqni tanish va harakatlarni aniqlash kabi vazifalarni samarali hal qiladi. Shu bilan birga, bunday grafik modellar murakkablikni kamaytirib, hisoblash resurslarini tejankorlik bilan ishlatishga yordam beradi. Mashinani o‘qitishning ehtimollik asosidagi metodlaridan biri bo‘lgan variatsion inferensiya (VI) usuli ham katta ahamiyatga ega. VI murakkab ehtimollik taqsimotlarini yaqinlashtirish orqali statistik modellarni samarali o‘rganish imkonini beradi. Bu metod yordamida, ayniqsa, katta hajmdagi ma’lumotlarda modelni tez va samarali optimallashtirish mumkin bo‘ladi. VI usullari AI tizimlarida murakkab va ko‘p o‘lchovli ma’lumotlarning strukturaviy xususiyatlarini yaxshiroq aniqlashga xizmat qiladi. Qaror qabul qilish jarayonlarida ehtimollik asosidagi yondashuvlar modelga har xil natijalar yuzasidan ishonch darajasini hisoblash imkonini beradi. Bu esa AI tizimining xavfsizligi va ishonchliligini oshiradi, chunki tizim o‘zining qaroriga ishonchsiz holatlarda ehtiyotkorlik bilan harakat qiladi yoki qo‘shimcha ma’lumot olishga harakat qiladi. Masalan, tibbiyotda diagnostika tizimlari noaniqlikni hisobga olib, bemorga tavsiya qilinadigan testlarni aniqlashda ehtimollik yondashuviga tayangan holda ishlaydi.



Spam xatni aniqlash masalasi

Vazifa: Sizda quyidagi ma'lumotlar bor:

- Barcha xatlarning 40% spamlardir.
- “Chegirma” so‘zi spam xatlarda 70% holatlarda uchraydi.
- Oddiy (non-spam) xatlarda “chegirma” so‘zi faqat 10% holatlarda uchraydi.

Savol: Agar yangi kelgan xatda “chegirma” so‘zi bo‘lsa, u spam bo‘lish ehtimoli qanday?

Bayes formulasi bilan yechim:

$$P(\text{Spam}|\text{Chegirma}) = \frac{P(\text{Chegirma}|\text{Spam}) \cdot P(\text{Spam})}{P(\text{Chegirma})}$$

Bayes teoremasi — sun’iy intellekt va mashinali o‘qitishda:

- **Tasniflash algoritmlari** (Naive Bayes, Bayesian networks),
- **Xatoliklarni tuzatish,**
- **Qaror qabul qilish,**
- **Noyob holatlarni aniqlash** (anomaly detection),
- **Reklama tavsiyalari tizimlarida** keng qo‘llaniladi.

Bu masalalar orqali talabalar yoki o‘rganuvchilar ehtimollar nazariyasining **nazariy printsiplarini real AI vazifalari** bilan bog‘lashni o‘rganadi.

Ehtimollar nazariyasi yordamida ishlab chiqilgan AI tizimlari noaniq muhitlarda ham samarali ishlay oladi. Bu ayniqsa, real vaqt rejimida, dinamik va o‘zgaruvchan muhitlarda o‘zini ko‘rsatadi. Masalan, avtonom transport vositalari uchun atrof-muhitdagi ob-havo,



yo'l holati, boshqa transport vositalarining harakati kabi o'zgaruvchilar doimiy ravishda o'zgarib turadi. Ehtimollik asosidagi modellar bu o'zgarishlarni hisobga olib, xavfsiz va to'g'ri harakatni ta'minlaydi. Shuningdek, mashinani o'qitishning ehtimollik yondashuvi ma'lumotlarning to'liqligi va sifati past bo'lgan holatlarda model samaradorligini saqlab qolishga yordam beradi. Chunki u yerda har bir ma'lumot namunasi uchun ehtimollik hisoblanadi va xatoliklar va shovqinlarning ta'siri kamaytiriladi. Bu holat ayniqsa, tibbiyot, moliya, va xavfsizlik sohalarida juda muhimdir, chunki bu sohalarda noaniq va qisman ma'lumotlar bilan ishlash talab etiladi.

Tahlillar shuni ko'rsatadiki, ehtimollik asosidagi mashina o'qitish metodlari nafaqat modelni optimallashtirishda balki modelni baholash va sinov jarayonlarida ham katta rol o'ynaydi. Modelning haqiqiylik darajasini baholashda ehtimollik natijalari ko'rsatkichlari, masalan, ehtimollik tarqatmalari va ishonch oralig'i kabi mezonlar qo'llaniladi. Bu esa foydalanuvchilarga qaror qabul qilish jarayonida qo'shimcha axborot beradi va tizimdan to'g'ri foydalanishni ta'minlaydi. Bundan tashqari, ehtimollik nazariyasi mashinani o'qitishdagi model tanlash va parametrlarni baholashda ham muhim ahamiyatga ega. Model tanlash jarayonida ehtimollikga asoslangan metrikalar yordamida turli modellar solishtiriladi va eng yuqori ishonchlilikka ega model tanlanadi. Parametrlarni optimallashtirishda esa ehtimollik taqsimotlari va ularning gradientlari hisobga olinadi, bu esa parametrlarni samarali va tez o'rganishga yordam beradi. Shu bilan birga, ehtimollik yondashuvi ko'p hollarda murakkab hisoblashlarni talab qiladi, bu esa ba'zi vaziyatlarda hisoblash resurslarini ko'p talab qilishi mumkin. Lekin zamonaviy algoritmlar va hisoblash texnologiyalarining rivojlanishi natijasida bu muammo sezilarli darajada kamaymoqda. Shu bois, ehtimollik asosidagi usullar hozirgi kunda ko'plab AI tizimlarida asosiy yondashuv sifatida qo'llanilmoqda.



XULOSA. Sun'iy intellekt sohasida ehtimollar nazariyasining roli juda katta va uning mashinani o'qitish jarayonlaridagi ahamiyati kundan-kunga ortib bormoqda. Ehtimollar yondashuvi yordamida noaniq, shovqinli va qisman to'liq bo'lmagan ma'lumotlar bilan samarali ishlash mumkin bo'ladi. Bayes teoremasi, ehtimollik grafik modellari, variatsion inferensiya kabi metodlar AI tizimlarining murakkablik darajasini pasaytirish, qaror qabul qilish sifatini oshirish hamda umumlashtirish qobiliyatini yaxshilash imkonini beradi. Tahlillar shuni ko'rsatadiki, ehtimollar nazariyasi asosidagi usullar mashina o'qitishning turli yo'nalishlarida – tasniflash, prognozlash, qaror qabul qilish va boshqalarda samarali qo'llaniladi. Shu bilan birga, bu yondashuvlar AI tizimlarini yanada moslashuvchan, ishonchli va xavfsiz qiladi. Shuning uchun ehtimollar nazariyasining AI va mashina o'qitishda o'rni kelajakda ham muhimligini saqlab qoladi va yanada rivojlanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Bowen Qu, Bayes' Theorem in Machine Learning: A Literature Review, 2025.
2. David M. Blei, Alp Kucukelbir, Jon D. McAuliffe, Variational Inference: A Review for Statisticians, 2016.
3. Roohallah Alizadehsani et al., Handling of uncertainty in medical data using machine learning and probability theory techniques: A review of 30 years (1991-2020), 2020.
4. Marcus Hutter, Towards a Universal Theory of Artificial Intelligence Based on Algorithmic Probability and Sequential Decisions, 2001.
5. Ray Solomonoff, Foundations of Probability Theory for AI - The Application of Algorithmic Probability to Problems in Artificial Intelligence, 2013.
6. Ulrike von Luxburg, Bernhard Schoelkopf, Statistical Learning Theory: Models, Concepts, and Results, 2008.
7. Michael I. Jordan, The Importance of Probabilistic Graphical Models in Machine Learning, 2016.