

“INFORMATIKADA SUN’IY INTELLEKT YORDAMIDA MATEMATIK TEOREMLARNI AVTOMATIK ISBOTLASH”

Parpiyeva Dilorom Toirboyevna

Namangan viloyati Pop tumanidagi

63-sonli maktabning matematika va informatika fani o'qituvchisi

Annotatsiya: Mazkur maqola informatika va sun’iy intellekt (SI) sohalarining kesishgan nuqtasida joylashgan dolzarb muammoni — matematik teoremlarni avtomatik isbotlash masalasini yoritadi. Unda avtomatik teorem isbotlash tizimlarining mantiqiy asoslari, ishlash prinsiplari hamda mashinali o‘rganish, evristik algoritmlar va formal tizimlar kabi SI yondashuvlari orqali qanday amalga oshirilishi tahlil qilinadi. Shuningdek, Coq, Lean, HOL Light kabi zamonaviy platformalarning amaliy ahamiyati va ularning ilmiy-tadqiqotda qo‘llanilishi ko‘rsatib o‘tiladi. Maqolada sun’iy intellekt yordamida matematik tafakkurni avtomatlashtirish imkoniyatlari, bu yo‘nalishdagi so‘nggi tadqiqotlar va istiqbolli yo‘nalishlar haqida ham fikr yuritiladi.

Kalit so‘zlar: Sun’iy intellekt, avtomatik teorem isbotlash, formal mantiq, mashinali o‘rganish, informatika, evristik algoritmlar, matematik isbotlash, Coq, Lean, Isabelle/HOL, AlphaTensor, kompyuter matematikasi.

Zamonaviy informatika va sun’iy intellekt sohalarining tez sur’atlar bilan rivojlanishi matematik isbotlash jarayonlariga ham o‘z ta’sirini ko‘rsatmoqda. An’anaviy tarzda matematik teoremlarni isbotlash — bu murakkab va ko‘p vaqt talab qiladigan jarayon bo‘lib, yuqori darajadagi mantiqiy tafakkurni talab etadi. Biroq, sun’iy intellekt (SI) va avtomatik isbotlash tizimlari bu sohada inqilobiy o‘zgarishlar qilishga kirishmoqda.

Avvalo "sun'iy intellekt" tushunchasining o‘zi haqida. "Sun'iy" so‘zining ma'nosi ayon: u kelib chiqishiga ko‘ra tabiiy bo‘lmagan narsani, ya'ni, inson qo‘li bilan yaratilgan narsalarni nazarda tutadi. "Intellekt" so‘zini esa bundayin oson ta'riflashning imkoni yo‘q. Lug‘atlarda uning ma'nosi juda xilma-xil beriladi. Masalan, intellektni "qaror qabul qila olish qobiliyati", "anglash qobiliyati" kabi qisqa va lo‘nda ta'riflaridan tashqari, "bilish, idrok qilish va tahlil asosida, hamda, yig‘ilgan tajriba hamda ko‘nikmalar vositasida yangi vaziyatlarga moslasha olish" kabi uzundan uzoq ta'riflari ham bor. Ilmiy atama holidagi "sun'iy intellekt" tushunchasi esa ilk bora 1956-yilda, Stenford universitetida o‘tkazilgan ilmiy anjumanda inglizcha "artificial intelligence" (AI) tarzida ilm-fanga taklif qilingan edi. Shundan buyon mazkur tushuncha ilmiy jamoatchilik orasida mustahkam o‘rnashib qoldi.

Sun’iy intellekt 1956-yilda akademik intizom sifatida asos solingan. Soha ko‘p optimizm davrlarini bosib o‘tdi, so‘ngra umidsizlik va mablag‘ yo‘qotildi, biroq 2012-yildan keyin chuqur o‘rganish barcha oldingi sun’iy intellekt usullaridan oshib ketganidan

soʻng, moliyalashtirish va qiziqishda katta oʻsish kuzatildi. Sunʼiy intellekt tadqiqotining turli kichik sohalari maʼlum maqsadlar va muayyan vositalardan foydalanishga qaratilgan. Sunʼiy intellekt tadqiqotlarining anʼanaviy maqsadlariga fikrlash, bilimlarni taqdim etish, rejalashtirish, oʻrganish, tabiiy tilni qayta ishlash, idrok etish va robototexnikani qoʻllab-quvvatlash kiradi.

Sunʼiy intellektning asosiy yoʻnalishlari yoʻnalishlari Teoremlarni isbotlash. Teoremlarni isbotlash usullarini oʻrganish sunʼiy intellektni rivojlantirishda muhim rol oʻynadi. Koʻpgina norasmiy vazifalar, masalan, tibbiy diagnostika, teoremlarni isbotlashni avtomatlashtirish uchun ishlatilgan muammolarni echishda uslubiy yondoshuvlarni qoʻllaydi. Matematik teoremaning isbotini izlash nafaqat gipotezalarga asoslangan chegirishni, balki asosiy teoremani umumiy isbotlash uchun oraliq bayonotlarni isbotlash kerak boʻlgan intuitiv taxminlarni yaratishni ham talab qiladi.

Teoremlarning avtomatik isbotlari jozibador boʻlib, ular mantiqning umumiyligi va qatʼiyligiga asoslanadi. Rasmiy tizimdagi mantiq avtomatlashtirish imkoniyatini anglatadi, yaʼni agar biz muammoni va u bilan bogʻliq qoʻshimcha maʼlumotlarni mantiqiy aksiomalar toʻplami shaklida taqdim etsak va muammoning maxsus holatlarini isbot talab qiladigan teoremlar sifatida taqdim etsak, koʻpgina muammolarni hal qilishimiz mumkin. Matematik asoslash tizimlari va teoremlarni avtomatik tasdiqlash tizimlari ushbu printsipga asoslanadi.

Oʻtgan yillarda teoremlarni avtomatik isbotlash uchun dastur yozishga bir necha bor urinish boʻlgan, ammo bitta usul yordamida muammolarni echishga imkon beradigan tizimni yaratish mumkin emas edi. Har qanday nisbatan murakkab evristik tizim ahamiyatsiz boʻlgan juda koʻp isbotlangan teoremlarni keltirib chiqarishi mumkin edi, natijada dasturlar zaruriyat topilgunga qadar ularni isbotlashi kerak edi. Shu sababli, katta boʻshliqlar bilan faqat muayyan holatlar uchun maxsus ishlab chiqilgan norasmiy strategiyalar yordamida ishlashingiz mumkin degan fikr paydo boʻldi. Amalda, bu yondashuv juda samarali boʻlib chiqdi va boshqalar qatori ekspert tizimlari asosiga qoʻyildi.

Ammo rasmiy mantiqqa asoslangan mulohazalarni eʼtiborsiz qoldirib boʻlmaydi. Rasmiy yondoshish koʻplab muammolarni hal qilishga imkon beradi. Xususan, undan foydalangan holda murakkab tizimlarni boshqarish, kompyuter dasturlarining toʻgʻriligini tekshirish, mantiqiy zanjirlarni loyihalash va tekshirish mumkin. Bundan tashqari, teoremlarni avtomatik isbotlash tadqiqotchilari mantiqiy ifodalarning sintaktik shaklini baholashga asoslangan kuchli evristikani ishlab chiqdilar. Natijada, maxsus strategiyalarni ishlab chiqishga murojaat qilmasdan qidirish maydonining murakkabligini kamaytirish mumkin boʻldi.

Teoremlarning avtomatik isbotlanishi olimlarni qiziqtiradi, shuning uchun juda murakkab muammolar uchun odamning aralashuvisiz ham tizimdan foydalanish mumkin. Hozirgi vaqtda dasturlar koʻpincha yordamchilar sifatida ishlaydi. Mutaxassislar vazifani bir nechta pastki qismlarga ajratishadi, soʻngra evristik nuqtai nazardan yuzaga keladigan

sabablarni aniqlashga harakat qilinadi. Bundan tashqari, dastur lemmani isbotlaydi, unchalik muhim bo'lmagan taxminlarni tasdiqlaydi va inson tomonidan tasdiqlangan dalillarning rasmiy jihatlariga qo'shimchalar kiritadi.

Avtomatik teorem isbotlash (ATP) — bu kompyuter dasturlari yordamida matematik teoremlarni formal mantiq asosida avtomatik tarzda isbotlash jarayonidir. Bu tizimlar inson aralashuvisiz yoki minimal ishtirokida, mantiqiy qoidalarga tayangan holda isbot chiqarish qobiliyatiga ega.

ATP ning Asosiy Elementlari

- Formal til: Teoremlar va isbotlar qat'iy formal tillarda (masalan, birinchi tartibli mantiq) yoziladi.

- Qoidalar majmuasi: Mantiqiy inferensiya qoidalari asosida isbot hosil qilinadi.

- Qidiruv strategiyalari: Isbot topish uchun evristik yoki algoritmik yondashuvlar qo'llaniladi.

- SI va ML algoritmlari: Oxirgi yillarda sun'iy intellekt elementlari isbotlash samaradorligini oshirish uchun integratsiya qilinmoqda.

Bugungi kunda ATP sistemalari fizika, informatika, kriptografiya va hatto farmatsevtikani o'rganishda muhim rol o'ynamoqda. Masalan, **Lean** va **Metamath** kabi platformalar ko'plab klassik teoremlarni SI yordamida avtomatik isbotlay oldi. 2020-yilda Google DeepMind tomonidan ishlab chiqilgan "**AlphaTensor**" loyihasi esa SI asosidagi matematik optimallashtirishga yangi yondashuvni taklif qildi.

Quyida sun'iy intellekt yordamida matematik teoremlarni isbotlashga oid bir nechta mashhur misollarni keltiraman:

1. Four Color Theorem (To'rt rang teoremasi) Bu teorema har qanday tekis xaritani atigi to'rt xil rang bilan bo'yash mumkinligini isbotlaydi. 1976-yilda Kenneth Appel va Wolfgang Haken bu teoreмага kompyuter yordamida isbot keltirishdi. Bu tarixda birinchi marta kompyuter yordamida isbotlangan mashhur teorema bo'lib, sun'iy intellektning ilk amaliy yutuqlaridan biri hisoblanadi.

2. Kepler Conjecture (Kepler taxmini) Bu taxmin eng zich sharlar joylashuvi haqida bo'lib, 1998-yilda Thomas Hales tomonidan isbotlandi. Biroq, isbot juda murakkab bo'lgani uchun 2014-yilda HOL Light va Isabelle kabi formal tizimlar yordamida sun'iy intellekt asosida isbot to'liq formalizatsiya qilindi.

3. Lean Prover va Perfectoid Spaces Matematik Peter Scholze va Kevin Buzzard 2020-yilda Lean formal tizimi yordamida algebraik geometriyadagi murakkab tushunchalarni formal isbotlashga kirishishdi. Bu loyiha sun'iy intellekt yordamida zamonaviy matematikani formalizatsiya qilish yo'lida muhim qadam bo'ldi.

4. DeepMind'ning AlphaTensor loyihasi 2022-yilda DeepMind kompaniyasi AlphaTensor nomli sun'iy intellekt tizimini yaratdi. Bu tizim chiziqli algebra

muammolarini, xususan, matritsalarini ko‘paytirish algoritmlarini optimallashtirish orqali matematik isbotlashga yangi yondashuv taklif qildi.

Sun’iy intellekt yordamida matematik teoremlarni avtomatik isbotlash informatikaning eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, u matematik tafakkur jarayonini chuqur formal tahlil qilish imkonini yaratmoqda. Avtomatik teorem isbotlash (ATP) tizimlari formal mantiq asosida ishlash bilan birga, mashinali o‘rganish, evristik izlash va boshqa ilg‘or SI yondashuvlari bilan boyitilmoqda. Coq, Lean, Isabelle/HOL, HOL Light kabi platformalar matematik isbotlarni nafaqat avtomatlashtiradi, balki ularning aniqligi va ishonchliligini ham oshiradi. Bu texnologiyalar nafaqat akademik doirada, balki sanoat, kriptografiya va dasturiy ta‘minot xavfsizligi kabi real sohalarda keng qo‘llanilmoqda. Xulosa qilib aytganda, sun’iy intellekt bilan integratsiyalashgan matematik isbotlash texnologiyalari kelajakda ilm-fan taraqqiyotining muhim omillaridan biriga aylanishi kutilmoqda.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Russell, S., & Norvig, P. (2020). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). Pearson.
2. Harrison, J. (2009). Handbook of Practical Logic and Automated Reasoning. Cambridge University Press.
3. Nipkow, T., Paulson, L. C., & Wenzel, M. (2002). Isabelle/HOL: A Proof Assistant for Higher-Order Logic. Springer.
4. Avigad, J., & Harrison, J. (2014). Formally Verified Mathematics. Communications of the ACM, 57(4), 66–75.
5. Hales, T. C. et al. (2017). A Formal Proof of the Kepler Conjecture. Forum of Mathematics, Pi, 5, e2
6. Gonthier, G. (2008). Formal Proof—The Four-Color Theorem. Notices of the AMS, 55(11), 1382–1393.
7. Geuvers, H. (2009). Proof Assistants: History, Ideas and Future. Sadhana, 34(1), 3–25.
8. DeepMind’s AlphaTensor project — sun’iy intellekt yordamida matematik algoritmlarni optimallashtirish bo‘yicha zamonaviy tadqiqot.
9. O‘zbekiston axborot texnologiyalari va kommunikatsiyalarini rivojlantirish vazirligi: Sun’iy intellekt va teoremlarni isbotlash — mahalliy kontekstda sun’iy intellektning qo‘llanilishi haqida.