LLM ASOSIDAGI KO‘P AGENTLI TIZIMLARDA ALOQA SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARINING TASNIFI VA TAHLILI

Ametova Shahnoza Rustamovna
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Katta til modellari (LLM) asosidagi ko‘p agentli tizimlarda murakkab masala bir nechta ixtisoslashgan agentlar o‘rtasida taqsimlanadi va ular tabiiy tildagi xabarlar orqali muvofiqlashadi [1]. Agentlar soni ortgani sari mumkin bo‘lgan aloqa bog‘lanishlari soni kvadratik o‘sadi, xabarlarning salmoqli qismi esa takrorlanuvchi yoki masalaga aloqasi kam axborotdan iborat bo‘lib qoladi. Bu token sarfi, hisoblash xarajati va javob kechikishini oshiradi, natijada foydalanuvchiga yetkaziladigan axborot ham ortiqcha yuklanadi.

Tezisning maqsadi – aloqa samaradorligini oshirishga qaratilgan mavjud usullarni yagona mezonlar asosida tasniflash va hal etilmagan muammolarni aniqlash. Har bir usul uchta mezon bo‘yicha baholandi: (a) almashinuvdagi ortiqcha axborotni kamaytiradimi; (b) axborotni masala maqsadiga semantik muhimligi bo‘yicha tanlaydimi; (c) axborotni qabul qiluvchi insonning kognitiv yukini hisobga oladimi.

Tahlil natijasida yettita yo‘nalish ajratildi. Graf va topologiyani qisqartirish usullari ta’siri past bog‘lanishlar va ortiqcha agentlarni chiqarib tashlaydi [2, 3]; masalan, AgentDropout so‘rov va javob tokenlarini mos ravishda taxminan 21,6% va 18,4% ga kamaytiradi [3]. Xabarlarni siqish va munozarani siyraklashtirish usullari uzun kontekstni qisqartiradi [4] yoki munozarada faqat yangi axborotni tarqatib, token sarfini 94,5% gacha kamaytiradi [5]. Samaradorlik va natijadorlikni birgalikda o‘qitish yondashuvi mukofot funksiyasi orqali token sarfini kamaytiradi [6]. Semantik va maqsadga yo‘naltirilgan aloqa bitlar o‘rniga ma’noni uzatishni taklif etadi [7], izlash bilan boyitilgan generatsiya esa agentga faqat tegishli hujjatlarni yetkazadi [8]. Agentlararo aloqa protokollari almashinuv formatini standartlashtiradi [9], inson-agent jamoaviyligiga oid ishlar esa inson omili va shaffoflikni o‘rganadi [10]. Yo‘nalishlarning mezonlar bo‘yicha tasnifi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Aloqa samaradorligini oshirish yo‘nalishlarining tasnifi

Yo‘nalish	Ortiqchalikni kamaytirish	Semantik tanlash	Inson yuki
Graf va topologiyani qisqartirish [2, 3]	Ha	Yo‘q	Yo‘q
Siqish va siyraklashtirish [4, 5]	Ha	Qisman	Yo‘q
Birgalikda o‘qitish [6]	Ha	Yo‘q	Yo‘q
Semantik aloqa [7]	Qisman	Ha	Yo‘q
Izlash (RAG) [8]	Qisman	Qisman	Yo‘q
Aloqa protokollari [9]	Yo‘q	Yo‘q	Yo‘q
Inson-agent jamoaviyligi [10]	Yo‘q	Yo‘q	Qisman

1-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, yo‘nalishlarning birortasi ham uchala mezonni bir vaqtda qanoatlantirmaydi. Dastlabki uchta yo‘nalish faqat mashina tomonida ishlaydi va token xarajati bilan baholanadi; semantik aloqa va izlash usullari muhimlik tushunchasini kiritadi, biroq mashina qabul qiluvchilarga yo‘naltirilgan; insonga yo‘naltirilgan tadqiqotlar esa kognitiv yukni o‘lchaydi, lekin uni axborot almashinuvini optimallashtirishga bog‘lamaydi.

Jadvaldagi «qisman» baholari shuni anglatadiki, siqish usullari semantik tanlashni bilvosita bajaradi, semantik aloqa va izlash usullari esa ortiqchalikni faqat muhim axborotni uzatish hisobiga kamaytiradi; inson-agent jamoaviyligiga oid ishlar esa insonning yukini o‘lchaydi, lekin undan almashinuvni boshqarishda foydalanmaydi.

Olingan natijalar asosida uchala mezonni qanoatlantiruvchi yondashuvni uch darajali arxitektura sifatida tavsiflash mumkin: agentlar darajasida ortiqcha xabarlar qisqartiriladi, xabarlar darajasida mazmun masala maqsadiga semantik muhimligi bo‘yicha filtrlanadi, inson darajasida esa axborot foydalanuvchining kognitiv byudjeti doirasida taqdim etiladi.

Xulosa qilib aytganda, LLM asosidagi ko‘p agentli tizimlarda aloqa samaradorligini oshirish uchun ortiqchalikni kamaytirish, semantik tanlash va inson yukini hisobga olish yagona yondashuv doirasida birlashtirilishi zarur. Bunday yondashuv keyingi tadqiqotlarda adaptiv semantik tanlash algoritmi ko‘rinishida ishlab chiqilishi rejalashtirilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Tran K.-T., Dao D., Nguyen M.-D. va boshq. Multi-agent collaboration mechanisms: a survey of LLMs / arXiv preprint arXiv:2501.06322, 2025.

2. Zhang G., Yue Y., Li Z. va boshq. Cut the crap: an economical communication pipeline for LLM-based multi-agent systems / ICLR 2025 materiallari, Singapur, 2025.

3. Wang Zh., Wang Y., Liu X. va boshq. AgentDropout: dynamic agent elimination for token-efficient and high-performance LLM-based multi-agent collaboration / ACL 2025 materiallari, Vena, 2025, 24013–24035-b.

4. Jiang H., Wu Q., Luo X. va boshq. LongLLMLingua: accelerating and enhancing LLMs in long context scenarios via prompt compression / arXiv preprint arXiv:2310.06839, 2023.

5. Zeng Y., Huang W., Jiang L. va boshq. S²-MAD: breaking the token barrier to enhance multi-agent debate efficiency / NAACL 2025 materiallari, Albukerke, 2025, 9393–9408-b.

6. Chen W., Yuan J., Qian C. va boshq. Optima: optimizing effectiveness and efficiency for LLM-based multi-agent system / Findings of ACL 2025, Vena, 2025, 11534–11557-b.

7. Calvanese Strinati E., Barbarossa S. 6G networks: beyond Shannon towards semantic and goal-oriented communications / Computer Networks, 2021, Vol. 190, 107930.

8. Lewis P., Perez E., Piktus A. va boshq. Retrieval-augmented generation for knowledge-intensive NLP tasks / Advances in Neural Information Processing Systems, 2020, Vol. 33, 9459–9474-b.

9. Yang Y., Chai H., Song Y. va boshq. A survey of AI agent protocols / arXiv preprint arXiv:2504.16736, 2025.

10. Endsley M.R. Supporting human-AI teams: transparency, explainability, and situation awareness / Computers in Human Behavior, 2023, Vol. 140, 107574.