INSON-AGENT TIZIMLARIDA KOGNITIV BYUDJETNI HISOBGA OLGAN HOLDA AXBOROTNI SEMANTIK TANLASH YONDASHUVI

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

LLM asosidagi agentlar murakkab masalalarni yechishda foydalanuvchiga oraliq va yakuniy natijalar, izohlar hamda ogohlantirishlar ko‘rinishida ko‘plab xabarlar yetkazadi [1]. Inson esa axborotni cheklangan ishchi xotira orqali qabul qiladi va har bir xabarni tushunish vaqt hamda aqliy kuch talab qiladi [2], shu sababli barcha xabarlarni ketma-ket yetkazish uning ortiqcha yuklanishiga va muhim axborotning e’tibordan chetda qolishiga olib keladi.

Mavjud usullar asosan agentlararo token sarfini kamaytiradi [3, 4], lekin qaysi xabarlar insonga yetkazilishi kerakligini hal qilmaydi. Ushbu tezisda xabarlarni semantik muhimligi va kognitiv yuki asosida tanlash yondashuvi taklif etiladi.

Masalani quyidagicha qo‘yamiz. Agentlar tayyorlagan xabarlar to‘plami M berilgan bo‘lsin; har bir m xabar uchun $r(m) \in [0; 1]$ – uning masala maqsadiga semantik muhimligi, $\kappa(m)$ – uni tushunish uchun zarur bo‘lgan aqliy operatsiyalar soni, $\tau_M \approx 1{,}35$ s – bitta aqliy operatsiyaning davomiyligi [2], B_H – foydalanuvchining kognitiv byudjeti. U holda insonga yetkaziladigan $S \subseteq M$ to‘plamni tanlash quyidagi masalaga keltiriladi:

$$\max_{S \subseteq M} \sum_{m \in S} r(m), \quad \sum_{m \in S} \kappa(m) \cdot \tau_M \le B_H \qquad (1)$$

(1) masala 0-1 ryukzak (knapsack) masalasining xususiy holi bo‘lib, umumiy holda NP-murakkab hisoblanadi [5]. Shu sababli real vaqt rejimida xabar ustuvorligini birlik kognitiv yukka to‘g‘ri keladigan muhimlik sifatida aniqlovchi ochko‘z (greedy) yondashuv qo‘llaniladi [5]:

$$p(m) = \frac{r(m)}{\kappa(m)} \qquad (2)$$

Taklif etilayotgan tanlash algoritmi quyidagi bosqichlardan iborat: 1) har bir xabarning semantik muhimligi $r(m)$ uning mazmuni va masala maqsadining vektor tasvirlari (embedding) o‘rtasidagi o‘xshashlik asosida baholanadi; 2) tanlangan xabarlarga juda o‘xshash takroriy xabarlar chiqarib tashlanadi; 3)

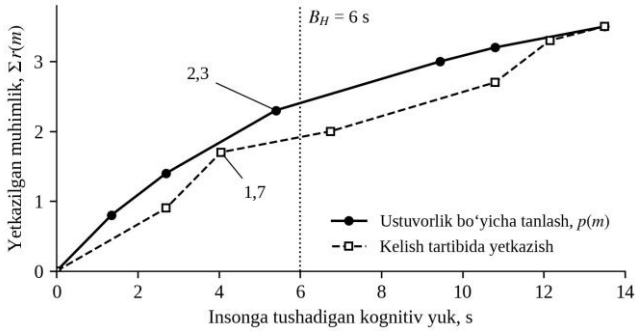
qolgan xabarlar $p(m)$ ustuvorlik bo‘yicha kamayish tartibida saralanadi; 4) xabarlar (1) dagi cheklov bajarilgunga qadar ketma-ket tanlanadi; 5) tanlanmagan xabarlar qisqa umumlashma sifatida beriladi.

Shartli misolda agentlar oltita xabar tayyorlagan, foydalanuvchining kognitiv byudjeti $B_H = 6$ s (1-jadval).

1-jadval. Shartli misol: xabarlar va tanlash natijasi

Xabar	$r(m)$	**κ(m)**	**Yuk, s**	$p(m)$	**Tanlandi**
m_1	0,9	2	2,70	0,45	Ha
m_2	0,8	1	1,35	0,80	Ha
m_3	0,3	2	2,70	0,15	Yo‘q
m_4	0,7	3	4,05	0,23	Yo‘q
m_5	0,6	1	1,35	0,60	Ha
m_6	0,2	1	1,35	0,20	Yo‘q

Barcha xabarlar yetkazilsa, umumiy yuk 13,5 s ga, ya’ni byudjetdan 2,25 baravar ko‘pga teng. Ustuvorlik bo‘yicha tanlashda m_2, m_5 va m_1 xabarlar tanlanadi: ularning umumiy yuki 5,4 s, yetkazilgan muhimlik esa 2,3 ga teng, ya’ni umumiy muhimlikning (3,5) qariyb 66 foizi umumiy yukning atigi 40 foizi hisobiga yetkaziladi. Xabarlar kelish tartibida yetkazilganda esa byudjet doirasiga faqat m_1 va m_2 sig‘adi va yetkazilgan muhimlik 1,7 ni tashkil etadi (1-rasm).



1-rasm. Kognitiv yuk va yetkazilgan semantik muhimlik o‘rtasidagi bog‘liqlik

Demak, bir xil byudjetda ustuvorlik bo‘yicha tanlash foydalanuvchiga taxminan 35% ko‘proq muhim axborot yetkazadi. Taklif etilgan yondashuv insonga yetkaziladigan axborot hajmini kognitiv byudjet bilan cheklab, eng muhim xabarlarning birinchi navbatda yetkazilishini ta’minlaydi. Keyingi bosqichda algoritm real LLM agentlari ishtirokida modellashtiriladi, foydalanuvchining subyektiv yuki esa NASA-TLX usuli [6] yordamida baholanadi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Wang L., Ma C., Feng X. va boshq. A survey on large language model based autonomous agents / Frontiers of Computer Science, 2024, Vol. 18, No. 6, 186345.

2. Card S.K., Moran T.P., Newell A. The Psychology of Human-Computer Interaction. – Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1983, 469-b.

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. 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.

5. Kellerer H., Pferschy U., Pisinger D. Knapsack Problems. – Berlin: Springer, 2004, 546-b.

6. Hart S.G., Staveland L.E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): results of empirical and theoretical research / Advances in Psychology, 1988, Vol. 52, 139–183-b.