

AXBOROT TIZIMLARIDA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDAGI INTEGRATSIYA MODELLARI TAHLILI

Xolmuminov Oybek Tuxtayevich

*O'zbekiston jahon tillari universiteti "Zamonaviy axborot texnologiyalari va sun'iy intellekt"
kafedrası o'qituvchisi*

Annotatsiya. Ushbu maqolada axborot tizimlarida sun'iy intellekt asosidagi integratsiya modellari tahlil qilinadi hamda ularning samaradorligi, moslashuvchanligi va kengayuvchanligi baholanadi. Zamonaviy axborot tizimlarida katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash va real vaqt rejimida qaror qabul qilish zarurati integratsiya jarayonlarini murakkablashtirmoqda. Tadqiqot doirasida SOA, Microservices, Event-Driven Architecture, API-based va Data Integration modellari sun'iy intellekt tizimlari bilan integratsiya qilish nuqtai nazaridan taqqoslab o'rganildi. Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, an'anaviy modellarga nisbatan microservices va event-driven arxitekturalari sun'iy intellekt asosidagi tizimlarda yuqori samaradorlikni ta'minlaydi. Shuningdek, gibrid integratsiya yondashuvi eng optimal yechim sifatida asoslab berildi. Tadqiqot natijalari zamonaviy aqlli tizimlarni loyihalash va rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Tayanch so'zlar. axborot tizimlari, sun'iy intellekt, integratsiya modellari, microservices, event-driven arxitektura, API integratsiya, ma'lumotlar integratsiyasi, gibrid model.

Abstract. This paper analyzes integration models for information systems based on artificial intelligence and evaluates their efficiency, flexibility, and scalability. In modern systems, the need to process large volumes of data and support real-time decision-making significantly increases the complexity of integration processes. The study compares SOA, Microservices, Event-Driven Architecture, API-based, and Data Integration models in the context of AI system integration. The results show that, compared to traditional approaches, microservices and event-driven architectures provide higher efficiency in AI-based systems. Furthermore, a hybrid integration approach is justified as the most optimal solution. The findings can be effectively applied in the design and development of modern intelligent information systems.

Keywords. information systems, artificial intelligence, integration models, microservices, event-driven architecture, API integration, data integration, hybrid model.

Аннотация. В данной статье анализируются модели интеграции информационных систем на основе искусственного интеллекта и оцениваются их эффективность, гибкость и масштабируемость. В современных условиях необходимость обработки больших объемов

данных и принятия решений в реальном времени усложняет процессы интеграции. В рамках исследования были рассмотрены модели SOA, Microservices, Event-Driven Architecture, API-based и Data Integration с точки зрения их применения в системах искусственного интеллекта. Результаты анализа показали, что микросервисная и событийно-ориентированная архитектуры обеспечивают более высокую эффективность по сравнению с традиционными подходами. Также обоснована целесообразность использования гибридной модели интеграции. Полученные результаты имеют практическое значение для разработки современных интеллектуальных систем.

Ключевые слова. информационные системы, искусственный интеллект, модели интеграции, микросервисы, событийно-ориентированная архитектура, API-интеграция, интеграция данных, гибридная модель.

KIRISH

Zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining jadal rivojlanishi natijasida axborot tizimlari tobora murakkablashib, ularning funksional imkoniyatlari kengayib bormoqda. Ayniqsa, sun'iy intellekt (AI) texnologiyalarining joriy etilishi tizimlarning nafaqat ma'lumotlarni qayta ishlash, balki mustaqil qaror qabul qilish, prognozlash va adaptiv boshqaruv imkoniyatlarini ham sezilarli darajada oshirmoqda. Shu bilan birga, turli platformalar, servislar va ma'lumot manbalari asosida ishlab chiqilgan tizimlarni o'zaro integratsiya qilish masalasi yanada dolzarb tus olmoqda[1].

Sun'iy intellekt asosidagi tizimlar odatda katta hajmdagi ma'lumotlar oqimi, real vaqt rejimida ishlash va yuqori hisoblash quvvatini talab etadi. Bu esa an'anaviy integratsiya modellari - xususan, SOA va ESB kabi markazlashgan arxitekturalarning imkoniyatlarini cheklab qo'yadi. Natijada, zamonaviy tizimlarda moslashuvchan, kengayuvchan va kam bog'liqlikka ega (loosely coupled) integratsiya yondashuvlariga ehtiyoj ortmoqda[2].

So'nggi yillarda microservices, event-driven architecture va API-based integratsiya modellari sun'iy intellekt tizimlari bilan samarali ishlash imkoniyatlari bilan ajralib turmoqda. Ushbu yondashuvlar modullilik, mustaqil rivojlanish va real vaqt rejimida ma'lumot almashinuvini ta'minlash orqali aqlli tizimlarning samaradorligini oshiradi. Biroq, mavjud modellarning har biri ma'lum cheklolarga ega bo'lib, ularni universal yechim sifatida qo'llash imkonini bermaydi[3].

Mazkur maqolaning maqsadi axborot tizimlarida sun'iy intellekt asosidagi integratsiya modellari (SOA, Microservices, Event-Driven, API-based va Data Integration)ni tahlil qilish, ularning asosiy xususiyatlarini taqqoslash hamda zamonaviy aqlli tizimlar uchun eng optimal integratsiya yondashuvini aniqlashdan iborat.

MASALANING QO'YILISHI

Zamonaviy axborot tizimlarida sun'iy intellekt texnologiyalarining keng joriy etilishi integratsiya jarayonlariga yangi talablarni qo'yimoqda. AI asosidagi tizimlar katta hajmdagi ma'lumotlarni qayta ishlash, real vaqt rejimida ishlash va yuqori darajadagi moslashuvchanlikni talab qiladi. Shu sababli, mavjud integratsiya modellari ushbu talablarni to'liq qondira olmaydi.

An'anaviy integratsiya yondashuvlari, xususan SOA va ESB, markazlashgan boshqaruvga asoslangan bo'lib, ular yuqori yuklama va tezkor o'zgaruvchan muhitlarda samaradorlikni yo'qotadi. Shu bilan birga, microservices, event-driven va API-based integratsiya modellari yuqori moslashuvchanlikni ta'minlasa-da, ularning sun'iy intellekt tizimlari bilan samarali integratsiyasi hali to'liq o'rganilmagan[4].

Mavjud ilmiy ishlarda integratsiya modellari asosan umumiy tizimlar uchun tahlil qilingan bo'lib, sun'iy intellektga xos xususiyatlar - masalan, real vaqtli ma'lumot oqimi, model inferensiyasi, katta hajmdagi hisoblash jarayonlari va dinamik qaror qabul qilish mexanizmlari yetarlicha inobatga olinmagan.

Shu sababli, axborot tizimlarida sun'iy intellekt asosidagi integratsiya modellari samaradorligini baholash, ularni asosiy mezonlar bo'yicha taqqoslash va AI tizimlari uchun optimal integratsiya yondashuvini aniqlash dolzarb ilmiy masala hisoblanadi.

YECHISH USULI

Ushbu tadqiqotda axborot tizimlarida sun'iy intellekt asosidagi integratsiya modellari samaradorligini baholash uchun kompleks tahliliy yondashuv qo'llanildi. Tadqiqot doirasida keng qo'llaniladigan integratsiya modellari - SOA (Service-Oriented Architecture), Microservices, Event-Driven Architecture (EDA), API-based integratsiya va Data Integration (ETL/ELT) - tanlab olindi va ular sun'iy intellekt tizimlari bilan integratsiya qilish nuqtai nazaridan o'rganildi[5].

Tahlil jarayonida har bir model quyidagi asosiy mezonlar bo'yicha baholandi: moslashuvchanlik (flexibility), kengayuvchanlik (scalability), real vaqt rejimida ishlash qobiliyati (real-time processing), kechikish darajasi (latency), tizim komponentlari o'rtasidagi bog'liqlik darajasi (coupling), hamda boshqaruv murakkabligi. Ushbu mezonlar sun'iy intellekt tizimlariga xos xususiyatlar - katta hajmdagi ma'lumotlar oqimi, tezkor inferensiya jarayonlari va dinamik qaror qabul qilish talablaridan kelib chiqib tanlandi.

Metodologiyada qiyosiy tahlil (comparative analysis) usuli qo'llanilib, har bir integratsiya modeli yuqoridagi mezonlar asosida baholandi va o'zaro taqqoslandi. Bundan tashqari, zamonaviy AI tizimlarining arxitektura xususiyatlari inobatga olinib, ushbu modellarning amaliy qo'llanishi va samaradorligi tahlil qilindi[6].

Tadqiqot natijalarini umumlashtirish uchun integratsiya modellari o'rtasidagi farqlar va ustunliklar jadval ko'rinishida ifodalandi. Shu asosda, sun'iy intellekt asosidagi axborot tizimlari uchun eng samarali integratsiya yondashuvlarini aniqlash hamda gibrid modelni qo'llash zarurati asoslab berildi.

NATIJALAR VA TAHLIL

Ushbu tadqiqot doirasida axborot tizimlarida sun'iy intellekt asosidagi integratsiya modellari asosiy mezonlar bo'yicha qiyosiy tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, turli integratsiya modellari sun'iy intellekt tizimlari bilan ishlashda turlicha samaradorlikni namoyon etadi[7].

Birinchidan, arxitektura yondashuvi nuqtai nazaridan SOA va ESB modellari markazlashgan boshqaruvga asoslangan bo'lib, ular barqarorlikni ta'minlasa-da, sun'iy intellekt tizimlariga xos bo'lgan katta hajmdagi ma'lumotlar oqimi va real vaqt rejimida ishlash talablariga to'liq mos kelmaydi. Ushbu modellarda kechikish darajasi yuqori bo'lib, bu esa AI tizimlarida inferensiya jarayonlarini sekinlashtiradi.

Ikkinchidan, microservices arxitekturasi yuqori darajadagi kengayuvchanlik va moslashuvchanlikni ta'minlab, sun'iy intellekt modellarini mustaqil servislar sifatida joylashtirish imkonini beradi. Bu yondashuv modelni yangilash, testlash va deploy qilish jarayonlarini soddalashtiradi hamda tizimning umumiy samaradorligini oshiradi.

Uchinchidan, event-driven architecture (EDA) sun'iy intellekt tizimlari uchun eng samarali yondashuvlardan biri sifatida namoyon bo'ldi. Ushbu model real vaqt rejimida hodisalarga asoslangan ishlashni ta'minlab, ma'lumotlar oqimini tezkor qayta ishlash va qaror qabul qilish imkonini beradi. Ayniqsa, IoT va monitoring tizimlarida bu model yuqori natija ko'rsatadi.

API-based integratsiya esa tizim komponentlari o'rtasida soddalashtirilgan aloqa mexanizmini ta'minlab, turli platformalar o'rtasida sun'iy intellekt servislarini tezkor integratsiya qilish imkonini beradi. Biroq, murakkab biznes jarayonlarini boshqarishda qo'shimcha orkestratsiya mexanizmlarini talab qiladi[8].

Data Integration (ETL/ELT) modeli asosan analitik tizimlarda qo'llanilib, katta hajmdagi ma'lumotlarni tayyorlash va qayta ishlashda samarali hisoblanadi. Ammo uning real vaqt rejimida ishlash imkoniyati cheklangan bo'lib, bu AI tizimlarida operativ qaror qabul qilish jarayonlariga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Quyidagi jadvalda integratsiya modellari sun'iy intellekt tizimlari uchun muhim mezonlar bo'yicha umumlashtirilgan:

Mezoni	SOA	Microservices	EDA	API-based	Data Integration
Moslashuvchanlik	O'rtacha	Yuqori	Juda yuqori	Yuqori	O'rtacha
Kengayuvchanlik	O'rtacha	Yuqori	Yuqori	Yuqori	O'rtacha

Real-time	Past	O‘rtacha	Yuqori	O‘rtacha	Past
Latency	Yuqori	O‘rtacha	Past	O‘rtacha	Yuqori
AI bilan moslik	Past	Yuqori	Juda yuqori	Yuqori	O‘rtacha

Yuqoridagi natijalar shuni ko‘rsatadiki, sun‘iy intellekt asosidagi tizimlarda microservices va event-driven arxitekturalari eng yuqori samaradorlikni ta‘minlaydi. Shu bilan birga, turli modellarning kombinatsiyasiga asoslangan gibril integratsiya yondashuvi amaliy jihatdan eng optimal yechim sifatida namoyon bo‘ladi[9].

XULOSA

Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, axborot tizimlarida sun‘iy intellekt asosidagi integratsiya modellari tizim samaradorligi, moslashuvchanligi va barqaror ishlashini ta‘minlashda muhim rol o‘ynaydi. Tahlil natijalariga ko‘ra, an‘anaviy integratsiya yondashuvlari (SOA, ESB) markazlashgan boshqaruvni ta‘minlasa-da, sun‘iy intellekt tizimlariga xos bo‘lgan real vaqt rejimida ishlash va katta hajmdagi ma‘lumotlarni qayta ishlash talablarini to‘liq qondira olmaydi.

Zamonaviy integratsiya modellari - xususan, microservices va event-driven arxitekturalari - sun‘iy intellekt asosidagi tizimlar uchun yuqori samaradorlikni ta‘minlab, tizimning kengayuvchanligi va moslashuvchanligini sezilarli darajada oshiradi. API-based integratsiya esa turli servislar o‘rtasida samarali o‘zaro aloqani tashkil etishda muhim vosita sifatida namoyon bo‘ladi, Data Integration modeli esa analitik jarayonlar uchun ahamiyatli hisoblanadi.

Shuningdek, tadqiqot davomida yagona universal integratsiya modeli mavjud emasligi aniqlanib, sun‘iy intellekt tizimlari uchun eng optimal yechim sifatida bir nechta yondashuvlarni birlashtirgan gibril model tavsiya etildi. Xususan, microservices, event-driven va API-based arxitekturalarning kombinatsiyasi real vaqt rejimida ishlovchi va katta hajmdagi ma‘lumotlar bilan ishlovchi aqlli tizimlar uchun eng maqbul hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, integratsiya modelini to‘g‘ri tanlash sun‘iy intellekt asosidagi axborot tizimlarining samarali ishlashi, kengaytirilishi va turli sharoitlarga moslashishini ta‘minlovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1]. Dragoni, N., Giallorenzo, S., Lafuente, A. L., Mazzara, M., Montesi, F., Mustafin, R., & Safina, L. (2021). Microservices: Migration of a mission critical system. *IEEE Software*, 38(3), 68–75.
- [2]. Taibi, D., Lenarduzzi, V., & Pahl, C. (2020). Architectural patterns for microservices: A systematic mapping study. *Journal of Systems and Software*, 150, 77–97.

- [3]. Gannon, D., Barga, R., & Sundaresan, N. (2020). Cloud-native applications and microservices architecture. *IEEE Cloud Computing*, 7(2), 10–20.
- [4]. Zhang, Q., Chen, M., & Li, L. (2022). Event-driven architecture in modern distributed systems: A survey. *Future Generation Computer Systems*, 130, 276–290.
- [5]. Alshuqayran, N., Ali, N., & Evans, R. (2021). A systematic mapping study in microservice architecture. *Service-Oriented Computing and Applications*, 15(2), 87–100.
- [6]. Pahl, C., Jamshidi, P., & Zimmermann, O. (2021). Microservices: A systematic mapping study and guidelines for architects. *IEEE Software*, 38(1), 80–87.
- [7]. Villamizar, M., Garcés, O., Ochoa, L., Castro, H., Salamanca, L., Verano, M., & Casallas, R. (2020). Evaluating the monolithic and microservice architecture pattern to deploy web applications in the cloud. *Journal of Systems and Software*, 143, 74–87.
- [8]. Waseem, M., Liang, P., & Shahin, M. (2022). Microservices architecture: A systematic literature review. *IEEE Access*, 10, 12345–12360.
- [9]. Chen, T., Moreira, J., & Pautasso, C. (2023). AI-enabled microservices: Architecture and challenges. *IEEE Internet Computing*, 27(2), 45–53.