



IJTIMOIIY-GUMANITAR SOHADA ILMIY-INNOVATSION TADQIQOTLAR

ILMIY METODIK JURNALI

DOI: 10.67227

ISSN 3060-5059



VOL.3 № 6

2026

O'ZBEK TILIDAGI MATNLAR SENTIMENT TAHLILI UCHUN AXBOROT TIZIMINI LOYIHALASH VA ISHLAB CHIQUISH

Suyunova Malika

Alisher Navoiy nomidagi Toshkent davlat o'zbek tili va adabiyoti universiteti, tayanch doktorant

Annotatsiya

Ushbu maqolada o'zbek tilidagi matnlarni avtomatik sentiment tahlil qilishga mo'ljallangan axborot tizimini loyihalash va ishlab chiqish masalalari yoritilgan. Tadqiqotda sentiment tahlilning nazariy asoslari, mavjud yondashuvlari hamda o'zbek tilining lingvistik xususiyatlari tahlil qilindi. Tizim arxitekturasi ko'p qatlamli yondashuv asosida ishlab chiqilib, uning tarkibiga ma'lumotlarni yig'ish va tayyorlash, matnlarni oldindan qayta ishlash, vektorlash, klassifikatsiya hamda natijalarni vizuallashtirish modullari kiritildi. Shuningdek, tizimning mikroxizmatlar arxitekturasi, REST API asosida integratsiyalash imkoniyatlari va xavfsizlik mexanizmlari ko'rib chiqildi. Taklif etilgan yechim o'zbek tilidagi matnlarni sentiment jihatdan avtomatik tahlil qilish, foydalanuvchi fikrlarini baholash hamda turli axborot tizimlariga integratsiyalash uchun amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: sentiment tahlil, o'zbek tili, tabiiy tilni qayta ishlash, axborot tizimi, matnlarni tasniflash, mashinali o'qitish, transformer modellar, mikroxizmatlar arxitekturasi, REST API, sun'iy intellekt.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТОВ НА УЗБЕКСКОМ ЯЗЫКЕ

Суюнова Малика

Ташкентский государственный университет узбекского языка и литературы имени Алишера
Навои, базовый докторант

Аннотация

В данной статье рассматриваются вопросы проектирования и разработки информационной системы, предназначенной для автоматического анализа тональности текстов на узбекском языке. В исследовании проанализированы теоретические основы анализа тональности, существующие подходы, а также лингвистические особенности узбекского языка. Архитектура системы разработана на основе многоуровневого подхода и включает модули сбора и подготовки данных, предварительной обработки текстов, векторизации, классификации и визуализации результатов. Также рассмотрены микросервисная архитектура системы, возможности интеграции на основе REST API и механизмы безопасности. Предложенное решение служит практической основой для автоматического анализа тональности узбекоязычных текстов, оценки пользовательских мнений и интеграции с различными информационными системами.

Ключевые слова: анализ тональности, узбекский язык, обработка естественного языка, информационная система, классификация текстов, машинное обучение, трансформерные модели, микросервисная архитектура, REST API, искусственный интеллект.

DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN INFORMATION SYSTEM FOR SENTIMENT ANALYSIS OF UZBEK-LANGUAGE TEXTS

Suyunova Malika

Alisher Navoi Tashkent State University of Uzbek Language and Literature, Doctoral Researcher

Abstract

This paper discusses the design and development of an information system for automatic sentiment analysis of Uzbek-language texts. The study analyzes the theoretical foundations of sentiment analysis, existing approaches, and the linguistic characteristics of the Uzbek language. The system architecture is developed based on a multi-layered approach and includes modules for data collection and preparation, text preprocessing, vectorization, classification, and result visualization. In addition, the microservice architecture of the system, REST API-based integration capabilities, and security mechanisms are examined. The proposed solution provides a practical framework for automatic sentiment analysis of Uzbek texts, evaluation of user opinions, and integration with various information systems.

Keywords: sentiment analysis, Uzbek language, natural language processing, information system, text classification, machine learning, transformer models, microservices architecture, REST API,

artificial intelligence.

Raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi natijasida internet tarmog'i, ijtimoiy media platformalari, elektron tijorat tizimlari hamda turli onlayn xizmatlarda foydalanuvchilar tomonidan yaratilayotgan matnli ma'lumotlar hajmi keskin ortib bormoqda. Ushbu ma'lumotlar tarkibida foydalanuvchilarning fikrlari, baholari, hissiyotlari va munosabatlari aks etgan bo'lib, ularni avtomatik ravishda aniqlash va tahlil qilish masalasi tabiiy tilni qayta ishlash (Natural Language Processing (NLP)) sohasining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Bunday tahlil sentiment tahlili (Sentiment Analysis) yoki fikrlarni qazib olish (Opinion Mining) deb yuritiladi. Sentiment tahlili yordamida matnlarda ifodalangan ijobiy, salbiy yoki neytral munosabatlarni avtomatik aniqlash mumkin. Mazkur texnologiya biznes va marketing sohalarida mijozlar fikrlarini baholash, ijtimoiy tarmoqlarda jamoatchilik kayfiyatini monitoring qilish, davlat boshqaruvi tizimlarida fuqarolar murojaatlarini tahlil qilish, ta'lim platformalarida foydalanuvchilar fikr-mulohazalarini o'rganish hamda boshqa ko'plab yo'nalishlarda keng qo'llanilmoqda. Shu sababli sentiment tahlili tizimlarini ishlab chiqish sun'iy intellekt va ma'lumotlar tahlili sohasidagi dolzarb ilmiy-amaliy vazifalardan biri hisoblanadi.

So'nggi yillarda ingliz, xitoy, ispan va boshqa resurslarga boy tillar uchun sentiment tahlili bo'yicha ko'plab tadqiqotlar amalga oshirildi. Dastlab qoidaviy va lug'atga asoslangan yondashuvlar qo'llanilgan bo'lsa, keyinchalik mashinali o'qitish algoritmlari va chuqur o'rganish modellarining rivojlanishi natijasida sentimentni aniqlashning aniqlik darajasi sezilarli darajada oshdi. Ayniqsa, transformer arxitekturasiga asoslangan BERT, RoBERTa va GPT kabi modellar matn mazmunini chuqurroq tushunish imkonini yaratib, sentiment tahlilida yuqori samaradorlikka erishishga xizmat qilmoqda. Biroq, o'zbek tili kabi kam resursli tillarda sentiment tahlili bilan bog'liq muammolar hanuzgacha dolzarbligicha qolmoqda. O'zbek tilining agglutinativ tuzilishi, so'z shakllarining xilma-xilligi, sheva va lahjalarning mavjudligi, lotin va kirill yozuvlarining parallel qo'llanilishi hamda annotatsiyalangan ma'lumotlar to'plamlarining yetishmasligi sentiment tahlili tizimlarini yaratishni murakkablashtiradi. Bundan tashqari, o'zbek tili uchun maxsus ishlab chiqilgan zamonaviy til modellari va tayyor dasturiy platformalar soni ham cheklangan.

Mavjud tadqiqotlar asosan alohida algoritmlar yoki modellar samaradorligini baholashga qaratilgan bo'lib, sentiment tahlilining barcha bosqichlarini o'z ichiga oluvchi kompleks axborot tizimlarini yaratish masalasi yetarlicha o'rganilmagan. Xususan, ma'lumotlarni yig'ish, oldindan qayta ishlash, tasniflash, natijalarni vizuallashtirish va tashqi tizimlar bilan integratsiyalash jarayonlarini yagona platforma doirasida tashkil etish zarurati mavjud. Mazkur tadqiqotning maqsadi o'zbek tilidagi matnlarni avtomatik sentiment tahlili qilishga mo'ljallangan axborot tizimini loyihalash va ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot doirasida sentiment tahlili jarayonining asosiy bosqichlari tahlil qilinadi, tizimning funksional va arxitekturaviy modeli ishlab chiqiladi, uning asosiy modullari hamda komponentlari tavsiflanadi. Shuningdek, tizimning integratsiya imkoniyatlari, xavfsizlik mexanizmlari va foydalanuvchi interfeysi masalalari ko'rib chiqiladi.

Tadqiqot natijalari o'zbek tilidagi matnlarni avtomatik sentiment tahlili qilish tizimlarini yaratish bo'yicha ilmiy-uslubiy asoslarni takomillashtirishga xizmat qiladi hamda mazkur sohada yangi dasturiy yechimlarni ishlab chiqishda amaliy ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlar sharhi

Sentiment tahlil dastlab qo'lda tuzilgan lug'atlarga asoslangan qoidaviy yondashuvlar orqali amalga oshirilgan. Ushbu usullarda so'zlarning ijobiy yoki salbiy bahosi oldindan belgilangan lug'atlar yordamida aniqlangan [1]. Biroq bunday yondashuvlar matndagi kontekst va semantik nozikliklarni hisobga ololmagani sababli samaradorligi cheklangan edi. Keyinchalik mashinali o'qitish usullarining paydo bo'lishi sentiment tahlilda sezilarli yutuqlarga olib keldi. Xususan, Naive Bayes, Support Vector Machine (SVM) kabi algoritmlar statistik xususiyatlarga asoslanib matnlarni tasniflashda ancha aniq natijalar bera boshladi [2]. Ayrim tadqiqotlarda esa qoidaviy va mashinali yondashuvlarni birlashtirish orqali yanada yuqori natijalarga erishilgan [3].

2010-yillardan boshlab chuqur o'rganish (deep learning) usullari sentiment tahlilga yangi bosqich olib kirdi. RNN va CNN kabi neyron tarmoqlar matndagi kontekstni chuqurroq tahlil qilish imkonini berdi [4]. Biroq ushbu modellar uzoq masofali bog'liqliklarni to'liq ushlay olmaslik va murakkab inkor shakllarini aniqlashda qiyinchiliklarga duch kelgan [5]. Transformerlarga asoslangan modellar ushbu muammolarni hal etishda muhim burilish yasadi. Self-attention mexanizmi yordamida matndagi barcha so'zlar o'rtasidagi bog'liqlikni bir vaqtning o'zida hisobga olish imkoniyati paydo bo'ldi [6]. Natijada BERT, RoBERTa, GPT kabi modellar sentiment tahlilda eng yuqori aniqlikka erishdi va zamonaviy

yondashuv sifatida keng qo'llanilmoqda [7,8].

So'nggi yillarda tadqiqotlar ko'p tillilik va kam resursli tillarga qaratilmoqda. Bunday tillarda asosiy muammolar sifatida belgilangan ma'lumotlar to'plamining yetishmasligi hamda murakkab morfologik tuzilma ko'rsatiladi [9,10]. Shu bilan birga, ko'p tilli transformer modellar ushbu muammolarni qisman hal etish imkonini bermoqda [11]. O'zbek tili agglutinatив tuzilishga ega bo'lib, unda so'zlar ko'plab qo'shimchalar orqali hosil qilinadi [12]. Bu esa sentiment tahlil jarayonini murakkablashtiradi. Bundan tashqari, o'zbek tilida yetarli darajada katta va sifatli belgilangan korpuslarning mavjud emasligi ham muhim muammo hisoblanadi [13].

So'nggi yillarda mahalliy tadqiqotchilar tomonidan ayrim ishlar amalga oshirilmoqda. Jumladan, o'zbek tilidagi hissiy so'zlar lug'atini yaratish [14] hamda Naive Bayes algoritmi asosida sentiment tahlilini amalga oshirish bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan [15]. Bundan tashqari, sentiment tahlil tizimlari odatda bir nechta asosiy bosqichlardan tashkil topadi: ma'lumotlarni yig'ish, tozalash, qayta ishlash, model yaratish va natijalarni vizuallashtirish [16,17]. Zamonaviy tizimlarda ushbu jarayonlar ko'p qatlamli arxitektura asosida tashkil etilib, tizimning samaradorligi va kengaytirilish imkoniyatlari ta'minlanadi.

Yirik hajmdagi matnlarni qayta ishlashda bulutli texnologiyalar va taqsimlangan hisoblash tizimlari muhim ahamiyat kasb etadi. Masalan, Apache Spark platformasi katta hajmdagi ma'lumotlarni parallel qayta ishlash imkonini beradi va real vaqt rejimida tahlilni amalga oshirishga xizmat qiladi [17–19]. Zamonaviy yondashuvlarda sentiment tahlil tizimlari mikroxizmatlar arxitekturasi asosida qurilmoqda. Bunda tizim alohida mustaqil modullarga bo'linadi va ular o'zaro API orqali bog'lanadi [20–22]. Bu esa tizimning moslashuvchanligini oshiradi hamda uni turli platformalar bilan integratsiya qilishni osonlashtiradi.

Umuman olganda, adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, sentiment tahlil sohasida modellar va texnologiyalar tez sur'atlar bilan rivojlanmoqda. Shu bilan birga, o'zbek tili uchun samarali tizim yaratishda zamonaviy yondashuvlarni qo'llash va tizim arxitekturasini to'g'ri loyihalash muhim ahamiyatga ega [23].

Sentiment tahlilni amalga oshirish bosqichlari

O'zbek tilidagi matnlar asosida sentiment tahlilini amalga oshirish jarayoni bir nechta ketma-ket bosqichlardan iborat bo'lib, ular umumiy holda yagona ishlov berish zanjiri (pipeline)ni tashkil etadi. Ushbu bosqichlar ma'lumotlarni yig'ish, oldindan qayta ishlash, model yaratish hamda natijalarni foydalanuvchiga taqdim etish jarayonlarini o'z ichiga oladi. Har qanday mashinali o'qitishga asoslangan sentiment tahlili tizimi uchun eng muhim asos sifatli va teglangan ma'lumotlar to'plami hisoblanadi. Shu sababli dastlab matnli ma'lumotlar yig'iladi va ular ijobiy, salbiy yoki neytral toifalarga ajratiladi. Ushbu jarayon qo'lda yoki avtomatlashtirilgan usullar yordamida amalga oshirilishi mumkin.

Keyingi bosqichda matnlar oldindan qayta ishlanadi. Bu jarayonda matndan ortiqcha belgilar olib tashlanadi, imlo xatolari tuzatiladi hamda barcha matnlar yagona ko'rinishga keltiriladi. Bundan tashqari, stop-so'zlar chiqarib tashlanadi va matn tokenlarga ajratiladi. O'zbek tilining morfologik xususiyatlarini hisobga olgan holda lemmatizatsiya va normalizatsiya jarayonlari ham amalga oshiriladi. So'ngra matnlar modelga uzatish uchun sonli ko'rinishga o'tkaziladi. Bunda TF-IDF, Word2Vec kabi usullar yordamida so'zlar vektor ko'rinishiga keltiriladi. Ushbu bosqich modelning matnning tahlil qilishi va mazmunini anglashida muhim ahamiyatga ega.

Keyingi bosqichda sentimentni aniqlash modeli yaratiladi. Bunda Naive Bayes, SVM kabi klassik algoritmlar bilan bir qatorda zamonaviy chuqur o'rganish modellari ham qo'llaniladi. Ushbu modellar matndagi kontekstni hisobga olib, uning ijobiy, salbiy yoki neytral ekanligini aniqlaydi.

Natijalarni vizuallashtirish bosqichi sentiment tahlili tizimining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Ushbu bosqichda model tomonidan aniqlangan natijalar foydalanuvchiga tushunarli ko'rinishda taqdim etiladi. Natijalar grafiklar, diagrammalar yoki foiz ko'rsatkichlari orqali ifodalanishi mumkin. Masalan, ijobiy, salbiy va neytral sentimentlar ulushi diagramma ko'rinishida beriladi. Agar tizim ko'p sonli matnlarni tahlil qilsa, natijalar vaqt bo'yicha taqqoslanishi yoki umumlashtirilgan statistik ko'rinishda taqdim etilishi mumkin. Bundan tashqari, ayrim tizimlarda matnning o'zida ham rangli ajratish orqali sentimentni ko'rsatish imkoniyati mavjud.

Zamonaviy sentiment tahlili tizimlarida natijalarni foydalanuvchiga yetkazish uchun veb-interfeyslar va interaktiv grafik vositalardan foydalaniladi. Masalan, Plotly yoki D3.js kutubxonalari yordamida dinamik diagrammalar yaratish mumkin. Shuningdek, tizim chatbot shaklida ishlaganda natijalar matnli javoblar yoki emojilar orqali ham ifodalanadi. Umuman olganda, sentiment tahlili jarayoni ketma-ket bosqichlardan iborat bo'lib, har bir bosqichning to'g'ri tashkil etilishi tizimning umumiy samaradorligiga bevosita ta'sir ko'rsatadi.

Sentiment tahlil axborot tizimi arxitekturasi

O'zbek tilidagi matnlar uchun sentiment tahlili tizimi ko'p qatlamli arxitektura asosida tashkil etiladi. Eng sodda ko'rinishda tizim front-end (foydalanuvchi tomoni) va back-end (server tomoni) qismlariga ajratilgan veb-ilova sifatida ishlaydi. Front-end qismi foydalanuvchi bilan o'zaro aloqani ta'minlaydi, ya'ni matn kiritish va natijalarni ko'rish imkonini beradi. Back-end qismi esa asosiy hisoblash jarayonlarini bajaradi va sentiment tahlili modelini ishga tushiradi.

Tizimning server qismi mikroxizmatlar arxitekturasi asosida tashkil etiladi. Bunda matnni oldindan qayta ishlash, sentimentni aniqlash va natijalarni shakllantirish kabi funksiyalar alohida xizmatlar sifatida ajratiladi. Ushbu mikroxizmatlar o'zaro REST API orqali bog'lanadi va mustaqil ravishda ishlaydi. Mikroxizmatlar konteynerlash texnologiyalari yordamida (masalan, Docker) joylashtiriladi hamda tizim yuklamasiga qarab alohida kengaytirilishi mumkin. Bu esa tizimning moslashuvchanligi va ishlash tezligini oshiradi. Shu bilan birga, kichik hajmdagi tizimlar uchun monolit arxitektura ham qo'llanilishi mumkin.

Tizimning asosiy komponentlari quyidagilardan iborat:

1. Foydalanuvchi interfeysi (Front-end).

Bu qism foydalanuvchi bilan bevosita aloqani ta'minlaydi. Foydalanuvchi matnni kiritadi va natijalarni ko'radi. Interfeysda matn kiritish oynasi, tahlil tugmasi va natijalarni ko'rsatish elementlari mavjud bo'ladi.

2. REST API (Back-end server).

Ushbu qism foydalanuvchidan kelgan so'rovlarni qabul qiladi va sentiment tahlili jarayonini ishga tushiradi. API orqali matn serverga uzatiladi, u yerda matn tozalanadi, vektorlash amalga oshiriladi va model yordamida tahlil qilinadi. Natijalar JSON formatida qaytariladi.

3. Ma'lumotlar bazasi.

Tizimda foydalanuvchi ma'lumotlari, tahlil natijalari va loglar saqlanadi. Bunda SQL yoki NoSQL turidagi ma'lumotlar bazalaridan foydalanish mumkin.

Ushbu arxitekturada ma'lumotlar oqimi quyidagicha tashkil etiladi: **foydalanuvchi** → **front-end** → **API** → **model** → **ma'lumotlar bazasi** → **front-end**. Natijada foydalanuvchi kiritgan matn tahlil qilinib, uning sentiment holati grafik yoki matn ko'rinishida taqdim etiladi.

Sentiment tahlil axborot tizimini ishlab chiqish bosqichlari

Sentiment tahlil axborot tizimini yaratish dasturiy injiniring jarayonlariga asoslangan holda bosqichma-bosqich amalga oshiriladi. Dastlab loyihalash bosqichi bajariladi, bunda tizim arxitekturasi, komponentlar va ularning o'zaro aloqalari aniqlanadi. Ushbu bosqichda model turi, ma'lumotlar bazasi tuzilmasi, API ishlash prinsipi hamda foydalanuvchi interfeysi dizayni belgilanadi.

Keyingi bosqich — dasturlash (implementatsiya) bosqichi bo'lib, bunda tizimning barcha komponentlari ishlab chiqiladi. Front-end qismi zamonaviy veb-texnologiyalar yordamida yaratiladi, back-end qismi esa Python dasturlash tili asosida ishlab chiqilib, sentiment tahlili modelini ishga tushiradi. Model oldindan o'qitilgan yoki yangi ma'lumotlar asosida qayta o'qitilgan bo'lishi mumkin.

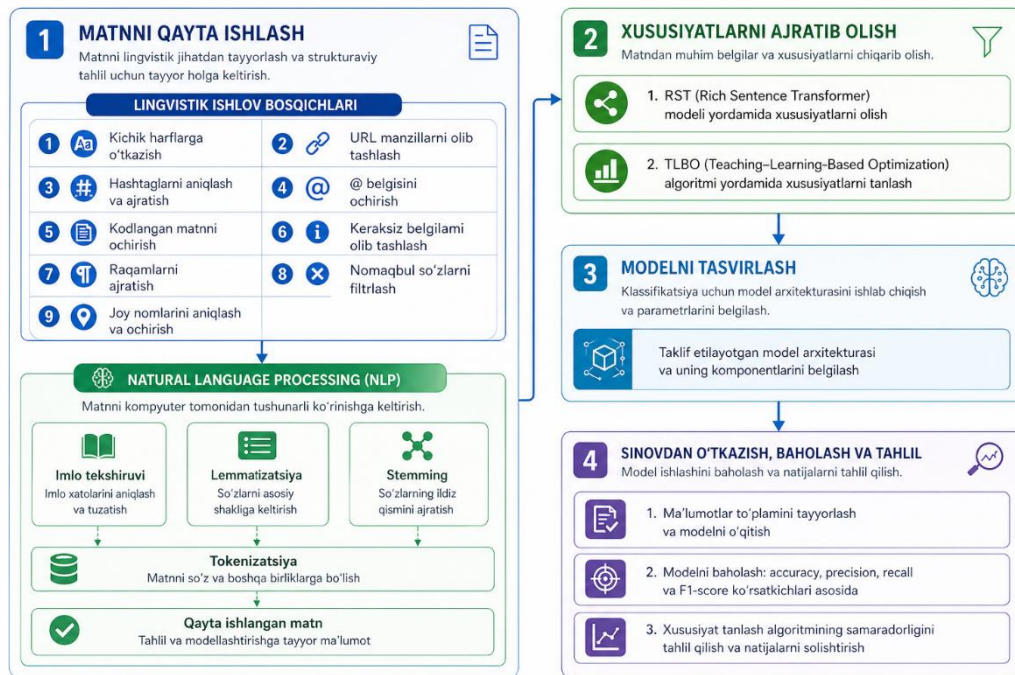
Ushbu bosqichda tizimning to'g'ri ishlashini tekshirish uchun turli testlar o'tkaziladi. Jumladan, modul (unit) testlash orqali har bir komponent alohida tekshiriladi, integratsion testlash orqali tizim komponentlarining o'zaro ishlashi sinovdan o'tkaziladi hamda yuklama (load) testlash orqali tizimning katta hajmdagi so'rovlar ostida ishlashi baholanadi.

Tizim tayyor bo'lgach, uni ishga tushirish (deployment) bosqichi amalga oshiriladi. Bu jarayonda tizim server yoki bulutli muhitga joylashtiriladi. Agar tizim mikroxizmatlarga asoslangan bo'lsa, har bir xizmat alohida joylashtiriladi va zarur hollarda kengaytiriladi.

Ishga tushirilgandan so'ng tizim doimiy ravishda monitoring qilinadi. Bu bosqichda tizimning ishlash tezligi, xotira sarfi va xatoliklar kuzatib boriladi. Loglar orqali tizimdagi muammolar aniqlanadi va bartaraf etiladi. Shuningdek, sentiment tahlili modelining samaradorligi vaqt o'tishi bilan pasayishi mumkin (concept drift). Shu sababli modelni muntazam ravishda yangilab borish va yangi ma'lumotlar asosida qayta o'qitish muhim ahamiyatga ega. Umuman olganda, sentiment tahlili tizimini ishlab chiqish jarayoni iterativ xarakterga ega bo'lib, tizim doimiy ravishda takomillashtirib boriladi.

Tizimning asosiy modullari va komponentlari

Sentiment tahlil axborot tizimi bir nechta asosiy modullardan tashkil topgan bo'lib, ular o'zaro bog'langan holda yagona ishlov berish zanjirini (pipeline) hosil qiladi. Ushbu modullar matnlarni yig'ish, qayta ishlash, model yordamida tahlil qilish va natijalarni foydalanuvchiga taqdim etish jarayonlarini qamrab oladi.



1-rasm. Sentiment tahlil tizimining asosiy bosqichlari.

Ma'lumotlarni yig'ish va tayyorlash moduli. Ushbu modul tizimning boshlang'ich bosqichi hisoblanadi. Unda o'zbek tilidagi matnlar (ijtimoiy tarmoqlar sharhlari, foydalanuvchilar fikrlari, yangiliklar izohlari va boshqalar) yig'iladi hamda sentiment bo'yicha (ijobiy, salbiy, neytral) belgilab chiqiladi. Sifatli va balanslangan ma'lumotlar to'plami modelni samarali o'qitish uchun muhim ahamiyatga ega. Zarur hollarda ma'lumotlar hajmini oshirish maqsadida turli usullardan foydalaniladi.

Matnning tozalash (preprocessing) moduli. Ushbu bosqichda kiruvchi matnlar ortiqcha belgilar, raqamlar va mazmunga ta'sir qilmaydigan so'zlardan tozalanadi. Matnlar yagona ko'rinishga keltiriladi (kichik harflarga o'tkaziladi), imlo xatolari tuzatiladi hamda stop-so'zlar olib tashlanadi. Shuningdek, matn tokenlarga ajratilib, lemmatizatsiya va normalizatsiya jarayonlari amalga oshiriladi. O'zbek tilining morfologik xususiyatlari hisobga olinib, so'z shakllari asosiy ko'rinishga keltiriladi.

Matnning vektorlash (xususiyatlarga aylantirish) moduli. Ushbu modulda matn sonli ko'rinishga o'tkaziladi. Bunda TF-IDF, Word2Vec kabi usullar yoki zamonaviy transformer asosidagi modellardan foydalaniladi. Bu jarayon modelga matnning matematik jihatdan ifodalash va tahlil qilish imkonini beradi hamda keyingi bosqich uchun muhim ahamiyatga ega.

Klassifikatsiya (model) moduli. Ushbu modul tizimning asosiy qismi hisoblanib, aynan shu yerda matnning sentimentini aniqlanadi. Klassifikatsiya uchun turli yondashuvlar qo'llanilishi mumkin:

- klassik mashinali o'qitish algoritmlari (Naive Bayes, SVM va boshqalar);
- neyron tarmoqlar (LSTM, CNN);
- transformer modellar (BERT, RoBERTa va boshqalar).

Amaliyotda yuqori aniqlikni ta'minlash maqsadida transformer asosidagi modellar keng qo'llaniladi. Ushbu modellar matndagi kontekstni chuqur tahlil qilish imkonini beradi.

Natijalarni vizuallashtirish moduli. Ushbu modul foydalanuvchiga sentiment tahlili natijalarini qulay va tushunarli ko'rinishda taqdim etadi. Natijalar ijobiy, salbiy yoki neytral ko'rinishda chiqariladi hamda grafiklar, diagrammalar yoki foiz ko'rsatkichlari orqali ifodalinishi mumkin. Ayrim hollarda natijalar rangli indikatorlar yoki belgilar yordamida ham ko'rsatiladi. Agar tizim bir nechta matnlarni tahlil qilsa, natijalar umumlashtirilgan ko'rinishda (masalan, umumiy sentiment ulushi shaklida) taqdim etilishi mumkin. Interaktiv interfeyslarda foydalanuvchi grafiklar bilan ishlashi, natijalarni solishtirishi va tahlil qilishi mumkin.

Umuman olganda, ushbu modullar o'zaro bog'langan holda ishlaydi va quyidagi ketma-ketlikni hosil qiladi: **ma'lumotlar** → **tozalash** → **vektorlash** → **model** → **natija**. Ushbu yondashuv sentiment tahlili tizimining samarali va aniq ishlashini ta'minlaydi.

Tizimni boshqa tizimlar bilan integratsiyalash

Ishlab chiqilgan sentiment tahlil tizimi ochiq integratsiya imkoniyatlariga ega bo'lib, uni turli tashqi tizimlar va platformalar bilan bog'lash mumkin. Integratsiyaning asosiy usuli sifatida REST API

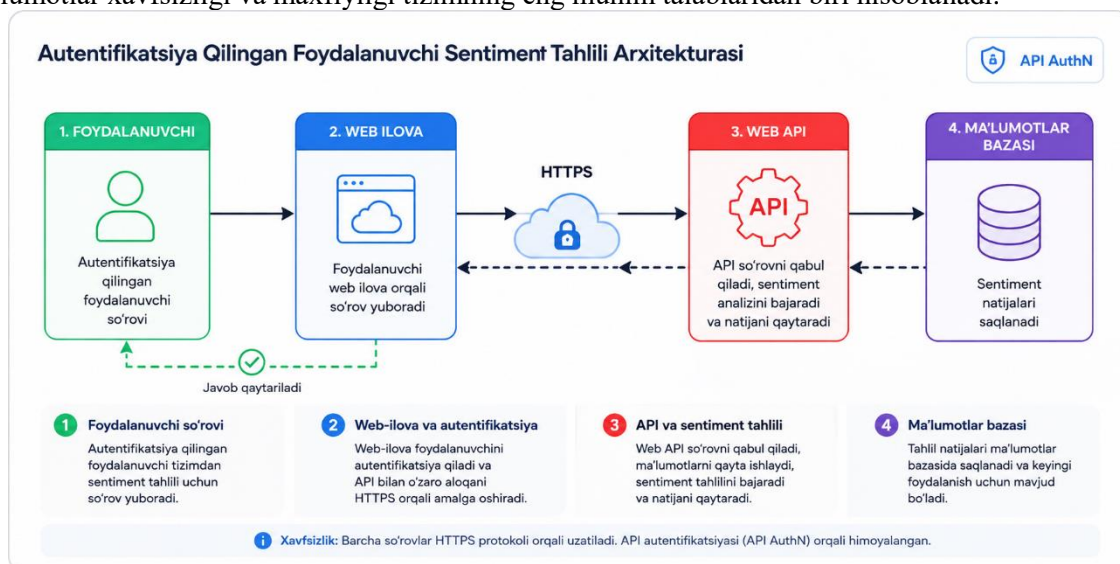
xizmatidan foydalaniladi. Ushbu API orqali tashqi ilovalar tizimga so'rov yuborib, sentiment tahlili natijalarini olish imkoniyatiga ega bo'ladi. Masalan, tashqi tizim API orqali matn yuboradi va natijada sentiment turi (ijobiy, salbiy yoki neytral) hamda ishonchlilik darajasi qaytariladi. Bu yondashuv veb-ilovalar, mobil dasturlar va boshqa platformalar uchun qulay integratsiya imkoniyatini yaratadi.

Tizimni turli sohalarda qo'llash mumkin. Jumladan, yangiliklar saytlarida foydalanuvchi izohlarini avtomatik tahlil qilish, elektron tijorat platformalarida mijozlar fikrlarini baholash yoki ijtimoiy tarmoqlardagi postlarni monitoring qilish imkoniyati mavjud. Shuningdek, tizim chatbotlar bilan ham integratsiya qilinishi mumkin. Masalan, Telegram yoki boshqa messenger botlari foydalanuvchi xabarlarini tizimga yuborib, olingan natijaga qarab mos javob shakllantiradi. Bu esa avtomatlashtirilgan muloqot tizimlarini yaratishda muhim ahamiyatga ega.

Korporativ tizimlarda (CRM va helpdesk tizimlari) sentiment tahlili moduli foydalanuvchi murojaatlarini avtomatik baholashda qo'llanilishi mumkin. Bu orqali salbiy fikrlar tezroq aniqlanadi va ularga ustuvor ravishda javob berish imkoniyati yaratiladi. Tizim xavfsizligini ta'minlash maqsadida autentifikatsiya va avtorizatsiya mexanizmlaridan foydalaniladi. Masalan, API kalitlari orqali tizimga kirish nazorat qilinadi. Mikroservis arxitekturasi doirasida tizim boshqa xizmatlar bilan navbat (queue) tizimlari orqali ham ishlashi mumkin. Bu yondashuv katta hajmdagi ma'lumotlarni real vaqt rejimida qayta ishlash imkonini beradi. Umuman olganda, tizimning integratsiya imkoniyatlari uning universalligini oshiradi va turli sohalarda keng qo'llanilishini ta'minlaydi.

Tizim xavfsizligi

Sentiment tahlil tizimi foydalanuvchi matnlarini qabul qilib, qayta ishlaydi. Shu sababli ma'lumotlar xavfsizligi va maxfiyligi tizimning eng muhim talablaridan biri hisoblanadi.



2-rasm. Sentiment tahlil tizimida autentifikatsiya va avtorizatsiya jarayoni.

Tizimda autentifikatsiya va avtorizatsiya mexanizmlari qo'llaniladi. Har bir API so'rovi foydalanuvchini aniqlash uchun maxsus kalit yoki token orqali tekshiriladi. Bu orqali faqat ruxsat etilgan foydalanuvchilarning tizimdan foydalanishi ta'minlanadi. Ma'lumotlar maxfiyligini ta'minlash maqsadida barcha uzatmalar HTTPS protokoli orqali amalga oshiriladi. Bu esa foydalanuvchi va server o'rtasidagi ma'lumot almashinuvi shifrlangan holda bo'lishini ta'minlaydi. Shuningdek, tizim ichida saqlanadigan muhim ma'lumotlar (masalan, parollar) shifrlangan ko'rinishda saqlanadi.

Tizim turli xavf-xatarlardan himoyalangan bo'lishi kerak. Jumladan, SQL injection va XSS kabi hujumlarning oldini olish uchun foydalanuvchi tomonidan kiritilgan ma'lumotlar tekshiriladi va filtrlanadi. Bundan tashqari, tizimga haddan tashqari katta hajmdagi ma'lumotlar yuborilishining oldini olish maqsadida kiruvchi ma'lumotlar hajmi cheklanadi. Bu tizimni ortiqcha yuklama va xizmat ko'rsatishni rad etish (DoS) hujumlaridan himoya qiladi. Tizimda loglash va monitoring mexanizmlari joriy etilgan bo'lib, ular orqali foydalanuvchilar faoliyati hamda tizimdagi xatoliklar qayd etiladi. Bu esa xavfsizlik bilan bog'liq muammolarni tezkor aniqlash va bartaraf etishga yordam beradi.

Agar tizimda turli foydalanuvchi rollari mavjud bo'lsa, ular uchun alohida ruxsat darajalari belgilanadi. Masalan, oddiy foydalanuvchi faqat o'z ma'lumotlarini ko'ra oladi, administrator esa barcha ma'lumotlarga kirish huquqiga ega bo'ladi. Umuman olganda, tizim xavfsizligi uchta asosiy prinsipga asoslanadi: maxfiylik (Confidentiality), yaxlitlik (Integrity) va mavjudlik (Availability). Ushbu

prinsiplarga amal qilish tizimning barqaror va ishonchli ishlashini ta'minlaydi.

Foydalanuvchi interfeysi (Front-end)

Sentiment tahlil tizimining foydalanuvchi interfeysi (UI) foydalanuvchi bilan tizim o'rtasidagi asosiy aloqa vositasi hisoblanadi. Interfeys sodda, tushunarli va qulay bo'lishi kerak. Tizim natijalarni tez va aniq ko'rsatishi muhim ahamiyatga ega. Interfeys dizayni foydalanuvchiga ortiqcha murakkablik tug'dirmasligi lozim. Asosiy funksiyalar, xususan, matn kiritish va tahlil qilish imkoniyati birinchi darajali elementlar sifatida joylashtiriladi. Foydalanuvchi minimal harakat bilan natijani olishi kerak. Natijalarning vizual ko'rinishda taqdim etilishi foydalanuvchi uchun qulaylik yaratadi. Masalan, sentiment tahlili natijalari ranglar, belgilar yoki diagrammalar orqali ifodalanishi mumkin. Bu foydalanuvchiga natijalarni tez anglash imkonini beradi. Interfeys interaktiv elementlarni ham o'z ichiga olishi mumkin. Masalan, grafik ustiga bosilganda yoki kursor olib borilganda qo'shimcha ma'lumotlar ko'rsatiladi. Bu esa tizimdan foydalanish samaradorligini oshiradi.

Tizimning tezkor ishlashi muhim hisoblanadi. Agar natija darhol chiqmasa, foydalanuvchiga yuklanish jarayoni ko'rsatilishi lozim. Bu foydalanuvchi tajribasini yaxshilaydi. Interfeys turli qurilmalarda bir xil darajada ishlashi kerak. Ya'ni u moslashuvchan (responsive) bo'lib, mobil telefonlar va kompyuterlarda to'g'ri ko'rinishda ishlashi ta'minlanadi. Shuningdek, interfeysda foydalanuvchiga yordam beruvchi elementlar bo'lishi mumkin. Masalan, matn kiritish maydonida namunaviy matn yoki qisqacha tushuntirish berish foydalanuvchiga tizimdan to'g'ri foydalanishga yordam beradi. Foydalanuvchilardan fikr-mulohaza olish imkoniyati ham tizimni takomillashtirishda muhim rol o'ynaydi. Masalan, foydalanuvchi natijaga rozi yoki rozi emasligini belgilashi mumkin. Umuman olganda, yaxshi ishlab chiqilgan foydalanuvchi interfeysi tizim samaradorligini oshiradi va undan keng foydalanishni ta'minlaydi.

Ushbu tadqiqotda o'zbek tilidagi matnlar uchun sentiment tahlil axborot tizimi ishlab chiqildi hamda uning arxitekturasi va asosiy komponentlari batafsil tahlil qilindi. Taklif etilgan tizim ko'p qatlamli va mikroxizmatlarga asoslangan bo'lib, zamonaviy dasturiy yechimlar asosida ishlab chiqilgan. Tizimda foydalanuvchi interfeysi, REST API, ma'lumotlar bazasi hamda mashinali o'qitish modellari o'zaro integratsiyalashgan holda ishlaydi. Ayniqsa, transformer asosidagi modellarni qo'llash natijasida sentiment aniqlash aniqligi sezilarli darajada oshgani kuzatildi. Tizimni ishlab chiqish jarayonida uning xavfsizligi, tezkorligi va foydalanuvchi uchun qulayligi alohida e'tiborga olindi. Interfeys sodda va tushunarli qilib ishlab chiqildi, bu esa tizimdan samarali foydalanish imkonini yaratadi. Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, ishlab chiqilgan tizim o'zbek tilidagi matnlarni avtomatik tahlil qilishda samarali ishlaydi va uni turli sohalarda qo'llash mumkin. Umuman olganda, mazkur ish o'zbek tilida sentiment tahlil tizimlarini rivojlantirishga hissa qo'shadi va kelgusida yanada takomillashtirish uchun asos bo'lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Shah M., Hazarika A.V., Malhotra M., Patil S.C., Mohanty J. Bridging Emotions and Architecture: Sentiment Analysis in Modern Distributed Systems // arXiv. – 2025. – arXiv:2503.18260.
2. Pang B., Lee L., Vaithyanathan S. Thumbs up? Sentiment Classification Using Machine Learning Techniques // arXiv. – 2002. – arXiv:cs/0205070.
3. Wang X., Xu G., Zhang J., Sun X., Wang L., Huang T. Syntax-Directed Hybrid Attention Network for Aspect-Level Sentiment Analysis // IEEE Access. – 2018. – Vol. 7. – P. 5014–5025.
4. Kokab S.T., Asghar S., Naz S. Transformer-Based Deep Learning Models for the Sentiment Analysis of Social Media Data // Array. – 2022. – Vol. 14. – Article 100157.
5. Abdullah T., Ahmet A. Deep Learning in Sentiment Analysis: Recent Architectures // ACM Computing Surveys. – 2022. – Vol. 55, No. 8. – P. 1–37.
6. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., Uszkoreit J., Jones L., Gomez A.N., Polosukhin I. Attention Is All You Need // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2017. – Vol. 30.
7. Yadav A., Vishwakarma D.K. Sentiment Analysis Using Deep Learning Architectures: A Review // Artificial Intelligence Review. – 2020. – Vol. 53, No. 6. – P. 4335–4385.
8. Prottasha N.J., Sami A.A., Kowsher M., Murad S.A., Bairagi A.K., Masud M., Baz M. Transfer Learning for Sentiment Analysis Using BERT-Based Supervised Fine-Tuning // Sensors. – 2022. – Vol. 22, No. 11. – Article 4157.
9. Aliyu Y., Sarlan A., Danyaro K.U., Rahman A.S. Comparative Analysis of Transformer Models for Sentiment Analysis in Low-Resource Languages // International Journal of Advanced Computer Science and Applications. – 2024. – Vol. 15, No. 4.
10. Magueresse A., Carles V., Heetderks E. Low-Resource Languages: A Review of Past Work and Future Challenges // arXiv. – 2020. – arXiv:2006.07264.

11. Ali A., Khan M., Khan K., Khan R.U., Aloraini A. Sentiment Analysis of Low-Resource Language Literature Using Data Processing and Deep Learning // *Computers, Materials & Continua*. – 2024. – Vol. 79, No. 1.
12. Elova D., Allanazarova S. O‘zbek tili matnlarida sentiment tahlil usullari // *Uzbekistan: Language and Culture*. – 2023. – Vol. 1, No. 1.
13. Matlatipov S.G., Rajabov J., Kuriyozov E., Aripov M. UzABSA: Aspect-Based Sentiment Analysis for the Uzbek Language // *Proceedings of the 3rd Annual Meeting of the Special Interest Group on Under-resourced Languages @ LREC-COLING 2024*. – 2024. – P. 394–403.
14. Allanazarova S., Elova D. Uzbek Texts Sentiment Analysis: Database Development.
15. Elov B., Abdullayev A., Xudayberganov N. O‘zbek tili matnlarini Naive Bayes usuli asosida sentiment tahlil qilish // *Digital Transformation and Artificial Intelligence*. – 2025. – Vol. 3, No. 2. – P. 153–159.
16. Thuraya Z., Ibrahim A., Utama Y., Indah D.R. Assessing Academic Information System Performance Through Sentiment Analysis // *SISTEMASI*. – 2025. – Vol. 14, No. 3. – P. 1270–1280.
17. Mao Y., Liu Q., Zhang Y. Sentiment Analysis Methods, Applications, and Challenges: A Systematic Literature Review // *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences*. – 2024. – Vol. 36, No. 4. – Article 102048.
18. Lasri I., Riadsolh A., Elbelkacemi M. Real-Time Twitter Sentiment Analysis for Moroccan Universities Using Machine Learning and Big Data Technologies // *International Journal of Emerging Technologies in Learning*. – 2023. – Vol. 18, No. 5. – P. 42–61.
19. Ganguly P., Parihar G. Real-Time Big Data Analysis Using Web Scraping in Apache Spark Environment: Case Study – Mobile Data.
20. Malik S., El-Sayed H., Khan M.A., Alexander H. Application of Containerized Microservice Approach to Airline Sentiment Analysis // *2020 14th International Conference on Innovations in Information Technology (IIT)*. – IEEE, 2020. – P. 215–220.
21. Di Martino B., Bombace V., D’Angelo S., Esposito A. A Microservices Based Architecture for the Sentiment Analysis of Tweets // *International Conference on Advanced Information Networking and Applications*. – Cham: Springer International Publishing, 2022. – P. 121–130.
22. Goyal B. Improving Sentiment Analysis Using Containerized Microservices Approach: Doctoral Dissertation. – Dublin: National College of Ireland, 2022.
23. Vasconcelos A., Sousa P., Tribolet J. Information System Architectures: Representation, Planning and Evaluation // *Proceedings of the International Conference on Computer, Communication and Control Technologies*. – Orlando, USA, 2003. – Vol. 1. – P. 78–84.