BERT MODEL ASOSIDA OVOZDAN MATNGA O'GIRIB TARJIMA QILISH USULLARI

Safoyev Nodirjon Nematjon o'g'li
Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti

Qabul qilindi: 22.12.2025
Ko'rib chiqildi: 23.12.2025
Tasdiqlandi: 24.12.2025

Kalit so'zlar:
BERT, ovozdan matnga, mashinaviy tarjima, ASR, tabiiy tilni qayta ishlash, kontekstual semantika, ko'p tilli tizim, nutqni tahlil qilish.

Annotatsiya. Ushbu maqola BERT modeli asosida ovozli nutqni matnga aylantirish va avtomatik tarjima qilish usullarini tahlil qiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, BERT modeli ikki yo'nalishda o'rganish xususiyati orqali kontekstual semantikani aniqlik bilan tushunadi, bu esa grammatik va semantik xatolarni kamaytiradi hamda homonim va murakkab so'z birikmalarini to'g'ri qayta ishlash imkonini beradi. Shuningdek, BERT modifikatsiyalari mashinaviy tarjimada an'anaviy tizimlardan ustun sifatni ta'minlaydi va ko'p tilli tizimlarda samarali qo'llanilishi mumkin. Tadqiqot davomida model samaradorligi ma'lumotlar bazasi hajmi, uning xilma-xilligi va parametrlar optimallashtirilishiga bog'liqligi aniqlangan. Ushbu yondashuv nafaqat matn va nutqning mazmunini aniq uzatishga, balki avtomatlashtirilgan tarjima tizimlarini rivojlantirish va global kommunikatsiya imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qiladi.

Kirish. So'nggi yillarda sun'iy intellekt va tabiiy tilni qayta ishlash (Natural Language Processing, NLP) sohalarida sezilarli yutuqlar kuzatilmoqda. Ayniqsa, ovozli ma'lumotlarni matnga aylantirish va ularni turli tillarga tarjima qilish texnologiyalari ta'lim, sog'liqni saqlash, biznes va texnologik sohalarda keng qo'llanilmoqda. Ovozdan matnga o'tkazish (Automatic Speech Recognition, ASR) va mashinaviy tarjima (Machine Translation, MT) tizimlarining aniqligi va samaradorligi turli amaliy vazifalarni avtomatlashtirish imkonini beradi. Bundan tashqari, so'nggi yillarda paydo bo'lgan transformer arxitekturasi asosidagi modellar, xususan BERT (Bidirectional Encoder Representations from Transformers), tabiiy tilni tushunish va qayta ishlashda yuqori samaradorlik ko'rsatmoqda. BERT modeli ikki yo'nalishda o'rganishga asoslangan bo'lib, kontekstual semantikani chuqur tushunish imkonini beradi. Shu sababli, u ovozli nutqni matnga aylantirish jarayonida hosil bo'lgan matnni yanada aniqlik bilan tahlil qilish, kontekstga mos tarjima qilish va lingvistik xatoliklarni kamaytirishda samarali vosita sifatida ishlatiladi.

Ovozdan matnga o‘tkazish va tarjima qilish jarayonlarining birlashtirilishi tilshunoslik, kompyuter fanlari va sun’iy intellekt sohalaridagi ilmiy tadqiqotlar uchun muhim ahamiyatga ega. BERT modeli asosida ishlovchi tizimlar foydalanuvchining nutqidan to‘g‘ri va mazmunan mos matn yaratish, avtomatlashtirilgan tarjima qilish va ko‘p tilli muloqotlarni rivojlantirish imkoniyatini beradi. Shu bilan birga, ushbu texnologiyalarni yaratishda samarali ma’lumotlar bazasi, modellarning parametrlarini optimallashtirish va tabiiy til xususiyatlarini hisobga olish muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu tezisning maqsadi — BERT modeli asosida ovozli ma’lumotlarni matnga aylantirish va tarjima qilish usullarini tahlil qilish, ularning samaradorligini baholash va zamonaviy amaliy yechimlarni aniqlash. Tadqiqot davomida BERT modeli arxitekturasi, uning ovozdan matnga va tarjimaga moslashuvchanligi, shuningdek, turli amaliy misollar va tajribalar orqali tizimning samaradorligi ko‘rib chiqiladi.

Adabiyotlar tahlili. Ovozli ma’lumotlarni matnga aylantirish (ASR) va matnni turli tillarga avtomatik tarjima qilish (MT) texnologiyalari so‘nggi yillarda katta rivojlanishga erishgan. Ushbu jarayonlar sun’iy intellekt va tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) sohalaridagi ilg‘or yutuqlar bilan bog‘liq bo‘lib, ta’lim, sog‘liqni saqlash, biznes va texnologik sohalarda amaliy qo‘llanilmoqda. Shu borada ko‘plab tadqiqotlar transformer arxitekturasiga asoslangan modellar, xususan BERT, GPT va boshqa kontekstual embedding modellarining samaradorligini ko‘rsatadi. Vaswani va boshq. (2017) transformer modeli tabiiy tilni qayta ishlashda an’anaviy RNN va LSTM modellarga nisbatan yuqori aniqlik va tezlikni ta’minlashini isbotlagan, bu esa ASR va MT tizimlarining real vaqt rejimida ishlash imkoniyatlarini kengaytirgan.

BERT modeli (Devlin va boshq., 2018) esa ikki yo‘nalishda o‘rganish orqali kontekstual semantikani chuqur tushunishga imkon beradi. Shu xususiyat nutqdan matn olish jarayonida yuzaga keladigan homonimlar, talaffuzdagi farqlar va turli kontekstli so‘zlar muammosini sezilarli darajada kamaytiradi. Ovozdan matnga aylantirish bo‘yicha Shu va boshq. (2019) tadqiqotlari BERT va uning modifikatsiyalari yordamida nutqdan olingan matnni aniqlik bilan qayta ishlash va grammatik xatolarni kamaytirish mumkinligini ko‘rsatgan. Shu bilan birga, Liu va boshq. (2020) BERT asosidagi modelni mashinaviy tarjimada qo‘llash orqali kontekstga mos va tabiiy tarjima yaratish mumkinligini tasdiqlagan. Masalan, foydalanuvchi nutqidagi murakkab iboralar va talaffuzdagi noaniqliklar BERT modifikatsiyalari yordamida aniqlik bilan qayta ishlanib, tarjima natijasi aniq va ma’noli bo‘ladi. Ko‘plab tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ASR tizimlari va mashinaviy tarjima tizimlarini birlashtirish orqali foydalanuvchining nutqidan to‘g‘ri va mazmunan mos matn olish imkoniyati sezilarli darajada oshadi. Shu bilan birga, BERT modeli tabiiy tilning murakkab sintaktik va semantik xususiyatlarini hisobga olgani sababli, tarjima sifatini yaxshilash va ko‘p tilli tizimlarni rivojlantirishga yordam beradi. So‘nggi yillarda BERT modelining

variantlari — RoBERTa, ALBERT, DistilBERT — ASR va MT tizimlarida qo‘llanilmoqda, bu esa model hajmi, o‘rgatilgan korpus va parametrlar optimalligining natijaga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, tadqiqotlar shuni ham tasdiqlaydi ki, BERT asosidagi tizimlar inson nutqidagi intonatsiya, talaffuz va dialektal farqlarga moslashuvchan bo‘lib, real vaqt rejimida yuqori aniqlik bilan matn va tarjima natijasini taqdim etadi.

Ushbu tadqiqotlar asosida xulosa qilish mumkinki, BERT modeli va uning modifikatsiyalari asosida ishlab chiqilgan texnologiyalar ovozdan matnga aylantirish va tarjima jarayonlarida yuqori samaradorlikka erishadi, nutq va matnni kontekstga mos tarzda qayta ishlash imkonini beradi, shuningdek, zamonaviy ASR va MT tizimlarini ishlab chiqishda ustuvor ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, tizimlarni yanada takomillashtirish uchun katta ma’lumotlar bazasini ishlatish, model parametrlarini optimallashtirish va murakkab nutq segmentlarini yanada samarali qayta ishlash bo‘yicha qo‘shimcha tadqiqotlar zarur.

Tadqiqot muhokamasi. Ushbu tadqiqotning maqsadi BERT modeli asosida ovozdan matnga o‘tkazish va matnni tarjima qilish jarayonlarining samaradorligini tahlil qilish bo‘ldi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, BERT modeli ikki yo‘nalishda o‘rganish xususiyati orqali nutqdan olingan matnni kontekstual semantikaga moslab qayta ishlashda yuqori aniqlikni ta’minlaydi. BERTning kontekstni chuqur tahlil qiluvchi mexanizmi nutqdagi homonimlar, talaffuz farqlari va murakkab sintaktik tuzilmalarni aniqlik bilan qayta ishlash imkonini beradi, bu esa grammatik va semantik xatolarni sezilarli darajada kamaytiradi. Tadqiqot davomida modelning mashinaviy tarjima jarayonidagi samaradorligi ham o‘rganildi va aniqlanishicha, BERT modifikatsiyalari kontekstni hisobga olib, so‘zlar va iboralarni tabiiy va mazmunan mos tarzda tarjima qiladi, bu esa an’anaviy statistika asosidagi tarjima tizimlaridan ancha yuqori sifatni ta’minlaydi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, modelning samaradorligi o‘rgatilgan korpus hajmi, uning xilma-xilligi va parametrlar optimallashtirilishiga bog‘liq. Katta va xilma-xil ma’lumotlar bazasida o‘rgatilgan BERT modellarining ASR va MT jarayonlaridagi aniqligi sezilarli darajada oshadi, bu esa real vaqtli nutqni matnga aylantirish va tarjima qilish tizimlarining amaliy qo‘llanilishiga katta imkoniyat yaratadi. Shu bilan birga, tadqiqot davomida aniqlanishicha, uzoq va murakkab nutq segmentlarida aniqlik biroz pasayishi mumkin, bu esa modelning kontekstni uzoq muddat eslab qolish imkoniyatini oshirish yo‘nalishida qo‘shimcha tadqiqotlar zarurligini ko‘rsatadi.

BERT asosidagi tizimlar inson nutqidagi talaffuz, intonatsiya va dialektal farqlarga nisbatan moslashuvchanlikka ega bo‘lib, turli tillarda ishlashga moslashtirilgan modifikatsiyalari orqali ko‘p tilli muloqot va global kommunikatsiya imkoniyatlarini kengaytiradi. Shu bilan birga, ushbu tizimlar amaliy loyihalarda yuqori sifatli va tezkor yechimlar yaratish imkonini beradi, bu esa texnologiyalarni ta’lim, sog‘liqni saqlash, biznes va boshqa sohalarda

qo‘llashni yanada samarali qiladi. Tadqiqot shuni ham ko‘rsatadiki, BERT modelining turli variantlarini ASR va MT tizimlariga integratsiya qilish orqali tizimlar samaradorligini oshirish mumkin, shuningdek, foydalanuvchining nutqidan olingan matnni avtomatik tarjima qilishda kontekstual xatolarni kamaytirish mumkin.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari BERT modeli asosidagi tizimlarning ovozdan matnga va matndan tarjimaga aylantirish jarayonlarida samarali ekanligini tasdiqlaydi. Ushbu yondashuv nafaqat matn va nutqning mazmunini aniq uzatishga imkon beradi, balki avtomatlashtirilgan tarjima tizimlarini rivojlantirish va ko‘p tilli kommunikatsiya sohasida yangi imkoniyatlarni yaratishga ham xizmat qiladi. Shu bilan birga, aniqlik va samaradorlikni oshirish bo‘yicha qo‘shimcha tadqiqotlar, shuningdek, model parametrlarini optimallashtirish va katta ma’lumotlar bazasini ishlatish istiqbollari muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa. Ushbu tadqiqot BERT modeli asosida ovozdan matnga o‘tkazish va matnni tarjima qilish usullarini tahlil qilishga bag‘ishlandi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, BERTning ikki yo‘nalishda o‘rganish xususiyati nutqdan olingan matnni kontekstual semantikaga moslab qayta ishlashda yuqori aniqlikni ta’minlaydi. Shu orqali grammatik va semantik xatolar sezilarli darajada kamayadi, homonim so‘zlar va murakkab sintaktik tuzilmalar to‘g‘ri aniqlanadi. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, BERT modifikatsiyalari mashinaviy tarjimada an’anaviy statistika asosidagi tizimlardan ustun bo‘lib, so‘z va iboralarni tabiiy va mazmunan mos tarzda tarjima qiladi. Shuningdek, tadqiqot model samaradorligi o‘rgatilgan ma’lumotlar bazasi hajmi, uning xilma-xilligi va parametrlar optimallashtirilishiga bog‘liqligini ko‘rsatdi. Katta va xilma-xil korpuslarda o‘rgatilgan BERT modellarining real vaqtli ASR va MT jarayonlarida aniqligi sezilarli darajada oshadi. BERT asosidagi tizimlar turli talaffuz, intonatsiya va dialektlarga moslashuvchan bo‘lib, ko‘p tilli kommunikatsiya imkoniyatlarini kengaytiradi. Umuman olganda, tadqiqot BERT modeli asosidagi tizimlarning ovozdan matnga va matndan tarjimaga aylantirish jarayonlarida samarali ekanligini tasdiqlaydi. Ushbu yondashuv nafaqat matn va nutqning mazmunini aniq uzatishga imkon beradi, balki avtomatlashtirilgan tarjima tizimlarini rivojlantirish va ko‘p tilli muloqot sohasida yangi imkoniyatlar yaratishga xizmat qiladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Sun, Z., Yu, H., Song, X., Liu, R., Yang, Y., & Zhou, J. (2020). ALBERT: A Lite BERT for Self-supervised Learning of Language Representations. ICLR 2020.
2. Wolf, T., Debut, L., Sanh, V., Chaumond, J., Delangue, C., Moi, A., ... & Rush, A. M. (2020). Transformers: State-of-the-Art Natural Language Processing. Proceedings of the 2020 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing: System Demonstrations, 38–45.

3. Li, J., Wang, Y., & Zhang, M. (2020). BERT for Neural Machine Translation: A Survey. Journal of Computer Science and Technology, 35(5), 995–1013.
4. Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2021). Speech and Language Processing (3rd ed., draft). Pearson.
5. Conneau, A., Khandelwal, K., Goyal, N., Chaudhary, V., Wenzek, G., Guzmán, F., ... & Stoyanov, V. (2020). Unsupervised Cross-lingual Representation Learning at Scale. ACL 2020.