BOLALAR UCHUN ZARARLI KONTENTNI ANIQLASHNING TRANSFORMER MODELLARGA ASOSLANGAN INTELLEKTUAL USULLARI

Toshboyeva Guljahon O'tkir qizi

Annotatsiya. Maqolada bolalar foydalanadigan onlayn muhitdagi o‘zbek tilidagi matnlarda zararli kontentni (haqorat, kiberbulling, zo‘ravonlikni targ‘ib qilish, o‘ziga zarar yetkazishga undash va boshqalar) avtomatik aniqlash muammosi ko‘rib chiqiladi. O‘zbek tilining agglyutinativ tabiati, lotin va kirill yozuvlarining parallel qo‘llanilishi hamda rus tili bilan aralash yozish holatlari aniqlash sifatini pasaytiruvchi omillar sifatida tahlil qilinadi. Yozuvni normallashtirish, oldindan o‘qitilgan transformer modelini moslashtirish va sinflar nomutanosibligini hisobga oluvchi yo‘qotish funksiyasini birlashtirgan ko‘p bosqichli yondashuv taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: zararli kontent, bolalar xavfsizligi, tabiiy tilni qayta ishlash, o‘zbek tili, transformer, BERT, kiberbulling, matn klassifikatsiyasi.

Аннотация. В статье рассматривается проблема автоматического выявления вредоносного контента (оскорбления, кибербуллинг, пропаганда насилия, побуждение к причинению вреда себе и др.) в текстах на узбекском языке в онлайн-среде, используемой детьми. Агглютинативный характер узбекского языка, параллельное использование латиницы и кириллицы, а также смешение с русским языком анализируются как факторы, снижающие качество распознавания. Предлагается многоэтапный подход, объединяющий нормализацию письменности, дообучение предобученной трансформерной модели и функцию потерь, учитывающую дисбаланс классов.

Ключевые слова: вредоносный контент, безопасность детей, обработка естественного языка, узбекский язык, трансформер, BERT, кибербуллинг, классификация текстов.

Abstract. The paper addresses the problem of automatically detecting harmful content (insults, cyberbullying, promotion of violence, encouragement of self-harm, etc.) in Uzbek-language texts within online environments used by children. The agglutinative nature of Uzbek, the parallel use of Latin and Cyrillic scripts, and code-mixing with Russian are analysed as factors that reduce detection quality. A multi-stage approach is proposed that combines script normalisation, fine-tuning of a pretrained transformer model, and a loss function that accounts for class imbalance.

Keywords: harmful content, child safety, natural language processing, Uzbek language, transformer, BERT, cyberbullying, text classification.

Kirish

Bugungi kunda bolalar internetdan juda erta yoshdan boshlab faol foydalanmoqda. UNICEF ma’lumotlariga ko‘ra, dunyodagi internet foydalanuvchilarining taxminan har uchtasidan biri 18 yoshga to‘lmagan bola hisoblanadi [1]. Ijtimoiy tarmoqlar, messenjerlar, onlayn o‘yinlar va video platformalardagi izohlar bolalar uchun muloqot va bilim manbai bo‘lish bilan birga, ularni haqorat,

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

kiberbulling, zo‘ravonlik, o‘ziga zarar yetkazishni targ‘ib qiluvchi va yoshiga mos bo‘lmagan boshqa axborot ta’siriga ham duchor qiladi. Yevropa mamlakatlarida 9–16 yoshli bolalar o‘rtasida o‘tkazilgan keng ko‘lamli so‘rovnoma ularning taxminan 12 foizi internetda o‘zini bezovta qilgan yoki xafa qilgan kontentga duch kelganini ko‘rsatgan [2].

O‘zbekistonda bu masala qonunchilik darajasida tartibga solingan. 2017-yil 8-sentabrda qabul qilingan O‘RQ-444-son “Bolalarni ularning sog‘lig‘iga zarar yetkazuvchi axborotdan himoya qilish to‘g‘risida”gi Qonun bolalar o‘rtasida tarqatilishi taqiqlangan va cheklangan axborot turlarini belgilab bergan bo‘lib, uning amal qilish doirasi Internetga joylashtiriladigan axborotni ham qamrab oladi [3]. 2024-yil 14-oktabrdagi PQ-358-son qaror bilan tasdiqlangan Sun’iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasida esa ijtimoiy soha va iqtisodiyot tarmoqlarida sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etish ustuvor vazifa sifatida belgilangan [4].

Biroq qonunchilik talablarini amalda ta’minlash uchun har kuni yaratilayotgan millionlab xabar va izohlarni qo‘lda tekshirishning imkoni yo‘q. Shu sababli zararli kontentni avtomatik aniqlovchi intellektual tizimlarga ehtiyoj tobora ortib bormoqda. Ingliz tili uchun bu yo‘nalishda katta hajmli belgilangan ma’lumotlar to‘plamlari va samarali modellar yaratilgan [5, 6]. O‘zbek tili esa resurslari kam (low-resource) tillar qatoriga kiradi: u uchun yaratilgan dastlabki transformer modellari asosan umumiy tilshunoslik vazifalarida baholangan [7, 8], bolalar xavfsizligiga yo‘naltirilgan ixtisoslashgan tadqiqotlar esa deyarli uchramaydi. Bundan tashqari, lug‘atga asoslangan an’anaviy filtrlar so‘zlarning kontekstdagi ma’nosini hisobga olmaydi va ataylab buzib yozilgan so‘zlarni aniqlay olmaydi.

Mazkur tezisning maqsadi — o‘zbek tilidagi onlayn matnlarda bolalar uchun zararli kontentni aniqlash aniqligini oshirishga qaratilgan intellektual usulning tarkibiy qismlarini asoslash va uni takomillashtirish yo‘nalishlarini belgilashdan iborat.

Tadqiqot materiallari va usullari

Zararli kontent toifalari.

Tadqiqotda zararli kontent toifalari O‘RQ-444-son Qonun va uni amalga oshirish bo‘yicha qabul qilingan hukumat qarori mazmunidan kelib chiqib shakllantirildi [3]. Bu yondashuv tizim natijalarini milliy qonunchilik talablari bilan bevosita bog‘lash imkonini beradi. Matnli kontent uchun ajratilgan oltita asosiy toifa va ularni aniqlashda yuzaga keladigan qiyinchiliklar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Bolalar uchun zararli matnli kontent toifalari va ularni aniqlashdagi qiyinchiliklar

№	Kontent toifasi	Matndagi asosiy belgilari	Aniqlashdagi asosiy qiyinchilik
1	Haqorat va so‘kinish	Qo‘pol so‘zlar, kamsituvchi iboralar	So‘zlarni ataylab buzib yozish, harflarni raqam yoki belgi bilan almashtirish
2	Kiberbulling	Muayyan bolaga qaratilgan masxara, tahdid, guruhdan chetlatish	Alohida xabar zararsiz ko‘rinishi mumkin, zarar xabarlar ketma-ketligida namoyon bo‘ladi
3	Zo‘ravonlik va shafqatsizlikni oqlash	Zo‘ravonlikni ijobiy baholash, unga undash	Yangilik va badiiy matnlardagi tasvirlashdan farqlash

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

№	Kontent toifasi	Matndagi asosiy belgilari	Aniqlashdagi asosiy qiyinchilik
4	O‘ziga zarar yetkazishga undash	Xavfli “challenge”lar, o‘z joniga qasd qilishni targ‘ib qilish	Majoziy ifodalar; bolaning yordam so‘rash xabaridan farqlash
5	Zararli odatlarga undash	Alkogol, tamaki, giyohvand moddalar, qimor o‘yinlari reklamasi	Reklamani ogohlantiruvchi yoki tanqidiy matndan farqlash
6	Yoshga mos bo‘lmagan jinsiy mazmun	Ochiq ifodalar, shubhali havolalar	Evfemizmlar, jargon va yashirin ishoralar

Matnni normallashtirish.

O‘zbek tilidagi onlayn matnlarning o‘ziga xos jihati shundaki, bir xil so‘z lotin yoki kirill yozuvida, “o‘” harfi esa “o'”, “o`”, “o‘” yoki oddiy “o” shaklida yozilishi mumkin. Foydalanuvchilar ko‘pincha o‘zbek va rus tillarini aralash ishlatadi, zararli so‘zlarni filtrlardan yashirish uchun esa ularni ataylab buzib yozadi. Model uchun bularning barchasi turli tokenlar hisoblanadi va bu uning umumlashtirish qobiliyatini pasaytiradi. Shu sababli taklif etilayotgan usulning birinchi bosqichi normallashtirish moduli bo‘lib, u kirill yozuvidagi matnni lotin yozuviga o‘giradi, apostrof va tutuq belgisining turli shakllarini yagona ko‘rinishga keltiradi, ataylab almashtirilgan belgilarni lug‘at va qoidalar asosida tiklaydi hamda cho‘zib yozilgan harflarni qisqartiradi (masalan, “zooo‘r” → “zo‘r”).

Kontekstual vektor ko‘rinish va klassifikatsiya.

Ikkinchi bosqichda matnning kontekstual vektor ko‘rinishi oldindan o‘qitilgan transformer modeli yordamida hosil qilinadi. Transformer arxitekturasi o‘z-o‘ziga e’tibor (self-attention) mexanizmi orqali gapdagi har bir so‘zning boshqa so‘zlar bilan bog‘liqligini hisobga oladi [9]. Bu, ayniqsa, bir xil so‘z turli kontekstlarda zararli yoki zararsiz bo‘lishi mumkin bo‘lgan holatlarda muhim. Tadqiqotda uch turdagi modellarni solishtirish rejalashtirilgan: ko‘p tilli mBERT [10], yuzga yaqin tilda o‘qitilgan XLM-RoBERTa [11] va o‘zbek tiliga ixtisoslashgan BERTbek [8]. Ko‘p tilli modellarning afzalligi — o‘zbek va rus tillari aralash yozilgan matnlarni yaxshiroq tushunishi, ixtisoslashgan modelniki esa o‘zbek tilining boy morfologiyasini aniqroq aks ettirishidir.

Model chiqishidagi umumlashtiruvchi [CLS] vektori $h \in R^d$ to‘liq bog‘langan qatlam orqali har bir toifaning ehtimolligiga aylantiriladi:

$$p_k = \sigma(w_k^T h + b_k), \quad k = 1, \ldots, K, \qquad (1)$$

bu yerda σ — sigmoid funksiya, w_k va b_k — k-toifa uchun o‘qitiladigan parametrlar, K — toifalar soni. Softmax o‘rniga sigmoid funksiyadan foydalanilishi bitta matnning bir vaqtning o‘zida bir nechta toifaga (masalan, ham haqorat, ham kiberbulling) tegishli bo‘lishiga imkon beradi, ya’ni masala ko‘p belgili (multi-label) klassifikatsiya sifatida qo‘yiladi. Har bir toifa uchun qaror chegarasi (threshold) validatsiya to‘plamida alohida tanlanadi.

Sinflar nomutanosibligini hisobga olish.

Real onlayn muhitda zararli matnlar umumiy oqimning kichik qismini tashkil etadi, ayrim toifalar (masalan, o‘ziga zarar yetkazishga undash) esa juda kam uchraydi. Oddiy kross-entropiya funksiyasi bilan o‘qitilgan model ko‘p uchraydigan “zararsiz” sinfga moslashib qoladi va kam uchraydigan, lekin

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

eng xavfli toifalarni o'tkazib yuboradi. Bu muammoni yumshatish uchun fokal yo'qotish funksiyasidan [12] foydalanish taklif etiladi:

$$FL(p_t) = -\alpha_t(1 - p_t)^{\gamma} \log(p_t), \quad (2)$$

bu yerda p_t — model to'g'ri sinfga bergan ehtimollik, α_t — sinf vazni, $\gamma \geq 0$ — model allaqachon to'g'ri tasniflayotgan "oson" misollarning ta'sirini kamaytiruvchi parametr. $\gamma = 0$ bo'lganda (2) ifoda vaznlangan kross-entropiyaga aylanadi, γ ortishi bilan esa o'qitish jarayoni murakkab misollarga ko'proq e'tibor qaratadi.

Ma'lumotlar to'plamini shakllantirish.

O'zbek tilida bolalar uchun zararli kontent bo'yicha ochiq belgilangan ma'lumotlar to'plami deyarli mavjud emas. Shu sababli tadqiqot doirasida ochiq ijtimoiy tarmoq sahifalari va video platformalardagi o'zbek tilidagi izohlardan iborat korpus shakllantirish rejalashtirilgan. Har bir matn kamida uch nafar ekspert (informatika o'qituvchisi, psixolog va tilshunos) tomonidan belgilanadi, ekspertlar o'rtasidagi kelishuv darajasi Fleyss kappa koeffitsiyenti orqali nazorat qilinadi. Shaxsga oid ma'lumotlar (foydalanuvchi nomlari, telefon raqamlari, havolalar) korpusdan oldindan olib tashlanadi. Ma'lumotlar yetishmasligini qisman qoplash uchun ingliz tilidagi OLID [6] kabi to'plamlardan hamda ko'p tilli modellarning bir tildan ikkinchi tilga bilim ko'chirish (cross-lingual transfer) qobiliyatidan foydalaniladi.

Tizimning umumiy ishlash algoritmi.

Taklif etilayotgan tizim quyidagi ketma-ketlikda ishlaydi:

1-qadam. Kiruvchi xabar yoki izoh qabul qilinadi va undagi shaxsga oid ma'lumotlar (telefon raqami, havola, foydalanuvchi nomi) maxsus belgilar bilan almashtiriladi.

2-qadam. Normallashtirish moduli matnni yagona lotin yozuviga keltiradi va ataylab buzib yozilgan so'zlarni tiklaydi.

3-qadam. Matn tokenlarga ajratilib, transformer modeli orqali kontekstual vektorga aylantiriladi va (1) formula bo'yicha har bir toifa uchun ehtimollik hisoblanadi.

4-qadam. Ehtimolliklar har bir toifa uchun alohida tanlangan chegaralar bilan solishtiriladi va xabarga tegishli toifalar ro'yxati shakllantiriladi.

5-qadam. Toifaga qarab javob chorasi tanlanadi: haqorat va so'kinishda xabar yashiriladi, kiberbulling belgilari takrorlanganda sinf rahbariga ogohlantirish yuboriladi, o'ziga zarar yetkazish toifasida esa xabar bloklanmasdan mas'ul shaxsga zudlik bilan xabar beriladi.

Natijalar va muhokama

Adabiyotlar tahlili va taklif etilayotgan yondashuvni nazariy asoslash bir qator muhim xulosalarga olib keladi. Birinchidan, normallashtirish bosqichi o'zbek tili uchun ikkinchi darajali emas, balki zaruriy bosqich hisoblanadi. Ikki yozuv, apostrofning bir nechta shakli va ataylab buzib yozish holatlari bir xil ma'noli so'zni model uchun o'nlab turli shakllarga aylantiradi. Ayniqsa, ataylab buzib yozish lug'atga asoslangan oddiy filtrlarning eng zaif nuqtasi hisoblanadi, chunki ular faqat aniq mos keladigan so'zlarni topadi.

Ikkinchidan, zararli kontentning turli toifalari bir xil darajada murakkab emas. Ingliz tilidagi tadqiqotlar nafrat nutqini oddiy qo'pol so'zlardan ajratish eng qiyin vazifalardan biri ekanini ko'rsatgan: qo'pol so'z ishlatilgan har qanday matn ham zararli bo'lavermaydi va aksincha [5]. Kiberbulling esa ko'pincha bitta xabarda emas, balki bir bolaga qaratilgan xabarlar ketma-ketligida namoyon bo'ladi [13]. Shu sababli taklif etilayotgan tizimni keyingi bosqichda alohida xabarlar bilan birga suhbat tarixini ham hisobga oladigan qilib kengaytirish maqsadga muvofiq.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

Uchinchidan, o'ziga zarar yetkazish mavzusidagi matnlarni aniqlashda alohida ehtiyotkorlik talab etiladi. Bunday mazmundagi xabarni yozgan bolaning o'zi yordamga muhtoj bo'lishi mumkin. Shuning uchun bu toifada tizim kontentni shunchaki bloklamasligi, balki mas'ul shaxsga (ota-ona, sinf rahbari yoki maktab psixologi) xabar beruvchi rejimda ishlashi taklif etiladi.

To'rtinchidan, tizim qarorlari tushunarli bo'lishi kerak. Ota-ona yoki o'qituvchi tizim nima uchun xabarni zararli deb topganini bilmasa, unga ishonmaydi. Buning uchun SHAP [14] kabi tushuntiruvchi usullar yordamida qarorga eng ko'p ta'sir qilgan so'zlarni ajratib ko'rsatish ko'zda tutiladi.

Ko'rib chiqilgan yondashuvlarning adabiyotlar tahlili asosidagi qiyosiy tavsifi 2-jadvalda keltirilgan. Transformer modellarining resurs talabchanligi va qarorlarini tushuntirish qiyinligi kabi kamchiliklari taklif etilayotgan distillyatsiya va SHAP usullari orqali qoplanadi.

2-jadval

Zararli matnni aniqlash yondashuvlarining qiyosiy tavsifi

Mezon	Lug'atga asoslangan filtr	Klassik mashinali o'qitish (TF-IDF + SVM)	Transformer modellari
Kontekstni hisobga olish	Yo'q	Qisman (so'z birikmalari darajasida)	To'liq (gap darajasida)
Buzib yozilgan so'zlarga chidamlilik	Past	O'rtacha (belgi n-grammalari bilan)	O'rtacha; normallashtirish bilan yuqori
Belgilangan ma'lumotlarga ehtiyoj	Talab qilinmaydi	O'rtacha	Ko'p; oldindan o'qitish hisobiga kamayadi
Hisoblash resurslari	Juda kam	Kam	Yuqori; distillyatsiya bilan kamayadi
Qarorni tushuntirish	Oson	O'rtacha	Qo'shimcha usullar (SHAP) talab etiladi

Taklif etilayotgan modellarni baholashda nomutanosib ma'lumotlar sharoitida umumiy aniqlik (accuracy) ko'rsatkichi chalg'ituvchi bo'lishi hisobga olinadi. Masalan, matnlarning 95 foizi zararsiz bo'lsa, barcha matnni "zararsiz" deb belgilaydigan model ham 95 foiz aniqlikka erishadi, lekin amalda hech qanday foyda keltirmaydi. Shu sababli har bir toifa bo'yicha aniqlik (precision, P), to'liqlik (recall, R) va ularning garmonik o'rtachasi F_1 hisoblanadi:

$$F_1 = 2PR / (P + R), \quad (3)$$

barcha toifalar bo'yicha o'rtacha makro-F_1 esa asosiy mezon sifatida qabul qilinadi. Bolalar xavfsizligi kontekstida to'liqlik ko'rsatkichiga alohida e'tibor qaratiladi, chunki zararli kontentni o'tkazib yuborish xatosining narxi zararsiz matnni noto'g'ri belgilash xatosiga qaraganda yuqori.

Amaliy joriy etish nuqtai nazaridan tizimni ota-ona nazorati dasturlari, umumta'lim maktablarining Wi-Fi tarmog'i filtrlari yoki brauzer kengaytmasi ko'rinishida qo'llash mumkin. Model mobil qurilmada

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

ishlashi uchun uning hajmini bilim distillyatsiyasi [15] usuli bilan kichraytirish rejalashtirilgan. Bu yechim maxfiylik nuqtai nazaridan ham afzal, chunki bolaning yozishmalari tahlil uchun tashqi serverga yuborilmaydi.

Xulosa

O‘zbek tilidagi onlayn matnlarda bolalar uchun zararli kontentni aniqlash texnik, lingvistik va ijtimoiy jihatlarni o‘z ichiga olgan murakkab masaladir. O‘tkazilgan tahlil asosida quyidagilar asoslandi:

1) zararli kontent toifalarini milliy qonunchilik asosida shakllantirish tizim natijalarini huquqiy talablar bilan bog‘lash imkonini beradi;

2) yozuv va imloni normallashtirish, oldindan o‘qitilgan transformer modelini moslashtirish va fokal yo‘qotish funksiyasini birlashtirgan ko‘p bosqichli yondashuv o‘zbek tilining o‘ziga xos xususiyatlari va sinflar nomutanosibligi muammosini birgalikda hal etishga qaratilgan;

3) o‘ziga zarar yetkazish bilan bog‘liq toifalarda bloklash o‘rniga mas’ul shaxsni xabardor qilish rejimi va tushuntiriluvchi qarorlar tizimning amaliy ishonchliligini oshiradi.

Keyingi tadqiqotlarda o‘zbek tilidagi zararli kontent korpusini yaratish, taklif etilgan modellarni eksperimental solishtirish va tizimni umumta’lim maktabida sinovdan o‘tkazish rejalashtirilgan.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. UNICEF. The State of the World’s Children 2017: Children in a Digital World. – New York: UNICEF, 2017.
2. Livingstone S., Haddon L., Görzig A., Ólafsson K. Risks and safety on the internet: the perspective of European children. Full findings. – London: EU Kids Online, LSE, 2011.
3. O‘zbekiston Respublikasining “Bolalarni ularning sog‘lig‘iga zarar yetkazuvchi axborotdan himoya qilish to‘g‘risida”gi Qonuni. 08.09.2017, O‘RQ-444-son. – URL: https://lex.uz/docs/3333797
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Sun’iy intellekt texnologiyalarini 2030-yilga qadar rivojlantirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi qarori. 14.10.2024, PQ-358-son. – URL: https://lex.uz/docs/7158604
5. Davidson T., Warmsley D., Macy M., Weber I. Automated Hate Speech Detection and the Problem of Offensive Language // Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media (ICWSM). – 2017. – Vol. 11, No. 1. – P. 512–515.
6. Zampieri M., Malmasi S., Nakov P., Rosenthal S., Farra N., Kumar R. Predicting the Type and Target of Offensive Posts in Social Media // Proceedings of NAACL-HLT. – 2019. – P. 1415–1420.
7. Mansurov B., Mansurov A. UzBERT: pretraining a BERT model for Uzbek // arXiv preprint arXiv:2108.09814. – 2021.
8. Kuriyozov E., Vilares D., Gómez-Rodríguez C. BERTbek: A Pretrained Language Model for Uzbek // Proceedings of the SIGUL 2024 Workshop (LREC-COLING 2024). – 2024.
9. Vaswani A., Shazeer N., Parmar N., et al. Attention Is All You Need // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2017. – Vol. 30. – P. 5998–6008.
10. Devlin J., Chang M.-W., Lee K., Toutanova K. BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding // Proceedings of NAACL-HLT. – 2019. – P. 4171–4186.
11. Conneau A., Khandelwal K., Goyal N., et al. Unsupervised Cross-lingual Representation Learning at Scale // Proceedings of ACL. – 2020. – P. 8440–8451.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

12. Lin T.-Y., Goyal P., Girshick R., He K., Dollár P. Focal Loss for Dense Object Detection // Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV). – 2017. – P. 2980–2988.
13. Salawu S., He Y., Lumsden J. Approaches to Automated Detection of Cyberbullying: A Survey // IEEE Transactions on Affective Computing. – 2020. – Vol. 11, No. 1. – P. 3–24.
14. Lundberg S. M., Lee S.-I. A Unified Approach to Interpreting Model Predictions // Advances in Neural Information Processing Systems. – 2017. – Vol. 30. – P. 4765–4774.
15. Hinton G., Vinyals O., Dean J. Distilling the Knowledge in a Neural Network // arXiv preprint arXiv:1503.02531. – 2015.

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.