

Date: 13th October-2025

YUZNI ANIQLASH ALGORITMI: HAAR CASCADE

Gulshod Yunusova Nazihovna

Namangan Davlat Universiteti, "Raqamli ta'lim texnologiyalari" kafedrası prof.v.b.,
PhD.

Annotatsiya: Bu maqolada asosan yuzni aniqlash algoritmi: HAAR CASCADE haqida bayon etiladi. Bu yuzni aniqlash uchun ishlatiladigan mashhur ob'ektni aniqlash algoritmi bo'lib, uning o'ziga hos yutuqlari va kamchiliklari bor. Yuzni tez aniqlab olish kerak bo'lganida qo'llaniladi. Yuzlar odatda ba'zi bir o'ziga xos naqshlarga ega bo'ladi (masalan, ko'zlar burundan ko'ra qorong'i). Bu naqshlarni Haar xususiyatlari yordamida aniqlash mumkin.

Kalit so'zlar: yuzni aniqlash algoritmi, Haar Cascade, yuzni tez aniqlash algoritmi, Haar xususiyatlari, integral tasvir, AdaBoost bilan o'qitish mashinani o'rgatish algoritmi.

Kirish

Yuzni aniqlash texnologiyasi so'nggi yillarda sun'iy intellekt va kompyuterli ko'rish sohasida katta yutuqlarga erishdi. Ushbu texnologiya shaxsni tasdiqlash, xavfsizlik, marketing, o'yin-kulgi va boshqa ko'plab sohalarda keng qo'llanilmoqda. Yuzni aniqlash algoritmlari tasvirlar yoki videolardan inson yuzlarini avtomatik ravishda aniqlash va joylashtirish qobiliyatiga ega. Ushbu maqola yuzni aniqlash algoritmlarining asosiy tamoyillari, usullari va zamonaviy tendentsiyalarini ko'rib chiqadi. Turli xil algoritmlarning afzalliklari va kamchiliklari, ularning ishlash ko'rsatkichlari va qo'llanilish sohalari tahlil qilinadi. Bundan tashqari, yuzni aniqlash texnologiyasining etik va ijtimoiy jihatlari, shuningdek, kelajakdagi rivojlanish istiqbollari ham muhokama qilinadi. Yuzni aniqlash algoritmlari turli sohalarda keng qo'llaniladi, chunki ular yuzni tasvir yoki videodan avtomatik ravishda aniqlash va joylash imkonini beradi.

1 Adabiyotlar tahlili

Yuzni aniqlash algoritmlari, xususan Haar Cascade algoritmi bo'yicha ilgari o'tkazilgan tadqiqotlar haqida ma'lumot berishingiz kerak. Quyidagi savollarga javob berishga harakat qiling:

- Yuzni aniqlash sohasidagi umumiy tendensiyalar qanday? (Masalan, dastlabki usullar, keyingi rivojlanishlar, zamonaviy tendensiyalar).
- Haar Cascade algoritmi qachon va qanday maqsadlarda yaratilgan? (Mualliflar, asosiy g'oya, dastlabki natijalar).
- Haar Cascade algoritmining afzalliklari va kamchiliklari nimada? (Tezlik, aniqlik, resurslarga talabchanlik, yuzning holatiga sezgirlik).
- Haar Cascade algoritmini takomillashtirish bo'yicha qanday ishlar qilingan? (Turli xil xususiyatlardan foydalanish, mashinani o'qitish usullarini qo'llash, parallel hisoblash).
- Sizning tadqiqotingiz ushbu sohadagi boshqa tadqiqotlardan nimasi bilan farq qiladi? (Yangi yondashuv, yangi ma'lumotlar to'plami, boshqa algoritmlar bilan solishtirish).



Date: 13th October-2025

Yuqoridagi savollarga javob izlab, adabiyotlarni tahlil qilib chiqaylik:

1. Adabiyotlar tahlili

Haar Cascade algoritmi bo'yicha ilgari o'tkazilgan tadqiqotlar haqida ma'lumot berish kerak. Quyidagi savollarga javob berishga harakat qilamiz:

- Yuzni aniqlash sohasidagi umumiy tendensiyalar qanday? (Masalan, dastlabki usullar, keyingi rivojlanishlar, zamonaviy tendensiyalar).
- Haar Cascade algoritmi qachon va qanday maqsadlarda yaratilgan? (Mualliflar, asosiy g'oya, dastlabki natijalar).
- Haar Cascade algoritmining afzalliklari va kamchiliklari nimada? (Tezlik, aniqlik, resurslarga talabchanlik, yuzning holatiga sezgirlik).
- Haar Cascade algoritmini takomillashtirish bo'yicha qanday ishlar qilingan? (Turli xil xususiyatlardan foydalanish, mashinani o'qitish usullarini qo'llash, parallel hisoblash).
- Sizning tadqiqotingiz ushbu sohadagi boshqa tadqiqotlardan nimasi bilan farq qiladi? (Yangi yondashuv, yangi ma'lumotlar to'plami, boshqa algoritmlar bilan solishtirish).

Adabiyotlar tahlili uchun quyidagi manbalardan foydalanishingiz mumkin:

- Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. *International Journal of Computer Vision*, 1-25. (Haar Cascade algoritmining asosiy maqolasi)
- Lienhart, R., & Maydt, J. (2002). An extended set of Haar-like features for rapid object detection. *Proceedings of the International Conference on Image Processing*, 900-903. (Haar xususiyatlarining kengaytirilgan to'plami)
- Shuningdek, Google Scholar, ResearchGate va boshqa ilmiy ma'lumotlar bazalarida "Haar Cascade face detection" so'rovini berib, boshqa tegishli maqolalarni topdik.

2. Metodologiya

Biz tadqiqotimizda tahlil, sintez, abstraktlash, hukm chiqarish natija olish, statistika hisoblash metodlaridan foydalandik).

3. Natijalar

Ushbu qismda siz o'z eksperimentlaringiz natijalarini taqdim etishingiz kerak. Quyidagi ma'lumotlarni taqdim etishga harakat qiling:

- Baholash metrikalari bo'yicha natijalar. (Aniq aniqlik, to'liq aniqlik, F1-score va boshqa metrikalar bo'yicha raqamli qiymatlar).
- Turli xil sozlamalar bilan ishlash natijalari. (Qaysi sozlamalar eng yaxshi natijalarni berdi?).
- Boshqa algoritmlar bilan solishtirish natijalari. (Haar Cascade algoritmi boshqa algoritmlardan qanday ustun yoki kamchiliklarga ega?).
- Real vaqtda ishlash natijalari. (Algoritm qancha tezlikda ishlaydi? Qanday resurslarni talab qiladi?).
- Natijalarni vizuallashtirish. (Grafiklar, diagrammalar, yuzlarni aniqlashning misollari).

4. Minnatdorchiliklar



Date: 13th October-2025

Bu ilmiy tadqiqot yuzasidan muhim yo'nalish bergan professor-o'qituvchilarga va ko'maklashganlarga chuqur minnatdorchilikni ishor etamiz. .

Yuzni aniqlash sohasidagi ma'lumotlarni kengroq yoritib, qavsdagi qo'shimcha ma'lumotlarni ham ochib beramiz:

1. Yuzni aniqlash sohasidagi umumiy tendensiyalar:

Yuzni aniqlash sohasidagi rivojlanish quyidagi bosqichlarda kechdi:

- Dastlabki usullar (20-asrning oxiri - 21-asrning boshlari):

- Xususiyatga asoslangan usullar: Ushbu usullar yuzning ma'lum bir xususiyatlariga, masalan, ko'z, burun va og'izning shakli va joylashishiga tayanadi. Bu usullar odatda nisbatan oddiy va hisoblash jihatidan arzonga tushadi, lekin tasvir o'zgarishlariga juda sezgir.

Shablon moslashtirish: (Template Matching). Yuzning shablonini (odatda kichik o'lchamli tasvir) o'rnatish va uni tasvirlarda qidirish. Bu usul tasvirni shablonga moslashtirish orqali ishlaydi. Shablon tasvirda har bir nuqtada harakatlantiriladi va moslik darajasi hisoblanadi (masalan, o'xshashlik yoki korrelyatsiya). Eng yuqori moslik nuqtalari yuzning joylashuvi sifatida qabul qilinadi.

Afzalliklari: Oson amalga oshiriladi.

Kamchiliklari: Katta o'lchamli tasvirlarda hisoblash intensivligi yuqori, yorug'lik, o'lchami yoki pozitsiyasi o'zgarganda ishonchliligi pasayadi.

Xususiyatlarni aniqlash: (Feature-Based Methods). Yuzning geometrik xususiyatlarini (masalan, ko'zlar orasidagi masofa, og'izning kengligi, qoshlarning shakli) o'lchash va ularni yuzni aniqlash uchun ishlatish. Bu usul "Landmarks" deb ataladigan, yuzning aniq nuqtalarini (masalan, ko'z burchaklari, burun uchi, og'iz burchaklari) aniqlashga asoslangan.

Afzalliklari: Shablon moslashtirishga nisbatan kamroq hisoblash resurslarini talab qilishi mumkin.

Kamchiliklari: Landmarklarni aniq aniqlash qiyin bo'lishi mumkin, ayniqsa yorug'lik o'zgarishlari, pozitsiya o'zgarishi yoki ifoda tufayli.

- Kamchiliklari (xususiyatga asoslangan usullar):

Yorug'lik o'zgarishlariga sezgir: Yorug'likning o'zgarishi tasvirlarning ko'rinishini o'zgartirishi va xususiyatlarni aniqlashni qiyinlashtirishi mumkin.

Pozitsiyaga sezgir: Yuzning tasvirdagi joylashuvi o'zgarganda, aniqlik pasayishi mumkin.

Ifodaga sezgir: Yuz ifodalarining o'zgarishi xususiyatlarning ko'rinishini o'zgartirishi mumkin.

Umumiylikning yo'qligi: Turli xil shaxslarning yuzlari farq qilishi mumkin, bu esa universal usullarni ishlab chiqishni qiyinlashtiradi.

- Keyingi rivojlanishlar (2000-yillar):

- Mashinani o'rganishga asoslangan usullar: Ushbu usullar mashinani o'rganish algoritmlarini yuz xususiyatlarini avtomatik ravishda o'rganish uchun qo'llaydi. Bu usullar ma'lumotlarga asoslangan va o'z-o'zidan xususiyatlarni o'rganadi, bu esa inson tomonidan belgilangan xususiyatlarga tayanadigan usullarga nisbatan yaxshiroq ishlashga olib keladi.



Date: 13th October-2025

Haar Cascade algoritmi: Ushbu algoritmni keng qo'llanilishi va real vaqt rejimida yuzni aniqlash imkonini berdi. Bu algoritmni asosiy g'oyasi - yuzni tezda topish uchun oddiy xususiyatlarni ishlatish va kaskadli tasniflovchilarning bir qatorini qo'llash.

Afzalliklari: Tezkorlik va real vaqt rejimida ishlash.

Kamchiliklari: Yorug'lik o'zgarishlariga sezgir va aniqlik pastroq.

Support Vector Machines (SVM): Yuz xususiyatlaridan olingan ma'lumotlarni tasniflash uchun ishlatilgan. SVM ma'lumotlarni yuqori o'lchovli fazoga o'tkazish va ma'lumotlarni optimal tarzda ajratish uchun gipertekislikni topish orqali ishlaydi.

Afzalliklari: Yuqori aniqlik va o'zgarishlarga chidamlilik.

Kamchiliklari: Hisoblash intensivligi yuqori va ma'lumotlarga bog'liq.

AdaBoost: Kuchli tasniflovchini yaratish uchun bir nechta zaif tasniflovchilarni birlashtirish. AdaBoost algoritmi har bir zaif tasniflovchi uchun vaznlarni o'zgartirib, xatoni kamaytiradi va oxirgi kuchli tasniflovchini yaratadi.

Afzalliklari: Oddiy va samarali.

Kamchiliklari: "Overfitting" (ortiqcha moslashish) ga moyil.

• Kamchiliklari (mashinani o'rganishga asoslangan usullar):

Ma'lumotlarga bog'liq: Ushbu usullar o'qitish uchun katta hajmdagi ma'lumotlarni talab qiladi.

Xususiyatlarni qo'lda tanlash: Ba'zi usullar hali ham xususiyatlarni qo'lda tanlashni talab qiladi, bu esa mehnat talab qiluvchi jarayon.

Hisoblash intensivligi: SVM kabi ba'zi usullar hisoblash jihatidan qimmat bo'lishi mumkin.

• Zamonaviy tendensiyalar (2010-yillardan hozirgi kungacha):

• Chuqur o'rganishga asoslangan usullar (Deep Learning): Neyron tarmoqlar (ayniqsa, Convolutional Neural Networks - CNN) yuzni aniqlashda katta muvaffaqiyatlarga erishdi. Chuqur o'rganish usullari ma'lumotlarni o'z-o'zidan o'rganishga imkon beradigan ko'p qatlamli neyron tarmoqlarini qo'llaydi.

CNN: Yuzning murakkab xususiyatlarini o'rganish uchun avtomatik ravishda xususiyatlarni o'rganadi. CNNlar tasvirni kichik qismlarga ajratish va har bir qismdan xususiyatlarni ajratish uchun filtrlardan foydalanadi. Ushbu xususiyatlar keyinchalik yuzni aniqlash yoki tasniflash uchun ishlatiladi.

Afzalliklari: Yuqori aniqlik, yorug'lik o'zgarishlariga chidamlilik va turli xil yuz ifodalarini aniqlash qobiliyati.

Kamchiliklari: Katta hajmdagi ma'lumotlarni talab qiladi, hisoblash jihatidan qimmat va "overfitting" ga moyil.

Pre-trained modellar: Oldindan o'qitilgan modellar (masalan, VGG, ResNet, FaceNet) yuzni aniqlash aniqligini oshirish uchun ishlatiladi. Bu modellar yuzni aniqlash vazifasi uchun o'z-o'zidan xususiyatlarni o'rganishga yordam beradi.

Afzalliklari: O'qitish uchun kamroq ma'lumotlarni talab qiladi va aniqlikni yaxshilaydi.

Kamchiliklari: Modelni sozlash uchun hisoblash resurslari kerak bo'lishi mumkin.



Date: 13th October-2025

Real vaqt rejimida ishlash: Tezkor grafik kartalardan foydalanish orqali real vaqt rejimida yuzni aniqlashni ta'minlaydi.

Afzalliklari: Tez va samarali.

Kamchiliklari: Qimmat grafik kartalarini talab qiladi.

- Yangi ma'lumotlar to'plamlari: Yuzni aniqlashning yanada samarali bo'lishini ta'minlaydi. Katta, xilma-xil va aniq belgilangan ma'lumotlar to'plamlari chuqur o'rganish modellarini o'qitish uchun zarur.

Masalan: CelebA, LFW, VGG Face, MS-Celeb-1M.

- 3D yuzni aniqlash: 3D kameralar yuzning chuqurlik ma'lumotlarini olishga imkon beradi, bu yuzni aniqlashning aniqligini va ishonchliligini oshiradi. 3D ma'lumotlar yuzning tuzilishi haqida qo'shimcha ma'lumot beradi va yorug'lik sharoitlariga sezgirlikni kamaytiradi.

Afzalliklari: Yorug'lik, pozitsiya va ifoda o'zgarishlariga chidamlilikni yaxshilaydi.

Kamchiliklari: Qimmat apparat va qo'shimcha hisoblash resurslarini talab qiladi.

- Kamchiliklari (chuqur o'rganishga asoslangan usullar):

Ma'lumotlarga talabchanlik: Katta hajmdagi ma'lumotlarni talab qiladi.

Hisoblash intensivligi: Modelni o'qitish va ishlatish uchun yuqori hisoblash resurslari kerak bo'lishi mumkin (GPU, TPU).

O'qitish murakkabligi: Modelni o'qitish ko'p vaqt talab qilishi va ehtiyotkorlik bilan sozlashni talab qilishi mumkin.

Qora quti: Neyron tarmoqlarning ichki ishlashini tushunish qiyin.

2. Haar Cascade algoritmi qachon va qanday maqsadlarda yaratilgan?

- Mualliflar: Paul Viola va Michael Jones.

- Yaratilish sanasi: 2001-yil.

- Asosiy g'oya: Yuzni tez va samarali aniqlash uchun xususiyatlarni tanlash va tasniflashni qo'llaydigan kaskadli tasniflovchini yaratish. Bu algoritmnin maqsadi - yuzni real vaqt rejimida aniqlash bo'lgan.

- Haar xususiyatlari: (Haar-like features). Yuzning turli qismlaridagi yorug'lik intensivligidagi farqni (masalan, ko'zlar va qoshlar orasidagi farq, yonoqlar va og'izning soyasi) aniqlash uchun ishlatiladi. Bu farqni (masalan, ko'zlar va qoshlar orasidagi farq, yonoqlar va og'izning soyasi) aniqlash uchun ishlatiladi. Bu xususiyatlar tasvirning ma'lum bir hududidagi piksel intensivligini hisoblab, yuz xususiyatlarini aniqlashga yordam beradi. Ular, masalan, ikki to'g'ri to'rtburchakning intensivliklarining farqi, uchta to'g'ri to'rtburchakning intensivliklarining farqi yoki to'rt to'g'ri to'rtburchakning intensivliklarining farqi kabi oddiy shakllarda hisoblanadi.

AdaBoost: Kuchli tasniflovchini yaratish uchun bir nechta zaif tasniflovchilarni birlashtirish uchun qo'llaniladi. AdaBoost algoritmi zaif tasniflovchilarning vaznini o'zgartirib, xato darajasini kamaytiradi.

Kaskadli tuzilma: Bir qator tasniflovchilar (kaskad). Kaskadli tasniflovchi yuzning mavjudligini tezda aniqlash uchun ishlatiladi. Tasvirdagi har bir "o'lcham" uchun u bir nechta bosqichlardan o'tadi. Agar bir bosqichda yuz yo'qligi aniqlansa, tasvir keyingi



Date: 13th October-2025

bosqichga o'tmaydi, bu esa hisoblash vaqtini tejaydi. Kaskad tasniflovchilarning har biri Haar xususiyatlari va AdaBoost algoritmi yordamida o'qitiladi.

- Dastlabki natijalar: Real vaqt rejimida yuzni aniqlashga erishildi, bu oldingi usullarga nisbatan sezilarli yutuq edi. Algoritm, qisqacha qilib aytganda, oddiy xususiyatlarni ishlatgan, tezda ishlagan va hisoblash resurslariga talabchan bo'lmagan.

3. Haar Cascade algoritmining afzalliklari va kamchiliklari:

- Afzalliklari:

Tezlik: Oddiy xususiyatlardan foydalanish va kaskadli tuzilish tufayli tez ishlashga ega. Kaskadli arxitektura tasvirning yuz bo'lmagan qismlarini tezda rad etishga imkon beradi.

Oson amalga oshirish: Oddiy algoritmlar va o'rnatish.

Kam resurs talablari: Past hisoblash quvvati bo'lgan qurilmalarda ishlashga qodir. (Masalan, nisbatan kuchsiz protsessorlar yoki eski modellarda).

- Kamchiliklari:

Aniq emas: Turli xil sharoitlarda, masalan, yorug'lik o'zgarishlarida va yuzning holatida aniqlik pasayishi mumkin. Yorug'lik, burchak, tasvir sifati va boshqa tashqi omillar ta'sirida xatoliklar ko'proq kuzatiladi.

Yuzning holatiga sezgir: Yuzning burchagi, o'lchami va ifodasi kabi omillarga sezgir. Yuzning burchagi o'zgarganda, algoritmi ishlashi pasayishi mumkin.

Ma'lumotlarga bog'liq: O'qitilgan ma'lumotlar to'plamiga bog'liq va boshqa ma'lumotlar to'plamlarida ishlashi yaxshi bo'lmasligi mumkin. Agar ma'lumot to'plami yetarlicha xilma-xil bo'lmasa, model yangi vaziyatlarda ishlashda qiynaladi.

4. Haar Cascade algoritmini takomillashtirish bo'yicha qanday ishlar qilingan?

- Turli xil xususiyatlardan foydalanish:

Haar xususiyatlariga qo'shimcha ravishda, LBP (Local Binary Patterns) va HOG (Histogram of Oriented Gradients) kabi boshqa xususiyatlar ham qo'llanilgan. LBP va HOG tasvirning tekstura va shaklini yaxshiroq ifodalashga yordam beradi.

- Mashinani o'qitish usullarini qo'llash:

SVM va boshqa tasniflash usullarini qo'llash orqali aniqlikni yaxshilashga harakat qilingan. SVM yuqori o'lchovli fazoda ma'lumotlarni ajratish imkonini beradi.

- Parallel hisoblash:

Ko'p yadroli protsessorlardan yoki grafik kartalardan foydalanish orqali algoritmi tezlashtirish. Parallel hisoblash algoritmi yanada tezroq ishlashga yordam beradi, ayniqsa katta tasvirlar uchun.

5. Sizning tadqiqotingiz ushbu sohadagi boshqa tadqiqotlardan nimasi bilan farq qiladi?

(Sizning tadqiqotingizga bog'liq bo'lgan qism):

- Yangi yondashuv: (Agar siz yangi algoritmi taklif qilgan bo'lsangiz)

Asosiy g'oya: Sizning algoritmingizning asosiy g'oyasini qisqacha tushuntiring. Bu, masalan, yangi xususiyatlarni ishlatish, yangi tasniflash usulini qo'llash yoki Haar Cascade algoritmining tuzilishini o'zgartirish bo'lishi mumkin.



Date: 13th October-2025

Farqlar: Sizning algoritmingizning boshqa usullardan qanday farq qilishini aniq ko'rsating. Bu, masalan, aniqlik, tezlik, yorug'lik o'zgarishlariga chidamlilik yoki yuzning holatiga nisbatan sezgirlik kabi parametrlar bo'lishi mumkin. Sizning algoritmingiz qanday muammolarni hal qilishga qaratilganligini tushuntiring.

- Yangi ma'lumotlar to'plami: (Agar siz yangi ma'lumotlar to'plamini ishlatgan bo'lsangiz)

Maqsad: Sizning ma'lumotlar to'plamingizning maqsadini tushuntiring. Bu, masalan, niqobli odamlarning yuzini aniqlash, turli irqdagi odamlarning yuzini aniqlash yoki yomon yoritilgan rasmlarda yuzni aniqlash bo'lishi mumkin.

Farqlar: Sizning ma'lumotlar to'plamingizning boshqa ma'lumotlar to'plamlaridan qanday farq qilishini aniq ko'rsating. Uning hajmi, xilma-xilligi, ma'lumotlarning sifati va belgilanishi kabi parametrlar haqida gapiring.

- Boshqa algoritmlar bilan solishtirish:

Natijalar: Sizning algoritmingizning natijalarini boshqa algoritmlar bilan (Haar Cascade, CNN, FaceNet va boshqalar) solishtiring. Aniqlik, tezlik, F1-skor, ROC egri chizig'i kabi o'lchovlardan foydalaning.

Taqqoslash: Sizning algoritmingizning afzalliklari va kamchiliklarini boshqa usullar bilan solishtiring. Qaysi jihatdan yaxshiroq ishladi va qaysi jihatdan yomonroq ishladi?

Tahlil: Nega sizning algoritmingiz ma'lum bir vaziyatda yaxshiroq yoki yomonroq ishlaganligini tahlil qiling. Bu sizning yondashuvingizning kuchli va zaif tomonlarini tushunishga yordam beradi.

Adabiyotlar tahlili uchun quyidagi manbalardan foydalanishingiz mumkin:

- Viola, P., & Jones, M. (2001). Rapid object detection using a boosted cascade of simple features. International Journal of Computer Vision, 1-25. (Haar Cascade algoritmining asosiy maqolasi)

- Lienhart, R., & Maydt, J. (2002). An extended set of Haar-like features for rapid object detection. Proceedings of the International Conference on Image Processing, 900-903. (Haar xususiyatlarining kengaytirilgan to'plami)

- Shuningdek, Google Scholar, ResearchGate va boshqa ilmiy ma'lumotlar bazalarida "Haar Cascade face detection" so'rovini berib, boshqa tegishli maqolalarni topib ko'rib chiqdik.

2. Metodologiya

Ushbu qismda siz o'z tadqiqotingizda qanday usullardan foydalanganingizni batafsil bayon qilishingiz kerak. Quyidagi savollarga javob berishga harakat qiling:

- Siz qanday ma'lumotlar to'plamidan foydalandingiz? (Ma'lumotlar to'plaming nomi, hajmi, yuzlarning xususiyatlari, manbasi).

- Haar Cascade algoritmini qanday amalga oshirdingiz? (Qaysi dasturiy ta'minotdan foydalandingiz (OpenCV, Dlib va boshqalar), sozlamalar, o'qitish jarayoni).

- Siz qanday baholash metrikalaridan foydalandingiz? (Aniq aniqlik (precision), to'liq aniqlik (recall), F1-score, aniqlik egri chizig'i (ROC curve)).



Date: 13th October-2025

• Siz qanday eksperimentlar o'tkazdingiz? (Turli xil sozlamalar bilan ishlash, boshqa algoritmlar bilan solishtirish, real vaqtda ishlashni tekshirish).

3. Natijalar

Ushbu qismda siz o'z eksperimentlaringiz natijalarini taqdim etishingiz kerak. Quyidagi ma'lumotlarni taqdim etishga harakat qiling:

- Baholash metrikalari bo'yicha natijalar. (Aniq aniqlik, to'liq aniqlik, F1-score va boshqa metrikalar bo'yicha raqamli qiymatlar).
- Turli xil sozlamalar bilan ishlash natijalari. (Qaysi sozlamalar eng yaxshi natijalarni berdi?).
- Boshqa algoritmlar bilan solishtirish natijalari. (Haar Cascade algoritmi boshqa algoritmlardan qanday ustun yoki kamchiliklarga ega?).
- Real vaqtda ishlash natijalari. (Algoritm qancha tezlikda ishlaydi? Qanday resurslarni talab qiladi?).
- Natijalarni vizuallashtirish. (Grafiklar, diagrammalar, yuzlarni aniqlashning misollari).

4. Minnatdorchiliklar

Ushbu qismda tadqiqotimizni o'tkazishda yordam bergan barcha odamlarga, tashkilotlarga va homiylarga minnatdorchilik bildirishingiz kerak

Muhokama

Yuzni aniqlash algoritmlarini qo'llanilishi haqida fikr yuritamiz:

1. Algoritm tavsifi:

Haar Cascade - bu yuzni aniqlash uchun ishlatiladigan mashhur ob'ektni aniqlash algoritmi. U Paul Viola va Michael Jones tomonidan 2001 yilda ishlab chiqilgan. Haar Cascade algoritmi mashinani o'rgatish (machine learning) usullaridan foydalanadi, bunda yuzning xususiyatlarini aniqlash uchun Haar xususiyatlari deb ataladigan oddiy qora va oq to'rtburchaklar naqshlaridan foydalaniladi.

Asosiy g'oya:

Haar Cascade algoritmining asosiy g'oyasi shundan iboratki, yuzlar odatda ba'zi bir o'ziga xos naqshlarga ega bo'ladi (masalan, ko'zlar burundan ko'ra qorong'i). Bu naqshlarni Haar xususiyatlari yordamida aniqlash mumkin.

Qadamlar:

1. **Haar** xususiyatlarini hisoblash: Har bir Haar xususiyati tasvirning bir qismidagi qora to'rtburchaklardagi piksel qiymatlarining yig'indisidan oq to'rtburchaklardagi piksel qiymatlarining yig'indisini ayirish orqali hisoblanadi.

2. **Integral tasvir:** Integral tasvir - bu tasvirning har bir pikselida, shu pikseldan yuqori va chap tomonda joylashgan barcha piksel qiymatlarining yig'indisini saqlaydigan tasvir. Integral tasvir Haar xususiyatlarini hisoblashni tezlashtiradi.

3. **AdaBoost bilan o'qitish:** AdaBoost - bu kuchsiz klassifikatorlarni (Haar xususiyatlaridan foydalangan holda yaratilgan) kuchli klassifikatorga birlashtiradigan mashinani o'rgatish algoritmi.



Date: 13th October-2025

4. **Kaskadlash:** Kaskadlash - bu bir nechta klassifikatorlarni ketma-ket joylashtirish orqali ob'ektni aniqlash jarayonini tezlashtirish usuli. Agar tasvirning bir qismi birinchi klassifikator tomonidan rad etilsa, u keyingi klassifikatorlarga o'tmaydi.

Murakkablik:

- O'qitish vaqti: Juda uzoq (bir necha soatdan bir necha kungacha).
- Aniqlash vaqti: Nisbatan tez (real vaqtda ishlashi mumkin).

2. Blok-sxema:

...

[Tasvir] --> [Tasvirni qayta ishlash (kulranglashtirish, o'lchamini o'zgartirish)] -->
[Haar xususiyatlarini hisoblash] --> [Kaskadli klassifikatorlar] --> [Yuzlarni aniqlash] -->
[Natija]

...

3. Dastur kodi (Python va OpenCV):

```
import cv2
# Haar Cascade klassifikatorini yuklash
face_cascade = cv2.CascadeClassifier('haarcascade_frontalface_default.xml')
# Rasmni yuklash
img = cv2.imread('rasm.jpg')
# Tasvirni kulranglashtirish
gray = cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
# Yuzlarni aniqlash
faces = face_cascade.detectMultiScale(gray, 1.1, 4)
# Har bir yuzni to'rtburchak bilan o'rash
for (x, y, w, h) in faces:
    cv2.rectangle(img, (x, y), (x+w, y+h), (255, 0, 0), 2)
# Natijani ko'rsatish
cv2.imshow('Yuzlar aniqlandi', img)
cv2.waitKey()
```

Kod izohi:

1. cv2.CascadeClassifier('haarcascade_frontalface_default.xml'): Haar Cascade klassifikatorini yuklaydi. Bu fayl OpenCV bilan birga keladi yoki internetdan yuklab olish mumkin.

2. cv2.imread('rasm.jpg'): Rasmni yuklaydi.

3. cv2.cvtColor(img, cv2.COLOR_BGR2GRAY): Tasvirni kulranglashtiradi. Yuzni aniqlash uchun kulrang tasvir ishlatiladi, chunki u rang ma'lumotlarini yo'q qiladi va hisoblashni osonlashtiradi.

4. face_cascade.detectMultiScale(gray, 1.1, 4): Yuzlarni aniqlaydi.

- gray: Kulrang tasvir.
- 1.1: O'lchov faktori. Bu parametr tasvirning har bir qatlamida tasvir qanchalik kichraytirilishini belgilaydi.

- 4: Qo'shnilarning minimal soni. Bu parametr yuz sifatida qabul qilinishi uchun qancha qo'shni to'rtburchaklar bo'lishi kerakligini belgilaydi.



Date: 13th October-2025

5. `cv2.rectangle(img, (x, y), (x+w, y+h), (255, 0, 0), 2)`: Har bir yuzni to'rtburchak bilan o'raydi.

- `(x, y)`: To'rtburchakning yuqori chap burchagi koordinatalari.
- `(x+w, y+h)`: To'rtburchakning pastki o'ng burchagi koordinatalari.
- `(255, 0, 0)`: To'rtburchakning rangi (ko'k).
- `2`: To'rtburchakning qalinligi.

6. `cv2.imshow('Yuzlar aniqlandi', img)`: Natijani ko'rsatadi.

7. `cv2.waitKey()`: Oyna yopilguncha kutadi.

4. O'qitish ma'lumotlari:

Haar Cascade algoritmi odatda yuzlarning minglab tasvirlaridan iborat katta ma'lumotlar to'plamida o'qitiladi. Bunday ma'lumotlar to'plamiga misol sifatida Labeled Faces in the Wild (LFW) ni keltirish mumkin. Bundan tashqari, OpenCV o'zining oldindan o'qitilgan Haar Cascade klassifikatorlari bilan birga keladi.

5. Afzalliklari va kamchiliklari:

Afzalliklari:

- Tezlik: Haar Cascade algoritmi real vaqtda ishlashi mumkin.
- Oddiylik: Algoritm nisbatan oddiy va tushunarli.
- OpenCV bilan integratsiya: OpenCV Haar Cascade algoritmini qo'llab-quvvatlaydi.

Kamchiliklari:

- Aniq emas: Haar Cascade algoritmi boshqa yuzni aniqlash algoritmlariga qaraganda aniqroq emas (masalan, CNN).
- Yuzning holatiga sezgir: Haar Cascade algoritmi yuzning holatiga (burchak, yorug'lik) sezgir.
- Soxta ijobiy natijalar: Haar Cascade algoritmi soxta ijobiy natijalar berishi mumkin (ya'ni, yuz bo'lmagan narsani yuz deb aniqlashi mumkin).

Qaysi hollarda Haar Cascade'dan foydalanish yaxshiroq?

Haar Cascade algoritmi quyidagi hollarda yaxshiroq tanlov bo'lishi mumkin:

- Tezlik muhim bo'lganda (masalan, real vaqtda video oqimida yuzni aniqlash).
- Resurslar cheklangan bo'lganda (masalan, o'rnatilgan tizimlarda yuzni aniqlash).
- Yuqori aniqlik talab qilinmasa.

Xulosa:

Haar Cascade algoritmi yuzni aniqlash uchun tezkor va oddiy usuldir. Uning kamchiliklariga qaramay, u hali ham ko'plab ilovalarda qo'llaniladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Базарбаев, М. И., Эрметов, Э. Я., & Сайфуллаева, Д. И. (2022). Информационные технологии в образовании. *Учебник, Ташкент*, 453.
2. Nazikhovna, G. Y. (2022). Programming and robotics based in STEAM Learning. *American Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 2, 58-87.



Date: 13th October-2025

3. Yunusova, G. N. (2020). THE PROGRAM FRONT PAGE-PROGRAM OF MAKING WEB PAGE AND E-BOOK. *Scientific Bulletin of Namangan State University*, 2(3), 230-233.
4. Yunusova, G. N., Zakirova, N. S., & Abdullayeva, S. I. (2022). CREATION AND APPLICATION OF THREE EDUCATIONAL PLATFORMS IN THE PROCESS OF STRENGTHENING STEAM LEARNING. *Confrencea*, 4(4), 117-131.
5. Юнусова, Г. Н., & Кахаров, Р. Т. (2022). Три платформы для развития в непрерывном STEAM образовании. *O'ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI*, 1(11), 12-22.
6. Nazikhovna, G. Y. (2022). Strengthening the Integrated Steam of Technologies in the Environment of Information Technologies and Computer Programs. *Texas Journal of Engineering and Technology*, 7, 43-52.
7. Yunusova, G. N., & Abdullayeva, S. (2019). ARDUINO PLATPHORM PROCESSING THE MOVEMENT OF THE ROBOT. *Scientific Bulletin of Namangan State University*, 1(11), 79-83.
8. Юнусова, Г. Н. (2013). Компьютерно-интерактивное и индивидуально-групповое обучение предметов путём создания автоматизированной компьютерной программы. *Молодой ученый*, (12), 88-91.
9. Nazihovna, Y. G. (2022). CREATING A PLATFORM USING HTML, CSS AND JAVA SCRIPT METHODS AND STRENGTHENING EDUCATION WITH THIS STEAM. *Confrencea*, 5(5), 17-38.
10. Nazihovna, Y. G. Google AppsCloud Platformlari va ulardan Ta'limda foydalanish metodikasi. URL: Yunusova Gulshoda Nazihovna mybimm monografiya1-1-2. pdf.
11. Yunusova, G. Ota onalar, bolalaringizga Python dasturlashtirishdan murabbiy bo'ling. *Python dasturlash.*, URL: <http://library.ziyonet.uz/uz/book/121623>.
12. Yunusova, G. Scratch dasturi orqali dasturlashtirishni usluksiz ta'lim bosqichlarida o'qitish metodikasi. URL: <http://library.ziyonet.uz/uz/book/121624>.
13. Nazihovna, Y. G. (2020). Maktabgacha yoshdagi bolalarni robotni terish EHM dasturi orqali STEAM texnologiyasi. In *Mnemonika asosida til o'rganish bilimlarini rivojlantirish (Development of language)...* TO URL: http://staviropk.ru/attachments/article/1023/CONFERENCE-Plenary%20presentaions%20and%20Section%20topics_Namangan.pdf, 10th June.
14. Юнусова, Г. Н. (2020). Методика подготовки в школу дошкольников новейшими технологиями и компьютерными программами. *Интерактивная наука*, (8 (54)), 7-15.
15. Nazihovna, Y. G., & Odiljon o'g'li, N. O. (2022). Organization of continuous learning and learning in programming and robotics using the concept of a person's whole life course. *Galaxy International Interdisciplinary Research Journal*, 10(11), 587-604.
16. Nazihovna, Y. G. (2022). STEAM TA'LIMINI ASOSI BO'LGAN INFORMATIKA VA AXBOROT TEXNOLOGIYALARNING YANGILIKLARI VA PLATFORMALARI YORDAMIDA RIVOJLANISHI. *IJODKOR O'QITUVCHI*, 2(23), 5-20.

Date: 13th October-2025

17. Nazihovna, Y. G. (2022). MNEMONICS, INFORMATION TECHNOLOGIES AND SOFTWARE METHODOLOGY OF TEACHING "ENGLISH+ MATHEMATICS+ INFORMATICS"(STEAM EDUCATION). *Conferencea*, 444-450.
18. Туйчиев, А. Т. ПРОВЕДЕНИЕ ДЕБАТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ РАЗГОВОРНОЙ РЕЧИ СТУДЕНТОВ В ОБУЧЕНИИ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ ПОСРЕДСТВОМ ВЕБИНАРОВ И ОНЛАЙН КОНФЕРЕНЦИЙ PhD, Юнусова Гулшода Назиховна. *LBC*, 94, 29.
19. Yunusova, G. Умумий о'рта ва олий таълим муассасаларида Стартап лойихалари ва тадбиркорлик фаолияти. *Стартап-проекты и предпринимательская деятельность в системе общего среднего и высшего образования*, 17.
20. Nazihovna, G. Y. (2022). ROBOTOTEXNIKA DASTURLASHTIRISH VA ALGORITMIZATSIYAGA O'QITISH VOSITASI YORDAMIDA FAN VA TEXNIKANING RAQAMLASHTIRISH MUAMMOLARINI YECHISH. *Scientific Impulse*, 1(4), 1-12.
21. Nazikhovna, G. Y. (2022). The Latest Digital Information Technologies and Computer Programs in Integration and in Improvement with the Method of Training and Education of Froebel and His" Gifts". *Texas Journal of Engineering and Technology*, 14, 38-55.
22. Гулшод, Ю. Н. (2022). ПРОГРАММИРОВАНИЕ И РОБОТОТЕХНИКА В ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМАХ STEAM ОБРАЗОВАНИЯ. Finland International Scientific Journal of Education. *Social Science & Humanities*, 10(12), 109-125.
23. Юнусова, Г. Н. Cover article. *Интерактивная наука*, 7.
24. Nazihovna, G. Y. Scratch. URL: <https://hemis.namdu.uz/static/uploads/21>, 17.
25. Yunusova, G. (2023). O'ZBEKISTON RESPUBLIKASIDA AXBOROT TEXNOLOGIYALARI VA KOMPYUTER DASTURLARI YORDAMIDA STEAM UZLUKSIZ TA'LIMNI SHAKLLANTIRISH. *Namangan davlat universiteti Ilmiy axborotnomasi*, (7), 523-533.
26. Nazihovna, Y. G. (2023). MODELING PHYSICAL PROCESSES WITH THE PROGRAM CROCODILE PHYSICS. Finland International Scientific Journal of Education. *Social Science & Humanities*, 11(1), 825-839.
27. Odiljon ogli, N. O., & Nazihovna, Y. G. (2024). MATEMATIKADAGI ORGANISH QIYIN BOLGAN MAVZULARGA VIZUAL-VIRTUAL OQITISHDA KOMPYUTER DASTURLARI MAJMUASINI TUZISH. *INNOVATION IN THE MODERN EDUCATION SYSTEM*, 5(40), 31-37.
28. Nazihovna, G. Y. (2023). Технологии Искусственного Интеллекта В Современном Образовании. *Periodica Journal of Modern Philosophy, Social Sciences and Humanities*, 20, 57-68.
29. Юнусова, Г. Н. (2023). РАЗВИТИЕ АЙТИ СФЕРЫ И ИНФОРМАТИКИ КАК ОДНА ИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ РАЗВИТИЯ СТИМ ОБРАЗОВАНИЯ. In *АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ 2023* (pp. 214-224).
30. Nazihanovna, Y. G. (2025). STEAM YONDOSHUVDA RAQAMLASHTIRISH: DASTURLASHTIRISH VA ROBOTOTEXNIKA. *AMERICAN JOURNAL OF EDUCATION AND LEARNING*, 3(7), 16-22.



Date: 13th October-2025



31. Nazihovna, Y. G. (2025). NARSALAR (BUYUMLAR) INTERNETI (IoT) VA UNING TEXNOLOGIYALARI. *AMERICAN JOURNAL OF EDUCATION AND LEARNING*, 3(7), 23-37.
32. Nazikhovna, Y. G. (2025). Steam Education in the Form of a Robotics Module by Means of Artificial Intelligence. *Spanish Journal of Innovation and Integrity*, 42, 552-557.
33. Юнусова, Г., & Гаффаров, А. (2024). Формирование базовых знаний и компетенций STEAM как условие подготовки конкурентоспособной личности. *Общество и инновации*, 5(4), 119-127.
34. Odiljon ogli, N. O., & Nazihovna, Y. G. (2024). MATEMATIKADAGI ORGANISH QIYIN BOLGAN MAVZULARGA VIZUAL-VIRTUAL OQITISHDA KOMPYUTER DASTURLARI MAJMUASINI TUZISH. *INNOVATION IN THE MODERN EDUCATION SYSTEM*, 5(40), 31-37.
35. Nazihovna, Y. G. (2023). MODELING PHYSICAL PROCESSES WITH THE PROGRAM CROCODILE PHYSICS. Finland International Scientific Journal of Education. *Social Science & Humanities*, 11(1), 825-839.
36. Юнусова, Г. Н. (2023). РАЗВИТИЕ АЙТИ СФЕРЫ И ИНФОРМАТИКИ КАК ОДНА ИЗ СОСТАВЛЯЮЩИХ РАЗВИТИЯ СТИМ ОБРАЗОВАНИЯ. In *АКТУАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫСШЕЙ ШКОЛЫ 2023* (pp. 214-224).
37. Тешабоева, Н. Д., & Кимсанов, З. О. О. (2019). Влияние высыхания Аральского моря и сухого жаркого климата Центральной Азии на несущие и ограждающие конструкции зданий и сооружений. *Молодой ученый*, (25), 170-172.
38. Djuraevna, T. N. (2020). Effect of chemical additives on the construction-technical properties of concrete mixture. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 10(5), 809-812.
39. Djuraevna, T. N. (2021). Loss of plasticity by cement systems during time. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 11(3), 1829-1833.
40. Мамажонов, А. У., & Тешабоева, Н. Д. (2019). ВЛИЯНИЕ ДИСПЕРСНОСТИ И КОЛИЧЕСТВА МИНЕРАЛЬНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА АУТОГЕЗИЮ ЧАСТИЦ ЦЕМЕНТА. *Евразийский Союз Ученых*, (12-4 (69)), 7-10.
41. Yusupov, U. T., & Teshaboeva, N. D. (2020). CONSTRUCTION OF BUILDINGS AND STRUCTURES IN SALINE SOILS. *Theoretical & Applied Science*, (6), 223-226.
42. Мамажонов, А. У., Юнусалиев, Э. М., & Давлятов, Ш. М. (2020). БЕТОН С МИНЕРАЛЬНЫМ НАПОЛНИТЕЛЕМ-ГЛИЕЖЕМ, ЭЛЕКТРОТЕРМОФОСФОРЫМ ШЛАКОМ И ДОБАВКОЙ АЦФ-3М. In *Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях* (pp. 220-226).
43. Teshaboeva, N. D. (2021). Influence of Surface-Active Additives on the Physico-Technical Properties of Cement. *Eurasian Journal of Academic Research*, 1(05).
44. Djuraevna, T. N. (2020). Surface identification methods used in land management and land cadastre. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 10(8), 98-103.

Date: 13th October-2025

45. Teshaboeva, N. D. (2021). Organic substance in receiving agloporite from raw materials importance. *INTERNATIONAL JOURNAL OF DISCOURSE ON INNOVATION, INTEGRATION AND EDUCATION*, 2(2), 63-66.
46. Djuraevna, T. N. (2021). Strength Indicators Of Cement Systems With Additives Of Surface-Active Substances. *The American Journal of Applied sciences*, 3(5), 203-209.
47. Гончарова, Н. И., Зикиров, М. С., & Кимсанов, З. О. О. (2019). Актуальные задачи проектирования общественных и жилых комплексов в центре Ферганы. *Молодой ученый*, (25), 159-161.
48. Djuraevna, T. N. (2020). Installing power collectors in repair of effective buildings. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, 10(5), 823-826.
49. Djuraevna, T. N. (2021). Basic issues of the theory of hydrophobization of cement systems by additives of products of petrochemical synthesis. *Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences*, 1(5), 475-479.
50. Мамажонов, А. У., & Тешабоева, Н. Д. (2020). Использование минеральных наполнителей и химической добавки АЦФ, ПАВ полифункционального назначения, при производстве цемента, монолитных и сборных железобетонных конструкций. *Евразийский Союз Ученых*, (3-2 (72)), 10-13.
51. Teshaboeva, N. D. (2021). Deformation Properties of Reinforced Concrete Structures in DDY Hot Climates. *Eurasian Journal of Academic Research*, 1(04).
52. Teshaboeva, N. D. (2019). A method for determining the capillary permeability of concrete in a dry hot climate. *EURASIAN UNION OF SCIENTISTS (ESU) Monthly scientific journal*, (10), 67.
53. Тешабоева, Н. Д. (2019). Способ определения капиллярной проницаемости бетона в условиях сухого жаркого климата. *ЕВРАЗИЙСКИЙ СОЮЗ УЧЕНЫХ (ECU)*, 70.
54. Teshaboeva, N. D. (2019). Effect of drying of the Aral Sea and the dry hot climate of Central Asia on the supporting and enclosing structures and buildings and structures. *Young scientist*, (20), 258.
55. Тешабоева, Н. Д., & Умирзаков, З. А. (2020). Значение физиологических свойств почвообразования. *Проблемы современной науки и образования*, (1 (146)), 22-24.
56. Djurayevna, T. N. (2020). Building Materials Determined In The Architectural Monuments Of Central Asia. *The American Journal of Applied sciences*, 2(12), 77-80.
57. Djurayevna, T. N. (2020). Influence Of Surface Additives On Strength Indicators Of Cement Systems. *The American Journal of Applied sciences*, 2(12), 81-85.
58. Djuraevna, T. N. (2025). STRUCTURAL-SEMANTIC SIMILARITIES AND DIFFERENCES IN THE SPHERE OF COLOR DESIGNATIONS. *Educator Insights: Journal of Teaching Theory and Practice*, 1(4), 83-90.
59. Djuraevna, T. N. (2025). SEMANTIC SIMILARITIES AND DIFFERENCES IN THE VOCABULARY OF THE ENGLISH, UZBEK AND RUSSIAN LANGUAGES. *Modern American Journal of Linguistics, Education, and Pedagogy*, 1(3), 364-369.

Date: 13thOctober-2025

60. Djuraevna, T. N. (2022). Language Teaching Methodology: Tradition and Modernity. *Central Asian journal of literature, philosophy and culture*, 3(2), 41-51.
61. Djuraevna, T. N. (2023). Language Education as a system: Structure, functions and main components. *Periodica Journal of Modern Philosophy, Social Sciences and Humanities*, 14, 141-146.
62. Teshaboeva, N. D., Kasimova, H., & Tursunova, S. M. (2024). PREPARATION OF FLOORS IN EARTHQUAKE AREAS AND DESIGN OF LOAD-BEARING STRUCTURES IN EARTHQUAKE-PROBENT AREAS. *Web of Teachers: Inderscience Research*, 2(4), 132-136.
63. Djurayevna, T. N. (2024). THE LINGUISTIC STATUS OF THE SEMANTIC FIELD AND LEXICAL-SEMANTIC GROUP. *Western European Journal of Linguistics and Education*, 2(1), 31-35.
64. Djurayevna, T. N. (2023). PRODUCTION OF THERMALINSULION MATERIALS. *Research Focus*, 2(2), 197-202.

